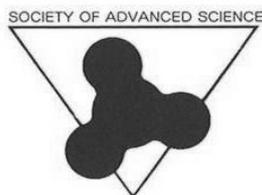


27th
'15 SAS Symposium

ABSTRACTS



日時：2015年11月12日(木)、13日(金)

10:00~16:30

場所：東海大学湘南キャンパス 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

27th '15 SAS シンポジウム アブストラクト正誤表

頁等	誤	正
PDF ファイルの しおり機能	B13 → G14 へ移動	変更先間違い B13 → G13 へ移動
p. IV	B-13 G-14 に変更	変更先間違い B-13 G-13 に変更

27th '15 SAS シンポジウム スケジュール

	11月12日(木)	11月13日(金)
9:00	開場 受付開始 ポスター掲示 ショートプレゼンテーションのデータ提出 ※必ずウイルスチェックを行ってください	受付開始
10:00	シンポジウム開会式 ※参加者の方はできるだけご出席下さい	ショートプレゼンテーション開始 発表領域 B, E, F, H
10:15	ショートプレゼンテーション開始 発表領域 A, C, D, G, I 企業技術発表: 旭東ダイカスト株式会社	企業技術発表: 日本バルパーツ株式会社
	** 休憩 **	** 休憩 **
13:30	ポスター発表開始 発表領域 A, C, D, G, I	ポスター発表開始 発表領域 B, E, F, H
	13:30-14:30 カテゴリ No. 偶数 15:00-16:00 カテゴリ No. 奇数 *上記の時間帯は、各自のポスター前に待機して下さい。	
16:00	第1日目 終了	第2日目 終了 シンポジウム閉会式 ※参加者の方はできるだけご出席下さい
16:15		ポスターおよび展示物の撤収作業

- ※ ポスター掲示およびデータの提出は、**発表日に関わらず、すべて12日(木)10:00までに行ってください。**
- ※ ポスターは**発表日に関わらず2日間掲示してください。**東海大湘南キャンパス以外からご参加いただく方は、ポスターケース等をご用意して頂ければ、シンポジウム終了後にポスターをご返送いたします(ヤマト運輸・着払い便)。
- ※ 遠方からの来場や授業等でご都合の悪い場合等は、あらかじめご相談いただければご対応いたします(ご希望に添えない場合がありますのでその際はご容赦ください)。

E-mail symposium@sas-jas.gr.jp もしくは sasinfo@sas-jas.gr.jp まで

<27th '15 SAS 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 名誉教授)
実行委員	天野 忠昭	(SAS テクニカルセンター長)
	伊藤 健郎	(日本ベルパーツ株式会社研究所 所長)
	伊藤 経教	(株式会社オーネックス)
	岩瀬 満雄	(SAS)
	内田 晴久	(東海大学 教養学部 人間環境学科 教授)
	岡田 工	(東海大学 チャレンジセンター 教授)
	沖村 邦雄	(東海大学 工学部 電気電子工学科 教授)
	小栗 和也	(東海大学 教養学部 人間環境学科 准教授)
	小黒 朝雄	(岳石電気株式会社 技術開発部 部長)
	落合 成行	(東海大学 工学部 機械工学科 教授)
	神田 輝一	(関東冶金工業株式会社 技術開発室 室長)
	神田 昌枝	(東海大学 非常勤講師)
	渋谷 猛久	(東海大学 工学部 光・画像工学科 教授)
	庄 善之	(東海大学 工学部 電気電子工学科 教授)
	新屋敷 直木	(東海大学 理学部 物理学科 教授)
	武田 康秀	(株式会社極東窒化研究所 取締役総務部長)
	崔 一英	(東海大学 チャレンジセンター 教授)
	利根川 昭	(東海大学 理学部 物理学科 教授)
	富田 恒之	(東海大学 理学部 化学科 講師)
	西 義武	(東海大学 工学部 材料科学科 教授)
	星野 薫	(パーカーS・N工業株式会社 品質及び技術部長)
	松村 義人	(東海大学 工学部 原子力工学科 教授)
	安森 偉郎	(東海大学 教育研究所 准教授)
	渡部 貴史	(日鍛バルブ株式会社 技術統括部)

(五十音順、敬称略)

27th < '15 SAS シンポジウム 題目一覧 >

会期 2015年11月12日, 13日 10:00~16:30

会場 東海大学湘南キャンパス 17号館2階 ネクサスホール

企業技術発表

11月12日(木) 旭東ダイカスト株式会社

11月13日(金) 日本ベルパーツ株式会社

*発表者 **指導教員

A・インテリジェント材料・ナノテク

A-1 電磁シールド材に用いられるPCとAlの電子線照射による高分子・金属材料間の接着技術

*富澤 雅貴(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、久保 智愛(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、神田 昌枝(東海大学工学部材料科学科)、**西 義武(東海大学工学部材料科学科)

A-2 スマートフォン用高硬度耐衝撃性極薄ガラスの電子線照射による強靱化

*高橋杏奈(東海大学工学部材料科学科)、野村良(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-3 エレクトロアクティブポリマーと生体医療ポリマーの高速殺菌接着について

*高瀬 早桐(東海大学工学部材料科学科)、久保 智愛(東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田 昌枝(東海大学工学部材料科学科)、**西 義武(東海大学工学部材料科学科)

A-4 航空機用積層構造材料(GFRP/Al)の電子線照射による新たな接着方法の開発

*北原 大輔(東海大学工学部材料科学科)、峯岸 明子(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)

A-5 核融合炉用機能性被覆におけるクラックの評価

*佐々木亮祐(東海大学工学部原子力科)、鈴木成実(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、豊田 諒一(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、**松村義人(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)

A-6 核融合炉における機能性被覆の in-situ 評価に関する研究

*鈴木成実(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、佐々木亮祐(東海大学工学部原子力工学科)、豊田諒一(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、**松村義人(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)

B・自然・環境エネルギー

B-1 有機無機融合ペロブスカイト太陽電池の研究開発

*山本智妃呂、前田勝典、山川ジョエル(東海大学大学院工学研究科)、**金子哲也、功刀義人、磯村 雅夫(東海大学大学院工学研究科)

B-2 燃料電池の最大効率点制御方式の提案

*坂上文弥(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、山口拓馬(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、**板子一隆(神奈川工科大学電気電子情報工学科)

B-3 直列に接続された太陽電池モジュールの欠陥セル検出方法(電圧型 SRC 検査法)

*王亜東(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、柳沢拓己(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、諸星拓貴(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、**板子一隆(神奈川工科大学電気電子情報工学科)

- B-4 **単層 CNT/PtFE 複合膜を用いた燃料電池用防食膜**
*アティカ シュハイダ、齊藤大輝、宮崎巖太 (東海大電気電子工学科)、**庄善之 (東海大電気電子工学科)
- B-5 **マグネシウム微粒子を用いた水素発生装置と燃料電池への応用**
*鈴木俊樹、永原悠貴、大塚大輔 (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-6 **フレキシブル燃料電池の作製**
*小坂井 健汰、鈴木 智也 (東海大学電気電子工学科)、**庄善之 (東海大学電気電子工学科)
- B-7 **燃料電池の反応抵抗の計測と評価に関する研究**
*楊帥 (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-8 **液中プラズマ法を用いた燃料電池用触媒の作製と評価**
*Alsaedi A (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-9 **単層 CNT を添加した電気二重層キャパシタに関する研究**
*栢谷勇吾 (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-10 **液中プラズマ法を用いた Pt 担持単層 CNT の作製と燃料電池への応用**
*上野雄太郎 (東海大学大学院電気電子システム工学専攻)、**庄善之 (東海大学電気電子工学科)
- B-11 **めっき法によるピスマス・テルル系厚膜化と微小ジェネレータの製作**
*和地誠、竹森大地 (東海大学工学部材料科学科)、初田直樹 (東海大学工学研究科金属材料工学専攻)、**高尻雅之 (東海大学工学部材料科学科)
- B-12 **スパッタリング法による ZnO 薄膜の成膜と熱電物性評価**
*小林幸 (東海大学工学部材料科学科)、**高尻雅之 (東海大学工学部材料科学科)
- B-13 G-14 に変更
- B-14 **非金属水素吸着材料による貯蔵可能性の検討**
*小野優 (東海大学人間環境学研究科人間環境学専攻)、**内田晴久 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

C・機械・材料工学

- C-1 **メカノケミカル法を用いたスクラップゲルマニウムの再資源化**
*田島佳奈、岡部準子 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科)
- C-2 **Ge ウェハを使用した赤外線レンズの作成**
*斉藤沙季、藤本隆一 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、正木進 (株TDY)、**小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科)
- C-3 **鉄道車両用積層構造材料(CFRP/18-8)の均質電子線照射による接着強度の向上方法の開発**
*峯岸 明子 (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 **衝突防止システムを装備する自動車向けガラス繊維強化熱可塑性ポリプロピレン樹脂の電子線照射による機械的性質の評価**
*奥原雅也 (東海大学工学部材料科学科)、野村良 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、Michael C. Faudree (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-5 **航空機用炭素繊維織布強化 Ti/CFRTP(PC) 接合体の作製と機械的性質の評価**
*遠藤祐一(東海大学工学部材料科学科)、長谷川 仁紀(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-6 **量産車部品に用いる CFRP シートと Cu の接着の支配因子の解明**
*斎藤 祐樹(東海大学工学部材料科学科)、富澤 雅貴(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、峯岸 明子(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-7 **構造材料のオーステナイト系ステンレス鋼と緩衝材に利用される PE の接着強度の評価**
*久保 智愛(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、神田 昌枝(東海大学工学部材料科学科)、**西 義武(東海大学工学部材料科学科)
- C-8 **YBCO 線材の通電性能に及ぼすはんだ接合条件の影響**
*笠松真里(東海大学工学部材料科学科)、坂本太紀(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)
- C-9 **nPAD-YBCO 超伝導線材を用いた電流リードの通電性能の評価**
*佐藤伸哉(東海大学工学部材料科学科)、高橋祐樹(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)
- C-10 **PIT 法を用いたステンレス鋼シース MgB₂ 超伝導細径線材の作製**
*小形昌也(東海大学工学部材料科学科)、早川侔平(東海大学工学部材料科学科)、深津健充(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)
- C-11 **MgB₂ 超伝導バルクの組織と超伝導特性**
*萩森良平(東海大学工学部材料科学科)、大内皓(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)、**山本明保(東京農工大学大学院工学研究院)
- C-12 **YBCO 超伝導線材 Ag 保護層のはんだ溶解**
*高木智史(東海大学工学部材料科学科)、松村亮佑(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)
- C-13 **三次元流れにおける段付き角柱の空力特性**
*坂田菜奈美(東海大学機械工学科)、**岡永博夫(東海大学機械工学科)
- C-14 **PIT 法による Cu-10Ni シース MgB₂ 超伝導細径線材の作製と評価**
*小林佑樹(東海大学工学部材料科学科)、深津健充(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)

D・教育・基礎科学

- D-1 **情報カードを使用した理科教材の開発**
*吉原夕貴(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- D-2 **スキャニメーションを利用した理科教材作成**
*黒川聖菜、渡邊聖也(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

E・光・プラズマ理工学

- E-1 **核融合炉におけるD-He混合プラズマ照射時の水素同位体吸蔵特性**
*金子雅美(東海大学理学部物理学科)、石川文貴(東海大学理学研究科物理学専攻)、**利根川昭(東海大学理学部物理学科)、松村義人(東海大学工学部原子力工学科)、佐藤浩之助(中部電力)、河村和孝(東海大学)
- E-2 **シートプラズマ中でのオメガトロノ型質量分析器による水素負イオン温度計測**
*瀧本壽来生(東海大学理学部物理学科)、飯島貴朗(東海大学院総合理工学研究科総合理工学専攻)、田中悠太(東海大学院理学研究科物理学専攻)、**利根川昭(東海大学理学部物理学科)、河村和孝(東海大学)、佐藤浩之助(中部電力)
- E-3 **核融合炉の先進的ダイバータの模擬実験**
*田中悠太(東海大学理学研究科物理学専攻)、内山寛之(東海大学理学部物理学科)、**利根川昭(東海大学理学研究科物理学専攻)、佐藤浩之助(中部電力)、河村和孝(東海大学)
- E-4 **水溶液プロセスを用いた種々の形態を有する希土類含有微粒子の合成と波長変換材料への応用**
*東海林 千尋(東海大学大学院理学研究科化学専攻)、小川 哲志(東海大学理学部化学科)、**富田 恒之(東海大学理学部化学科)、小林 亮・加藤 英樹・垣花 真人(東北大学多元物質科学研究所)
- E-5 **マグネトロンスパッタにおける磁場配置の検討**
*酒井達拓(東海大学工学部原子力工学科)、豊田棕一(東海大学院工学研究科応用理学専攻)、マンシィ アハマト(東海大学院工学研究科応用理学専攻)、**松村 義人(東海大学院工学研究科応用理学専攻)
- E-6 **核融合ダイバータ材に対する重水素プラズマにおける反応機構についての研究**
*鷺野拓也(東海大学工学部原子力工学科)、石川文貴(東海大学大学院理学研究科物理専攻)、利根川昭(東海大学理学部物理学科)、**松村義人(東海大学工学部原子力工学科)
- E-7 **マグネトロンスパッタリング中のプラズマ計測の検討**
*坂野尚太(東海大学工学部原子力工学科)、豊田涼一(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、**松村 義人(東海大学工学部原子力工学科)
- E-8 **基板バイアスが薄膜の内部応力に及ぼす影響**
*宮田隼平(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、西村佑樹(東海大学工学部原子力工学科)、豊田棕一(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、橋本真希(東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、飯島貴朗(東海大学大学院総合理学研究科総合理工学専攻)、利根川昭(東海大学大学院総合理学研究科総合理工学専攻)、**松村義人(東海大学院工学研究科応用理学専攻)
- E-9 **成膜時の基板温度が薄膜の内部応力に与える影響**
*橋本真希(東海大学院工学研究科応用理学専攻)、渡辺 基(東海大学工学部原子力工学科)、宮田隼平(東海大学院工学研究科応用理学専攻)、豊田棕一(東海大学院工学研究科応用理学専攻)、**松村義人(東海大学工学部原子力工学科)

F・有機・高分子材料

- F-1 **アルコール化学気相成長(ACCVD)法と水分添加を用いた単層カーボンナノチューブ(SWCNT)の作製**
*平井慧(東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻)、**庄善之(東海大学工学部電気電子工学科)

- F-2 **電子線照射により表面が活性化されたガラス繊維を用いた自動車部品用ガラス繊維強化熱可塑性ポリプロピレン樹脂の耐衝撃特性の評価**
 *野村良 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、Michael C. Faudree(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)
- F-3 **輸血パックに用いるPPと抗血栓作用のあるPAの高速減菌接着**
 *上田恵輔 (東海大学工学部材料科学科)、久保智愛 (東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田昌枝 (東海大学工学部材料科学科)、**西義武 (東海大学工学部材料科学科)
- F-4 **半導体封止材に用いる異種高分子積層体(Epoxy/PA6)の電子線照射処理による接着剥離強度の評価**
 *関上 周作 (東海大学工学部材料科学科)、八木 新太 (東海大学工学研究科金属材料専攻)、久保 智愛 (東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田 昌枝 (東海大学工学部材料科学科)、**西 義武 (東海大学工学部材料科学科)

G・生命生理工学

- G-1 **色空間変換を用いた顔色情報解析について**
 *渡邊汐(東海大学大学院工学研究科生体医工学専攻)、**影山芳之 (東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻)
- G-2 **新たな人工膵臓システムの構築を目指したマルチチャンネル電極を用いた糖負荷時の単離膵島の電位変動の検討**
 *崔 素榮(東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻)、**田代秀夫(東海大学工学部医用生体工学科)
- G-3 **血糖値制御を目指した自立的薬物放出システムの高性能化に関する研究**
 *森 大典、矢野 和義 (東京工科大学 応用生物学部)、當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)
- G-4 **アセトン用生化学式ガスセンサ(バイオスニファル)に関する研究**
 *鈴木 卓磨、簡 伯任 (東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科)、叶 明、當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)
- G-5 **ダニアレルゲン Der f 1 の半連続 on-site 計測のための表面弾性波(SAW)免疫センサに関する研究**
 *岸川 知里、三木 大輔 (東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科)、宮島 久美子 (日本学術振興会)、吉村 直之 (日本無線株式会社)、谷津田 博美 (日本無線株式会社、OJ-Bio Ltd.)、當麻 浩司、荒川 貴博、**三林 浩二 (東京医科歯科大学 生体材料工学研究所)
- G-6 **PS-PPG ジブロック共重合体の水の構造と血液適合性**
 *東 侑佐、**望月明 (東海大学工学部医用生体工学科)
- G-7 **PMMA 末端が関わる生体適合性への PMMA 分子量の影響について**
 *小野 大、**望月明 (東海大学工学部医用生体工学科)
- G-8 **PE-MMA トリブロック共重合体の水の構造および生体適合性**
 *奥田知照、**望月明 (東海大学工学部医用生体工学科)
- G-9 **脳波による各種アラーム音の客観的評価の試み**
 *梅本舞、小宮佑介、善入魁斗、大島浩(東海大学工学部医用生体工学科)、 木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉学科)、 **山崎清之 (東海大学工学部医用生体工学科)

- G-10 **チェッカーフラグ反転周波数と脳波の関連性**
*小幡雅人、石川愛理、成田翔、伊東高志(東海大学工学部医用生体工学科)、木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉工学科)、**山崎清之(東海大学工学部医用生体工学科)
- G-11 **H顔認識に伴い出現する事象関連電位N170の研究**
*下澤将太、大野隆太郎、矢崎幸児(東海大学工学部医用生体工学科)、木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉工学科)、大島浩(東海大学工学部医用生体工学科)、**山崎清之(東海大学工学部医用生体工学科)
- G-12 **経皮的心肺補助法の自動制御**
*向中野力(東海大学工学研究科医用生体工学専攻)、**影山芳之(東海大学工学部医用生体工学科)、**大島浩(東海大学工学部医用生体工学科)
- G-13 **メトキシエチルエステル基を有する重合体の水の構造と血液適合性**
*樹下拓也、**望月明(東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻)

H・薄膜・表面物性工学

- H-1 **RFマグネトロンスパッタリング法で作成したCuAlO系薄膜の評価**
*木村花梨、藤居奈々、大沼梨菜(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、一戸隆久(東京高専)、正木進(株TDY)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- H-2 **RFマグネトロンスパッタリング法を用いたGe薄膜の作成と評価**
*深澤里奈、川内つぐみ、八並愛佳(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、一戸隆久(東京高専)、正木進(株TDY)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- H-3 **RFマグネトロンスパッタリング法を用いたWO₃水素センサーの作成**
*山本優(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)
- H-4 **アンチモン・テルル系薄膜の斜め蒸着法による配向性制御**
*下城拓也(東海大学工学部材料科学科)、佐々木勇輔(東海大学工学研究科金属材料工学専攻)、**高尻雅之(東海大学工学部材料科学科)
- H-5 **耐雷シールド用Cu/CFRP積層のための電子線照射接着**
*露木徳哉(東海大学工学部材料科学科)、峯岸明子(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)
- H-6 **医療用異種高分子積層体(PMMA/PDMS)の電子線照射処理による接着剥離強度評価**
*山口良(東海大学工学部材料科学科)、八木新太(東海大学工学研究科金属材料専攻)、久保智愛(東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田昌枝(東海大学工学部材料科学科)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)
- H-7 **アクチュエータに用いるPU/Tiの電子線照射処理による接着剥離強度の評価**
*八木新太(東海大学工学研究科金属材料専攻)、久保智愛(東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田昌枝(東海大学工学部材料科学科)、**西義武(東海大学工学部材料科学科)
- H-8 **鉄-III B合金薄膜作製時に与える過剰エネルギーと溶解度の関係**
*酒井彰崇(工学研究科応用理学専攻)、山本麟太郎(工学部原子力工学科)、ニヨウイサヲ フォンウイト(工学研究科応用理学専攻)、飯島 貴朗(総合理学研究科総合理工学専攻)、利根川 昭(理学部物理学科)、**松村 義人(工学部原子力工学科)

I・その他

I-1 マイクログリッドの電力安定化のための小型発電機の制御装置の製作

*有馬裕之、中村光良、品田俊広(東海大学工学部電気電子工学科)、**石丸将愛(東海大学工学部電気電子工学科)

I-2 秦野市における GPS を利用したゴミ排出量の調査

*石垣藍、林雅悠(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

I-3 音(振動)がアブラナの成長に及ぼす影響 - 特に暴露期間の影響について -

*平田将大(東海大学 大学院 人間環境学研究科)、勝田悟(東海大学 教養学部 人間環境学科)、**室田憲一(東海大学 教養学部 人間環境学科)

I-4 5-アミノレブリン酸が低温処理した植物のアブシジン酸生成酵素をコードする遺伝子の発現に及ぼす影響

*宮下博樹(東海大学 大学院 人間環境学研究科)、爲近智恵(東海大学 教養学部 人間環境学科)、勝田悟(東海大学 教養学部 人間環境学科)、**室田憲一(東海大学 教養学部 人間環境学科)

以上

電磁シールド材に用いられる PC と Al の電子線照射による高分子・金属材料間の接着技術

*富澤 雅貴(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)

久保 智愛(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、 神田 昌枝(東海大学工学部材料科学科)

**西 義武(東海大学工学部材料科学科)

【緒言】ポリカーボネート(PC)は強化ガラスの 150 倍以上の機械的強度をもつ高透明のエンジニアプラスチックである。軽量で加工性及び耐衝撃性、耐候性などの特性に優れていることから様々な用途に用いられており、電子機器のカバーなどにも用いられている。アルミニウム(Al)は電子機器内壁の電磁保護にも用いられており、機器による人体による影響を低減させることが期待できる。しかし、PC は耐溶剤性に乏しく接着剤に含まれる有機溶剤によって低分子に分解してしまうため、接着剤を用いた被着体との接着に適さない。そこで、100 keV 級加速電圧の均質電子線照射(HLEBI)による接着方法を用い、電磁シールド材に応用の期待が出来る PC と Al との接着を試み、接着強度の評価を微小荷重剥離試験機によって評価した。本研究では、電子機器に用いられている PC と、電磁保護の可能な Al に電子線照射処理を行い接着強度の評価をし、照射量だけでなく、温度、圧力の処理条件も確立することを目指した。

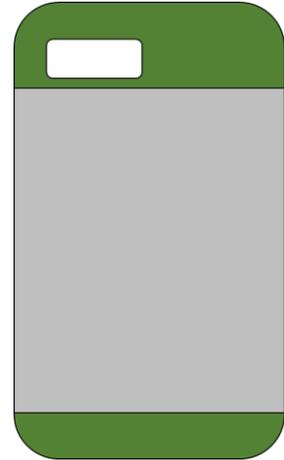


Fig.1 Application example
: Electromagnetic shield

【実験方法】試料片には PC (500 μm) と Al 箔 (11 μm) を用いた。PC に電子線照射を施し、145 $^{\circ}\text{C}$ で 3 min、15 MPa の条件にてホットプレス機による加圧熱処理を行った。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製(アイ・エレクトロンビーム社保持)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。なお、電子線照射侵入深さは 184 μm (PC) と 82 μm (Al) 程度であると推定される。その後、微小荷重試験機 (株)イマダ : F-S Master-1K-2N) を用いて 90 $^{\circ}$ 剥離試験を行った。接着強度の変化は微小荷重引張試験機により剥離強度 N/m^2 を測定した。また剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、90 $^{\circ}$ 剥離試験 JIS K 6854-1 に準拠して実施した。

【結果】PC と Al 箔を積層ホットプレスして準備した試料では弱い接着現象が見られる。一方、電子線照射を行った PC と Al 箔では強い接着現象を確認した。電子線照射処理し、ホットプレスによる加圧熱処理を行うと強い接着現象を見出した。過剰な照射量では照射損傷により接着強度は低下するので、最適照射量・温度・圧力において、PC と Al 箔の接着強度が未照射に比べ向上することを見出した。

スマートフォン用高硬度耐衝撃性極薄ガラスの電子線照射による強靱化

*高橋杏奈(東海大学工学部材料科学科)、野村良(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】

近年、スマートフォンなどのモバイル端末は急速に進化し普及してきている。これらモバイル端末の操作性を担う一端としてカバーガラスが挙げられる。しかし、これらモバイル端末は使用時の湾曲や衝撃によるカバーガラスの割れが問題となっている。また、モバイル端末は今後更に薄化が予想されるため、カバーガラスの更なる強靱化が求められている。なお、現在の代表的なカバーガラスの強化方法としては物理的手法と化学的手法がある。いずれも表面に圧縮応力を残留させることで、外力を受けても応力緩和によりクラック発生を抑制する方法である。

本研究室では過去の研究において、石英ガラス、ソーダガラス、無アルカリガラスに 100 keV 級加速電圧の均質電子線照射処理を施すことにより耐衝撃性が向上することを見出している。これは新しいカバーガラスの強化方法として期待できる。

そこで本研究では、既にイオン交換強化法により耐衝撃性と耐圧性を強化され、モバイル端末のカバーガラスに用いられているアルカリアルミノケイ酸塩ガラスに電子線照射処理を行う。その後、衝撃試験を用いてガラスの強靱化を評価、検討することを目的とした。

【実験方法】

試料にはアルカリアルミノケイ酸塩ガラス(松浪硝子工業(株)製)を用い、電子線照射処理を施した。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製(アイ・エレクトロンビーム社保持)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。なお、アルカリアルミノケイ酸塩ガラスの電子線照射侵入深さは 95.6 μm 程度である。その後、強度の評価をするためシャルピー衝撃試験機(株島津社製 No. 51735)を用いて衝撃試験を行った。

【結果】

アルカリアルミノケイ酸塩ガラスに電子線照射処理を施すことにより、過剰照射量では照射損傷によってシャルピー衝撃値の低下が見られたが、最適照射量である 0.13 MGy 照射した試料のシャルピー衝撃値は約 8 % 向上した。



図 1. アルカリアルミノケイ酸塩ガラスの応用例

エレクトロアクティブポリマーと生体医療ポリマーの高速殺菌接着について

*高瀬 早桐 (東海大学工学部材料科学科)、久保 智愛 (東海大学工学研究科金属材料専攻)

神田 昌枝 (東海大学工学部材料科学科)、**西 義武 (東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

ポリウレタン(PU)はエレクトロアクティブポリマーとして用いられており、アクチュエーター、センサー等への工業的な応用が期待されている。ポリエチレンテレフタレート(PET) は人工血管や心臓内パッチに用いられており、透明性・耐油性・耐薬品性に優れ、強靱で、ガスバリア性を持ち、さらに、PET によって作製した人工血管は生体血管と同様の高い生体適合性を保持し、近年、医療分野にも用いられている。これらエレクトロアクティブポリマーと生体医療ポリマーの接着を考える上では、異種高分子間の接着技術は非常に重要になると考えられる。一般的な接着方法としては、接着剤を用いる方法や熱溶着が利用されている。しかし接着剤を用いる方法は体内で使用した際に、接着剤成分の悪影響が考えられる。さらに、熱溶着材料特性の劣化が考えられる。本研究では、医用分野でも利用されている PU と PET の接着を試み、接着強度に及ぼす電子線照射処理の影響を検討した。

【実験方法】

本研究の試料は、PU (Noveron Estate 5888 NAT021, Lubrizol Corporation, Wickliffe, OH, USA) と PET (帝人デュポンフィルム株式会社製, タイプ G2) を用いた。試料作製では、PU 側照射試料では PU フィルム(70 μ m)に電子線照射処理を行い、積層試料では PU フィルム(70 μ m)と PET フィルム(50 μ m)を重ね、0.8 MPa 印加した状態で固定し、PU 側から電子線照射処理した。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製(アイ・エレクトロンビーム社保持)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。なお、電子線照射侵入深さは 192 μ m (PU) と 158 μ m (PET) と推定され、試料内部も十分に照射されている。さらに、ホットプレス機を用いて、348 K で加圧処理した。その後、接着強度を確認するため、微小荷重引張試験機を用いて 90 度剥離試験を行った。接着強度の変化は微小引張試験機により剥離強度 N/m を測定した。また剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、90 度剥離試験 JIS K 6854-1 に準拠して実施した。

【結果】

PU と PET のフィルムを積層ホットプレスすると弱い接着現象を確認した。一方、フィルムに電子線照射し、積層ホットプレスすると強い接着現象を見出した。さらに最適照射量まで、PU と PET の積層フィルムの接着強度が未照射に比べ向上することを見出した。勿論、過剰な照射量では照射損傷により接着強度は低下する。

航空機用積層構造材料(CFRP/Al)の電子線照射による新たな接着方法の開発

*北原 大輔(東海大学工学部材料科学科)、峯岸 明子(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)

【緒言】炭素繊維強化高分子(CFRP)は比重が小さく、高比強度であるため航空機を始めとする輸送機の構造材料として利用されている。アルミニウム(Al)も、軽量で高強度であることから航空機を始めとする輸送機の構造材料として利用されている。しかしCFRPは価格が高価である。そこで、CFRPを表面材としたCFRP/Al積層複合材を作製することが出来れば、大幅なコスト削減が実現できるのではないかと考える。実際、輸送機の構造材料としてCFRP/Al積層複合材料を利用する場合には、CFRP-Al間の接着が重要であり、接着力の向上が求められる。過去の研究において、高分子・金属材料間に100 keV級加速電圧の均質低エネルギー電子線照射(HLEBI)処理を施し、それらを積層接着することを見出した。接着強度の評価方法には様々な評価方法が必要であるが、過去にCFRP/Alの引張せん断接着強度について、CFRP/Alの接着剥離強度についてHLEBI処理による向上を報告している。本研究ではAlにのみHLEBI接着処理を行い、照射工程を減らすことで更なるコスト削減を目的とし、引張せん断接着強度を評価した。

【実験方法】本研究の試料はCFRPプリプレグ(GH Craft Ltd Co., Ltd, 3K平織り 333 g/m²目付け(繊維200 g 樹脂133g))とAl((株)ニラコ, 品番AL-013557)を用いた。試料作製では、Al(2.0 mm)のみにHLEBI処理を施した。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製15 cmラボ機(CB250/15/10 mA)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから170 kV加速電圧で発生し、その後Ti薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では126 keVまで減衰する。1回の処理時間は0.23秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。なお、Alの電子線侵入深さは約77.8 μmと推定される。HLEBI処理を行ったAlと未照射のCFRPを重ね合わせた後、真空状態でホットプレス機を用いて2 h、401±0.5 Kの条件を中心にオートクレーブ成型を行った。その後、引張りせん断接着強度を確認するためにインストロン万能試験機を用いて引張せん断接着試験を行った。試験は、「引張せん断接着強さ試験」(JIS K6850)に準拠して実施した。

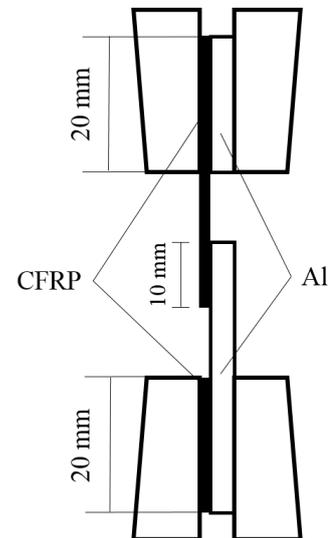


Fig.1 Schematic drawing of tensile shear test.

