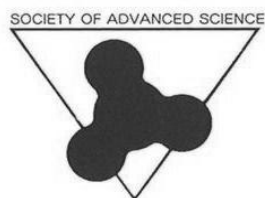


'09 SAS
Intelligent Symposium

ABSTRACTS



日時:2009 年 11 月 19 日(木)~20 日(金)

10:30~16:30

場所:東海大学湘南校舎 17 号館 2 階 ネクサスホール

主催:SAS(Society of Advanced Science)

後援:東海大学

21st ' 09 SAS インテリジェントシンポジウム スケジュール

	11月19日(木)	11月20日(金)
9:20	受付開始 ポスターの準備	受付開始
10:30	シンポジウム開会式	第2日目開始
10:40	ショートプレゼンテーション開始 発表領域 (A-1 ~ A-11) (B) ~ (D)	ショートプレゼンテーション開始 発表領域 (A-12 ~ A-22) (E) ~ (I)
	午前の部 終了 **休憩**	午前の部 終了 **休憩**
13:30	午後の部 開始 ポスター発表開始 発表領域 (A-1 ~ A-11) (B) ~ (D)	午後の部 開始 ポスター発表開始 発表領域 (A-12 ~ A-22) (E) ~ (I)
16:30	第1日目 終了	第2日目 終了 閉会式 ポスターの撤収作業

<'09 SAS インテリジェントシンポジウム実行委員会組織>

実行委員長	若木守明	(東海大学工学部光・画像工学科)
副実行委員長	利根川明	(東海大学理学部物理学科)
実行委員	内田晴久	(東海大学教養学部人間環境学科)
	内田裕久	(東海大学工学部エネルギー工学科)
	大山龍一郎	(東海大学工学部電気電子工学科)
	渋谷猛久	(東海大学工学部光・画像工学科)
	庄善之	(東海大学工学部電気電子工学科)
	西義武	(東海大学工学部材料科学科)
	松村義人	(東海大学工学部エネルギー工学科)
	八木隆志	(東海大学理学部物理学科)
	山崎清之	(東海大学開発工学部医用生体工学科)
	THK (株)	
	(株) 巴商会	
	日本ベルパーツ (株)	
	パーカーS・N工業 (株)	

21st < ' 09 S A S インテリジェント・シンポジウム 題目一覧 >

会期 2009. 11. 19～2009. 11. 20 10:30～16:30

会場 東海大学湘南校舎 17 号館 2 階 ネクススホール

A・インテリジェント材料・ナノテク

*発表者 **指導教員

A-1 筋肉アクチュエータ用 Fe-Sm/Si/Fe-Tb 三層複合体の膜厚比による磁場誘起運動制御

*佐宗駿（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
松村義人（東海大学大学院理工学研究科）、**西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

A-2 ロボットアーム駆動構造用水素吸蔵合金分散高分子/Cu 箔複合運動素子単体の基礎的研究

*大川準也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、神田昌枝（INSA de Lyon）、湯瀬かおり（INSA de Lyon）、Daniel
GUYOMAR（INSA de Lyon）、内田晴久（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
**西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

A-3 人工筋肉用可逆運動水素吸蔵合金薄膜運動素子の開発

*島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻） **西義武（東海大学工学部材料科学科）

A-4 航空機ラダー用CFRPIにLaNi₅を蒸着させた水素吸蔵合金薄膜運動素子の運動特性

*菊地俊介（東海大学工学部材料科学科）、大川準也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、武井廣明（東海大学大学
院工学研究科金属材料工学専攻）、島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
**西義武（東海大学工学部材料科学科）

A-5 MG（メカニカルグライディング）処理を施したTiFeに関する表面汚染の影響

*中野透（東海大学工学部エネルギー工学科）、高橋順也（東海大学工学部エネルギー工学科）、小林淳一（東海大学大学院工
学研究科応用理学専攻）、原木岳史（東海大学研究支援・知的財産本部技術共同管理室）
**内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

A-6 TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発① ～電流リード・unit 形状・単一自己磁場シミュレーション～

*石井 雄一、水野 亮典（東海大学工学部材料科学科）*堺 智、塩原 敬（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）
**山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

A-7 TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発② ～500 A 級電流リード Unit 熱侵入量及び単一通電～

*水野 亮典、石井 雄一（東海大学工学部材料科学科）堺 智、塩原 敬（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）
**山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

A-8 TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発③

～500 A 級電流リード Unit 並列化による 1 kA 通電・他電流リードとの比較～

*堺 智、塩原 敬（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）石井 雄一、水野 亮典（東海大学工学部材料科学科）
**山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

A-9 Mg チューブを用いて外部拡散法により作製した MgB₂ 線材の超伝導特性と組織

*大賀 慎平（東海大学工学部材料科学科）和田 恭輔（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）
**山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

A-10 ステンレス鋼／純鉄シース MgB₂ 細径線材の加工性と超伝導特性

*金澤昌哉（東海大学工学部材料科学科）、根本 豊（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）
**山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

A-11 分極曲線を用いた燃料電池用セパレータの腐食特性の測定法確立

*深見雄太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

A-12 熱処理による Al-Fe 合金の磁歪特性への影響

*篠原義明（東海大学工学部エネルギー工学科）、蒔田晃司（東海大学大学院工学研究科）、難波圭佑（東海大学工学部応用
理学科エネルギー工学専攻）、内海倫明（東海大学工学部エネルギー工学科）、
**松村義人（東海大学工学部エネルギー工学科）

- A-13 **導電性CNT/ポリイミド樹脂の開発とその応用**
*西村亮祐（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（工学部電気電子工学科）
- A-14 **32nm 世代 LSI 向けビア配線用カーボンナノチューブの選択成長技術の開発**
*佐藤耕平（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- A-15 **三極型高周波プラズマ CVD 法を用いた CNT の低温作製技術の開発**
*田中勇太（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- A-16 **CNT を導電材として用いた捲回型 EDLC 用分極電極材料の開発**
*今野学（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- A-17 **カーボンナノチューブ作製時の金属触媒の研究**
*石川俊輔（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- A-18 **CNT 添加導電性 PTFE 膜の作製および腐食防止膜としての応用**
*福城大介（東海大学工学部電気電子工学科）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- A-19 **アモルファスカーボン膜被膜ステンレスセパレータの開発と評価**
*村田洋紀（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- A-20 **血糖成分にて自立駆動する薬物放出システムに関する研究**
*ムンフジャルガル ムンフバヤル、加藤了大、松浦佑樹（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、
高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、**三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）
- A-21 **酵素反応を利用した自立拍動式ケモメカニカル・ポンプに関する研究**
*佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、大越隆弘（東京電機大学 理工学部）
ムンフジャルガル ムンフバヤル、松浦佑樹（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）
高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、**三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）
- A-22 **酵素反応を用いた高回転型ケミカルモーターに関する研究**
*松浦佑樹、ムンフジャルガル ムンフバヤル（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
小塚真玄（東海大学大学院 工学研究科）、佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、
高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、**三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

B・自然・環境エネルギー

- B-1 **a-C 膜を被覆したステンレス製捕集電極を用いた低抵抗 EDLC の開発**
*井野浩行（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- B-2 **鉛金風葉のフラクタル解析～電圧依存性～**
*井高真美（東海大学教養学部人間環境学科）、池田奈摘（東海大学教養学部人間環境学科）、
**須田不二夫（東海大学教養学部人間環境学科）

- B-3 **濃度差直接発電 ～銀電極と白金電極の場合の出力の比較～**
*森次 春日、上野 雄一郎、奥井 英子（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）*竹崎 秀昭（積水化学工業株式会社）
**須田 不二夫（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
- B-4 **「塩ビ管を使用した太陽熱温水器」の試作とその性能試験**
*田中 久雄（東海大学大学院人間環境学研究科）**須田 不二夫（東海大学人間環境学科）
- B-5 **CNT と樹脂の混合膜を被覆した高耐腐食性被覆セパレータの開発**
*高橋健太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- B-6 **CNT 添加導電性 PTFE 膜被覆ステンレスセパレータの開発**
*久野徹（東海大学工学部電気電子工学科）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- B-7 **太陽電池を用いた携帯電話用電源の開発**
*山田智章（東海大学工学部電気電子工学科）深見雄太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）
**庄 善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- B-8 **アセチレンブラック・カーボンナノチューブを添加した電気二重層キャパシタの評価**
*桑原亮太（東海大学工学部電気電子工学科）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- B-9 **燃料電池内のセパレータと MEA 間の接触抵抗のその場観察技術の開発**
*小原和也（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）
- B-10 **成層圏極渦反転データ解析～南北両半球の比較～**
*塚本怜生（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、斎藤翔太郎（東海大学工学部航空宇宙学科）、
**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
- B-11 **半球規模地球流体室内実験 ～軸対称流から蛇行流への遷移～**
*長野桂（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、西川智博（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、
**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
- B-12 **閉ループ内熱対流室内実験～乱流安定からカオス的反転への遷移～**
*佐藤喜弘（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、滝良太（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、
**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
- B-13 **閉ループ内熱対流数値実験 ～レジームシフトは本物か？～**
*標幸一郎（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
- B-14 **閉ループ内熱対流数値シミュレーション ～ 2 種類の材の検証 ～**
*工藤 雅人（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、**増子友紀（東海大学理学研究科物理学専攻）、
**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）
- B-15 **矩形自然循環ループの流れ特性～断熱材の有無による不安定現象への影響～**
*外口 絵理子（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程） 西川浩之（東海大学大学院人間環境学研究科人間環境学専攻）
沖野成紀（東海大学教養学部芸術学科音楽課程）**須田 不二夫（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

B-16 携帯電話用燃料電池スタックの開発

*中嶋 敏光(東海大学工学部電気電子工学科)、**庄 善之(東海大学工学部電気電子工学科)

B-17 波力発電のカオス性と効率

*岩本敏宗(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、硯川真史(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、益子良太(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程) **須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-18 ヘリ - ショー・セルにおける粘性突起のフラクタル成長パターン ～気体圧入の場合～

*吉田翔吾(教養学部人間環境学科自然環境課程) 石井明日香(教養学部人間環境学科自然環境課程)
**須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-19 カーボンナノチューブを添加することによるマグネシウムの水素吸蔵特性の向上

*相川献治(東海大学工学研究科金属材料工学専攻)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)、
新沼英樹(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、内田晴久(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

B-20 自然循環流のカオス解析—リアプノフスペクトラム解析による不安定性評価—

*西川浩之(東海大学大学院人間環境学研究科) 沖野成紀(東海大学教養学部芸術学科) **須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科)

C・機械・材料工学

C-1 航空機主翼・尾翼用炭素繊維強化 AI/CFRP 界面接合に関する研究

*笠井淳(東海大学材料科学科)、針替伸拓(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
武井廣明(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)

C-2 超高層建築物用高炭素繊維含有 CFRP の曲げ特性に及ぼすプレストレスの効果

*松田真珠美(東海大学工学部材料科学科)、高田啓介(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
山本達也(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)

C-3 航空機用低価格サンドイッチ複合 ABS 樹脂材料の衝撃特性及ぼす影響

*難波真一郎(東海大学工学部材料科学科)、山本達也(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
海老原祥秀(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)

C-4 航空機用ガラス繊維強化型ポリマー(GFRP)の電子線照射とシランカップリング処理による衝撃値への影響

*高田啓介(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、岩田圭祐(東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻)、
利根川昭(東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻) **西義武(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

C-5 航空機用耐熱 CFRP の吸水によるシャルピー衝撃値の向上

*山本達也(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、海老原祥秀(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
**西義武(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

C-6 航空機構造用耐熱性 CFRP の衝撃値に及ぼす電子線照射の影響

*武井廣明(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、高田啓介(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、
岩田圭祐(東海大学連合大学院総合理工学研究科総合理工学専攻)、利根川昭(東海大学連合大学院総合理工学研究科総合理工学専攻)
**西義武(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

- C-7 **微量の貴金属およびイットリウムを添加したアルミナ生成合金の1473-1673Kにおける耐水蒸気酸化性**
 *大久保勝彦(湘南工科大学マテリアル工学科), 小川優美, 岡部悟, 小峰司(湘南工科大学マテリアル工学科)
 小原和夫, 穴戸統悦(東北大学金属材料研究所), **天野忠昭(湘南工科大学マテリアル工学科)
- C-8 **微量の白金およびイットリウムを添加したアルミナ生成合金のスケール表面およびスケール/合金界面形態観察**
 *長谷泰彦(湘南工科大学マテリアル工学科), 大竹明良, 生出朝海, 伊東秀和(湘南工科大学マテリアル工学科)
 西山逸雄(ダイブラ・ウインタース株式会社), 岩森暁(金沢大学), 青柳英二(東北大学百万ボルト電顕室)
 小原和夫, 穴戸統悦(東北大学金属材料研究所), **天野忠昭(湘南工科大学マテリアル工学科)
- C-9 **高速油膜ジャーナル軸受の安全・安心システムの開発**
 *小林雅弥(東海大学工学研究科機械工学専攻), **落合成行(東海大学工学部機械工学科), **橋本巨(東海大学工学部機械工学科)
- C-10 **次世代Nb₃Sn超伝導線材の研究**
 *佐々木 弘樹(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

E・光・プラズマ理工学

- E-1 **機能性タンパク質を用いた匂い成分の可視化法に関する研究**
 *北和昂, 王 昕(東京医科歯科大学大学院 歯学総合研究科), 遠藤裕幸(東海大学 情報理工学部),
 安藤恵理(東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部), 齊藤浩一(東京工業高等専門学校 機械工学科),
 高橋大志, 荒川貴博, 工藤寛之, **三林浩二(東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)
- E-2 **希土類元素添加ITO単結晶の発光特性**
 *川合裕人(東海大学工学研究科光工学専攻), **若木守明(東海大学工学研究科光工学専攻)
- E-3 **宇宙天文観測用サブミリ波検出器の開発**
 *山下恭平(東海大学大学院工学研究科光工学専攻), 松本拓也(東海大学工学部光・画像工学科) 渡辺健太郎(東京大学), 村上浩(ISAS/JAXA),
 **若木守明(東海大学大学院工学研究科光工学専攻)
- E-4 **再結合過程に対するパルスプラズマ流の影響**
 *嶺直樹(東海大学理学部物理学科), 厩田貴司(東海大学理学研究科物理学専攻), 小野督幸(東海大学理学部物理学科),
 **利根川昭(東海大学理学部物理学科), 河村和孝(東海大)
- E-5 **真空紫外分光法を用いた再結合プラズマでの水素分子の振動温度測定**
 *小野智彦(東海大学理学部物理学科), 柴田俊充(東海大学理学研究科物理学専攻), 小野督幸(東海大学理学部物理学科),
 **利根川昭(東海大学理学部物理学科), 河村和孝(東海大)
- E-6 **ターゲット形状変化に対する再結合プラズマの基礎特性**
 *小向広泰(東海大学理学部物理学科), 柴田俊充(東海大学理学研究科物理学専攻), 厩田貴司(東海大学理学研究科物理学専攻),
 小野督幸(東海大学理学部物理学科) **利根川昭(東海大学理学部物理学科), 河村和孝(東海大学)
- E-7 **イオンサイクロトロン共鳴法を用いたシートプラズマ内のイオンの選択的分離実験**
 *濱田大樹(東海大学理学部物理学科), 安田翔太(東海大学理学部物理学科) 小野督幸(東海大学理学部物理学科),
 **利根川昭(東海大学理学部物理学科), 河村和孝(東海大学)

F・有機・高分子材料

F-1 人工血管用高分子材料の電子線照射による接合

*川津秀紀（東海大学工学部材料科学科）、武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学連合大学院総合理工学研究科総合理工学専攻）、利根川昭（東海大学大学院理学部物理学科）**西義武（東海大学工学部材料科学科）

F-2 電子線照射処理を用いたディスプレイ用透明導電性高分子の開発

*飯塚翔太（東海大学工学部材料科学科）、山本達也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学連合大学院理工学研究科総合理工学専攻）、利根川昭（東海大学理学部物理学科）、大山龍一郎（東海大学工学部電気電子工学科）、**西義武（東海大学工学部材料科学科）

G・生命生理工学

G-1 高輝度 UV-LED を用いた高感度ホルムアルデヒドバイオスニファに関する研究

*板橋 玄（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、鈴木祐貴（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、月精智子（東京都立産業技術研究センター、東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、**三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

G-2 生体適合性ポリマーを用いたウェアラブルグルコースセンサ

*平沼義貴、平松秀夫（日本大学 生産工学部 応用分子化学科）、初明星（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、白井隆行（東京工科大学大学院 バイオ情報メディア研究科）、高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、**三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

G-3 ダミーハンドのリアルさと身体感覚の転移の関係について

*小原由香、佐藤亜耶、山崎清之、**田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-4 動的錯視知覚と脳波 α 波成分の出現量と関係

*大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、**田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）**岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）**山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-5 ホルター心電図 24 時間連続記録の解析

*北村光（東海大学開発工学部医用生体工学科）、竹内寛志（東海大学開発工学部医用生体工学科）、田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）**木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）

G-6 多チャンネル格子状配列をとる脳硬膜上電極による誘発電位マッピングの可能性について

*田所祐紀（市川学園 高等学校）、大塚光明（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、**田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-7 麻酔下ラットの脳幹誘発電位の計測

*沖山永喜（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、金沢 建世（東海大学開発工学部医用生体工学科）、小松大仁（東海大学開発工学部医用生体工学科）、能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、**田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-8 麻酔下ラットの聴覚中潜時反応の計測

* 金沢 建世（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、沖山永喜（東海大学開発工学部医用生体工学科）、小松大仁（東海大学開発工学部医用生体工学科）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、* * 田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

G-9 麻酔下ラット脳波のスペクトル解析

* 小松大仁（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、沖山永喜（東海大学開発工学部医用生体工学科）、金沢建世（東海大学開発工学部医用生体工学科）、能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、* * 田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

H・薄膜・表面物性工学

H-1 エキシマレーザアブレーションで作製した YBCO 薄膜の物性評価

有馬智己（東海大学大学院工学研究科光工学専攻）、 * 若木守明（東海大学工学部光・画像工学科）

H-2 TiCrMn 合金の表面汚染が初期水素吸収反応速度に及ぼす影響

岸本雅彦（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、小林淳一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、義村善人（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、原木岳史（東海大学研究支援・知的財産本部技術共同管理室）、 * 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

H-3 Gd(ガドリニウム)表面上の酸化・水酸化被膜が水素反応に及ぼす影響

榎本将明（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、谷幸範（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、村上翔一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、 * 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

H-4 水素透過防止膜の内面コーティング

* 木村 浩之（東海大学工学部エネルギー工学科）、篠原 義明（東海大学工学部エネルギー工学科）、幸谷 雄太（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、* * 松村義人（東海大学工学部エネルギー工学科）

H-5 イオンブレーティング法により作製した非固溶型合金薄膜の磁歪特性

*圓谷大樹（東海大学工学部エネルギー工学科）、篠原義明（東海大学工学部エネルギー工学科） 中村 翔（東海大学院工学研究科）
* * 松村義人（東海大学工学部エネルギー工学科）

I・その他

I-1 水素吸蔵合金への電子線照射・アルカリ処理が与える初期水素吸収速度への影響

村木啓太（東海大学工学部エネルギー工学科）、岸本雅彦（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、阿部浩之（（独）日本原子力研究開発機構）、 * 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

筋肉アクチュエータ用 Fe-Sm/Si/Fe-Tb 三層複合体の膜厚比による磁場誘起運動制御

* 佐宗駿（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、

松村義人（東海大学大学院理工学研究科）、** 西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

【目的】

磁歪材料は、低電圧で駆動し、応答性が高く、さらに、非接触で磁場制御が可能な運動機能を示すため、マイクロアクチュエータ、さらに、超音波発生素子、振動エネルギー吸収と電力へのエネルギー変換素子への応用が期待されている。この磁歪材料は材料によってそれぞれ異なる特性を持つ。Fe-Sm 磁歪材料は磁場に対する感受性が高く弱磁場で大きく縮むが、強磁場では歪が飽和する。一方で Fe-Tb 磁歪材料は弱磁場での感受性は低い、磁場の強さに比例して運動歪が膨張するため、運動を制御しやすい。

ここで、生物の筋肉は異なる特性を持った何種類かの組織が組み合わさって構成されていることが知られている。本研究室では筋肉のような多機能な運動を実現するために、特性の異なる 2 つの材料をシリコン基板の両面に成膜した三層複合体を作製し、二種類の磁歪特性をあわせ持つ、運動素子の作製に成功している。そこで、磁歪関連特性を必要に応じて自由に制御するため、DC マグネトロンスパッタリング法を用いて膜厚を変化させ磁歪薄膜を堆積させた Fe-Sm/ Si/Fe-Tb 三層複合体の圧磁場誘起運動を測定し、評価することを目的とした。

【方法】

試料作製には DC マグネトロンスパッタリング装置を用い、シリコン基板 ([100]、280 μ m) の両面に Fe-Sm 合金薄膜 (負磁歪) と Fe-Tb 合金薄膜 (正磁歪) を成膜時間を変化させ堆積させた。ターゲットには導電性樹脂を用いて鉄板上にサマリウム、テルビウムチップを貼り付けたものを使用した。作製した試料は走査型電子顕微鏡 (SEM) による膜断面観察及び膜厚測定、エネルギー分散型 X 線分析法 (EDS) による組成分析、X 線回折法 (XRD) による構造解析を行った。磁歪、磁場誘起運動歪は光歪子法によって測定を行い、面内方向 ± 1000 kA/m の磁場を印加して測定した。

【結果】

膜厚比を変化させることにより、三層複合磁歪素子の運動を変化させることに成功した。Fe-Sm の比率が多い素子は高感受率となり、Fe-Sm 磁歪合金の特徴が濃く反映され、Fe-Tb の比率が多い素子は最大運動歪が大きく Fe-Tb 磁歪合金の特徴が濃く反映された。磁歪アクチュエータの運動特性を 2 種類の磁歪薄膜の膜厚比によって制御することに成功した。

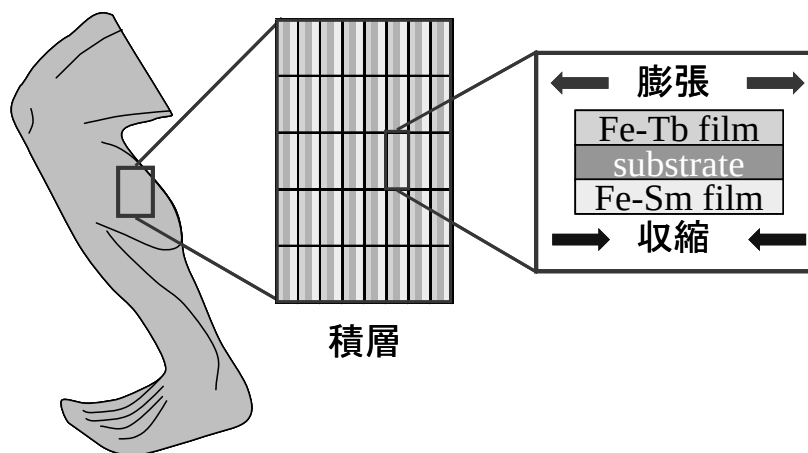


図 筋肉用アクチュエータの模式図

ロボットアーム駆動構造用水素吸蔵合金分散高分子/Cu箔複合運動素子単体の基礎的研究

* 大川準也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、神田昌枝（INSA de Lyon）、湯瀬かおり（INSA de Lyon）、Daniel GUYOMAR（INSA de Lyon）、内田晴久（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

* * 西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

【目的】

水素吸蔵合金の中でも特に LaNi_5 は、水素化により 24% の体積膨張に伴い高い発生応力を示すことが知られている。これまででは、水素吸蔵による水素吸蔵合金の微粉化を防ぎ、大きな運動を伴う柔構造なバルク状運動素子の開発を行ってきた。その中でも、溶媒キャスト法を用いてポリウレタン(PU)に水素吸蔵合金粉末を分散させた試料と、PU 試料を貼合わせた柔構造試料では可逆的な運動歪を得られた。しかし、この試料は重い割に変形抵抗が小さく、水平にセットした場合は応力緩和により曲がり、平行に保てない欠点がある。そこで本研究では、水素吸蔵合金粉末分散 PU に比較的弾性率が高く、薄い Cu 箔を貼合わせた素子単体を作製し、これを筋肉細胞のように集合させ、組み合わせることにより、Fig 1 に示すようなマニピレータの関節部に応用することを考えている。そこで、新規の水素吸蔵合金粉末分散柔構造運動素子単体を開発するための基礎的知見を得ることを目的とした。

【方法】

PU と N,N-ジメチルホルムアミドを混合・加熱して液状とした。その後、 LaNi_5 粉末(粒径 45 μm 以下)および触媒の Pd 担持 Al_2O_3 を混合したものをドライビングシートとし、サポーティングシートの Cu 箔(厚さ 10 μm)を貼り合わせて試料とした。駆動実験は導入水素圧力 0.2、0.3MPa において水素導入、真空排気を 10 セット行い、ビデオカメラにて駆動を記録した。記録した静止画像から試料形状の曲率半径を計測し、運動歪量を算出した。

【結果】

水素導入と真空排気の繰返し実験を行い、Cu 箔を貼合わせた水素吸蔵合金粉末分散 PU 試料は導入水素圧力を制御することにより、可逆的な繰返し曲げ運動を確認することが出来た。

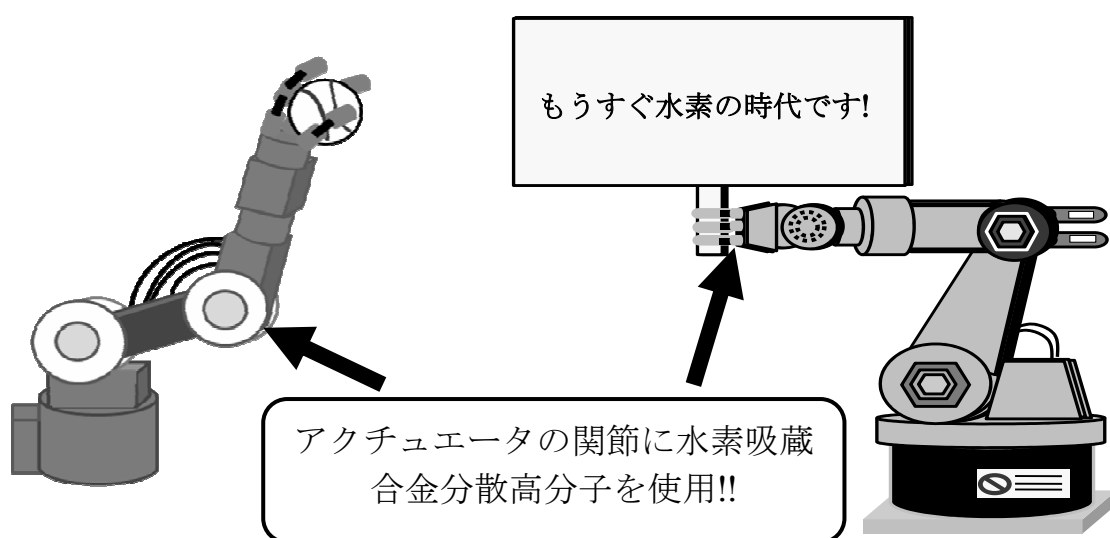


Fig 1 Schematic Diagram of New Generation Actuator

人工筋肉用可逆運動水素吸蔵合金薄膜運動素子の開発

* 島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

水素吸蔵合金の中でも LaNi_5 は、水素吸脱蔵反応において高い応力を伴う 24%もの体積膨張を示すことが知られている。本研究グループでは、銅箔が高い弾性率を示すことから、高い駆動力の発生が期待できる Cu 箔を基板として用い研究を行ってきた。しかし、水素吸蔵時の大変位により Cu 箔基板が塑性変形を起こすため、繰り返し運動に対する課題を残してきた。その改善策として、高分子材料を運動支援材として基板側に塗布させ塑性変形を抑制し、繰り返し運動性を向上させることが出来た。しかし、変位量としては大幅に低下してしまった。そこで、基板自体を Cu 箔から超弾性材料に変化させることで繰り返し性能が良い人工筋肉用大変位可逆運動機能素子の開発を目的とした。

【方法】

超弾性材基板上に D.C.マグネトロンスパッタリング装置を用いて水素吸蔵合金薄膜を堆積させた。さらに試料には Pd 極薄膜を堆積させ、触媒処理を施した。駆動実験においては、導入水素圧力を変化させ、実際に実用化するときの駆動範囲として 100s 間水素導入を行い、その後脱ガス 100s 間行った。これを 1 サイクルとし、10 サイクル行った。その運動の様子をビデオカメラで記録した。記録した静止画像から試料形状の曲率半径を計測し、運動歪量を算出した。

【結果】

繰り返し性については基板を変化させることや水素導入圧を調整することでより可逆的な駆動が可能となった。また、導入水素ガス圧を変化させた結果、可逆性の向上が見られた。超弾性材料を基板として用いたことで、銅箔基板よりも繰り返し性がよく、繰り返し性に富んだ可逆的な運動ができる可能性を見出した。

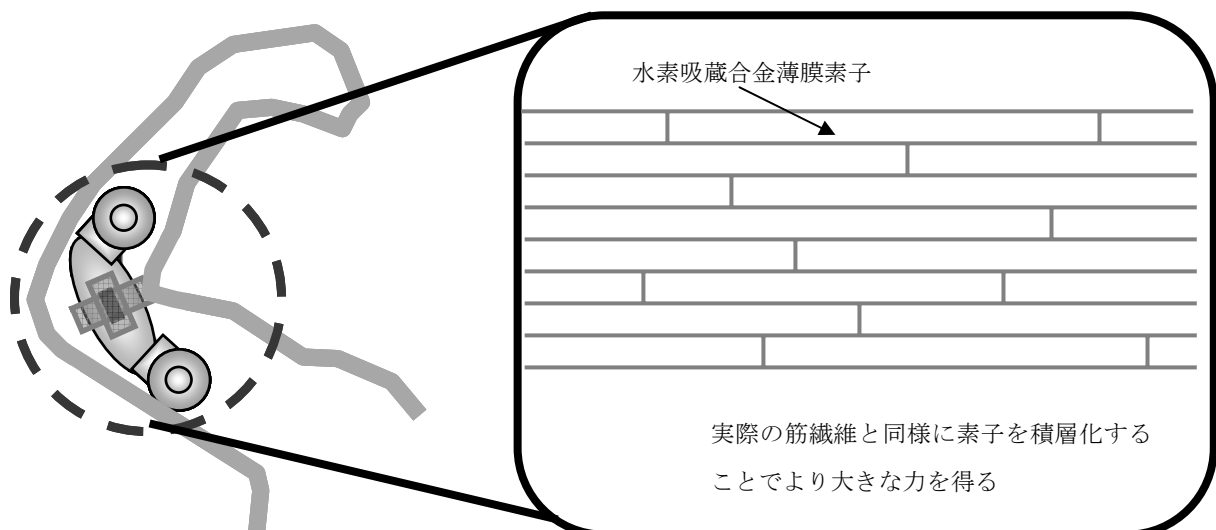


図1 人工筋肉への応用の概略図

航空機ラダー用CFRPにLaNi₅を蒸着させた水素吸蔵合金薄膜運動素子の運動特性

* 菊地俊介（東海大学工学部材料科学科）、大川準也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、島津明雄（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

水素吸蔵合金の中でも LaNi₅ は水素化により 24%もの体積膨張にともなって、高い発生応力を示すことが知られている。一方、CFRP は材料自身に機能性を付加することでその用途は構造材料だけにとどまらず、運動機能をも備えた高強度構造材料となる可能性を持っている。そこで本研究では、超弾性を示す PU をマトリックスとして用いた CFRP を作製し、その表面に LaNi₅ を薄膜として堆積させることで CFRP に運動機能を付加し、図 1 に示すような航空機用ラダーに応用できる曲げ運動機能素子の開発を目的とした。

【方法】

N,N-ジメチルホルムアミドを溶媒として、PU を溶媒キャスト法で溶解して液状化させた。その液状化した PU を一方向に薄く並べた炭素繊維に塗布することで CFRP を作製した。作製した CFRP に LaNi₅ を薄膜として堆積させ、そこに Pd を極薄膜として堆積させた。水素導入実験は、繊維配向方向を縦（運動方向に対して垂直）と横（運動方向に対して水平）とした CFRP と PU 試料でそれぞれ行い、水素導入時間 1000s、真空排気 1000s を 5 サイクル繰り返すことで、可逆性の評価も併せて行った。また水素ガス圧を変化させた実験を行い、ガス圧に伴う運動歪量の変化も確認した。運動歪量はビデオカメラで記録した動画から静止画像をキャプチャし、その画像から試料形状の曲率半径を計測することで算出した。

【結果】

運動歪量は CFRP 試料では、エポキシをマトリックスとして作製した CFRP よりも大きな運動を確認することができ、CFRP は繊維の配向方向によって運動歪量に大きな差が出ることを確認できた。また導入水素ガス圧を下げた結果、運動歪量は下がったものの、可逆性の向上が見られた。



図 1 航空機用ラダーへの応用の概略図

MG（メカニカルグラインディング）処理を施した TiFe に関する表面汚染の影響

* 中野透（東海大学工学部エネルギー工学科）、高橋順也（東海大学工学部エネルギー工学科）、小林淳一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、原木岳史（東海大学研究支援・知的財産本部技術共同管理室）** 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

<緒言>

水素エネルギーに関連する技術には、水素を貯蔵・輸送する方法の一つとして水素吸蔵合金が挙げられる。TiFe 水素吸蔵合金は、コストが安価で、希土類系水素吸蔵合金と比べて最大水素吸蔵量が 1.8wt%と高い[1]。しかしながら、TiFe の初期活性化は困難であり、高温・高圧で水素ガスを印加し、水素の吸収・放出を繰り返す必要がある。本研究室ではこれまで、MA（メカニカルアロイング）・MG（メカニカルグラインディング）法により TiFe の初期活性化が容易になることを明らかにし[2]、特許を取得した[3]。本研究では、MG 処理を施した試料の表面汚染について調べることを目的とした。

<実験方法>

TiFe（純度 99.5%）は、高周波誘導溶解法により作製し、150 μm 以下まで粉碎した。その後、Ar 雰囲気中でステンレス容器に TiFe 粉末とステンレスボール（25mm 径）を重量比 1:5 で封入し、MG 処理を 2 時間施した試料（以下 MG 試料）とした。本実験では、水素吸収反応測定に 7N（99.99999%）の超高純度水素ガスを使用し、単位時間当たりの試料の水素吸収量は、高圧ジーベルツ装置（真空リークレート $7.4 \times 10^{-8} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$ 、到達真空度 $4.4 \times 10^{-4} \text{Pa}$ ）を用いて測定した。初期活性化は、試料を真空中で 573K まで 3 時間かけて昇温させ、2 時間の温度保持をした後に、室温まで冷却し、水素印加圧力 1MPa で水素を吸収・放出させる操作を数回繰り返すことで行った。

表面汚染による試料と水素の反応における律速段階を確認するため、 $1 \times 10^{-1} \text{Pa}$ 程度の真空中に（10 分, 30 分, 60 分）曝した MG 試料を測定した。律速段階は、初期水素吸収反応速度の圧力依存から求めた。（条件：測定温度を 298K とし、水素印加圧力 0.05MPa~0.2MPa の範囲で行った。）また、ESCA（X 線光電子分光）によって、MG 試料とバルク試料の表面に形成された被膜の分析を行った。

<結果>

MG 試料を TEM（透過電子顕微鏡）にて観察した結果、試料の表面近傍に 10nm 程度の結晶子及びアモルファスが混在し、内部では結晶性の高い構造が確認できた。初期水素吸収反応速度の測定結果から、試料を $1 \times 10^{-1} \text{Pa}$ 程度の真空中に曝すと、速度が著しく低下することを確認した。これは真空中に存在する残留ガスが、試料表面に吸着・反応したことによって被膜が形成され、水素との反応が阻害されたことによるものだと考えられる。圧力依存性の結果より、試料と水素との反応における律速段階が、表面汚染が進行するに従い、試料表面での水素分子の解離から被膜中への水素原子の透過へと移行していることを確認した。表面被膜の状態を詳しく調べるため ESCA（X 線光電子分光）を用いて分析した。詳細は、当日報告する。

<参考文献>

- [1] J. J. Reilly and R. H. Wiswall, Jr, Inorg. Chem. 13, 218, (1974)
- [2] T. Haraki, K. Oishi, H. Uchida, Y. Miyamoto, M. Abe, T. Kokaji, S. Uchida: Int. J. Mat. Res. 99, 507 (2008).
- [3] 水素吸蔵合金粉末：特許 4086241

TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発①

～電流リード・unit 形状・単一自己磁場シミュレーション～

*石井 雄一、水野 亮典（東海大学工学部材料科学科）*堺 智、塩原 敬（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）**山田 豊（東海大学工学部材料科学科）**太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

1. はじめに

電流リードは、極低温下におかれる各種超電導機器に電流を供給する導体で、一般には Cu 又は Cu 合金が用いられるが、通電時のジュール発熱と室温からの伝導熱により最適設計された場合においても、1.2 W/1,000 A の熱負荷（熱侵入）は不可避である。一方、電流リードに酸化物高温超電導材料を用いると、電気抵抗 0 であることからジュール発熱は無く、熱伝導率も極めて低いため、“電流は良く通すが、熱は伝えにくい”理想的な電流リードが可能となる。

2. 実験目的

YBCO 超電導電流リードの性能を示す上で、磁場に対する臨界電流(I_c)値の減衰についても考える必要がある。外部から加わる磁場を無視しても、線材に通電した際、流した電流に応じた強さの自己磁場が発生し、この自己磁場により、線材 I_c 値が低下してしまう。このことから、作製した unit 形状の電流リードについて自己磁場シミュレーションを行い、 I_c 値から発生した自己磁場、自己磁場により減衰した I_c 値を求め、unit 形状での自己磁場分布と I_c 減衰について調査を行う。

3. 実験方法

使用している YBCO 超電導テープ線材は、線材形状が幅 5 mm、厚さ約 120 μm 、長さ 190 mm である。線材断面構造は表面に安定保護層である Ag 層(15 μm)から順に、YBCO 超電導層(1.5 μm)、配向度を高める酸化物中間層である PLD-CeO₂ 層(1 μm)、IBAD-GZO 層(0.5 μm)、無配向基板である Hastelloy 基板(100 μm)で構成されている。線材作製時は、Hastelloy 基板の上に酸化物中間層、超電導層、安定保護層の順で製膜していく。

作製した unit 形状電流リードを図 1 に示す。図 1 のように線材 5 本を並列に配置し、この線材両端を表面保護と接続抵抗の低減のためにハンダメッキを行った Cu 電極(幅 44 mm、厚さ 8 mm、長さ 90 mm)にハンダ接続して取り付けられている。線材だけでは強度不足なため、非磁性で熱伝導率が低い GFRP(厚さ 1 mm)を補強材として使用している。

単一自己磁場シミュレーション条件は、超電導層幅 5 mm、厚さ 1.5 μm で素線 I_c 値が 150 A の素線を 5 本使用した Total I_c 750 A の電流リードとし、線材 1 本ごとの I_c 値を 1 mm 間隔で 5 要素に均等に分け自己磁場による I_c 減衰値と、 I_c 値による発生自己磁場を求めた。尚、以前の研究結果より自己磁場分布に中心を基準とした対象性がみられたため、右側半分の自己磁場分布について示し、線材の読み方は左(unit 形状中心部)から A、B、C とする。

4. 実験結果及び考察

図 2 に unit 形状での線材配置による I_c 減衰と自己磁場分布の関係を示す。図 2 より中心から線材 C の側に行くほど、自己磁場が増大し、 I_c 値が減衰することがわかる。また、線材部と比べ線材間に掛かっている磁場が強くなり、中心から最も遠い線材 C の端部に最も強い磁場が掛かっていることがわかる。また、線材を並列に 5 本配置しているため、中心から離れるにつれて減衰率が上昇して、線材 A の減衰率は 0.75 %、線材 B は 1.63 %、線材 C は 3.51 %である。その線材自体より中心に配置されている線材が発生している磁場の影響を受けることがわかる。

この結果より発生した自己磁場により電流リードの減衰率が 2.27 %となるが Total I_c 733 A である為、十分に 500 A を通電することが可能であることがわかり、unit 形状の電流リードについて、配置法による自己磁場に起因する I_c 値の減衰が問題になるほどの数値でないことがわかる。

5. まとめ

今回、作製した unit 形状の電流リードについて、各線材が発生する自己磁場の強度が、unit 形状であることが原因となる様な、自己磁場の急激な上昇が発生せず、また、 I_c 減衰率も 2.27 %であるため十分に 500 A の通電が可能であることが、単一自己磁場シミュレーションを行った結果からわかった。

今後は、作製した電流リードを 10 枚複合した 5 kA 級 unit 複合型電流リードを作製し、通電により電流リードの性能評価を行う予定である。

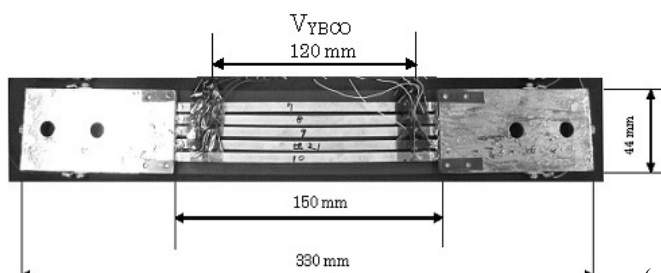
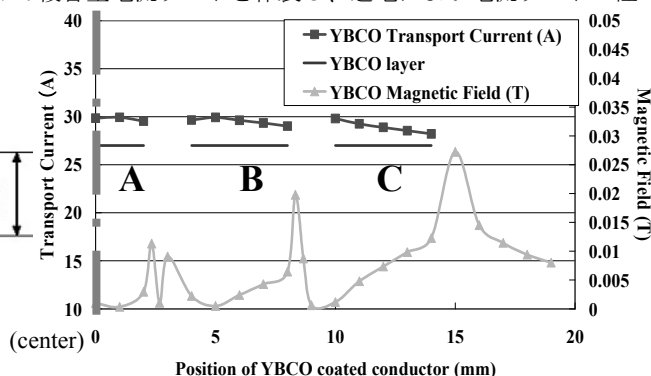


図 1. YBCO 超電導 unit 型電流リード

図 2. unit 形状での線材配置による I_c 減衰と自己磁場分布

TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発②

～500 A 級電流リード Unit 熱侵入量及び単一通電～

*水野 亮典、石井 雄一(東海大学工学部材料科学科) 塚 智、塩原 敬(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

**山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

1. 目的

本報では先の前報にて述べた「TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発①」での研究成果を引用し用いる。

本研究においては超電導電流リードに使用する YBCO 超電導線材の熱侵入量について計算を行う。その後前報にて設計した YBCO 超電導電流リード unit を作製し液体 N₂ 中、自己磁場下(77 K, s. f.)において実測通電および特性評価を行う。

2. 実験方法

本報では、超電導電流リードに使用する YBCO 超電導線材の熱侵入量について計算を行う。以下に熱侵入量の条件及び計算方法を示す。使用する線材は線材長さ 190 mm(有効長さ 150 mm)、厚さ約 120 μm、幅 5 mm の線材を使用し、低温端を液体 He 温度(4.2 K)、高温端を液体 N₂ 温度(77 K)に設定した。

本研究において、この線材は一次元外部断熱モデルとした上でのジュール発熱、及び YBCO 超電導層と酸化物中間層は熱侵入量に寄与する断面積が小さいために無視した。超電導線材及び各組成の熱侵入量の計算は(1)式により行う。

$$Q_c = \frac{S}{L} \int_{T_L}^{T_H} \lambda(T) dT \quad \cdots \cdots (1)$$

S:電流リードの断面積、L:低温端から高温端の電流リードの長さ、T_H:高温端側の温度、

T_L:低温端側の温度、λ(T):熱伝導率とする。

本研究では前報で設計した電流リードを 2 対製作し測定を行う。各線材を液体 N₂ 温度・自己磁場下において I_c 値を測定後、YBCO 線材 5 本を 1 mm 間隔で並列配置し、両端に Cu 電極をはんだ接続で取り付け、GFRP 板を補強材とする形状とした。また、各線材に 120 mm 間隔で 5 対、Cu 電極部にも 1 対の電圧端子を設置した。その後、液体 N₂ 中、自己磁場下で直流通電し、4 端子法により各電圧端子間の発生電圧を測定し、I_c 値(電界基準: 1 μV/cm)を測定した。以下各電流リード unit を unit A、unit B とする。

3. 実験結果

(1)式により求めた結果を図 1 に示す。尚、12YBCO+SUS 板は以前に本研究室にて制作した 1000 A 級電流リード unit であり、上記での 2unit とは、1unit あたり 500 A 級電流リード unit であるため、これらと比較する。これにより、2unit での熱侵入量は 93 mW であり 12YBCO+SUS 板は 174 mW と比較すると約 1/2 程度に抑えることができた。さらに、従来の Cu 製電流リードが 1.2 W/kA と比較すると 1/10 以下となることがわかった。

本研究で使用した線材は液体 N₂ 温度、自己磁場下において unit A の各線材の I_c 値は 171 A~186 A、平均 178.4 A、unit 全体で合計 892 A であり、unit B の各線材の I_c 値は 171 A~179 A、平均 174.4 A、unit 全体で合計 872 A であった。製作した各 unit ごとでの通電結果では unit A では 500 A の時点では各素線に電圧は発生せず、unit A 全体での発生電圧は 360 μV、unit B 全体での発生電圧は 340 μV となった。

4. 考察

500 A 級電流リード unit と従来の Cu 製電流リードと比較すると、熱侵入量は 1/10 以下になることが分かった。

また、作製した YBCO 超電導電流リード unit A 及び unit B は発生電圧に大きな差は見られず、ほぼ同等のものができた。

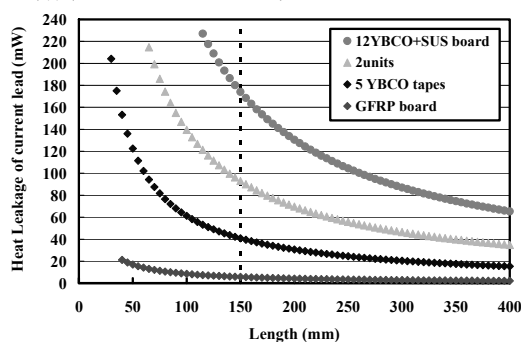


図 1. 熱侵入量の計算結果(77 K~4.2 K)

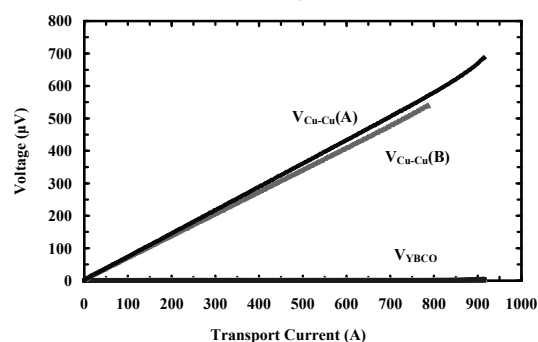


図 2. 500 A 級電流リード unit A・B 通電結果

TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発③

～500 A 級電流リード Unit 並列化による 1 kA 通電・他電流リードとの比較～

*堺 智、塩原 敬（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）石井 雄一、水野 亮典（東海大学工学部材料科学科）

**山田 豊（東海大学工学部材料科学科） **太刀川 恭治（東海大学工学部材料科学科）

1. 目的

本報では先の前報、前々報にて述べた「TFA-MOD 法 YBCO 超電導テープ線材を用いた電流リードの開発①・②」での研究成果を引用し用いる。本研究においては作製した 500 A 級電流リード unit を 2 本 1 組とし並列配置を行い 1 kA 級電流リードとし実測通電を行い、特性評価をした後、他の 1 kA 級 Cu 製電流リードや Bi 系超電導電流リードとの比較検討を行う事を目的としている。

2. 実験方法

前報にて作製し、測定した電流リード unit を Cu プスバに 2 本 1 組として並行配置し、Cu プスバ-Cu 電極間に In 薄を挟み込む設計とした。その後、前報と同様に電圧端子を取付け、液体窒素中・自己磁場下(77 K, s. f.)において 4 端子法により各電圧端子間の発生電圧を測定し、 I_c 値(電界基準:1 $\mu\text{V}/\text{cm}$)を測定した。以下、各電流リード unit を unit A・unit B とする。

3. 実験結果

本報では前報で作製した unit A・unit B を使用し、作製した各 unit ごとでの通電結果では unit A・unit B 両電極の各素線には 500 A の時点では各素線に電圧は発生せず、unit A 全体では 360 μV 、unit B 全体では 340 μV 程度の発生電圧であった。

図 1 に unit A・unit B 並行配置による 1 kA 通電結果(@77 K, s. f.)を示す。この結果、1.5 kA を超える通電では両 unit に使用した線材すべてに電界基準を超える電圧は生じなかった。また、1 kA 通電時において unit A では 440 μV 、unit B では 277 μV という非常に小さい値を与えることができた。

表 1 に Cu 製電流リード、Bi 系電流リードとの熱侵入量の比較表を示す。一般に使用される Cu 製電流リードを 100% とした場合 Ag-sheathed Bi2223 系で 33%、Ag-Au sheathed Bi2223 系 4 mass% Au で 15%、5 mass% Au で 11%であるのに対し、本研究で作製した電流リードは 6.8%という非常に小さい値をとることが分かった。

4. 考察

本実験では 500 A 級電流リード unit を 2 本 1 組とし通電試験を行ったが、1545 A までクエンチする事無く通電を行う事が出来た。また、各 unit ごとの発生電圧は直線的に増加していることが分かる。この各 unit の発生電圧は Cu 電極-YBCO 超電導テープ線材間の接続抵抗に起因するものと考えられる。次に、unit A と unit B を単体で見た場合には均質な unit が作製できていたが、1 kA 通電時には発生電圧に差があり unit 単一通電時の発生電圧と比較した場合、並列配置時における通電結果では unit A の発生電圧は unit B の約 1.5 倍程度になっていることが分かる。これは Cu プスバ-Cu 電極間の接続抵抗の差に起因する偏流現象と考えられ、今後、このような点を改善し更なる大電流化へと繋げていきたい。

また、YBCO 系超電導電流リードを他の電流リードと比較した場合、第一に非常に小さい熱侵入量で済むという事が上げられる。そして、製造コスト面で見た場合においても TFA-MOD 法を用いる点や、Bi 系では熱侵入量低減に用いる Au が非常に高価である為、本 YBCO 電流リードは安価で済むという利点も上げることができる。また、強度面においても、Bi 系や、他の YBCO 系電流リードと比較した場合、Hastelloy を基板として使用している為に非常に優れていると言える。

以上の様に TFA-MOD 法を用いた YBCO 超電導電流リードの作製には様々な利点があり、今後の発展が期待されると考えられる。今後は本研究成果を活かし、更なる大電流化を目指していきたいと考える。

謝辞

本研究は昭和電線ケーブルシステム(株)の共同研究の成果であり、超電導応用基盤技術開発 (NEDO) プロジェクトの成果を引用している。

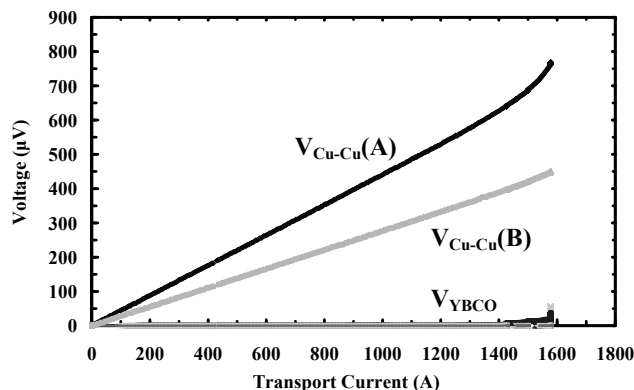


表 1. 他電流リードとの比較

	YBCO tape	Ag-sheathed Bi2223	Ag-Au sheathed Bi223		Conventional Cu
I_c	170 A	150 A	100 A		
Dimension mmw ×umt	5×120	4×200	4×200		
W/cm	20.4	185.0	4 mass%Au	5 mass%Au	
			56.1	42.1	
Heat load	55	393	181	135	1200
HTS/Cu ratio	6.8	33	15	11	100

図 1. 電流リード unit 並行配置による 1 kA 通電結果(@77 K, s. f.)

Mg チューブを用いて外部拡散法により作製した MgB_2 線材の超伝導特性と組織

*大賀 慎平(東海大学工学部材料科学科) 和田 恭輔(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻) **山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

1. はじめに

金属系の超伝導体の一つとして MgB_2 は 2001 年に発見された。この超伝導体は従来研究されてきた Nb_3Sn や Nb-Ti に比べても、39(K)の高い臨界温度(T_c)を持つ。構造はマグネシウム(Mg)とホウ素(B)の2元系からなっており、比較的合成が容易である。 MgB_2 線材は主に PIT(Powder In Tube)法によって作製されることが多く、特に In-situ 法では MgB_2 合成時に多数の空孔が形成され、臨界電流特性の低下の一因となっている。そこで本研究では、高密度の MgB_2 コアを得る方法として、B 粉末の外側に Mg 金属チューブを配した外部拡散法により MgB_2 線材を作製し、超伝導特性を評価する事を目的とする。

2. 実験方法

図1に外部拡散法による MgB_2 線材の試料作製方法を示す。外部拡散法では外径が 13 mmφ、内径を 6.0 mmφ で、長さが 60 mm の純鉄シースに外径 6.0 mmφ で内径 4.0~4.2 mmφ の Mg 金属チューブを挿入し、そのチューブ内に、5 mol% の SiC 粉末を添加したアモルファス B 粉末を充填した後、溝ロール加工および線引き加工により直径 1.0~0.6 mmφ の MgB_2 線材を作製する。630°C で 5 h、Ar 雰囲気中で拡散熱処理を行い、一部の試料については 630°C×5 h の熱処理の後半 30 min、10 MPa および 20 MPa のホットプレス処理を行った。作製した MgB_2 線材の組織の評価(OM・SEM・EPMA)を行い、4.2 K における臨界電流(I_c)の磁場依存性については物質・材料研究機構(NIMS)にて測定を行った。

3. 実験結果及び考察

熱処理前後の $\text{Mg}/4.2$ mmφ 試料横断面の光学顕微鏡写真から、Mg チューブには溝ロール加工の形跡が残り、初期厚さ 0.9 mm は薄いところで 0.03 mm まで加工されており、熱処理後の断面に依れば、Mg 金属と B との拡散反応により線材中央部に MgB_2 が生成し、Mg の拡散によって空孔が生じるとともに溝ロールの形跡があった四隅には未反応の Mg が残留していた。また、ホットプレス処理を行った試料の断面から MgB_2 コア外周部に生じる空孔をプレス圧により押し潰しており、断面の MgB_2 コア面積と比べると変化はほとんどなかった。

Mg チューブ外径/内径: 6/4.2 mmφ より作製した SEM 写真から、線材中央部には MgB_2 コアがあり、その外周部には Mg の拡散によって空孔が生じており、四隅に未反応の Mg が残留していることがわかった。In-situ PIT 法により作製した MgB_2 コアには多数の空孔が形成しているが外部拡散法により作製した MgB_2 コアには空孔もなく、緻密な組織を呈していた。また、SEM 写真から 20 MPa のホットプレス処理によって Mg の拡散によって生じる空孔はほとんどなくなっているが、 MgB_2 コアにクラックが生じていることがわかった。

Mg チューブ外径/内径: 6/4.2 mmφ より作製した試料コア横断面の EPMA による Mg と B の面分析から、コア中心部とその外周部の定量分析を行った結果、コア中心部 Mg : B = 1 : 2.9、外周部 Mg : B = 1 : 2.5 と B rich であることが分かった。

図2に 4.2 K における臨界電流密度(J_c)の磁場依存性を示す。 $\text{Mg}/4.2$ mmφ で 630°C×5 h、30 min ホットプレス処理(20 MPa)した試料は 5 T で J_c は 1.2×10^3 A/mm² という値を示したが、630°C×5 h で熱処理した試料は 1.7×10^3 A/mm² と向上した。これは、ホットプレス処理によって MgB_2 コアを壊してしまったことが臨界電流特性低下の一因になったと考えられる。

4. まとめ

今回の結果から、Mg チューブ外径/内径: 6/4.2 mmφ より作製した試料コア Mg と B の定量分析によれば、コア中心部 Mg : B = 1 : 2.9、外周部 Mg : B = 1 : 2.5 と B rich であった。よって、出発経を変化させることにより、化学量論比 Mg:B=1:2 に近い状態で MgB_2 を生成させることを検討する。また、ホットプレス処理した試料の J_c は 5 T で 1.2×10^3 A/mm² を示し、熱処理した同試料では 1.7×10^3 A/mm² と向上した。これは、ホットプレス処理により生成した MgB_2 コアを壊してしまい、臨界電流特性が低下してしまったと考えられる。今後、ホットプレスの適正条件を変えることで、 MgB_2 コアを壊さずに空孔を押し潰すことによって、純鉄シースより MgB_2 コアへ通電が良好になり、臨界電流特性が向上すると考えられる。

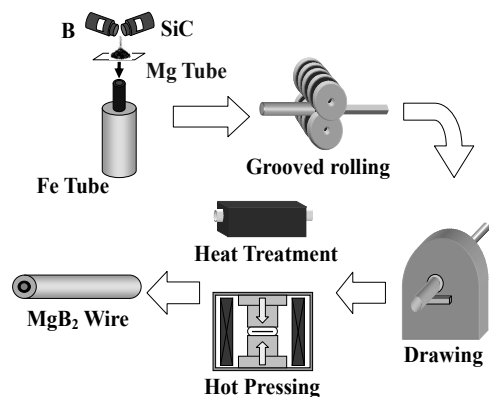


図1 試料作製図

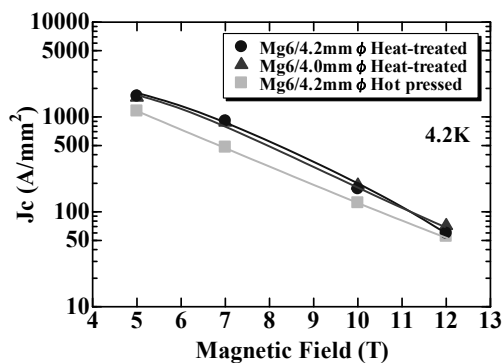


図2 4.2 K における臨界電流密度(J_c)の磁場依存性

ステンレス鋼／純鉄シース MgB₂ 細径線材の加工性と超伝導特性

*金澤昌哉(東海大学工学部材料科学科)、根本 豊(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

**山田 豊(東海大学工学部材料科学科) **太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

1.はじめに

2001年に発見された MgB₂ は金属系超伝導体で最も高い臨界温度 (T_c) 39 K を持つ。MgB₂ の組成は単純な二元系で、PIT (Powder in Tube) 法を用いて容易に線材を製造することが可能である。しかし、磁場中における臨界電流特性 (I_c) が低いという問題点を持っている為、その改善が必要とされている。電流リードとしての応用を考えており、シース材に熱伝導率の低い材料を用いる事が求められる。本研究では MgB₂ に SiC を添加し、シース材には熱伝導率の低いステンレス鋼を用いる。これにより磁場中での I_c の挙動を調査し熱侵入量の低減を試みるものであり、線材としての特性と機械的特性をかねそなえた特性の向上を調査する。

2.実験方法

Ar 雰囲気中に置換したグローブボックス内で、MgH₂ 粉末とアモルファス B 粉末の混合粉末および同粉末に 5 mass% の SiC ナノ粉末を添加したものを純鉄シースに充填した。SiC 粉末にはナノパウダーを用いた。続いて溝ロール加工し、さらに 0.53 mmφ まで線引き加工した。その後、同線材をステンレス鋼管 (SS : SUS304) に挿入し、同様に線引き加工して直径 0.53 mmφ から線材断面積が 1/2 ずつになるように 0.063 mmφ まで細径線材を作製した。熱処理は 630°C×5 h、Ar 雰囲気中で行った。その後 MgB₂ 細径線材の硬さ試験を実施し、4.2 K における臨界電流 (I_c) の磁場依存性については、物質・材料研究機構 (NIMS) にて測定を行った。

3.結果及び考察

図 1 に加工率と加工硬化の関係を示す。加工率が 80%を超えると急激に加工効果が起こったが、0.063 mmφ まで線引き加工できた。最細径 0.063 mmφ でのビッカース硬さは、熱処理前、SS シース部で 661 Hv、Fe シース部で 532 Hv、熱処理後では SS シース部で 534 Hv、Fe シース部で 265 Hv となり、全体的に SS の硬さは 100~150 Hv、Fe では約 200~300 Hv ほど低下した。加工後の外部シース及び内部シースの断面に破断、割れなどは発生しなかった。0.19 mmφ 線材のシース (SS+Fe) /コア比は 3.72 であったが、0.13 mmφ では 4.44、0.094 mmφ では 4.74、最細径 0.063 mmφ では 5.17 とシース/コア比は大きくなった。これは細線化とともにシース金属が加工硬化し、混合粉末部の方が相対的に線引きされて断面積がより減少したためと考えられる。

図 2 に 4.2 K における I_c の磁場依存性を示す。自己磁場における I_c 値はそれぞれ、54.5 A (0.19 mmφ)、29.25 A (0.13 mmφ)、14.2 A (0.10 mmφ)、10.0 A (0.094 mmφ) であり、各断面ごとにほぼ 1/2 になった。J_c (コア) 値は、0.13 mmφ で 11200 A/mm² に相当する。3 T 未満の磁場において SiC 添加量の少ない方が I_c 値は高くなり、3 T で 2.1 A (0.19 mmφ)、3.3 A (0.19 mmφ 5SiC) と SiC 添加試料が無添加試料の I_c 値を上回っている。

4.まとめ

- ・ SS, Fe の硬さは、加工率が 80%を超えたあたりで急激に加工硬化し、熱処理前では SS シース部で 661 Hv、Fe シース部で 532 Hv となったが線引き加工できた。加工後に外部シース及び内部シースの断面に破断、割れなどは発生しなかった。
- ・ シース/コア比 (0.063 mmφ で 5.17) は線引き加工するごとに上昇する傾向にあるが、I_c はほぼ 1/2 であった。
- ・ 3 T 未満の磁場では SiC を添加しない方が I_c 値は高くなり、3 T を超えると SiC 添加試料の方が I_c 値は高くなった。

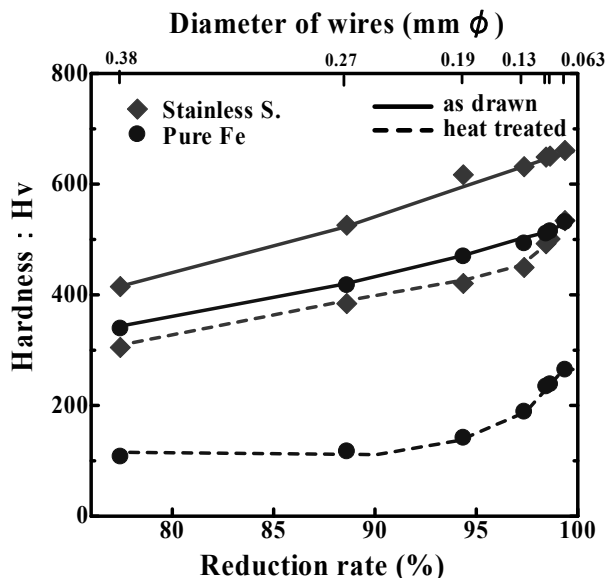


図 1 加工率と加工硬化の関係

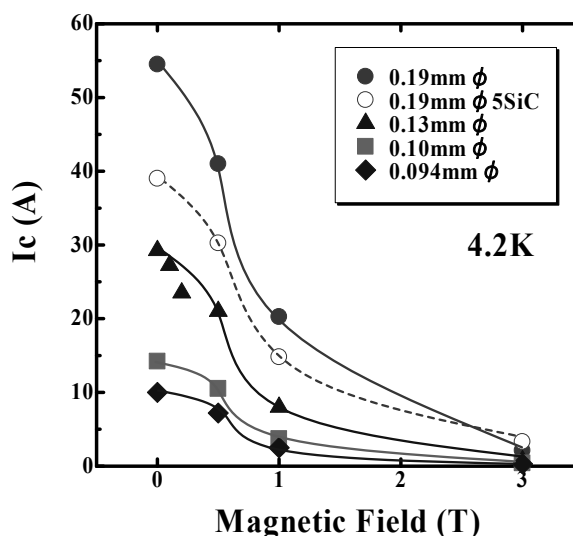


図 2 4.2 K における I_c の磁場依存性

分極曲線を用いた燃料電池用セパレータの腐食特性の測定法確立

* 深見雄太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻），** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

[目的]

現在燃料電池用セパレータの材料には金属が有力視されているが、腐食されやすいという欠点がある。セパレータの開発において腐食特性評価は、長時間運転による出力電力変化や、四端子法での接触抵抗の測定を行っている。しかし、これらは長い時間がかかるため、より短時間で測定する方法を用いる必要がある。短時間で測定可能な方法として、酸などの電解液に試料を浸け腐食電流を測定する分極曲線法がある。しかし、電解液の環境や対極など検討する必要がある。よって、本研究では分極曲線を用いた腐食特性の評価法の確立を目的とする。

[実験内容]

分極曲線の測定は図1のような構成で測定する。作用電極は試料であり、対極はイオンの移動や電子の授受を促すための電極である。また、参照電極は試料である作用電極の電位を測定するための電極で、作用電極－参照電極の電位を変化させた時の対極－作用電極間の流れる電流を測定する。作用電極に腐食が発生すると表面にイオンが発生し、それが移動することで電流が流れる。よって、この電流を測定することで腐食特性を測定することができる。今回の測定では電解液に硫酸を用い、参照電極に銀－塩化銀電極を用いた。

今回は各種気体のバブリングによる影響を見るために、電解液に窒素及び空気をバブリングした場合と何もしない場合の分極曲線に変化が出るか確認を行った。また、対極材料の違いによる特性の変化を見るため、対極に白金を用いた場合と炭素を用いた場合の分極曲線の変化を確認した。試料はステンレス（SUS304）を用い測定前にアセトン洗浄を施した。

[実験結果]

図2に白金対極を用いた場合のバブリング気体の違いによる分極曲線を示す。空気バブリングを行った場合、電位 -0.2V でのピーク値は、他の場合に比べ小さくなった。しかし $0\sim 1\text{V}$ の範囲では空気バブリングの場合の電流が最も大きい値となった。また、 $0.5\sim 1\text{V}$ の範囲ではバブリングなしの場合は窒素バブリングに比べ電流が2倍程度の値となった。

図3に白金の代わりに炭素対極を用いた場合の窒素バブリングの有無における分極曲線の測定結果を示す。窒素バブリングの有無により炭素対極での分極曲線はピーク値や電流の低下する部分において大きな差が見られた。ピーク値がバブリングありではバブリングなしの場合に比べ桁程度大きな値となった。それに対して、 $0\sim 1\text{V}$ の範囲ではバブリングありの電流がバブリングなしの場合に比べ常に小さな値となった。また窒素バブリングを行った場合は白金対極と同様な曲線となった。

[考察]

バブリング気体によって差が発生した理由として電解液中への酸素溶解が原因と考えられる。ステンレスの分極曲線のピークは酸化被膜ができる反応であるため、曲線の変化は電解液中の酸素の濃度が変化し腐食電流に影響が出たと考えられる。

窒素バブリングを電解液に行くと炭素及び白金対極で同様な曲線となった。これは炭素が空気中の酸素を取り込みやすいためであり、窒素バブリングを行うことで酸素が拡散し、酸素の影響を軽減できたと考えられる。よって対極が炭素など他の材料でも、窒素バブリングをすることで同様な測定が可能であると考えられる。

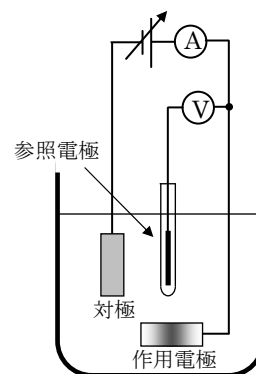


図1 測定構成図

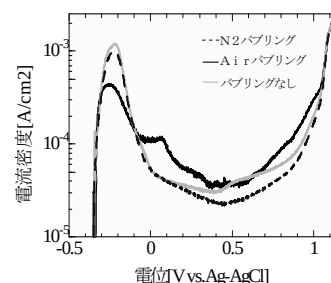


図2 白金対極での各バブリング気体における分極曲線

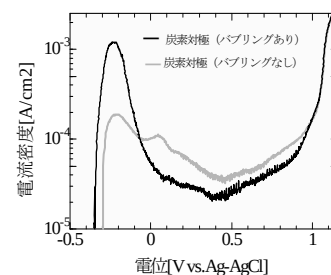


図3 炭素対極でのバブリングの影響

熱処理による Al-Fe 合金の磁歪特性への影響

*篠原義明（東海大学工学部エネルギー工学科）、蒔田晃司（東海大学大学院工学研究科）、難波圭佑（東海大学工学部応用理学科エネルギー工学専攻）、内海倫明（東海大学工学部エネルギー工学科）、**松村義人（東海大学工学部エネルギー工学科）

【緒言】「磁歪（Magnetostriction）」とは、磁性体に磁場を印加し磁化した際に、磁性体の外形寸法が変化する現象であり、そのような特徴を持つ材料を磁歪材料と呼ぶ。近年 A. E. Clark らは 17 at%Ga-Fe 合金単結晶において ~ 300 ppm の磁歪を示し、200 Oe 程度で飽和すると報告している。¹ この合金は、希土類系磁歪合金と比較して高い靱性と耐食性を有することから、センサ・アクチュエータ材料として非常に有望である。しかしながら、Ga は資源的に貴重であり非常に高価な金属である。我々はイオンプレーティング法を用いて Ga と原子半径の近い Al を Fe に添加することにより、Al40 at%-Fe において 150 ppm の飽和磁歪量を持つ薄膜の作製に成功している。² そこで、Al-Fe 合金を作製し、作製した Al-Fe 合金へ熱処理を行うことにより磁歪特性に与える影響について検討した。

【実験方法】熱処理を行った Al-Fe 合金バルクは原子量比で組成を変化させアーク溶解法にて作製した。熱処理は作製した試料を石英ガラス内に真空封入し、電気炉にて $1573\text{K} \pm 5\text{K}$ にて 30 分保持した後、水中にて急冷を行なった。結晶構造の評価には X 線回折法 (XRD) を、組成分析にはエネルギー分散型 X 線分光法 (EDX) を用いた。磁歪量の測定はバルク試料には KYOWA 製の単軸歪みゲージ (120 Ω) を使用した。

【結果】

図 1 にバルク試料の X 線回折像を示す。Al の組成比が Al30at%-Fe までは α -Fe (bcc) の回折パターンとなったが、Al の混合量が 30at% を超えると非磁性である FeAl の金属間化合物相となった。

図 2 に Al20at%-Fe において急冷した試料と、溶解のみ行なった試料の磁歪曲線を示す。急冷を行なった試料では、溶解のみの試料に対し飽和磁歪量が約 10ppm 増加した。これは、溶解のみの試料に対し α -Fe (bcc) 構造を保ちつつ Fe の格子が Al の置換固溶により膨張し、Fe 格子の歪みが大きくなったため変位量が増加したと考えられる。本研究で作製した急冷凝固を行なった試料は Al20at%-Fe において 146kA m^{-1} 時に約 45.6ppm の磁歪量を示した。

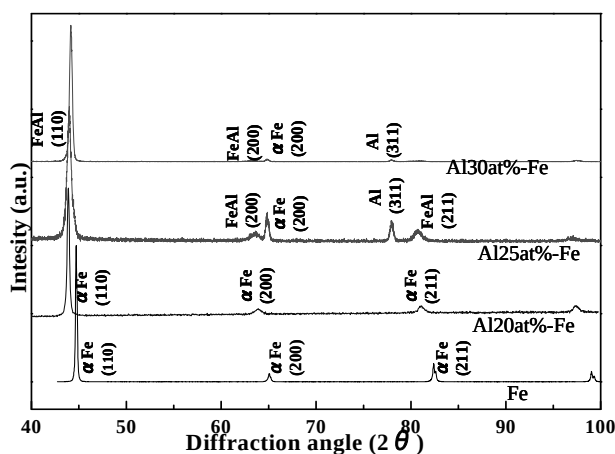


図 1 急冷凝固 FeAl X 線回折結果

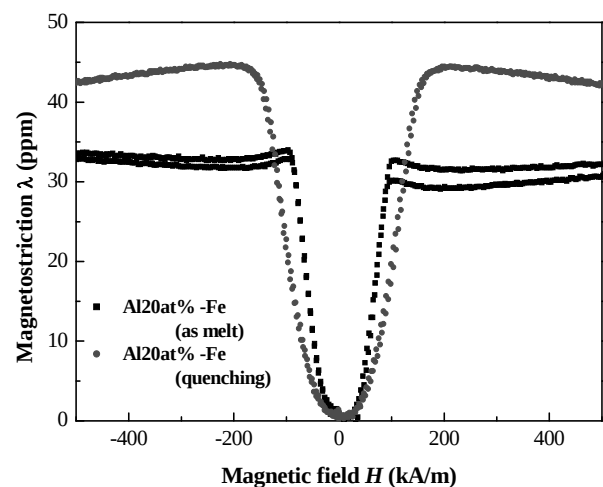


図 2 飽和磁歪量結果

【結言】本研究では、Al-Fe 合金バルクにおける急冷凝固の影響の評価を行なった。作製した試料は Al の組成比により結晶構造が変化し α -Fe (bcc) 相から非磁性の FeAl 相となった。 α -Fe (bcc) 構造の試料では Al の混合量の増加に伴い飽和磁歪量が増加した。また、急冷凝固を行なった試料では溶解のみの試料に比べ飽和磁歪量、磁歪感受率ともに向上した。これより、本研究では Fe に対して Al の置換固溶と急冷凝固により Al-Fe 合金バルクの磁歪特性が向上することを示した。

【文献】

¹ Clark, A. E. IEEE Trans Magn. **36**, 5:3238-3240, (2000)

² M. Morita, K. Muramatsu, M. Takeuchi and Y. Matsumura, Actuator 2006.;799-800, (2006)

導電性 CNT/ポリイミド樹脂の開発とその応用

* 西村亮祐(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻), ** 庄善之(工学部電気電子工学科)

1. 背景と目的

カーボンナノチューブ(CNT)は、化学的安定性と高い電気伝導性を有した炭素系材料である。一方、高分子樹脂の一種であるポリイミドは化学的安定性と高い電気絶縁性を有している。本研究では、ポリイミドにCNTを添加することによって、化学的安定性と電気伝導性の高い複合膜の作製を試みた。ポリイミドは高い耐酸性があるため、本研究で作製した導電性CNT/ポリイミド膜においても耐酸性があると考えられる。本研究では、本膜の燃料電池への応用を試みる。燃料電池は、発電動作中に電池内部を酸素雰囲気にしてしまい、電池内に組み込まれている電極の表面を腐食させるという問題がある。本研究では、電極表面に導電性CNT/ポリイミド膜を被覆することで、電極の腐食を防ぐことを目的とした。その結果、燃料電池の出力向上および長寿命化を実現する。

2. 実験

CNT/ポリイミド複合膜に導電性を持たせるには、膜内にCNTを均一に分散させる必要がある。本研究では、液中にCNTを均一に分散させた溶液とポリイミド原料溶液を混合し、複合膜の作製を試みた。

CNT/ポリイミド混合液の作製には14%濃度のポリイミド原料溶液と、長さ $100\mu\text{m}$ のマルチウォールカーボンナノチューブが3%濃度で分散したCNT分散液を用いた。この2つの溶液を混合し、ポリイミドに対するCNT量を重量比で0~100%まで変化させた混合液を作製し、ホモジナイザーで2分間攪拌させた。混合液を塗布する基板にはスライドガラスを用い、あらかじめ基板の両側にテフロンテープを貼り、 $15(\text{mm})\times 5(\text{mm})\times 80(\mu\text{m})$ のギャップを作った。このギャップに混合液を垂らし、カッターでけがいた。自然乾燥後、 350°C で20分間焼成を行い、CNT/ポリイミド複合膜を作製した。

3. 結果・考察

3-1 CNT量に対する導電率の変化

CNT量に対するCNT/ポリイミド複合膜の導電率の変化を図1に示す。

純ポリイミド膜は、導電率が極めて低かったために、導電率を測定することは出来なかった。一方、CNT量5%ポリイミド膜の導電率は $3\times 10^{-5}(\text{S/cm})$ となり、CNT/ポリイミド複合膜が導電性を発現した。CNT量を増加させていくと、導電率は急激な増加傾向を示し、CNT量25%の場合、導電率は $0.8(\text{S/cm})$ となった。CNT量を25%よりさらに増加させた場合、導電率は緩やかな増加傾向を示した。これらは、CNT量を増加させることにより、膜内部でCNT同士の接触が増加していくため、導電率が増加したと考えられる。

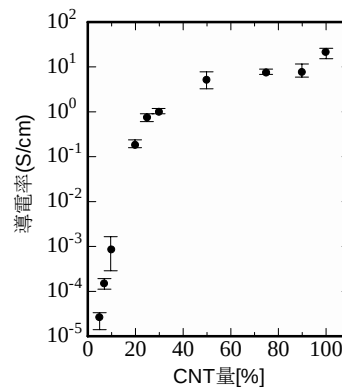


Fig.1 CNT 量に対する膜の導電率の変化

3-2 透過型電子顕微鏡(TEM)

CNT量50%の複合膜のTEM像を図2に示す。像内の繊維状の部分がCNTであり、CNT間の白い部分がポリイミド膜であると考えられる。膜内部に直径20nm程度のCNTが重なる様に接触していた。

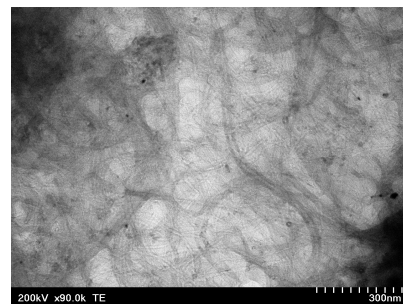


Fig.2 CNT/ポリイミド複合膜のTEM 像

6. まとめ

CNTが液中に均一に分散した溶液を用いることにより、高い導電性を持ったポリイミド膜の作製に成功した。また、ポリイミドに対するCNT量を制御することにより、膜の導電率を制御することに成功した。

32nm 世代 LSI 向けビア配線用カーボンナノチューブの選択成長技術の開発

* 佐藤耕平（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

現在、パソコンや携帯電話などの電子機器には、大規模集積回路 (LSI) が搭載されている。年々、LSI の集積度や性能は進化しており、それに伴って LSI の微細化が進んでいる。LSI の開発では、2013 年までに 32nm のハーフピッチで作製する事を目標にしている。現在の LSI の層間のビア配線には銅が用いられている。しかし、32nm 世代の LSI では、ビアの配線材料である銅が電流の許容範囲を超えてしまい、銅が断線してしまう可能性がある。そこで、銅に変わる配線材料としてカーボンナノチューブ (CNT) が期待されている。CNT は、銅の 1000 倍の電流密度耐性があるという特長があるため、32nm 世代のビア配線の断線を防ぐことが出来ると考えられる。

2. 実験方法

本研究では、フォトリソグラフィ技術によって、配線箇所に鉄触媒を用意し、プラズマ CVD 法を用いて鉄触媒上に CNT を作製した。まず、基板にレジストを塗布し、基板を加熱することでレジストを基板に密着させた。そして、基板にビアのパターンのフォトマスクを被せ、基板の上から露光した。露光することで、光が透過した部分のレジストを感光させた。露光後、基板を現像液によって感光した部分のレジストを除去し、レジストでビアのパターンを形成させた。その基板上にスパッタ法を用いて、鉄触媒を堆積させた。次に、アセトンを使って、不要なレジストを除去し、基板の配線箇所の領域のみに鉄触媒を用意した。そして、三極型高周波プラズマ CVD 装置を用いて、鉄触媒上に CNT を選択成長させた。

3. 実験結果

本研究で作製した試料の走査型電子顕微鏡の像を図 1 に示す。基板の鉄触媒上に多くの繊維状の物が密集しており、基板に対して垂直に配向している。このことから、本研究によって、三極型高周波プラズマ CVD 装置を用い、反応ガスにアセチレンを使用して、基板の鉄触媒上に作製した試料は CNT であると考えられる。鉄触媒上のみに CNT が成長し、この CNT のビアの直径はおよそ 20 から 28 μm である。また、ビアの配線と配線の間隔はおよそ 12 から 21 μm である。作製した CNT は長さを均一にそろえて成長している。この作製した CNT の長さはおよそ 8.1 μm である。また、作製した CNT の直径はおよそ 6.0nm である。作製した CNT の密度を求めると、およそ 7×10^2 本/ μm^2 である。したがって、作製した直径 20 μm のビアは、およそ 21 万本の CNT

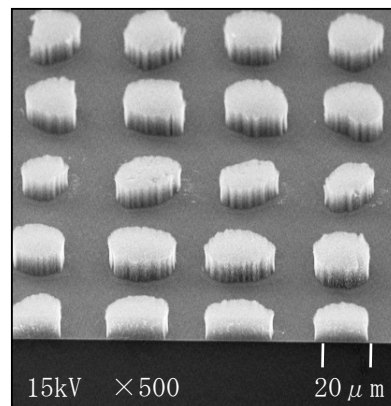


図 1 CNT を選択成長させた基板

が束になっていると考えられる。走査型電子顕微鏡の像によって、鉄触媒上のみに CNT を選択成長させることができ、鉄触媒がない領域には CNT は作製されなかったことを確認できた。しかし、基板に堆積した鉄触媒の 1 μm 程度の端の領域には CNT が作製できなかった。これは、鉄触媒を堆積させたときに、基板にレジストをパターン形成させたため、鉄触媒の端には CNT を作製するには十分な量の鉄触媒が堆積しなかったことが原因だと考えられる。

三極型高周波プラズマ CVD 法を用いた CNT の低温作製技術の開発

* 田中勇太 (東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻), ** 庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

1. はじめに

現在、多層構造の LSI の層間配線(ビア)に用いる金属には、主に銅 (Cu) が用いられている。しかし、今後 LSI の微細化が進むにつれて、ビアに流れる電流が Cu の許容範囲を超えてしまい、断線して使用できなくなるおそれがある。そのため、Cu に代わる素材の開発が必要である。カーボンナノチューブ(CNT)は、Cu の 1000 倍の電流密度耐性、Cu の 10 倍の熱伝導性を有している。これらの特長より、LSI のビアには CNT が有効であると考えられる。しかし、CNT を LSI の配線材料に用いるためには、LSI の素子の耐熱性を考え、CNT を 400℃ 台の低温で作製することが必要である。低温では、基板上にアモルファスカーボン(a-C)が存在すると、CNT の成長は妨げられる。これまでの研究で、三極型高周波プラズマ CVD 装置を使用し、CNT 作製時の圧力を変更することで、a-C の形成を抑えることができた。そこで本研究では、CNT 作製時に a-C が形成しない圧力を用いて、CNT を 450[℃]の低温で作製することを試みた。

2. 三極型高周波プラズマ CVD 装置

実験には三極型高周波プラズマ CVD 装置を用いた。本装置は、平行平板型高周波プラズマ CVD 装置を基本としており、アノード-カソード電極間にアースの役割を有するグリット電極を加えた構造である。チャンバー内にアセチレンガスを導入して、アノード-カソード電極間に電流を流すことで、グリット-カソード電極間に炭化水素プラズマが発生する。プラズマ中の炭化水素イオンは、a-C を形成し、炭化水素ラジカルは、基板上的金属触媒と反応して CNT を作製する。グリット電極を用いることで、炭化水素イオンはグリット電極に吸着され、炭化水素ラジカルは拡散現象によって基板表面に到達する。このことから、炭化水素ラジカルのみを基板に供給することが可能となり、不純物の少ない CNT を作製することができる。

3. 実験方法

CNT の作成には、直流二極スパッタ装置を用いて、鉄触媒を印加電流 5[mA]、堆積時間 3[min]で堆積させたシリコン(Si)基板を用いた。CVD 装置の条件は、作製温度を 450[℃]、圧力を a-C が形成しなかった 20[Pa]で行い、その他の条件は、印加電力 100[W]、作製時間 1[h]、アセチレン流量 4[sccm]、水素流量 16[sccm]で行った。また実験の際には、金属触媒を堆積させていないガラス基板も用いて、a-C の形成について調べた。

4. 実験結果・考察

実験に用いたガラス基板には鉄触媒を堆積させていないため、CNT は成長しない。そのため、ガラス基板には、a-C のみ形成する。実験に用いたガラス基板を観察すると、基板に形成物は存在しなかった。よって、本装置を用いることで a-C の形成を抑えることができた。

Si 基板上に作製した試料の走査型電子顕微鏡(SEM)像を Fig.1 に示す。作製した試料は繊維状の物質であり、CNT を作製することができたと考えられる。また、CNT の線径は 7[nm]程度だった。基板の断面を観察すると、CNT は垂直に配向していなかった。作製した CNT が垂直に配向しなかった原因は、CNT の密度が低かったことが考えられる。CNT は、複数本が集まることで互いに支え合い、垂直に配向する。基板上に堆積した金属触媒の膜が厚いと、低温では触媒が粒状化しない。450℃で作製した際、Si 基板上に堆積した金属触媒の膜が厚かったため、一部の触媒が粒状化しなかったと考えられる。触媒が粒状化しなかったことで、CNT の密度が減少し、CNT が垂直に配向しなかったと考えられる。

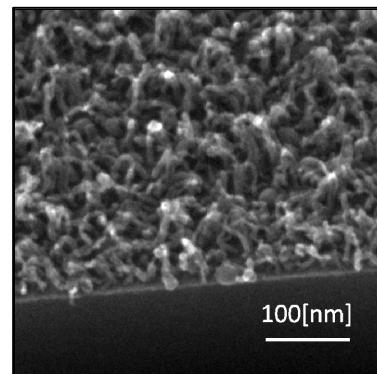


Fig.1 450℃で作製した試料

5. まとめ

a-C が形成しない圧力を用いて、450[℃]で実験を行った際、CNT を作製することができた。しかし、CNT は垂直に配向しなかった。CNT が垂直に配向しなかった原因は、堆積した金属触媒の膜が厚かったことで、一部の触媒が粒状化しなかったためと考えられる。今後は、スパッタ装置の条件を変更し、450[℃]で CNT を垂直に作製することを目指す。

CNT を導電材として用いた捲回型 EDLC 用分極電極材料の開発

* 今野学 (東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻)、** 庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