【結果】CFRP/Al積層体をオートクレーブ成型して準備した試料では明確な接着現象が見られる。一方、AlにHLEBI処理を行い、その後積層させオートクレーブ成型を行うと、強い引張せん断接着強度を見出した。これは、CFRPとAlの両方にHLEBI処理を行ったCFRP/Al積層体と同程度の引張せん断接着強度である。

核融合炉用機能性被覆におけるクラックの評価

*佐々木亮祐（東海大学工部原子力科） 鈴木成実（東海大学院工研究科応用理専攻）

豊田 椋一（東海大学院工研究科応用理専攻）**松村義人（東海大学院工研究科応用理専攻）

諸言：液体金属を用いた核融合炉用ブランケットにおけるトリチウム透過防止、電気絶縁性の確保、耐食性向上が重要な課題であるが、熱力学的に安定な ZrO_2 は良好なトリチウム透過防止性、電気絶縁性を有することから。ブランケット構造体を金属 Zr で被覆し、表面に酸化皮膜を形成させることで自己修復機能を有する機能性被覆とすることが可能である。本研究の目的は金属 Zr を高温酸化させることにより酸化皮膜の成長とともに生成されるクラックを分析し酸化皮膜中のクラックの状態を明らかにし、電気化学インピーダンス法(EIS)をベースとしたクラックの監視技術を開発することである。

実験方法 試験材料に Zr (Purity:99.2%) の各試験片(約 $\phi 6.3\text{mm} \times 9\text{mm}$ 円筒)を空気および酸素雰囲気下 773K で 10-500 時間の酸化処理を実施した。酸化前後の重量変化は 0.1mg 分解能の電子天秤にて測定し、表面積と酸化物の密度を用いて酸化皮膜の厚さを求め、断面 EPMA 分析を実施した。また、Fig.1 のように反応性スパッタリング法により ZrO_2, SiO_2 を堆積し、クラックの発生した酸化皮膜を SUS316($\phi 6\text{mm} \times 10\text{mm}$) 試験片を用いて模擬した。さらにその上に電極を形成した、その試験片を 1MHz-10mHz の周波数レンジで振幅を 10-100mV としてインピーダンス測定を実施し、測定結果と等価回路モデルの周波数応答を比較した。

結果および考察：酸化処理試験片の SEM 分析 Fig2 により酸化皮膜の成長と母材に平行なクラックをとらえることが出来た。SEM 分析の結果に基づいて、水平方向のクラックを有する酸化皮膜の等価回路モデルを構築した。その結果、酸化皮膜中のクラックの厚さが、全体の厚さの 1%以下であり、全体の面積の 50%以上にクラックが生じている場合、インピーダンス測定によりクラックと酸化皮膜の厚さを明確に弁別できることが示唆された。以上のことから反応性スパッタリング法により酸化皮膜内の水平なクラックを SiO_2 によって模擬し電気化学インピーダンス法によってインピーダンスを測定することにより、酸化皮膜内のクラックの状態を模擬してクラックとインピーダンス応答の関係を実験的に比較検討できる可能性が示唆された。

結論：電気化学インピーダンス法(EIS)をベースとしたクラックの監視技術の目途が得られた。

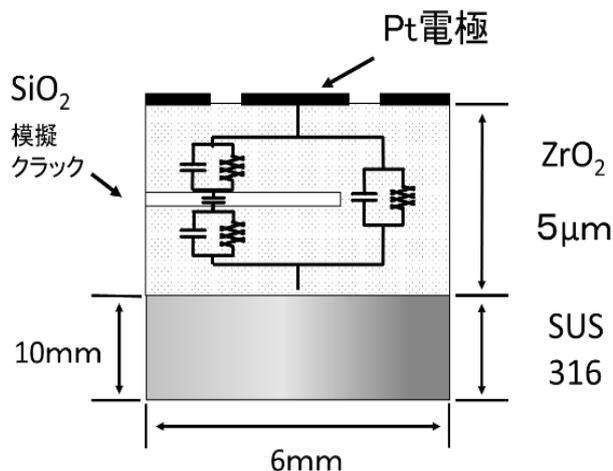


Fig.1 クラック模擬試験

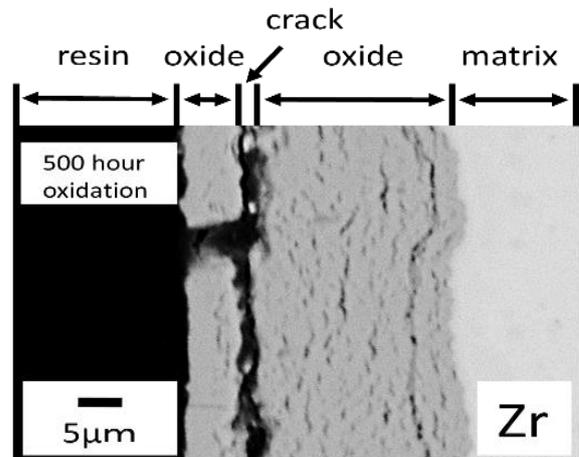


Fig.2 500時間昇温後試験片 SEM

核融合炉における機能性被覆の in-situ 評価に関する研究

*鈴木成実（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、佐々木亮祐（東海大学工学部原子力工学科）、
 豊田諒一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、**松村義人（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）

はじめに 将来のエネルギー源として期待される核融合炉において、熱および核特性の観点から燃料増殖材および冷却材として、液体金属の使用が検討されている。しかしながら、この方式では、液体金属による構造材料の腐食および壁面からのトリチウムの透過などの問題があり、解決方法として Fig.1 に示すような熱力学的に安定な酸化物による機能性被覆を液体金属流路内に自己形成させる方法が検討されている。このため核融合炉の運転中にその機能性被覆の厚さや、性状、クラックなどを in-situ に診断することが必要となる。ジルコニウム(Zr) 酸化物は高い水素透過防止性が報告されていることから、本研究では Zr 表面を高温酸化させて形成した酸化皮膜の性状とインピーダンス応答についてより詳細に検討し、機能性被覆の in-situ 健全性診断法に関する検討を行った。

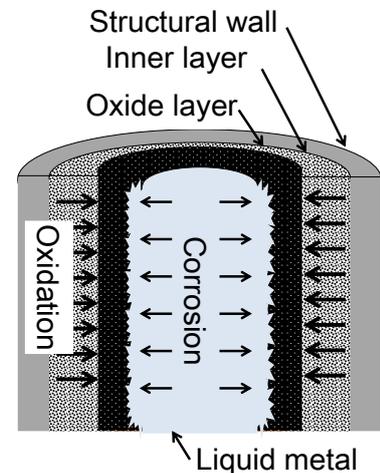


Fig.1 Concept model of functional layer.

実験方法 Fig.2 に酸化皮膜断面の等価回路を示す。酸化物以外のインピーダンスは非常に小さいと考えられるため、測定体系において酸化皮膜のインピーダンスが支配的となる。Fig.2 に示す酸化皮膜のインピーダンス $Z[\Omega]$ はキャパシタを拡張した素子 (CPE) を用いて、 $Z_{CPE-R} = \frac{R}{1+(j\omega)^p TR}$ のように表される (j:虚数単位、 ω :角周波数 [rad/sec]、p:CPE 定数 p、T:CPE 定数 T[F/s^{1-p}]、R : 電気抵抗)。ここで CPE 定数 T は $C_{eff} = T^{\frac{1-p}{p}}$ として静電容量に換算し、 $t = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{C_{eff}}$

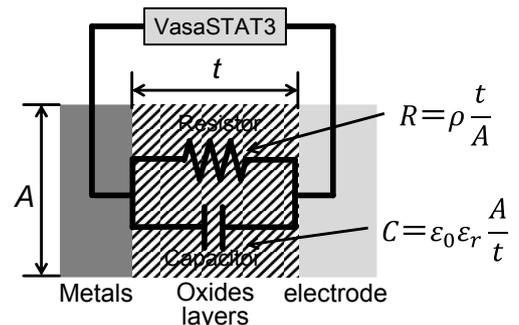


Fig.2 Equivalence circuits of oxide layer.

として膜厚を評価した。試験は、大気圧 773K 酸素ガス中で酸化皮膜を形成させた Zr 試験片に Au 電極をスパッタして測定した batch 試験と、Au 電極をスパッタした Zr 試験片を同様の環境中で酸化させながらインピーダンス測定を実施する in-situ 試験を実施した。

結果および考察 Fig.3 に in-situ および batch 試験で得られた膜厚および、酸化皮膜内の組成のばらつきを示すと考えられる CPE-p を時系列でプロットした。膜厚は絶対値の差があるものの、in-situ 試験は batch 試験に対してよく外挿できる結果となっている。また、CPE-p は酸化のごく初期には 1 に近い値を示し、初期には非常に均一な皮膜な形成されていることが示唆された。このことから、酸化のごく初期などの観察が困難な領域における酸化皮膜の in-situ 評価も可能であることが示唆された。

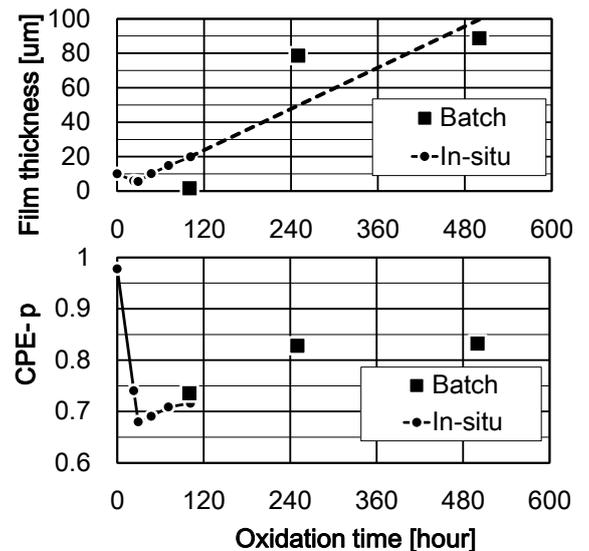


Fig.3 CPE-p and thickness of oxide layer

結論 機能性被覆の in-situ 健全性診断法の目途が得られた。

有機無機融合ペロブスカイト太陽電池の研究開発

* 山本智妃呂、前田勝典、山川ジョエル(東海大学大学院工学研究科)

** 金子哲也、功刀義人、磯村 雅夫(東海大学大学院工学研究科)

1. はじめに

近年、金属ハライドペロブスカイト材料を光吸収層に用いた有機無機ハイブリット型太陽電池が新たな次世代型太陽電池として注目を集めている。本太陽電池では特性劣化が問題となっており、評価方法の確立と劣化メカニズムの解明が重要な課題の一つとなっている。そこで本研究では、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池を作成した後に、電流-電圧(J-V)特性の測定と電界発光 (Electro Luminescence : EL) の観測を用いて太陽電池の性能評価を行った。

2. 実験方法

本研究では、FTO 基板上的メゾポーラス TiO_2 に PbI_2 溶液をスピコートにより塗布した後、ヨウ化メチルアンモニウムに浸漬させてペロブスカイト膜を作製した。さらに、その上にホール輸送層、金電極の順に形成し太陽電池とした。太陽電池特性を評価するために、Xe ランプを光源としたソーラーシミュレータ下で $-0.1 - 1.0$ [V] の範囲で電圧を掃引し、J-V 特性を取得した。次に、EL 画像を撮影するために金電極側を正に 1.0 [V] を印加し、発光の様子を暗所にてカメラで撮影した。EL 画像は波長 780 [nm] 以上を透過する赤外透過フィルターを通して撮影した。EL 測定をした後に再度 J-V 測定を行い、これを 3 回繰り返す、試料への影響を評価した。

3. 実験結果

図 1 は EL 測定時に撮影した試料の発光である。(a) は構造の断面模式図、(b) は試料を赤外光下にてガラス面から撮影した写真であり、点線矩形内がセルとなっており EL 発光が期待できる領域である。(c) は 1 回目に測定した発光の様子であり、(d) は 2 回目、(e) は 3 回目である。図 1 (c) より面内発光強度に分布が見られる。これはペロブスカイト層の物性や膜厚の面内不均一性を示していると考えられる。また、セル内の写真下部は強く発光しており、上部は発光が弱いことが分かる。この明部((b)の y 点)と暗部((b)の x 点)それぞれの位置で J-V 測定を行った。その結果、太陽電池の変換効率は明部が 1.93 [%]、暗部が 0.76 [%] と明部の方が変換効率が高いことが分かった。また、上記の明部及び暗部それぞれにおける変換効率と EL 測定回数との関係を図 2 に示す。明部は EL 測定の回数を重ねた後の変換効率の低下は少ないのに対し、暗部は変換効率が大きく低下した。この結果は EL 測定により太陽電池としての特性を劣化させることがあり、その影響は特性の低い部分に強く現れることを示している。これらより、EL 測定は太陽電池の特性の面内均一性を評価するのに有用であるが、ペロブスカイト太陽電池においては劣化を引き起こす場合があることが分かった。

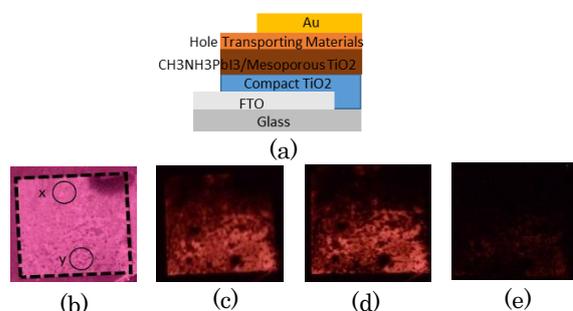


図 1. EL 測定時の画像。(a)は構造の模式図、(b)は赤外光下にて撮影した画像、(c)は 1 回目の EL 画像を測定、(d)は 2 回目、(e)は 3 回目である。

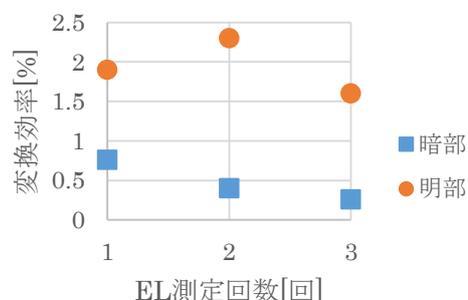


図 2. EL 測定回数と太陽電池の効率の関係。暗部は図 1(b)中の x 部、明部は同 y 部を測定した結果である。

燃料電池の最大効率点制御方式の提案

*坂上 文弥(神奈川県立大学電気電子情報工学科)、 山口 拓馬(神奈川県立大学電気電子情報工学科)、
**板子 一隆(神奈川県立大学電気電子情報工学科)

1. まえがき 筆者らは、先に固体高分子形燃料電池 (PEFC) 発電システムの最大効率点追従 (MEPT: Maximum Efficiency Point Tracking) 制御方式として、燃料消費を抑える制御方法を提案し、高速応答流量センサを用いて、水素消費を従来の MPPT (最大出力点追従: Maximum Power Point Tracking) 制御と比較し、20%程度抑制できることを示した^[1]。しかしこの場合、最大効率点の検出に分単位の時間を要するため水素の無駄が生じ、システム応答が悪くなるなどの問題があった。

そこで本論文では、最大効率点検出時に水素量を計測せずに燃料電池の電圧と電流に基づいて瞬時に最大効率点の検出を行う方法を提案し、システムとしての制御方法を検討したので以下に報告する。

2. 従来システム 図1に筆者等が検討してきた高効率燃料電池発電システム構成を示す。左から燃料、流量センサ、燃料電池 (FC)、(電圧、電流)センサ、DC-DC コンバータ、エネルギー蓄積要素の電気二重層キャパシタ、(電圧、電流)センサ、負荷、マイクロプロセッサという構成である。従来の制御システムでは、MPPT 制御モードでのみ発電するので必ずしも最大効率点で動作しない、そのため水素の無駄が生じる。

3. 燃料電池の新しい高効率制御方式の提案 ファラデーの法則から、水素の反応量と通電量は比例関係にある。従って、水素の代わりに総合燃料電池電流 I_{FCT} を用いた効率電圧 V_e を定義する。

$$\text{効率電圧 } V_e = \frac{V_{FC} I_{FC}}{I_{FCT}} = \frac{V_{FC} I_{FC}}{I_{FC} + I_{FCO}} \quad [V] \quad \dots\dots (1)$$

ただし、 I_{FCO} は、燃料電池の無負荷時の水素消費量に相当する電流である。この V_e に基づく量が最大となる点を追従するように制御を行う。すなわち、水素消費量の代わりに総合燃料電池電流を用いることで検出時間の大幅な短縮を狙った。この方式では、燃料電池の電圧と電流に基づいてスキャンを行うため、応答が格段に速くなる。この方式で検出した最大効率点は水素消費量を測定して求めた場合と一致することを確認している。図2は提案するスキャン型 MEPT 方式の動作概念図である。 $V_{e_{max}}$ 点検出動作 ($V_{e_{max}}$ 検出モード) と、 $V_{e_{max}}$ 点での燃料電池電圧 V_{FCOP} 、燃料電池電流 I_{FCOP} で追従動作 (燃料消費抑制モード) を行うことで燃料を効率良く使用することが可能となる。また、負荷電力が P_{FCOP} を超えた場合には図2に示すように速やかに I_{FC} を増加 (電力制御モード) させ電力の不足を回避する。図3は提案方式の制御モード遷移図を示す。効率電圧最大動作点を検出する $V_{e_{max}}$ 検出モード、検出した $V_{e_{max}}$ で追従動作を行う燃料消費抑制モード、電力不足を防ぐ電力制御モード、休止モードで構成されている。休止モードの動作は従来法と同様であり、休止モードから制御を再開する際に、 $V_{e_{max}}$ 検出モードを行い、負荷電力に応じて燃料消費抑制モード ($P_L \leq P_{FCOP}$)、あるいは電力制御モード ($P_L > P_{FCOP}$) に遷移させ水素を極力抑える動作を実現させる。

4. まとめ 今後は、今回新しく提案した制御方式で従来の MPPT 制御や文献[1]の方法と比較してどの程度水素消費を抑制できるかを定量的に検討する予定である。

文献[1]板子, 鈴木, 大道寺, 森「固体高分子形燃料電池システムの高効率制御方式」第28回電気設備学会全国大会(2010)No. 8

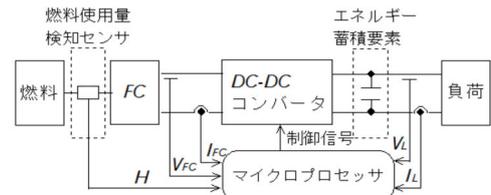


図1 制御システム構成

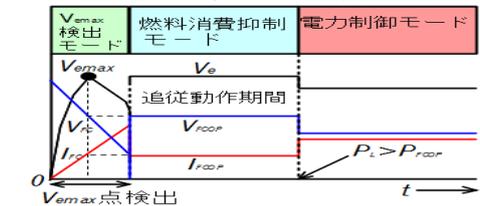


図2 制御システム構成

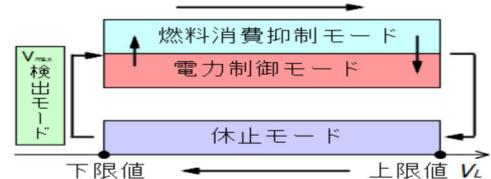


図3 制御モード遷移図

直列に接続された太陽電池モジュールの欠陥セル検出方法(電圧型 SRC 検査法)

*王 亜東(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、 柳沢拓己(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、
諸星拓貴(神奈川工科大学電気電子情報工学科)、 **板子一隆(神奈川工科大学電気電子情報工学科)

1. まえがき

太陽電池モジュールの故障の原因の一つにホットスポット現象があり、その要因としてセルの欠陥が挙げられる。ホットスポットはセルが部分的に高温になり、最悪の場合火災の原因になる。そこで、筆者等は先に結晶欠陥に基づく物理現象を利用し、モジュール単位でホットスポットを簡易的に診断できる電圧型 SRC (Self Reverse Current)検査法を開発した。この方法は太陽電池モジュールをシステムとして組み上げる前に、予め欠陥のあるモジュールを排除できるため、システムの信頼性向上に有効である。しかしながら、このホットスポットは、設置前に問題がなかったとしても後々にホットスポットが発生するケースもあるため、設置後にも定期的に検査できることが強く要求されている。しかし、設置されたモジュールを1枚1枚取りはずして検査するのは非現実的である。

そこで、本論文ではシステムとして設置されたモジュールをストリング(複数枚直列接続された状態)毎に検査可能な電圧型 SRC 検査法を新しく提案している。

2. 実験方法および結果

モジュールを8枚直列に接続したストリング構成を図1に示す。直列に接続された場合には被検査モジュール(セル数34枚)が他のモジュールの発生電圧の影響を受けるため、検査しているモジュール以外のモジュールを遮光する必要がある。なお、光を被検査モジュール全体に照射した際に被検査モジュールが最大電力点で動作する抵抗 R を設定する。そのとき発生する R 端子の電圧 V を基準電圧 V₀ とする。その後、各セルに影を付加し、それ以外のセルに光を照射した際の電圧 V を計測する。この電圧 V は、セルごとのリーク電流によって違いがある。そこで、以下に定義する HSI(Hot Spot Index)を用いて欠陥セルを検出する。この値が著しく低いと欠陥セルの可能性がある。

$$HSI = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100[\%] \dots \dots \dots (1)$$

モジュール1枚で電圧型 SRC 検査をしたときの HSI を図2(a)に示す。同図より、21と23番のセルの HSI が極めて低く、欠陥セルと判定できる。図1の提案方式で検査を行った結果を図2(b)に示す。ただし、代表例として図2(a)と同じモジュールの結果を示している。同図より、直列に接続されたモジュールの影響を受けずに、検査結果の傾向が図2(a)とほぼ一致していることが確認できる。このことから、今回提案する方式を適用することで設置済みの太陽電池モジュールもストリング毎にまとめて検査できることが実証された。

3. まとめ

以上より、本方式の適用によって、設置後も太陽電池モジュールのストリング毎に接続箱から電圧を取り出して容易に検査できることが明らかとなった。

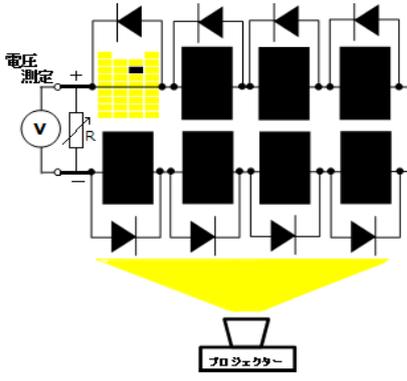


図1. 提案する検査システム

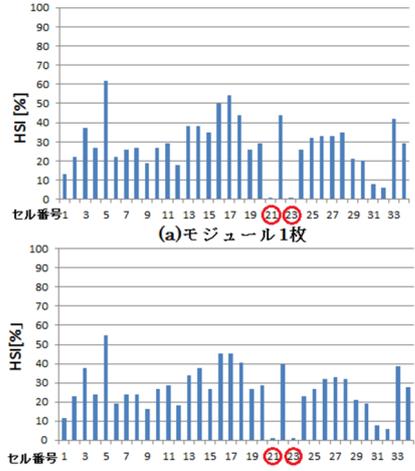


図2. 検査結果

単層 CNT/PTFE 複合膜を用いた燃料電池用防食膜

* アティカ シュハイダ, 齊藤大輝, 宮崎厳太 (東海大電気電子工学科), ** 庄善之 (東海大電気電子工学科)

背景・目的

燃料電池は水素と酸素を用いる発電デバイスであり、発電部である膜電極接合体 (MEA) と集電極であるセパレータで構成される。セパレータには金属製とカーボン製の 2 種類があるが金属製セパレータは機械的強度に優れ、プレス加工で安価に作製できるため、燃料電池用セパレータとして広く用いられている。しかし、燃料電池動作環境化において金属製セパレータが腐食し、燃料電池の出力を低下させてしまうため、金めっきなどの防食加工が必要であるが貴金属のめっきは被覆コストが高いため、新しい防食技術が求められている。

本実験は、耐腐食性を有する PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) と高い導電性を有する単層カーボンナノチューブ (SWCNT) を混合した防食膜を作製し、燃料電池の出力向上及び長寿命化を実現することを目的に、MWCNT より高い電気伝導性を有している単層 CNT を使用し、SWCNT/PTFE 複合膜を作製する。

実験方法

純水 19.8 [ml] の中に SWCNT, 界面活性剤を 0.1 [g] ずつ混合し、SWCNT 濃度を 0.5 [%] とした、ローラーで予備分散を行い、ジェットミル法を用いて、圧力 50 [MPa] で分散処理を 50 回で行い、水系 SWCNT 分散液を作製した。作製した SWCNT 分散液と PTFE の重量比がそれぞれ 25 [%], 75 [%] で混合し、超音波攪拌機を用いて 20 分で攪拌した。作製した SWCNT/PTFE を用いて複合膜を作製した。作製した複合膜の導電率測定をした。また、作製した複合膜を用いて燃料電池を組み立て、発電特性を評価した。

結果・考察

図 1 に SWCNT/PTFE 複合膜と MWCNT/PTFE 複合膜の導電率のグラフを示す。SWCNT の導電率は 137.5 [S/cm], MWCNT の導電率は 12.5 [S/cm] であった。SWCNT/PTFE 膜は MWCNT/PTFE 膜と比べ、約 11 倍の高い導電率を得られた。

図 2 に SWCNT/PTFE 被膜後、MWCNT/PTFE 被膜後のセパレータと被膜前のステンレスセパレータを用いた燃料電池の (a) 電流に対する電圧及び (b) 電力特性を示す。開放電圧は全て 0.9 [V] になった。出力電流の増加により、出力電圧は降下した。被膜前のステンレスセパレータを用いた燃料電池の電圧降下は最も大きくなり、MWCNT/PTFE を皮膜したステンレスセパレータを用いると電圧降下は緩やかになった。SWCNT/PTFE 膜を用いた場合、電圧降下が最も小さくなった。出力電力密度でも、被膜前のステンレスセパレータを用いた燃料電池の出力が最も低くなり、MWCNT/PTFE を皮膜したステンレスセパレータを用いると出力電力密度は高くなった。SWCNT/PTFE 膜を用いた場合、出力電力密度が最も大きくなり、最大出力電力は 188 [mW/cm²] が得られた。

SWCNT/PTFE 複合膜を用いた燃料電池の出力電力は被膜前より増加した。これは、SWCNT が膜の中で均一に分散することで、電気的なネットワークを形成したことにより、複合膜は高い導電性を得られたため、SWCNT/PTFE 複合膜を用いた燃料電池内のセパレータと MEA の接触抵抗が減少したと考える。