【1. はじめに】

これまでの研究成果として、ボタン型電気二重層キャパシタ (EDLC) の分極電極にカーボンナノチューブ (CNT) を添加することにより、直列抵抗成分 (ESR) を低減することができた。EDLC には、主にボタン型と捲回型があり、分極電極を薄膜化して金属箔と巻いた構造により、ボタン型に比べ ESR が低いという特徴を持っている。本研究では、まず捲回型 EDLC の電極箔の作製手順の確立を行うことにした。そして、作製手順を確立した後、分極電極に導電材として CNT を添加した捲回型 EDLC の作製と評価を行い、従来の捲回型 EDLC よりも直列抵抗成分を低減した捲回型 EDLC の作製を試みた。

【2. 作製方法】

CNT を添加した捲回型 EDLC を作製するために、分極電極材料の塗料化を行った。まず、坩堝に PVDF/NMP 溶液及び NMP を計り採った。その後、坩堝内の液体温度が約 50[°C]になるようにヒーターで加熱しながら、スクリーンを用いて 15 分間攪拌した。続いて、CNT が全個体重量の 5[%]になるように、CNT を含んだ CNT/NMP 溶液を計り採って坩堝内に入れ、NMP と PVDF/NMP 溶液の攪拌手順と同様の手順で攪拌した。最後に、200[°C]で 1 時間の熱処理を行った活性炭を坩堝へ入れ、NMP と PVDF/NMP 溶液の攪拌手順と同様の手順で攪拌し、分極電極塗料を完成させた。分極電極塗料を、マイクロピペットで 80[μl]計り採り、アルミ箔(厚さ 30[μm])上に面積約 2.0×1.3[cm]になるように塗布した。塗布後、アルミ箔をオープンで乾燥させた。オープンの温度設定は 40[°C]、100[°C]、120[°C]と各 10[min]ごとに変化させて行った。乾燥後、電極箔の分極電極部分を有機系電解液で含浸し、次いでガラス板で電極箔とセパレータ紙を挟み、EDLC を作製した。

【3. 結果・考察】

直列抵抗成分は、導電材を添加していない場合、約 16.2[Ω]であった。一方、CNT を添加した場合、約 4.29[Ω]の低い値であった。CNT が直列抵抗成分を低減させた要因として、以下に述べる事が考えられる。CNT は直径数[nm]で長さ 100[μm]の細長い繊維状をしている。活性炭の粒径と比較して数十倍以上という長さを持っている CNT は、一本でいくつもの活性炭間を結ぶ電氣的ネットワークを形成することができると考えられる。このことから、電気を流しやすくし、導電材を添加していない EDLC よりも分極電極の導電性が高くなったことにより直列抵抗成分が低減したと考えられる。加えて、CNT の高い導電性という特徴が働いたことも直列抵抗成分を低減できた要因として考えられる。

【4. まとめ】

本研究では、分極電極の導電材として CNT を添加した捲回型 EDLC を作製し評価を行った。実験の結果より、CNT を添加した EDLC は、導電材を添加していない EDLC よりも直列抵抗成分を約 73[%]程度低減できることを確認した。この結果から、捲回型 EDLC の導電材として CNT を用いることが有効であることがわかった。

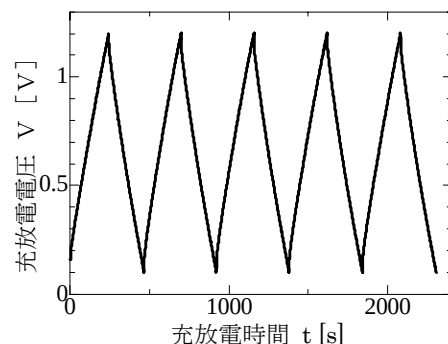


Figure 2. 充放電試験の測定結果

Table1.CNT を 5[%]添加した場合の測定結果

	静電容量[F]	直列抵抗成分[Ω]
導電材なし	1.03	16.2
CNT	0.92	4.29

カーボンナノチューブ作製時の金属触媒の研究

* 石川俊輔（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻）、* * 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

本研究でのカーボンナノチューブ(CNT)の作製には、熱CVD法を用いている。熱CVD法により、CNTは金属の微粒子触媒と原料ガスが反応して成長する。本研究では、基板上に蒸着させた鉄に、熱を加えることで粒状化させている。しかし、この粒状化した鉄触媒は、直径数ナノ程度と、極微細な形状である。そのため、本研究では、加熱後の鉄触媒の正確な大きさや形状が分かっていなかった。本研究では、原子間力顕微鏡(AFM)や走査型電子顕微鏡(FE-SEM)を用いることで、加熱後の触媒の状態観察を行った。

2. 熱CVD法によるCNTの作製原理

熱CVD法によるCNTの作製原理を、図1に示す。シリコン基板に、スパッタ法を用いて、金属触媒を堆積させる(図1-a)。金属触媒が堆積した基板を加熱し、金属触媒を粒状化及び活性化させる(図1-b)。活性状態の金属触媒に原料ガスを供給すると、金属触媒と原料ガスが反応し、基板上にCNTが成長する(図1-c)。CVD法には、熱CVD法やプラズマCVD法などがある。

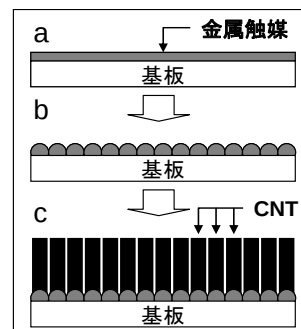


図1. CNTの成長原理

3. 実験方法

鉄触媒の堆積には直流二極スパッタ装置を用いた。基板にはシリコンを用いて、イオン電流を5[mA]として15分間堆積させた。触媒の熱処理には電気加熱炉を用いた。熱処理温度を、本研究でのCNT作製温度である、750℃として、窒素雰囲気中で10分間加熱した。作製した試料を、原子間力顕微鏡(AFM)と走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察し、熱処理をしない試料と、450℃で熱処理した触媒表面と比較した。

4. 実験結果及び考察

図2に、熱処理をしていない触媒表面のAFM像を示す。観察結果より、熱処理を加えていない触媒表面は凹凸がなく平坦であることが分かった。このことから、鉄触媒はスパッタ法によって均一に堆積したと考えられる。450℃で熱処理を加えた触媒表面も、熱処理を加えていない触媒表面と同様に平坦であった。図3に、750℃で熱処理を加えた、触媒表面のAFM像を示す。観察結果より、触媒を堆積させただけの基板表面には見られなかった、試料表面に直径60[nm]程度の凹凸が確認できた。この凹凸を詳しく観察するため、FE-SEMを用いた。図4にSEM像を示す。観察結果より、直径60[nm]程度のバウンダリに沿って、直径5[nm]程度の粒の析出が確認できた。本研究で作製されるCNTの直径は、約5[nm]程度である。本研究での粒状触媒の直径とCNTの直径は、ほぼ同じと考えられる。よって、観察された5[nm]程度の粒は、CNT作製時に必要な粒状化触媒と考えられる。

5. まとめ

スパッタ法を用いることで、基板上に鉄触媒を均一に堆積させられることが確認できた。直径60[nm]程度のバウンダリに沿って、直径5[nm]程度の粒状化触媒が析出した。今後は、バウンダリの発生原因を調べ、粒状化触媒の発生密度向上を目指す。

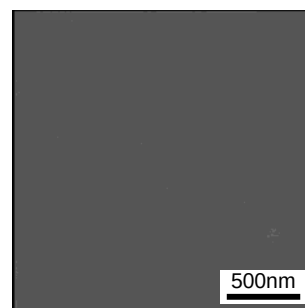


図2. 堆積のみ

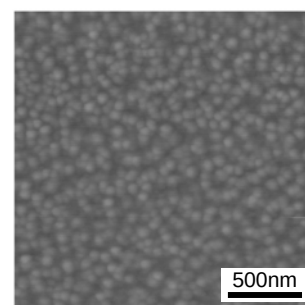


図3. 750℃で熱処理

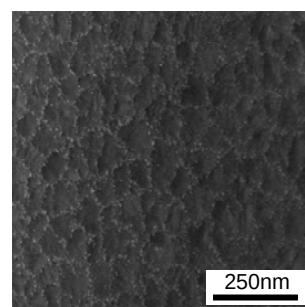


図4. 750℃で熱処理

CNT 添加導電性 PTFE 膜の作製および腐食防止膜としての応用

*福城大介（東海大学工学部電気電子工学科）、**庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

カーボンナノチューブ（CNT）は、高い電気伝導性や化学的安定性の特徴を持っている。一方、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）は、高い絶縁性や化学的安定性の特徴を持っている。そこで、これらの特徴を活かした複合膜を作成し、本膜を腐食防止膜としてステンレス性の電極への被覆を行った。そして、応用として本膜を水の電気分解へ用いることを考えた。これは、水の電気分解では、水を分解することで水素と酸素を発生させるため、装置内が酸性化してしまい、金属の電極を用いた場合に、腐食するという問題があるからである。以上のことより、本研究では、水の電気分解の電極に本膜を被覆することで、腐食防止膜としての性能を評価することを目的とする。

2. 実験

PTFE と CNT を混合させるには、PTFE 分散液に粉末 CNT を入れる方法と CNT 分散液を入れる方法がある。粉末 CNT と PTFE 分散液を用いる方法では、CNT が液中で凝集し、均一に混合しなかった。一方、CNT 分散液と PTFE 分散液を混合する方法では CNT が液中を均一に分散した。そこで、本研究では CNT 分散液（CNT 長：100 μm 、濃度 3%）と PTFE 分散液（PTFE 粒径 20 μm 、濃度 65%）を用いた。この分散液を CNT 添加量が 75%となるように、それぞれの分散液を混合させ、超音波洗浄器を用いて 20 分間攪拌させた。攪拌後の混合液を本研究で用いる水の電気分解へ用いるステンレス性の電極に 0.3m l 塗布した。その後、窒素雰囲気中の加熱炉を用いて、350℃、20 分間焼成し、本膜をステンレス性の電極に被覆した。本実験で作製した試料を用いて、水の電気分解を行った。

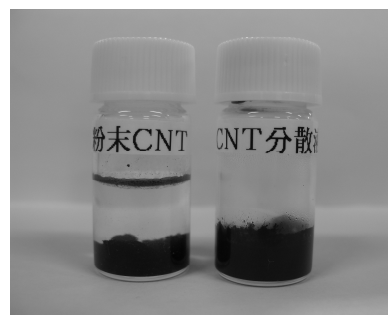
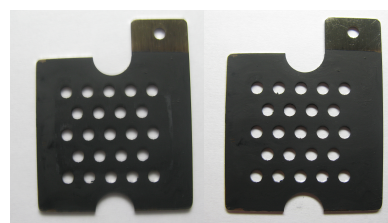


図1．粉末CNTとCNT分散液

3. 結果・考察

本膜をステンレス性の電極へ用いて、数分間、水の電気分解を行った。その結果、水を分解し、水素が発生した。図2 (a)は、本膜を被覆し、実際に電気分解へ使用した後のステンレス性の電極である。図2 (b)は、本膜を被覆し電気分解を行っていないステンレス性の電極である。電気分解使用後のステンレス性の電極に被覆している本膜はほとんど剥がれていなかった。今回の実験結果として、本膜が剥がれなかったことより、本膜を腐食防止膜として、水の電気分解に使用するステンレス性の電極へ利用できると考えられる。



(a) (b)

図2．水の電気分解使用後の本膜を被覆したステンレス性の電極 (a) と使用前の本膜を被覆したステンレス性の電極 (b)

4. まとめ

今回の実験により、ステンレス性の電極に本膜を被覆することで、水の電気分解へ利用できることがわかった。今後は、長時間運転後の膜の変化と膜の被覆行っていないステンレス性の電極を用いて水の電気分解を行い、比較することで、膜の性能を調べていく。

アモルファスカーボン膜被膜ステンレスセパレータの開発と評価

* 村田洋紀（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）、** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

現在、燃料電池に用いられているセパレータは、安価で機械的強度が高く、加工性に優れるという理由から金属セパレータが使用されている。しかし、燃料電池内部が酸性雰囲気となるため、金属セパレータが腐食されることによって出力が低下するという課題がある。そこで本研究では、耐腐食性と高い電気伝導性を有するアモルファスカーボン(a-C)膜を金属セパレータに被膜することによって、金属セパレータの耐腐食性を向上させ、燃料電池の出力低下を防ぐことを目的とする。

2. 作製および評価方法

ステンレスセパレータ表面への a-C 膜の被膜は、プラズマ化学気相成長法(CVD 法)を用いて行った。a-C 膜作製条件は、反応ガスにアセチレンを用い、流量 3sccm、反応圧力 12Pa、高周波電力 100W、成膜温度 600℃、成膜時間 180min および 600min とした。

作製した a-C 膜被膜ステンレスセパレータは、燃料電池内部に比べ強酸性である硫酸中において耐腐食性試験を行うことで評価した。耐腐食性試験にはポテンションスタットを用い、作用電極に a-C 被膜ステンレスセパレータ、対電極に白金、参照電極に銀-塩化銀電極を使用した。また同様の条件で、a-C 膜を被膜していないステンレスセパレータ(Bare SUS)の評価を行い、耐腐食性の比較を行った。

3. 実験結果および考察

耐腐食性試験の結果から求めた電位に対する電流密度特性を図 1 に示す。測定結果より、成膜時間 180min および 600min の a-C 被膜ステンレスセパレータは、マイナス方向から電位を増加させると、0V 付近で電流密度のピークが形成された。さらに電位を増加させると、0.5V 付近で再び電流密度のピークが形成された。低電位側のピークは、ピンホールによりステンレスが露出し硫酸との反応が起きたことによるものである。高電位側のピークは、電位の増加によって a-C 膜の一部が剥離し、ステンレスと硫酸の化学反応が起き、不動態被膜が形成される過程で酸化電流が多く流れたものと考えられる。また、成膜時間 180min のセパ

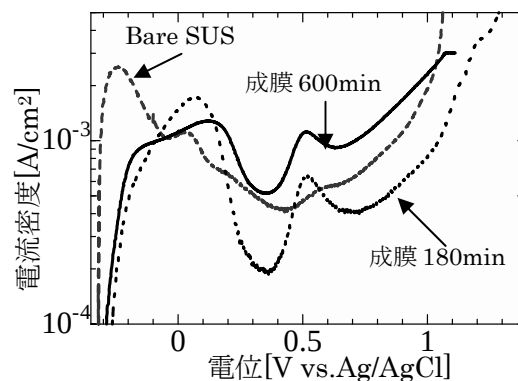


図 1 分極曲線

レータに比べ成膜時間 600min のセパレータは、低電位側のピーク値が減少することがわかる。これは成膜時間を増加させたことで、a-C 膜が厚くなり、硫酸とステンレスの露出によって起こる酸化電流が低下したため、電流密度のピーク値が減少したと考えられる。さらに、低電位側のピークにおける電流密度の変化量が減少した理由としては、成膜時間を増加させたことで不動態被膜の形成が抑えられた。これにより a-C 膜ステンレスセパレータに対する a-C 膜の面積比が多くなり、反応部分に吸着するイオンが増加したと考えられる。Bare SUS は、低電位において大きく電流密度のピークが形成された。これはステンレス表面と硫酸の反応により、酸化電流が多く流れたためと考えられる。また全てのセパレータにおいて、1V 付近で硫酸の分解電圧に達し電流密度が増加している。

4. まとめ

ステンレスの露出は微小なもので、短時間の動作では燃料電池の出力に大きな影響は与えるものではない。しかし、燃料電池を安定して長時間運転するためには、均一に a-C 膜を被膜し耐腐食性を向上させる必要がある。そこで、今後はステンレスの露出を無くせるように、成膜時間および反応圧力の調整、他の炭素系物質の除去を行う。

血糖成分にて自立駆動する薬物放出システムに関する研究

* ムンフジャルガル ムンフバヤル、加藤了大、松浦佑樹（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、
高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、** 三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

生体には多様な酵素が存在し、その中には運動性タンパク質(ミオシン、キネシンなど)とは異なる触媒反応で、化学エネルギーから力学エネルギーへと直接変換可能なものがある。このような酵素を利用することで、新規な生化学式運動機構の構築が可能と期待される。例えば、生体内のエネルギー変換機構を利用し液性制御機能を模倣することで、血糖成分であるグルコースを認識して、血中グルコース濃度を自立的に調節する薬物放出システムの構築が可能と考えられる。そこで本研究では、グルコース酸化酵素(GOD)の触媒反応に伴う酸素消費を利用した能動的な減圧機構を開発し、その応用としてグルコースを認識する薬物放出システムを開発し、特性の評価を行った。

【実験方法】

本システムは、GODの触媒反応による酸素消費に伴う能動的な圧力減少を利用したグルコース作動型減圧機構と薬物放出機構にて構成される。能動的な減圧機構(図1)の作製では、紫外線硬化樹脂を用いて GOD を包括固定化した酵素膜を隔膜として透析セルに装着し、反応セルとした。実験では、反応セルに各濃度のグルコース溶液を供給し、GODの触媒反応に伴うセル内の圧力変化を計測した。次に薬物放出システムの作製では、貫通孔を形成したアクリルセルにポリジメチルシロキサン(PDMS)膜を組込み、ダイアフラムと圧力解放弁が連動するようにセル内に弁棒を設置して薬物放出機構とした後、減圧機構と連動するようにした。実験では、擬似薬物の色素を副流路に充填し、主流路に各濃度のグルコース溶液を送液し、セル内の圧力変化を計測すると共に、色素が放出される様子を動画撮影した。

【結果及び考察】

グルコース作動型減圧機構の減圧特性を調べた結果、グルコース濃度に伴う能動的な圧力減少が確認され、ヒトの血糖濃度を含む濃度範囲で減圧制御が可能であった。また薬物放出システムでは、グルコース溶液の供給に伴い生じる負圧が一定圧力になると解放弁が作動し、これと連動して機能するダイアフラムの形状回復により、断続的に色素を放出することが確認された。以上、血糖成分グルコースを認識して作動する減圧機構を開発すると共に、これを応用した薬物放出システムを構築した。本研究成果は、血糖成分による薬物放出のフィードバック制御の可能性を示唆するものである。

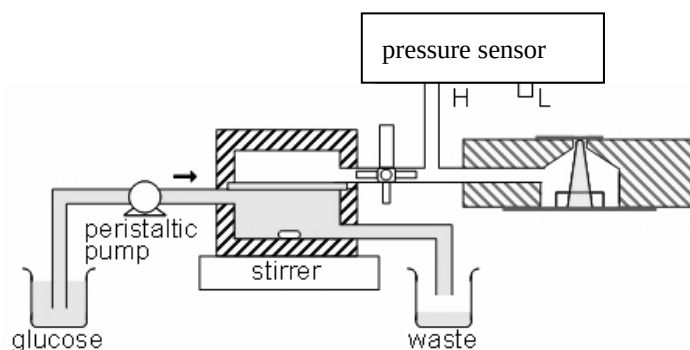


図1. グルコース作動型減圧機構の模式図

酵素反応を利用した自立拍動式ケモメカニカル・ポンプに関する研究

* 佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、大越隆弘（東京電機大学 理工学部）

ムンフジャルガル ムンフバヤル、松浦佑樹（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）

高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、** 三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

既存の多くのアクチュエータは、石油等の化石燃料が持つ化学エネルギーから熱エネルギーを取り出し、力学的運動に変換することで駆動している。一方、生体内には筋肉や鞭毛などの運動機構が存在し、これらの運動機構は熱エネルギーを介すること無く、化学エネルギーを力学エネルギーに直接変換することで、高効率な駆動を可能にしている。生体内のエネルギー変換機構を模倣・利用することで、生体適合性を備えたケモメカニカルな人工物を構築することが可能と考えられる。我々はこれまでに、生体の機能性タンパク質であるグルコースオキシダーゼ(GOD)の触媒反応を利用し、能動的圧力制御システムを報告してきた。本研究では、この圧力発生原理をポンプ機構に応用することで、化学エネルギーにて自立的に拍動する新規なケミカルポンプを開発した。

【実験方法】

自立拍動式ケモメカニカル・ポンプは、透析ユニット(上部セル・下部セル)、GOD 固定化膜、ポリウレタンゴムシート、仕切板、形状保持メッシュにより構成される。ポンプの作製ではまず、GOD と光架橋性樹脂の混合液を透析膜上に塗布し、包括固定化することで GOD 固定化膜を作製した。次に、酵素固定化膜とゴムシートを、仕切板と形状保持メッシュを用いて固定させ、透析ユニットに隔膜として装着することでケモメカニカル・ポンプとした。本ポンプでは、グルコース溶液を下部セルに送液することで、酵素反応による上部セル内の酸素消費が減圧を導き、ゴムシートの変形によりグルコース溶液が下部セルに流入する。次に上部セル内の圧力を開放することで、ゴムシートの形状が回復し、グルコース溶液を一定方向に吐出する。ポンプ性能は、下部セルにグルコース溶液を送液し、上部セル内の圧力変化と吐出量を計測し評価することとした。

【結果及び考察】

作製したケモメカニカル・ポンプでは、グルコース溶液の送液により上部セル内の圧力減少が観測され、その後の圧力解放によりゴムシート変形分の体積に相当するグルコース溶液の吐出が観察された。つまり本ポンプは、グルコースの化学エネルギーを力学エネルギーに直接変換し、対象となるグルコース溶液を自立的に送液することが可能であった。今後、GOD 固定化膜やシステム構成の改良によりポンプ性能を向上させることで、医療用・産業用アクチュエータとしての応用が期待される。

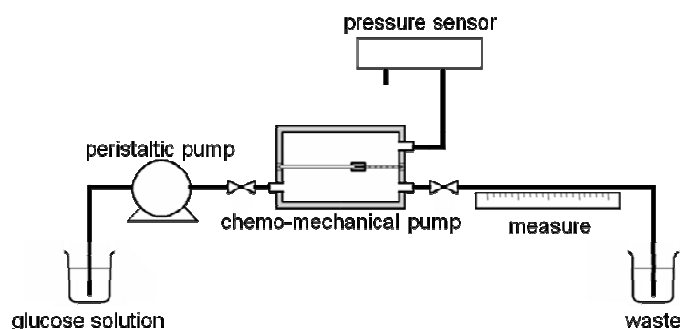


図1. ケミカルポンプの送液量評価系

酵素反応を用いた高回転型ケミカルモーターに関する研究

* 松浦佑樹、ムンフジャルガル ムンフパヤル（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
小塚真玄（東海大学大学院 工学研究科）、佐藤悠大（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、
高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、** 三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

鞭毛モーターは、化学エネルギーを機械エネルギーへと直接変換しており、人工的な運動機構と比較して非常に高いエネルギー変換効率を有している。このエネルギー変換機構を模倣・利用することで、優れた運動機構を構築できるものと考えられる。我々はこれまでに、酵素を用いた能動的な圧力発生システムを構築してきた。このシステムは生体触媒であるカタラーゼ(CAT)を用い、触媒反応にて生成される O_2 のガス化にて圧力を発生するものである。本研究では、生体由来の酵素であるカタラーゼを用いて H_2O_2 にて駆動するケミカルモーター用ポンプを作製し、そのポンプ上部にタービンを取り付けることで、化学エネルギーによって駆動するケミカルモーターを構築した。

【実験方法】

ケミカルモーター用ポンプの作製ではまず、カタラーゼと光架橋性樹脂の混合液を透析チューブの内表面に塗布し、冷蔵暗室にて1時間乾燥させた後、2時間の蛍光灯照射により包括固定化することで、酵素固定化チューブとした。次にチューブの一端を閉塞させ、リン酸緩衝液を注入しケミカルモーター用ポンプとした。特性評価では、ケミカルポンプを H_2O_2 に浸漬し、ポンプ内からの酸素吐出流量を測定した。タービンの作製ではまず、PETシートからファンの平面パターンを切り出し、シャフトと軸受を取り付けることでタービンとした。最後にケミカルポンプとタービンを組み合わせたケミカルモーターを構築し、回転の様子をカメラで動画撮影することで H_2O_2 濃度に対するケミカルモーターの回転特性を評価した(図1)。

【結果及び考察】

作製したケミカルモーター用ポンプの吐出流量は H_2O_2 濃度に、またタービンの回転数はエアチャージャーの流速に、それぞれ高い相関を示した。これらを組み合わせたケミカルモーターを H_2O_2 に浸漬させると、カタラーゼの触媒反応に伴う圧力増加によりファンの回転が観察された。この撮影画像よりタービンの回転数を求めたところ、 H_2O_2 濃度と回転数に高い相関が確認された。

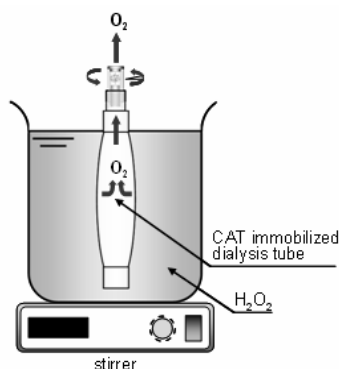


図1. ケミカルモーターの回転実験系

a-C 膜を被覆したステンレス製捕集電極を用いた低抵抗 EDLC の開発

* 井野浩行（東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻），** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

電気二重層キャパシタ (EDLC) は一般的なキャパシタより静電容量が大きく、二次電池と比べて急速充放電が可能、長寿命という特徴を持っている。そのため、EDLC は二次電池に替わる次世代の蓄電装置として注目されている。しかし、現状では直列抵抗が高く、充放電の際にエネルギー損失が大きくなってしまいうという欠点がある。そこで本研究では、捕集電極となるステンレス表面にアモルファスカーボン (a-C) 膜を被覆することで、分極電極と捕集電極間の接触抵抗成分を減少させ、従来よりも直列抵抗が低く、エネルギー損失の少ない低抵抗 EDLC の作製を試みた。

2. 実験方法

ステンレス表面への a-C 膜の被覆は、プラズマ CVD 法を用いて行った。このとき成膜温度を 400, 450, 500, 550, 600℃と変化させ被覆を行った。その他の成膜条件は成膜時間 30 分、高周波電力 100W, 原料ガスとしてアセチレンガス (C_2H_2) を用いて、ガス流量 3sccm, 反応圧力 8Pa, 電極間距離 40mm とした。

そして、作製した a-C 膜被覆ステンレス及び被覆を行っていないステンレスを用いてカーボンペーパーとの接触抵抗の測定を行い、接触抵抗の比較を行った。さらに、a-C 膜被覆ステンレス及び被覆を行っていないステンレスを捕集電極として用いた EDLC を作製し、充放電試験を行った。そこから得られたデータより直列抵抗を算出し、成膜温度ごとに直列抵抗の比較を行った。

3. 結果考察

図 1 に成膜温度に対する a-C 膜被覆ステンレスとカーボンペーパーとの接触抵抗の変化を示す。400℃で a-C 膜を被覆したステンレスは被覆を行っていない場合よりも接触抵抗が高くなった。しかし、成膜温度を高くすると接触抵抗は減少していき、550℃以上で a-C 膜を被覆したステンレスは、被覆していないものよりも接触抵抗が減少した。

図 2 に a-C 膜の成膜温度と EDLC の直列抵抗の関係を示す。400℃で a-C 膜を被覆したステンレス製捕集電極を用いた EDLC は、被覆を行っていないものを用いた EDLC よりも直列抵抗が高くなった。しかし、成膜温度を上げていくと直列抵抗は低減していき、500℃以上で a-C 膜を被覆したステンレス製捕集電極を用いた EDLC は、被覆を行っていないものを用いた場合よりも直列抵抗が低減した。

これは、成膜温度が高いほど導電性の高い a-C 膜が被覆されたことにより、分極電極と a-C 膜間の接触抵抗成分が減少したため、EDLC の直列抵抗が低減したと考えられる。

4. まとめ

実験結果より、a-C 膜を被覆したステンレスを EDLC の捕集電極として用いることによって、EDLC の直列抵抗を低減できることがわかった。今後はアルミ箔に a-C 膜を被覆し、さらに抵抗の低い EDLC の開発を試みる。

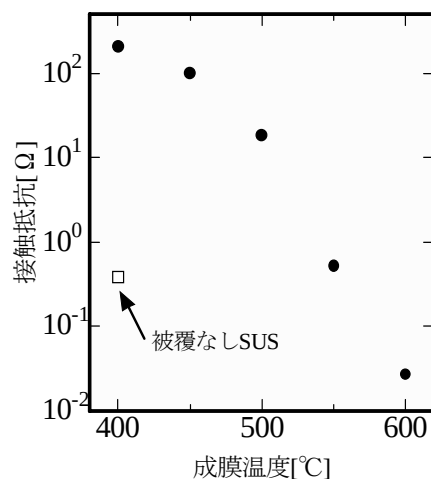


図 1. 成膜温度に対する接触抵抗の変化

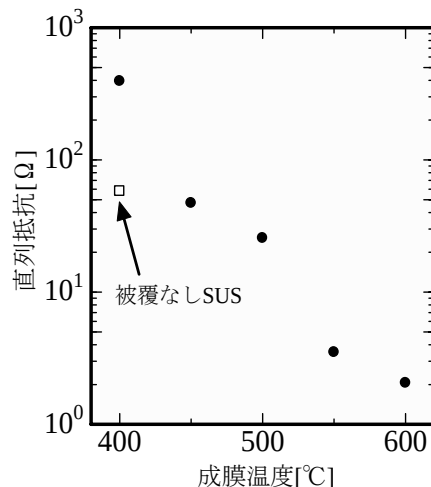


図 2. 成膜温度に対する直列抵抗の変化

鉛金属葉のフラクタル解析～電圧依存性～

* 井高真美(東海大学教養学部人間環境学科)、池田奈摘(東海大学教養学部人間環境学科)、
 ** 須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科)

1. はじめに

海岸線、山の形、葉の葉脈、枝別れした樹木など、自然界には様々なフラクタルパターンが存在する。フラクタルは、自己相似的で、特徴的な長さを持たない。本研究では有機溶媒と電解液から人工的に金属葉(Metal Leaf 以下 ML)を発生させ、そのフラクタル次元 D を求めた。特に D の電圧依存性に注目し、考察した。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置の模式図を図 1 に示す。シャーレ(150mmφ)の中に電解液である硫酸亜鉛水溶液と有機溶媒である酢酸ブチルを入れ、二液界面を作る。陽極として円環状の亜鉛板(厚さ1mm, 幅25mm, 長さ450mm)を、陰極には炭素棒(3.0mmφ)をセットし、両電極間に直流電圧を印加した。炭素陰極をマイクロメーターにより二液界面まで降ろしていき、LED ライトが光ったらスイッチを ON にする。この時二液界面に沿って ML が二次元的に成長する。

本実験では、溶液温度 28℃、溶液濃度 24wt%、成長時間 30 秒、60 秒、120 秒、電圧 5, 8, 10V で変化させた。このようにして成長した ML をビデオカメラで撮影し、二値化を行った。二値化方法は、撮影した ML をパソコンに取り込み、二値化した。これをボックスカウント法によるフラクタル解析を行い、フラクタル次元 D を求めた。

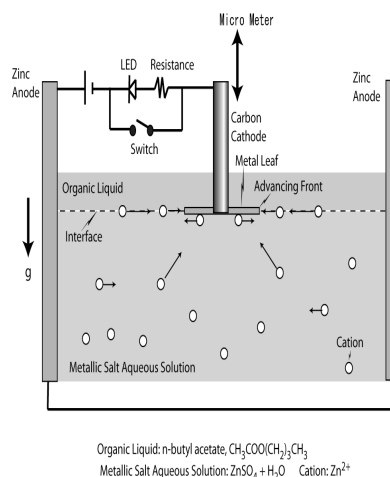


図 1. 実験装置図

3. 実験結果と考察

図 2(a)～(c)に二値化された ML の例を示す。図中のバーサインは 1cm を表している。(a)～(c)のフラクタル成長パターンは全て細型先端分岐成長であった。これは中間濃度域で実験を行ったためであると考えられる。電圧が高くなるにつれ ML の成長スピードは速くなったことから、ML の大きさと電圧に依存性があると考えられる。図 2(b)からわかるように電圧 8V の前後で、 D の値は二次元 DLA モデル値(1.667)に極めて近くなり、この付近で二次元 DLA 成長していることがわかる。これが成り立つ電圧範囲を今後決定したい。

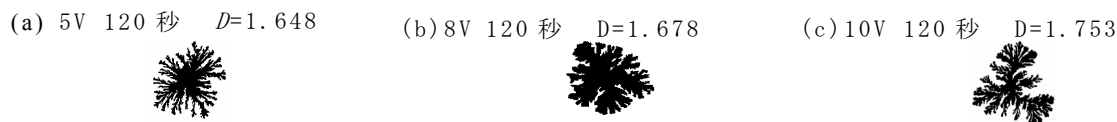


図 2. 電析された亜鉛金属葉

参考文献

- (1)北市 亮：2004 年度東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程卒業論文
 (2)滝 智行：2008 年度東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程卒業論文

濃度差直接発電 ～銀電極と白金電極の場合の出力の比較～

*森次 春日、上野 雄一郎、奥井 英子（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

*竹崎 秀昭（積水化学工業株式会社）

**須田 不二夫（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

1. はじめに

現代社会で解決すべき課題の一つとして環境エネルギー問題がある。我々は、環境負荷の少ない再生可能資源である濃度差エネルギーに注目し、実験的研究を行ってきた。濃度差直接発電では、淡水と海水が混ざる際に発生する混合自由エネルギーを直接電気に変換する。図1に示すように、河川水 1.0m^3 を一秒間で海水と混合すると約 2250kW エネルギーが放出される。透析電池 (Dialytic-Battery: 以下 DB) は、このエネルギーをイオン交換膜の使用により直接電気に変換する装置である。本研究では、銀電極と白金電極の場合について最大出力 W_{max} の膜対数依存性による比較を行った。

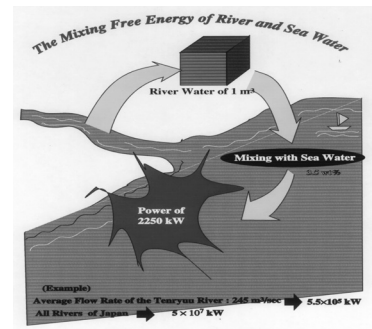


図1 淡水と海水の間の濃度差エネルギー

2. 実験装置・方法

DBの実験装置の模式図を図2に示す。DBの性能測定系は淡水・塩水を流すための流水部、電圧を測定・記録するための測定部、そしてDB本体からなる。電極が両端の塩水槽にあり、間に淡水槽(0.4mm)と塩水槽(4.0mm)を交互に配置しそれを仕切るように陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を置いた((株)アストム社製 NEOSEPTA: CMX, AMX)。両電極間に負荷抵抗として、精密型抵抗器を取り付けた。実験の際には、海水の代わりに標準海水濃度 3.50wt%の塩化ナトリウム水溶液を用い、淡水は未処理の水道水を用いた。

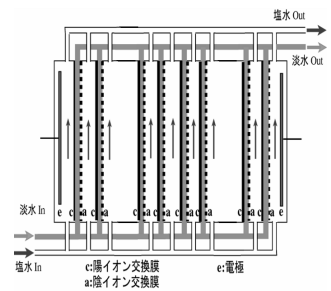


図2 DB内部構造

データロガー (ThermoPro3000) と電極とを接続し、淡水タンクと塩水タンクの流水のコックを開け、淡水・塩水の流量を調節する。流量が安定するまで15分～20分待ち、測定を開始した。その後、開放電圧が安定するまで待ち安定したところで負荷抵抗 R_L を電極間に印加した。 R_L は $10 \sim 10000 \Omega$ の範囲で、安定するごとに電圧降下を測定した。 10Ω が安定したらデータの収集を止め、 R_L をはずしてタンクを閉めた。得られた電圧降下のデータを mathematica の短絡回路モデルプログラムで処理して出力を求めた。同時に内部抵抗値も決定した。

3. 実験結果・考察

実験結果の例を表1に示す。この結果から銀電極、白金電極ともに膜対数が増加すると W_{max} も増加することがわかる。白金電極よりも銀電極のほうが W_{max} は高いが、銀電極の場合は使用していくうちに塩化反応が進み序々に出力が得られなくなってしまうというデメリットがある。このことを考慮すると継続的に使用できる白金電極のほうが実験効率が良いと思われる。

表1 銀電極と白金電極における W_{max} の比較

	15 対	30 対	45 対
Ag-Ag (mW)	89.98	174.1	244.4
Pt-Pt (mW)	15.97	79.88	150.7

参考文献

- 1) 上野, 森次, 奥井, 須田, 竹崎 第69回応物 (2009秋 富山大学) 8p-ZB-11.
- 2) 須田, 高橋, 須賀: 第67回応物 (2006秋 立命館大学) 29a-G-2.
- 3) Suda, Matsuo, Ushioda: Energy **32** (2007) 165-173.

「塩ビ管を使用した太陽熱温水器」の試作とその性能試験

* 田中 久雄（東海大学大学院人間環境学研究科）

** 須田 不二夫（東海大学教養学部人間環境学科）

1. はじめに 太陽熱温水器は太陽エネルギーを熱として利用する限り、太陽エネルギーの吸収効率が約 40%～60%と非常に高く、平均的な機器で日本の家庭における年間給湯エネルギーのおおむね 60%程度を賄う事ができる。 また自然循環式温水器では 30 万円弱と価格も安く、自然エネルギー機器の中では最もコストパフォーマンス的にも優れた機器であり、適切な立地であれば確実に初期投資金額が回収できると言われている。 本研究では、太陽熱温水器普及の一助となることを目的として、安価に製造・設置可能な「密閉汲み置き式温水器」について性能試験を行った。 この方式は特に自然循環式で問題となっていた給湯圧の減少を低くし、シャワーの用にも耐えられる特徴を持つ。

2. 実験装置と方法 図1に装置の模式図をまた写真1にその実物を示す。 長さ1mの250A塩ビ管2本を繋ぎ合わせ、上部透明カバーには厚手のビニールを採用するなど必要な温水量を得つつ安価とするための工夫を施した。 本装置の太陽光線の取得面積は0.5㎡である。 1日における取得温水量、取得熱量は、日没後定流量下において給水温と給湯温を連続測定し、その温度差と流量から算出した。

3. 結果 試験結果の代表例を図2に示す。 晴天時（時々曇り）に得る事ができた熱量は、約940 (kcal/day・㎡) となり、東京における10月の1日当たり晴天時積算日射量4980 (kcal/day・㎡) (傾斜30°) の18.9%とかなり低い値となった。 今後日射計を用いて日射量を計測し正確な効率を出す必要がある。 また本結果より温水器の面積（太陽エネルギーの取得面積）に比べ温水器の持つ熱容量が大きく、現在の所十分な給湯温度を得るに至っていない。 くみ置き式温水器の特性として給湯を使用する度に給水が自動的に供給されるため、給湯使用にほぼ比例する形で温水タンク（温水器）内の温水温度が低下し、結果温水タンク内の初期給湯温度が比較的高くないと高い温度を持つ給湯があまり得られない事もわかった。 測定から見ると給湯量ばかり多く給湯温度の低い温水器となりそうである。

4. 結論 実験結果より、本装置が東京より日射条件の良い所でどのような振る舞いを示すか、また本結果より高い効率と高い給湯温度を得られるか、シミュレーションを掛ける必要がある。 また、本装置を縦向きに改良した時、給水流入による給湯温度減少をどれだけ抑えられるか確認する必要がある。 また、過去において「温水器メーカー」にて製造・販売されていた可能性が高いが、フィルムバッグ式の温水器と配管口径を小さくした「塩ビ管温水器」を実験装置として製作し、どれがより安く、「必要給湯温度」、「必要給湯熱量」が得られるのか結論を出す必要がある。

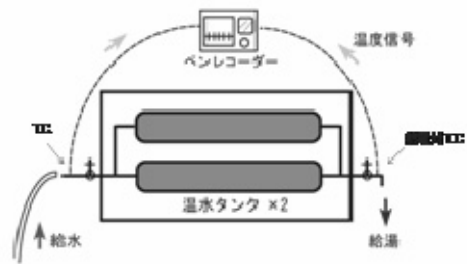


図1：実験装置模式・系統図



写真1：実験装置の実物（実際は表面は黒色塗装されている。またこの装置の上にビニールをかぶせている）

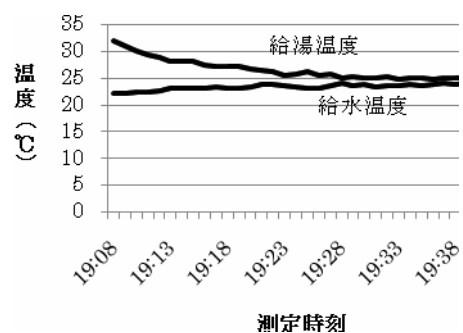


図2：実験結果の代表例：日没後測定での給湯・給水温度の変化（天候晴れ時々曇り、流量4.5L/min）

参考文献 1) 田中俊六、『太陽熱冷暖房システム』, (オーム社) pp41-151、2) 空気調和・衛生工学会監修、『空気調和衛生工学便覧（第12版）・（給排水衛生設備設計編）』(丸善出版) pp172-187、3) フォーラム平和・人権・環境編、『2050年自然エネルギー100%』, (時潮社) pp104-149

CNT と樹脂の混合膜を被覆した高耐腐食性被覆セパレータの開発

* 高橋健太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻），** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. 研究背景と目的

水素と酸素の化学反応によって水と電気エネルギーを発生させる燃料電池は、地球温暖化問題の解決方法として注目されている。固体高分子型燃料電池の集電極であるセパレータは、加工性や機械的強度の観点から金属製セパレータの使用が期待されている。しかし燃料電池は水素イオンを電導して動作するため、セル内部が酸性雰囲気となる。その結果金属製セパレータ表面が腐食し、燃料電池の出力が低下する問題がある。そこで本研究ではステンレス製セパレータの表面に CNT と PTFE を混合した導電性 PTFE 膜を被覆し、燃料電池の出力低下を防止することを目的とする。

2. 作製方法

本研究では PTFE 分散液に CNT を混合する方法により導電性 PTFE 膜を作製した。混合方法として PTFE 分散液に粉末の CNT を混合する方法があるが、CNT 同士が凝集し均一に混合できなかった。そこで本研究では CNT 分散液を用いる方法を考えた。CNT 分散液を用いた方法では混合液が均一に混合し、時間が経過し

ても分離しなかった。適量混合した液を超音波洗浄器で 20 分間攪拌し、洗浄したステンレス製セパレータに塗布し自然乾燥させた。その後窒素雰囲気中で 350℃20 分間焼成した。図 1 に本実験で作製したセパレータを示す。今回は一般的に用いられている流路の付いたセパレータに導電性 PTFE 膜を被覆した。図 1 左は被覆する前のステンレス製セパレータ、図 1 右は導電性 PTFE 膜を被覆したステンレス製セパレータで、黒い部分が導電性 PTFE 膜である。

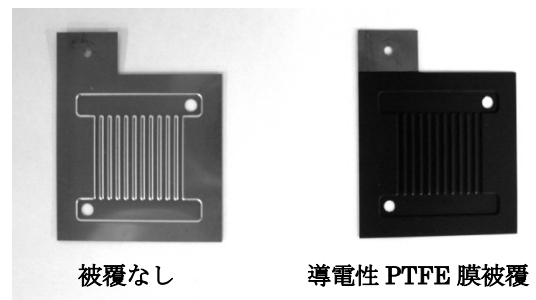


図 1 本研究で作製したセパレータ

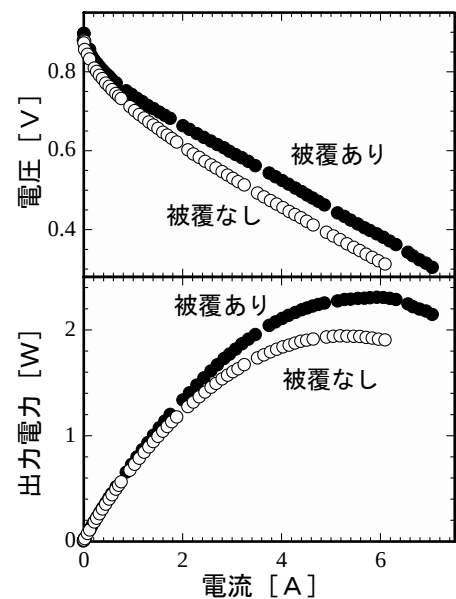


図 2 電流 - 電圧 - 出力電力特性

3. 実験方法

本実験で作製したセパレータを固体高分子型燃料電池に使用し、出力特性を評価した。原料ガスは水素と酸素を加湿した状態で 100 [sccm] 使用した。また導電性 PTFE 膜を他のステンレス板表面に被覆し、1 [mol/l] の硫酸を使用した分極曲線法により腐食試験を行った。

4. 実験結果と考察

図 2 に電流 - 電圧 - 出力電力特性を示す。電流を取ると燃料電池の内部抵抗により電圧が降下しているが、導電性 PTFE 膜を被覆したセパレータは、電圧の降下が抑えられた。また導電性 PTFE 膜を被覆しなかったセパレータの最大出力電力は約 2.0 [W] であったが、導電性 PTFE 膜を被覆したセパレータでは最大出力電力が約 2.3 [W] まで増加した。これは導電性 PTFE 膜をセパレータ表面に被覆したことでセパレータと MEA 間の接触抵抗が低減し、その結果燃料電池の出力が増加したからだと考えられる。

CNT 添加導電性 PTFE 膜被覆ステンレスセパレータの開発

* 久野徹（東海大学工学部電気電子工学科），** 庄善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. はじめに

現在、固体高分子形燃料電池（PEFC）には金属製セパレータが使用されている。しかし燃料電池を動作させると内部が酸性雰囲気となるため、金属製セパレータが腐食する。その結果、燃料電池の内部抵抗が大きくなり出力が低下する問題が起こる。そこで本研究では高い耐腐食性と絶縁性を持つポリテトラフルオロエチレン（PTFE）と、高い導電性を持つカーボンナノチューブ（CNT）を複合した樹脂膜を被覆することで、燃料電池の出力向上及びセパレータの耐腐食性の向上を目指す。

2. 作製方法

本研究で用いる樹脂膜は、CNT 分散液及び PTFE 分散液を混合、攪拌した後、セパレータ表面に塗布し、加熱炉で焼成した物を用いた。今回は重量比で CNT75[%]、PTFE25[%]となるように混合し、超音波洗浄機で 20 分間攪拌した後、洗浄したステンレスセパレータ上に 300[μ l]塗布し、加熱炉で 350[$^{\circ}$ C]で 20 分間焼成した。今回使用したセパレータを Fig.1 に示す。

また腐食試験用のサンプルは、同様の混合液を洗浄したステンレス板上に 40[μ l]塗布し、加熱炉で 350[$^{\circ}$ C]で 20 分間焼成し作製した。

3. 評価方法

本研究で作製した樹脂膜被覆ステンレスセパレータを用いた燃料電池の出力特性の評価と、樹脂膜を被覆したステンレス板の腐食試験を行った。

燃料電池の出力特性の評価には、水素と酸素を供給ガスとして用い、流量はともに 100[sccm]とした。

腐食試験はポテンションスタットによる分極曲線の測定を行った。またその際、電解質として 1 時間窒素バブリングした 1[mol/l]の硫酸を用い、参照電極に銀塩化銀電極を用いた。

4. 実験結果・考察

燃料電池の電流を変化させたときの電圧、電力の特性を Fig. 2 に示す。開放電圧はともに 0.8[V]程度となった。被覆を行ったセパレータを用いた燃料電池は、被覆を行わなかったセパレータを用いた場合に比べ電圧の降下が抑えられた。また最大出力も被覆ありが約 2.1[W]、被覆なしが約 1.3[W]と約 1.6 倍に増加した。これらは被覆した膜に含まれる CNT の高い導電性により、燃料電池の内部抵抗が低減したからだと考えられる。

腐食試験の分極曲線を Fig. 3 に示す。被覆を行ったステンレス板は、被覆を行わなかったステンレス板に比べ電位が 0.5[V]~0.9[V]の領域で電流密度が半分程度に低下した。これは被覆した膜に含まれる PTFE によりステンレスの電離が抑えられたためである。このことから今回作製した樹脂膜には耐腐食性を持たせることができたと考えられる。

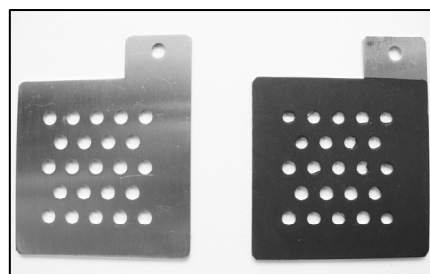


Fig.1 被覆していないセパレータ(左)と被覆したセパレータ(右)

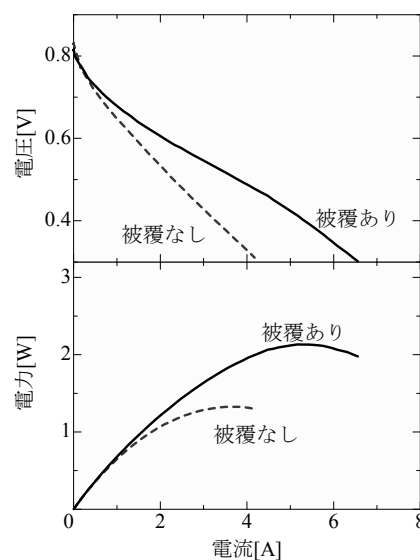


Fig.2 電流 - 電圧・電力特性

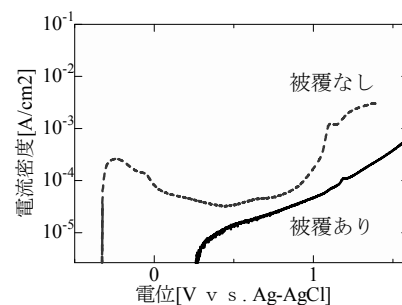


Fig.3 分極曲線

太陽電池を用いた携帯電話用電源の開発

*山田智章（東海大学工学部電気電子工学科） 深見雄太（東海大学大学院工学研究科電気電子システム工学専攻）

**庄 善之（東海大学工学部電気電子工学科）

1. 背景と目的

太陽光という無尽蔵のエネルギーを活用する太陽光発電は、エネルギー源の確保が簡単で、さらに地球にもやさしい発電方式のため、年々深刻化するエネルギー資源問題の有力な解決策の一つである。現在私達に身近な電子機器である、携帯電話を太陽光で動かすことにより、身近に感じられるようにすることを目的とする。

2. 実験方法

携帯電話を動作させるのに必要な電力はどのくらいなのかを知るために、各動作での消費電力を測定した。実験方法は、本来の蓄電池の代わりに、電源装置を用いて携帯電話を動作させた。その際、電源装置の設定を蓄電池の定格電圧である 3.7 [V] 一定に設定し、消費電流を測定することで、最大消費電力を求めた。

次に、太陽電池の特性を知るために、電子負荷装置を用いて電流－電圧特性と電流－電力特性を晴天時に測定した。また、携帯電話の電源に用いるために DC-D C コンバータを回路に使用した安定化電源装置を製作し、太陽電池と接続して、その時の電流－電圧特性を測定した。同時に携帯電話を接続して動作試験を行った。

2. 実験結果・考察

実験により、携帯電話の最大消費電力はワンセグ受信時の 3.07 [W] であることが分かった。これにより、太陽電池がこれ以上の電力が得られれば携帯電話の電源として使用できると考えられる。次に、太陽電池に電子負荷装置を接続して行った。この結果を図 2 に示す。電圧値は無負荷時の 19.5 [V] から負荷電流を増加させるにつれ下降し、電力は増加した。このことから、使用した太陽電池の最大出力電力は負荷電流 0.693 [A] の時、9.59 [W] であった。このことから太陽電池は、携帯電話の電池として十分な電力が得られることが分かった。

安定化回路を接続して行った実験結果を図 3 に示す。電子負荷装置で最大 1.9 [A] まで負荷をかけても、電圧値が、4.01～3.68 [V] と安定した値をとった。携帯電話の蓄電池の定格電圧は 3.7 [V] であるので、製作した電源装置を用いて、携帯電話を動作できると考える。最後に、この装置を実際に携帯電話と接続し、電源として使用した結果、正常な動作を確認できた。

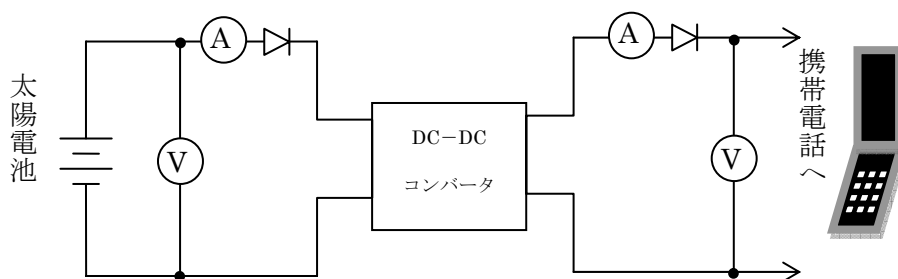


図 1. 携帯電話用安定化電源装置

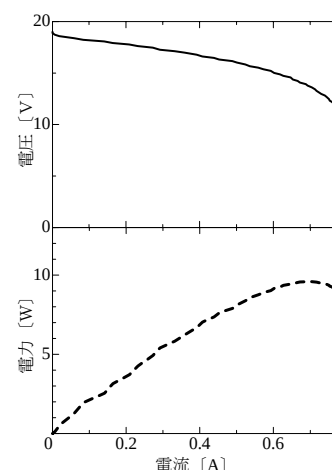


図 2. 電流－電圧及び電流－電力特性

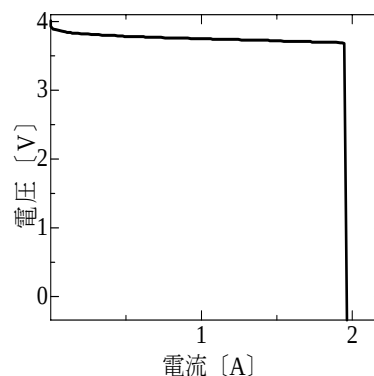


図 3. 安定化回路電流－電圧特性

アセチレンブラック・カーボンナノチューブを添加した電気二重層キャパシタの評価

* 桑原亮太(東海大学工学部電気電子工学科), ** 庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

[1. はじめに]

電気二重層キャパシタ(EDLC)は、イオンの吸脱着によって行われる急速充放電や、他のキャパシタに比べ極めて大きい静電容量を有するなどの特徴がある。しかし、直列抵抗成分が高く、充放電時にエネルギー損失が大きいという欠点がある。従来の EDLC は、直列抵抗成分を低減するため、分極電極に導電剤としてアセチレンブラック(AB)が用いられている。本研究では、導電剤としてカーボンナノチューブ(CNT)を用いることで、EDLC の直列抵抗成分の値を、AB を添加した分極電極を用いた EDLC と比較した。さらに、AB, CNT の添加率に対する EDLC の直列抵抗成分の低減を比較した。

[2. 作製・実験方法]

今回使用した分極電極は、片面の重量を 60[mg]一定として、導電剤なしの分極電極と AB, CNT を添加したものをそれぞれ作製した。分極電極を作製する際、AB, CNT の添加率を 4, 8, 12, 16, 20[%]と変化させた。作製した分極電極を電解液に浸けた後、セパレータ紙を一对の分極電極で挟み、さらに捕集電極で挟む。それをガラス板、ボルトとナットを用いて固定し、セルを作製する。作製したセルを電解液の入ったビーカーに入れ、電流源に接続し、充放電試験を行った。そのデータから静電容量、直列抵抗成分の数値を求め、添加率に対する静電容量、直列抵抗成分を比較した。

[3. 実験結果・考察]

導電剤の添加率に対する静電容量、直列抵抗成分の変化を図 1 に示す。静電容量は導電剤を添加しても変化しなかった。直列抵抗成分は導電剤を添加することで低減した。さらに、同じ添加率作製した分極電極でも、CNT を添加した分極電極を用いた EDLC の直列抵抗成分は、AB を添加した分極電極を用いた EDLC の直列抵抗成分より小さくなった。これは、AB は粒径が約 100[nm]の粒状であるのに対し、CNT は直径が 1[nm]、長さが 1[μ m]程度の細長い繊維状をしているため、1本の CNT に多くの活性炭が付着し、電荷がより移動しやすくなり、AB より電気伝導性が向上したためと考えられる。この結果から、分極電極の導電剤として AB よりも CNT を添加したほうが、EDLC の直列抵抗成分を低減できることが分かった。

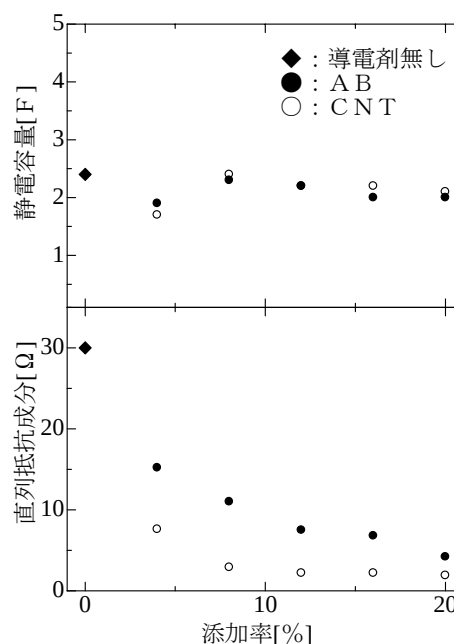


図 1. 静電容量・直列抵抗成分の特性

[4. まとめ]

以上の結果から、AB を添加した分極電極よりも CNT を添加した分極電極を用いたほうが EDLC の直列抵抗成分が低減することが分かった。今後、さらに直列抵抗成分を低減させる必要がある。しかし導電剤の添加による直列抵抗成分の低減には限界がある。そこで、分極電極表面に金を蒸着することで、分極電極と捕集電極の接触抵抗を減少させることにより EDLC の直列抵抗成分の低減を目指す。

燃料電池内のセパレータと MEA 間の接触抵抗のその場観察技術の開発

*小原和也(東海大学工学研究科電気電子システム工学専攻), **庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

1. 背景と目的

固体高分子形燃料電池(PEFC)は水素と酸素を反応させて、電気エネルギーに直接変換する装置で、クリーンな発電方法として注目されている。燃料電池の集電極であるセパレータの性質は、加工が容易で高い電気伝導性が求められる。そのため、セパレータは金属製のものが用いられている。しかし、金属製セパレータは燃料電池動作中において、セパレータ表面が腐食する。そのため、燃料電池の発電部である MEA とセパレータ表面間の接触抵抗値が増加し、結果、燃料電池の出力が低減してしまう。そこで本研究では、発電中の燃料電池の MEA-セパレータ表面間の接触抵抗を測定する技術の開発を目的とする。それによって接触抵抗が低く、長寿命なセパレータの開発の指針を示す。

2. セパレータの接触抵抗測定方法

燃料電池動作中の MEA-セパレータ表面間の接触抵抗の測定方法として Fig1 に示す。燃料電池の発電部である MEA の電極とセパレータの間にプローブを挿入し、セパレータ-プローブ間の電圧値を測定することで、MEA とセパレータ間の接触抵抗値を測定した。本研究の測定法は、燃料電池動作中に MEA との接触抵抗値の測定が出来るという特徴を有している。

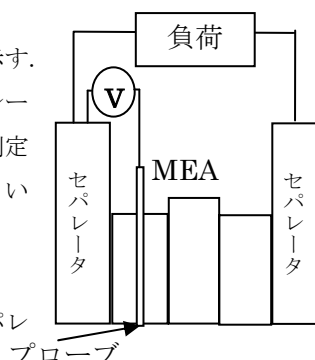


Fig1. 燃料電池動作中の接触抵抗測定法

3. 実験

実験方法は、燃料電池に電子負荷を接続し、電流値を 0~2A まで変化させ、セパレータ・プローブ間の電圧値、MEA-セパレータ表面間の接触抵抗値を測定した。セパレータは比較のためにステンレス製、チタン製のものを使用した。なお、アノード側のセパレータは、腐食しにくい金をセパレータ表面に蒸着したものを使用した。

4. 実験結果

燃料電池から取り出す負荷電流を 0~2A 変化させた場合の燃料電池の出力電圧、セパレータ-プローブ表面間の電圧、MEA-セパレータ表面間の接触抵抗値を Fig2 に示す。まず、ステンレス、Ti セパレータを用いた燃料電池の出力電圧は、電流が 0 から 2A 増加すると約 0.9V から 0.7V まで低下している。これは、燃料電池全体の内部抵抗に依るものである。燃料電池の内部抵抗は、様々な抵抗成分が存在するため、MEA との接触抵抗を測定するのは困難である。一方、セパレータ-プローブ間の電圧は、ステンレス、Ti セパレータ共に負荷電流の増加とともに直線に増加している。このことから負荷電流とセパレータ-プローブ間の電圧は、オーミックの関係にあり、Fig1 の測定構造から燃料電池の MEA-セパレータ表面間の接触抵抗を測定していることがわかる。そのため各セパレータの接触抵抗値は、一定であることがわかった。

セパレータ-プローブ間の電圧降下値は、ステンレスセパレータを用いた場合、電流の増加と共に 0 から 29.9mV まで増加した。一方、Ti 製セパレータの場合は、0 から 7.4mV 増加した。また、動作中における MEA-セパレータ表面間の接触抵抗の測定結果から、ステンレス製セパレータの接触抵抗値は、15.0mΩ が得られた。対して、Ti 製セパレータの場合は 3.70mΩ が得られ、Ti 製セパレータの性能は SUS 製セパレータのものに対して約 4 倍になった。以上のことから、本研究の測定法を用いることでセパレータの材質による性能の違いを確認できた。

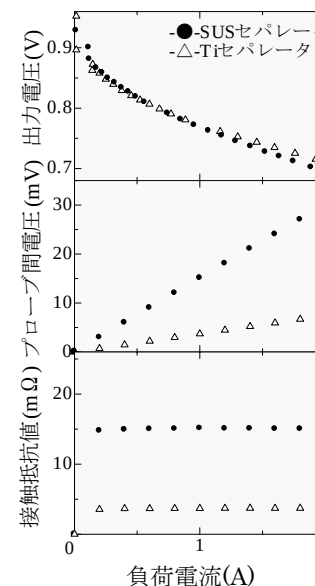


Fig2. 負荷電流に対する燃料電池の電圧、MEA-プローブ間電圧、MEA-セパレータ表面間の接触抵抗特性

成層圏極渦反転データ解析～南北両半球の比較～

*塚本 怜生（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、斎藤 翔太郎（東海大学工学部航空宇宙学科）、**三村 和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

1. はじめに

冬季成層圏では数日間に気温が数十度変化することがある。このときに気温だけでなく風向きも変化する。これは成層圏突然昇温である。通常冬季成層圏では極渦と呼ばれる低気圧が極付近を占有し卓越した西風が吹いているが、突然昇温が発生すると極渦が崩れ極付近に高気圧が現れ東風となる。この成層圏突然昇温の統計的性質を調べていく上で、気温と東西風に着目し解析した。

2. 目的

一昨年までに SSW index という突然昇温の有無を確認するための基準を考案し作成することに成功し、さらに精度に問題があると言われる国際地球観測年（以下 IGY）以前のデータを捨て、以後 48 年間の観測データを使って新しい SSW index を作成し、SSW index 精度を上げることに成功した。今年はそれを引き継ぎ、突然昇温が起こりにくいといわれている南半球についても SSW index を作成し、北半球と比べてどのような違いがあるのか比較することが目的である。

3. 使用データについて

使用データ：NCEP/NCAR Reanalysis 1 Daily Data
気温 (Air)、東西風 (U)

このデータは 1948 年から 2008 年まで 60 年間で鉛直方向に 10hpa までの全球データである。今回は、前回と同様に IGY 以後のデータを使い、1958 年～2006 年までの 48 年分を使用した。また、北半球場合、冬季成層圏で発生する現象であるがゆえに、1 月 1 日から 12 月 31 日を 1 年であるとして一冬が分断されてしまう。したがって、7 月 1 日から 6 月 30 日を 1 年と数えるようなデータを作成し、使用した。

SSW index について

成層圏突然昇温が発生の有無を分類する基準が無い場合自ら作る必要がある。10hpa 面の気温と東西風に着目して各年度データから気候値 T_c を求める。ある日の値 T_i から気候値 T_c で引いた値が偏差 T' である。この偏差を 1958 年から年度方向で標準偏差 S を求める。

$$\sqrt{(T_{1958}^2 + T_{1959}^2 + \dots + T_{2005}^2) / 48} = S$$

次に求めた S を日にち方向に冬季 4 ヶ月間の標準偏差 σ を求める。この標準偏差 σ で偏差 T' を割った値が SSW index である。

$$\sqrt{(S_{12/1}^2 + S_{12/2}^2 + \dots + S_{3/31}^2) / 121} = \sigma$$

SSW index は気温と東西風で導く。SSWindex は無次元数のために気温と風と言う本来異なる物理量を同じ基

準にできる。ただし、東西風の SSW index に関しては東風偏差が正になるように正負を逆転させた。さらに、統計的性質を追求していく上では局所的な変動に注目する必要は無いので 0° E から 360° E まで東西方向に平均 (zonal mean)、北半球は 70° N から 90° N まで、南半球 70° S から 90° S まで南北方向に平均、また各年度で前後 3 日の移動平均を行った。

4. 結果及び考察

求めた気温と東西風の SSW index がいずれも 2.0 を越えなかった年を成層圏突然昇温なしと判断すると北半球では 12 年、南半球では 20 年が該当した。そこで、北半球ではこの 12 年、南半球ではこの 20 年から気候値を求め、改訂版 SSW index を新たに求めた。さらに、改訂版 SSW index を使って、突然昇温の発生を決定する基準を 2 週間の間に気温と東西風の index が共に 1.3 を超えたときに突然昇温発生とし、さらに東西風 index の最大日を key day として調べたところ、南北両半球の突然昇温発生件数は北半球で 34 件、南半球で 14 件だった。図 1、2 はその中で典型的な波数 I 型のジオポテンシャルハイトである。このことから南半球よりも北半球の方が、頻繁に突然昇温現象が発生しているといえる。しかし、突然昇温がほとんど起こらないといわれている南半球が 14 件も発生していることにもなる。そこで、南北両半球の 48 年間全ての SSWindex データを一枚の図に表せるデータを作成した。それが図 3、4 である。これを見ると北半球のデータはくせが無いのに対して、南半球は、前半はマイナス側、後半はプラス側に偏りがみられる。このままでは前半部分と後半部分の差が目立ってしまうので、突然昇温をフィルタリングできない。したがって、今後は前半部分と後半部分を分けて解析を行っていく。

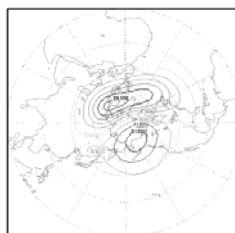


図 1 左上 北半球 2000 年 2 月 7 日のジオポテンシャルハイト

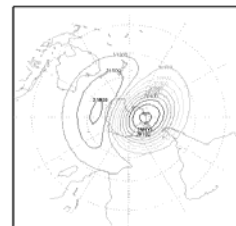


図 2 右上 南半球 1970 年 9 月 28 日のジオポテンシャルハイト

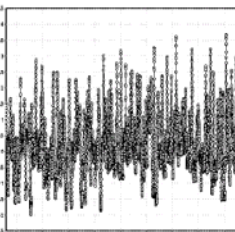


図 3 左下 北半球 48 年分冬季気温の改訂版 SSWindex

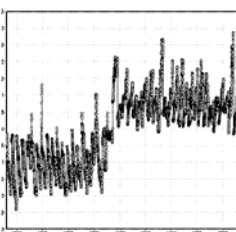


図 4 右下 南半球 48 年分冬季気温の改訂版 SSWindex

参考文献

*1 高橋 (2006) 理学部物理学科 2006 年度卒業研究論文 *2 長谷川 (2007) 理学部物理学科 2007 年度卒業研究論文

半球規模地球流体室内実験 ～軸対称流から蛇行流への遷移～

*長野桂（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、西川智博（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、

**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

1. はじめに

地球を取り巻く大気や海洋などの地球流体の振る舞いが、天気や気候を変動させることはよく知られている。今までに多くの傾圧不安定波の室内実験が行われてきたが従来のアニュラス型の水槽実験では、 β 効果は考慮されていない。

そこで三村研究室は β 効果を考慮した室内実験を目指してきた。

2. 目的

三村研究室では、実験室内での対流圏の再現を目指して新型の回転水槽実験装置を開発してきた。今回の実験は初期条件によるランダムな影響を受けないようにするため、連続的に回転速度(Ω)を極めてゆっくり変化させそれぞれ約 20 時間かけ実験を行った。回転速度 0.4～1.2rpm と 1.0～5.0rpm の 2 種類の実験を行うことによって、低回転速度から高回転速度までの変化を調べることが目的である。

3. 方法

加熱部(18℃)と冷却部(13℃)は5℃の温度差をつけ、実験中維持し続けるようにした。室温は動作流体の平均温度より2℃高い19℃とする。動作流体の初期温度は、実験中に期待される温度に近づけるため17℃とした。また、トレーサは動作流体中にナイロンパウダー(粒径5 μ 前後)とオルガソール(粒径50 μ 前後)を浮遊させ、蛍光灯を光源としたスリット光を水深2cmに水平に照らし出し可視化した。水槽内の温度分布が自然な状態(上層が暖かく、下層が冷たい)になったことを熱電対の値で確認した後(約30分)、回転台を回し始める。照らし出された水平面内の流れの様子は、流れが十分なじんだと見られる60分後から回転速度を変化させていく。

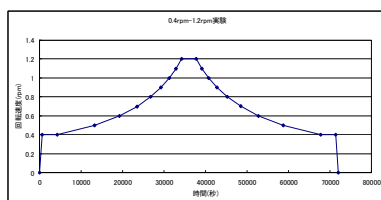


図1 回転速度変化のグラフ

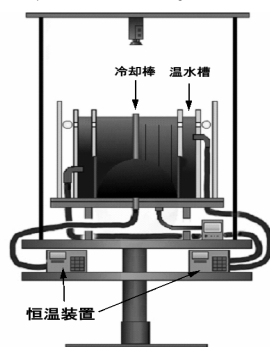


図2 実験装置図

4. 結果及び考察

0.4～1.2rpmの実験では、流体に蛇行は見られなかった。1.0～5.0rpmの実験では2.0rpm付近で軸対称な流れから、軸がずれたような変化が現れた。

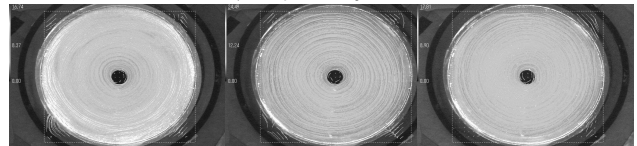


図3 0.4、0.8、1.2rpm UPの流線図

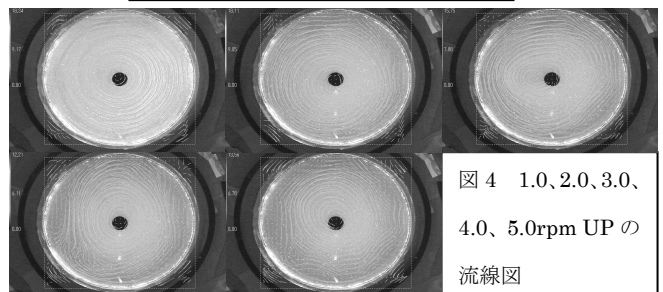


図4 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0rpm UPの流線図

図5のグラフはそれぞれの流速を時間方向に平均し、さらに接線方向、半径方向に平均し流速を求めたものである。縦軸は流速で、横軸は各rpmをあらわしている。結果の図3からは0.4～1.2rpmのとき変化は見られなかったが、グラフを見ると流速が大きくなっていることが分かる。図5のように流速が小さくなっていくのは、温度風^{*3}の式(1)との関係から、高回転速度になると $\beta g/2\Omega$ が小さくなる(β =膨張率、 g =重力加速度)。蛇行が始まり、半径方向の温度差 $\partial T/\partial y$ が有限であれば、流速はあるところから小さくなる可能性がある。

2.0rpmで軸対称の流れが変化したことが図4で見られ、このときの流速を図5から見てみると、UPの実験では2.0rpmのときにピークになっている。よって $\partial T/\partial y$ のデータを調査することで流速と蛇行の関係が明らかになると見られる。

$$\frac{\partial u}{\partial z} = - \frac{\beta g}{2 \Omega} \frac{\partial T}{\partial y} \quad (\text{式 1})$$

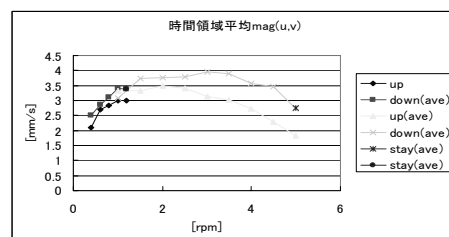


図5 流速のグラフ

参考文献

- *1 須山・高沢(2007), 教養学部人間環境学科自然環境課程 2007 年度卒業研究論文
- *2 志賀(2008), 教養学部人間環境学科自然環境課程 2008 年度卒業研究論文
- *3 小倉義光(1996), 気象力学通論, 東京大学出版会

閉ループ内熱対流室内実験～乱流安定からカオス的反転への遷移～

*佐藤喜弘（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、滝良太（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、

**三村和男（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

1. 目的

教養学部人間環境学科自然環境過程・三村研究室では、環境科学の基礎として気象学や地球流体力学に取り組んでいる。その中で対流実験班では、そこに大きく関わる対流現象に着目して実験・解析を行い、研究している。三村研究室対流班では鉛直に設置された閉ループ内の流体を用いて上部冷却・下部加熱を行い、ループに沿った主流がカオス的反転を起こす条件を探っている。2009年度は長時間連続パラメーター変化実験・温度差固定実験のなかで対流の動きがどのように変化していくのかを探っていく。

2. 方法

C型0.2mm、アスペクト比 $x=20$ 、奥行き20mm、の装置を使用し動作流体は蒸留水を使用する。

ダウン実験・アップ実験

i：温度差 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ の温水槽（ 45°C ）と冷水槽（ 15°C ）を用意する。

ii：温冷水槽それぞれに取り付けてある恒温水循環装置を勾配運転で16時間かけて $\Delta T=0^{\circ}\text{C}$ になるよう設定する。閉ループ内を動作流体（加熱冷却平均温度 $=30^{\circ}\text{C}$ ）で満たし閉ループの下部を温水槽に浸し、上部を冷水槽に浸したところで実験開始。16時間たったところで実験終了。アップ実験は温度差がない状態から勾配運転で 15°C と 45°C に温度差をつける。

3. 連続パラメーター変化実験結果及び考察

実験結果（図2・3）

図2よりダウン実験では開始4時間後（ $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$ ε GR=117）に反転が止まりその後反転は見られなかった。冷水槽内の温度を計測している熱電対に温度差が生じた。図3では開始8時間後（ $\Delta T=15^{\circ}\text{C}$ ε GR=67）から実験終了まで反転が続いた。しかし目標である温度差 30°C までは達しなかった。 $\Delta T=0^{\circ}\text{C}\sim\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ の温度変化の中で中立曲線（図1）の ε GRは1～170まで動くことになる。図1より、三変数理論では $\text{Pr}6$ とした時 ε GRが5のところで反転が起きるはずだが実験では67～117で起こった。このずれは三変数理論では表現できないループ内乱流状態が発生したためと考えられる。

実験考察

温度差が同じ 30°C で行ったアップ実験とダウン実験だが、反転から安定、安定から反転へと移行する条件というのはその時の温度差だけで決まるとは一概にも言えず、移行へと移る直前の状態も関係してくるのではないかと考えられる。

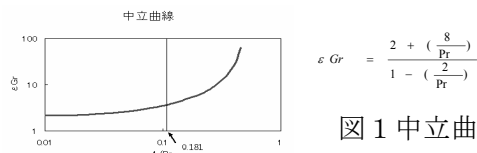


図1 中立曲線

4. 温度差固定実験方法

以前に使っていた $x=20$ の装置を作り直し、条件を変えずに実験をして同じようなレジームシフトが見られるか $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ で実験を行った。

i：温度差 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ の温水槽（ 45°C ）と冷水槽（ 15°C ）を用意する。温冷水槽それぞれに取り付けてある恒温水循環装置を勾配運転で16時間 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 維持しつづけるように設定する。閉ループ内を動作流体（加熱冷却平均温度 $=30^{\circ}\text{C}$ ）で満たし閉ループの下部を温水槽に浸し、上部を冷水槽に浸したところで実験開始。16時間たったところで実験終了。

5. 温度差固定実験結果及び考察

$\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 温度差固定実験結果（図4）

今回新装置で初めて温度差固定実験を行った。しかし結果は、温度差 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ を固定し続けることが出来なく実験開始4時間後から実験終了まで 22°C を維持しつづけた。

$\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 温度差固定実験考察

温度差は目標の温度を維持できなかったものの後半8時間の中で反転期間と安定の期間がはっきりと確認できレジームシフトが見られた。

6. 参考文献

東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程 2008 年度春学期卒業研究発表会要旨集

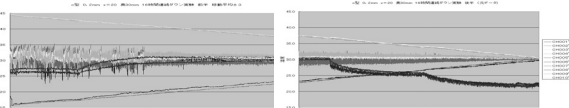


図2 $x=20$ ダウン実験

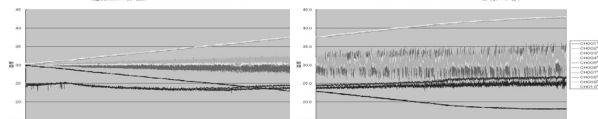


図3 $x=20$ アップ実験

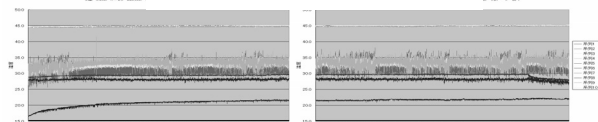


図4 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 温度差固定実

閉ループ内熱対流数値実験 ～レジームシフトは本物か？～

*標幸一郎(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**三村和男(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. 目的

本研究室では時間発展とともに、カオス状態と乱流安定状態の自発的レジームシフトの可能性を示唆した。横嶋修士論文(2008)

しかし、いままで自発的レジームシフトについての検証が行われていなかったもので、今回は横嶋が用いた無次元支配方程式を有限要素近似したモデル(有限要素法)で数値実験を行い、レジームシフトが本物であるか検討した。

表1 アスペクト比6のときの分類表

Pr	Gr	状態	状態	状態	状態	状態	状態
5.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
6.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
7.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
8.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
9.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
10.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
11.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
12.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
13.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
14.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
15.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
16.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
17.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
18.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
19.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
20.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
21.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
22.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
23.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
24.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
25.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
26.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
27.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
28.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
29.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
30.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
31.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
32.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
33.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
34.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
35.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
36.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
37.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
38.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
39.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
40.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
41.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
42.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
43.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
44.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
45.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
46.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
47.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
48.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
49.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
50.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
51.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
52.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
53.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
54.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
55.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
56.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
57.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
58.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
59.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
60.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
61.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
62.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
63.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
64.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
65.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
66.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
67.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
68.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
69.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
70.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
71.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
72.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
73.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
74.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
75.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
76.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
77.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
78.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
79.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
80.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
81.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
82.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
83.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
84.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
85.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
86.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
87.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
88.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
89.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
90.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
91.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
92.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
93.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
94.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
95.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
96.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
97.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
98.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
99.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流
100.5	16	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流	乱流

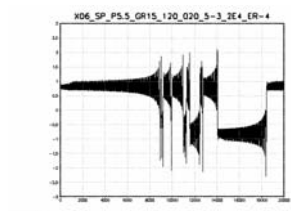


図1、PR5.5 εGr15のとき

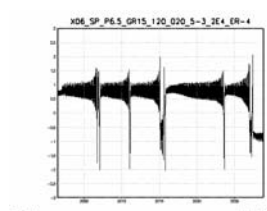


図2、PR6.5 εGr15のとき

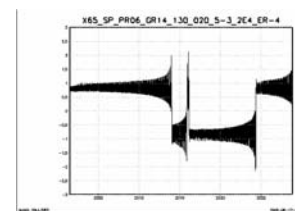


図3、X6.5 εGr14のとき

4. 考察

Pr、Xを多少前後させてシミュレーションを行ってもレジームシフトと考えられるものが発見できたので、レジームシフトの信用度は非常に高いと考えられる。また今回は主流の時系列を見た目で判断したが他の方法で調べることが出来ればさらにレジームシフトの信用度は高まるのではないかと考えた。

5. 参考文献

横嶋 悟、教養学部人間環境学科自然環境過程 2008年修士論文

閉ループ内熱対流数値シミュレーション ～ 2種類のカスの検証 ～

*工藤 雅人 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**増子友紀 (東海大学理学研究科物理学専攻)、

**三村和男 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. はじめに

初期条件・境界条件を定めると以後の運動が決定論的に予測できる時においても、初期条件のわずかな差で大きく違った結果を生ずる。これは、カスの特性であり、長期予報が外れる原因の1つとして考えられている。三村研究室では、地球が赤道と極、地面と空気のように温度差を持つことと、大気が薄い2重球殻内に閉じこまれていることを考慮した、最も単純化した地球として、閉ループ内の熱対流運動のカス振る舞いの発現条件を室内実験と数値実験の2つの手法で研究を行ってきた。また、数値実験は有限差分法と有限要素法の2つのアルゴリズムの異なる離散化モデルを用いた。昨年は、有限要素において主流の反転する領域が2箇所見つかると、特に対称性に違いが見られる対称性の良いカスと対称性の悪いカスという2種類のカス的反転が発見された。

2. 目的・方法

目的 今回は有限差分法を用いて、有限要素法で見られた対称性の良いカスと対称性の悪いカスという2種類のカス的反転の存在が本物かどうかを検証していく。まずは、温度パラメータの εGr を連続的に変化させて反転領域が2種類あるか検証する。次に、 εGr を固定することで連続実験の影響を受けずに、対称性に違いがある反転なのかを確かめる。

方法 本研究では、連続の式、ナビエ-ストークスの方程式、熱伝導の式をブジネク近似し、円筒座標表示、無次元化した。格子点モデルを用い、数値実験を行っている。プラントル数 Pr (流体の粘性の目安)、変形ガラス数 εGr を変化させることで生じるループに沿った全流量(主流)の振る舞いの特性を調べていく。なお各振る舞いは温度分布アニメーションと主流の時系列から分類した。「 $X=6$ 、格子点数 121×21 、 $Pr=10$ 」 εGr 連続変化実験は、 εGr を24～5と下降させた。また、 εGr 固定実験は表1の分類優先実験(計算終了無次元時間 $t^*=2.0 \times 10^3$) 結果より振幅増大の εGr_{10} で行った。計算条件は、 $t^*=(\text{連})4.0 \times 10^4$ (固) 1.0×10^4 、計算時間刻み幅: 1.0×10^{-2} 、ボアソン方程式許容誤差: $R=10^{-6}$ で実験を行った。初期条件は3変数定常理論解を与えた。

3. 結果

実験結果、連続変化実験を図1,2で固定実験を図3,4に示す。図1,3はそれぞれ εGr 下降での主流の時系列、図2,4は対称性の時系列を表す。図1より、2つの反転領域があることを確かめることができた。しかし、図2から εGr が10以下の分別の反転は対称性が良いとは言えない。図3より、 εGr_{10} の領域は反転することが確かめられた。図4では始め対称性の良い反転が見られたが、時間が経つと対称性の破れが現れた。

4. 考察

有限差分法においても2種類のカス領域があることを確

認することができた。しかし、時間が経つと対称性の破れが見られる。今後この破れの原因を調査していく必要がある。

表 1

$$X=6, 121 \times 21, DT$$

$$=0.01$$

$$R=6, NSW$$

εGr	40	20	10	6	4	2
100	カス	カス	カス	カス	カス	カス
80	カス	カス	カス	カス	カス	カス
70	カス	カス	カス	カス	カス	カス
60	カス	カス	カス	カス	カス	カス
50	カス	カス	カス	カス	カス	カス
40	カス	カス	カス	カス	カス	カス
30	カス	カス	カス	カス	カス	カス
20	カス	カス	カス	カス	カス	カス
10	カス	カス	カス	カス	カス	カス
6	カス	カス	カス	カス	カス	カス
4	カス	カス	カス	カス	カス	カス
2	カス	カス	カス	カス	カス	カス
1	カス	カス	カス	カス	カス	カス

X06_PR10_2405_121_021_4E4_1-2-R-6.g1

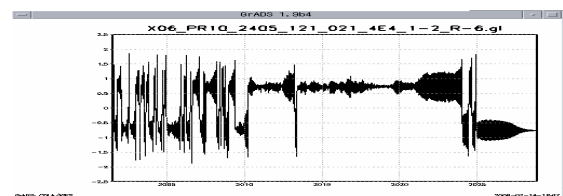


図1 上:主流の時系列

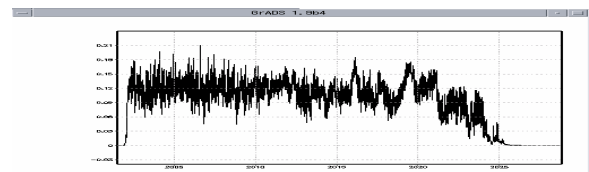


図2 下:対称性の時系列

X06_PR10_GR10_121_021_1E4_1-2-R-6.g1

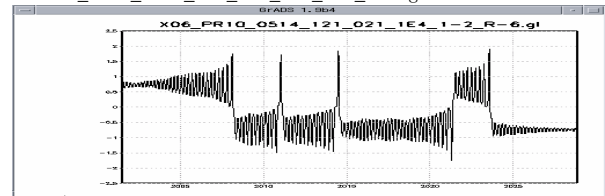


図3 上:主流の時系列

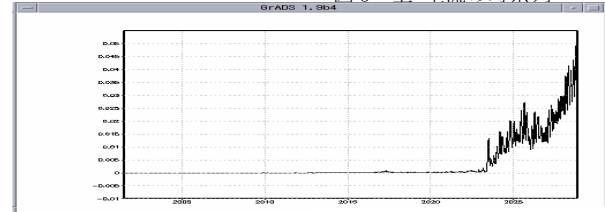


図4 下:対称性の時系列

5. 参考文献

- 東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程卒業論文
07年 晝間 喜雄
東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程卒業論文
08年 増子 友紀

矩形自然循環ループの流れ特性～断熱材の有無による不安定現象への影響～

* 外口 絵理子(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

西川浩之(東海大学大学院人間環境学研究科人間環境学専攻)

沖野成紀(東海大学教養学部芸術学科音楽課程)

* * 須田 不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

1. はじめに

自然循環ループとは、閉じたループの中で自然対流を起こす装置である。これは、別名サーモサイフォンとも呼ばれ、動力不要の熱輸送機器として広く利用されている。流れの駆動力は、動作流体の加熱と冷却によって作られる密度差の結果生じる浮力である。流れはある条件で不安定となり、主流の反転を伴うカオス状態が出現することが確認されている。本研究では、従来の矩形自然循環ループから断熱材を取り除いた場合の不安定現象への影響を調査し、カオス状態の出現条件を解明することを目的とする。