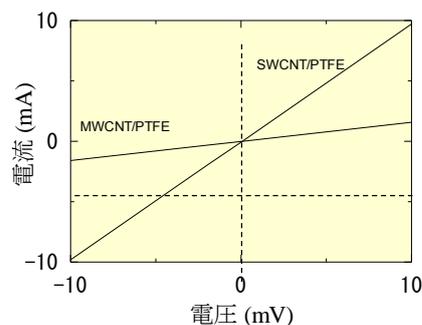


図 1 SWCNT/PTFE 複合膜と MWCNT/PTFE 複合膜の導電率 MWCNT の導電率

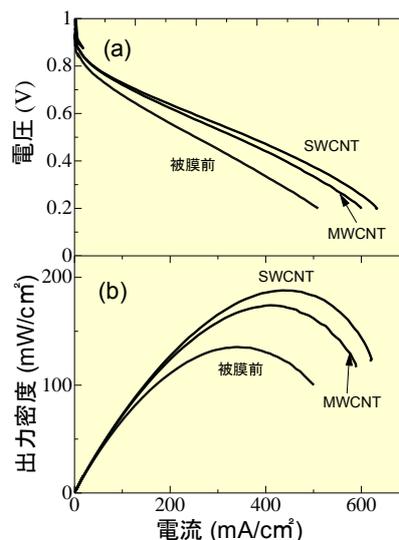


図 2 SWCNT/PTFE 複合膜、MWCNT/PTFE 複合膜、通常のステンレスセパレータの電流変化に対する I-V 特性

マグネシウム微粒子を用いた水素発生装置と燃料電池への応用

*鈴木俊樹（東海大学工学部電気電子工学科），永原悠貴 大塚大輔（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.背景・目的

固体高分子型の燃料電池は水素と酸素で発電し，常温で動作するためモバイル機器への応用が可能である．燃料電池の燃料である水素ガスの運搬にはボンベが必要となり，燃料電池を携帯し使用するためには水素の持ち運び方法が課題である．

本研究では燃料電池を使用する時，水素ポンペを持ち運ばなくてもいいようにするため，燃料電池と水素ガスを一体化させる．燃料電池に水を貯蔵する水槽を作り，水槽にマグネシウムを投入することで水とマグネシウムの酸化還元反応で水素を発生させ燃料電池を発電させる．またマグネシウム微粒子をペレットにすることで，マグネシウムを容易に投入する．

2.実験概要

マグネシウム微粒子を圧粉成型機で 200[kg]，15[s]圧粉成型し，マグネシウムペレットを作製した．また水が入っている水槽にマグネシウムペレットを投入した時，ペレットが粉末状になるように崩壊剤としてコーンスターチをマグネシウム微粒子の質量に対し 10.0[%]添加した崩壊剤入りマグネシウムペレットも作製した．アノード側に容量 12.0[ml]の水槽を持つ燃料電池のセルを作製し，崩壊剤入りと崩壊剤未投入のマグネシウムペレットを用いて，燃料電池の出力電圧と出力電流を 20 分間測定した．実験条件はマグネシウム燃料電池の水槽内に純水 12.0[ml]とマグネシウムを 150[mg]を投入し，燃料電池に負荷として 2[Ω]の抵抗を接続した．

3.結果・考察

崩壊剤未投入のマグネシウムペレットを水の入った水槽に入れるとほぼ形を保ったまま気泡が発生した．崩壊剤入りマグネシウムペレットは，水に入れるとすぐに粉末状になり，崩壊剤が未投入のものより激しく気泡が発生した．図 1 に崩壊剤未投入のマグネシウムペレットを用いた燃料電池の出力電圧の変化を示す．最大出力電圧は 0.296[V]，最大出力電流は 0.148[A]，最大出力電力は 0.044[W]だった．図 2 に崩壊剤入りのマグネシウムペレットを用いた燃料電池の出力電圧の変化を示す．崩壊剤をマグネシウムペレットに添加することで最大出力電圧は 0.363[V]，最大出力電流は 0.181[A]，最大出力電力は 0.066[W]に増加した．出力電圧と出力電流が増加し始める時間と最大出力電力に達する時間は崩壊剤入りマグネシウムペレットの方が早かった．崩壊剤未投入のマグネシウムペレットはペレットの表面しか水とマグネシウムが反応しなかったため燃料電池の出力電力が低いと考えられる．崩壊剤入りのマグネシウムペレットはペレットが粉末状になり，マグネシウムの表面積が増えたため，燃料電池の出力電力が高くなったと考えられる．またすぐに粉末状になるため，出力電圧と出力電流が増加し始める時間と最大出力電力に達する時間が早くなったと考えられる

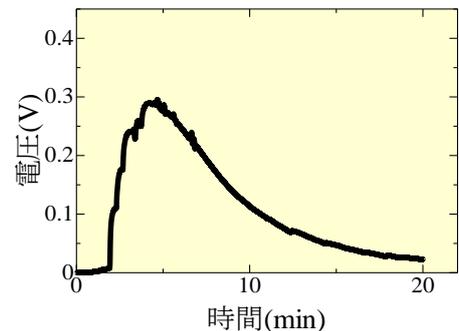


図 1.崩壊剤未投入のマグネシウムペレットを用いた燃料電池の出力電圧の変化

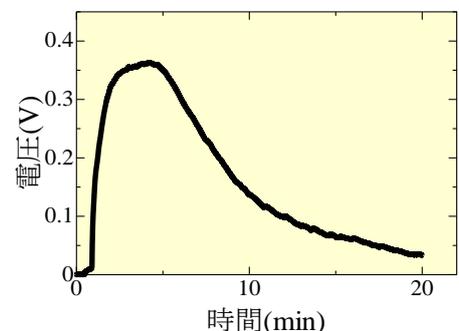


図 2.崩壊剤入りのマグネシウムペレットを用いた燃料電池の出力電圧の変化

フレキシブル燃料電池の作製

* 小坂井 健汰, 鈴木 智也 (東海大学電気電子工学科) ** 庄 善之 (東海大学電気電子工学科)

[緒言]

燃料電池は、次世代の発電方法として期待されており電力密度が高く、水素と酸素がある限り半永久的に発電することができる。また、固体高分子型の燃料電池は常温での動作が可能であり、モバイル機器の電源としての応用も期待されている。しかし従来の燃料電池は重さや柔軟性の面から取り付けられる場所が限られている。本実験の目的は、持ち運ぶことを前提とし、身体の動きや取り付け場所など様々な環境に対応できるように軽量かつ小型で柔軟性のあるフレキシブル燃料電池の作製とした。

フレキシブル燃料電池の作製にあたり、初めに燃料電池の発電部である膜電極接合体 (MEA) のフレキシブル化を行った。一般的な MEA はカーボンペーパーが主に使われているが、曲げや衝撃に弱く容易に割れてしまう。そこで MEA の燃料拡散層部にカーボンペーパーと同じ炭素でできており、柔軟性のあるカーボンを採用することで一般的な MEA より曲げに強くした。また、マルチメーターを用いて抵抗を測ったところ、カーボンクロス単体ではカーボンペーパーの約 10 倍 (5Ω程度) あり、性能に影響があると考えられたため導電剤として電気伝導性の高い CNT 分散液を表面に塗布した。塗布後の抵抗は約 1 Ω となった。

[実験]

カーボンの表面に導電剤として CNT 分散液 0.5% を塗布し乾燥させ、触媒を塗布しもう一度乾燥させる。同様のものを 2 枚作製した後、ナフィオン膜を間に挟み熱圧着 (215°C, 2 分間) を行なう。作製した MEA で燃料電池を組み立て、発電性能の評価を行なった。

[結果・考察]

カーボンペーパーを用いた MEA は曲げに対して極端に弱く、少し力を加えただけでも容易に破損した。Fig1 にカーボンを採用して作製した MEA の画像を示した。本実験で作製したカーボンクロス MEA は約 90° 曲げても破損せずカーボンペーパーを用いた MEA に比べ曲げに強いことが確認できた。

Fig2 に CNT 分散液を塗布したカーボンの MEA の I-V 特性を示した。開放電圧は一般的な MEA と同等の約 1.0V となった。電圧を 0.2V まで降下させたとき電流は約 5A まで流れた。電力は、電流の増加に伴い増加し、電流が約 3.5A のとき電力が最大となり約 81W/c m² となった。電力が最大となった後は緩やかに減少していった。

以上より、本実験で使用したカーボンは曲げに強く、カーボンペーパーと同様に MEA の燃料拡散層として機能することから、本研究の目的であるフレキシブル燃料電池を作製する上で適当な材料であると考えられる。



Fig1. 作製したカーボンクロス MEA

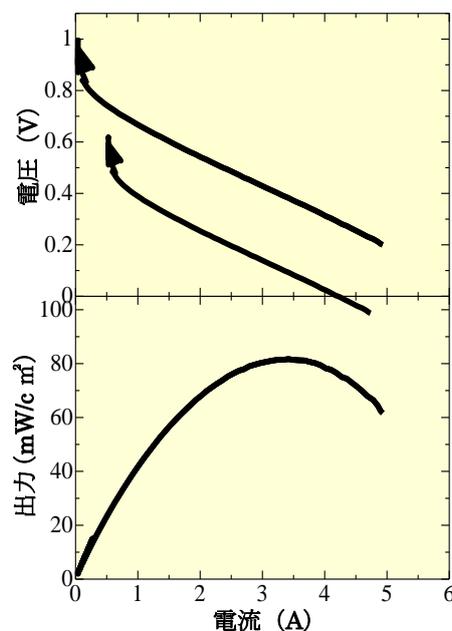


Fig2. カーボンクロス MEA の I-V 特性

燃料電池の反応抵抗の計測と評価に関する研究

* 楊帥 (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)

【はじめに】

水素と酸素を電気化学反応させて発電する燃料電池は、発電効率が高く、環境に優しい利点があるため、携帯電話やノートパソコン、自動車などで実用化が進められている。固体高分子型燃料電池 (PEFC) ではカソードでの酸素還元反応が遅いという欠点があるため、白金 (Pt) が PEFC の電極触媒として用いられている。燃料電池は電気化学反応速度によって燃料電池の反応抵抗が変わる。反応抵抗を測定するため、今まで、燃料電池を一回停止する必要がある交流インピーダンス法を使用している。本研究では、燃料電池が発電中のアノードおよびカソードの電位を計測し、新しい反応抵抗の測定方法を確立する。

今回の実験は膜電極接合体 (MEA) のカソード触媒量を変化させて、両極の電位の変化からそれぞれの反応抵抗の変化を確認することを目的とする。

【実験方法】

燃料電池用触媒にナフィオン液と純水を 0.0662ml ずつ添加し、2枚の 23 x 23 mm カーボンペーパーに担持した。触媒量はアノード触媒量を一定し、カソード触媒量を 0mg から 10mg まで、2mg ずつ変化させた。触媒を担持した2枚のカーボンペーパーで 40 x 40mm ナフィオン膜を挟み込み、温度 215°C、圧力 100kg、2分間で熱圧着し、膜電極接合体 (MEA) を作製した。作製した膜電極接合体 (MEA) を燃料電池に組み込み、作製した燃料電池触媒の出力特性を評価した。

【実験結果・考察】

図 1 に燃料電池のカソード触媒量を変化させて発電時のカソード電位およびアノード電位を示す。カソード触媒量が 0mg にするとき、発電は確認されなかった。燃料電池の触媒量に関わらず、アノードとカソードの開放状態の電位差は 0.9V であり、カソード触媒量の増加に伴い、アノードの電位は一定し、カソードの電位の降下が緩やかになることを確認した。燃料電池の触媒量の増加により、燃料電池内部の燃料ガスの電気化学反応を促進されたため、燃料電池の反応抵抗を減少することと考えられる。また、反応抵抗の減少に伴い、燃料電池の出力電流を増加することと考えられる。

図 2 にカソード触媒量に対する燃料電池の両極の内部抵抗の変化を示す。カソード触媒量の増加に伴い、アノードの内部抵抗が少し減少して、カソードの抵抗が急激に減少することを確認した。カソード触媒量の増加により、燃料電池の電気化学反応の速度を増加し、反応抵抗が減少したことを計測できたと考えられる。

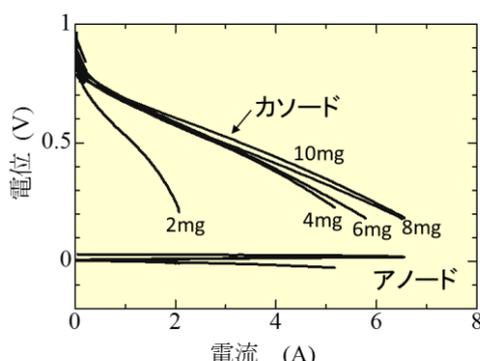


図 1.カソード触媒量を変化させて発電時のカソード電位およびアノード電位

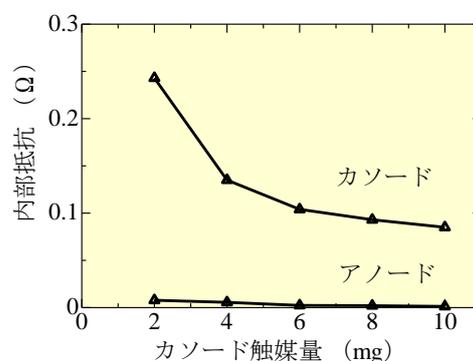


図 2.カソード触媒量に対する内部抵抗の変化

液中プラズマ法を用いた燃料電池用触媒の作製と評価

*Alsaedi A. (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. 【目的】

固体高分子型燃料電池(PEFC)は、小型であり比較的低温での動作させるため、Pt 触媒を用いて燃料ガスの電気化学反応を促進している。現在は、アセチレンなどの炭化水素を熱分解して作製された炭素粉末表面に電気化学的手法を用いてPt 触媒を作製している。

本研究では、一貫したプロセスでPt 触媒の担持体である炭素粉末とPt 触媒を作製することができる新たな手法の確立を目的とする。

2. 【液中プラズマ法による炭素粒子及び白金微粒子の作製】

図1にPt 担持炭素の作製に用いた液中プラズマ装置の概略図を示す。Pt 担持炭素触媒を作製し、燃料電池触媒としての発電性能を確認した。エタノール溶液中に2本のタングステン電極を1[mm]間隔で設置し、パルス電源に接続した。プラズマ放電処理時間は15[min]、30[min]、60[min]に変化させた。プラズマ放電処理を行ったエタノールを分散剤濃度1%の純水40[ml]に置換した。その溶液にPt 電極を用いてプラズマ放電処理を20[min]行った。プラズマ放電処理の電圧は4[kV]、幅は2.0[μ S]、周波数は30[kHz]でした。放電処理後の試料を用いてMEAを作製し、燃料電池を組み立て、発電性能の評価を行った。

3. 【実験結果・考察】

図2にプラズマ放電処理時間に対する炭素粒子量とPt スパッタ量、最大出力密度を示す。タングステン電極を用いてエタノール溶液にプラズマ放電処理を行ったとき、溶液が黒くなった。この結果よりプラズマによってエタノール溶液が分解されて炭素が発生したと考えられる。タングステン電極でプラズマ放電処理時間によるエタノール溶液中で作製した炭素粒子量は直線的に増加した。60[min]のとき、42[mg]になった。また、Pt 電極を用いたプラズマ放電処理によってPt 電極がスパッタされ、Pt 電極の質量が減少した。放電処理時間を長くするほどPt スパッタ量も増加した。60[min]のとき、19.8[mg]になった。これはPt 電極がスパッタされ、Pt 粒子ができたと考えられる。最大出力密度もプラズマ放電処理時間を上昇させるほど直線的に増加した。60[min]のとき、65[mW/cm²]になった。

以上により、タングステン電極を用いてエタノールをプラズマ放電処理に対する炭素粉末が発生し、Pt 電極を用いてPt 微粒子が炭素粒子の表面に担持され、出力が発生したと考えられる。燃料電池用触媒を用いてMEAを作製し、それを燃料電池に組み込み、発電性能を評価した。

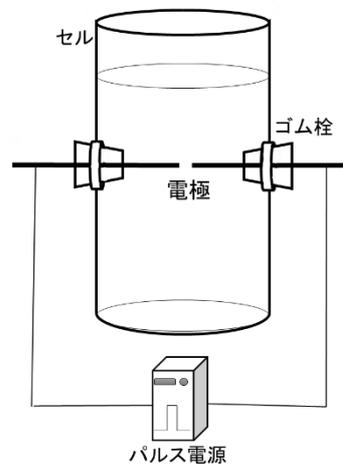


図1. Pt 担持炭素の作製に用いた液中プラズマ装置の概略図

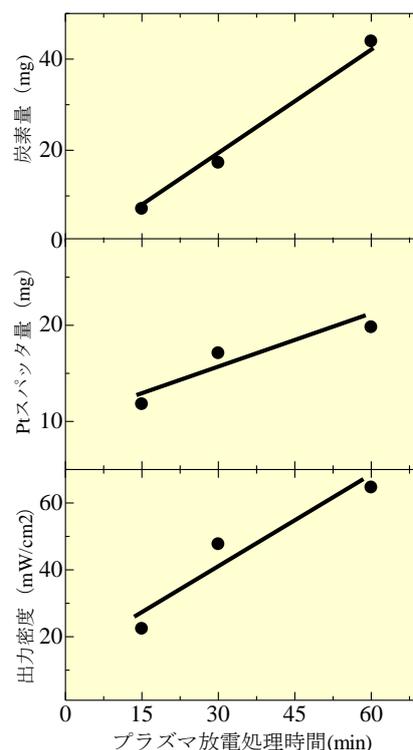


図2. プラズマ放電処理時間に対する炭素粒子量とPt スパッタ量、最大出力密度

単層 CNT を添加した電気二重層キャパシタに関する研究

* 梶谷勇吾(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]

電気二重層キャパシタ(EDLC)とは、イオンの吸脱着を用いた蓄電デバイスである。EDLC の特徴として、他のキャパシタと比較し静電容量が大きく、二次電池と比較し急速充放電が可能で高効率、長寿命である。しかし、EDLC は直列抵抗成分が高いため、充放電時のエネルギー損失が大きいという問題がある。従来の EDLC はアセチレンブラック(AB)などの導電材を分極電極に添加することで、直列抵抗成分を低減している。

本研究では導電性が高く、表面積が多い単層カーボンナノチューブ(CNT)を分極電極に添加することで直列抵抗成分の低減を試みる。本実験では単層 CNT を導電材として添加し静電容量、直列抵抗成分、充放電効率、最大電力密度の算出を行い、多層 CNT、AB を導電材として添加した場合との比較を行った。

[実験方法]

2 つの分極電極を作製するため、導電材に単層 CNT0, 5, 10, 15, 20, 30%, 活物質に活性炭 85, 80, 75, 70, 60%, 結着材にポリテトラフルオエチレン (PTFE) 粉末 10% を合計 130mg を計量し、シート状になるまで混合した。混合物を 60mg 計量し金型に入れ、200kg で 5 秒間圧粉成型し、分極電極を作製した。作成後、その後、セルを組み立て、充放電特性試験、出力特性の評価を行い直列抵抗成分、静電容量、充放電効率、最大電力密度を算出した。

[結果・考察]

図 1 に導電材添加率に対する直列抵抗成分、静電容量グラフを示す。図 1 より導電材を添加しない EDLC は直列抵抗成分が 32Ω と大きくなった。添加率 10% の時には、単層 CNT を添加した EDLC の直列抵抗成分は 11.7Ω、多層 CNT を添加した EDLC の直列抵抗成分は 9.2Ω、AB を添加した EDLC の直列抵抗成分は 13.5Ω がとなり低くなった。これは、導電材が活性炭の隙間に入り込み活性炭同士を繋ぎ、電気的ネットワークを形成したためであると考えられる。単層 CNT は高アスペクト比の繊維状であることから、AB と比べ多くの単層 CNT が活性炭の隙間に入り込み活性炭同士を繋ぎ、直列抵抗成分が低くなったと考えられる。しかし、本研究で使用している単層 CNT は凝集しているため粒形が大きい。そのため、多層 CNT と比べ、導電材が活性炭の隙間に入り込み活性炭同士を繋ぐ量が少ないため、直列抵抗成分が高くなったと考えられる。単層 CNT を 10% 添加した EDLC と導電材添加率 20% の EDLC は直列抵抗成分に大きな変化はなかった。これは、添加率 10% の時で EDLC の分極電極中に構築されている電気的ネットワークが完成されたためであると考えられる。静電容量は導電材を添加していない 0% の 2.5F から減少した。導電材添加率 30% の時、単層 CNT は 2.25F、多層 CNT は 2.4F、AB は 2.0F となり、単層 CNT は AB より静電容量が大きくなった。単層 CNT の表面積は AB の持つ表面積に対して大きいことから、導電材の表面積の差が EDLC の静電容量に違いを表したと考えられる。しかし、多層 CNT と比べ静電容量が小さくなった。これは、単層 CNT が凝集していて粒形が大きい。そのため、単層 CNT の表面積が多層 CNT と比べ小さい。そのため、単層 CNT は多層 CNT と比べ静電容量が小さくなったと考えられる。

以上より、導電材を添加することで AB より直列抵抗成分が低く、静電容量の大きい EDLC を作製することができた。しかし、多層 CNT と比較すると直列抵抗成分が高く静電容量が低い、今後は単層 CNT を分散させ凝集している繊維を解くことで単層 CNT のアスペクト比を向上させ、直列抵抗成分の低減、静電容量の増加を試みる。

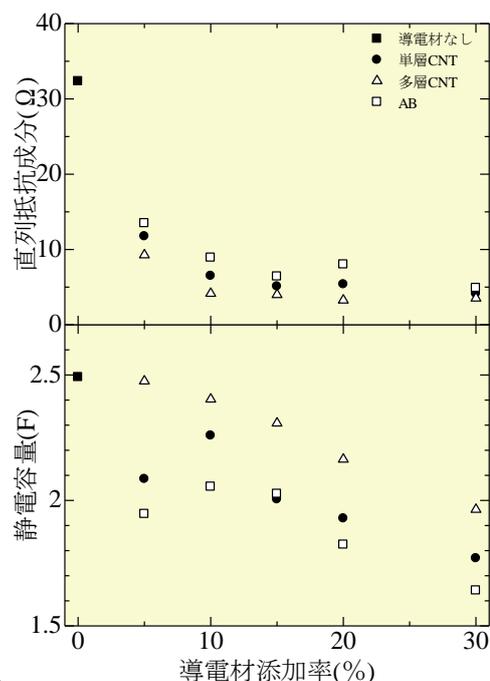


図 1 導電材添加率に対する直列抵抗成分、静電容量

液中プラズマ法を用いた Pt 担持単層 CNT の作製と燃料電池への応用

*上野雄太郎 (東海大学大学院電気電子システム工学専攻), **庄善之 (東海大学電気電子工学科)

1. 緒言

水素と酸素の電気化学反応で発電を行う固体高分子型燃料電池(PEFC)は、高いエネルギー理論変換効率を持ち、高出力が得られるため、家庭用電源として実用化されている。PEFC では比較的低温で動作させるため、空気極での酸素還元反応が遅いという欠点がある。そのため、カーボンブラックの表面上に電気化学的手法で担持された白金(Pt)が PEFC の電極触媒として用いられており、このことが PEFC の高価格化の原因のひとつになっている。

本研究では、Pt 触媒の微粒子径を小さくすることで単位質量当たりの Pt の表面積を増加させることを目的に、液中プラズマ法を用いて高い電気伝導性と比表面積を持つ単層 CNT 表面上への Pt 触媒の形成を試みた。さらに作製した触媒を用いて燃料電池を作製し、発電性能の評価を行った。

2. 実験

濃度が 0.047% の単層 CNT(SWCNT) の水系分散液内に直径が 1mm の棒状の Pt 電極 2 本を 1mm の電極間隔で対向させるように配置した。Pt 電極間に 2.8kV のパルス電圧を印加することで、分散液中にプラズマを発生させた。プラズマ放電処理の時間は 5 分から 20 分間とした。プラズマ放電処理を行った単層 CNT をカーボンペーパーに塗布することで、PEFC の触媒電極を作製した。

3. 結果と考察

水系単層 CNT 分散液中でプラズマ放電処理に用いた Pt 電極は処理後、その質量が減少した。これは、スパッタ現象によって Pt 電極が微粒子化したためと考えられる。Fig1 にプラズマ放電処理時間に対するスパッタされた Pt の質量を示す。放電処理時間の増加に伴い、スパッタされた Pt の質量は直線的に増加した。放電処理時間 20 分では最大 13mg の Pt がスパッタされた。

Fig2 にプラズマ放電処理後の単層 CNT(SWCNT)を用いて作製した燃料電池の電流に対する(a)電圧および(b)出力密度を示す。プラズマ放電処理を行っていない単層 CNT を用いた燃料電池からは、発電は確認されなかった。プラズマ放電処理を行った単層 CNT を用いた燃料電池の開放電圧は全て 0.9(V)程となり、一般的な燃料電池用触媒を用いた場合と同程度になった。出力電流の増加により、出力電圧は降下した。放電処理時間の増加に伴い、電圧降下は緩やかになった。

放電処理時間の増加に伴い、出力電力は増加し、処理時間 20 分のとき最大 93mW/cm² の出力電力が確認された。

スパッタされた Pt は単層 CNT 表面に担持され、これにより燃料電池内の燃料ガスの電気化学反応が促進されたため、燃料電池が発電したと考えられる。また、プラズマ処理時間の増加によって単層 CNT 表面上の Pt が増加したと考えられる。これにより、燃料電池の出力が増加したと考えられる。

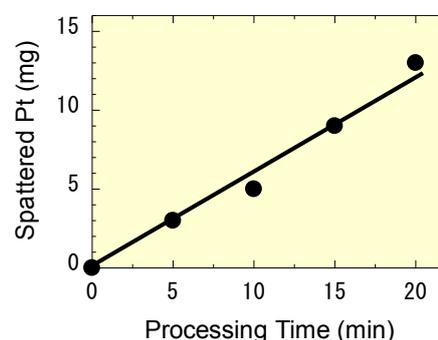


Fig1 The weight of platinum spattered by the in-liquid plasma at the various processing time.

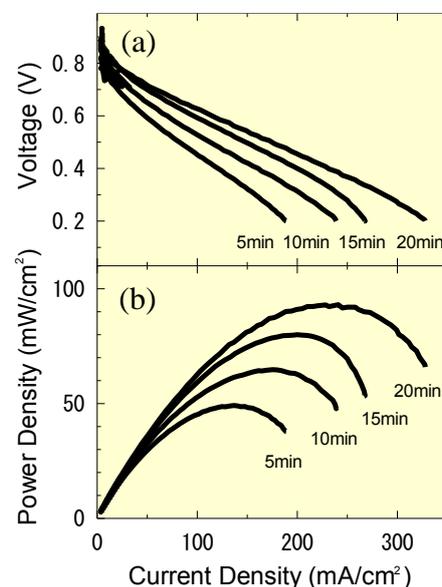


Fig.2 The dependence of the output current on (a)the output voltage and (b) electric power for fuel cells fabricated with the Pt catalyst formed on the SWCNT by the in-liquid plasma process at various processing times.

めっき法によるビスマス・テルル系厚膜化と微小ジェネレータの製作

*和地 誠、竹森 大地(東海大学工学部材料科学科)、初田 直樹(東海大学工学研究科金属材料工学専攻)

**高尻 雅之(東海大学工学部材料科学科)

[緒言]

クリーンなエネルギー源として、工場や住宅などから出る排熱を有効利用することが期待されている。この有効利用の一つの方法として熱電変換が考えられてきた。例えば、住宅の身近な排熱を電気に変え消費電力の小さい家庭用機器の電源として利用し、生体の体温から作られる電気を携帯用の GPS 機器や腕時計の電源として活用することが考えられる。低温廃熱エネルギーを熱電(変換)素子で用いて電気エネルギーに変換する。本研究の目的は熱電素子の製作と変換効率の向上である。

[方法]

(単膜製作方法)

今回行う研究ではめっきを剥離させやすい SUS304 基板でめっきを行いデバイス製作した。カプトンテープでマスクし、基板の面積制御を行った。基板を超音波洗浄で洗浄した。N 型・P 型の薄膜を製作する時、2 つの溶液に HCl を使い、N 型溶液に TeO_2, SbF_3 、P 型溶液に $TeO_2, Bi(NO_3)_3$ を使用した。試料をめっき液に浸し電圧を印加し、N 型・P 型の単膜を製作した。

(ジェネレータ製作方法)

転写テープを用いてめっき膜を剥離した。図 1 にデバイスの製作工程図を示す。転写テープで剥離しためっき膜をテスターで通電確認を行った。転写テープで剥離しためっき膜で銅線を挟むようにして張り合わせた。ジェネレータの性能測定を行った。

[結果および考察]

今回実験では SUS304 基板を用いたことで綺麗に剥離することができフレキシブル薄膜ジェネレータを製作することが出来た。図 2 に製作したジェネレータを示す。N 型・P 型の単膜では通電を確認した。シンポジウムでは、ジェネレータの性能評価を発表する予定である。

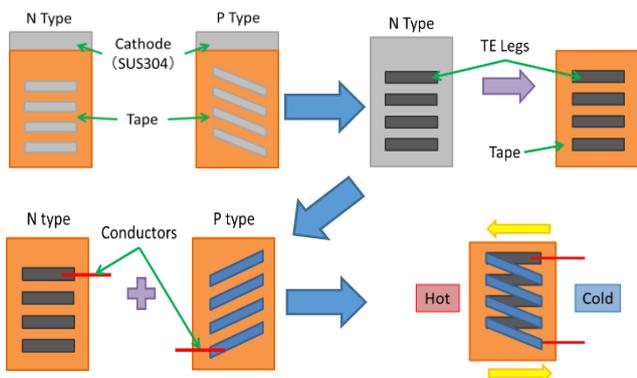


図 1 デバイスの製作工程

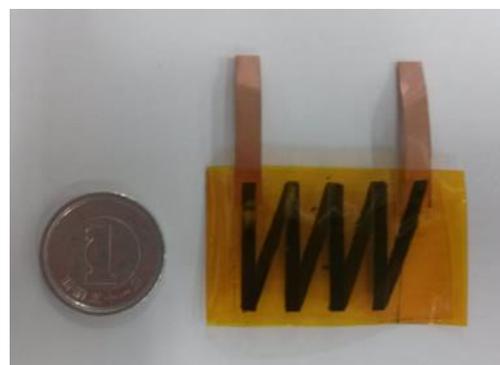


図 2 ジェネレータ

スパッタリング法による ZnO 薄膜の成膜と熱電物性評価

*小林宰 (東海大学工学部材料科学科)

**高尻雅之 (東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

化石燃料の使用による二酸化炭素の増加が地球温暖化の原因の一つと考えられ、世界規模で二酸化炭素放出量の削減が求められている。熱電素子はゼーベック効果により温度差を電力に変換するデバイスであり、二酸化炭素を排出しないエネルギー源と期待される。熱電素子に用いられる多くの資源は希少性や遍在性による高価格や供給の不安定性を抱えている。また、使用される元素には人体への有毒性が懸念されているものも存在している。これらとは対照的に ZnO は資源が豊富であり、人体に対し安全性の高い材料であると考えられている。本研究では ZnO 薄膜の熱電性能の向上を目的として実験を行った。

【実験方法】

スパッタリング法を用いて ZnO 薄膜を成膜した。図 1 にスパッタリング法の概念図を示す。本実験ではチャンバー内の Ar の圧力を 0.5 ～ 2.0 Pa の間で変化させてスパッタリングを行い Ar 圧力の変化による熱電性能の変化を評価した。成膜した試料は四端子法を用いて電気抵抗値 R を測定し、試料の重量と面積から膜厚 d を求め(1)式から

$$\rho = 4.54 \times d \times R \quad (1)$$

電気抵抗率 ρ を求め、さらに電気抵抗率の逆数である電気伝導率 σ を求めた。ゼーベック係数測定装置において室温において 0～4 K の温度差を与えゼーベック係数 S を測定し、(2)式からパワーファクター ($P.F.$) を求めた

$$P.F. = S^2 \sigma \quad (2)$$

また、X 線回析法の結果から結晶性と結晶粒径を求め、これらの構造特性が熱電性能に与える影響を評価した。

【実験結果・考察】

図 2 に Ar 圧力とパワーファクターの関係を示す。Ar 圧力の上昇によるパワーファクターの増加が観察された。これは電気伝導率の減少に起因されるものだと考えられる。

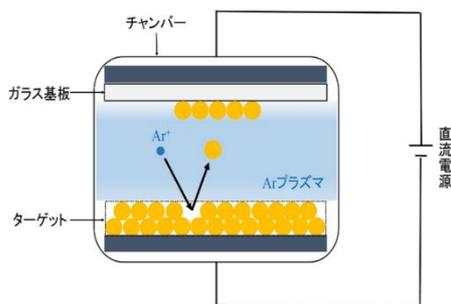


図 1 スパッタリングの概念図

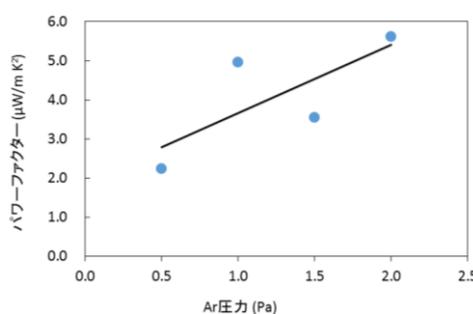


図 2 Ar 圧力とパワーファクターの関係

G-14 へ移動

非金属水素吸着材料による貯蔵可能性の検討

* 小野優(東海大学人間環境学専攻)、** 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]

日本のエネルギー消費量は、高度経済成長の時代から顕著に伸びており、化石燃料によるエネルギー利用に伴い、環境負荷を高めてしまう要因を引き起こしている。この対策として、化石燃料の代わりとなる再生可能エネルギーを用いて、水素をエネルギー媒体とした利用が考えられている。そのため、再生可能エネルギーから発生した電気エネルギーを一旦、水素に変換して貯蔵することができる。そして、貯蔵された水素は輸送が行えることから、水素を製造した場所以外で利用することが可能になる。水素の貯蔵方法としては、水素吸着合金を扱う場合があり、多量の水素を吸着する特性と、気体の水素に比べ重量密度が多いといった利点がある。しかし、水素吸着合金は重量によって、輸送の際に余分なエネルギーを消費してしまうという欠点がある。^[1] そこで本研究では、水素を吸着する非金属材料を用いて、より軽量かつ高効率な水素吸着材料に成り得るかを検討した。そのため、本研究では活性炭とモレキュラーシーブに着目し、質量や温度、導入水素圧を一定にする条件下で、異なる2つの試料の水素吸着実験を行った。本研究の目的は、非金属材料の水素吸着量がどの程度になるか確認することである。

[方法]

反応管に試料を入れ、図1の反応管部に取り付けた。その後、真空ポンプ(到達真空度 10^{-5} 程度)を作動させて試料の不純物を除去するために、電気炉を用いて反応管を4時間程度温めた。(反応管温度393K)そして、反応管を元の温度にするため、6時間程度かけて室温になるまで冷却した。その後、液体窒素による冷却を維持し、試料に水素を吸着させる実験を行った。

[結果・考察]

図2、図3は活性炭とモレキュラーシーブの時間ごとの水素吸着量を示した。値が変動する理由は、液体窒素が気化することで、一定の水素吸着量が得られなかったためである。また、図3に液体窒素を補充した部分に矢印をつけた。液体窒素を補充することで、試料の水素吸着量が上昇したことが分かった。今回の実験で、活性炭(約0.2wt%)・モレキュラーシーブ(約0.8wt%)の水素吸着量を確認することができた。

なお、詳細については当日の発表で明らかにする。

[1]大角泰章, 「水素エネルギー利用技術」, 株式会社アグネス技術センター, 2002年

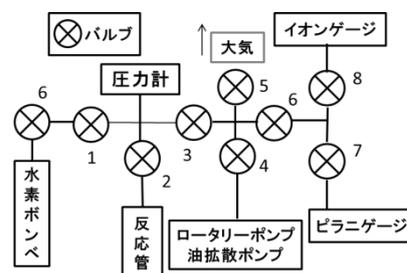
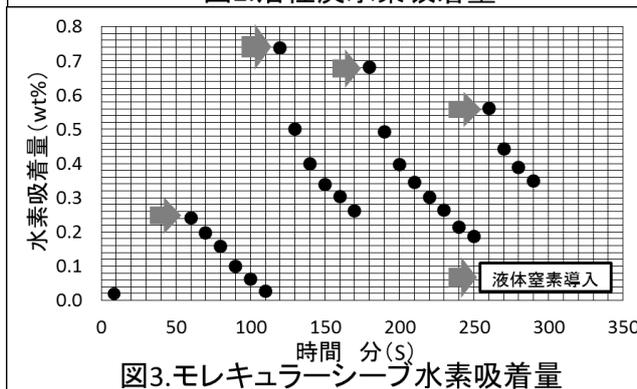
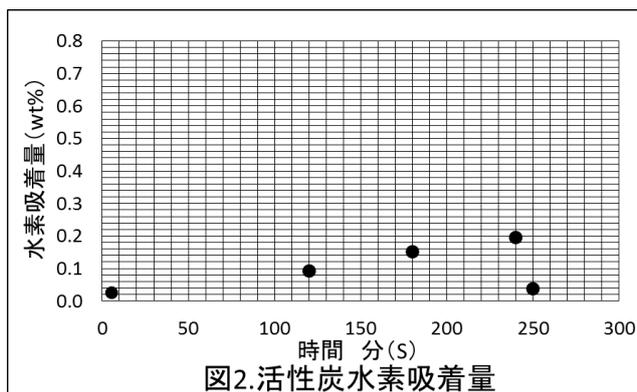


図1. 実験装置概要



メカノケミカル法を用いたスクラップゲルマニウムの再資源化

*田島佳奈, 岡部準子(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程), **小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

[はじめに]

現在、様々な製品において再資源化に向けたリユース・リデュース・リサイクルの取り組みがなされている。特に工業製品には有用な多くの元素を含んでいる。情報化社会を支えるコンピュータやスマートフォンなどの情報通信機器にも多くの半導体材料が含まれている。情報化社会の発展に伴い、高性能な半導体素子の需要が高まっている。中でもゲルマニウムは、赤外線レンズなどの光学材料や半導体素子などに利用されており、今後ゲルマニウムの産業利用における重要性は増すと予測される。しかし、確認されているゲルマニウムの埋蔵量は 500 t と少ない[1]。さらに、ゲルマニウム製品は機械加工が難しいため、製造時に原料の 90% 近くがスクラップとなる[2]。このスクラップは一般的に高品位ゲルマニウムと低品位ゲルマニウムに分類されている。高品位ゲルマニウムは、純ゲルマニウムを約 90% 含んでいるため、再生が容易である。一方、低品位ゲルマニウムに含まれる純ゲルマニウムの割合は約 10% 程度である。このため低品位のスクラップを再資源化する場合、様々な薬品を用いる必要がある。現在行われている再資源化の方法では塩素ガスなどの有害物質の発生など環境負荷を増加される要因が多い。ところで、環境負荷を少ない化学反応プロセスの一つとして、メカノケミカル(MC)法がある。MC 法は機械的エネルギーにより、化学反応を起こさせる方法である。これまでの MC 法を用いた研究の中には金属酸化物の還元に関する研究報告もある[3]。そこで、本研究では遊星ボールミルを使用した。メカノケミカル法によりゲルマニウムの還元を試み、酸やアルカリなどの薬品を使用しない環境負荷の少ないゲルマニウムのリサイクル方法の検討することを目的とした。

[実験方法]

表 1 にメカノケミカル処理の条件を示す。MC 処理には Retsch 社の遊星ボールミル PM100 を用いた。処理後の試料は相の変化を確認するために、X線回折を行った。また、ピクノメーター法を用いて密度測定を行い、密度の変化からも反応メカニズムの検討を行った。

表 1 メカノケミカル法の処理条件

回転数	200~500rpm
時間	100h
試料の質量	10g

[実験結果]

Ge の還元反応の確認は Ge-GeO₂ 混合粉末の密度測定の結果から推定した。図 1 は Ge-GeO₂ 混合粉末中の Ge の割合と密度実測値の関係を示している。この結果、Ge を 10% 含む Ge-GeO₂ 粉末を MC 処理により、Ge の割合を 70% にすることができた。なお、反応の詳細については当日、ポスターで報告する。

[参考文献]

- [1] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, February (1997) p68~69
 [2] 稲垣勝 明治大学 科学技術研究所紀要 (1966) p128~134
 [3] K TOKUMITSU, Solid State Ionics, 101/103 (1997) p25~31

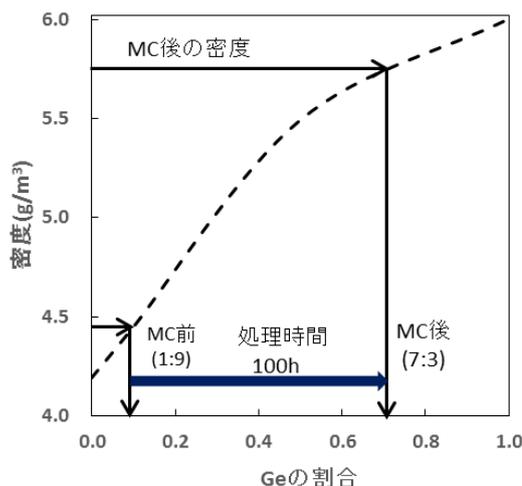


図 1 Ge の割合と密度実測値の関係

Ge ウェハ―を使用した赤外線レンズの作製

*斉藤沙季、藤本隆一(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)、正木進(㈱TDY)

**小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

1. はじめに

近年、リモートセンシングによる環境計測が高感度、高解像度で行われるようになった。特に波長の長い、赤外線やマイクロ波で環境観測を行う場合、センサー用のレンズが重要な役割を担っている[1]。現在、実用化されている多くの赤外線レンズは赤外線を透過しやすいSiの単結晶インゴットを削り出して作られる。このようにして作製されたレンズは高価格なため、多方面で使用することは難しい。一方、赤外計測は様々な事象に対して行われている。赤外計測により、有用な情報を得るためには高精度で安価な赤外線レンズが必要不可欠である。ところで、半導体素子の製造に用いられているSiウェハ―を高温での塑性加工により、レンズを形成する方法が報告されている[2]。そこで本研究では赤外線の透過に優れ、Siよりも融点の低いGeを使用した安価で高精度な赤外線レンズを作製するためのレンズの加工方法について検討を行った。

2. 実験方法

Geレンズの塑性加工には真空中で加熱ができる赤外線炉を用いた。炉内を真空にして、加熱用ライトを使用してGeウェハ―及び炭素製の押し型を所定の温度に加熱後、型をウェハ―に押し付けて加工をした。荷重を加えたまま室温まで試料をゆっくりと冷した。なお、塑性加工にGeウェハ―を加えた荷重は、2.0kg～5.0kgである。得られたGeレンズの曲率半径は、自作した曲率測定用の型を用いて評価した。更に、レンズの歪みや汚れを簡便な方法で評価するために、レンズで反射させた太陽光をスクリーンに投影し、得られた像の観察及び検討を行った。

3. 実験結果

図1に650℃で荷重2.0kgの負荷を与えたGeウェハ―における加工時間と曲率半径の関係を示す。これより、650℃の温度、荷重2.0kgの加工条件では加工時間を変化させても曲率半径は変化しないことがわかった。なお、この条件として塑性加工に用いた型の曲率半径まで加工できなかった。そこで、荷重を変化し加工温度を上げて実験を行ったところ、型の曲率まで曲がることを確認した。一方、加工温度の上昇に伴いレンズ表面の汚れが顕著となることが分かった。なお、最適な加工条件等の詳細についてはポスターにて発表する。

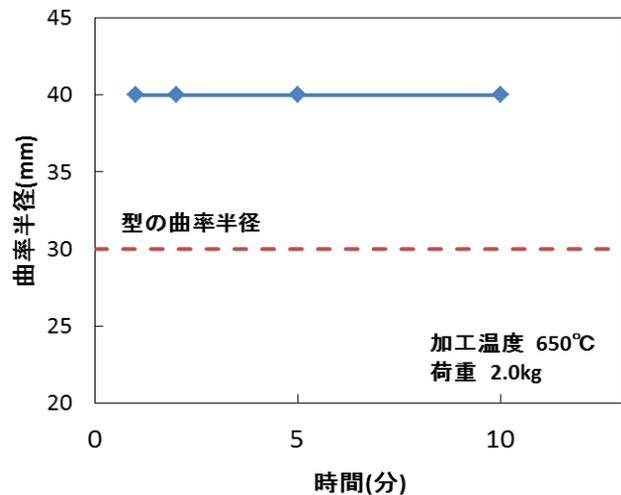


図 時間と曲率半径の関係

4. 参考文献

[1] リモート・センシング技術センター(2015/07/15) <https://www.restec.or.jp/knowledge/sensing/sensing-2>

[2] 塑性変形で形成したシリコン結晶ウェハとそのシリコン結晶レンズへの応用 NAKAZIMA K, PAN W (Tohoku Univ, Sendai, UPN) Vo4, No. 1 Page47-50 (2005. 01)

鉄道車両用積層構造材料(CFRP/18-8)の均質電子線照射による接着強度の向上方法の開発

***峯岸 明子**(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)

【緒言】

炭素繊維強化高分子(CFRP)は比重が小さく、高比強度であるため航空機を始めとする輸送機の構造材料として利用されている。オーステナイト系ステンレス鋼(18-8)は高耐食性や耐熱性から、電車の構造材料から包丁と幅広く使用されている。しかし、CFRPは価格が高価である。そこで、CFRPを表面材とし、18-8を芯材としたサンドイッチ構造の積層体を作製することが出来れば、大幅なコスト削減が実現できるのではないかと考える。実際、輸送機の構造材料としてCFRP/18-8/CFRPサンドイッチ構造体を利用する場合にはある程度の接着強度が必要になり、接着力の向上が必要になる。過去の研究において、高分子・金属材料間に100 keV級加速電圧の均質電子線照射(HLEBI)を施し、それらを積層接着することを見出した。そこで本研究では、CFRP/18-8にHLEBI接着処理を行いコスト削減を目的として接着剥離強度を評価した。

【実験方法】本研究の試料は本研究の試料はCFRPプリプレグ(GH Craft Ltd Co., Ltd, 3K平織り 333 g/m²目付け(繊維200 g 樹脂133g))と18-8((株)ニラコ, 品番753173)を用いた。試料作製では、CFRP(0.25 mm)と18-8(0.01 mm)を別々に電子線照射処理した。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製(アイ・エレクトロンビーム社保持)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから170 kV加速電圧で発生し、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では126 keVまで減衰する。1回の処理時間は0.23秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。なお、電子線照射侵入深さは135 μm(CFRP)と27 μm(18-8)と推定される。電子線照射を行った面を重ね合わせた後、真空状態でホットプレス機を用いて2 h、401±0.5 Kの条件を中心にオートクレーブ成型を行った。その後、接着強度を確認するため、微小荷重引張試験機を用いて90度剥離試験を行った。剥離強度の定義はJIS K 6900であり、90度剥離試験JIS K 6854-1に準拠して実施した。

【結果】CFRP/18-8積層体をオートクレーブ成型した試料ではある程度の接着強度が見られる。一方、各試料を電子線照射し、その後積層させオートクレーブ成型を行うと接着強度を見出した。

衝突防止システムを装備する自動車向けガラス繊維強化熱可塑性ポリプロピレン樹脂の電子線照射による機械的性質の評価

* 奥原雅也(東海大学工学部材料科学科)、野村良(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)
Michael C. Faudree(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、障害物や歩行者を検知し、警告や減速を行うことで交通事故の被害を軽減する衝突防止システムを装備する自動車が普及し始めている。このシステムに用いられるセンサーは、障害物や歩行者の検知に電波を用いる物があり、センサー周辺の材料には電磁透過性の高い材料が求められる。ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)は、高い強度と軽さを併せ持ち、さらに電磁透過性に優れた材料である。しかしGFRPは、「設計が難しい」、「成形加工時間が長い」、「リサイクルが難しい」といった課題があるため、大量生産に適していない。これらのGFRPが抱えている課題の解決を目的としたのが、ガラス繊維強化熱可塑性プラスチック(GFRTP)という材料の開発である。GFRTPは、母材に熱可塑性樹脂を使った材料であるため、成形性が高くリサイクルも可能であるため大量生産に適している。しかし、GFRTPは強化繊維との接着性が悪く、複合強化が効果的に効いていないため、使用範囲が狭いなどの問題がある。

本研究室では過去に熱可塑性樹脂を母材としたGFRTPに電子線(EB)を照射することで、接着性の向上に伴うシャルピー衝撃値が向上することを報告している。そこで、引張試験においても同じような傾向がみられることが期待できる。よって、本研究では熱可塑性樹脂を用いたGFRTPにEB照射処理による強化を目的とし、その引張強度を評価した。

【実験内容】

母材はポリプロピレン(日本ポリプロ株式会社製 ノバティック PP)、強化繊維としてガラス繊維(日東紡績株式会社製 チョップドストランドマット)を用いた。試料の複合化にはホットプレス($T = 473 \text{ K}$, $P = 2 \text{ MPa}$, $t = 60 \text{ sec}$)を用い、バンドソーを用いて $1 \times 8 \text{ cm}$ に加工する。加工した試験片に、電子線装置((株)岩崎電気製 EB装置)を用いて均質照射処理を行った。加速電圧は 170 kV で、一回の処理時間は 0.23 秒 であるため、試料温度上昇は照射直後 50°C 以下である。GFとPPの照射侵入深さは、それぞれ約 85 と $247 \mu\text{m}$ である。曲げ弾性率の算出の為に、微小荷重試験機(株今田製作所製 MX-500N)で3点曲げ試験を行った。試験片の各照射線量における引張強度をオートグラフ試験機(株島津製作所製 AG-10TE)で測定した。EB処理によるダングリングボンド形成の確認のため、ESRによる解析を行った。

【結果】

未処理試料と比較し 0.22 MGy 照射した試料の曲げ弾性率が高いことを見出した。また、 0.65 MGy 照射した試料の引張強度が、未照射のGFRTPと比較して約 27% 向上したことを見出した。



図 1. GFRTP の応用例

航空機用炭素繊維織布強化 Ti/CFRTP(PC) 接合体の作製と機械的性質の評価

*遠藤 祐一（東海大学工学部材料科学科）、長谷川 仁紀（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）

【緒言】

従来、航空機や自動車といった輸送機械には鉄鋼材料や、Al や Ti などの軽金属材料の合金が使われている。近年、輸送機械の高性能化に伴い、その代替材料として軽量かつ高強度である炭素繊維強化ポリマー (CFRP) 等の複合材料が注目されている。しかし、CFRP と金属材料は接合に難がある。従来用いられている接合方法を考えてみると、接着剤を用いた場合、剥離の恐れがあり、強度不足になる恐れがある。また、ボルトやリベットを用いた接合の場合、比重の高い金属製の締結剤を用いているため、軽量化には向かないと考えられる。さらに、複合材料に空けたねじ穴が破壊の起点となり、そこからクラックが生じて損傷の原因となってしまう。つまり、従来の接合方法では接合界面における強度値が低いため、母材本来が持っている強度値を生かしつつ、接合することが難しいと考えられる。過去の研究では、この問題を解決するために界面に炭素繊維を介する異種材料万能接合法を考案し、検討を行ってきた。過去の研究では、熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂を用いた CFRP や熱可塑性樹脂である ABS 樹脂を用いた CFRTP 等の複合材料と軽金属材料である Al や Ti に本接合法を用い、接合体の作製、及び、強度の向上に成功している。

熱可塑性樹脂の一つであるポリカーボネート (PC) 樹脂は耐熱性、耐衝撃性が高く、透過率が高いことから軍用航空機のキャノピー等に用いられている。また、PC 樹脂は従来 CFRP に用いられているエポキシ樹脂と比べ、成型時間が非常に短く、コストが低いという長所を持っている。そこで、過去の確認実験をもとに、PC 樹脂を用いた CFRTP と Ti を炭素繊維を介して接合することにより、従来の接合法を用いた場合よりも接合部の界面強度が高い安価で高強度な接合体が作製できると考えた。ゆえに、本研究では炭素繊維織布強化 Ti/CFRTP(PC) 接合体を作製し、機械的性質を評価することを目的とした。



図 1 応用例

【実験方法】

イオンプレーティング装置 (6.0×10^{-5} Torr, 10kV, 20 ± 5 mA) を用いて炭素繊維織布の一端に Ti を浸漬させた。その後、もう一端にホットプレス (270°C , $0 \sim 6$ MPa, 20 分) を用いて PC を浸漬させ、 $60 \times 10 \times 3$ (mm) の寸法に成型を行い、炭素繊維織布強化 Ti/CFRTP(PC) 接合体試料を作製した。また、同時に自然吸着試料 (Ti/PC) と接着剤接合試料 (Ti/Glue/PC) を作製した。強度評価の方法には引張試験を用い、各接合体の機械的性質を評価した。

【結果】

自然吸着試料や接着剤接合試料と比較し、炭素繊維織布強化 Ti/CFRTP(PC) 接合体は高い引張強度を示すことを見出した。

量産車部材に用いる CFRP シートと Cu の接着の支配因子の解明

***斎藤 祐樹(東海大学工学部材料科学科)、富澤 雅貴(東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)**

峯岸 明子(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)**

【緒言】炭素繊維強化ポリマー(CFRP)は比重が軽く、高強度で摩耗しにくい性質を活かし、軽量化を目的として航空機やスポーツカー、高級車の構造材に使われているが、製造加工において高コストという欠点がある。CFRP は高強度で摩耗しにくい性質をもち、銅は工業用金属としては最も高い伝導率を保持し、強度・導電性・耐食性・加工性・延性の様な特性の組み合わせにより、広い範囲への応用が可能である。そこで、高い熱伝導率を活かし、電気モーターやラジエーターなどの部材として幅広く使用されている Cu を心材とし、CFRP を表面材とするサンドイッチ構造の積層接着接合体の作製を試み、軽量化とコスト削減を図る。実現できれば、素材として適用範囲が広がり、結果的に量産車等への適用も期待できる。本研究では、CFRP と汎用金属材料である Cu を接着し、90° 剥離強度の評価を目的とした。

【実験方法】試料片には CFRP プリプレグ (GH Craft Ltd Co., Ltd, 3K 平織り 333 g/m² 目付け (繊維 200 g 樹脂 133g)) と Cu ((株)ニラコ, 品番 CU-113173) を用いた。CFRP (0.25 mm) と Cu (0.01 mm) を重ね合わせ、ホットプレス機を用い (2 h, T = 391~411 ± 0.5 K) の条件においてオートクレーブ成型を行った。その後、作製した CFRP/Cu を 10 × 40 mm に切り出し微小荷重試験機 ((株)イマダ : F-S Master-1K-2N) を用いて 90° 剥離試験を行った。接着強度の変化は微小荷重引張試験機により剥離強度 N/m² を測定した。また剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、90° 剥離試験 JIS K 6854-1 に準拠して実施した。

【結果】 オートクレーブ成型を行ったことで、Cu と CFRP が強固に接着した。剥離試験の結果、411 ± 0.5 K の試料の剥離強度が高いことを確認した。

構造材料のオーステナイト系ステンレス鋼と緩衝材に利用される PE の接着強度の評価

*久保 智愛（東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻）、 神田 昌枝（東海大学工学部材料科学科）

**西 義武（東海大学工学部材料科学科）

【目的】

現在、高分子材料は医用分野や工業分野など幅広い分野で利用されている。この用途拡大に伴い、高分子・金属材料間や異種高分子材料間の接着技術は大変重要である。一般に高分子と金属は、接着剤や熱溶着により接着している。しかし、低分子に分解しやすい接着剤は人体への悪影響や、熱溶着においては材料劣化の可能性がある。さらに、相性の合う異種材料の選定も困難である。これらを回避するために、電子線照射処理による金属/高分子間の接着を行った。本研究では、構造材料などに広く利用されているオーステナイト系ステンレス鋼（18-8 ステンレス鋼）と緩衝材に利用されているポリエチレン(PE)の接着を試み、接着強度に及ぼす EB 照射の影響を検討した。

【実験方法】

試料はオーステナイト系ステンレス鋼箔(20 μm)と PE フィルム(75 μm)を重ね、0.8 MPa 印加した状態で固定し、PE 側から電子線照射処理を施した。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製(アイ・エレクトロンビーム社保持)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。オーステナイト系ステンレス鋼箔と PE フィルムのそれぞれの照射侵入深さは 28 μm と 229 μm 程度である。その後、ホットプレス機を用いて、343 K で 3 min、5 MPa 加圧処理した。そして、接着強度を確認するため、微小荷重引張試験機を用いて T 型剥離試験を行った。接着強度の変化は微小引張試験機により剥離強度 N/m を測定した。また剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、T 型剥離試験 JIS K 6854-3 に準拠して実施した。

【結果】

ホットプレスでのオーステナイト系ステンレス鋼箔と PE フィルムの接着は不可能である。一方、電子線照射したオーステナイト系ステンレス鋼箔と PE フィルムを、ホットプレスすると積層接着に成功することを見出した。さらに最適照射線量により、オーステナイト系ステンレス鋼箔と PE フィルムにおける接着強度の増加を見出した。勿論、過剰な照射量では照射損傷により接着強度は低下する。

YBCO 線材の通電性能に及ぼすはんだ接合条件の影響

* 笠松 真里 (東海大学工学部材料科学科) 坂本 太紀 (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)

1. はじめに

現在、超伝導電流リードを作製する際、超伝導線材と Cu 電極をはんだ接合するのが主流である。はんだ接合は超伝導線材と Cu 電極とを低接続抵抗で作製することができるが、超伝導線材への熱影響を避ける事が出来ない為、線材の加熱に対する耐性のデータは工学的に重要である。酸化物系超伝導材料の一種である $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) 線材では構造上、Ag 層で超伝導層を保護している。しかし、はんだ接合時には Ag 層がはんだにより溶解し、超伝導層に熱負荷がかかる為、通電性能の劣化の要因の一つとなっている可能性が考えられる。本研究では、TFA-MOD 法 YBCO 超伝導テープ線材を用いて溶融温度を一定にし、溶融時間を 30 秒間隔で変化させた電流リードの作製と溶融時間を一定にし、溶融温度を変化させた電流リードを作製し、接続抵抗を評価することで電流リード作製における最適条件を見つけることを目的とする。

2. 実験方法

YBCO 線材の寸法は幅 5 mm、厚さ約 108 μm 、線材構造は上から Ag 安定化保護層 6 μm 、YBCO 超伝導層 1.5 μm 、酸化物中間層 0.6 μm 、Hastelloy 基板 100 μm となっている。