2. 実験装置と方法

パイレックスガラス管製のループは縦 0.420m、横 0.415m の正方形に近い矩形で、垂直面内に設置した。ループの内径は 0.030m である。上部水平ブランチには円筒型冷却ジャケットを取り付け、25℃一定に調節した冷却水を循環させた。下部水平ブランチにはニクロム線を熱流束一定になるよう巻きつけた。加熱量 $Q[W]$ は単巻型変圧器により調節を行い、左右垂直ブランチ内部の垂直断面の流体温度、冷却水の入り口の温度、冷却水の出口の温度を計測した。動作流体は蒸留水を用いた。今回の断熱材を取り除いた場合の実験では $Q = 100W \sim 1013W$ (熱流束 $q = 2.76 \sim 27.9kW/m^2$) の 16 種類のデータを採取し、解析を行った。断熱材の影響の研究には、断熱材がある場合の実験結果と比較することが必要である。よって、昨年度に計測した断熱材がある場合の結果を比較対象とした。¹⁾

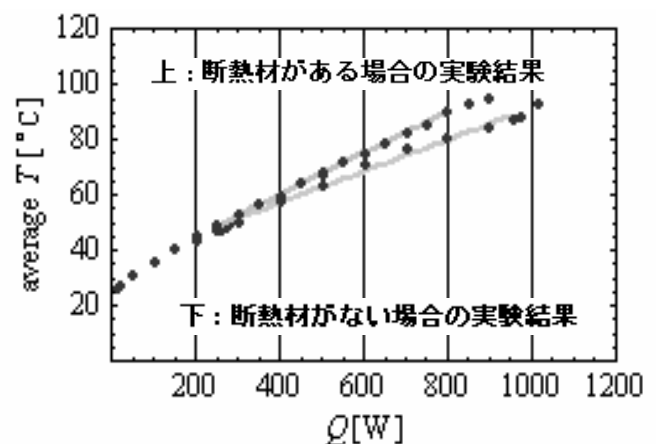


Fig.1 average T vs Q

3. 結果と考察

温度振動波形の比較から、断熱材がある場合のカオス的主流反転が現れる不安定領域は 250W~800W であったのに対し、断熱材を取り除いた場合では 280W~974W に変化することが確認できた。そのときの平均温度は、断熱材がある場合では 53.0℃~90.4℃、断熱材を取り除いた場合では 50.3℃~87.8℃でほぼ一致する(Fig.1)。また、断熱材を取り除いた場合の 1013W($q = 27.9kW/m^2$)の実験では平均温度が 92.8℃となり、カオス的主流反転は出現しなかった。また、レイノルズ数が 2300 以上の 10109 であったため乱流であるとした。²⁾これらの結果から、主流反転が現れる不安定流には左右垂直ブランチの密度差とループ内の平均温度が関係すると予想される。詳細についてはポスターセッションにて発表する。

参考文献

- 1) H.Nishikawa, S.Okino and F.Suda, J.Adv.Sci, Vol.21, No.1&2 pp.20-26, 2009
- 2) Y.Kagawa and F.Suda, J.Adv.Sci, Vol.16, No.3&4, pp.104-111, 2004

携帯電話用燃料電池スタックの開発

*中嶋 敏光(東海大学工学部電気電子工学科), **庄 善之(東海大学工学部電気電子工学科)

【はじめに】

水素と酸素を用いて発電する燃料電池は環境負荷が低く、次世代の電源として注目されており、各企業で燃料電池の研究、開発が行われている。燃料電池はパソコンや携帯電話などのモバイル機器への応用が期待されており、それらの電源として用いるには燃料電池の小型化が必須である。そこで、本研究では燃料電池スタックの小型化を行い、携帯電話への応用を試みる。

【スタック仕様】

携帯電話用燃料電池の仕様を決定するため携帯電話及び燃料電池単セルの動作特性を調べた。その結果、携帯電話の定格電圧は3.7[V]、最大消費電力は電流0.83[A]の時、3.07[W]となった。作製する燃料電池は携帯電話の最大消費電力時に定格電圧3.7[V]を保たなければならない。燃料電池単セルは電流0.8[A]の時、電圧は0.7[V]となり、 $0.7 \times 6 = 4.2$ [V]より6個以上のセルを直列に接続する必要がある。

作製するスタックは6個のセルを平面的に配列させ、燃料電池を固定するエンドプレート、水素と酸素を各セルに供給する流路を形成させた構造とする。今回はこの構造で燃料電池が動作するのを確認するため、試作品として図1のように2セルスタックを作製した。

【2セルスタックの作製】

縦52[mm]×横102[mm]×厚さ3[mm]の亚克力板を用意し、この亚克力板を2枚貼り合わせエンドプレートとした。これにスタックを固定するためのボルト穴と気体の出入り口を形成し、縦2[mm]×横2.5[mm]×長さ6.5[mm]の亚克力棒を流路として貼りつける。そしてセパレータの固定とガスケットにゴムシートを用い、スタックを組む際にはL字アングルを使用し締め付けを強化した。

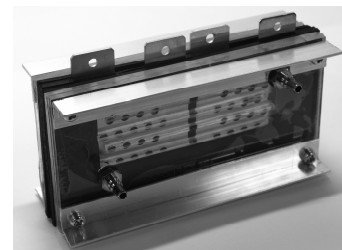


図1 2セルスタック

【評価方法】

酸素、水素の流量は100[sccm]とし、ステンレス製セパレータを用い、無負荷試験、電圧スキャン試験を行った。

【結果・考察】

図2に2セルスタックの電流-電圧特性、電流-電力特性を示す。2セルの開放電圧は1.80[V]となった。また、最大電力は1[W]程度で単セルの半分程度となってしまった。これは、ねじの締めが緩いためMEAとセパレータの接触が弱く内部抵抗が大きくなったためだと考えられる。また、締め付けのバランスが悪く気体漏れの可能性がある。

【まとめ】

作製したスタックで2セル分の開放電圧は得ることができたが、出力は得られなかった。今後はスタックの締め付け方法を改善し、引き続き携帯電話用燃料電池の試作を行う。

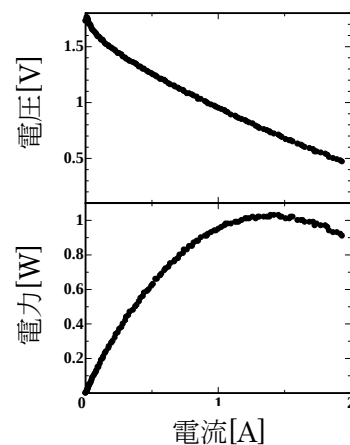


図2 2セルスタック特性

波力発電のカオス性と効率

* 岩本敏宗(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、硯川真史(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、益子良太(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

* * 須田不二夫(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

【はじめに】

近年、地球温暖化防止の観点から自然エネルギーを活用した発電方法に関心が集まっている。波力発電も欧米を中心に開発が本格化し実用化が進められている。日本沿岸での波力エネルギーの統計は3600万kWにもなり、これをうまく利用すればかなりのCO₂削減が実現可能である。本実験では、波のカオス性を調べ、それによって波力発電の効率化を計ることを目的にしている。

【装置、方法】

実験装置図を図1に示す。実験水槽を海と見立て、消波部を防波堤として用いる。造波部で波を起こし、変換部にて発電を行う。この変換機は波により上下運動をする浮体に、アルニコ磁石を取り付け、このアルニコ磁石がコイル中を動くことによって、誘導起電力を得る方法である。我々は、これをファラデー式波力発電装置と名付けた。この変換部の電気信号をKEYENCE、抵抗器を介して連結し固定した。抵抗器の数値を設定し、各条件で得ら

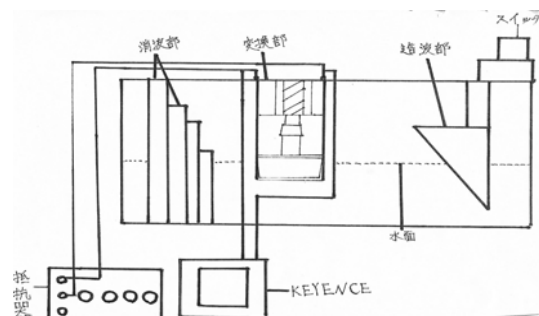


図1 ファラデー式波力発電装置

れた V_p (ピーク電圧)、抵抗 R_L を mathematica プ

ログラムで処理し発電効率 η を求めた。

【実験結果と考察】

発電量 P は、負荷抵抗を R_L 、ピーク電圧を V_p とすると、

$$P = V_p^2 / 2 R_L \text{ で表わされる。このとき、入射波力エネ}$$

ルギー P_{in} は(1)で与えられ、また ρ は密度、 g は重力加速

度、 a は振幅、 λ は波長を表す。これらから P 、 P_{in} を求めた。このとき η は式(2)で与えられ

る。発電効率を求めた結果の例が図2である。図2から抵抗値 R_L が上がるにつれ発電効率が下がっていることがわかった。 η と波のカオス性との関係については当日報告する。

$$P_{in} = \frac{1}{4} \rho g a^2 \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}} \quad (1) \quad \eta = \frac{P}{P_{in}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

【参考文献】

J. Andrews and N. Jellyey: energy science (Oxford, 2007) pp. 70-98. 2009年度教養学部人間環境学科自然環境課程春学期卒業研究要旨

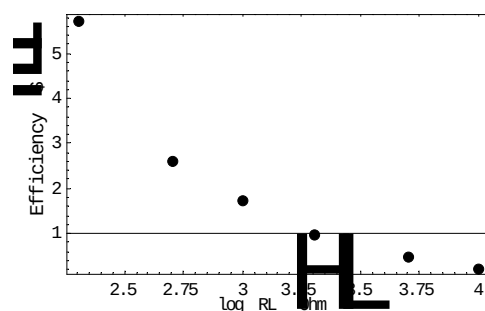


図2 変換効率 η vs $\log R_L$

ヘリ・ショー・セルにおける粘性突起のフラクタル成長パターン ～気体圧入の場合～

* 吉田翔吾 (教養学部人間環境学科自然環境課程)

石井明日香 (教養学部人間環境学科自然環境課程)

* * 須田不二夫 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

[はじめに]

自然界に存在する幾何学的に表すことができない雲、海岸線、葉脈などの図形を表すために 1975 年 B・マンデルブロは「フラクタル」という概念を提唱した。ヘリ・ショー・セルはフラクタル生成装置の 1 つであり、カオス研究にも深く関わっている。すなわち自然界の複雑な現象を解明することにも繋がると考えられる。これまでのヘリ・ショー・セル実験においてフラクタル次元 D の圧入圧力依存性、粘性依存性、時間依存性、液厚依存性、温度依存性について研究してきた。本研究では低粘性流体に液体と気体を用いた場合の D の比較を行った。

[実験装置・方法]

実験に用いた高粘性液体は信越化学工業株式会社製シリコーン・オイル KF96 - 100・50・20cs、低粘性流体に牛乳と空気を使用した。図 1 にヘリ・ショー・セル本体図を示す。2枚の亚克力板の間にスペーサーで厚さ 0.76mm の隙間を作り、そこにシリコーン・オイルを入れクランプで固定する。上部の亚克力板の中心に内径 1 mm ϕ のチューブを差し込み、反対側に牛乳あるいは空気が入った注射器をつけておく。注射器の圧入圧力を一定にするため水 1400g (1.06×10^6 Pa) の荷重を使用した。低粘性流体が圧入され粘性突起が成長していく様子を下方よりビデオカメラで撮影する。動画から静止画を取り出し二値化しボックスカウント法を用いてフラクタル次元を算出した。

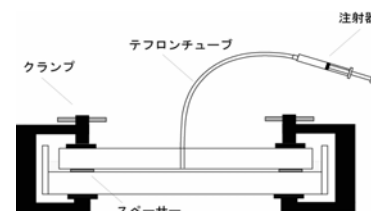


図 1 本体装置図

静止画は 0.1s ごとに 1.0s まで取り出した。

[実験結果・考察]

図 2 (a) は空気、(b) は牛乳を圧入した際のフラクタル成長パターンの例である。空気と牛乳を比べると空気の次元数の方が低く、図からもわかるように牛乳の粘性突起は太く、空気は線のような粘性突起になった。



図2 フラクタル成長パターン

(a) 空気 $D=1.427$ (b) 牛乳 $D=1.793$

図 3 に牛乳の場合の時間の関係を示す。時間の経過で成長をみてみると、大きくなるほど、粘性に関係なく次元は上がっていった。

しかし、20cs の変化が大きく、粘性が低いと粘性突起の成長が速くなると解釈できる。

[参考文献]

J・フェンダー著『フラクタル』(啓学出版 1991 年)

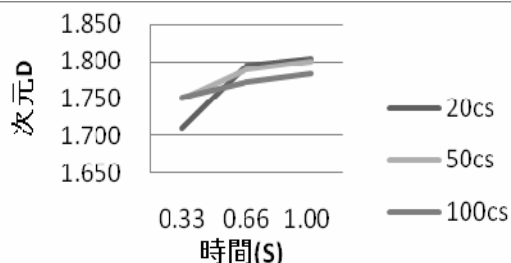


図3 次元数と時間の関係(牛乳の場合)

カーボンナノチューブを添加することによるマグネシウムの水素吸蔵特性の向上

* 相川献治（東海大学工学研究科金属材料工学専攻）、* * 西義武（東海大学工学部材料科学科）、
新沼英樹（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）、内田晴久（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

【目的】

近年、途上国の発展や人口の増加により、化石資源の需要過多や枯渇が問題となりつつある。この問題を解決する手段として、再生可能エネルギーの利用が検討され開発が進められている。しかしながら、再生可能エネルギーは、エネルギー密度が小さいことや安定性に欠けるといった特性があり、更に、実用化にはエネルギーの貯蔵や輸送が困難であることから、普及には技術的課題が多く残されている。そのような中、水素をエネルギー媒体として利用することで、多くの問題が解決されることが期待されている。特に、安全で高密度に水素を貯蔵できる技術として、水素吸蔵材料の利用が注目されている。特に、マグネシウム系水素貯蔵材料は、7.6mass%の重量水素密度を実現することから、輸送用水素貯蔵媒体としての利用が期待される。本研究では、これまでマグネシウムと触媒を封入しボールミリングした試料の水素反応特性の評価を行ってきた。一例として、マグネシウムに希土類酸化物を添加しボールミルを行うことにより、水素化速度が向上することを報告している^[1]。これは、ボールミリングにより希土類酸化物の粉体がマグネシウム粒内に入り込み界面を形成することで、水素の拡散経路が形成される為であると考察している。しかし希土類酸化物は質量が大きい為、重量水素密度が低下してしまう。そのため拡散経路を確保する方法として、より軽量の触媒が望まれる。そこで本研究では、触媒としてカーボンナノチューブに着目した。カーボンナノチューブは、その形状から軽量ながらも大きな表面積と高いアスペクト比を持つことが期待され、希土類酸化物以上に多くの界面が形成され、マグネシウムの水素化速度を向上させる可能性がある。そこで、本研究ではカーボンナノチューブとマグネシウムをボールミルにより粉砕・混合した試料の水素化速度の測定を行い、その特性を評価することを目的とした。

【方法】

マグネシウム水素化物(和光純薬製)とカーボンナノチューブ(MWCNT 和光純薬製)を転動型ボールミルにより 25hr. ボールミルを行った。尚、試料のボールミルポットへの充填、試料の取り出しから反応管への充填に至る全工程は十分に脱湿し高純度アルゴン(5N)雰囲気置換したグローブボックス内にて取り扱った。得られた粉体は反応管(SUS316L 製)に封入し高圧ジューベルト装置に取り付けた。反応管を 673K まで加熱し脱水素化測定を行った後、573K まで冷却し 1MPa の高純度水素(7N)を印加し水素化測定を行った。また、カーボンナノチューブの添加量依存性を探るため、添加量を 0・1・5・10・20・40・60mass%としてそれぞれの水素吸蔵測定を行った。

【結果】

マグネシウムをカーボンナノチューブと一緒にボールミリングすることにより、マグネシウム内にカーボンナノチューブを混入させることができ、それにより初期水素化速度が向上することを確認した。また、CNT の添加量の増加に伴い初期水素化速度が向上することを確認した。これは CNT 添加量の増加に伴い、カーボンナノチューブとマグネシウムの界面が増加していったためであると考えている。なお、詳細については当日の発表にて明らかにする。

[1] 上村篤史、内田晴久、日本金属学会誌 Vol.72, No.3, p.224-228, 2008

自然循環流のカオス解析—リアプノフスペクトラム解析による不安定性評価—

* 西川浩之（東海大学大学院人間環境学研究科）

沖野成紀（東海大学教養学部芸術学科）

** 須田不二夫（東海大学教養学部人間環境学科）

1. はじめに

自然循環ループ (Natural Convection Loop 以下 NCL) は、別名サーモサイフォンとも呼ばれ、動力不要の熱輸送機器として広く応用されている。例えば、地熱の回収や太陽熱温水器、原子炉の非常用炉心冷却装置、永久凍土の保全やコンピュータの冷却などである。ループ内流れはある状態で不安定化し、主流の反転を伴う不安定流（カオスの振動）を生じさせることが知られている。ループ内流体の不安定性はカオスに起因すると考えられるが、カオス時系列解析手法を用いた研究は少ない。そのため本研究では、時系列データの動的な側面（軌道不安定性）を評価するために、種々の温度時系列データに対して、主としてリアプノフスペクトラム解析をおこなった。^[1]

2. 実験装置と方法

矩形自然循環ループの模式図を Fig.1 に示す。実験ではループの加熱部にあたる下部水平ブランチを加熱すると同時に、冷却部である上部水平ブランチを冷却し、このときの流体温度、冷却水温度を測定した。ループは内径 0.030m のパイレックスガラス管製で、縦 $L_v=0.420\text{m}$ 、横 $L_h=0.415\text{m}$ の、正方形に近い矩形である。左右垂直ブランチおよび下部水平ブランチは断熱を施し、熱損失を抑えてある。解析には左右垂直ブランチの A、B 点の温度差 (ΔT_{AB}) を用いた。加熱量 Q (熱流束 q) の範囲は 10~950W (0.28~26.2kW/m²) で、 Q の上昇 (Q_{up}) と、下降 (Q_{down}) の 2 種類のデータを収集した。温度時系列データの振動のピークからリターンマップを作成し、最適時間遅れ値を高次自己相関係数から求めた上で、多次元状態空間にアトラクタを再構成した。それらに対し、ヤコビ行列の推定によるリアプノフスペクトラム解析をおこなった。なお、主流の反転が生じた加熱量範囲を、不安定領域として扱った。

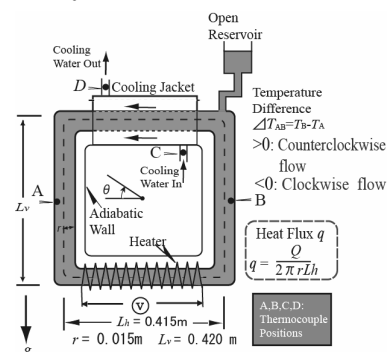


Fig.1 Schematic drawing of the rectangular natural convection loop.

3. 結果と考察

リターンマップから、不安定領域の振動が、1 次元写像で示せる規則性を有することが確認された。また、最大リアプノフ指数 λ_{max} に対する近傍点数 M 依存性（局所対大域プロット）を評価した。Figure 2 に埋め込み次元 $m=2\sim 10$ での局所対大域プロットの例を示す。図から、 m が大きくなるにつれて λ_{max} が正の値に収束していくことがわかる。不安定領域では M の局所領域において、 $\lambda_{\text{max}} \approx 0.1$ に収束した。これは、カオス的な不安定性を示している。また、再構成アトラクタが m 次元で埋め込みである場合、 m 番目のリアプノフ指数 λ_m の値は、それ以上の次元では変化しないと考えられる。 $m=2\sim 20$ での λ_m の M 依存性を評価した結果、 Q によって異なる特徴が得られた。特に不安定領域で λ_m は $m \geq 3$ で収束し、フラクタル次元解析と整合する結果を示した。^[2] 詳細については、ポスターにて報告する。

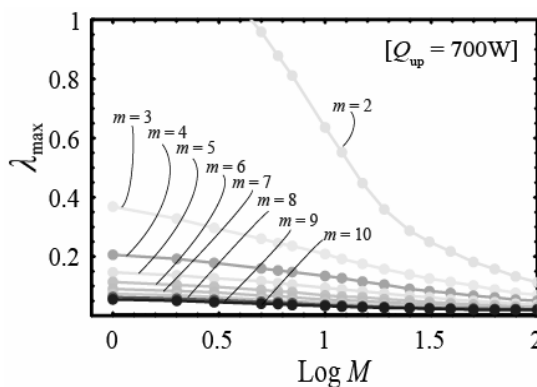


Fig. 2 Local versus global plot of λ_{max} ($Q_{\text{up}} = 700\text{W}$)

[1] 西川・沖野・須田：第 70 回応物秋（富山大）、8p-ZB-7.

[2] H.Nishikawa, S.Okino, F.Suda, J.Adv.Sci. 21, No.1&2, (2009).

航空機主翼・尾翼用炭素繊維強化 Al/CFRP 界面接合に関する研究

* 笠井淳（東海大学材料科学科）、針替伸拓（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

現在製造されている航空機材料は炭素繊維強化型高分子材料(CFRP)や Al、Mg、Ti 合金などの軽量高強度部材が広く用いられている。安心安全が重要視される旅客機において金属材料の高い信頼性は不動の位置を占めている。一方、近年では航空機構造材料として CFRP の利用が増加している。最新型航空機では約 50%以上利用されており、軽量化や高強度化を可能にしている。構造材料で高分子と金属を使用する際には、リベット止めやボルト止め、接着剤などが用いられている。しかしながら、リベット止めやボルト止めは炭素繊維を破損する可能性があり、接着剤は剥がれる可能性がある。このことにより、飛行中に部品が外れてしまうことが考えられる。そこで、本実験では接合強度向上のため炭素繊維を介した接合体の作製を目的としている。

【方法】

炭素繊維と金属が反応してしまうと脆い炭化物を生成してしまうので金属と炭素繊維間での反応を防ぐために炭素繊維表面に Ni コーティングを施す。コーティングされた炭素繊維上に Al を接触溶融させ、電子線加熱により Al を溶融させて炭素繊維に浸透させる。Al が浸透していない部分にプレストレス処理を施し CFRP を作製することで接合体とした。作製した Al と CFRP の接合体を強度評価として引張試験を行ない、SEM による界面強化機構の観察や、XRD による界面の構造解析を行った。

【結果】

炭素繊維を介して接合を行った試料のほうが接着剤で接合を行った試料よりも強度が向上していることを確認した。さらに、CFRP を作製する際にプレストレス処理を施すことにより、最初の見かけの硬化率が約 4 倍向上していることが確認できた。

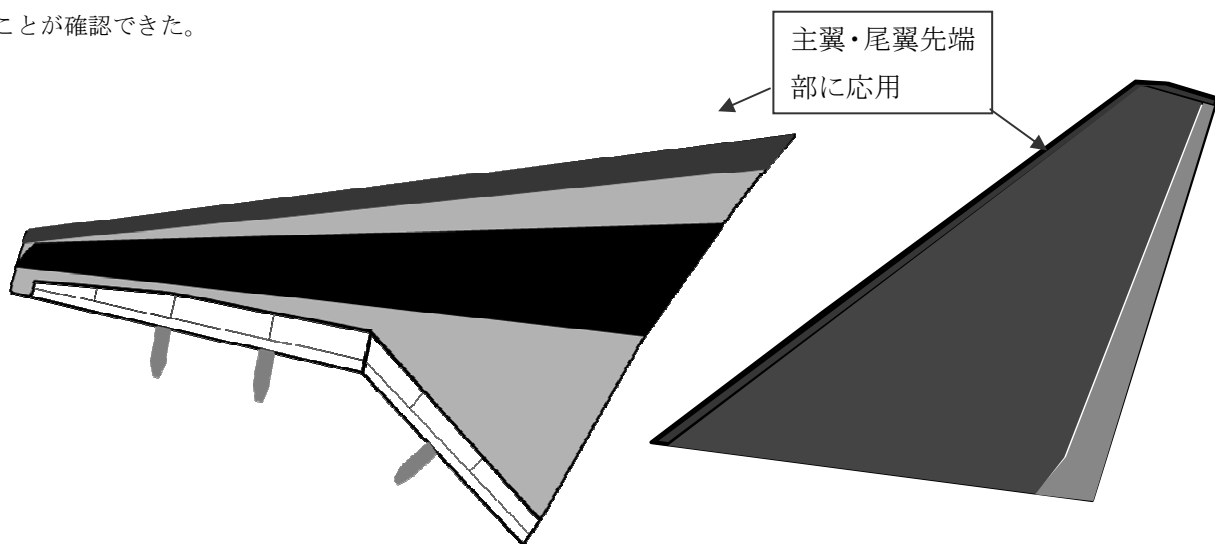


Fig1. 主翼模式図

Fig2. 尾翼模式図

超高層建築物用高炭素繊維含有 CFRP の曲げ特性に及ぼすプレストレスの効果

* 松田真珠美（東海大学工学部材料科学科）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
山本達也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

阪神淡路大震災を契機に CFRP 板を既存の鉄筋コンクリート(RC)構造物の表面に貼り付ける補修・補強技術が急速に普及するなど、CFRP は建築材料としても注目されている。低コストかつ容易に CFRP の強靱化が行えれば、次世代超高層建築物の構造材料として期待できる。

そこで、建築分野に用いられるプレストレストコンクリート(PC)工法に着目した。PC 工法とは、鉄筋に引張方向の予荷重を加えた状態でコンクリートを流し込み、コンクリートに圧縮応力を導入することで、鉄筋コンクリートの破壊強度を改善した工法である。本研究グループでは、この技術が容易にかつ低コストで CFRP の強化を行うことができると考えて実験を行い、これまでに炭素繊維含有量が 3vol%である CFRP において機械的特性の向上を確認している。更なる実用化を目指し炭素繊維含有量をより実用的な量である 50vol%に増加させた CFRP においても、衝撃値の向上を確認した。CFRP を建築材料として使用する場合、静的破壊挙動である曲げ特性について評価することは重要であると考えられる。そこで本研究では、実用的な炭素繊維含有量のプレストレスト CFRP を作製して曲げ試験を行い、曲げ特性の変化を評価することを目的とした。

【方法】

試料作製にあたっては、東レ株式会社製トレカ M30SC-18000 と日新レジン株式会社製ビスフェノール A 型液状エポキシ樹脂を用いた。炭素繊維を積層させて Al 型に取り付け、片端を固定しもう一方に重りを吊るして引張方向の予荷重を加えた。Al 型の温度を 338K に保持して樹脂と複合化した後、試料形状を JIS 規格 JIS K 7074 に準拠して 100mm×10mm×2mm の形状に加工した。試料の静的破壊挙動を評価するため、曲げ試験を行った。

【結果】

予荷重を加えていない試料に比べ、予荷重を加えた試料の曲げ破壊ひずみが約 30%、変形抵抗エネルギーが約 17%向上した。この結果より、プレストレス処理が、曲げ試験における CFRP の破壊に対する抵抗を向上させる効果を持つことを見出した。本研究より、プレストレス処理は低コストかつ容易に CFRP を強化できると考えられる。

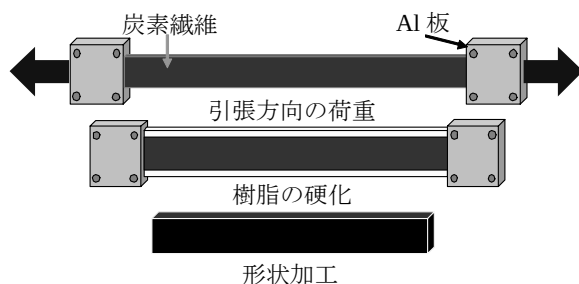


Fig.1 プレストレスト CFRP 作製方法の模式図

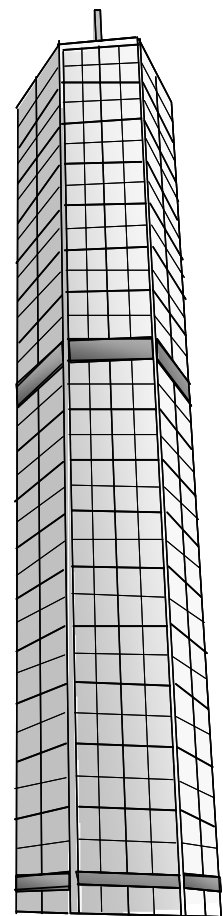


Fig.2 プレストレスト CFRP を用いた超高層建築物の模式図

航空機用低価格サンドイッチ複合 ABS 樹脂材料の衝撃特性及ぼす影響

* 難波真一郎（東海大学工学部材料科学科）、山本達也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

炭素繊維強化型ポリマー(CFRP)は高比強度であるため、航空機の構造用材料として使用されている。一般的に翼面にアルミニウムハニカム心材、表面を CFRP シートで挟んだサンドイッチ複合材料が使用されている。また、近年では高分子材料を心材に用いた CFRP シートで挟んだサンドイッチ複合体の作製も報告されている。しかし、一般的に CFRP は高価な材料として知られており、その使用量を抑えることができれば、大幅なコストダウンとなる。そこで、本研究では表面材として強靱な CFRP シートを使用し心材として安価な汎用性高分子材料を使用し、より衝撃特性が高く、低価格なサンドイッチ複合体を作製し、その衝撃特性を評価することを目的とした。

【方法】

エポキシ系のプリプレグ((株)三菱レイヨン製 TR3110 331MP エポキシ / CF)を表面材とし、ABS 樹脂((株)セコン三木製)を心材として使用した。その後オートクレーブ成型を行い、80mm×10mm×2.5mm の大きさの試験片を作製した。その後、JIS K 7077 炭素繊維強化プラスチックのシャルピー衝撃試験方法で、島津製作所製のシャルピー衝撃試験機にて衝撃試験を行った。

【結果】

シャルピー衝撃試験を行った結果、ABS 樹脂を心材として作製した層状複合試料では、炭素繊維含有率が 12Vol%程度であるにもかかわらず 60vol%炭素繊維を含有した CFRP とほぼ同等のシャルピー衝撃値を示したことから、高価な CFRP の使用量を低減させる可能性を見出した。

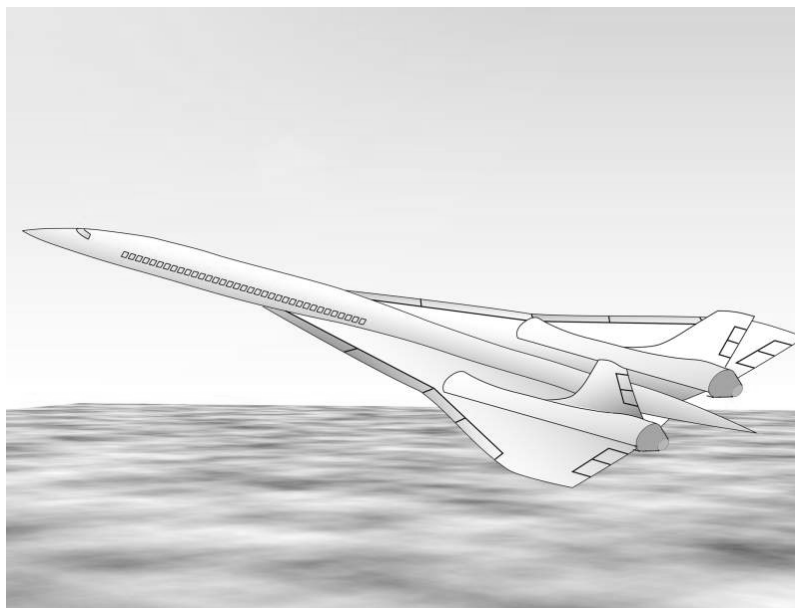


図 1 CFRP を使用した航空機の概略図

航空機用ガラス繊維強化型ポリマー (GFRP) の電子線照射とシランカップリング処理による衝撃値への影響

* 高田啓介 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、岩田圭祐 (東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻)、
利根川昭 (東海大学大学院理工学研究科総合理工学専攻)
* * 西義武 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

【緒言】

ガラス繊維強化型ポリマー (GFRP) は、様々な成型法が適用でき、生産性が高く、大量生産に向いていることから、図 1 に示すように航空機産業からレジャー用品にまで幅広く応用されている。特に、レーダードームではその優れた電気絶縁性から GFRP が大半を占める。しかし、GFRP にはガラス繊維と母材樹脂間のぬれ性が悪く、接着強度が低いという欠点がある。一方で、シランカップリング剤は分子内に有機材料、および無機材料と反応結合する官能基を同時に有する有機ケイ素化合物である。これを用いることにより、有機材料と無機材料界面における接合力が増加するため、ガラス繊維強化型ポリマーの強度が向上するが、さらなる強度向上が求められている。本研究グループでは過去にシリカ系ガラスに電子線照射を行うとダングリングボンドが生成し、強度、及びぬれ性が向上することを確認している。そこで、本研究では GFRP 作製の前処理としてグラスファイバーに電子線照射による強度改善を行う。さらに、シランカップリング処理によりガラス繊維と母材樹脂間の接着強度が増加し、GFRP の動的機械的性質である衝撃値が向上することを期待し、検討を行った。

【実験方法】

本研究の試料は市販のグラスファイバー (日東紡 (株) 製 チョップドストランドマット MC 300 A) とエポキシ樹脂 (日新レジン製) を用いた。シランカップリング剤には市販のエポキシ樹脂用シランカップリング剤 (信越化学製 KBM-603 N-2-(アミノエチル)-3-アミノプロピルトリメトキシシラン) を用いた。電子線照射は、シランカップリング処理の前処理としてグラスファイバーに対して行った。電子線照射には、エレクトロンカーテンプロセッサ (岩崎電気 (株) 製 CB/15/180L) を用いた。機械的性質の評価にはシャルピー衝撃試験を用い、JIS K7061 に準拠して行った。

【結果】

シランカップリング処理のみの GFRP に比べ、グラスファイバーに前処理として電子線照射を行い、シランカップリング処理を施した GFRP のシャルピー衝撃値が約 30% 向上することを確認した。この結果、圧肉 GFRP の製造においても電子線照射処理が効果的であることが確認できた。



図 1 GFRP の応用例

航空機用耐熱 CFRP の吸水によるシャルピー衝撃値の向上

* 山本達也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、** 西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻学科）

【目的】

炭素繊維強化型ポリマー(CFRP)は高強度かつ軽量なため、航空機の構造材料として使用されている。中でもポリイミド(PI)をマトリックスとした CFRP(CF / PI)は高分子材料の中で最高の耐熱性を示すことから、200℃を超える温度域においても長時間使用が可能であるため、航空機のさらなる軽量化の可能性が期待されている。

航空機の構造材料として使用する際には、雨や雲などの吸水環境下における使用が想定される。このため、吸水により CFRP(CF / PI)の強度が変化する可能性を検討する必要がある。そこで、CFRP(CF / PI)に吸水処理を施し、吸水によるシャルピー衝撃値の変化を評価し、さらにその安全設計のための下限衝撃値を求めることを、本研究の目的とした。

【方法】

耐熱性 CFRP(CF / PI)には宇部興産(株)製 PETI PLATE (HA-10)を使用した。試料中の強化繊維には炭素繊維(東レ(株)製 トレカ T300-3k)を平織で10層使用し、マトリックスにはポリイミド(PI) (宇部興産(株)製 PETI-330)を用いた。なお、CFRP(CF / PI)の繊維含有率は46.8%であった。試料成型は低速カッター(MC-201、MARUTO)を用いた。シャルピー衝撃試験の試料寸法は80×10×2(mm)である。吸水試験は、373K の蒸留水中に試料を入れ、吸水し、10 万秒と 20 万秒経過後に質量を測定した。また、シャルピー衝撃試験は、(株)島津製作所のシャルピー衝撃試験機を使用し、CFRP(CF / PI)の衝撃値を求めた。

【結果】

吸水処理を施すことで最大約0.4%の吸水率を示すことを確認した。さらに、吸水時間の経過とともにシャルピー衝撃値は向上し、吸水時間10万秒試料では3.6%、吸水時間20万秒試料では13.4%向上することを確認した。また、下限衝撃値は吸水時間20万秒試料が最も高い値を示すことを確認した。

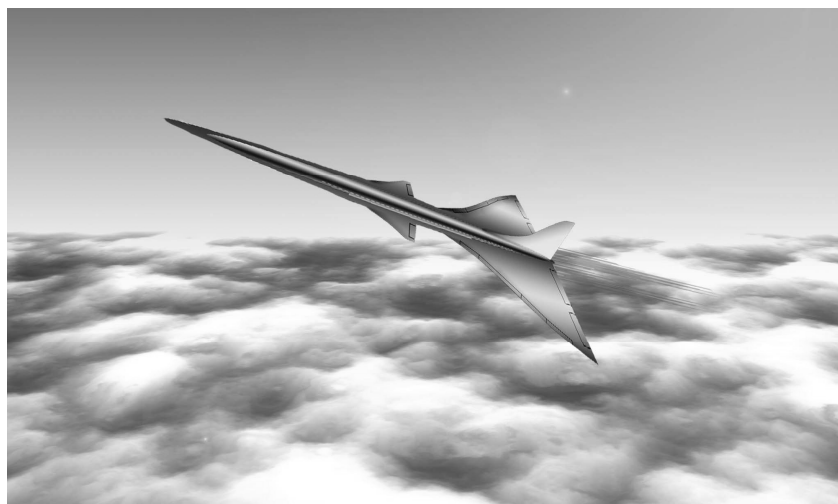


図1 耐熱 CFRP を使用した航空機の概念図

航空機構造用耐熱性 CFRP の衝撃値に及ぼす電子線照射の影響

* 武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学連合大学院総合理工学研究科総合理工学専攻）、利根川昭（東海大学連合大学院総合理工学研究科総合理工学専攻）** 西義武（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）

【目的】

ポリイミドをマトリックスとした CFRP は、従来のエポキシ樹脂をマトリックスとした CFRP に比べ、耐熱性に優れている。このことから、航空宇宙用部材や自動車などの移動車両の構造材料としての応用が期待されている。しかし、航空機や自動車などの構造材として用いる際には、更なる軽量化と高強度化が求められている。一方、過去に本研究室では、エポキシ樹脂をマトリックスとした CFRP に対して電子線照射を行うことにより引張強度や衝撃値が向上することを確認している。図 1 に現在の航空機の模式図と CFRP の使用箇所と使用比率を示す。現在、最新の航空機ではおよそ 40%程度の CFRP が用いられており、航空機の構造材料として重要な位置を占めている。本研究では、下図の航空機などの構造体にも使用できる耐熱性の高いポリイミドをマトリックスとした CFRP に対し、電子線照射を用いた均質処理による強靱化について評価を行った。

【方法】

試料には PETI PLATE(宇部興産(株)製 HA-10)を用いた。なお、試料中の強化繊維には炭素繊維(東レ(株)製 トレカ T300-12k)を平織で 10 層使用し、マトリックスにはポリイミド(宇部興産(株)製 PETI-330)を用いた。電子線照射には、岩崎電気(株)製エレクトロンカーテンプロセッサを用いた。電子線照射前後の強度評価には JIS K7077 に準拠した衝撃試験を行った。衝撃試験にはシャルピー振子型衝撃試験機を用いた。

【結果】

電子線照射処理により、ポリイミドをマトリックスとした耐熱性 CFRP の衝撃値が向上することが確認できた。このことから、電子線照射処理は耐熱用 CFRP の強靱化において有効な処理法であることを見いだした。

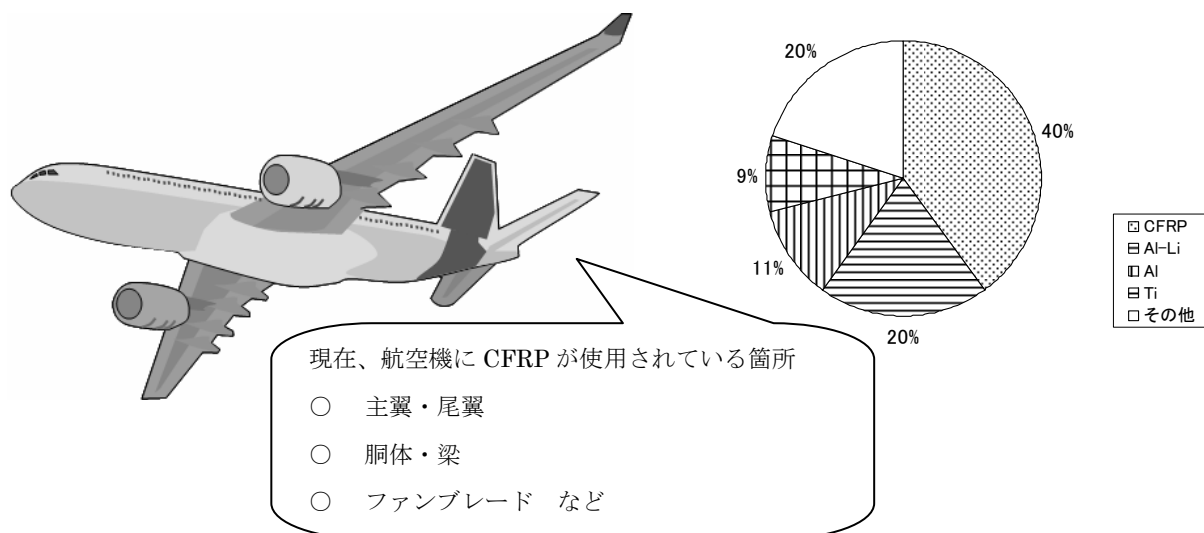


図 1 航空機の模式図と CFRP の使用箇所

微量の貴金属およびイットリウムを添加したアルミナ生成合金の 1473-1673K における耐水蒸気酸化性

* 大久保勝彦(湘南工科大学マテリアル工学科), 小川優美, 岡部悟, 小峰司 (湘南工科大学マテリアル工学科)
小原和夫, 央戸統悦 (東北大学金属材料研究所), ** 天野忠昭 (湘南工科大学マテリアル工学科)

1. 緒言

アルミナ生成合金の耐高温酸化性は主にその合金表面に生成する連続スケール層の密着性に依存する。実用 Al_2O_3 生成合金上のスケールは冷却過程でしばしば剥離する。スケール剥離の主な原因はスケール/合金界面における硫黄の偏析であると言われているが複雑である。スケールの密着性を改善するために活性元素の添加が古くから行われ、よい結果を得ている。近年、水蒸気を含む酸化性雰囲気中におけるスケールの剥離が問題となっている。本研究では微量の貴金属およびイットリウムを添加したアルミナ生成合金の耐水蒸気酸化性について検討する。

2. 実験方法

アルミナ生成合金である Fe-20Cr-4Al(A4)を基本合金とし、これに 0.5mass%の貴金属(パラジウム, 白金, 金)および 0.01-0.5mass%のイットリウムを添加した合金をアーク溶解法により精製後、熱間・冷間圧延し、次いで切断により約 $10 \times 20 \times 0.5$ mm の板状試片を作製した。これらの試料を研磨し(# 1500), アルコール中で超音波洗浄後供試材とした。酸化実験は水蒸気を含む(露点温度: 353 K)酸素中および比較のために酸素中 1473, 1573 および 1673 K で 18ks 間実施した。酸化前後の質量の測定から質量増加量を求め、また冷却過程でスケールが剥離した場合には剥離酸化物量を測定した。その後外観観察を行ない、酸化スケールの結晶相を X 線回折装置により同定した。次いでスケール表面形態、並びにスケールが剥離した場合にはその下地合金表面を SEM で調べた。スケールの密着性が改善された白金添加合金についてはスケール/合金界面を FE-TEM/EDS で調査した。

3. 結果および考察

水蒸気を含む酸素中における各合金の質量増加量を Fig. 1 に示す。質量増加量はすべての合金で酸化温度の上昇とともに増加した。貴金属の添加は質量増加量にはほとんど影響しないことがわかる。一方、イットリウム添加合金の質量増加量はいずれの酸化温度でもその添加量の増加とともに 0.1mass%Y まで低減し、0.5%Y で増加した。これら質量増加量は酸素中で得られた数値とほとんど同じであった。

Fig. 2 および 3 に水蒸気を含む酸素中、並びに酸素中における各合金の剥離酸化物量をそれぞれ示す。基本合金の 1473 および 1573K 酸化では両酸化条件でそれらの数値はほとんど同じであった。しかしながら、1673K 酸化ではその剥離酸化物量は水蒸気を含んだ酸化条件の方が大きかった。また他の合金でも同様の傾向があった。水蒸気を含む 1673K 酸化では 0.5Pt および 0.5Y 合金の剥離酸化物量は零であった。0.5Pt 合金のスケール/合金界面の FE-TEM/EDS 分析より Pt の濃縮が合金側で観測された。このことがスケールの密着性改善に何らかの影響を及ぼすものと考えられる。

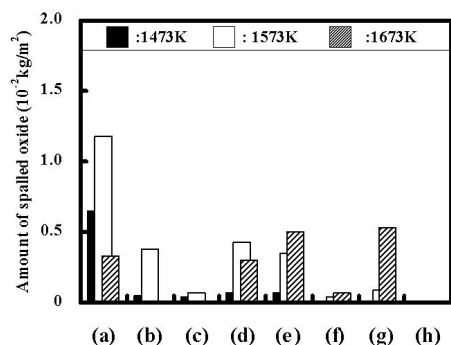


Fig. 2 Amount of spalled oxide of Fe-20Cr-4Al alloys with noble metals and yttrium exposed to oxygen-water vapor (dew point: 353K) for 18ks at 1473, 1573 and 1673K. (a) A4. (b) 0.5Pd. (c) 0.5Pt. (d) 0.5Au. (e) 0.01Y. (f) 0.05Y. (g) 0.1Y. (h) 0.5Y.