図 1 に測定用電流リードの外観写真及び構造模式図を示す。作製した測定用電流リードは、全長 160 mm、幅 28 mm、有効長さ 70 mm である。作製方法は、YBCO 線材の両端に Cu 電極をはんだ接合し、シャント機能を兼ねた補強材として SUS 板を使用して作製した。YBCO 線材のはんだ接合時における溶融温度を 200 $^{\circ}\text{C}$ で一定にし、はんだ溶融時間を 60 秒から 150 秒までを 30 秒間隔で変化させた測定用電流リードで通電試験を行う。また、電圧測定箇所は測定用電流リード全体を V_{overall} 、Cu 電極間と YBCO 線材の電圧を $V_{\text{Cu}(+)}$ ・ $V_{\text{Cu}(-)}$ 、YBCO 線材間を V_{YBCO} (電圧端子間距離: 50 mm) となっている。

3. 実験結果及び考察

図 2 に YBCO 線材接続試料電極の抵抗とはんだ処理時間を示す。はんだ溶融時間が 90 秒以内と比べ 120 秒以上では抵抗が大きく発生していることが分かる。これは、120 秒以上でははんだ接合により Ag 層が溶解してしまい、超伝導層に熱負荷が掛かったからだと考えられる。このことから、測定用電流リードを作製する際には、はんだ溶融時間を 90 秒以内にすることで線材に熱負荷を与え過ぎずに作製することができると考えられる。

4. まとめ

- ・ Ag 層 6 μm の YBCO 線材を使用し、はんだ接合条件の変化による通電性能の変化を評価するための測定用電流リードを作製した。
- ・ はんだ溶融温度を 200 $^{\circ}\text{C}$ で一定にし、はんだ溶融時間を 60 秒から 150 秒の間で 30 秒間隔で変化させ通電試験を行った。
- ・ はんだ溶融時間が 90 秒以下と比べ、120 秒以上では抵抗が大きく発生した。
- ・ はんだ溶融時間を 90 秒以内にすることで線材に熱負荷を与え過ぎずに作製することができると考えられる。

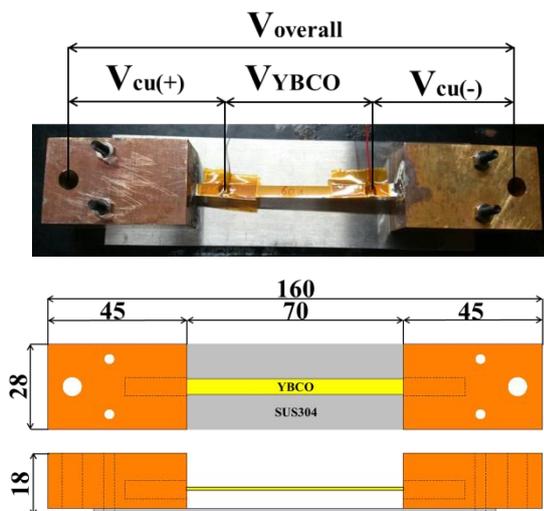


図 1. 測定用電流リードの外観写真及び構造模式図

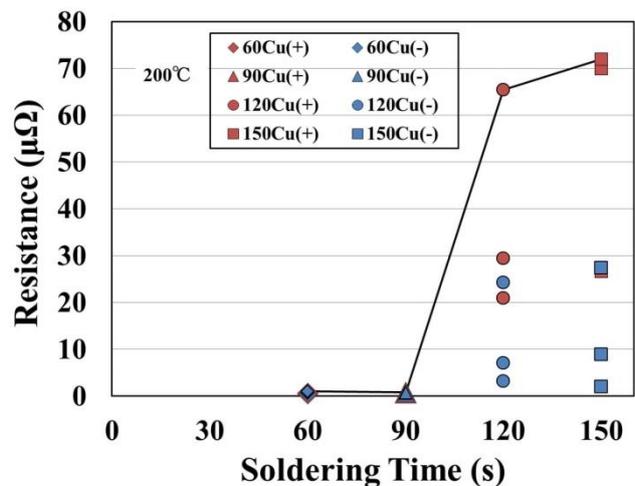


図 2. YBCO 線材接続試料電極の抵抗とはんだ処理時間

nPAD-YBCO 超伝導線材を用いた電流リードの通電性能の評価

* 佐藤 伸哉（東海大学工学部材料科学科）高橋 祐樹（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）

1. はじめに

電流リードとは、室温の電源から極低温に置かれる超伝導機器に電流を供給する導体である。銅製電流リードを用いると、通電時のジュール発熱と室温からの熱伝導により最適設計した場合でも 1.2 W/kA の熱侵入が避けられず、超伝導機器の冷却に負担がかかる。酸化物系超伝導材料を用いるとセラミックスであるため熱伝導率が極めて低く、電気抵抗がゼロであるためジュール発熱が無い理想的な電流リードの実現が可能になる。本研究では、人口ピン止め点導入型超伝導線材 nPAD-YBCO を 2 本用いた電流リードの通電性能及び熱侵入量の評価を目的とする。

2. 実験方法

本研究で使用した nPAD-YBCO 超伝導線材の寸法は、幅:5 mm、厚さ:109 μm である。nPAD-YBCO 超伝導線材構造は上から Ag 保護層:6 μm 、nPAD-YBCO 超伝導層:1.5 μm 、酸化物中間層:1.5 μm 、Hastelloy 基板:100 μm となっている。

図 1 に電流リードの外観及び構造模式図を示す。電流リードは全長 112 mm、幅 23 mm、厚さ 31 mm、Cu 電極部長さ 25 mm、電極間長さ 62 mm となっている。nPAD-YBCO 超伝導線材を 2 本重ね合わせ、nPAD-YBCO 超伝導線材両端を Cu 電極とはんだ接合し、補強材として Cu 電極間に GFRP 板を用いた。またシャントとして Cu 電極間に真鍮板を用いた。通電試験は液体窒素中・自己磁場下にて行った。測定箇所は、電流リードの全体電圧: V_{overall} 、Cu 電極と nPAD-YBCO 超伝導線材間の電圧: $V_{\text{Cu}(+)YBCO1}$ 、 $V_{\text{Cu}(-)YBCO1}$ 、 $V_{\text{Cu}(+)YBCO2}$ 、 $V_{\text{Cu}(-)YBCO2}$ である。また、電流リードの性能評価として、77 K-4.2 K 間の熱侵入量の計算を行った。熱侵入量は、(1)式を用いて計算を行った。nPAD-YBCO 超伝導線材の熱侵入量は Ag 保護層と Hastelloy 基板のみで計算を行った。

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

(Q_c : 熱侵入量 S: 構成部材の断面積 L: 構成部材の有効長さ T_H : 高温端側の温度
 T_L : 低温端側の温度 λ : 構成部材の熱伝導率)

3. 実験結果及び考察

図 2 に電流リードの通電結果を示す。通電電流値 100 A において V_{overall} は、37 μV の電圧が発生し、 $V_{\text{Cu}(+)YBCO1}$ 、 $V_{\text{Cu}(-)YBCO1}$ 、 $V_{\text{Cu}(+)YBCO2}$ 、 $V_{\text{Cu}(-)YBCO2}$ は、それぞれ 18 μV 、18 μV 、20 μV 、18 μV の電圧が発生した。 $V_{\text{Cu}(+)YBCO1}$ と $V_{\text{Cu}(-)YBCO1}$ の和は 36 μV 、 $V_{\text{Cu}(+)YBCO2}$ と $V_{\text{Cu}(-)YBCO2}$ の和は 38 μV となり、 V_{overall} とほぼ等しい値となった。通電電流値 100 A において、全体の接続抵抗 R_{overall} は 0.37 $\mu\Omega$ 、Cu(+)-側の接続抵抗は 0.19 $\mu\Omega$ 、Cu(-)-側の接続抵抗は 0.18 $\mu\Omega$ となった。Cu(+)-側と Cu(-)-側の接続抵抗には、大きな差は見られず、低接続抵抗となった。電流リード(2YBCO tapes + GFRP board)の 77 K-4.2 K 間の熱伝導による熱侵入量は、YBCO 線材 1 本当たりが 8.9 mW、GFRP が 33.9 mW と計算され、全体としては 51.7 mW となった。

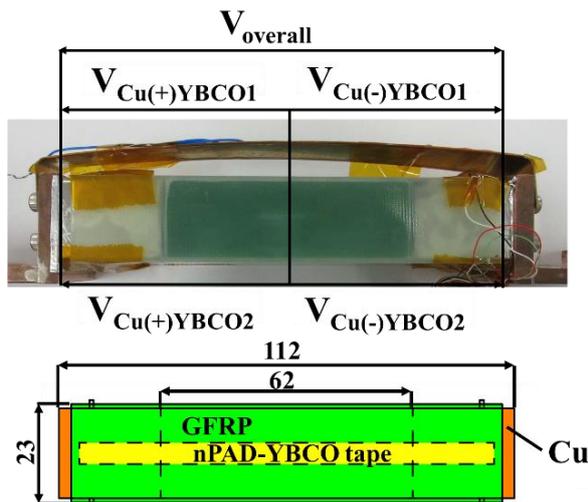


図 1. 電流リードの外観及び構造模式図

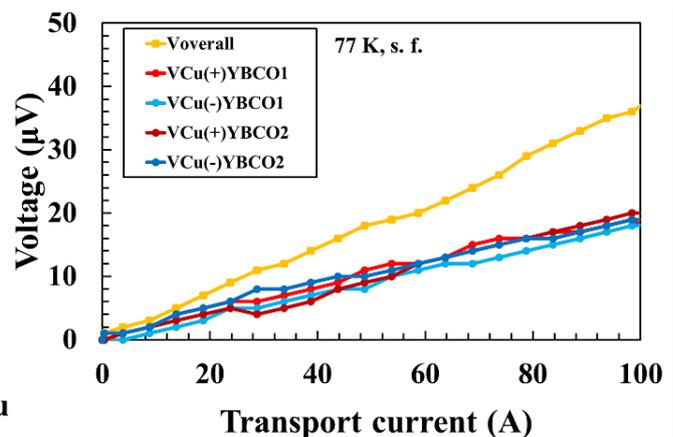


図 2. 電流リードの通電結果

PIT 法を用いたステンレス鋼シース MgB₂ 超伝導細径線材の作製

*小形 昌也 (東海大学工学部材料科学科)、早川 倅平 (東海大学工学部材料科学科)

深津 健充 (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)

1. 目的

MgB₂ は 2001 年に発見された金属系超伝導体の一つであり、39 K という金属としては最も高い臨界温度(T_c)を有することから、液体水素中(20 K)での利用が期待されている。MgB₂ の組成はマグネシウム(Mg)とホウ素(B)の 2 元系からなるシンプルな組成で、比較的合成が容易であり、PIT(Powder In Tube)法を用いることによって製造コストを比較的安くすることが出来る。本研究では水素液面計として利用する事を想定し、シース材に熱伝導率の低いステンレス鋼を用いる。ステンレス鋼は加工硬化しやすく、冷間加工が困難である。そのため、線材加工の最適化が求められる。そこで本研究では充填する粉末を変化させ、MgB₂ 超伝導細径線材の作製を行い線材の最適条件について調べる。

2. 実験方法

MgB₂ 超伝導線材の試料作成は in-situ PIT 法を用いて行った。図 1 に in-situ PIT 法によるステンレス鋼シース MgB₂ 超伝導線材の作製方法を示した。線引き時のシース割れを防ぐ目的で、ステンレス鋼管は 900°C×1 h で焼鈍を施した。Ar 雰囲気中で MgH₂ 粉末と B 粉末または Mg 粉末と MgH₂ 粉末および B 粉末の混合粉を作製した。また、外径 1.0 mmφ、内径 0.5 mmφ のステンレス鋼管(SS; SUS304)に、混合粉末を充填したのち、線径 0.1 mmφ まで線引き加工を行い、細径線材を作製した。その後、試料を 630°C×5 h、Ar 雰囲気中にて熱処理を行い、MgB₂ 超伝導線材を作製した。作製した超伝導線材は光学顕微鏡(OM)を使用し断面組織観察を行った。そして 4.2 K における臨界電流(I_c)の磁場依存性を物質・材料研究機構(NIMS)にて測定を行った。

3. 実験結果及び考察

図 2 に熱処理後の各 MgB₂ 細径線材横断面の OM 写真を示す。線引きを 0.10 mmφ まで行ったが、シースに割れなどはなく、線引き加工ができたことが確認できる。

図 3 に各 MgB₂ 細径線材の 4.2 K における臨界電流密度(J_c)の磁場依存性を示す。Mg+MgH₂+B 粉末は 0 T で 214 A/mm²、0.5 T で 71 A/mm² となり、MgH₂+B 粉末は 0 T で 3043 A/mm² となった。

MgH₂+B 粉末よりも Mg+MgH₂+B 粉末を充填した線材の方が J_c 値が低くなった。これは Mg+MgH₂+B 粉末では一部の Mg 粉末が酸化してしまっており、MgB₂ の生成がうまくいかなかったことと、MgH₂ は 450°C で熱解離するため MgH₂+B 粉末の方が Mg+MgH₂+B 粉末よりも活性な Mg が得られたことが原因として考えられる。

また、今回の実験で伸線加工前のステンレス鋼シースの硬さが HV:200 だったものが、0.1 mm φ まで伸線加工後のシース硬さは HV:580 程度まで硬くなった。このことからステンレス鋼シースの冷間加工での加工性の改善するために伸線加工途中に複数回、焼鈍をはさみ硬さを低下させながら伸線加工を行う予定である。

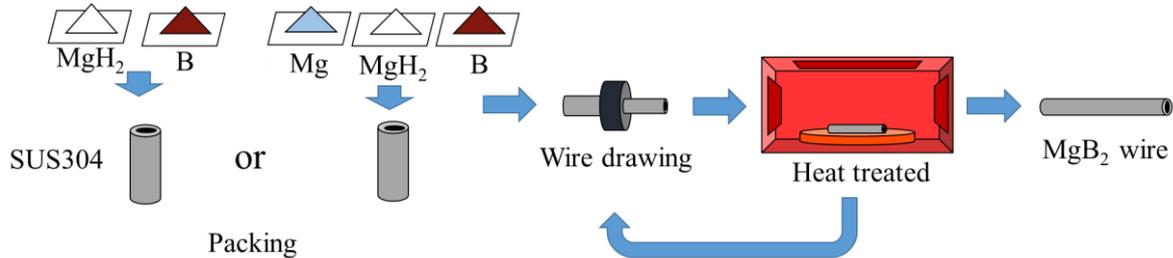
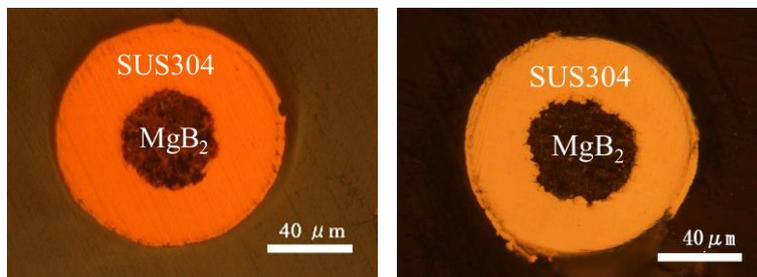


図 1. PIT 法による MgB₂ 細径線材の作製方法



(a) Mg+MgH₂+B powder

(b) MgH₂+B powder

図 2. MgB₂ 細径線材横断面の OM 写真

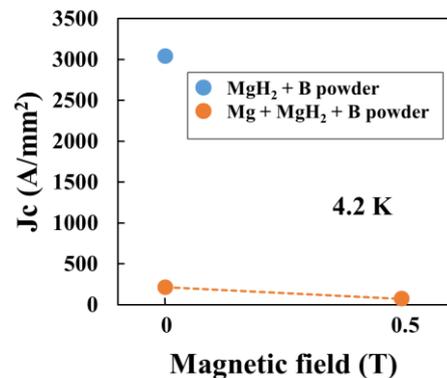


図 3. 4.2K における J_c の磁場依存性

MgB₂ 超伝導バルクの組織と超伝導特性

*萩森 良平 (東海大学工学部材料科学科)、大内 皓 (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)、山本 明保 (東京農工大学大学院工学研究院)

1. 目的

MgB₂は2001年に発見されたマグネシウム(Mg)とホウ素(B)からなる2元系の金属系超伝導体である。MgB₂は弱結合が存在せず、結晶方位を揃える必要がないため、酸化物高温超伝導体に比べ合成が容易である。臨界温度は39 Kと金属系超伝導体として最も高く、液体水素(20 K)中でも超伝導体へ遷移する。このため、液体水素を利用した冷却温度領域での応用が期待されている。

MgB₂バルク磁石では、バルク体を組み合わせることで4 Tの捕捉磁場が報告されている。しかし、焼結MgB₂バルクでは、その生成過程より高い密度を得ることが困難である。高密度なバルク体を作製することにより、臨界電流密度、捕捉磁場特性などを更に改善することが可能であると考えられる。そのため本研究ではホットプレス(H.P.)処理を用いて、MgB₂バルクを作製することにより高密度化し、捕捉磁場特性の改善を目指す。また、原料粉末の粒径を変化させ、結晶粒界を増やすことにより、更なる捕捉磁場特性の向上を目指す。上記特性のほか、MgB₂バルク組織に与える影響を調査する。

2. 実験方法

図1にMgB₂バルク作製プロセスを示す。外径40 mmφ、内径30 mmφ、高さ25 mmのSUS304金型内に、Mg粉末とB粉末の混合粉を印加圧10 MPaで高さ10 mmになるよう充填し、フタをした。Ar雰囲気中でH.P.処理を850°C、印加圧100 MPaで3 h行い、MgB₂バルクを作製した。光学顕微鏡(OM)を用いMgB₂バルクを観察した。X線回折装置(XRD)を用いてMgB₂の生成状況の確認をした。また、作製したMgB₂バルクの密度測定とビッカース硬さ試験を行った。走査型電子顕微鏡(SEM)を用いてMgB₂バルク破断面の観察を行った。電子線マイクロアナライザ(EPMA)を用いて縦断面における組成分析を行う。作製したMgB₂バルクを冷却器を用いて5 Kに冷却し6 Tの磁場を印加し、試料の温度を10 Kから40 Kまで上昇させることにより補足磁場の変化をホール素子を用いて測定する。

3. 実験結果及び考察

図2にOMで撮影した各試料の写真を示す。また、空隙だと思われる部分を矢印で示した。原料粉末粒径が小さいMgB₂バルク(Ball mill 試料)は空隙小さいのに対し、原料粉末粒径が大きいMgB₂バルク(Hand mill 試料)は空隙が大きかった。MgB₂バルクの空隙の多くはMg粉末がB粉末に拡散し、MgB₂となることで体積が減少し生成すると考えられる。このとき、Ball mill 試料の空隙が小さくなったのは混合粉中のMg粒が小さかったためだと考えられる。

図3にMgB₂バルクの密度とH.P.の圧力との関係を示す。本試験の結果、密度はHand mill 試料が約72%を示し、Ball mill 試料は76%を示した。Hand mill 試料とBall mill 試料の密度はともに100 MPa、金型内径20 mmφで作製したMgB₂バルクとほぼ同等の値であるため、粉末粒径の大きさ、MgB₂バルクの径の大きさが密度に与える影響は小さいのではないかと考える。

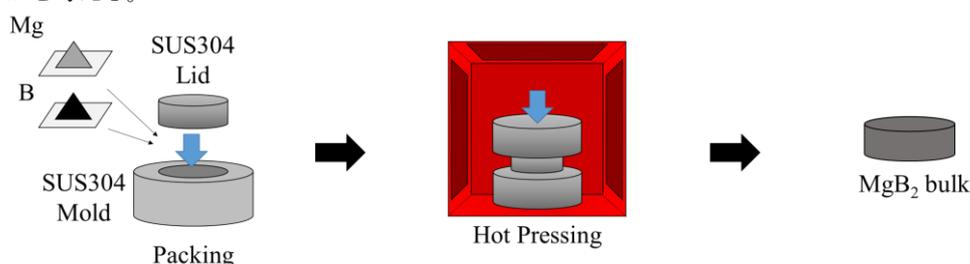
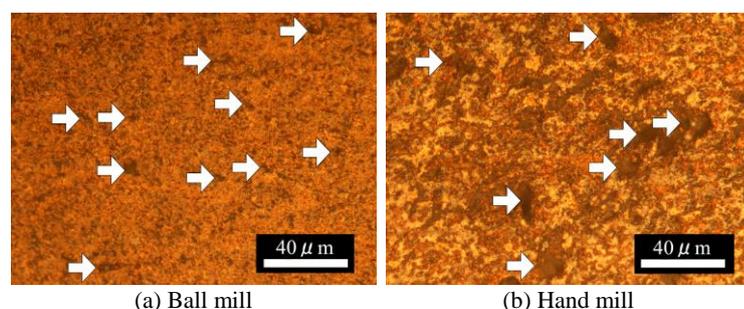
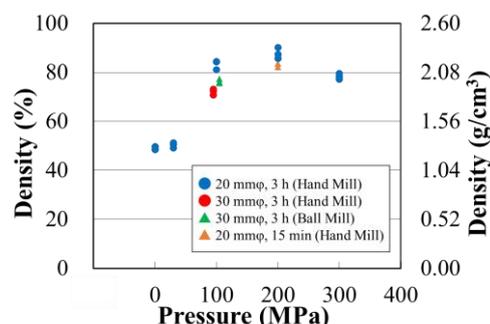
図1. MgB₂作製プロセス

図2. OMで撮影した各試料の写真

図3. MgB₂バルクの密度とH.P.の圧力の関係

YBCO 超伝導線材 Ag 保護層のはんだ溶解

* 高木 智史 (東海大学工学部材料科学科) 松村 亮佑 (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)

1. はじめに

超伝導電流リードを作製する際、超伝導線材と Cu 電極は、はんだ接合で行うのが現在の主流である。はんだ接合は、低接合抵抗で作製することができるが、超伝導線材への熱影響が避けられない為、超伝導線材の耐熱性データは工学的に重要である。銅酸化物系高温超伝導材料の一種である $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO)線材は構造上、Ag 層で超伝導層を保護しているが、はんだ接合時に Ag 保護層がはんだにより溶解し、超伝導層に熱負荷を与える為、通電性能劣化の一つの要因である可能性が考えられる。本研究では TFA-MOD 法 YBCO 線材を用いて、はんだ接合時における Ag 保護層の溶解及び、適切な Ag 保護層厚さを測定し、実験環境の観点から電流リード作製における最適条件の検討を目的とする。

2. 実験方法

YBCO 線材の寸法は、幅 5 mm、厚さ約 108 μm 、線材構造は上から Ag 安定化保護層:6 μm 、YBCO 超伝導層:1.5 μm 、酸化物中間層:0.6 μm 、Hastelloy 基板:100 μm となっている。図 1 に実験模式図と実験条件を示す。試料は 30 mm にカットした YBCO 線材と Sn(62)-Pb(36)-Ag(2)三元共晶はんだを用いた。溶解させたはんだ内に YBCO 線材 20 mm を浸し、Ag 保護層を溶解させた。実験条件 1 では溶解温度 200°C で固定して溶解時間を変化させた。実験条件 2 では溶解時間を 60 秒で固定して溶解温度を変化させた。その後、試料を樹脂埋め・研磨し、縦断面を光学顕微鏡(OM)を用いて観察を行い、各温度・各時間での Ag 保護層厚さを測定した。厚さの測定には画像解析ソフト(ImageJ)を用いた。

3. 実験結果及び考察

図 2 に溶解温度 200°C における YBCO 線材 Ag 保護層の厚さと溶解時間の関係を示す。Ag 保護層未溶解 YBCO 線材の Ag 保護層厚さを測定した結果、最大 8.6 μm 、最小 5.2 μm 、平均 6.0 μm であった。Ag 保護層 120 秒溶解 YBCO 線材の Ag 保護層厚さを測定した結果は、最大 3.1 μm 、最小 2.6 μm 、平均 2.8 μm であり、はんだとの界面を確認し、Ag 保護層が薄くなり溶解していることがわかった。Ag 保護層厚さは溶解時間が長くなるとともに薄くなる傾向が見られた。また、溶解時間 120 秒までの溶解速度は 0.03 $\mu\text{m/s}$ 、それに対し溶解時間 120 ~ 150 秒では 0.09 $\mu\text{m/s}$ となり、溶解時間 120 秒を境に溶解速度が約 3 倍に速くなった。以上のことから、電流リード作製において溶解温度を 200°C とした場合、Ag 保護層を確保するには溶解時間を 120 秒以下にすることが適切であると考えられる。

4. まとめ

- 溶解温度を 200°C とした場合、Ag 保護層の厚さは溶解時間が長くなるとともに薄くなる傾向が見られ、また Ag 保護層 120 秒溶解 YBCO 線材の Ag 保護層厚さを測定した結果は、最大 3.1 μm 、最小 2.6 μm 、平均 2.8 μm であり、溶解時間 150 秒で Ag 保護層が完全に溶解しているのが確認できた。
- 溶解時間 120 秒までの溶解速度は 0.03 $\mu\text{m/s}$ 、それに対し溶解時間 120 ~ 150 秒では 0.09 $\mu\text{m/s}$ となり、溶解時間 120 秒を境に溶解速度が約 3 倍に速くなった。
- 電流リード作製において溶解温度を 200°C とした場合、Ag 保護層を確保するには溶解時間を 120 秒以下にすることが適切であると考えられる。

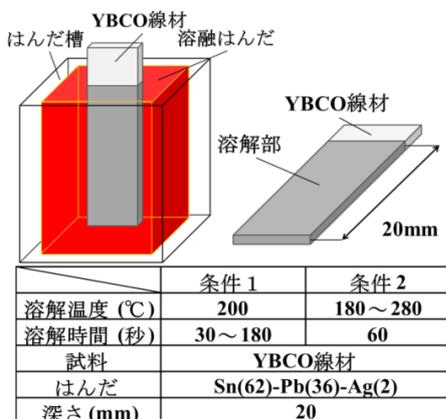


図 1 実験模式図と実験条件

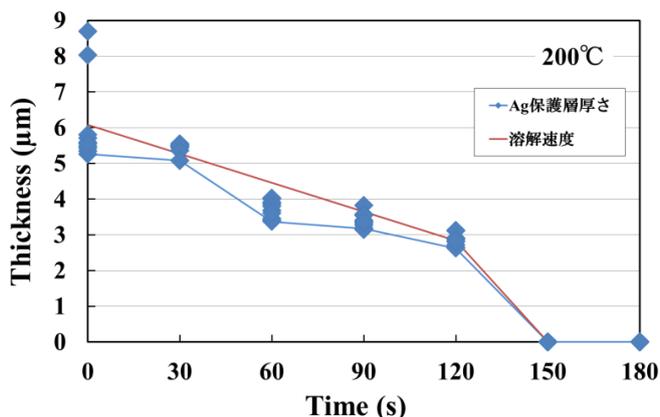


図 2 溶解温度 200°C における YBCO 線材 Ag 保護層の厚さと溶解時間の関係

三次元流れにおける段付き角柱の空力特性

*坂田 茉奈美(東海大学機械工学科), **岡永 博夫(東海大学機械工学科)

1. 緒言

近年、建築物の高層化が進んでいる。そのため、風からの影響が懸念されており、様々な高層建築物の空力特性について研究が行われている。過去の研究で、田村氏らは高層建築物の形状について比較を行っている¹⁾。その結果、四角柱に比べ、上面に向かって断面積が狭くなるようなテーパをかけた形状や、段差を設けた形状など変化させると風からの圧力が低減されることが明らかにされている。また、金氏らの研究では、テーパ形状に比べ、段付き形状の方が揚・抗力共に低減することがわかっている²⁾。しかし、段付き角柱同士での比較は行われておらず、段付き部分が空力的にどのような影響を及ぼすのかあまり明らかにされていない。そこで、本研究では段付き角柱の段数を変化させ、風洞実験と回流水槽を用いて抗力および流れの様子を比較を行い、段付き部分が空力的にどのような影響を及ぼすか明らかにすることを目的としている。

2. 供試角柱

Fig.1 に、供試角柱の寸法を示す。正方形角柱を S0、二段になっている角柱を SB2(SetBack 2)、四段になっている角柱を SB4(SetBack 4)とする。寸法の決定は、田村氏の論文を参考に全ての角柱の高さ H_0 を 150[mm]、容積を 540000[mm³] で一定にし、最上面と最下面の面積比を 1:6 にしている。

3. 実験結果

Fig.2 に、Re 数を変化させた場合の抗力係数のグラフを示す。今回実験を行った $Re=5.0 \times 10^4 \sim 10.0 \times 10^4$ の範囲では、S0 が $C_D=1.4$ 、SB2 と SB4 が $C_D=1.2$ となり、S0 と比べ SB2、SB4 共に抗力係数は平均約 13% の低減した。しかし、SB2 と SB4 は抗力係数は同程度のものになり、段数の違いによる抗力係数の変化は見られなかった。

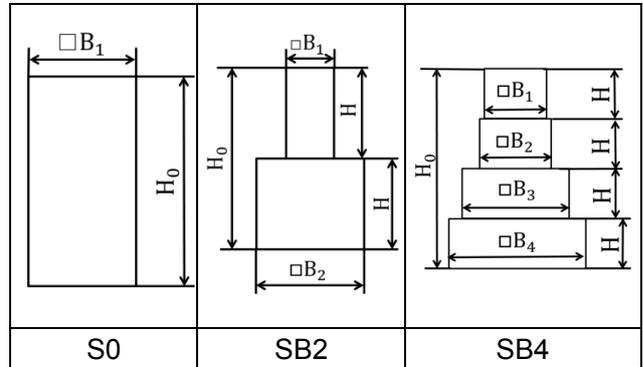
Fig.3 に、回流水槽による可視化実験の結果を示す。後流の渦領域は、S0 に比べ SB2 と SB4 は後方に伸びているのが見られた。

4. 結論

以上の結果より、SB2、SB4 とともに S0 に比べ抗力係数が減少するが、角柱の体積が同じ SB2 と SB4 の間では差が見られないことがわかった。また、SB2 と SB4 は後流の渦が後方に伸びることがわかった。

参考文献

- 1) 田村幸雄, 田中英之, 金容徹, 「各種超高層建築物の空力特性の変化」日本風工学会誌第 38 巻第 3 号, p306-p311, 平成 25 年 7 月
- 2) 金容徹, 神田順, 「変断面角柱の風力特性」日本風工学会誌, p175-p176, 2009 年 4 月 30 日



	H_0	H	B_1	B_2	B_3	B_4
S0	150	/	60	/	/	/
SB2	150	75	32	78.6	/	/
SB4	150	37.5	34.5	46.5	62.6	84.4

Fig.1 Measurement of test model

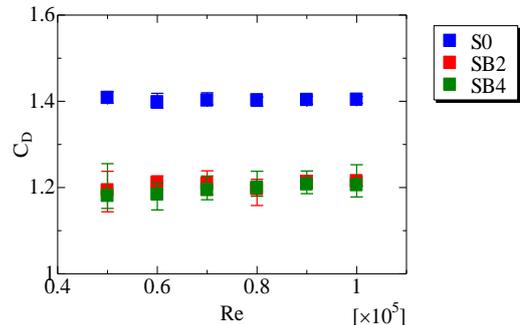


Fig.2 C_D by difference Reynolds number

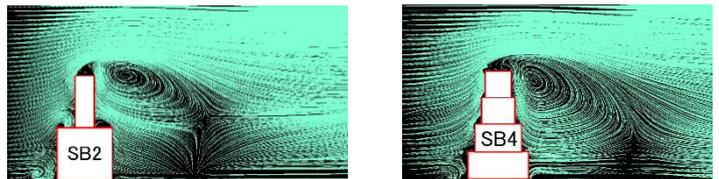
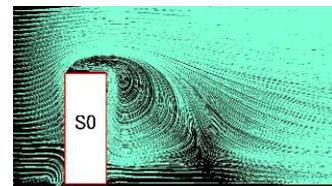


Fig.3 Visualization result

PIT 法による Cu-10Ni シース MgB₂ 超伝導細径線材の作製と評価

*小林 佑樹（東海大学工学部材料科学科）、深津 健充（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）

1. 目的

MgB₂は2001年に金属系超伝導体の一つとして発見され、39 K という金属系超伝導体としては最も高い超伝導遷移温度を有することから、液体水素中(20 K)においての利用が期待されている。加工方法は粉末を金属管に詰め込んで加工をする powder in tube (PIT)法が主流である。本研究ではシース材に、水素液面計としてよく用いられているステンレス鋼ではなくキュプロニッケル(Cu-10Ni)を用いて細径線材の作製を行う。ステンレス鋼は加工硬化が著しく線引き加工が困難であるため、ステンレス鋼より加工性が良く、熱伝導率の低いキュプロニッケルをシースとして用いることで細径化を容易にするためである。本研究では ex-situ PIT 法を用いて試料を作製し、超伝導状態を確認する。その後、細径超伝導線材としての適合性を調査し、線材の組織観察と超伝導特性の評価を行う。

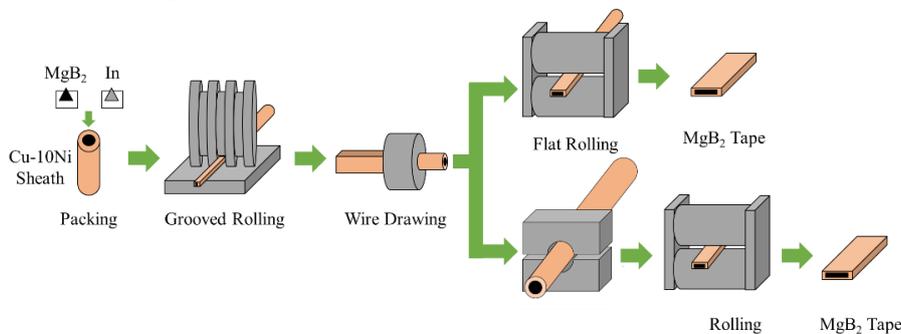
2. 実験方法

図1に ex-situ PIT 法 MgB₂線材の作製プロセス図を示す。外径 6.0 mmφ、長さ 60 mm、内径 3.0 mmφ の Cu-10Ni に、MgB₂粉末と 10 wt%のインジウム(In)を充填した。作製方法として(a)溝ロール圧延及びダイス線引き加工後、圧延を行った試料、(b)圧延加工前にスエジングを行った試料の2パターン加工方法を用いた。作製した試料について光学顕微鏡(OM)による横断面組織観察を行った。また、物質・材料研究機構(NIMS)にて 4.2 K、自己磁場下による臨界電流(I_c)値を四端子法を用いて測定した。

3. 結果及び考察

図2に ex-situ PIT 法 MgB₂線材の試料横断面写真を示す。それぞれの径として(a)0.527 W×0.305 T(mm²)、(b)は 0.680 W×0.270 T(mm²)となっている。両試料ともに細径化及びスエジング加工を行ったが、シースに割れなく加工できたことが確認できる。

また NIMS にて測定を行った結果、自己磁場下において(a)では 0.2 A、(b)では 1.5 A 電流が流れ超伝導状態を確認することができた。シースコア比は(a)0.259、(b)0.198 となり(b)のほうが密であると言える。このことから、スエジング加工がコアの連続性に与える影響が大きいのではないかと考えている。

図1. ex-situ PIT 法 MgB₂線材の作製プロセス

(a)ダイス線引き→圧延

(b)スエジング加工→圧延

図2. ex-situ PIT 法 MgB₂線材の試料横断面写真

情報カードを使用した理科教材の開発

*吉原夕貴(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程), **小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

《はじめに》

住民票や書籍の管理に使われている情報カードは1枚のカードに様々な情報を蓄積、管理できるツールのひとつである。すなわち、情報カードは継続した情報の蓄積により、データベースの構築につながる。しかし、情報化が進んだ現代社会においては、情報の収集や整理する能力を養う必要がある。そのためには、初等、中等教育での調べ学習が非常に重要である。この情報カードは理科や総合学習の時間での調べ学習で利用することにより、児童、生徒の学習に対する興味関心につなげることができる。そこで本研究で汎用性のある調べ学習用の情報カードを作成し、理科教材としての利用が可能であるかどうか検討することを目的とする。

《情報カードの仕様》

学校教育で情報カードを使用するためには、入手が容易、価格が安いなど多くの制約がある。そこで情報カードは表1の条件に該当するものを選択した。この条件を満たす無地で152mm×102mm×0.24mmの情報カードを用いた。また、情報カードは継続的に情報を蓄積したものに対して有効であるため、記載するデータは毎年収集される統計データが適している。今回は気象庁のデータベースにある関東地方・東京の気象データを用いて、カードを作成した[2, 3]。

表1 情報カードの条件

- ・容易に入手できるもの
- ・コストパフォーマンスが良いもの
- ・コピー機やプリンターで印刷できるもの
- ・型崩れしない程にしっかりとした素材であるもの

《情報カードの使用例》

図1に1961年の気象データを基に作成した情報カードを示す。作成したカードの特徴として、気象の継続的変化を分かりやすく表すために、カードの縁に目盛りを付けてカードをずらすことで、気温や降水量の経年変化を視覚的に理解できる様にした。裏面は各年の気象災害を記載することで、気象についての理解をさらに深められるものにした。なお、カードの詳細については、発表当日の報告する。

《参考文献》

- [1] The Photographic Card Deck of The Elements,
(ISBN-13978-1-60376-198-7)
- [2] 気象庁ホームページ, 過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index>
- [3] 国立天文台編 理科年表 平成27年 第88冊, 気象部

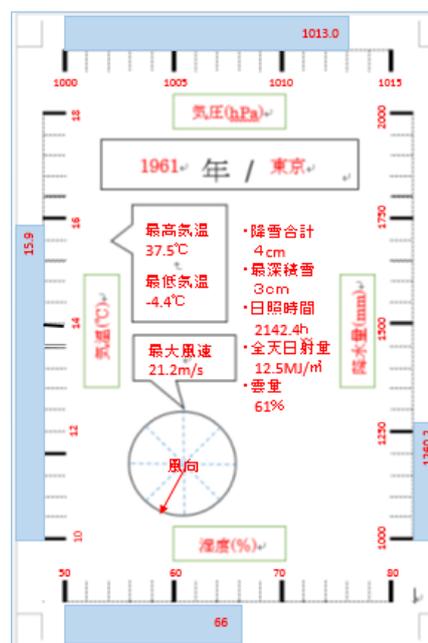


図1 気象の情報カード表面(例)

スキャニメーションを利用した理科教材作成

* 黒川聖菜、渡邊聖也（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）

** 小栗和也（東海大学教養学部人間環境学科）

1、はじめに

近年、多くの映像教材が理科の分野にも増えてきている。映像教材は、テキスト教材に比べ、情報量も多く視覚に訴え、疑似体験ができることから、盛んに導入が進んでいる。しかしながら、映像教材が増すにつれて、児童・生徒に対する教材として目新しさがなくなり、従来ほど興味関心を引き付けることができなくなっている。そのため、ネットワークを利用し、教授者と児童・生徒とをつなぐ教材や物づくりを取り入れた教材など、様々な教材作成へのアプローチが進んでいる。ところで、仕掛け絵本は、紙ベースでありながら動かすことができたり、立体的にみせることで、子供たちに興味関心を持たせてきた。多種多様な仕掛け本の仕掛けの中でもスキャニメーションは、複数の画像を組み合わせ、スリットを利用して動きを持たせる技術である。そこで本研究では、視覚に訴えるアナログ的な動画であるスキャニメーションを利用した理科教材の可能性について検討を行った。

2、作成方法

スキャニメーションは動きのある複数の画像を組み合わせることで1枚画像を作成し、スリットでマスクすることで元の画像を認識させる技術である。図1に0.2秒間隔で撮影した振り子にマスクを乗せた連続写真を示す。図1の画像部分だけを取り出し組み合わせることでスキャニメーション用の画像を得る。画像の枚数をnとしたとき、マスクと画像の間隔の比率は1:(n-1)となる。得られた画像にスリットの空いたマスクを重ね動かすことで、画像に動きを付けることができる。

画像作成には、Microsoft社パワーポイント、Adobe社製フォトショップを用いた。また、画像の対象は振り子とした。さらに、0.1秒間隔で撮影した連続写真0.5秒分でスキャニメーションの画像を作成した。

3、結果

図2に0.1秒間隔で撮影した振り子のスキャニメーション用の画像を示す。この画像に透明なフィルム上に作成したマスクを乗せて、フィルムを動かしたところ、動画として認識することができた。なお、画像の詳細については、発表当日に実演および報告を行う。



図1 0.2秒間隔で撮影した振り子の運動の分解写真

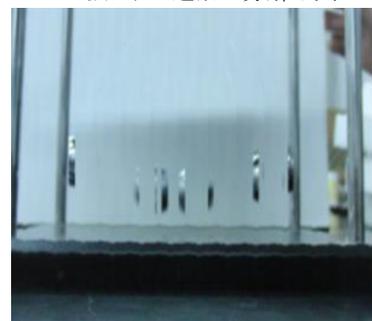


図2 0.1秒間隔で撮影した振り子を元に作成したスキャニメーション用画像

核融合炉における D-He 混合プラズマ照射時の水素同位体吸蔵特性

*金子雅美（東海大学理学部物理学科）、石川文貴（東海大学理学研究科物理学専攻）

**利根川昭（東海大学理学部物理学科）、松村義人（東海大学工学部原子力工学科）、佐藤浩之助（中部電力）、河村和孝（東海大学）

現在、新たなエネルギー源の一つとして核融合反応 (D-T 反応) を利用した核融合発電の研究が進められている。核融合反応によって生成されたヘリウム灰とともに未反応の燃料粒子 (水素同位体) である重水素やトリチウムも排気部であるダイバータに流入する。定常運転における閉じ込め性能向上と安全性の確保のため、ヘリウム灰と燃料粒子を分離し、選択的に燃料粒子を回収することが考えられている。トリチウムは放射性元素であり、真空容器内の保有量の上限値が設けられているため、効率的な回収が求められている。現在考えられている燃料回収サイクルでは、ダイバータから真空容器外へ排気後パラジウム拡散器によって燃料粒子のみを回収・再利用する予定である。しかし、燃料粒子である水素同位体の回収において、安全性の観点から配管壁などへの蓄積が課題となっている。

本研究の目的は、ダイバータを模擬したターゲットに水素吸蔵材を設置し、水素同位体の回収実験を行い、水素吸蔵材を用いた粒子の選択的排気システムを提案することである。今回は水素同位体である重水素の吸蔵特性とヘリウムによるタングステンへの影響を調べるため、D-He 混合プラズマで照射実験を行った。

実験では、ダイバータ模擬装置 TPD-Sheet IV (図 1) により生成したプラズマを装置終端部に設置した試料に照射した。試料は 1500°C で焼きなましをした ITER グレードのタングステン (厚さ 1 mm, 10mm×10mm) と、水素吸蔵材であるチタン (厚さ 100 μ m, 10 mm×10 mm) を重ね、それぞれの接着面に白金 (厚さ 0.15 μ m~0.26 μ m) を蒸着した物を用いた。照射したプラズマは重水素プラズマと D-He 混合プラズマ (He 15%) の 2 種類で行った。核融合炉の燃料粒子は重水素とトリチウムであるが、トリチウムは扱いが困難であるため重水素を用いた。水素同位体の吸蔵量は昇温脱離装置 (図 2) を用いて測定をした。

詳細はポスターにて発表する。

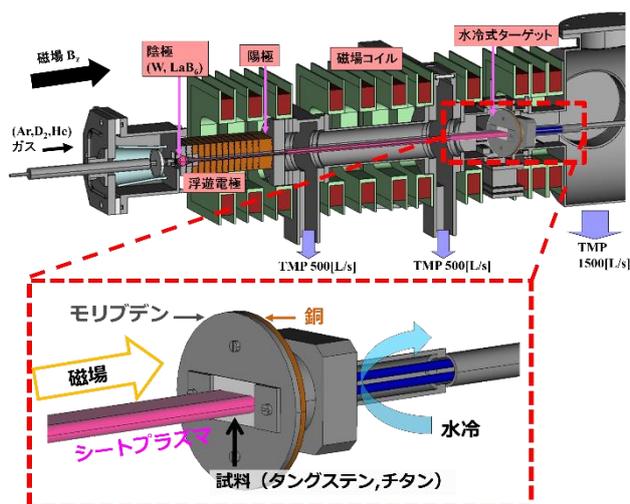


図 1 直線型ダイバータ模擬装置 TPD-Sheet IV

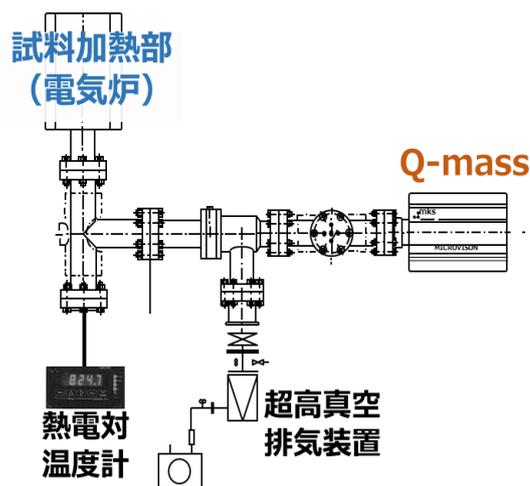


図 2 昇温脱離装置

シートプラズマ中でのオメガトロン型質量分析器による水素負イオン温度計測

* 瀧本壽来生（東海大学理学部物理学科）、飯島貴朗（東海大学院総合理工学研究科総合理工学専攻）、
田中悠太（東海大学院理学研究科物理学専攻）

** 利根川昭（東海大学理学部物理学科）、河村和孝（東海大学）、佐藤浩之助（中部電力）

現在、負イオンは粒子加速器や磁場閉じ込め型核融合炉などにおいて重要な役割を果たすと考えられているが、これらの装置内においては磁場の影響があるため、四重極子型質量分析器（Q-mass）を負イオンの粒子計測に使用することはできない。そのため、通常ではレーザー光脱離法[1]による負イオン計測が主流となっている。しかし、このレーザー光脱離法は、直接負イオンを測定することはできず、イオンを直接測定する質量分析を行うことが望まれている。そのため、本研究の目的は、イオンを直接測定することが可能なオメガトロン型質量分析器[2]を用いて、負イオン種と負イオン温度を計測することである。

本研究で用いたオメガトロン型質量分析器は箱体となっており、前面に開けられたピンホール（ $\phi = 1.5\text{mm}$ ）からプラズマを受け入れる。内部は3枚のMoメッシュによるグリッドが取り付けられており、それぞれにDC安定化電源を接続してある。グリッド1（G1）では正イオンを追い返すために正バイアスを印加し、G2では負イオンのエネルギー分析のためにバイアスを掃引し、G3では浮遊電位に電圧を設定している。3枚のグリッドを通過した負イオンと電子の内、電子は加熱されずにセル内を通過し、負イオンは高周波電極を用いたイオンサイクロトロン共鳴加熱（ICRH）によって回旋半径が増大することでコレクタ電極に捕集され、負イオン電流として微小電流計で計測される。

図2に実線で示したものが、実験で得られたV-I特性であり、点線で示されるものが、電流を電圧で一階微分したものである。電流増加量の飽和点（点線の頂点）までの実験結果にエネルギー分布関数[3]を適用した計算により、水素負イオン温度は0.96 eVと求まった。水素のポテンシャル曲線[4]と水素負イオンの体積生成過程から、この温度は妥当であると言える。

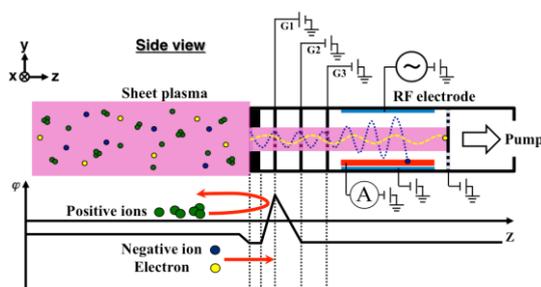


図1. オメガトロン質量分析器の断面図

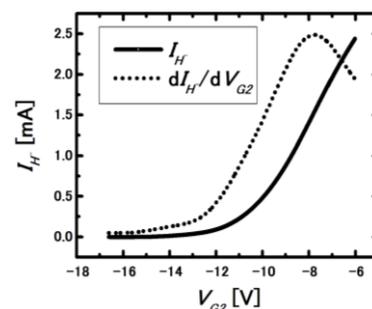
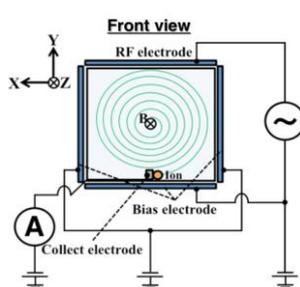


図2. オメガトロン質量分析器で計測された掃引バイアスと水素負イオン電流のV-I特性.

参考文献

- [1] M. Bacal, *et. al.* : Rev. Sci. Instrum. **50** (1979) 719.
 [2] E. M. Hollmann, *et. al.* : Rev. Sci. Instrum. **72** (2001) 623.
 [3] K. Yamagiwa : Journal of Plasma and Fusion Research **69(9)** (1993) 1024-1029.
 [4] R. Celiberto, *et. al.* : Atomic Data and Nuclear Data Tables **77** (2001) 161-213.

核融合炉の先進的ダイバータの模擬実験

*田中悠太(東海大学理学研究科物理学専攻)、内山寛之(東海大学理学部物理学科)

**利根川昭(東海大学理学研究科物理学専攻)、佐藤浩之助(中部電力)、河村和孝(東海大学)

将来のエネルギー源として研究されている磁場閉じ込め型核融合炉において、核融合反応により炉心に生じる He などの不純物を排気するために唯一のプラズマ対向機器であるダイバータが設置されている。核融合発電の実現のためには、ダイバータ部の熱負荷低減が重要な課題の一つとなっている。冷却用ガス(中性粒子)を導入しダイバータプラズマを冷却させ、主要な 2 種類の再結合反応を促進することでダイバータとプラズマが非接触なデタッチプラズマを生成する手法がある。中性粒子の逆流防止効果が高い閉ダイバータ構造としてバッフル付きロングレグダイバータや Super-X ダイバータなどの先進的ダイバータが提案されている。現在、熱負荷低減と炉心方向への逆流防止を同時に行える閉ダイバータ構造が要求されている。しかし、閉ダイバータ構造についてはシミュレーション研究が主であり、実験的研究が少ない。本研究は、各ダイバータ構造を模擬したターゲットを用いて、デタッチプラズマの形成過程と中性粒子逆流の影響を調べ、熱負荷を低減できるダイバータ構造の提案を目指す(図 1)。実際にはダイバータ構造を模擬したターゲットを用いてラングミュアプローブによるターゲット内の電子温度 T_e 、電子密度 n_e 及びバロトロン真空計によるターゲット内外のガス圧計測 (P_E, P_D) と CR モデルを用いた電離量、再結合量 (R_{Ion}, R_{Rec}) のモデル計算を行った。その結果、バッフル付きロングレグターゲットを用いると、V 字ターゲットに比べて少ない接触ガス流量で高いターゲット内の圧力を得ることができ、再結合量が促進されていることが分かった(図 2)。詳細はポスターにて発表する。

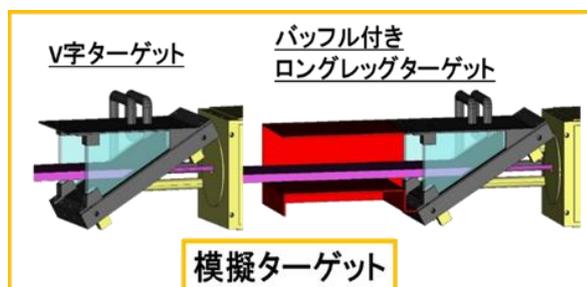


図 1,各ターゲット構造

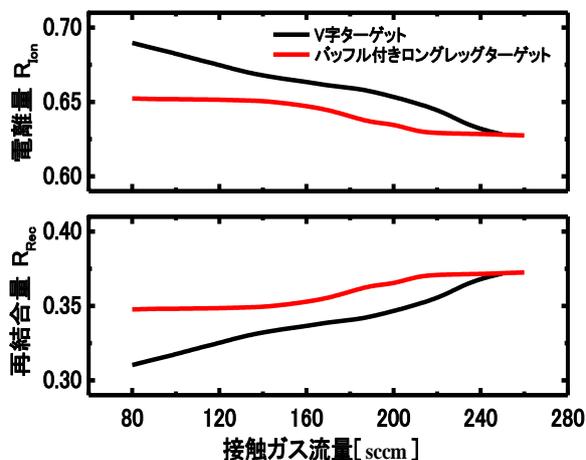


図 2,各ターゲットの再結合量、電離量

参考文献

[1]S. Tanaka et al., Fusion Sci. Tech. 63, 420-422 (2013)

水溶液プロセスを用いた種々の形態を有する希土類含有微粒子の合成と波長変換材料への応用

*東海林 千尋（東海大学大学院理学研究科化学専攻）、小川 哲志（東海大学理学部化学科）、

**富田 恒之（東海大学理学部化学科）、小林 亮・加藤 英樹・垣花 真人（東北大学多元物質科学研究所）

【Introduction】 蛍光体などの波長変換材料には発光特性と同時に利用目的に応じた粒子形態が求められている¹⁾。バイオ・メディカル分野では50~数百nm程度、ディスプレイ用材料では数 μm 程度、照明器具で使用される蛍光体では1~10 μm 程度と、用途別によって理想的な粒子サイズが異なり¹⁾、波長変換材料として幅広く用いられているセラミックス材料の形態制御技術が求められている。セラミックス合成の手法の中でも水溶液プロセスは、固相等と比較して微粒子の合成や粒子形態の制御が容易であるなどの利点を有し、その中でも均一沈殿法は、形態が制御された粒子の合成に優れ、既往の研究ではYを含有した粒子において、マイクロキューブ状¹⁾、ナノボール状粒子²⁾の合成が報告されている。均一沈殿法における沈殿粒子の生成は、反応溶液中でOH⁻などの沈殿剤の増加に起因することが報告されており³⁾、本研究では尿素($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)の加水分解を利用した均一沈殿法を用いて、種々の希土類元素を含有した微粒子の合成を行い、その粒子形態の形成機構を詳細に調査した。また、特異的な粒子形態を生かした発光材料などの波長変換材料への応用に向けての検討も合わせて行った。

【Experimental】 蒸留水に $\text{RE}(\text{NO}_3)_3$ ($\text{RE}=\text{Gd}$ など) 0.030M、 H_3BO_3 0.090M、尿素 0.27M を加え、この水溶液をマグネチックスターラーで攪拌しながら 100°C の湯浴中で加熱した。加熱攪拌中における反応溶液の pH を pH メーターで連続的に測定した。また、沈殿生成後から時間経過毎に反応途中の溶液を一部採取し、時間経過毎の反応溶液から沈殿物を遠心分離で回収し、60°C で乾燥させたのち、粒子の XRD 測定および SEM を用いて形状の観察を行った。

【Results & Discussion】 Fig. 1 に GdBO_3 前駆体合成過程における反応溶液の pH 変化を示す。加熱を開始すると、尿素の加水分解により OH⁻ が生成するため pH 上昇が見られるが、pH が 5.02 に達すると、沈殿が生成して溶液は濁り、pH はほぼ一定になった。沈殿生成直後の粒子は 1 μm 程度の直方体状粒子と円盤状粒子 (Fig. 2a) であった。加熱開始 50~55 分後には、粒子成長に伴う OH⁻ の消費によるものと推測される pH の急激な下降が確認され、その後 pH は緩やかに上昇を続けた。この緩やかな pH 上昇は反応溶液中の Gd^{3+} の濃度が沈殿生成によって減少し、そのため OH⁻ の消費速度が低下し、反応溶液中の OH⁻ 濃度が徐々に上昇したと考えられる。加熱開始 2 時間後の粒子は 1 μm × 1 μm × 200nm 程度の板状 (Fig. 2b) であることから、pH 下降の際に円盤状粒子が溶解したと考えられる。反応時間により粒子形態が変化することを確認した。また、反応溶液中の Gd^{3+} 濃度を 0.05M にすると Fig. 3a のような 2~3 μm × 2~3 μm × 200nm 程度の板状粒子の形成を確認し、金属イオン/ H_3BO_3 比を変えることでも粒子形態の変化が見られた。同じ金属イオン/ H_3BO_3 比でも希土類元素を La にすると、マイクロプレート状 (Fig. 3b)、Yb にすると、ナノボール状 (Fig. 3c) の粒子が形成することを確認した。同じ合成条件でも希土類元素の種類で粒子形態が変化する要因として、イオン半径の差が挙げられる。各沈殿生成物の XRD 測定から、Yb は非晶質であったが、Gd, La はホウ酸酸塩の回折パターンを示し、リートベルト解析によって予想される結晶構造がほぼ同様であることも確認した。また、希土類元素を Tb または Eu にすることによってそれぞれ緑色発光 (Fig. 4a) および赤色発光 (Fig. 4b) を確認し、SEM による観察によってそれぞれ直方体状 (Fig. 5a) および板状粒子 (Fig. 5b) であることを確認した。

【Acknowledgements】 本研究の一部は物質・デバイス領域共同研究拠点特定研究の一環として行われたものである。

¹⁾ 日本セラミックス協会 2014年年会 成瀬ら

²⁾ 日本セラミックス協会 2015年年会 東海林ら

³⁾ N. Naruse, K. Tomita, et al, JCS-Japan, 121(6), 502-505 (2013)

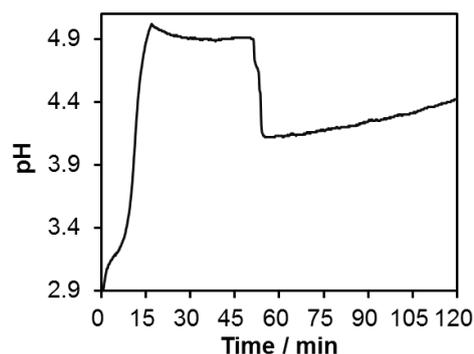


Fig. 1 pH curve of Gd sample preparation.

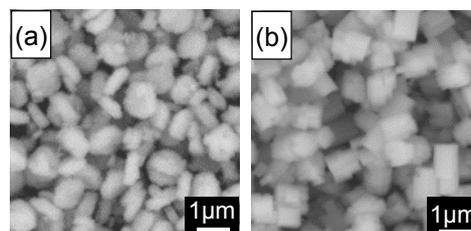


Fig. 2 SEM images of Gd sample just after the precipitation beginning (a) and at 120 min (b).