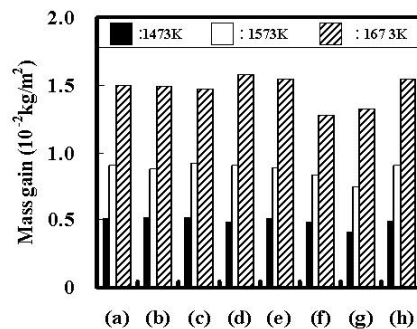


Fig. 1 Mass gain of Fe-20Cr-4Al alloys with noble metals and yttrium exposed to oxygen-water vapor (dew point: 353K) for 18ks at 1473, 1573 and 1673K. (a) A4. (b) 0.5Pd. (c) 0.5Pt. (d) 0.5Au. (e) 0.01Y. (f) 0.05Y. (g) 0.1Y. (h) 0.5Y.

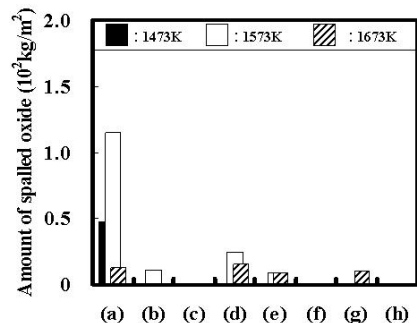


Fig. 3 Amount of spalled oxide of Fe-20Cr-4Al alloys with noble metals and yttrium exposed to oxygen for 18ks at 1473, 1573 and 1673K. (a) A4. (b) 0.5Pd. (c) 0.5Pt. (d) 0.5Au. (e) 0.01Y. (f) 0.05Y. (g) 0.1Y. (h) 0.5Y.

微量の白金およびイットリウムを添加したアルミナ生成合金のスケール表面およびスケール/合金界面形態観察

* 長谷泰彦(湘南工科大学マテリアル工学科), 大竹明良, 生出朝海, 伊東秀和(湘南工科大学マテリアル工学科)

西山逸雄(ダイプラ・ウインタス株式会社), 岩森暁(金沢大学), 青柳英二(東北大学百万ボルト電顕室)

小原和夫, 矢戸統悦(東北大学金属材料研究所), ** 天野忠昭(湘南工科大学マテリアル工学科)

1. 緒言

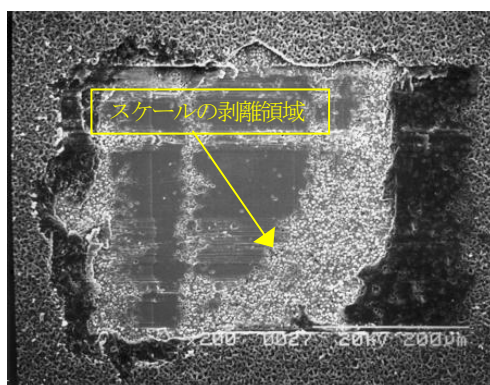
アルミナ生成合金の耐高温酸化性は主にその合金表面に生成する連続スケール層の密着性に依存する。実用 Al_2O_3 生成合金上のスケールは冷却過程でしばしば剥離する。スケール剥離の主な原因はスケール/合金界面における硫黄の偏析であると言われていたが複雑である。スケールの密着性を改善するために活性元素の添加が古くから行われ、よい結果を得ている。近年、水蒸気を含む酸化性雰囲気中におけるスケールの剥離が問題となっている。本研究では微量の白金およびイットリウムを添加したアルミナ生成合金の酸素-水蒸気中または酸素中における高温酸化により生成したスケール表面およびスケール/合金界面形態について検討する。

2. 実験方法

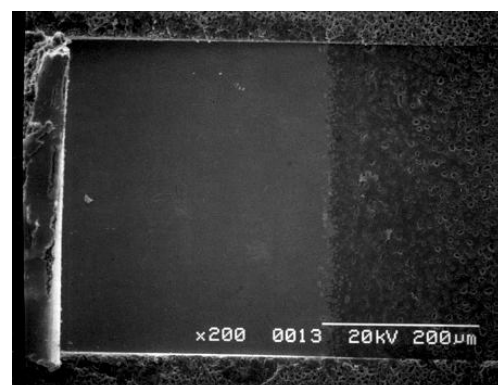
アルミナ生成合金である Fe-20Cr-4Al(A4) を基本合金とし、これに微量の白金およびイットリウムを添加した合金をアーク溶解法により精製後、熱間・冷間圧延し、次いで切断により約 $10 \times 20 \times 0.5 \text{ mm}$ の板状試片を作製した。これらの試料を研磨し(#1500), アルコール中で超音波洗浄後供試材とした。酸化実験は主として酸素-水蒸気(露点温度: 353 K)中 1673 K で 18ks 間、また酸素中 1473K で 18ks 間実施した。酸素-水蒸気中の酸化では白金添加合金について酸化後アルミナスケールをダイヤモンド刃により切断しそのスケール/合金界面を SEM により観察した。次いで冷却過程でスケールの剥離した合金表面を EMMA で観測した。また酸素中酸化ではイットリウムおよび白金を単独または複合添加した合金についてアルミナスケール表面およびスケール/合金界面形態を SEM で観察した。一部の試料のスケール/合金界面の TEM 観察を実施した。

3. 結果および考察

Fe-20Cr-4Al-(0, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0)Pt 合金について酸素-水蒸気(露点温度: 353 K)中 1673 K で 18ks 間の酸化実験を実施した。白金の添加は質量増加量にはほとんど変化がなかったが、スケールの密着性を改善し、特に Fe-20Cr-4Al-0.5Pt(0.5Pt)合金で著しかった。Fig. 1 に A4 および 0.5Pt 合金のダイヤモンド刃によるスケール切断面を示す。スケールの密着性の悪かった A4 合金ではスケールの剥離領域が観察される。一方、0.5Pt 合金のスケール/合金界面は起伏のある形態を示し、スケールの密着性が良好であることが示唆された。Fe-20Cr-4Al-(0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5)Y, -(0.005, 0.05, 0.5)Pt-(0.01, 0.05, 0.1)Y 合金について酸素中 1473K で 18ks 間の酸化実験を実施した。イットリウムの添加は 0.1mass% までは質量増加量を低減するが、その後増加へと転じた。イットリウムと白金の複合添加では Fe-20Cr-4Al-0.005Pt-0.05Y 合金の質量増加量が最も小さかった。Fe-20Cr-4Al-(0, 0.005, 0.05, 0.5)Pt-0.05Y 合金のスケール表面を観察した。Fe-20Cr-4Al-0.05Y 合金への白金の添加はその添加量の増加とともにスケール表面を rough から smooth に、そしてまた rough へと変化することがわかった。質量増加量の最も小さかった Fe-20Cr-4Al-0.005Pt-0.05Y 合金のスケール/合金界面の TEM 観察についても報告する。



(a)



(b)

Fig. 1 SEM micrographs of scale/alloy interface cut by diamond blade of (a) Fe-20Cr-4Al and (b) Fe-20Cr-4Al-0.5Pt alloys exposed to oxygen-water vapor (dew point: 353K) for 18ks at 1673K.

高速油膜ジャーナル軸受の安全・安心システムの開発

* 小林雅弥 (東海大学工学研究科機械工学専攻),

** 落合成行 (東海大学工学部機械工学科), ** 橋本巨 (東海大学工学部機械工学科)

1. はじめに

ジャーナル軸受は、回転軸の支持要素としてコンプレッサやターボチャージャーなどの多くの機械に使用されている。近年これらの回転機械は小型化・高速化の傾向にあるが、ジャーナル軸受は高速回転時にオイルホイップと呼ばれる自励振動が発生するためこれを防ぐ必要がある。オイルホイップの抑止にはティルティングパッド軸受が広く用いられているが、この軸受は構造が複雑なため小型の回転機械には適していない。そのため、小型化が容易なシンプルな軸受形状で高い安定性を有する軸受の開発が求められている。

このような問題に対して橋本らはこれまでに軸受内に供給する潤滑油量を絞るスターブ潤滑を利用することでオイルホイップを抑制できることを明らかにしている⁽¹⁾。しかしながら、スターブ潤滑は特に低速回転域において軸と軸受の間の油膜が薄くなり接触する危険性が高くなる。そこで、軸受内に供給する潤滑油量を制御し、オイルホイップの抑制と油膜厚さの確保を両立するシステムを開発した。

2. 供給油量制御方法

Figure 1 は供給油量制御実験に用いた試験装置である。軸受の近くに水平方向と垂直方向に取り付けた渦電流式変位計によりジャーナル軌跡を測定し、軸受上部に取り付けた制御装置により、軸受内に供給する潤滑油量を調節することができる。供給油量制御の方法を Fig. 2 に示す。ジャーナル軌跡の信号を逐次モニターし、振幅、振動数、軸心軌跡を測定する。それを元に回転数の検出やオイルホイップの検出、油膜厚さの監視を行い、運転状況に適した潤滑油量を決定し、供給油量制御装置により軸受内に供給する潤滑油量を制御する。

3. 供給油量制御の実行結果

Figure 3 はフラッド潤滑下および流量制御を実施した場合の実験結果を比較したものである。同図中(i)は回転数の上昇に伴う振幅の変化と供給油量を、(ii)は軸心位置を示している。

Figure 3 (i) より、供給油量制御を行わないフラッド潤滑下では 4500[rpm] でオイルホイップが発生しているのに対し、油量制御を行った場合は軸のオイルホイップが起きず安定化が図られている。また、スターブ潤滑下となる 4500[rpm] 以降では油膜厚さを監視して供給油量を調節している。そのため、同図 (ii) より、4500[rpm] 以降においても適切に油膜厚さが保たれている。以上のことから、供給油量制御はオイルホイップの抑制と油膜厚さの確保に有効であることが確認された。

4. 参考資料

1) 橋本, 落合: Trans ASME J Tribol, 131,1 (2009) 011705

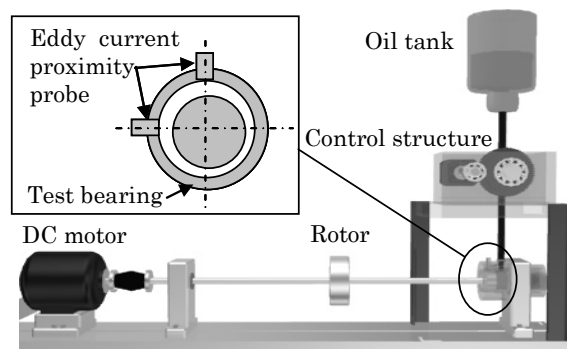


Fig.1 Over view of test rig

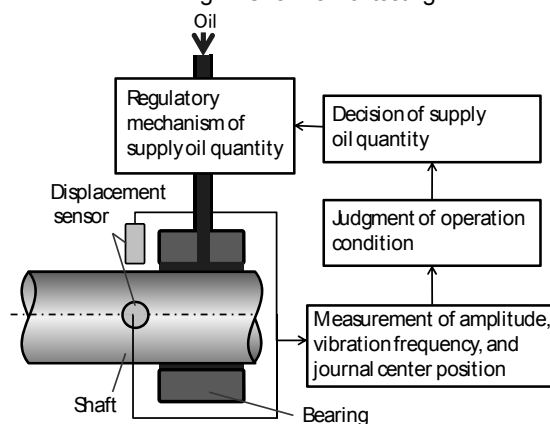
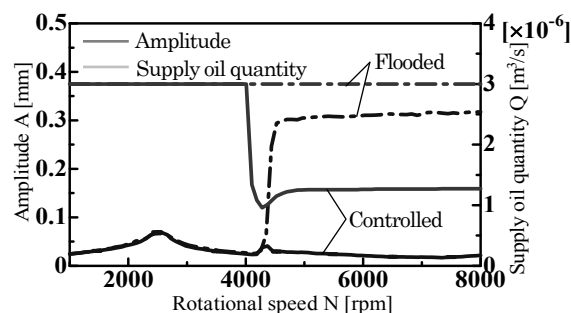
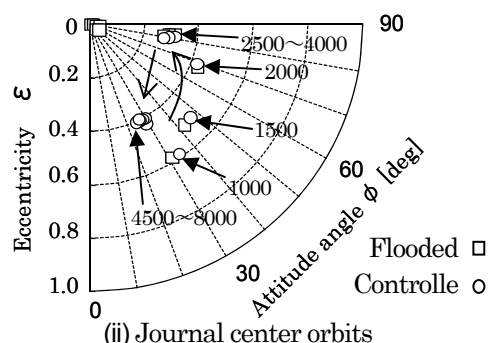


Fig.2 Supply oil control mechanism



(i) Amplitude and supply oil quantity



(ii) Journal center orbits
Fig.3 Experimental results for supply oil control mechanism

次世代 Nb₃Sn 超伝導線材の研究

*佐々木 弘樹(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

**太刀川 恭治(東海大学工学部材料科学科)

1. 目的

Nb₃Sn 超伝導線は 10~20 テスラ (T) の高磁界を発生できる唯一の実用線材で、バイオ分野で有用な NMR (核磁気共鳴) や 2007 年に発足した国際巨大プロジェクト ITER (国際熱核融合実験炉) で使われる他、加速器、高磁界 MRI などへの活用も期待され、科学技術のキーマテリアルの一つとなっている。Nb₃Sn 線は現在さきに太刀川教授が開発したブロンズ法で生産されているが、その特性は限界に達しており、また加工に多くの中間焼鈍を必要として時間とコストがかかる。最近 Sn-Ta 系合金シートと Nb シートを積層し巻き込むジェリーロール (JR) 法 Nb₃Sn が当研究室で新たに発明され、20T 以上の高磁界発生も可能であることが示された。本実験ではこの新線材の組織と特性について研究を行った。

2. 実験方法

Sn 粉末に Sn/Ta 原子比で 8/1~4/1 の Ta 粉末を混合し、るつぽにいて~775℃で反応溶融拡散させると、タイトに凝固したボタンやロッドがえられる。Ta 粒子の分散は Sn の機械的強度を高め、Nb との複合加工性を改善する。さらに Sn に対して 3~4at% の Ti を置換すると、Ta 粒子と Sn マトリックスの結合を強めるとともに Nb₃Sn の層厚を増して特性を高める。また、全体に対して 2~3wt% の Cu を添加すると、線材熱処理温度を 900℃から 750℃に低下出来る。

ボタンはプレスによりプレートとしたのち、厚さ 80~90 μm のシートに圧延する。これを図 1 に示したように厚さ 100 μm の市販 Nb シートと重ねまきして、JR 複合体を作製し、外径/内径 10.0/7.2mm の Nb-3.3at%Ta シースに挿入して線材に加工した。一方、ロッドは丸棒に削ったのち、上述のシースに挿入して 6 角素線に加工した。これを多数本束ねて Nb シートのバリアをまき、Cu 管に充填して静水圧押出加工と線引きによりマルチロッド(MR)線を作製した。これらの線材を真空中~750℃で熱処理して Nb₃Sn 層を生成させた。

線材断面の組織を EPMA により観察し、また Nb₃Sn 層の組成を分析した。線材の上部臨界磁界 B_{c2} 及び臨界電流 I_c を 4.2K、垂直磁界下で 4 端子法により測定した。また、I_c は 1 μV/cm の基準で測定し、線材の断面積で除して臨界電流密度 J_c をもとめた。さらに超伝導磁界温度 T_c を 4 端子法により測定した。

3. 結果及び考察

Sn/Ta 原子比が 8/1、4/1 の混合粉末を反応凝固させる独自の方法により Sn-Ta シート及びロッドを作製して、JR 法及び新しい MR 法により Nb₃Sn 線材を作製出来た。JR 法において EPMA 分析をした結果、Sn が化学量論比組成で濃度勾配のない厚い Nb₃Sn 層が生成されていることがわかった。これは Nb と Sn の相互拡散という新しい生成機構によるためである。MR 法では 19 芯及び 37 芯線材を加工した。MR 法でも厚い Nb₃Sn 層が生成されるが、Sn 濃度は JR 法線材よりやや低かった。

JR 法線材では 4.2K で中点 26.9T、MR 法線材では中点 26.5T の高い B_{c2} がえられ、従来のブロンズ法線材に比べ本質的に優れた高磁界特性をもつことがわかった。さらに T_c もブロンズ法線材は 16.95K を中点に 1K の範囲にブロードに遷移しているが、JR 法線材は 18.10K を中点に 0.1K 以内とシャープな遷移になっている。これも Nb₃Sn 層が化学量論比に近いと考察できる。また 4.2K、22T の高磁界におけるブロンズ法線材の J_c は 45A/mm² であるが、JR 法線材は 130A/mm²、MR 法線材は 120A/mm² と格段に高い値がえられた。

また本線材は中間焼鈍を必要としないため、加工期間がブロンズ法線材の 1/10 以下となり、コスト低減も期待される。なお、MR 法線材は JR 法線材よりも多芯線の製作が簡単な特徴をもつ。今後線材断面積の設計の改良により、さらなる特性の向上が期待される。

さらに最近本研究室において Sn-Ta 系の代わりに新しく Sn-B 系合金を用いた JR 法 Nb₃Sn 線材の製作に着手し、同様に好結果がえられているのでその結果についても報告する。終わりに MR 法線材の静水圧押出と線引き加工していただいた日立電線(株)殿及び試料の EPMA 分析していただいた東海大学・技術共同管理室 宮本泰男室長に深い謝意を表する。

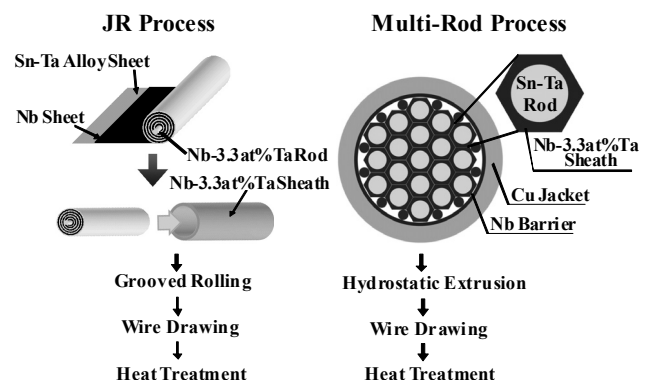


図 1. JR 法線材及び MR 法線材の作製プロセス。

機能性タンパク質を用いた匂い成分の可視化法に関する研究

* 北和昂、王 昕（東京医科歯科大学大学院 歯医学総合研究科）、遠藤裕幸（東海大学 情報理工学部）、
 安藤恵理（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、齊藤浩一（東京工業高等専門学校 機械工学科）、
 高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、** 三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

揮発性生体成分(生体臭)には病気や身体状態に伴う様々な生体情報が含まれており、患者のスクリーニングや医療診断、口腔衛生評価などへの適用が期待されている。例えば、飲酒後の呼気中に含まれるエタノール及びその代謝産物であるアセトアルデヒドを定量することが可能となれば、飲酒レベルやアルコール代謝能の評価が可能となる。しかし、呼気や生体臭のような揮発性成分は時間的・空間的な変動が大きく、既存の計測技術ではその変動を連続的に評価することが困難である。そこで本研究では、エタノールガスを生体触媒及びルミノールにて化学発光に導き、高感度 CCD カメラを用いて撮影することで、光学的変化として可視化するシステムを構築した。

【実験方法】

図 1 に本研究におけるエタノール可視化原理を示す。エタノールはアルコール酸化酵素(alcohol oxidase : AOD)により酸化触媒されると過酸化水素(H_2O_2)を生成する。この H_2O_2 が西洋わさび由来ペルオキシダーゼ(Peroxidase, from horseradish : HRP)の触媒作用によりルミノールと反応し、化学発光(波長 : 425 nm)を生ずる。そこでメッシュ状担体上に上記 2 種類の酵素を固定化し、エタノールガスを負荷した際に担体上で生じる化学発光を高感度 CCD カメラにて撮影することで、エタノールガスを動画像として撮影した。

実験では、AOD 及び HRP、リン酸緩衝液、光架橋樹脂(PVA-SbQ)の混合液をメッシュ状担体に均一に塗布し、4 °C の冷暗所にて乾燥させた後、蛍光灯照射にて酵素を包括固定化した。次に、作製した酵素固定化メッシュを 5.0 mmol/l ルミノール溶液で湿潤させた後、暗ブース内に設置した。そして、ガス発生器にて調製した標準エタノールガス(20～1200 ppm)を一定距離より酵素固定化メッシュに負荷(200 ml/min、20 秒間)し、酵素反応に伴うルミノール発光を高感度 CCD カメラにて撮影し、動画像を HDD レコーダとコンピュータにて記録した。

【結果及び考察】

本システムを標準エタノールガスに適用したところ、ガスの負荷に伴う濃度分布とその経時変化を、ルミノール発光の二次元的な動画像として可視化することができた。また、撮影した動画像における濃度分布を積分処理したところ、図 2 のように経過時間に伴う発光量の変化が観測され、酒気帯び運転の判断値(約 78 ppm)を含む濃度範囲でエタノールガス濃度と発光強度との間に線形性が確認された。さらに、本システムにて飲酒(アルコール濃度 5 %、体重 1 kg あたり 0.4 g)後の呼気計測を行ったところ、呼気中アルコールの検出及び可視化が可能であった。

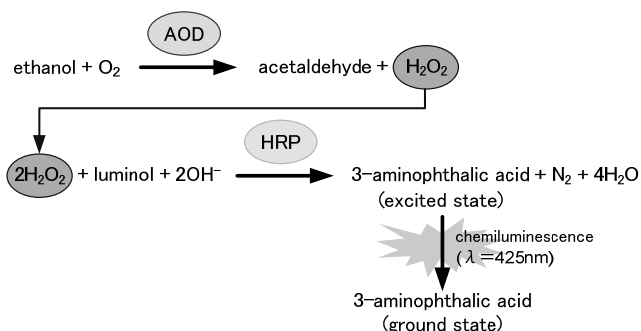


図 1. ルミノール発光を用いたエタノール計測の原理

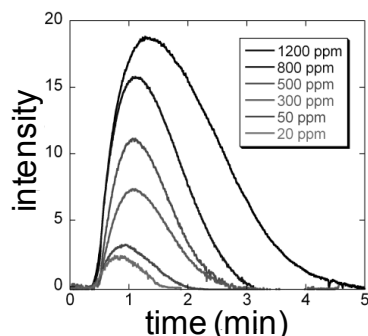


図 2. 各エタノールガス濃度に対する可視化システムの出力応答

希土類元素添加 ITO 単結晶の発光特性

*川合裕人（東海大学工学研究科光工学専攻）、**若木守明教授（東海大学工学部光・画像工学科）

1.背景・目的

光電変換装置の発展に伴い、光の透過性及び電気伝導性の良い透明な伝導体もしくは半導体の開発が必要不可欠となっている。 In_2O_3 を主成分とする透明電導膜が開発されて以来、材料の製法、光学的特性、電気的特性の開発研究が広く行われている。本研究では高輝度、色純度、短残光、劣化など多くの課題が残る蛍光体を、以前から研究されていた ITO 単結晶へ希土類元素を添加し、蛍光体を試作した。電子ビーム励起の発光体として、発光特性、電気的特性の向上を目的とした。

2.実験方法

単結晶作製方法として FLUX 法による作製を行った。FLUX 法とは白金ルツボに試薬を入れ、電気炉で加熱するというものであり比較的大きな結晶を容易に作り出すことができる。電気炉の加熱パターンを Fig.1 に示した。Flux として酸化鉛(PbO)、酸化ボロン (B_2O_3)を用いた。主成分である酸化インジウム(In_2O_3)と、酸化スズ(SnO_2)、蛍光体として希土類元素である酸化ユウロピウム(EuO)を合わせて Flux と共に 100cc の白金ルツボの中にいれ電気炉で加熱する。その後炉から取り出した白金ルツボに硝酸を加え、Flux のみを溶かし、ITO 結晶を抽出した。

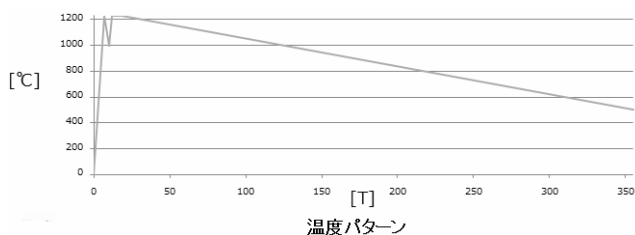


Fig.1 Flux 成長用電気炉の加熱パターン

3.結果

今回は、Sn 含有量は最低限の 5mol% で、ITO 単結晶の試作を行った。ユウロピウムはやや多めの 0.2g (5.4mol%) の添加を行った。抽出した Eu 添加 ITO 結晶を硝酸でさらに洗浄し Flux を洗い流した。それに紫外

線 (254nm) を当て、分光器により発光特性を測定した。

Fig.2 に示すように、590nm に強い発光ピークを観測したことより、Eu は結晶格子内に取り込まれていることが確認できた。

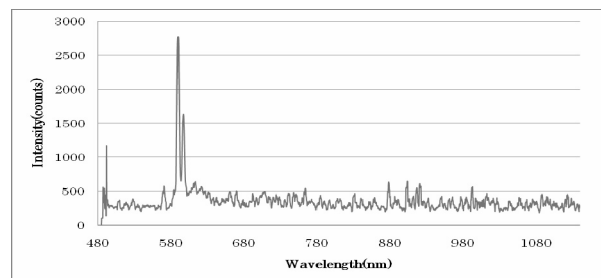


Fig.2 作製した蛍光体の発光特性

4.考察・今後の課題

現在までの研究において、ITO 単結晶を成長し、主に電気的特性と Sn 含有率との関係を研究してきた。

本研究では、高効率、長寿命な発光体を得ることを目標とした。その第1段階として、ITO 単結晶へ希土類元素を添加し、その発光特性、電気的特性を調べることを目的とした。その結果、紫外領域での発光特性が観測された。今回蛍光体として添加した Eu は主に赤色蛍光体として使用されており蛍光もその付近に出ることが予想されていたが 590nm とオレンジ色付近にピークが見てとれた。また以前からの ITO 単結晶のデータより今後は Eu の比率を 3mol%~5mol% 前後を目安に上下させることによる蛍光特性の変化、電気的特性の測定、粉末 X 線解析による成分分析、SEM による電子ビームでの発光特性の測定を行っていく予定である。

5.参考文献

- 1) M.Wakaki, Y. Kanai "Far-Infrared Reflectivity Spectra of Non-Doped and Mg-Doped In_2O_3 Single Crystals", JPN. J. Appl. Phys. Vol. 25, No. 3 (1986)502.
- 2) 東海大学工学部電子工学科金井研究室昭和 57 年度卒業論文「ITO 単結晶作製とその電気的性質の測定」

宇宙天文観測用サブミリ波検出器の開発

* 山下恭平（東海大学大学院工学研究科光工学専攻）、松本拓也（東海大学工学部光・画像工学科）

渡辺健太郎（東京大学）、村上浩（ISAS/JAXA）、

* * 若木守明（東海大学大学院工学研究科光工学専攻）

1. 背景・目的

現在、天文学において遠赤外・サブミリ波帯（50–300 μm ）における観測結果が乏しいという現状がある。そこで、本研究では宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究のもと、遠赤外線・サブミリ波領域を観測するために、特にこの領域での検出に最適とされるガリウム砒素（GaAs）を用いた検出器の開発を目的としている。

検出器には高純度かつドナー密度に対するアクセプタ密度が低い低補償比な GaAs 結晶を作製する必要がある。市販されている GaAs 結晶では純度、補償比の面で不足しているため、独自に結晶を作製することで目的とする検出器の開発を行っている。今まで数多くの GaAs 結晶を作製したが、目的とする結晶が得られていない。そこで、新たな結晶作製装置を立ち上げ、より検出器に適した GaAs 結晶を作製することを試みた。

2. 実験方法

結晶作製には、液相エピタキシャル（LPE）成長法のスライドボード法を用いて高純度な GaAs 結晶の作製を行った。この成長方法は、単純な機構と過程を用いて非常に高品質な単結晶が得られるという特徴を持っている。従来行ってきた結晶作製もこの装置を採用しているが、

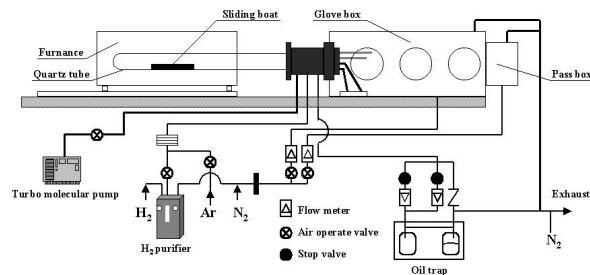


Fig. 1 LPE装置

新たに立ち上げた装置との大きな違いとして、石英管（SiO₂）をアルミナ管（Al₂O₃）に変更したことが挙げられる。これは、結晶成長中石英管から Si が結晶中に混入し、不純物濃度などが上がってしまうと考えられたため、これを防ぐためアルミナ管に変更した。作製した結晶を HALL 効果測定により検出器の開発にあたって重要な結晶中の移動度、キャリア密度などを求め、フォトルミネッセンス測定により結晶中の不純物の特定を行った。

3. 実験結果・考察

電氣的評価として HALL 効果測定を行った。移動度 $\mu =$ 約 90000 [$\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$]、不純物密度 $n = 2.7 \times 10^{14}$ [cm^{-3}]、補償比 $\theta = 0.25$ という結果が得られた。また、フォトルミネッセンス測定により測定した結果、主にエキシトン、C、Si の反応が見られた。Si の反応を見ると、従来の装置よりも明らかな減少が確認することが出来た。これは、新たに立ち上げた装置の成果が表れたと考えられる。

4. 今後の課題

新しい装置を立ち上げ結晶成長を行い、不純物である Si を減少させることが出来、目的とする結果が得られた。今後は、実際に作製した結晶から検出器の作製、結晶成長プロセスの最適化を行い、今後も結晶成長を行っていく。

参考文献

- (1) 山下恭平他、第 69 回応用物理学会学術講演会講演予稿集（2008）
- (2) 渡辺健太郎、平成 18 年度東京大学博士論文（2007）

再結合過程に対するパルスプラズマ流の影響

* 嶺直樹 (東海大学理学部物理学科)、 梶田貴司 (東海大学理学研究科物理学専攻)、 小野督幸 (東海大学理学部物理学科)、 ** 利根川昭 (東海大学理学部物理学科)、 河村和考 (東海大)

核融合装置内の炉心プラズマから流出したプラズマが接するダイバータ板では、高熱流のプラズマが接触するためダイバータ板の熱負荷が問題になっている。そのため、中性ガスを導入し、ダイバータ板への熱負荷が高い電離プラズマから、熱負荷の低い再結合プラズマに遷移させるガスダイバータ方式が採用されている。

このようにダイバータ板の熱負荷を減少させるために再結合プラズマを維持することは重要であるが、パルス状のプラズマ流がダイバータ板に到達すると、再結合プラズマが電離プラズマに遷移することが示唆されている。そこで、本研究の目的は、再結合プラズマにパルス状プラズマ流を入射させ、基礎物理量（電子温度、電子密度、発光強度）の時間的变化を測定し、電離プラズマと再結合プラズマの遷移過程を解明することを目的とする。

実験は、ダイバータ模擬装置 (TPD-SheetIV) により水素プラズマを生成し、プラズマ源の浮動電極をスイッチング回路によって制御しパルスプラズマを発生させた。測定は、Langmuir プローブを使ったプローブ測定によりプラズマの電子温度・電子密度の時間的特性を、光電子増倍管を使った分光測定により発光強度を測定した (図 1 参照)。

実験結果として、再結合プラズマにパルスプラズマ流を入射させると、電子温度・電子密度が増加した。また、分光測定ではバルマー系列の発光強度である $H\alpha$ に 2 つの負のスパイクが現れた (図 2 参照)。これらのことより、再結合プラズマが電離プラズマに遷移していると考えられる。詳細は発表にて行なう。

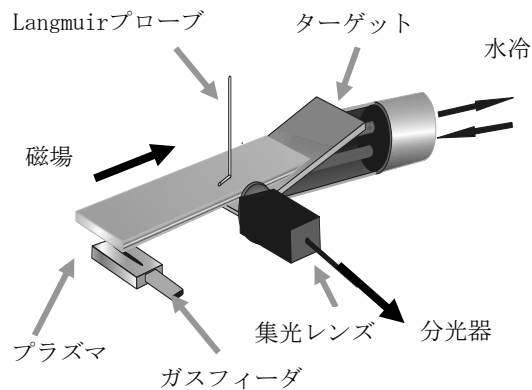


図 1、実験領域の図

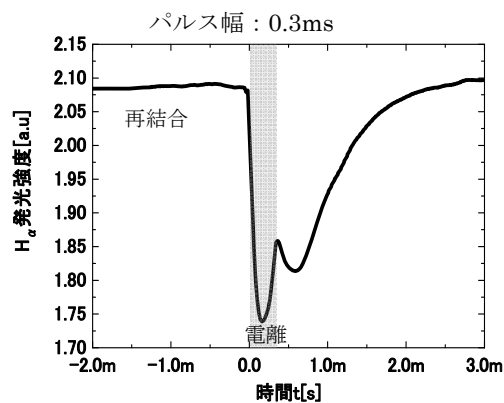


図 2、再結合時の $H\alpha$ 発光強度

真空紫外分光法を用いた再結合プラズマでの水素分子の振動温度測定

* 小野智彦（東海大学理学部物理学科）、柴田俊充（東海大学理学研究科物理学専攻）、小野督幸（東海大学理学部物理学科）、* 利根川昭（東海大学理学部物理学科）、河村和考（東海大）

核融合炉内のダイバータ部やレーザ発振において発生する再結合プラズマは、中性粒子を含む低温・高密度プラズマになり反応素過程も複雑になる。このプラズマ内の素過程では、分子は完全に解離するだけのエネルギーを持っておらず、原子・分子の両方が存在する。このため、再結合プラズマの素過程を解明するには、原子の素過程のみならず、分子性の電離・再結合等の素過程を考慮する必要がある。この分子性の素過程では、分子の振動励起状態により反応断面積が大きく異なることが分かっており、分子の振動状態を計測することは再結合プラズマの素過程解明の有力な手段と考えられている。

分子の励起状態によりプラズマ生成過程は異なることが一般に知られているが、振動状態の分布がボルツマン分布に則ると仮定したものを振動温度という。振動温度は、一般に実験で得られたスペクトルとモデル計算された理論スペクトルをフィッティングすることで得られる。計測は、取り扱いが比較的簡易である等の理由により可視分光が一般的であるが、可視分光計測では、高励起状態からの発光においてフィット点数が少なく感度が低いという欠点がある。一方、真空紫外分光計測は、取り扱い等の計測が難しいものの、高振動準位を高感度で計測できる。そこで本研究室では、真空紫外分光法により、再結合プラズマでの水素分子のスペクトルを測定し、電子温度や電子密度を考慮した理論スペクトルとフィッティングすることで、振動温度を測定することを目的とする。

実験では、プラズマ発生装置（TPD-SeetIV）（図1）を用いて、プラズマの放電電流50A、磁場強度0.1Tに設定し、水素ガスの圧力を変化させた時の水素スペクトルを測定した。実験結果として、ガス圧力は、0.2Paにおける真空紫外分光法により測定した発光スペクトル（図2）に示す。ラングミュアプローブ法を用いて電子温度・電子密度から求めた理論スペクトルと、実験から得られた発光スペクトルとをフィッティングすることで水素分子の振動温度を求めた。詳細は発表にて行う。

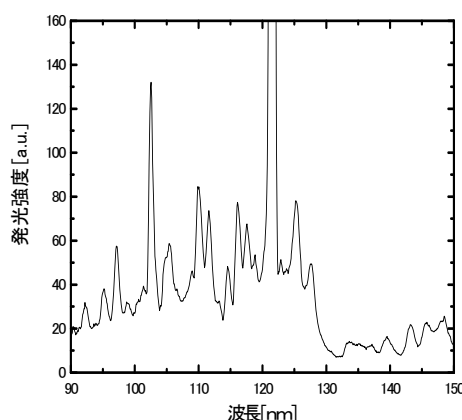
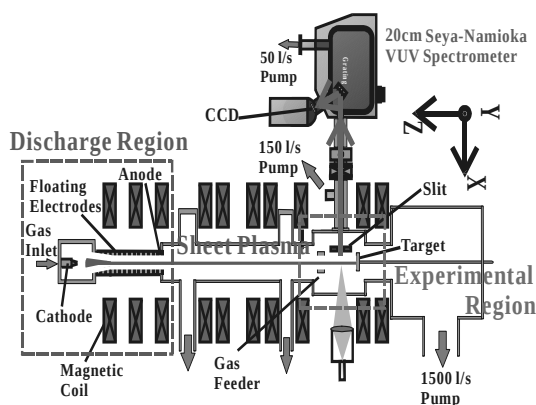


図1. プラズマ発生装置（TPD-SeetIV）

図2. 真空紫外分光により測定した発光スペクトル

ターゲット形状変化に対する再結合プラズマの基礎特性

* 小向広泰(東海大学理学部物理学科)、柴田俊充(東海大学理学研究科物理学専攻)、
 席田貴司(東海大学理学研究科物理学専攻)、小野督幸(東海大学理学部物理学科)
 ** 利根川昭(東海大学理学部物理学科)、河村和孝(東海大学)

現在、新しいエネルギー源として開発されている核融合実験炉では、核融合反応によって発生する不純物を排気するダイバータ装置への熱負荷が問題となっている。その解決方法の1つとして中性ガスをプラズマに接触させ、再結合プラズマを生成し、プラズマを急激に冷却させるガスダイバータ方式が考えられている。再結合プラズマとはプラズマの温度が低下することによりプラズマを形成する粒子が電離状態を維持できなくなり消滅していく状態である。しかし従来のダイバータの構造では、再結合プラズマを生成するのに多量の中性ガスをダイバータ付近に導入するため、炉心プラズマへ逆流し、炉心プラズマの性能低下が示唆されている。そこで、中性ガスや発生した不純物がダイバータ部から流出することを防ぐため、ダイバータ構造を変化させた閉構造化が必要である。

本研究室では、閉構造化としてプラズマ終端部に設置したターゲットの形状を変化させたときの再結合プラズマへの影響を調べている。そこで本研究の目的は、ターゲットの構造をプラズマに垂直に設置した場合(垂直ターゲット)、傾斜させた場合(傾斜ターゲット)、V字構造にした場合(V字ターゲット)に対する再結合プラズマの基礎特性を明らかにすることを目的とする。特に、V字ダイバータの特徴は、少ないガス流量で局所的に再結合プラズマを生成することができ、熱負荷の低減と同時に炉心プラズマへのガスの逆流を抑制することが可能であると考えている。

実験では、ダイバータ模擬装置(TPD-Sheet IV)の終端部に各種ターゲットを設置し、ターゲット形状変化に対する電子温度、電子密度、発光分光計測を行った。特に、発光分光では、可視領域のバルマー系列($H\alpha$ 、 $H\beta$)の発光スペクトルを小型分光器とICCDカメラを用いて計測した。電離プラズマは、 $H\beta/H\alpha$ が小さくなるのに対して再結合プラズマでは $H\beta/H\alpha$ が大きくなる特徴があるため、発光スペクトル比によりプラズマの状態を調べることができる。

図1は、ガス圧力に対する発光スペクトル比 $H\beta/H\alpha$ の特性を示す。ターゲットは、垂直、傾斜、V字ターゲットを用いており、放電電流は、70A、外部磁場強度は、0.1Tである。ターゲット構造を垂直からV字構造に変化させ、ターゲットの閉度を増していくと、ガス圧力の低い状態においてスペクトル比が増加する傾向が見られた。このことより再結合プラズマが低ガス圧力で発生していることがわかる。詳細についてはポスターにて発表する。

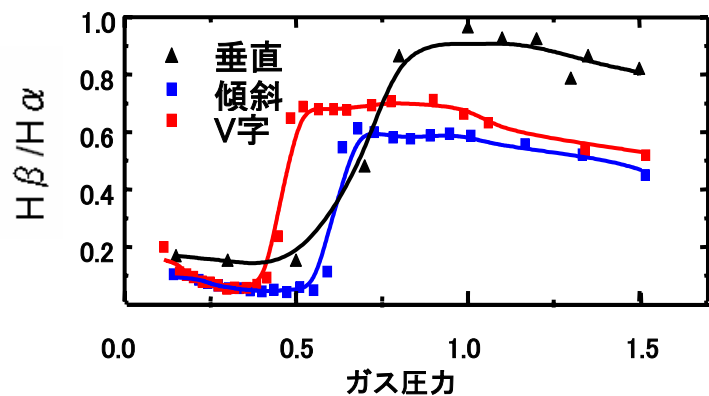


図1 ガス圧力に対する $H\beta/H\alpha$

イオンサイクロトロン共鳴法を用いたシートプラズマ内のイオンの選択的分離実験

*濱田大樹（東海大学理学部物理学科）、安田翔太（東海大学理学部物理学科）小野督幸（東海大学理学部物理学科）、

**利根川昭（東海大学理学部物理学科）、河村和孝（東海大学）

プラズマ中のイオンを分離する方法の一つに、イオンサイクロトロン共鳴（ICR）法がある。この ICR 法は、サイクロトロン周波数と同程度の高周波電場をプラズマに印加し特定のイオンの旋回半径のみ大きくする共鳴現象を利用している。この原理を利用するとプラズマ中のイオンを選択的に分離することができる。特に、シートプラズマでは通常の円柱状のプラズマとは異なりイオンの旋回中心がプラズマ中心部に集中しているため、イオンの衝突による分離効率の向上させることが出来る。そのため、核融合燃料として利用可能な ^3He の同位体分離や核融合炉内でのヘリウム灰の選択的廃棄、使用済み光ファイバーの再利用などの不純物除去への応用が考えられている。

そこで本研究では、シートプラズマ生成装置（TPD-SheetIV）により水素とヘリウムの混合プラズマを生成し、ヘリウムのサイクロトロン周波数と同程度の高周波電場を印加することによって、シートプラズマ中のヘリウムイオンを分離することを目的とする。

実験の装置図を Fig. 1 に示す。今回の実験では、プラズマ中心部のイオン電流値をオメガトロン質量分析器により、周辺部の中性粒子を四重極質量分析器（Q-mass）によりそれぞれ測定した。Fig. 2 にオメガトロン質量分析器より測定したプラズマ中心部のイオン電流値を示す。結果より、プラズマ中心部のイオンは高周波電場を印加することでヘリウムイオン電流値のみが大きく減少していることから、ヘリウムイオンの分離を確認することが出来た。詳細はポスターにて報告する。

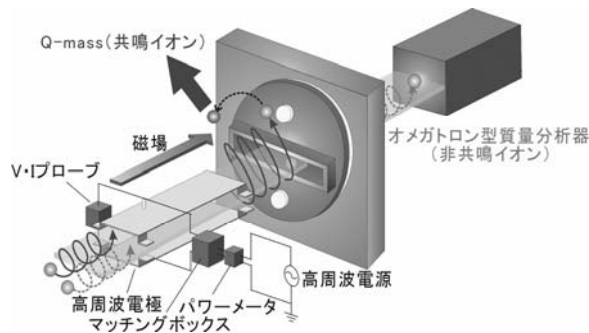


Fig. 1 実験装置

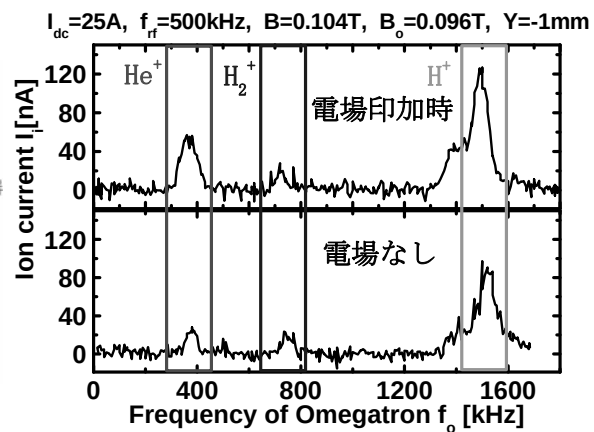


Fig. 2 オメガトロン質量分析器による
各イオンのスペクトル

人工血管用高分子材料の電子線照射による接合

* 川津秀紀（東海大学工学部材料科学科）、武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、岩田圭祐（東海大学連合大学院総合理工学研究科総合理工学専攻）、利根川昭（東海大学大学院理学部物理学科） ** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

現在、人工血管などの医療用材料として用いられている高分子としてシリコーンゴムとポリテトラフルオロエチレン(PTFE)がある。シリコーンゴムは人工弁などに用いられ生体適合性に優れ、柔軟性に優れる材料であるが、耐摩耗性に劣る材料である。一方、PTFE は人工血管などに用いられ、生体適合性や耐摩耗性に優れる材料である。PTFE をシリコーンゴムと複合化することによって、シリコーンゴムの機械的強度を補うことができると考えられる。

ところで、高分子材料の接合では、接着剤を用いる方法や熱溶着を用いる方法が一般的である。しかし、これらの多くは化学反応を伴い、高分子材料の変質や有害物質の体内での残留などによって生体へ悪影響を及ぼす。特に、従来の接合では人工血管などの医療用材料に必要とされる生体適合性での課題が生じ、このような課題を解決することが求められている。そこで本研究では、従来法とは全く異なる、電子線照射を用いてポリテトラフルオロエチレン(PTFE)とシリコーンゴムとの接着を試み、図 1 に示すような人工血管への応用できる異種高分子材料の接合を目的とした。

【方法】

本研究の試料は市販の PTFE フィルム(中興化成工業製:スカイブドテープ)、シリコーンゴム(篠田ゴム製:エルマ IS825)を用いた。試料作製には PTFE フィルムと異種高分子材料を接触した状態で、試料台に置き、その上からナイロン保護フィルムを用いて試料に圧力 80 kPa を印加した状態で固定し、真空状態(0.08 MPa)で 1 日保持した。これに電子線を照射し、PTFE フィルムと異種高分子材料同士を接合させた。電子線照射には岩崎電気(株)製エレクトロンカーテンプロセッサを用いた。ダングリングボンドの測定には電子スピン共鳴装置(ESR)(JES-FA200, 日本電子(株))を用いた。接合強度の評価にはインストロン社製引張試験を用いた。

【結果】

PTFE フィルムとシリコーンゴムの電子線照射による接合を確認した。さらに、0.43 MGy の EB 照射において最大の見かけの硬化率、0.30 MGy の EB 照射において最大の応力時の歪が確認できた。また、0.43 MGy の EB 照射において最大の接合強度を確認した。

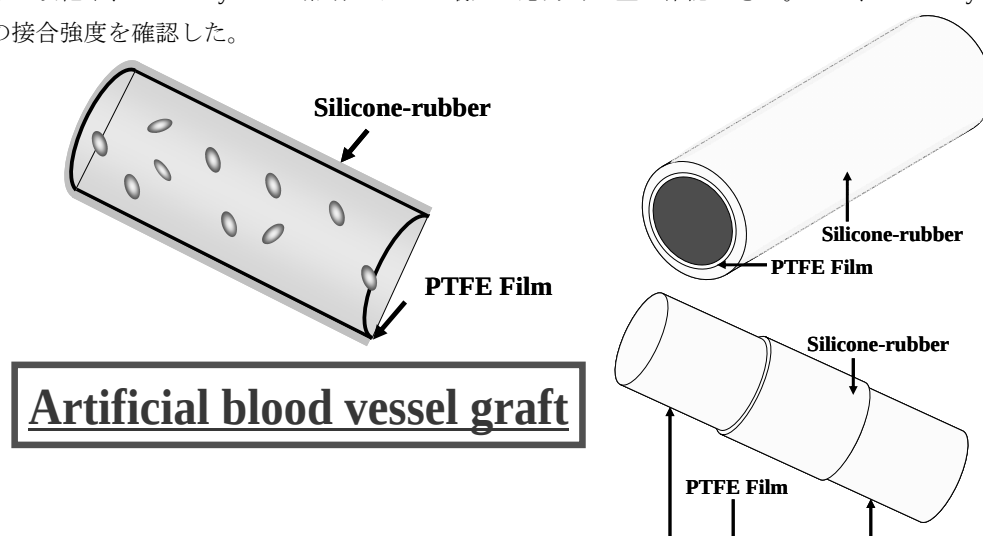


図 1 電子線による PTFE とシリコーンゴムの接着を行った人工血管

電子線照射処理を用いたディスプレイ用透明導電性高分子の開発

* 飯塚翔太（東海大学工学部材料科学科）、山本達也（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
海老原祥秀（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、武井廣明（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
高田啓介（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、
岩田圭祐（東海大学連合大学院理工学研究科総合理工学専攻）、利根川昭（東海大学理学部物理学科）、
大山龍一郎（東海大学工学部電気電子工学科）、** 西義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

近年、図1に示すような、多くの種類のディスプレイが登場し大型化も進んでいる。現在、このディスプレイ材料には、ITOと呼ばれる酸化インジウムスズが透明電極として利用されている。しかし、ITOに含まれるインジウムは現在深刻な枯渇問題になっており、年々インジウムの値段が高騰していることが大きな問題となっている。このため、透明電極の代替として高分子材料が提案されている。しかし、導電性高分子材料は非常に高価で、時効時間の増加に伴い電気抵抗が増加することが大きな課題となっている。

本研究グループの過去の研究においてアクリルに電子線照射処理を施すことで、未処理のものと比べてダングリングボンド密度が増加したことを確認した。このダングリングボンド密度の増加は、高分子の電気抵抗に変化を及ぼす可能性があることを見出した。そこで本研究では、汎用性が高く安価な高分子材料に電子線照射処理を行うことで、安定かつ安価な導電性高分子材料の開発を目指した。

【方法】

試料として透明性の高いアクリル（PMMA）フィルム {三菱レイヨン（株）製アクリプレン} を用いた。試験片の形状は $100 \times 100 \times 0.05$ mm とした。電子線照射処理にはエレクトロンカーテンプロセッサ {岩崎電気（株）} を用いた。そして、電子線照射処理直後における体積固有抵抗率と、時効時間の増加に伴う体積固有抵抗率の測定を実施した。体積固有抵抗率とは誘電体中の電荷移動を表す指標であり、測定にはユニバーサルエレクトロンメーター {(株)川口電機製作所製} を使用した。

【結果】

電子線照射処理直後の PMMA の体積固有抵抗率は減少した。PMMA は未処理の体積固有抵抗率と比較して約 1/10 になった。さらに電子線照射処理後の時効時間の変化において、時効時間の増加に伴い、体積固有抵抗率は上昇した。そして、電子線照射線量に関係なく、約 10^5 秒において、体積固有抵抗率は電子線照射処理前の値まで上昇した。

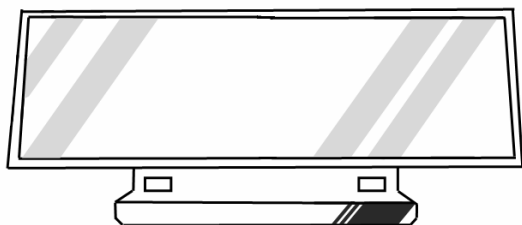


図1 液晶ディスプレイ搭載パーソナルコンピュータの概観図

高輝度 UV-LED を用いた高感度ホルムアルデヒドバイオスニファに関する研究

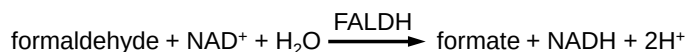
*板橋 玄（東京医科歯科大学大学院 生命情報科学教育部）、鈴木祐貴（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
月精智子（東京都立産業技術研究センター、東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、
高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、**三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

シックハウス症候群は家具や建材に含まれるホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物が原因であり、その健康被害が社会問題になっている。その対策として住環境や職場環境における適切な環境管理が重要であり、厚生労働省では室内のホルムアルデヒド濃度指針値を 80 ppb と定めている。ホルムアルデヒドは極低濃度では無色無臭であることから、高感度・高選択的にその場で濃度モニタリングできる技術が求められる。しかし現在、市販されている標準的なホルムアルデヒド測定法は、操作が煩雑で装置が高価、連続計測に適さない、選択性が不十分である等の課題がある。そこで本研究では、分子認識素子としてホルムアルデヒド脱水素酵素(formaldehyde dehydrogenase : FALDH)を用い、その反応生成物である NADH(還元型 nicotinamide adenine dinucleotide)を蛍光検出する系を組み込んだ、高感度な生化学式ガスセンサ(バイオスニファ)の開発を行った。

【実験方法】

FALDH は下式に示すように、ホルムアルデヒドの存在下で触媒反応により NADH を生成する。本センサは、この反応によって生成された NADH(励起波長:340 nm、蛍光波長:491 nm)を検出し、ホルムアルデヒド濃度を定量する。



本センサの構成及び評価実験系を図 1 に示す。励起光源には高輝度 UV-LED($\lambda=335$ nm)を使用し、 340 ± 10 nm の帯域フィルタ(BPF)を介してコア径 1 mm の光ファイバプローブに接続することでセンサ感応部に励起光を導入した。得られた蛍光を同一の光ファイバプローブにて捕捉し、 500 ± 10 nm の BPF にてノイズ成分を除去した後、光電子増倍管にて検出した。光ファイバプローブの先端に FALDH 固定化膜を導入したフローセルを装着し、ホルムアルデヒドガス用バイオスニファとした。なお、気相系における連続的なバイオ計測を可能とするために、フローセルにリン酸緩衝液の循環機構を付加し、補酵素 NAD^+ の供給や反応生成物の除去、乾燥による酵素の失活防止を行った。計測ではまず各濃度に校正したホルムアルデヒドガスをセンサ感応部に負荷し、センサの特性評価を行った。その後、多種の揮発性有機化合物であるアセトンやベンゼン、エタノール、トルエン、アセトアルデヒドを感応部に暴露することで、ガス種に対する選択性の評価を行った。

【結果及び考察】

本センサにホルムアルデヒド標準ガスを負荷した結果、濃度に応じた蛍光出力が確認され室内環境基準値である 80 ppb を含む、2.5 ppb~10 ppm の範囲でホルムアルデヒドガスの定量が可能であった。また繰り返し実験を行ったところ、良好な再現性(C.V.=3.74%)が確認された。ガス選択性については、ホルムアルデヒドガスだけに出力が観察され、酵素の基質特異性に基づく高い選択性が確認された。

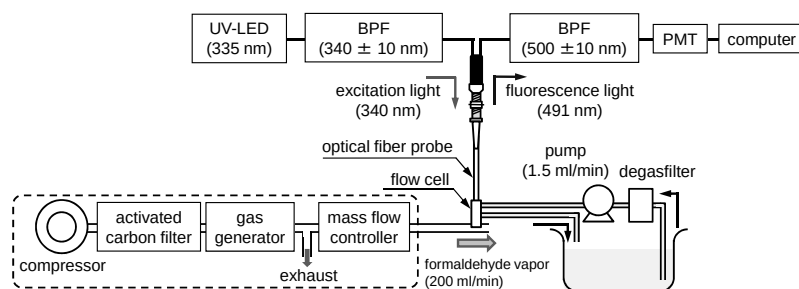


図 1. ホルムアルデヒド用バイオスニファの計測実験系

生体適合性ポリマーを用いたウェアラブルグルコースセンサ

* 平沼義貴、平松秀夫（日本大学 生産工学部 応用分子化学科）、

初明星（東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科）、白井隆行（東京工科大学大学院 バイオ情報メディア研究科）、

高橋大志、荒川貴博、工藤寛之、** 三林浩二（東京医科歯科大学 生体材料工学研究所）

【はじめに】

近年、人口の高齢化や生活習慣の変化により糖尿病患者数が急増している。糖尿病患者は、深刻な網膜症や腎症などの合併症を予防するために血糖値を管理する必要がある。しかし、一般的に用いられている血糖評価法は、採血を要することから連続的な経過を捉えることが困難であり、簡便かつ非侵襲的に血糖レベルを評価できるデバイスが求められている。たとえば、血糖値と涙液中のグルコース濃度には相関があることが報告されていることから、眼部に装着可能なセンサを開発することができれば非侵襲で連続的な血糖評価が可能になると期待される。そこで本研究では眼部への装着を考慮し、柔軟性に優れ連続計測が可能な各種生体情報計測用のセンサを開発することを目的として、生体適合性を有する高分子材料を母材とした、ウェアラブルグルコースセンサの構築と特性評価を行った。

【実験方法】

グルコースセンサの下地電極の作製ではまず、シリコンウエハ上にポリジメチルシロキサン(PDMS)薄膜を形成し、その膜上にスパッタ装置にて白金と銀をパターン成膜した。次に、銀電極を塩化物処理することで銀/塩化銀電極とした後、電極感応部以外を PDMS で被覆し絶縁化することで過酸化水素電極とした。酵素の固定化材料として、生体適合性に優れた 2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリンとメタクリル酸 2-エチルヘキシルをラジカル重合させて合成した、poly(MPC-co-EHMA) (PMEH)を用いた。この PMEH とグルコース酸化酵素(GOD)の混合液を電極感応部に塗布し、4℃の冷暗所にて 2 時間乾燥させることで GOD を包括固定化させ、ウェアラブルグルコースセンサとした。センサの特性評価では、センサをリン酸緩衝液に浸し、ポテンシオスタットでカソードに+400 mV の定電位を印加することで、グルコース滴下に伴う過酸化水素をアンペロメトリックに計測することとした(図 1)。

【結果及び考察】

ウェアラブルセンサの特性を評価した結果、滴下したグルコース濃度に応じた出力電流の増加が観測され、涙液グルコース濃度(約 0.14 mmol/l)を含む 0.10~3.00 mmol/l の範囲で定量が可能であった。なお、本センサは母材である PDMS の特性に基づいた柔軟性を示し、眼部のほか多様な生体部位への装用の可能性が期待される。今後、本センサに改良を加え、涙液中のグルコース計測に適用する。

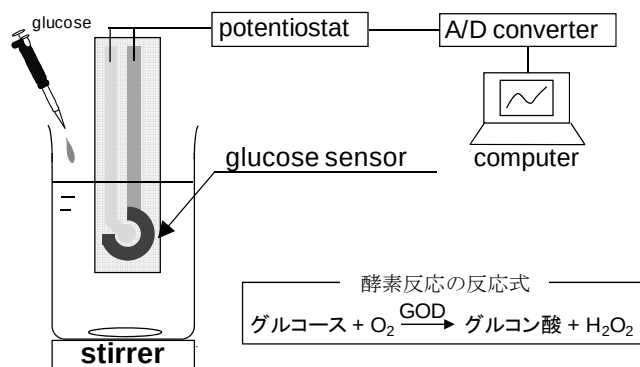


図 1. ウェアラブルグルコースセンサの特性評価実験系

ダミーハンドのリアルさと身体感覚の転移の関係について

* 小原由香、佐藤亜耶、山崎清之、** 田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

1. はじめに

人間の身体感覚は表在性および固有感覚からなる体性感覚情報と統合されて脳で処理される。手足を失った人は体性感覚情報を得られない代わりに、幻肢のような幻感覚として痛みや痒みなどの実存的な体験を伴うことがある。これは訓練などにより軽減されることが出来ることから、身体感覚は可逆的で学習可能であることを示唆している。これまでマネキンの手を用いて触刺激を反復することで、身体感覚の再形成とその学習特性を検討してきた。本研究では、実際の人の手から型を取ってシリコンゴムで作成したリアリティの高いダミーハンドを用いて、身体感覚の再形成にどのような変化が見られるか実験的に検討した。

2. 実験

ダミーハンドをより人間の触感に近づけるために材料にシリコンゴムを用いた。人の右手の手首から末端までを石膏で型取りし、しわや指紋も含めた原型を作成した。シリコンだけでは骨組みがなく本来手の持つ硬さや形の安定性が得られないので、針金で手掌の骨格に類似した構造物を作り、それを石膏の中に入れ、人の肌の色に似せるために着色したシリコンゴムを流し込みダミーハンドを作製した (Fig. 1)。

健常大学生を被験者とした。あらかじめ机に上と下で、同じ場所に直線を引いた。これを基準として、被験者には、机の上の直線上に右手の中指が来るように置かせた。その右手を隔壁で隠して被験者の視界に入らないようにし、左手とダミーハンドが自然な位置になるように左手を置かせた。最初に自分の右手の中指だと感じる位置に左手を机の裏から指してもらい位置を測定し、10回行ってその平均をコントロールとした。実験者は被験者と対面して席に着き、右手とダミーハンドを同時に10回ずつ竹製の耳かきで皮膚をこすり弱い刺激を与えた。右手の中指だと感じる位置に左手の机の裏から指してもらい、コントロールからの変位を測定した。この作業を50回繰り返した。コントロールの平均を0とし、コントロールからダミーハンド側にずれると+（プラス）、反対側にずれると-（マイナス）とし、どの程度ずれたかを測定した。この数値の+への変位を、身体感覚のダミーハンドへの転移の指標とした。

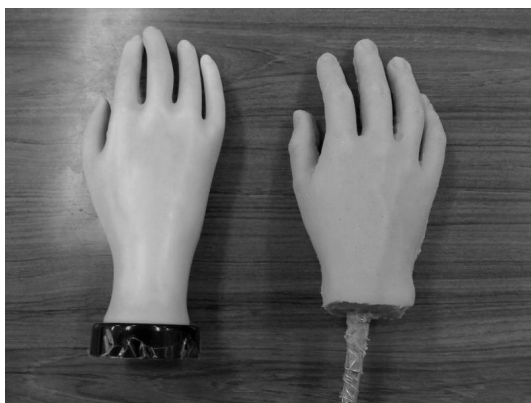


Fig. 1 本実験で作製したシリコンゴム（右）と従来のマネキンの手（左）

3. 結果と考察

両条件とも主観的位置の変化は試行回数によって増大し、身体感覚の転移が認められた。本実験で用いたシリコンゴムのダミーハンドは、転移が生じるまでの刺激回数が、従来のマネキンに比べて有意に短く、転移が容易であることがわかった。見かけ上のリアリティが向上すると、自分の手である感覚が生じやすくなることが実験によって示された。

動的錯視知覚と脳波 α 波成分の出現量と関係

*大塚光明(東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻)、木村達洋(東海大学開発工学部情報通信工学科)、**田所裕之(東海大学開発工学部医用生体工学科)**岡本克郎(東海大学開発工学部医用生体工学科)**山崎清之(東海大学開発工学部医用生体工学科)

1. はじめに

ヒトの視覚は、外界から受ける情報源の重要な一つであるが、特に動きの知覚は、網膜上に投影された像が移動、回転することで生じる実体の運動の知覚と、実際には網膜上を動いていないが動きの知覚が生じる動的錯視の2種が考えられる。後者は、完全に静止した図形でありながら、動いて見える錯視のことで、この現象は動きに敏感な周辺視野で生じ、大脳皮質 MT 野 (V5) が関連していると考えられている。しかし、その脳内メカニズムはまだ不明な点が多く、明確な説明はなされていない。そこで本研究では、脳波を指標として、視覚情報処理の脳内メカニズムを解析する目的で、動的錯視による実験を行った。

2. 実験方法

被験者は、健常成人大学生、大学院生とし、脳波用静電シールドルーム内に設置されたパーソナルコンピュータ (PC) を用いて行った。視覚刺激画像は、北岡の蛇の回転⁽¹⁾の構成要素を参考にして作成した錯視が生じる図形、同様なデザインだが配列を変えて錯視が生じない図形、錯視が生じる向きに実際に回転させた図形、錯視が生じる向きと反対に実際に回転させた図形の4種類を用いた。また、課題条件として視点を自由に動かしてよい視点自由条件となるべく眼球を動かさず固視点を凝視させる固視点凝視条件の2つを用意した。脳波は、10-20法に基づき、両耳朶を基準とし O1、O2、MT 野左側と推定される T3、C3、T5、P3 の中点 (M1)、MT 野右側と推定される T4、C4、T6、P4 の中点 (M2) から単極導出しデジタルデータレコーダ (TEAC:DR-M3) に記録した。脳波のサンプリング周波数を 100 Hz とし、FFT によりパワースペクトルを求め、各脳波成分の周波数帯域の割合を算出した。本実験では 8-13Hz の α 波に着目した。

3. 結果

Fig. 1、Fig. 2 に、5名の被験者の平均値を脳波パワースペクトルのうち 8-13Hz にあたる α 帯域の積分値を%で表示した。視点自由条件において、錯視が生じない図形に比べ、錯視が生じる図形のときに各電極部位で α 波帯域のパワースペクトルが有意に低下したことから、大脳皮質の活動性に変化が生じたと考えられ、錯視の脳内処理に対応していると推測された。一方、固視点凝視条件では結果に有意な差が見られなかったことから、動的錯視の知覚には、眼球運動が重要な条件の一つであると考えられる。

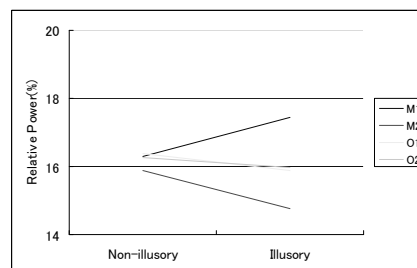
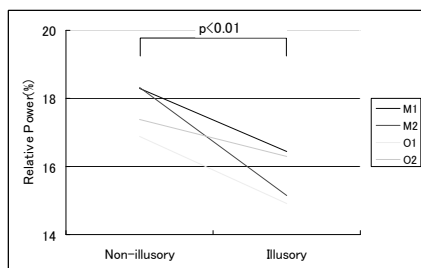


Fig.1 Change of α component Non-illusory vs. Illusory (without fixation) Fig.2 Change of α component Non-illusory vs. Illusory (with fixation)

ホルター心電図 24 時間連続記録の解析

*北村光(東海大学開発工学部医用生体工学科)、竹内寛志(東海大学開発工学部医用生体工学科)、田所裕之(東海大学開発工学部医用生体工学科)、岡本克郎(東海大学開発工学部医用生体工学科)、山崎清之(東海大学開発工学部医用生体工学科) **木村達洋(東海大学開発工学部情報通信工学科)

1. はじめに

ホルター心電計は心機能を長時間にわたりモニターするために用いられる。装置は小型軽量で日常生活を妨げないので、24 時間にわたり日常生活を自然に送りながら心電図を記録することができる。心電図 R-R 間隔は、身体運動などの負荷や精神活動によって変動するが、自律神経系機能のリズムによっても変動しており、心拍ゆらぎの周波数分布には主として呼吸性的変動成分と血圧変動に伴う変動成分があることが知られている。

本研究では 24 時間記録されたホルター心電図から R-R 間隔を抽出し、その変動を周波数分析し、自律神経機能の日内変動の観察を試みた。

2. 実験方法

3 名の健康成人大学生を被験者とし、胸壁に電極を装着し、ホルター心電計を携帯させ、普段どおり生活するよう指示した。激しい運動など特別な行動があった場合は時刻とともに記録させた。得られた心電図から、R-R 間隔を抽出し、作成した不等間隔心拍変動時系列から、2Hz で再サンプリングを行い、等間隔心拍変動時系列を作成した。次にこれを FFT により周波数分析してパワースペクトルを計算した。低周波成分 LF を 0.05~0.12Hz、高周波成分 HF を 0.12~0.4Hz として、パワースペクトルを積分し、時間変動を観察した。

3. 結果と考察

Fig. 1 に得られた HF および LF/HF を時間軸上にプロットした。HF 成分は副交感神経の活動を、LF/HF は交感神経の活動を反映していると考えられている。本実験では、交感神経と副交感神経が拮抗的に推移している区間と、両者が複雑に推移する区間とが観察された。ヒトの自律神経系において、交感神経と副交感神経は単純な拮抗関係にあるのではなく、活動状況やその種類、心身の状態などによって異なるパターンを示すと考えられる。

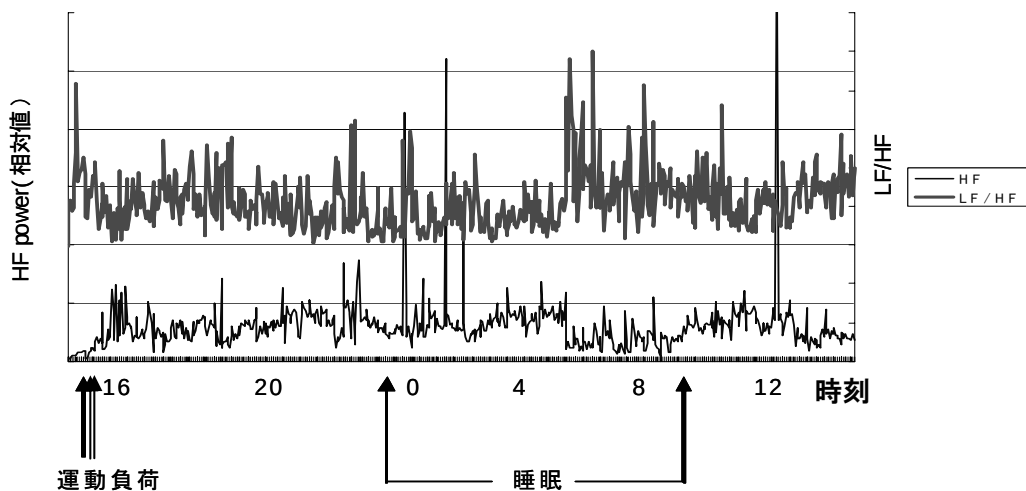
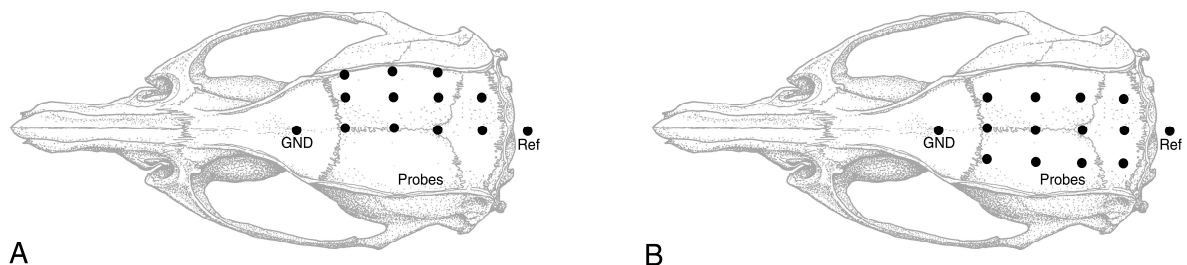


Fig. 1 24 時間 HF パワーおよび LF/HF

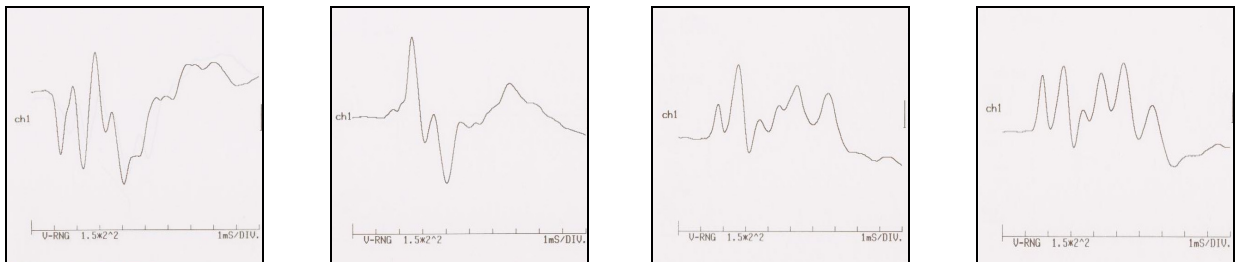
多チャンネル格子状配列をとる脳硬膜上電極による誘発電位マッピングの可能性について

*田所祐紀（市川学園 高等学校）、大塚光明（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、**田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

「緒言」ラットは動物実験に幅広く使用されている。しかし脳研究は脳が小さいことや下等動物と見なされてきたことにより十分に研究が行われていない。そこで本研究では、脳硬膜上に複数の電極を格子状に配置し音刺激による誘発電位の局在性について検討を行った。「方法」 Wister rat をペントバルビタール麻酔下に頭蓋骨にドリルで穴を開け、脳硬膜上に白金ロジウムメッキ電極を埋め込んだ。側頭葉の電位を記録するためラット A では右側に 11 本を、左右対称性を調べるため B では両側に 12 本の電極を配置した。アース(GND)を前頭部に基準電極(Ref)を僧帽筋に縫着した。聴性脳幹反応(ABR)の測定には誘発電位計測装置(Synax1100, NEC)を使用し、聴覚刺激は 100dB のクリック音を用い 1000 回の加算平均処理を行った。



「結果」 ヒトの ABR の波形に相当する推測される波形が各電極で明瞭に記録された。ラット A では最も右側と中間の電極で波形の差は殆ど無かった。ラット B では左右差は認められなかった。しかし、前頭部から小脳にかけて ABR 波形には大きな違いが認められた。ラット A の右中間部の波形は前頭部より小脳にかけて以下の図のような違いが確認された。



「考察」 脳波は脳の神経活動の記録であるが、頭骨と頭皮という障害物を經由するため、2 次元的な解像度は低いとされてきた。実際、ヒトの ABR 波形は頭頂部で最も大きく、測定部位特異性は観察し難い。今回、硬膜上での記録により頭骨と皮膚の影響を除去することができた。その結果、数十回程度の加算でも頭皮上 1000 回加算に匹敵する波形が記録できた。また、数 mm の間隔でも波形の違いが確認され、誘発電位マッピングの可能性が示された。これらの波形の空間分布を解析することにより感覚伝導路を同定することも可能と推察される。また、この記録法により、聴覚のみならず視覚や体性感覚の研究にも応用が期待できる。「謝辞」 この研究は文部科学省高校スーパーサイエンススクールにおける研究の一環として行った。担当していただいた山田孝治先生に心より感謝いたします。

麻酔下ラットの脳幹誘発電位の計測

* 沖山永喜（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、金沢 建世（東海大学開発工学部医用生体工学科）、小松大仁（東海大学開発工学部医用生体工学科）、能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、** 田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

ラットは取り扱いやすさや低コストなどの利点から、頻繁に用いられる医用実験動物の一つである。ラットを用いて安定して神経学的実験ができれば、麻酔、薬理、神経行動学などの分野に大きく貢献できると思われる。しかし、ラットを対象とした計測システムは、動物が小さいことや慢性電極の埋め込み手術が必要なことなどにより安定した計測には困難が伴う。そこで本研究では、慢性実験に対応できる埋め込み電極による電気生理学用実験モデルを開発した。さらに、麻酔下の聴覚脳幹誘発電位（ABR）の測定および解析を試みた。

実験方法

本研究では、50 週齢の雄のラット(560g)を用いた。ペントバルビタール(ソムノペンチル)40mg/kg を腹腔内に投与し、麻酔を導入した。各電極部位を Fig.1 に示す。頭頂部から後頭部にかけて 3~4mm 間隔で格子状に白金ロジウムでメッキしたねじ電極を計 6 本、頭蓋骨に穴を開けて硬膜上に配置した。また、Bregma の前方にアース電極、Lambda の後方に基準電極を配置した。ABR の測定および解析には、脳波誘発電位計測装置(VikingQuest:VIASYS)を用いて、ラットの耳元にヘッドホン置き、聴覚刺激を行った。聴覚刺激は、刺激音はクリック音、刺激頻度は 11.1Hz、刺激強度は 70,80,90dB とし、加算平均処理の刺激回数は各刺激強度につき 1000 回とした。得られた波形を本動物実験モデルの観点から分析した。

結果と考察

Fig. 2 に 80dB の強度で刺激した際に得られた ABR 波形の例を示す。ラットにおいてもヒト同様に、I~V 波の明瞭なピークが観察された。各ピークの潜時は、ヒトよりやや短い形状は類似していた。加算回数は 1000 回としたが、100 回程度で安定した波形が得られることがわかった。これは、硬膜上に電極を埋め込んだために、ノイズの影響を受けにくいと考えられる。現在、刺激強度の影響を分析中であるが、これまでのところ、明瞭な強度依存性の潜時短縮が認められている。

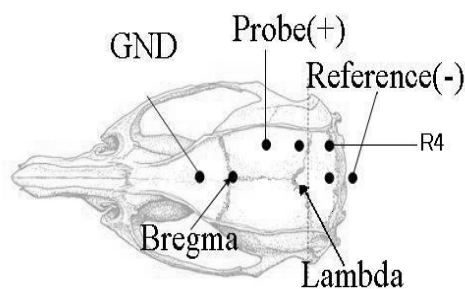


Fig.1 electrode position

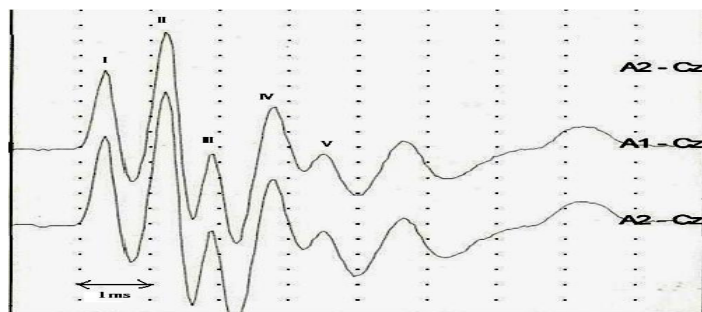


Fig.2 : 90dB のクリック音により誘発された R4 からのラット ABR 波形。垂直方向の各波の間隔は $0.5 \mu V$ の振幅を示している。

麻酔下ラットの聴覚中潜時反応の計測

* 金沢 建世（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、沖山永喜（東海大学開発工学部医用生体工学科）、小松大仁（東海大学開発工学部医用生体工学科）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学専攻）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、** 田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

我々はラットによる電気生理学実験モデルを開発し、中枢神経系機能の基礎的検討を行ってきた。これまで聴覚脳幹誘発電位（ABR）の測定により、聴覚系の神経経路の初期過程の検索が可能になっている。そこで、本研究では脳幹から大脳皮質に至るまでの中間段階である内側膝状体での処理過程を反映する聴覚中潜時反応（MLR: Middle latency response）の計測と分析を試みた。

実験方法

50 週齢の雄のラット(560 g)を用いた。ペントバルビタール(ソムノペンチル)40mg/kg を腹腔内に投与し、麻酔を導入した。各電極部位を Fig.1 に示す。頭頂部から後頭部にかけて 3~4mm 間隔で格子状に白金ロジウムでメッキしたねじ電極を計 6 本、頭蓋骨に穴を開けて硬膜上に配置した。また、Bregma の前方にアース電極、Lambda の後方に基準電極を配置した。ABR の測定および解析には、脳波誘発電位計測装置(Viking Quest: VIASYS)を用いて、ラットの耳元にヘッドホン置き、聴覚刺激を行った。聴覚刺激は、刺激音は 500Hz のトーンバースト、刺激頻度は 5Hz、刺激強度は 80, 90, 100dB とし、加算平均処理の刺激回数は各刺激強度につき 1000 回とした。得られた波形を本動物実験モデルの観点から分析した。

結果と考察

Fig. 2 に 100dB の刺激強度で得られた MLR 波形を示す。ヒトの MLR 波形と類似したピーク成分が観察できた。潜時はヒトの場合よりもやや短く、これはラットとヒトのサイズの違いに起因すると考えられる。波形に見られる M1, M2 などの構成要素はヒトと同様と推測された。得られた波形の分析を通して、ラットの聴覚経路の間脳における処理について客観的な指標が得られる可能性がある。

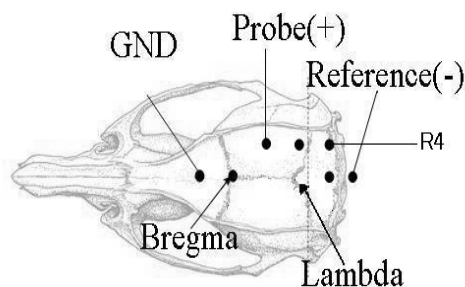


Fig.1 electrode position

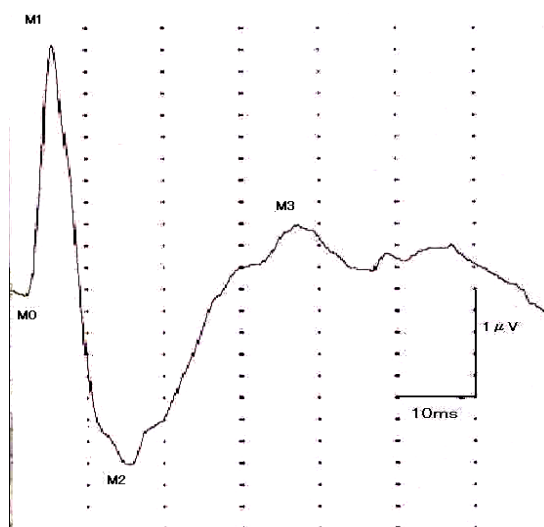


Fig.2 100dB の刺激強度で得られた MLR 波形

麻酔下ラット脳波のスペクトル解析

* 小松大仁（東海大学開発工学部医用生体工学科）、木村達洋（東海大学開発工学部情報通信工学科）、沖山永喜（東海大学開発工学部医用生体工学科）、金沢建世（東海大学開発工学部医用生体工学科）、能孝明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学科専攻）、大塚光明（東海大学大学院開発工学研究科医用生体工学科専攻）、岡本克郎（東海大学開発工学部医用生体工学科）、山崎清之（東海大学開発工学部医用生体工学科）、** 田所裕之（東海大学開発工学部医用生体工学科）

はじめに

我々はラットの慢性埋め込み電極を用いた電気生理学実験系を構築し、基礎的な検討を行っている。これまで、聴覚脳幹誘発電位 ABR の記録と分析を行ってきた。本研究では、頭蓋骨直下硬膜上に、硬膜を傷つけることなく測定電極を配置することにより、安定した脳波の記録と分析が可能な測定系を開発した。ラットの大脳皮質の神経活動や背景脳波を安定して観測できれば、麻酔や薬剤の影響を検証するための実験が容易になり、信頼性の向上が期待できる。

方 法

50 週齢の雄のラット(560 g)を用いた。ペントバルビタール(ソムノペンチル)40mg/kg を腹腔内に投与し、麻酔を導入した。各電極部位を Fig.1 に示す。頭頂部から後頭部にかけて 3~4mm 間隔で格子状に白金ロジウムでメッキしたねじ電極を計 6 本、頭蓋骨に穴を開けて硬膜上に配置した。また、Bregma の前方にアース電極、Lambda の後方に基準電極を配置した。脳波の測定および解析には、汎用デジタル脳波計 (Nicolet One: VIASYS)を用いた。麻酔下にあるラットをケージに置き、シュレッターダストで保温しながら脳波を記録した。麻酔導入から回復までの時間帯で 10 分ごとに時間波形をサンプルしてパワースペクトルを計算した。

結果と考察

Fig. 2 は麻酔導入後 30 分経過した時点での脳波のパワースペクトル波形である。この時点ではラットは十分な麻酔状態にある。周波数スペクトル上では 1.3 Hz に顕著なピークがみられる。これはヒトにおける深睡眠や麻酔時にみられる δ 波成分に対応すると推測できる。麻酔からの回復期には体動により測定困難となるため、現在のところデータは得られていないが、テレメータなどを使用することで覚醒時の脳波が記録できれば、麻酔や睡眠におけるラットの状態判定、行動実験の電気生理学的検討が可能となり、薬効研究などにも有用なモデルとなり得る。

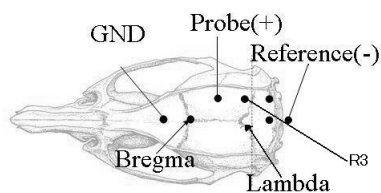


Fig.1 electrode position

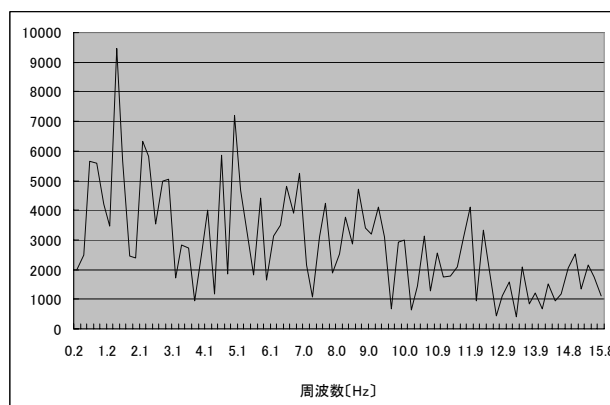


Fig. 2 麻酔導入後 30 分経過した時点での R3 の脳波のパワースペクトル波形。ピーク値が 1.3Hz。

エキシマレーザーアブレーションで作製した YBCO 薄膜の物性評価

*有馬智己（東海大学大学院工学研究科光工学専攻）、**若木守明（東海大学工学部光・画像工学科）

1. 背景・目的

超伝導体は超伝導電線、リニアモーターカー、超伝導磁気センサなど、さまざまな分野での応用が考えられ、実用化の兆しが見えてきた。しかし、それらの利用には液体ヘリウム冷却、方位の整った超伝導結晶を用いる等の必要があり、実用化は限られた分野でしか行われていない。