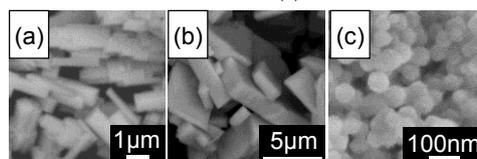


Fig. 3 SEM images of different rare-earth products of Gd (a), La (b), Yb (c).



Fig. 4 Luminescence photographs of Tb (a) and Eu (b) sample (extension 365nm).

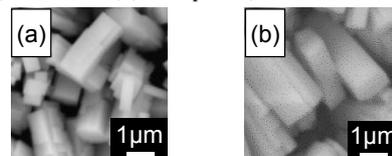


Fig. 5 SEM images of Tb (a) and Eu (b) sample.

マグネトロンスパッタにおける磁場配置の検討

*酒井 達拓 (東海大学工学部原子力工学科), 豊田 椋一 (東海大学院工学研究科応用理学専攻), マンシィ アハ
マド (東海大学院工学研究科応用理学専攻), **松村 義人 (東海大学院工学研究科応用理学専攻)

【緒言】

通常マグネトロンスパッタ法においては、リング状の磁場配置が多く用いられる。しかしながら、リング状の磁場配置は成膜においてリングの中心直上から外側に向かって蒸着粒子数は少なくなるように成膜速度の分布が顕著である。また、リング状の磁場配置は磁場によってプラズマを拘束し比較的高密度のプラズマをターゲット上で生成することが可能であるが、拘束されきれなかったプラズマからイオンがもれ出る際、基板に入射するイオンはリング状の中心直上に集中することになる。これにより、基板に入射するイオンの入射頻度に分布が生じる。基板に入射するイオンの入射頻度に分布が生じることは、基板へのイオン衝撃が分布を持つことであり、基板に発生する内部応力にも影響を与えると考えられる。この問題を解決するためには、基板とターゲット間を変えるなどの成膜条件を変える方法が考えられるが、基板とターゲット間の距離を離れた場合、成膜速度が低下する。これらの事から、成膜時に発生する膜厚差の低減や、イオン衝撃の均一化は工業的にも重要な課題である。また、基板を回転させることにより、これらの分布を均一化させる方法などが用いられているスパッタ装置があるが、装置が複雑になることやコストがかかるなどの問題がある。そこで、本研究ではリング状ではない磁場配置を作製することでより容易に成膜速度の向上や蒸着粒子の分布改善などが可能ではないかと考え検討を行った。

【実験条件】

Fig.1 に本研究に用いた DC マグネトロンスパッタ装置を示す。成膜条件は、Ar ガス導入圧力を 5 Pa、ターゲット-基板間距離を 30 mm、1 mm 厚の銅板をターゲットに使用し、スパッタ電力 5 W で 30 分の成膜を行った。Fig.2 に本研究で用いた、a.リング型磁場配置の物と、b.十字型磁場配置の 2 つを示す。基板には単結晶シリコンウェハを用い、マスキングし成膜を行った。膜厚測定には表面粗さ計(DEKTAK3)を用い、堆積粒子の入射頻度を算出した。

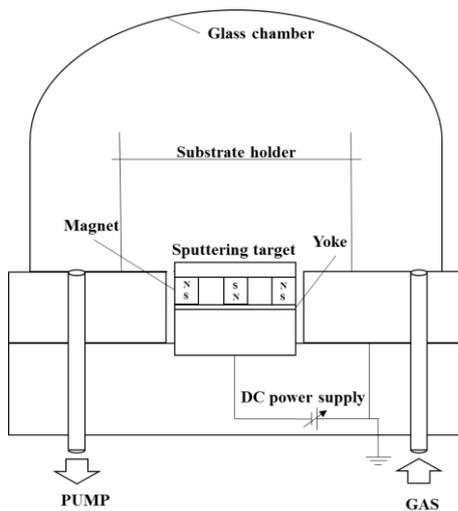
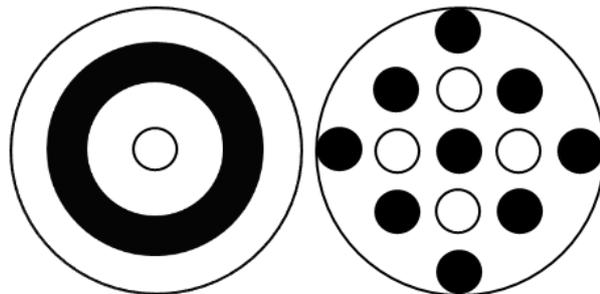


Fig.1 マグネトロンスパッタ装置



a. リング型磁場配置 b. 十字型磁場配置

Fig.2 磁場配置図

核融合ダイバータ材に対する重水素プラズマにおける反応機構についての研究

*鷲平拓也（東海大学工学部原子力工学科）、石川文貴（東海大学大学院理学研究科物理専攻）

利根川昭（東海大学理学部物理学科）、**松村義人（東海大学工学部原子力工学科）

【緒言】

次世代のエネルギー源として開発されている核融合炉には、核融合反応を終えた燃料を排気するための機構であるダイバータが設置されている。ダイバータには高熱流のプラズマが流入するため、高い融点を持つタングステンが使用されている。このタングステン表面上では、本来、燃料である重水素ガスの分子から原子への解離は起こさないが、ダイバータのタングステン表面に重水素プラズマの形で入射させるとタングステン中に吸収されてしまうことが報告されている。本研究では、図1に示した、核融合炉内のダイバータに入射するプラズマを模擬できる直線型プラズマ模擬装置 TPD-SheetIVを用いて、重水素プラズマをタングステン板に照射した際のタングステンと重水素の反応機構について検討した。

【実験方法】

タングステン板は、はじめ 1300 °C 窒素雰囲気中で4時間昇温、5時間保温の焼鈍を行った。焼鈍のみの試料と、焼鈍後タングステン表面に白金を蒸着した後、電子ビームで加熱・拡散処理をした（プラチナイジング処理）を行った試料を作製した。それらの試料に TPD-SheetIV装置による重水素プラズマ照射および重水素ガス暴露を行った。白金蒸着には図2のスパッタリング装置、プラチナイジングは電子ビーム蒸着装置を用いて行った。各試料を図1の TPD-SheetIVを使用して重水素プラズマを照射、TPD-SheetIVのエンドチャンバーに設置し重水素ガスの暴露を行った。照射後試料を図3の昇温脱離装置で昇温し、四重極質量分析計で重水素の吸蔵量を計測した。



図1 TPD-SheetIV

図2 スパッタリング装置

図3 昇温脱離装置

【実験結果】

重水素プラズマおよび重水素ガス暴露の各試料を比較すると、タングステン表面におけるプラチナの触媒作用による重水素の吸蔵量の大幅な増加、水素の活性化エネルギーの低下等が確認できた。実験結果の詳細は当日に報告する。

マグネトロンスパッタリング中のプラズマ計測の検討

*坂野 尚太（東海大学工学部原子力工学科）、豊田 涼一（東海大学大学院工学研究科応用理学専攻）、**松村 義人（東海大学工学部原子力工学科）

【緒言】

プラズマを用いて作製した薄膜は、成膜時の様々な条件により諸特性が大きく変化することが知られている。薄膜の特性を変化させる要因のひとつとして、成膜条件の違いによって薄膜の内部応力が大きく異なることが挙げられる。内部応力の発生要因のひとつとして、薄膜を形成する粒子に対して入射するイオンの衝突があり、近年、入射イオンの運動エネルギーを評価することにより内部応力を制御する方法が期待されている。入射イオンの運動エネルギーは、プラズマの状態に依存する為、正確なプラズマ計測を行うことが不可欠である。従来の研究では、任意の位置に設置した探針による一点のみのプラズマ計測が主であった。しかし、その計測する箇所によっては実測値から見積もられる入射イオンの影響が大きく異なることが予想される。したがって、計測における適正位置の検討を行うことが必要であると考えられる。そこで、本研究では、平板型シングルラングミュアプローブを複数設置することでプラズマの診断箇所を増やしターゲット - 基板間の深さ方向の位置を変えた計測を行うことを試みた。

【プラズマ診断】

ステンレス製平板型シングルラングミュアプローブを基板ホルダーからターゲットエロージョン領域の法線上に深さを変えて設置し、プローブの印加電圧を-25 から+25 まで連続的に変化させ計測を行った。電圧印加の際、探針一つずつ独立に印加し、他の探針は絶縁し浮遊状態とした。

Fig.1 にラングミュアプローブ設置の模式図を示した。

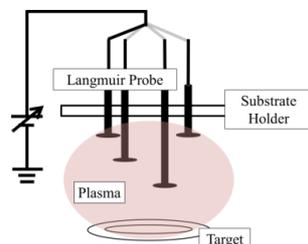


Fig.1 Plasma diagnostic using Langmuir Probes with various depths.

【結果】

Fig.2 として基板からの距離に対する電子密度の変化を示す。その結果として、ある位置で極大値を持つことが明らかになった。電子密度から見積もられる入射イオン量も同様の傾向があることから、入射イオンの量を見積もる際のプラズマの計測位置には適正位置がある。

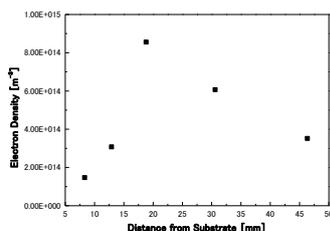


Fig.2 Depth profile of Electron Density.

基板バイアスが薄膜の内部応力に及ぼす影響

*宮田 隼平 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、西村 佑樹 (東海大学工学部原子力工学科)、豊田 椋一 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、橋本 真希 (東海大学大学院工学研究科応用理学専攻)、飯島 貴朗 (東海大学大学院総合理学研究科総合理工学専攻)、利根川 昭 (東海大学大学院総合理学研究科総合理工学専攻)、**松村 義人 (東海大学院工学研究科応用理学専攻)

【緒言】スパッタリング法において作製された薄膜は、成膜中に発生する内部応力の変化によって、作製される薄膜の機械的・工学的・電気磁気的特性といった薄膜特性が変化することが知られている。そのために、薄膜特性の向上には成膜過程における内部応力の制御が重要となる。近年では、成膜過程における内部応力の制御方法の一つとして薄膜表面へのイオンの入射によるイオン衝撃が期待されている。我々の最近の研究ではマルチグリッド型静電アナライザーと平板型ラングミュアプローブを用いたプラズマ診断によって薄膜に入射するイオンの運動量を求め、薄膜へのイオン衝撃の影響を評価してきた。そこで、本研究では基板バイアスを変化させることにより、薄膜に入射するイオンの運動量を変化させ、薄膜の内部応力にどのような影響を与えるかを、イオンの運動量に基づいたイオン衝撃パラメータ P_i を用いて評価を行った。

【方法】薄膜の作製には DC マグネトロンスパッタリング法を用い、純 Ni(99.9%) を単結晶 Si(100) 基板上に 1 μm 成膜した。スパッタリングガスには Xe(99.995%) を用い、基板バイアスを -30V から -120V までの任意の値で変化させ実験を行った。成膜中の薄膜へのイオン衝撃の影響を求めるためにマルチグリッド型静電イオンアナライザーとラングミュアプローブ法を用いてプラズマ診断を行い、イオンの入射頻度と運動量を測定した。薄膜の応力の測定には光てこ法を用い、Stoney の式より薄膜の内部応力を求めた。

【結果】 Fig.1 にイオン衝撃パラメータ P_i に対する薄膜の内部応力 σ の変化を示す。図の縦軸正の値は作製された薄膜が引張応力を示したことを表し、負の値は圧縮応力であったことを示す。基板負バイアスを深くするに従い、イオン衝撃パラメータ P_i は増加を示し、薄膜の内部応力は引張から圧縮へと変化した。これは、基板バイアスを深くすることにより、空間電位と基板バイアスの電位差により基板に入射するイオンの運動量と入射量が増加したためにピーニング効果が増加し、薄膜の内部応力が引張応力から圧縮応力へ変化したと考えられる。以上のことから、イオン衝撃パラメータ P_i を用いることにより、薄膜に入射するイオン衝撃の影響を定量的に評価することが可能であり、薄膜に発生する内部応力を制御することができると考えられる。

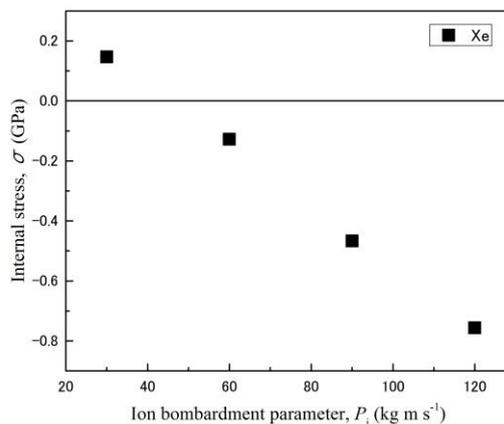


Fig.1 イオン衝撃パラメータ P_i に対する薄膜の内部応力の変化

成膜時の基板温度が薄膜の内部応力に与える影響

*橋本 真希（東海大学院工学研究科応用理学専攻）、渡辺 大基（東海大学工学部原子力工学科）、宮田 隼平（東海大学院工学研究科応用理学専攻）、豊田 椋一（東海大学院工学研究科応用理学専攻）、**松村 義人（東海大学工学部原子力工学科）

【緒言】スパッタリング法において作製された薄膜は、成膜条件により薄膜の内部応力が変化し、機械的、光学的、電気・磁氣的等の薄膜特性が大きく変化する。薄膜の内部応力は薄膜作製過程において発生し、スパッタリングガス圧力や基板温度、スパッタ電力などの成膜条件により影響を受ける。我々はこれまでスパッタ成膜時のイオン衝撃の効果を評価する新たなパラメータとしてイオンと蒸着粒子の入射頻度比とイオンの持つ運動量の大きさとの積であるイオン衝撃パラメータ P_i を提案してきた。このイオン衝撃パラメータ P_i を用いることにより薄膜の内部応力を制御できると報告してきた。しかし、スパッタ薄膜の内部応力はイオン衝撃等に起因する真応力に加え、基板温度と膜・基板材料の熱膨張率の差に起因する熱応力とその発生要因として知られている。そこで本研究では、この真応力と熱応力を個別に制御することにより薄膜の内部応力を制御することが可能かを検討した。

【実験方法】DC マグネトロンスパッタリング法を用いて Ni 薄膜を作製した。イオン衝撃パラメータを用いて真応力を制御し、基板温度と基板材料を変化させることにより熱応力を制御した。

【結果】Fig. 1 に Si 基板上に基板温度を変化させて Ni 薄膜を成膜した際の基板温度と内部熱応力の関係を示す。基板温度のみを変化させた場合、発生する内部応力が変化したことから、Ni 薄膜の内部応力が熱応力に強く依存している事がわかった。しかしながら、各基板温度における熱応力を推定し、測定された内部応力からその値を除いた値を真応力とした場合、真応力は一定とはならなかった。このことは、真応力の原因としてイオン衝撃のみがその要因ではないことを示している。また、Fig. 1 において真応力が 500 K 付近で変化している。Fig. 2 に示すスパッタリング法における成膜条件と薄膜の微細組織の関係を表した Thornton model を今回の Ni 薄膜の成膜条件に適用すると 500 K 付近で Zone T から Zone II の遷移領域に相当し、薄膜の微細組織の変化が真応力の値に影響を及ぼした可能性が推測できる。このことからスパッタ薄膜の内部応力を制御する上で、真応力の要因としてイオン衝撃の影響に加え、薄膜の微細組織の影響を踏まえた検討が必要であることがわかった。

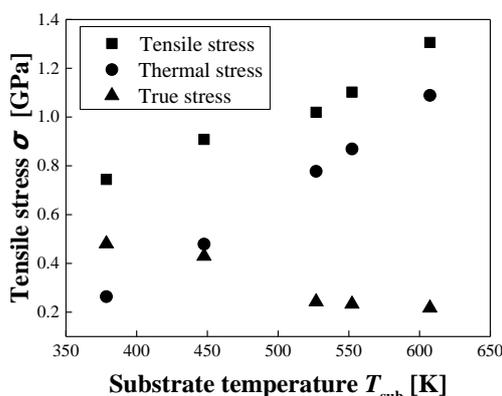


Fig.1 Tensile stress of Ni thin film as a function of the substrate temperature temperature.

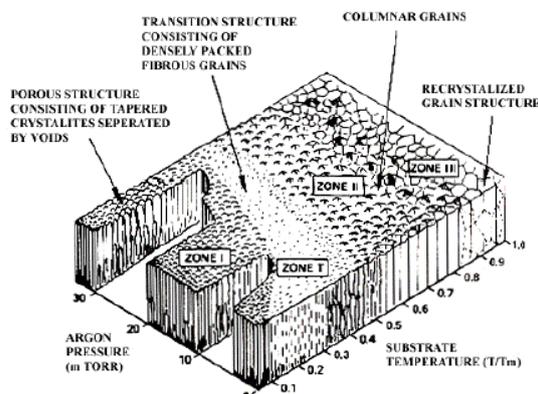


Fig.2 Thornton model

アルコール化学気相成長 (ACCVD) 法と水分添加を用いた単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の作製

* 平井慧 (東海大学大学院工学研究科電気電子工学専攻) ** 庄善之 (東海大学工学部電気電子工学科)

1. はじめに

カーボンナノチューブ (CNT) は、一般的に化学気相成長法 (CVD 法) を用いて作製される。単相カーボンナノチューブ (SWCNT) を成長させる材料には炭素を含む有機系ガスでエタノールを使用し、SWCNT を成長させるアルコール化学気相成長法 (ACCVD 法) が用いられる。エタノール分子構造は C_2H_6O であるため、余分な分子を脱着させる酸素 (O) と結合を促す水素 (H) を含んだ構造をしているエタノールは CNT の成長に適した原料材料である。また、ACCVD の工程に純水を CVD 炉内に供給することでより時間短縮、高密度、高純度な CNT が作製できると考えられる。本研究ではアルコール (AC) を用いた ACCVD 法で SWCNT 作製方法の確立を目指すとともに、水分添加を用いてより長尺かつ高純度な CNT の作製を目指す。

2. 実験方法

ACCVD 法を用いて SWCNT を作製した。Si 基板をセミコクリーンと純水を使用し、超音波洗浄機を用いて基板洗浄を行った。洗浄後、乾燥器で基板乾燥した。直流二極型スパッタ装置でイオン電流 5mA 一定、スパッタ時間を 10min~50min の 10min 間隔でスパッタを行い、パラメータを振った。熱 CVD 装置を用いて基板の金属触媒とエタノールを反応させた。作製条件は反応温度を $650^{\circ}C$ 、金属触媒の活性化時間 5min、金属触媒とエタノールの反応時間 20min とした。アルゴンガス流量を 480sccm とし、純水とエタノール混合液の供給量 20sccm、純水とエタノール混合液の対比を 1:9~9:1 を用意した。ウォーターバス温度 $80^{\circ}C$ 、 $90^{\circ}C$ 、 $95^{\circ}C$ とした。反応後、光学顕微鏡 (倍率 50 倍) と電子顕微鏡 (SEM) を用いて、基板上的観察し、CNT の長さを測定した。

3. 実験結果・考察

Fig.1 にスパッタ時間 40min、純水とエタノール混合液、1:9、温度 $80^{\circ}C$ で作製した CNT の SEM 像を示す。観察は CNT 成長の断面から行った。次にアルコール供給温度 $80^{\circ}C$ 、 $90^{\circ}C$ 、 $95^{\circ}C$ で供給したときの CNT の成長する長さ とスパッタ時間のグラフを Fig.2 に示した。Fig.2 から $80^{\circ}C$ はスパッタ時間に比例して成長した。 $90^{\circ}C$ 、でも比較的安定して成長している。供給温度が $95^{\circ}C$ に上げると CNT の成長が $80^{\circ}C$ 、 $90^{\circ}C$ に比べ短くなる。SEM 像から成長した CNT には繊維らしさと厚みがある。Fig.1 B の範囲は密度があり $16\mu m$ まで均一な長さで基板に対して垂直方向に成長している。Fig.1 A の範囲は垂直でなく傾きながら成長している。傾きは CNT 間の密度が無いために生じたと考えられる。A 範囲の CNT を成長させるには CNT 間の密度が増すことが求められる。そのため、炉内温度や純水とエタノール混合液の比率を変え、CNT 間の密度を増やしていく。

4. 今後の展望

炉内温度を $600^{\circ}C$ ~ $800^{\circ}C$ 変化させ、炉内温度による CNT の成長変化を調べる。また、TEM による断面観察を行う。

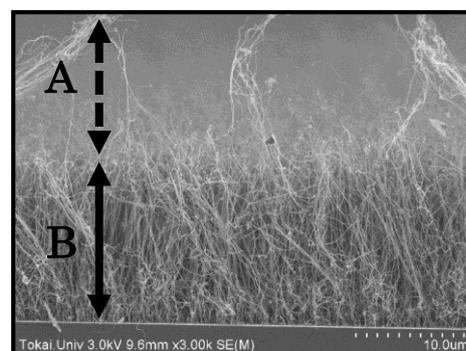


Fig.1 SEM 像

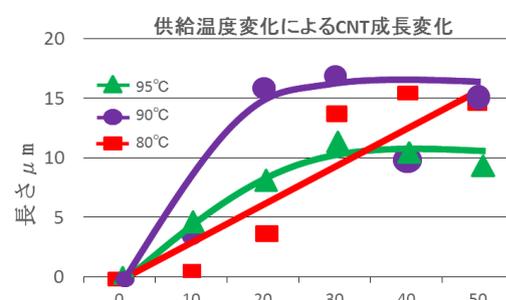


Fig.2 純水とエタノール混合比 1:9

温度とスパッタ時間による CNT 成長の変化図

電子線照射により表面が活性化されたガラス繊維を用いた自動車部品用ガラス繊維強化熱可塑性ポリプロピレン樹脂の耐衝撃特性の評価

*野村良 (東海大学大学院工学研究科金属材料工学専攻)、

Michael C. Faudree (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】

繊維強化型ポリマー (FRP) は、自動車や船体、構造材をはじめ様々な箇所に幅広く使用されている。FRP の母材は一般的に熱硬化性エポキシ樹脂が使用されている。しかし、成型時の手間とリサイクル性が問題であり、大量生産に向かない欠点がある。一方、繊維強化熱可塑性樹脂 (FRTP) は従来の FRP に比べ、様々な成型法が適用でき、大量生産に向いている。しかしながら樹脂の粘性が高いことにより、強化繊維界面での接着が悪い。そのため界面の摩擦力が足りず、強化繊維による複合強化が効果的に利いていない。ゆえに期待される強度が得られず、使用範囲が限定されている。

本研究室では過去に、石英ガラスやガラス繊維 (GF) に電子線 (EB) を照射することで、ダングリングボンドが生成することを確認している。この結果より、GF に EB 照射することでガラス表面が活性化されるため、接着性の悪い熱可塑性樹脂との接着性の向上が望める可能性を見出している。

そこで本研究では、強化繊維に材料コストの低いガラス繊維 (GF)、母材に耐食性の高いとされる熱可塑性樹脂であるポリプロピレン (PP) を用いたガラス繊維強化熱可塑性樹脂 (GF RTP) の EB 照射処理による耐衝撃性の変化を評価、検討することを目的とした。

【実験方法】

本研究の試料には、繊維に GF (日東紡績株式会社製 チョップドストランドマット)、マトリクスには PP (日本ポリプロ株式会社製 ノバティック PP)、を用いた。成形前の GF の両面に EB 装置 ((株)岩崎電気製) を使い、170 kV の加速電圧で均質電子線照射処理を施した。一回の処理時間は 0.23 秒であるため、試料温度上昇は照射直後 50°C 以下である。GF の照射侵入深さは、それぞれ約 87 μm である。その後、ホットプレス ($T = 473 \text{ K}$, $P = 2 \text{ MPa}$, $t = 60 \text{ sec}$) を用いて積層し GF RTP 試験片を作製した。耐衝撃性の評価としてシャルピー試験機 (榊島津社製 No. 51735) を用いて衝撃試験を行った。

【結果】

未処理試料と比較し、GF に 0.65 MGy 照射した試料のシャルピー衝撃値は明らかに高いことを見出し、未照射の GF RTP と比較して、約 37 % 向上することを見出した。



図 1. GF RTP の応用例

輸血パックに用いる PP と抗血栓作用のある PA の高速滅菌接着

***上田恵輔（東海大学工学部材料科学科）、久保智愛（東海大学工学研究科金属材料専攻）**

神田昌枝（東海大学工学部材料科学科）西義武（東海大学工学部材料科学科）**

【緒言】

現在、高分子材料は工業分野や医用分野などの途拡大に伴い幅広い分野で利用されている。この用途拡大に伴い、異種高分子材料間の接着技術は大変重要である。一般に異種高分子材料は、接着剤や熱溶着により接着している。しかし、低分子に分解しやすい接着剤は人体への悪影響が考えられ、熱溶着においては材料劣化が考えられる。さらに、異種材料間で相性良い接着剤の選定も困難である。過去の研究において、異種高分子材料間に 100 keV 級加速電圧の均質電子線照射 (HLEBI) を施し、それらを積層接着することを見出した。そこで、本研究では、耐薬品性や強度に優れており、輸血パックに用いられるポリプロピレン (PP) と耐薬品性、耐摩耗性、高靱性、抗血栓作用があるという特徴を持つナイロン (PA6) の積層試料に滅菌作用のある HLEBI 接着処理を行い、接着強度の評価を目的とした。

【実験方法】

試料はポリプロピレン (PP) シート (25 μm) のみに電子線照射処理を施した後、未処理のナイロン (PA6) シート (15 μm) を積層し 398 K で 3 min、10 MPa の条件でホットプレスを行った。その際、使用した電子線照射装置は (株) 岩崎電気社製 (アイ・エレクトロンビーム社保持) を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 keV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。PP シートと PA6 シートのそれぞれの照射侵入深さは 246 μm と 192 μm であった。そして、接着強度を確認するため、微小荷重引張試験機を用いて 90 度剥離試験を行った。接着強度の変化は微小荷重引張試験機により剥離強度 N/m を測定した。また剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、90 度剥離試験 JIS K 6854-1 に準拠して実施した。

【結果】

PP と PA6 シートを積層ホットプレスして準備した試料では弱い接着現象が見られる。一方、PP 側に電子線照射処理し、ホットプレス処理を行うと強い接着現象を見出した。過剰な照射量では照射損傷により接着強度は低下するが、最適照射量まで、接着強度が未照射に比べ向上することを見出した。

半導体封止材に用いる異種高分子積層体 (Epoxy/PA6) の電子線照射処理による接着剥離強度の評価

*関上 周作 (東海大学工学部材料科学科)、八木 新太 (東海大学工学研究科金属材料専攻)

久保 智愛 (東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田 昌枝 (東海大学工学部材料科学科)

**西 義武 (東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

現在、高分子材料は工業分野や医用分野等、幅広く利用されている。この用途拡大に伴い、異種高分子材料間の接着技術は大変重要である。一般に異種高分子材料は、接着剤や熱溶着を用いて接着している。しかし、接着剤は相性の良い異種材料の選定が困難であり、熱溶着においては材料劣化の可能性がある。過去の研究において、異種高分子材料間に 100 kV 級加速電圧の均質電子線照射 (HLEBI) を施し、それらが積層接着することを見出した。そこで本研究では、耐熱性や耐水性、成形性に優れ、半導体封止材に用いられるエポキシ (Epoxy) を、耐薬品性や耐油性、耐摩耗性に優れたナイロン (PA6) と接着させ、覆うことで、半導体の経年劣化を抑えることが出来ると考えた。そのため、Epoxy/PA6 積層試料に HLEBI 処理とホットプレス処理による複合接着処理を行い、接着剥離強度を評価する。また、照射線量だけでなく、温度、圧力の処理条件も確立することを目的とした。

【実験方法】

試料は Epoxy (1.5 mm) と PA6 フィルム (0.015 mm) を重ね、80 kPa 印加した状態で固定し、HLEBI 処理を施した。その際、使用した電子線照射装置は (株) 岩崎電気社製 (アイ・エレクトロンビーム社保持) を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。Epoxy と PA6 フィルムのそれぞれの照射侵入深さは 0.18 mm と 0.19 mm 程度である。その後、ホットプレス機を用いて、433 K で 3 min、1 MPa の条件を中心に加圧熱処理した。そして、接着力を確認するため、微小荷重引張試験機を用いて 90° 剥離試験を行った。接着力の評価は、微小荷重引張試験機により接着剥離強度 N/m を測定した。また接着剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、90° 剥離試験 JIS K 6854-1 に準拠して実施した。

【結果】

Epoxy と PA6 フィルムを積層ホットプレスして準備した試料では弱い接着現象が見られる。一方、各試料を積層した状態で HLEBI 処理し、ホットプレス処理を行うと、HLEBI 処理した Epoxy/PA6 は未処理試料に比べ、0.13 MGy 照射処理した試料は、剥離確率 0.5 において、接着剥離強度が約 1.7 倍向上することを見出した。