本研究では、エキシマレーザーアブレーションで成膜したアモルファス状の YBCO 薄膜の物性を評価し、後処理を含めて超伝導の可能性を探ることを目的とした。

2. 実験方法

本実験では高温超伝導体として YBCO ($\text{Y-Ba}_2\text{-Cu}_3\text{-O}_{7-\delta}$) 系を用いて、焼結法により超伝導ペレットの作製を行い、PLD (Pulsed Laser Deposition) 法を用いて成膜を行い、評価を行った。

2-1. 焼結法

ペレットの作製は、薬品の調合、形成、仮焼結、粉碎、再形成、本焼結、アニールの手順で行った。薬品は $\text{Y}:\text{Ba}:\text{Cu}=1:2:3$ の割合で混合し、合計 3g となるように調整した。それを 540kgf/cm_2 の圧力で加圧形成を行い、 $\phi 1.27\text{mm} \times$ 厚さ 3mm の円柱状のペレットを作製した。次に仮焼結を大気中で温度 900°C 、12 時間行った。出来たサンプルを粉末状に砕き、同条件で再形成し、本焼結として酸素雰囲気中で 920°C 、12 時間、アニールとして酸素雰囲気中で 500°C 、24 時間焼結を行った。

2-2. 薄膜化

焼結法で作製されたペレットを PLD 法で成膜を行った。使用したレーザーは KrF エキシマレーザー (波長 253nm)、照射エネルギー 300mJ 、繰り返し周波数 10Hz 、基板には NA (Non Alkali) ガラス基板を用いた。実験条件は酸素分圧 1Pa 、基板温度 500°C 、照射時間 30 分で行った。

2-3. 評価

出来た薄膜の評価を触針法、AFM で表面構造を、XRD で

物性評価、電気抵抗測定で転移温度の評価を行った。

3. 結果

焼結法に作製されたペレットは液体窒素温度での浮上、XRD によるピーク角度から超伝導体になったと言える。薄膜化された YBCO の膜厚は約 150nm となった。XRD の結果からアモルファス状の薄膜が作製された。電気抵抗、表面構造については当日発表する予定である。電気抵抗、表面構造の様子から、作製された薄膜が YBCO であるか、また超伝導性を持つかが判別できると思われる。

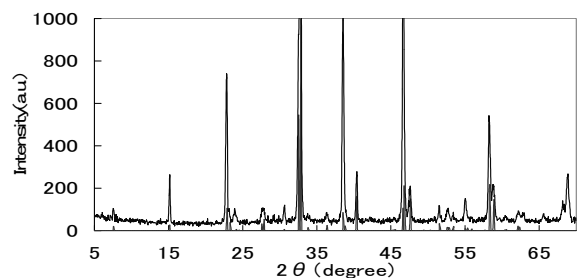


Fig. 1 ペレットの XRD パターン

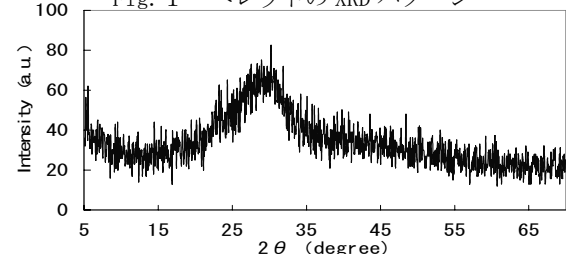


Fig. 2 薄膜の XRD パターン

4. まとめ・課題

焼結法にて超伝導ペレットの作製を行い、PLD 法で成膜を行い、評価を行った。現在、薄膜を再加熱することで超伝導性が発現するとの報告を考慮し実験中であり、その評価を加えて報告する予定である。

5. 謝辞

X 線回折測定に協力してくださった応用科学科の平方氏に感謝いたします。

TiCrMn 合金の表面汚染が初期水素吸収反応速度に及ぼす影響

* 岸本雅彦（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、小林淳一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、義村善人（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、原木岳史（東海大学研究支援・知的財産本部技術共同管理室）、*
* 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

<緒言>

本研究のベース合金である TiCr_2 合金は、 -100°C 程度の極低温下においても水素の吸放出が可能な合金として知られている。この特性から TiCr_2 合金は、合金と水素との反応による吸熱・放熱反応を熱源とした、冷凍機などのヒートポンプへの利用が期待されている [1]。ヒートポンプのような閉鎖系内で水素吸蔵合金を取り扱う際は合金の耐久性、特に不純物による表面汚染の影響を考慮し使用合金を選択しなければならない。本研究室ではこれまで、Cr の一部を Mn で置換することで、 $\text{TiCr}_{1.4}\text{Mn}_{0.6}$ 合金表面の耐酸化性が向上することを確認した。本研究ではさらに Mn の置換量を増やし、TiCrMn 合金を作製し、初期水素吸収反応速度の圧力依存性、温度依存性を測定することで、試料の表面汚染の影響を調べることを目的とした。

<実験方法>

測定試料には(株)日本製鋼所作製の TiCrMn 合金を使用し、EDX（エネルギー分散型蛍光 X 線分析）にて組成確認を行った。水素吸収量の測定は容量法（ジーベルツ型装置：到達真空度 8.5×10^{-5} Pa，真空リークレート 1.6×10^{-9} Pa・ m^3/sec ）を用いた。水素は純度 7N（99.99999 %）の水素ガスを一旦 LaNi_5 に吸収させたものを使用した。これまでに本研究室で行ってきた水素吸収反応速度に及ぼす金属表面の酸化被膜の影響に関する研究成果 [2, 3] から、合金試料表面上の酸化被膜形成により、初期水素吸収反応速度の律速段階が変化する可能性がある。初期水素吸収反応速度の圧力依存性から律速段階、温度依存性から見かけの活性化エネルギーを推定した。1 Pa 程度の真空雰囲気合金表面を曝すことにより合金表面を汚染（汚染時間 100 時間、200 時間）し、初期水素吸収反応速度を測定した。圧力依存性は水素印加圧力を 0.01 MPa，0.02 MPa，0.03 MPa で、水素固溶体領域内で 298K において測定を行った。また温度依存性は、水素印加圧力を 0.02MPa とし、測定温度を 243K，273K，298K で測定を行った。

<実験結果>

測定された初期水素吸収反応速度の結果から、試料を 1Pa 程度の真空雰囲気に曝すと、初期水素吸収反応速度が低下することを確認した。これは真空中に存在する酸素や水などの不純物が、試料表面に吸着・反応したことによって表面被膜が形成され、水素との反応が阻害されたことによるものと考えられる。圧力依存性の結果より、試料と水素との反応における律速段階は、表面汚染が進行するに従い、試料表面での水素分子の解離から被膜中の水素原子の透過へと移行していることを推定した。温度依存性の結果より、見かけの活性化エネルギーは、表面汚染が進行するに従い上昇していることを確認した。詳細は、当日ポスターにて報告する。

<参考文献>

- [1] R. Kakehashi et al, :J. Advanced Science. 13 422-423 (2002)
- [2] H. Uchida et al, : Z. Phys. Chem. (N.F.). 147, 77-88 (1986)
- [3] H. Uchida et al, : J. Less-Common Met. 172-174 983-996 (1991)

Gd(ガドリニウム)表面上の酸化・水酸化被膜が水素反応に及ぼす影響

* 榎本将明（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、谷幸範（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、村上翔一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、* 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

1. 緒言

希土類金属は機能性材料として水素吸蔵合金や磁歪材料など多くの工業製品に利用されている。また、希土類金属は気体としての水素、酸素、水との反応性が非常に高い事が知られている。以前より、本研究室では希土類金属薄膜（La, Ce, Pr, Nd, Tb, Dy）と水素、酸素、水との反応性を超高真空中において定量的に調べてきた¹⁾²⁾。本研究では磁性材料や原子炉の制御棒などに利用されている Gd に着目した。表面の酸化・水酸化は材料の劣化や機能の低下につながり表面反応は非常に重要だと考え、Gd 薄膜表面と H₂、O₂、H₂O の反応性及び酸化・水酸化被膜を有する Gd 薄膜表面が水素反応に及ぼす影響について定量的に調べることを目的とした。

2. 実験方法

実験装置はパイレックスガラス製であり、反応系、排気系、ガス導入系の 3 つの系に大別される。装置内をヒックマンポンプで真空排気し、イオンゲージ・試料の脱ガス、反応系とガス導入系の脱気を繰り返し行うことで、反応系内を超高真空状態にした。抵抗加熱法により試料薄膜を反応管の内壁に 100nm 蒸着させガスを導入した。試料は Gd（純度 99.9%）を使用した。導入ガスは H₂（純度 99.99999%）、O₂（純度 99.99%）、H₂O（比抵抗 18MΩcm の超純水）を使用し、リザーバー管に一度貯めた後、キャピラリー管を通し反応管に導入した。このときのキャピラリー管のコンダクタンス、リザーバー管と反応管の圧力差から Wagener 法⁴⁾を用いて反応量 N と反応確率 r を求めた。反応量 N の単位を mono layers（ML）とし、1ML を 1×10^{15} molecule/cm² と定義する。また、反応確率 $r=1$ のときは入射した分子が全て反応し、 $r=10^{-1}$ のときは入射した分子が 10 個中 1 個反応したことを示す。試料表面と H₂O の反応において、H₂O から解離し再結合した H₂ の分圧変化から、H の吸収率 β ファクターを求めた³⁾。酸化・水酸化被膜が水素反応に及ぼす影響は O₂、H₂O を事前に Gd 表面と反応させ、表面に酸化・水酸化被膜を形成させたのち H₂ ガスを導入することによって測定された。膜圧測定には水晶振動式膜圧測定計を使用した。全圧測定には B-A 型イオンゲージ、分圧測定には四重極質量分析計を使用した。測定温度は 298K で行った。

3. 実験結果

Gd 薄膜表面上の H₂、O₂、H₂O の初期反応確率は $r_{H_2}=1$ 、 $r_{H_2O}=1$ と最も高い値を示した。これは、清浄表面を有する Gd 表面上に入射した全ての H₂、O₂、H₂O が容易に金属表面と電子交換でき、速やかに解離反応した結果と考えられる。

表面に酸化・水酸化被膜が存在すると H₂ の反応性はいずれも低下した。これは、Gd 表面に酸化・水酸化被膜が存在することで表面から H₂ への電子供給が阻害され H₂ の解離が困難となったためと考えられる。

Gd 表面に酸化・水酸化被膜が同程度の被膜量が存在するとき、水酸化被膜よりも酸化被膜のほうがより金属表面からの電子供給を阻害し H₂ の解離を阻害すると考えられる。

4. 参考文献

- 1) M. Hadano, N. Urushihara, S. Terada, D. Katsuya, H. Uchida, Journal of Alloys and Compounds 293-295 (1999) 403-406.
- 2) S. Kato, M. Terashima, R. Yamakawa, H. Uchida, Journal of Alloys and Compounds 446-447 (2007) 555-557.
- 3) K. Toguchi, M. Tada, Yen C Huang, Journal of the Less-common Metals, 88 (1982) 469-478.
- 4) S. Wagener, Br. tish Journal of Applid. Physics. 1 (1950) 255.

水素透過防止膜の内面コーティング

* 木村 浩之（東海大学工学部エネルギー工学科）、篠原 義明（東海大学工学部エネルギー工学科）、幸谷 雄太（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、** 松村義人（東海大学工学部エネルギー工学科）

【緒言】 将来の水素社会の水素燃料システムおよび、水素化物燃料用被覆管等において、使用される小径管の内壁に窒化チタン等の水素透過防止効果を持つ被覆を行うことが期待されている。そこで本研究では、実際に使用される燃料被覆管と同様のステンレス管へのコーティングを簡便な抵抗加熱式真空蒸着法を用いて試みた。

【実験方法】 水素透過防止薄膜の形成には抵抗加熱式真空蒸着法を用いた。到達真空度は 2.0×10^{-4} Pa 以下、基板には内径11mm、幅100mm のステンレス管（SUS316L）を用いた。蒸発源には、Mo フィラメントにTi 線を巻き付けたものを用いた。この線材に通電し抵抗加熱することによりTi蒸着を行い、TiN膜の形成は蒸着中に窒素ガスを導入することで反応性蒸着を行った。蒸着の際には雰囲気ガス圧を変化させた。作製した試料を電気炉で加熱し、質量分析計を使用することで水素透過実験を行った。作製した試料の評価は、主に断面観察に電子線マイクロアナライザ（EPMA）、構造解析にX線回折装置（XRD）、組成分析にX線光電子分光法（XPS）を用いた。

【結果】 作製した試料は、TiN特有の金色を示し、N/Ti原子比はいずれの試料も0.6程度を示すことによりTiNが形成されていることが確認できた。また、XRDの結果から形成された膜にはTiN 相のピークが確認された。水素透過実験によりTiNコーティングを施した試料の水素透過係数がSUS316の1/100以下になったことから窒化チタンコーティングの水素透過防止効果を確認できた。

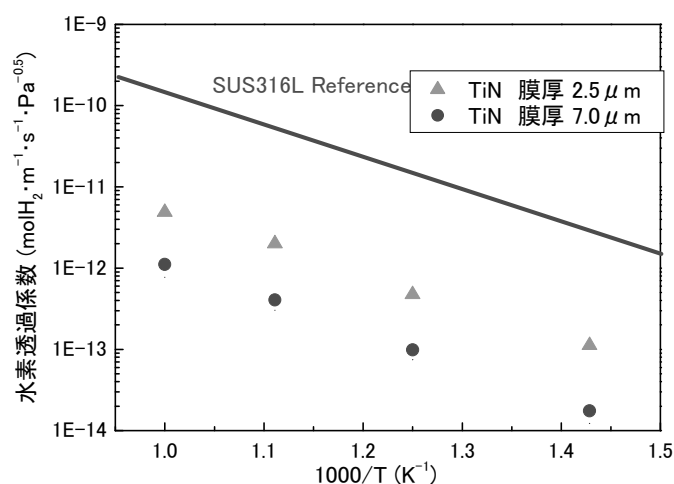


Fig. 温度と水素透過係数の関係

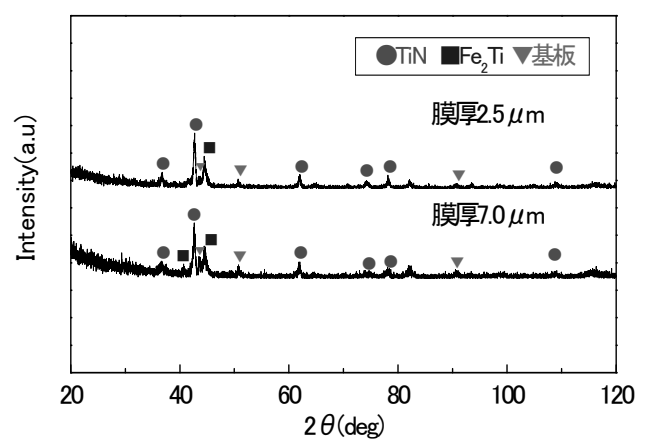


Fig. X線回折像

イオンプレーティング法により作製した非固溶型合金薄膜の磁歪特性

* 圓谷大樹(東海大学工学部エネルギー工学科)、篠原義明(東海大学工学部エネルギー工学科)

中村 翔(東海大学院工学研究科)**松村義人(東海大学工学部エネルギー工学科)

【緒言】

磁場を印加する事により形状変化する現象を磁歪と呼ぶ。鉄のように 10ppm 程度の変位量を示すものを磁歪材料と呼び、希土類-鉄系合金のように 1000ppm 以上の変位量を示すものを超磁歪材料と呼ぶ。これらを薄膜化することにより小型化・軽量化が可能であり、医療用マイクロマシン等への応用が期待されている。

鉄系磁歪材料は数百 ppm の磁歪を示し、希土類-鉄系の超磁歪材料と比べ靱性、耐食性に優れている。これまで、イオンプレーティング (IP) 法による過剰エネルギーの投入により、固溶限を超えた Fe-Al、Fe-Ga 合金薄膜を作製し、磁歪特性の向上を明らかにしてきた。また、固溶度をほとんど持たない Fe-Mg、Fe-Ca 合金薄膜の作製にも成功している¹⁾。同様に Fe と In の平衡状態図は二層分離型であることが知られている。本研究の目的は Fe-In 合金薄膜を作製し、IP 法による過剰エネルギーによる結晶構造への影響および磁歪特性を評価することである。

【実験方法】

Fe を電子ビーム加熱、In を抵抗加熱で蒸発させ、プローブとよばれる正電極に印加する電圧を変化させて成膜を行った。到達真空度は 5.0×10^{-4} Pa 以下、抵抗加熱の電流値は 45~60A、プローブ電圧は +100, 150V (DC)、基板電圧は -40V、の条件で実験を行った。試料の評価は、組成分析には EDX、構造解析には XRD、膜厚測定には表面段差計、磁歪測定には片持ち梁法、光てこ法を用いた。

【結果】

Fe-Al や Fe-Ga とは異なり本来合金を形成しない Fe-In 合金薄膜の作製に成功した。これは IP 法による格子歪エネルギーによるものだと考えられる。また、磁歪測定の結果から固溶限に近い組成の薄膜が飽和磁歪量を示した。

1) S. Nakamura, K. Shinobe, A. Murakawa, Y. Matsumura *J. Japan. Metals* 143 (2008) 419

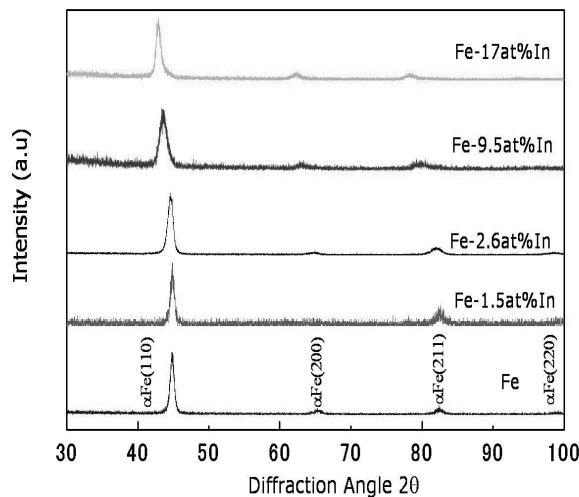


Fig1. Fe-In 合金薄膜の X 線回折結果

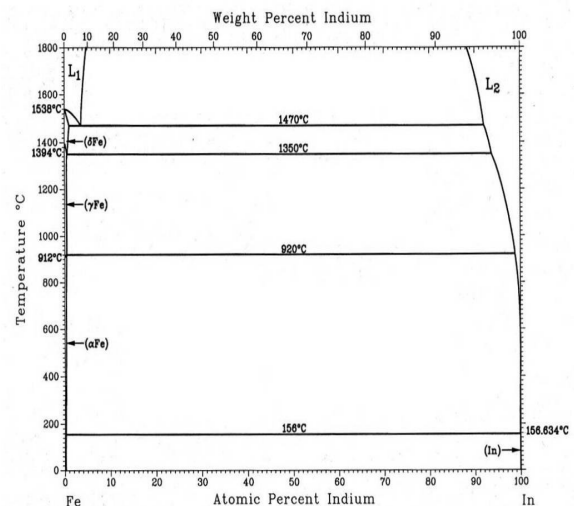


Fig2. Fe-In の平衡状態図

水素吸蔵合金への電子線照射・アルカリ処理が与える初期水素吸収速度への影響

* 村木啓太（東海大学工学部エネルギー工学科）、岸本雅彦（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、
阿部浩之（（独）日本原子力研究開発機構）、** 内田裕久（東海大学工学部エネルギー工学科）

[実験目的]

水素吸蔵材料と水素の反応において、試料表面の状態は非常に重要である。そのため本研究室では、過去にフッ化水素処理や KOH、LiOH、NaOH によるアルカリ処理や H^+ などのイオン照射による表面改質を行ってきた。

今回、本研究では、電子線照射およびアルカリ前処理が水素吸蔵材料である $Mm(La_{0.65}, Ce_{0.35})Ni_{3.48}Co_{0.73}Mn_{0.45}Al_{0.34}$ の水素吸収特性に及ぼす影響について調べることを目的とし、電子線照射の有無、アルカリ処理の有無による $MmNi_5$ 系合金の水素吸収速度への影響について研究を行った。

[実験方法]

実験装置には三電極式開放型一層式セルを用いており、負極は $MmNi_5$ 系合金のペレット (12.2 mm × 1.3 mm)、正極は水酸化ニッケル板 (70 mm × 60 mm × 0.3 mm)、参照電極は水銀・酸化水銀電極、電解液は 6 M-KOH（水酸化カリウム水溶液）を使用し、測定温度は 298 K (一定) で行った。

測定時間は、充電 120 分、休息 30 分、放電 120 分、休息 30 分を 1 サイクルとし、充電時の電圧は -0.9324 V（一定）で行い、電気化学的初期水素吸収速度を測定し、各サンプルとの比較を行った。

アルカリ処理は 6 M-KOH (373 K) で 30 分間行い、電子線照射は独立行政法人日本原子力研究開発機構高崎研究所で行い、照射は大気中で行った。以下に負極である $MmNi_5$ 系ペレットに行った電子線照射の照射条件を示す。

照射エネルギー	2MeV
照射量	$1 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ 、 $5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$

[実験結果]

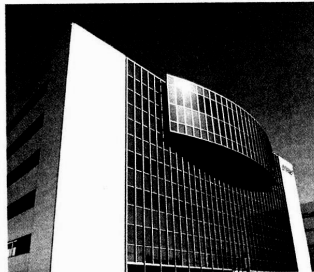
電子線照射を行った試料は未照射のものと比べて初期水素吸収速度が向上した。電子線の照射量の増加に伴い初期水素吸収速度も増加する傾向が見られた。アルカリ処理を施した試料は、総じて初期水素吸収速度が向上し、電子線照射を行った試料においてもその効果が確認された。このことから電子線照射とアルカリ処理を組み合わせることにより高い効果を得ることができることが分かった。しかし過去に行ったイオン照射の結果とは異なりアルカリ処理を施していない場合においても顕著な初期水素吸収速度の向上が確認された。これは、真空中での照射と大気中での照射の違いや、照射したイオンや電子の入り込む深さの違いなどによるものだと考えられる。

SAS 団体会員のご紹介

株式会社 アルバック

所在地 〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500
連絡先 TEL 0467-89-2033 FAX 0467-82-9114
http://www.ulvac.co.jp

真空テクノロジーで
「つくる」をつくる、アルバック



ULVAC

ULVAC

アルバックマテリアル株式会社

Advanced Materials For Next Generation

住所 〒286-0225 千葉県富里市美沢10-1
TEL 0476-90-6111、
FAX 0476-91-5561
URL http://www.ulvac-materials.co.jp



主な取り扱い商品

半導体及び液晶用スパッタリングターゲット、高融点活性金属材料、再生・精密洗浄品、有機ELサポートサービス、ナノメタルインク

温度計測の専門メーカー

ANRITSU 安立計器株式会社

所在地 〒153-0064 東京都目黒区下目黒2-4-5
連絡先 TEL 03-3491-9181 FAX 03-3493-6729
URL http://www.anritsu-meter.co.jp/

主な取り扱い商品

各種温度センサ・表面温度計・放射温度計
蛍光式光ファイバー温度計・温度校正システムなど



●各種温度センサ



●表面温度計



●放射温度計



●蛍光式光ファイバー温度計

株式会社石川工業

住所 〒259-1304

秦野市堀山下 98-2

TEL 0463-87-2021

FAX 0463-87-2035

URL http://www.ishikawa.co.jp

主な取扱商品

熱交換器用圧力容器等

石福金属興業株式会社

所在地 〒101-8654 東京都千代区内神田3-20-7
連絡先 TEL 03-3252-3134 FAX 03-3254-7698

E-mail seihin@ifk.co.jp

URL http://www.ishifuku.co.jp/

貴金属は様々な製品の心臓部に不可欠な材料です。当社は加工が困難といわれる特殊な製品分野ー工業用製品、とりわけ自動車やエレクトロニクス、化学、医療関連などで、数多くの優れた貴金属製品を生み出してまいりました。また、更にエネルギー、環境、医療分野の次世代型新材料の開発にも力を入れております。

＜主な工業用製品＞



熱電対 ろう材 白金器具 不溶性電極
化合物 燃料電池用触媒 ターゲット 電気接点

イノテック株式会社

業務内容

半導体・電子部品の技術会社

所在地：神奈川県横浜市港北区新横浜3-17-6

連絡先：TEL 045-474-9002 FAX 045-474-9002

弊社HP：http://www.inotech.co.jp

会社紹介

イノテックでは若い人でも、やる気と能力があれば、仕事を積極的に取り組んでいける環境です。そこでは大企業とは違った経験ができ、責任感とやりがいを感じることができます。即ち、若い時から自分が成長にしたいが、会社が成長していくことが感じられます。イノテックは単なる半導体・電子部品の商社にとどまらず、自社製品を開発するなど、日本のモノづくりに貢献していきます。そのようなイノテックに興味のある方は、是非弊社までご連絡下さい。



株式会社オーネックス



本社 〒243-0283 神奈川県厚木市上依知3012-3
TEL 046-285-0600 厚木工場 技術研究所
東松山工場 〒355-0071 埼玉県東松山市大字新郷88-23
TEL 0493-24-2931
長野工場 〒386-1212 長野県上田市富士山2416-10
TEL 0268-38-8010
山口工場 〒757-0003 山口県山陽小野田市山野井1366-2
TEL 0836-73-1311
URL http://www.onex.co.jp

営業品目

- ① ガス浸炭焼入焼戻し加工
- ② ガス浸炭浸窒焼入焼戻し加工
- ③ 高周波焼入焼戻し加工
- ④ 真空熱処理加工
- ⑤ アルミ合金、銅合金などの熱処理
- ⑥ ガス窒化(ガス軟化)加工



株式会社

オーハシテクニカ

住所 〒163-0921

新宿区西新宿 2-3-1

新宿モリノス 21 階

TEL 03-5321-3421

FAX 03-5321-3427

URL http://www.ohashi.co.jp

主な取扱商品

精密部品の開発

オリエンタル エン지니어リング 株式会社

所在地：〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2-29-1
連絡先：川越工場

TEL 03-3802-4311 FAX 03-3803-4614

http://www.oriental-eg.co.jp

＜技術紹介＞

表面熱処理技術の総合メーカーとして常に最新技術を提供し、熱処理設備・熱処理加工については、総合技術力で応えます。

◎ 世界初の雰囲気制御付真空浸炭炉『NEOVIA』

◎ 各種熱処理設備のラインナップ

◎ 浸炭処理、ガス軟化処理、高周波、真空処理、P-CVD、S-DLCコーティング処理等

Oh Strong!

熱処理設備全自動ライン

(弊社新潟工場)



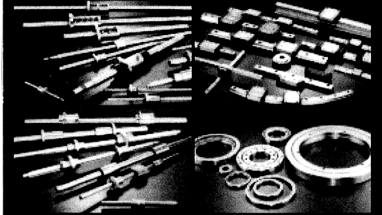
☆経産省・中小企業庁より

2007年度「元気なモノ作り中小企業300社」に選ばれる

☆2007年度第17回理工技術協会賞の「技術賞」を受賞

P-CVDアルファードロップ 世界初のマグネティック合金型の

離型剤フリーを実現 <TiAlSiCNO系ナノコンポジット膜>

関東冶金工業株式会社 住所 〒254-0014 平塚市四之宮 2543 TEL 0463-55-2511 FAX 0463-55-8884 URL http://www.k-y-k.co.jp 主な取扱商品 工業用熱処理炉	ユーヴィックス株式会社 住所 〒152-0035 東京都目黒区 自由が丘 3-5-22 TEL 03-5731-5501 FAX 03-5731-5570 主な取扱商品 精密機械製品 他	株式会社極東窒化研究所 所在地: 神奈川県秦野市三屋 42 TEL 0463-75-2211 / FAX 0463-75-3515 http://www.kyokutou-tikka.com ●窒化処理とは金属部品の表面硬化処理のことで、耐磨耗性、耐腐食性の向上を目的としています。 当社はアンモニアガスによるガス窒化を専業としております。 日本最大級の直径 22m の大型炉 2 基と、長さ 7m の長尺炉 1 基を含め 22 基の円筒縦型炉を所有し、短納期に対応しています。   ●対象部品: 工作機械部品、産業機械部品、内燃機関部品、建設機械部品、航空機部品、自動車エンジン部品、ゲイハート機械部品など ●ガス窒化専業会社として 50 年の窒化技術の蓄積があります。 皆様のお役に立てますことを確信しております。
株式会社 金門製作所 中央研究所 住所 〒350-1155 川越市下赤坂 748 TEL 0492-56-6081 FAX 0492-56-6088 URL http://www.kimmon.co.jp 主な取扱商品 ガスメーター、水道メータ、 温水メータ、空調機器、油量計、 半導体製造装置	「光と電波」 情報通信・デジタル家電を支える昭和真空 「真空」をベースにした独創のノウハウで、 現在の多彩な先端技術産業に貢献  株式会社 昭和真空 http://www.showashinku.co.jp 事業所 本社・相模原工場 〒229-1124 神奈川県相模原市田名 3062 番 10 号 TEL: 042-764-0321 FAX: 042-764-0329 営業所・大野台 〒229-0011 神奈川県相模原市大野台五丁目 16 番 41 号 第 二 工 場 TEL: 042-754-1331 FAX: 042-758-1052 大野台パークセンター 〒229-0011 神奈川県相模原市大野台二丁目 27 番 2 号 営業種目 水晶デバイス用、光学薄膜用、電子デバイス用などの総合的な真空関連装置並びに真空機器等。 真空蒸着装置、スパッタリング装置、イオンエッチング装置、イオンプレーティング装置、ドライエッチング・アッシング装置、真空冶金、(溶解、熱処理、焼結、脱ガス)装置、光学薄膜用モニター(多色式、淡色式)、IAD 冷陰極イオンソース、液晶注入装置、有機 EL 用蒸着装置、その他	株式会社 真 巧 住所 〒216-0003 川崎市宮前区 有馬 4-18-9-105 TEL 044-272-5876 FAX 044-854-5010 主な取扱商品 省エネ型ガスコンロ用調理器具 開発・製造
株式会社 鈴木製作所 住所 〒253-0071 茅ヶ崎市萩園 2658-13 TEL 0467-85-1131 URL http://www.suzuki-cc.jp 主な取扱商品 輸送用機器器具製品 (主に自動車機能部品)	第一熱処理工業株式会社 DAI-ICHI HEAT TREATMENT INDUSTRY CO.,LTD 所在地 本社・船橋工場 〒237-0016 船橋市潮見町 16-2 連絡先 TEL 047-433-2381 FAX 047-433-0222 ホームページ http://www.ichi-netsu.co.jp 採用情報 http://www.ichi-netsu.co.jp/recruit/index.html E-mail info@ichi-netsu.co.jp <営業種目> 熱処理・機械加工・検査までの一貫体制 <設備> 台車炉: W3,600xL12,000xH2,500他 6機 連続炉: φ20~350x3,000~22,000 3ライン ピット炉: φ1,000xH1,500他 5機 機械設備: 小型~大型旋盤 8機 BTA 深溝加工機 小型~大型 4機 <技術紹介> 連続炉は丸棒・パイプ専用炉として 曲がらない熱処理が可能です 熱処理→加工→検査まで何でもご相談下さい  Cライン 連続炉	THK 株式会社 本社 〒141-8503 東京都品川区西五反田 3-11-6 TEL 03-5434-0300 FAX 03-5434-0305 http://www.thk.com/  The Mark of Linear Motion 【事業紹介】 ●各種軸受け及び機械要素の製造、販売 ●工作機械及びその部品の製造、販売 ●産業用ロボット及びその関連部品の及び輸送用機械部品の製造、販売 等 



光と熱源のバイオニア

岳石電気株式会社

住所 〒259-1306 秦野市戸川 125-1
TEL 0463-75-1682 FAX 0463-75-4188
URL <http://www.takeishi.co.jp>



主な取り扱い商品
タングステン、モリブデン、レアメタル金属素材使用
による 自動車産業機器、他

株式会社

武井製作所 横浜工場

所在地: 〒226-0012 神奈川県横浜市緑区上山 1-16-2
連絡先: TEL045-935-3241 FAX045-934-8311
<http://www.takei-asama.co.jp>

< 技術紹介 >

高圧ガス用安全弁設計・製作

- * 極低温用から高温用まで (-269℃～+500℃)
 - * 微圧用から超高圧用まで (0.01MPa～129 MPa)
- 高度の品質マネジメントシステムにもとづく安全弁
エキスパート集団の手による高精度の安全弁
当日発送(型式・数量に制限あり)も可能



TAKEI

東洋精箔株式会社

住所 〒262-0043

千葉市花見川区天戸町 1293

TEL 043-259-3521

URL <http://www.toyoseihaku.co.jp>

主な取扱商品

各種金属への精密圧延、
各種金属への貴金属メッキ

株式会社 巴商会

所在地: 〒144-8505 東京都大田区南蒲田1-1-25
連絡先: TEL03-3734-1116 FAX: 03-3734-8900
URL: <http://www.tomoeshokai.co.jp>



巴商会では酸素・窒素・アルゴン・ヘリウムをはじめとする
1,000種類以上の産業用ガス、また、それらを使用する際
の機器や産業用ガスの消費設備をお客様にご提供していま
す。技術部門、商品分析部門があるのもお客様のニーズにお
応えするためです。

◆東海大学出身者29名活躍中!!

NAKAYO 株式会社ナカヨ通信機

<http://www.nyco.co.jp/>

<所在地>

- 本社 〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町24-4
TEL03-3496-1151
- 業務本部(前橋) 〒371-0853 群馬県前橋市総社町1-3-2
TEL027-253-1111

主要製品: デジタルビジネスホン・IP電話・VDSL・CTI
デジタル交換機・PHS無線モジュール他

提案します IPビジネスソリューション

好評発売中

IP対応デジタルビジネスホン

iA-v3



ネットワークカメラ対応
大型カラー液晶ディスプレイ搭載
iA-v3-IP/LD電話機

株式会社 ニクニ

住所 〒213-0032

川崎市高津区久地 843-5

URL <http://www.nikuni.co.jp>

主な取扱商品

ステンレス製品 過流タービンポンプ、
マグネットポンプ、
キャンドモーターポンプ

株式会社 日陽

住所 〒216-0003

川崎市宮前区 4-18-9-105

TEL・FAX 044-853-5010

主な取扱商品

介護用排泄物自動処理装置

製造販売

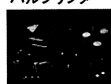
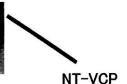
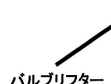
① NITTAN VALVE CO., LTD.

<挑戦・創造・スピード>をモットーに、市場のニーズを
先取りした総合的な提案を致します。

日鋳バルブは、エンジンバルブを始め、その他製品で環境
規制への貢献はもとより、もの造りにおいても新しい発想と工夫
により、環境との調和を考慮しエクセレントカンパニーを目指します

<主要製品>

エンジンバルブ



船舶用部品

連続カム位相可変機構

日鋳/バルブ株式会社

住所: 〒257-0031 秦野市曾屋518番地
TEL: 0463-82-1311 FAX: 0463-82-7413
URL: <http://www.niv.co.jp>

地球環境を考えた日本端子のコネクタ

安心を繋いで半世紀 人と環境の調和を目指す。



0.3mm 25mm 25mm 25mm

5.0mm 25mm 25mm 25mm

新発売

EA形アブリーター エントフィート圧着タイプ

他社製の圧着機に対応

セット簡単・時間短縮、確かな圧着と低価格

ワンタッチ式ラムストップバー搭載

～絶縁性、保管時の刀型腐蝕防止装置～

端子は、情報と暮らしを高度に継ぎます



日本端子株式会社

本社 〒255-0003 神奈川県中郡大磯町大磯 2224-1
TEL(0463)61-8200 (案内用) ダイヤルイン FAX(0463)60-1210
URL <http://www.h.nippon-tanshi.com/>

NHKニッパツ

日本発条株式会社

〒236-0004 横浜市中区金沢3-10
TEL 045-786-7511 FAX 045-786-7599
<http://www.nhkspg.co.jp/>

ニッパツは世界No. 1のばねメーカーとして躍進してきました。現在では、自動車、情報通信、産業・生活の各分野に、なくてはならないキーパーツを提供しています。

＜自動車分野＞



世界No. 1のばね製品をはじめとして、クルマの安全・快適・高機能・環境対応のための製品を提供しています。

＜情報通信分野＞



世界第2位のHDD用サスペンションのほか、HDDおよび半導体記憶装置などで、高精度化社会を支えています。

＜産業・生活分野＞



立体駐車装置やセキュリティ製品など、生活の中の身近なところにも、数多くのニッパツ製品が広がっています。

ニホンハンダ 株式会社

住所 〒130-0012

墨田区太平 1-29-4

TEL 03-3624-5771

URL <http://www.nihonhanda.com/>

主な取扱商品

電子機器用各種はんだ材料、

フラックス材、

自動はんだ付け加熱装置

日本ベルパーツ(株)

本社・工場 〒276-0046

千葉県八千代市大和田新田 601-36

TEL 047-450-7111 FAX 047-450-7011

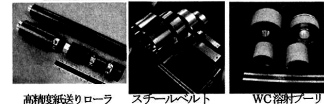
URL: <http://www.takuminowaza.com>

白河工場 福島県白河郡西郷村大字小田倉字太平 525-1

日中合弁: 西安西安西立電子有限公司

—世界を駆け巡る NBP の機能部材—

電子機器	リードワイヤ タンクワイヤロープ タンクワイヤロープ (SCMC)
情報機器	磁気ヘッド 磁気ヘッド 磁気ヘッド 磁気ヘッド
自動車	コネクタ用ワイヤロープ ステンレス鋼ワイヤロープ
テストロニクス	精密部品製造機 (組立機・組立機) 組立機 (組立機・組立機) 組立機 (組立機・組立機)
医療	カテーテル マニピュレータ
建設・精密機器	ステンレス鋼部材 (組立機・組立機) (組立機・組立機) (組立機・組立機)



高精度ワイヤロープ スチールベルト WC被覆部材

日本ミニチュアロープ

NIPPON MINIATURE ROPE CO., LTD

住所: 東京都中央区日本橋箱崎町5番15号

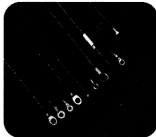
(Address: Hakozaki-cho, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo)

Tel: 03-3664-9133 Fax: 03-3668-8750

E-Mail: nmrtoyo@tky3.web.ne.jp

Web Site: <http://www2.osk.3web.ne.jp/~nmrkk/nmr01/htm>

- 主な製品: (1) 自動車用コントロールケーブル
(2) OA機器用ステンレス鋼ワイヤロープ
(3) 高級自転車(マウンテンバイク)用インナーケーブル
(4) 照明器具昇降用ステンレス鋼ワイヤロープ
(5) 医療用ファイバーステンレス鋼ワイヤロープ
(6) 半導体(シリコン、結晶)用タンダステンワイヤロープ



PARKER SUPER NITRIDING

パーカー S・N 工業株式会社

所在地 〒252-1108 神奈川県横浜市神奈川 8 丁目 20 番 27 号

連絡先: TEL 0467-78-6760 FAX 0467-78-6763

<http://www.parker-sn.co.jp>

工場: 本社工場 水戸工場

＜熱処理加工＞

ガス窒化 ガス浸炭窒化 ガス軟化
ガス浸炭 ガス浸炭窒化 ADI 等各種処理



ISO9001 認証取得

顧客の信頼と満足を得る

品質を安定的に供給する

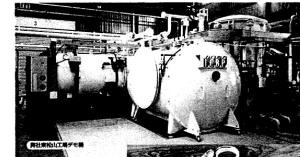


ISO14001 認証取得

私たちは、地理的、やむを得ない会社でありつづけます

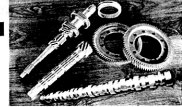
新しい熱処理スタイルを提案して インライン量産設備実績No.1

ICBP 低圧浸炭熱処理装置
CO2誘導加熱、窒素化処理に貢献します。



適用部品

- 変速機各種ギア
- 各種シャフト
- 動力伝達機構部品
- エンジン部品
- CVT部品



パーカー熱処理工業株式会社
PARKER NETSUSHORI KOGYO CO., LTD.

本社 〒103-0027 東京都中央区日本橋2-16-8

TEL 03-3278-4550 (代) <http://www.pnk.co.jp>

東京営業所/川崎市川崎区田町3-13-10 〒210-0822 ☎ 044-276-1586
大阪営業所/大阪府吹田市広芝町11-41 〒564-0052 ☎ 06-6339-5088
名古屋営業所/愛知県尾張旭市東栄町4-8-7 〒468-0011 ☎ 0561-53-5265
浜松出張所/静岡県浜松市都立町201-1 〒430-0815 ☎ 053-442-3505
宇都宮出張所/栃木県宇都宮市平出工業団地25-2 〒321-0905 ☎ 028-660-2105
東松山工場/埼玉県北本郡清川町大字都25-78 〒355-0812 ☎ 0493-56-4341

パイロットコーポレーション 平塚工場

住所 〒254-0073

平塚市西八幡 1-4-3

TEL 0463-35-8030

URL <http://www.pilot.co.jp>

主な取扱商品

各種筆記具、OA 機器部品

宝飾品

フジテック工業 株式会社

住所 〒257-0031

秦野市曾谷 173-1

TEL 0463-82-8951

URL <http://www.fujitec-k.co.jp>

主な取扱商品

消音機、防音対策エンジニアリング

グローバルに貢献、"タフレックス"を中心に 高品質・高性能な製品バリエーション。



HORIKIRI...The leading manufacturer of springs, renowned worldwide for superior quality and outstanding performance, takes pride in the innovative "TUFLEX" leaf spring, another step forward in the industry.

トヨタ用リーフスプリングの製造販売
高強度リーフスプリング "タフレックス" を世界で初めて製品化

国内唯一・世界最良
新開発エアサスペンションシステム



HORIKIRI, INC.
株式会社 ホリキリ



〒278-0022
千葉県八千代市上高野 1827 番地 4
TEL (047) 484-1111 (代表)
FAX (047) 484-1804

鶴やマイチニューテクノロジー 〒410-1109 静岡県裾野市呼子 3-1-2 連絡先 TEL055-997-3010 FAX055-997-3013 http://web.thn.jp/yyy <技術> バイオマス燃焼装置「BMB」は、廃動植物用油を熱エネルギーにリサイクルする装置です。廃動植物油を改質して、BKF「Bio Kerosene Fuel」として燃料化し、特殊バーナーで直接燃焼します。燃焼効率はたいへん優れており、煙害、臭気などの公害も発生させない等、環境にやさしい商品です。  エコマーク認定番号 第 02059001 温水ユニット 40万 kcal/h 65℃ 7ton/h	株式会社 山本科学工具研究社 住所 〒273-0018 船橋市栄町 2-15-4 TEL 047-431-7451 主な取扱商品 硬さ基準片	株式会社 渡辺製作所 住所 〒950-1455 新潟市新飯田 3000 番 TEL 025-374-2146 URL http://www.watanabetu.jp/ 主な取扱商品 金属熱処理加工
---	---	--

'09 SAS Intelligent Symposium Abstracts

平成 21 年 11 月 19 日発行

編集発行 日本学術会議登録学術団体 SAS (Society of Advanced Science)

〒257-0003 神奈川県秦野市南矢名 3-10-35 東海大学同窓会館 1 階

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 1117 東海大学湘南校舎

TEL:0463-69-1960 FAX:0463-69-1961

E-mail : jased@sas-jas.gr.jp/ SAS HP : <http://www.sas-jas.gr.jp/>

発行人・西畑三樹男 印刷製本・(有)松波印刷

© 2009 Society of Advanced Science