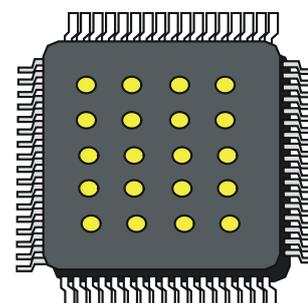


図 1 応用例

色空間変換を用いた顔色情報解析について

*渡邊汐(東海大学大学院工学研究科生体医工学専攻)、**影山芳之(東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻)

1. はじめに

顔色は様々な状況下によって変化する。これは顔面に緻密な毛細血管ネットワークが存在し、血液の状態や自律神経系の関与による血流量の変化等が顔色の変化となって現れるためである。したがって、顔色の定量的な評価ができれば、臨床の現場において疾病等の診断やストレス状態の評価に役立つと考えられる。そこで本研究では、カラーセンサを用いた顔色の測定を行い、HSV、L*a*b*といった色空間を用いて顔色情報についてのより詳しい解析を行った。

2. 実験方法

健常な20代の男女数名を対象に、心理的負荷をかけた際の顔色の変化の測定を行った。被験者には、負荷として1～999までのランダムに選んだ2つの数字の減算を一問当たりの時間制限を設け、暗算で繰り返し行わせた。

製作した装置はカラーセンサ(Adafruit Industries TCS34725)、センサの制御・コンピュータへのデータ入力を行うためのArduino Dueからなっている。このセンサを血流を阻害しないよう被験者の頬に固定し、測定を行った。被験者には安静後、15分間の負荷をかけ、その後5分間再び安静状態をとらせた。その間、カラーセンサからのRGB値をArduino Dueにて16bitで0.2秒毎にコンピュータへ送り、各色空間へ変換し解析を行った。また、心理的負荷中の顔色の変化と実際の血流・心拍を比較、検討するため自作の脈波計を用いた心拍測定とレーザドプラ血流計(Vasamedics INC. BPM403A USA)を用いた頬の血流量測定も同時に行った。

3. 結果及び考察

実験結果の代表例として負荷開始直後の同一被験者における顔のRGB値を図1に、HSVのH成分を図2に、血流量を図3に示す。個人差はあるが、負荷開始と同時にRGB値はそれぞれの成分が同じように減少し、負荷終了付近で測定開始時の値に近づいた。H成分については負荷開始から徐々に減少していき、これは、顔色の赤み成分が増していることを示している。心拍数は負荷開始と共に増加し、血流量は負荷終了時に増加した。これらの変化はストレスによって生じた血流量の変化によるものではないかと考えられるが、今後より詳細な関係の検討が必要だと考えられる。

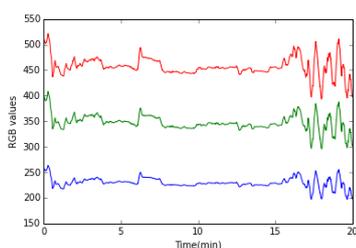


図1 RGB値の時間変化

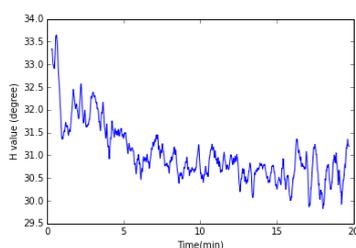


図2 H成分の時間変化

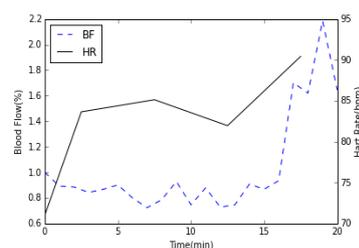


図3 血流量・心拍数の時間変化

4. まとめ

色空間変換を用いることでより詳細な顔色についての検討が可能になった。今後の課題としては、血流量を変化させるための適切な課題の設定が必要だと考えられる。また、実際の顔面の血流の変化をより詳しく調べるためにサーモグラフィを用いた顔面の温度の測定なども必要だと思われる。

新たな人工膵臓システムの構築を目指したマルチチャンネル電極を用いた糖負荷時の単離膵島の電位変動の検討

*崔 素榮（東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻）

**田代 秀夫（東海大学工学部医用生体工学科）

[はじめに]

1型糖尿病とは膵臓のランゲルハンス島(膵島)内の血糖値を下げるホルモンであるインスリンを分泌する膵β細胞の死滅により発症する病気である。重症1型糖尿病の治療に血糖値を連続測定してインスリンを投与する人工膵臓は、電極の寿命が短く、また血糖値のみをパラメータとするため、インスリンの過剰投与を引き起こすことも稀ではない。このような人工膵臓の問題点を解消するため血糖値をセンシングするのではなく、インスリン分泌顆粒がβ細胞内から放出されるときCa²⁺イオンチャネルの電気的信号の変化に注目し、β細胞の血糖値センシング機能を連動させた新しいタイプの人工膵臓を考案した。しかしβ細胞の電位変化とインスリンの分泌に相関があるかは確認されていない。膵島のインスリン分泌時におけるβ細胞の膜電位変動を分離したラットの膵島及びマウス膵β細胞腫瘍化細胞株であるMIN6細胞、ネガティブコントロールとしてヒト胎児腎細胞株HEK293細胞を用いてマルチチャンネルアレイで測定し、電位変動の大きさとインスリン分泌量との相関から人工膵臓における至適なインスリン投与量制御が可能か検討する。

[方法]

- 膵島分離 膵島はラットの膵臓よりコラゲナーゼ消化法と密度勾配遠心法により分離した(図1)。
- 電極上への細胞播種 細胞が付着しやすいように Geltrex でコーティングした。シリコンゴムのリング内に膵島、MIN6、あるいはHEK293細胞を播種し、3日間培養した(図2)。
- 電位測定 測定機器はALPHA MED SCIENCE社の多電極アレイ(multi electrode arrays, MEA)の試作機を電極には細胞電位測定用マイクロチャンバー(multi electrode dish, MED)を使用した。電極の表面に細胞が付着したらグルコース濃度を低および高濃度に調整した溶液を交互に入れ替え、電位変動を経時的に測定、分泌されたインスリン量をELISAより定量した。

[結果および考察]

MIN6細胞の場合グルコース濃度を低濃度の溶液で刺激した時と比べ、高濃度溶液で刺激したときに短い波形が見られた。単離された膵島細胞が正しくMED上に接着され、安定した電位を測定できる至適条件を求めている。本研究は、膵島β細胞の血糖値の変動によるインスリン分泌量とMEAの経時的電位変動の大きさの相関を調べ、膵島細胞がバイオセンサーとして人工膵臓におけるインスリン投与量を制御しうるかを検討する。

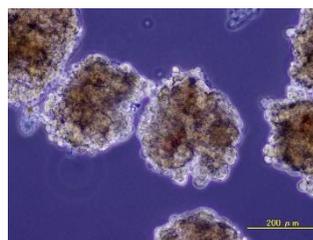


図1. ラットから分離した膵島の位相差顕微鏡像

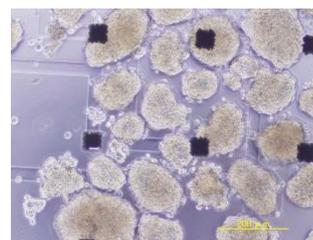


図2. 電極アレイ上へ播種した膵島の位相差顕微鏡像

血糖値制御を目指した自立的薬物放出システムの高性能化に関する研究

* 森 大典、矢野 和義（東京工科大学 応用生物学部）、

當麻 浩司、荒川 貴博、**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】

筆者らは、これまでにグルコース酸化酵素（GOD）を用いて、血糖成分であるグルコースの化学エネルギーを力学エネルギーに変換する「有機エンジン」を構築し、そのエネルギーにて駆動する「薬物放出システム」を考案した。本システムは、酵素反応の酸素消費による減圧を利用して、薬物放出の駆動を可能としている。しかし、これまでのシステムでは血糖値の10倍以上のグルコース濃度を必要とする課題があり、血糖値相当のグルコース濃度で駆動を行うには、更に高い効率でエネルギー変換を行う減圧機構が必要である。本研究では、有機エンジンの高出力化のために、酵素反応系の性能改良を図り、薬物放出システムの駆動特性を評価し、薬物放出システムへと適用した。

【実験方法】

実験では、グルコース1分子あたりの酸素消費量を増加させるため、GODとその反応生成物であるグルコノラクトンを基質とするピラノース酸化酵素（POD）の複合酵素膜を隔膜とした減圧機構を作製した。まず、各濃度のグルコース溶液（5.0～50 mmol/l）を送液した際の減圧特性を調べ、GOD膜の場合との比較を行った。次に、複合酵素膜（GOD+POD）を隔膜とした減圧機構と、薬物放出機構を組み合わせた「薬物放出システム」（図1）を構築した。まず薬物放出の評価では、25 mmol/lのグルコース溶液を送液した際の気相セル内の圧力変化を微差圧計にてモニタリングを行い、薬物放出チャンバーに充填した青色色素の放出をカメラで撮影した。次に *in-vitro* 閉ループ系の実験では、25 mmol/lのグルコース、ATP、MgCl₂を含むリン酸緩衝液を主流路に循環させ、疑似薬物としてヘキソキナーゼを薬物放出チャンバーに充填し、閉ループ系内のグルコース濃度の経時変化を調べた。

【結果及び考察】

GODのみの酵素膜と、GOD+POD複合酵素膜を隔膜とした減圧機構の減圧特性を評価した結果、複合酵素膜ではGOD膜以上の減圧特性が得られ、10 mmol/lのグルコース濃度（血糖値相当）にて、薬物放出機構の動作に必要な減圧速度に達した。本減圧機構を開ループ系に適用したところ、気相セル内が約-600 Paに達した時点で、断続的な圧力開放が確認され、圧力開放と同時に薬物放出が観察された。次に、閉ループ系でのグルコース濃度の変化を調べた結果、ヘキソキナーゼの酵素反応により、グルコース濃度が低下（25 mmol/l→14 mmol/l）し、薬物放出間隔が徐々に延びる様子（13分→22分へ）が観察された。以上、性能を向上した減圧機構を開発し、グルコース溶液でのフィードバック制御の可能性が示唆された。今後は、システムの薬物放出システムの小型化や最適化を行い、血糖値のフィードバック制御を行う人工臓器への展開を図る。

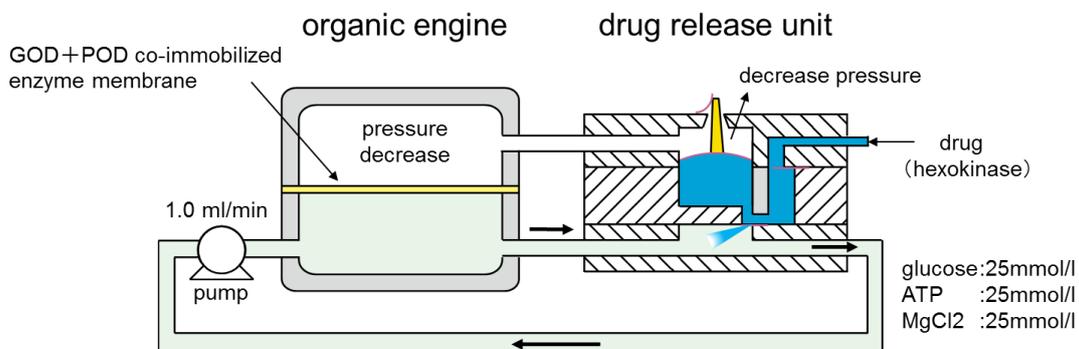


図1. 複合酵素膜を隔膜とする減圧機構を用いたグルコース駆動式薬物放出システムの模式図

アセトン用生化学式ガスセンサ(バイオスニファ)に関する研究

* 鈴木 卓磨、簡 伯任 (東京医科歯科大学大学院 医歯学総合研究科)、

叶 明、當麻 浩司、荒川 貴博、**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】

呼吸には肺でのガス交換に伴う血液中の揮発成分が含まれ、これらの成分を計測することにより、非侵襲かつ連続的に生体化学情報を把握することが可能である。例えば、糖尿病患者ではインスリンが不足することから、エネルギー源として脂肪酸を使用するため、健常者と比較して呼気中に高濃度のアセトンが含まれることが報告されている。つまり、脂質代謝の指標として呼気中アセトン濃度を計測することにより、糖尿病の身体状況、脂肪燃焼の度合いの評価が可能であると考えられる。しかし、既存の装置法(ガスクロマトグラフ、無機ガスセンサなど)では試料の前処理や、ガス種に対する選択性、連続計測等の課題があるため、簡便かつ高感度なアセトン用のガスセンサが求められている。本研究では、酵素の逆反応にてアセトンの特異的に触媒可能な二級アルコール脱水素酵素 (secondary alcohol dehydrogenase : S-ADH) を用いて、アセトンガスを高感度かつ連続的に蛍光検出する「光ファイバ型の生化学式ガスセンサ」を開発し、呼吸計測へと適用した。

【実験方法】

本センサの構成及び評価実験系を図 1 に示す。本センサでは、(1)式に示す S-ADH の逆反応であるアセトンの還元反応に基づき、その際に酸化消費される還元型ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド (NADH) の蛍光強度の減少を検出 (励起波長: 340 nm、蛍光波長: 491 nm) することにより、アセトンガスの濃度を測定することとした。

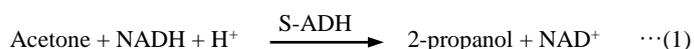


図 1 に示すように、本センサは光ファイバ型プローブと励起光源 (UV-LED, $\lambda=335 \text{ nm}$)、光電子増倍管 (PMT) 等から構成される。気相系でのバイオ計測のため、S-ADH 固定化膜を装着した「気液隔膜フローセル」を光ファイバプローブ先端に取り付け、アセトンガス用バイオスニファとした。測定では、種々の濃度の標準アセトンガスをセンサ感応部に負荷し、センサ特性を調べた。次に、作製したセンサを呼気中のアセトン濃度の測定に用いた。

【結果及び考察】

作製したバイオスニファにアセトン標準ガスを負荷した結果、ガス濃度に応じた蛍光出力の減少と安定値が確認され、健常者(200 ~ 900 ppb)および糖尿病患者(>900 ppb)の呼気アセトン濃度を含む、20 ~ 5300 ppb の濃度範囲(R=0.999)で定量が可能であった。また、本センサを用いて呼気中アセトン濃度の計測を行なった結果、標準アセトンガスと同様に NADH の蛍光出力の減少が観測され、呼気中アセトン濃度を定量することができた。今後、本センサを用いることにより、呼気中アセトンの選択的かつ連続的な濃度モニタリングが可能になるものと考えられる。

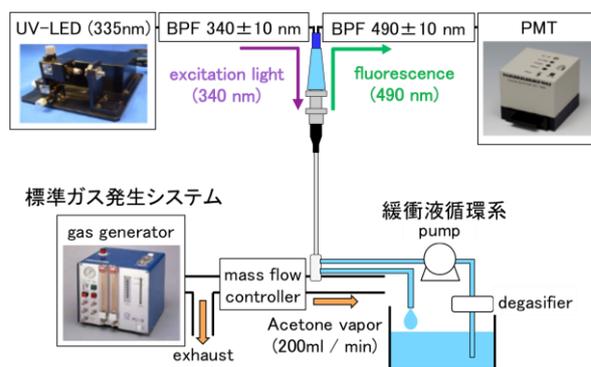


図 1. アセトン用バイオスニファと性能評価実験系

ダニアレルゲン Der f 1 の半連続 on-site 計測のための表面弾性波(SAW)免疫センサに関する研究

*岸川 知里、三木 大輔（東京医科歯科大学大学院 歯医学総合研究科）、宮島 久美子（日本学術振興会）、吉村 直之（日本無線株式会社）、谷津田 博美（日本無線株式会社、OJ-Bio Ltd.）、當麻 浩司、荒川 貴博、**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、アレルギー疾患の患者数は増加傾向にあり、その主な原因の 1 つは、住環境中に広く存在するダニアレルゲンで、特にコナヒョウヒダニの排泄物等に含まれる Der f 1 が強いアレルギー性を有する。アレルギー疾患発症の予防には、日常的に Der f 1 などの空气中に浮遊するアレルゲンとの接触を回避することが重要であり、そのためには住環境中のアレルゲンを選択的かつ連続的に on-site 計測できるシステムが有効と考えられる。本研究では、免疫計測への応用が可能で、素子表面の修飾が容易な表面弾性波(surface acoustic wave, SAW)デバイスと、pH 変化に高い耐性を持つ膜タンパク質である Orla protein を用いた免疫センサ(SAW 免疫センサ)を構築し、Der f 1 の短時間・繰り返し測定(半連続測定)を行った。

【実験方法】

免疫センサに用いた SAW デバイスは、感応部(遅延線)表面に生じる粘弾性の変化を入出力信号の位相変化として検知することができる。SAW 免疫センサの感応部表面には、Orla Protein (ORLA85, Orla Protein Technologies, UK)の自己組織化単分子膜を形成し、捕捉抗体を、Orla protein と結合する protein G に BS(PEG)₅ を用いてクロスリンクすることで固定化した(図 1a)。実験では初めに、①固定化した捕捉抗体へ Der f 1、②検出抗体を結合させ、③Der f 1 の濃度変化に伴う SAW の位相変化を、順次測定した。次に、④Der f 1 および検出抗体を塩酸処理により解離させ、センサ表面を再生(リジェネレーション)することで、繰り返し Der f 1 の繰り返し測定 (①~④) を行った(図 1b)。

【結果及び考察】

構築した免疫センサに Der f 1 を負荷したところ、濃度に応じた位相変化が観察され、喘息発作の誘発基準濃度(20 ng/ml、WHO 基準)を含む、6.1~1000 ng/ml の濃度範囲で Der f 1 の検出が可能であった。また本センサでは、同一チップを酸性溶液でリンスすることで、繰り返し測定が可能(C.V.=5.6%, n = 10)で、Der f 1 の半連続測定の可能性が示された。なお一回の測定に要した時間は 24 分 (ELISA 法の約 1/7) であった。次に、ダニ・花粉・カビなどの住環境中アレルゲン及び複合サンプルの応答を調べたところ、Der f 1 を含む試料からのみ出力が観察され、Der f 1 への高い選択性を確認した。今後、ダスト捕集系を組み合わせることで、アレルゲンの on-site 計測や動態評価の実現が期待される。

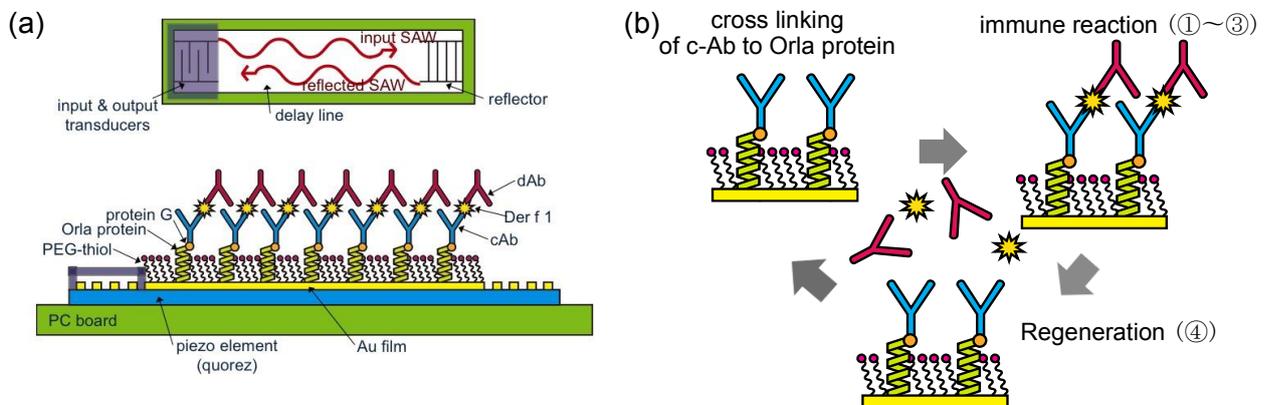


図 1 (a) Der f 1 用の SAW 免疫センサの模式図と(b)ダニアレルゲン Der f 1 の繰り返し(半連続)測定の手順

PS-PPG ジブロック共重合体の水の構造と血液適合性

*東 侑佐 **望月 明 (東海大学医用生体工学科)

[目的]

一般的にポリスチレン (以下 PS) は疎水性であり血液適合性が悪いことが知られている。これに対しポリプロピレングリコール (以下 PPG) は PS と比較し親水性であり、これを基にしたブロック共重合体は血液適合性を発現することが知られている。しかしながら、その適合性発現の理由はいまだ不明である。我々はこれまでポリマーの血液適合性発現においてポリマー中の水の構造が Key factor である事を提案している。そこで PS-PPG AB 型ブロック共重合体を作成し、PPG セグメント長の生体適合性への影響についてポリマー中の水の構造の観点から考察した。

[方法]

1.ポリマー合成

分子量の異なる PPG 系 ATRP 用重合開始剤を用いスチレンを重合し A-B 型ジブロックポリマーを作成した。Fig1 に作成したポリマーの化学構造式を示した。作製したポリマーは PG の繰り返し単位数 Pn を 1 から 94 まで変えた 5 種である。

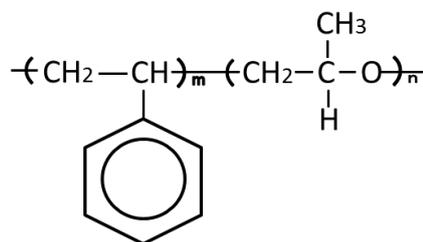


Fig1 Polymer

2.接触角

接触角計を用いて、各ポリマー表面に対する水の接触角を測定した。

3.血小板適合性

血小板浮遊血漿 ($2 \times 10^5 \text{ cell}/\mu\text{l}$) を 37°C で 2 時間試料と接触後、SEM 像から求まる血小板数を適合性の指標とした。

4.水の構造解析

- ・飽和含水率 (EWC) [wt%] = (試料中の水分量/湿潤試料重量) $\times 100$
- ・凍結水量[wt%]: 飽和含水試料について -80°C から昇温過程で求まる氷の融解熱量 (ΔH) を氷の比熱容量 $334[\text{J/g}]$ で割る事で算出した。
- ・不凍結水量[wt%] = EWC - 凍結水量

[結果及び考察]

使用した PPG 開始剤及び得られたポリマーの分子量を解析した結果を table1 に示す。

Table1 PS-PPG 共重合体の同定

開始剤部		PS-PPG共重合体			
Pn in PPG	Mn of PPG	Total Mn	Mn of PS part	Mw/Mn	
1	280	8100	7800	1.10	
3	420	8900	8500	1.17	
6	570	7000	6400	1.09	
20	1380	11000	9600	1.09	
94	5680	11800	6100	1.19	

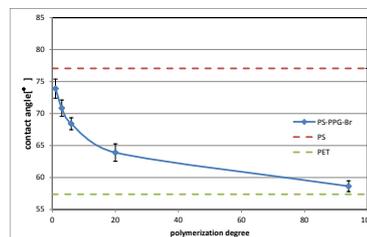


Fig2 contact angle (120s)

PPG 系開始剤部の分子量に関係なく PS の分子量は 8000 ± 2000 であり PS 鎖長をコントロールしたポリマーが合成できたことが分かる。各ポリマー表面に水滴を接触させてから 120s 後の接触角を Fig2 に示す。これから PPG 鎖長の増加に伴い接触角が低下 (親水化) しており PPG 側鎖の増大に伴い共重合体表面は PPG rich になっていることがわかる。当日は PPG 鎖長と血小板適合性の関係について、水の構造の影響を含め議論する。

PMMA 末端が関わる生体適合性への PMMA 分子量の影響について

*小野 大、**望月 明 (東海大学工学部医用生体工学科)

【緒言】

これまで医用材料の生体適合性について多くの発表があるが、血液適合性発現の理由はいまだ十分解明されていない。これまで我々は、PMMA では分子量が 5000 程度であれば、ポリマー末端基の構造が、生体適合性に影響することを明らかにしている。そこで PMMA について、その末端構造を固定した時、末端基により発現する生体適合性への PMMA 分子量の影響について、検討したので報告する。

【方法】

1. ポリマー合成

血小板粘着数が比較的少ない(生体適合性の良い)結果をもたらす 2-methoxyethyl エステル系 ATRP 用開始剤を使用し、MMA を重合した。Fig. 1 に合成した PMMA の化学構造式を示す。

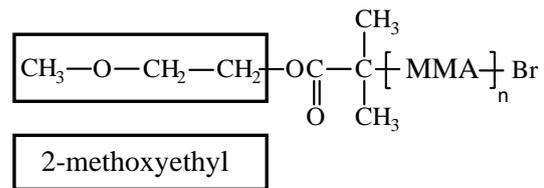


Fig.1 chemical structure

2. 接触角

接触角計を用いて、各ポリマー表面に対する水の接触角を測定した。

3. 血小板粘着試験

血小板浮遊血漿 (2×10^5 cell/ μ l) を 37°C で 2 時間試料と接触後、SEM 像から求まる血小板数を適合性の指標とした。

4. DC (樹状細胞) 活性化試験

ヒト末梢血より分離した単球を IL4/GM-CSF で刺激し、imDC (未成熟樹状細胞) へと分化誘導した。分子量の異なる PMMA がコーティングされた各 PET シート上に誘導した imDC を播種し、2 日間培養した。対照として、培養プレート上に直接播種したものを negative control、播種後 LPS:1 μ g を添加し刺激したものを positive control とした。FACS にて imDC から mDC (成熟樹状細胞) への成熟度を解析する事で、DC の活性レベルを求めた。

【結果及び考察】

GPC より得られた分子量の結果を Table. 1 に示す。各ポリマー表面に水滴を接触させてから 30s 後の接触角を Fig. 2 に示す。DC 活性化に関するデータを Fig. 3 に示す。

Table.1 characterization of PMMA

Polymer	Molecular Weight		
	Mn	Mw	Mw/Mn
①	3300	3600	1.08
②	4800	5200	1.08
③	9500	10700	1.13
④	16700	18400	1.10
⑤	20300	22100	1.09

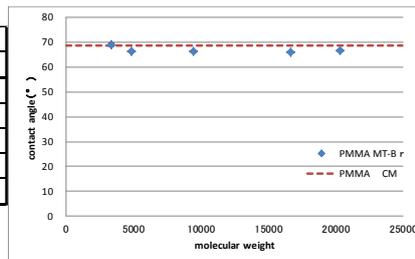


Fig.2 contact angle

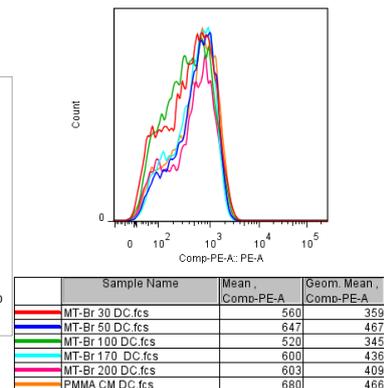


Fig.3 DC histogram

Table. 1 より合成した PMMA は分子量が Mn で 3300~20300 の範囲にあることがわかる。Fig. 2 の結果より、接触角は分子量の影響を受けずほぼ一定であることが分かった。DC の刺激性について Fig. 3 のヒストグラムでは、x 軸 10^2 あたりのピークが imDC に、 10^3 あたりのピークが mDC によるものであり、mDC 由来ピークは分子量の大きな PMMA 程、大きくなることがわかる。すなわち、分子量が大きくなる程、DC への刺激性が高くなると言える。以上より、分子量の増加に伴い、末端基の効果が小さくなることが示唆された。当日は、分子量の血小板適合性への影響についても報告する。

PE-MMA トリブロック共重合体の水の構造および生体適合性

*奥田知照、**望月明（東海大学工学部医用生体工学科）

【目的】

これまで医用材料の血液適合性についての多くの報告があるが、血液適合性の理由はいまだに十分解明されていない。ポリエーテル(PE)系共重合体も血液適合性が良いとされている材料であるが、やはり理由は定かでない。これまで我々はこの適合性発現において、材料中の水の構造が関与すると仮定し、種々研究を進めている。そこで、ポリエーテル鎖を構造の中心に持つ開始剤を用いて4種類のABA型トリブロック共重合体を生成し、それぞれのPE鎖の生体適合性への影響について水の構造の観点から検討したので報告する。

【実験】

- 試料: PEとして、ポリプロピレングリコール(PPG)およびポリテトラメチレンエーテルグリコール(PTMG)をもととした開始剤を合成し、メチルメタクリレート(MMA)をPE鎖の両末端から重合してFig.1に示すトリブロック共重合体を合成した。

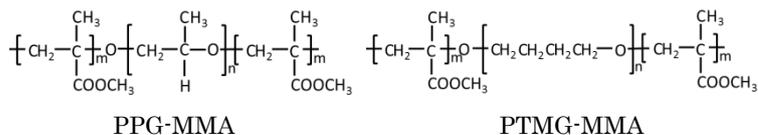


Fig.1 PE-PPG トリブロック共重合体

- 接触角: 接触角計を用いて、各ポリマー表面に対する水の接触角を測定した。
- 水の構造解析: 飽和含水率(EWC[wt%])を(1)式で求め、飽和含水試料について-80℃からの昇温過程での氷の融解熱量を測定し、これから凍結水量[wt%]求めた。また、不凍結水量は(2)式から求めた。

$$\text{EWC[wt\%]} = (\text{試料中の水分量} / \text{湿潤試料重量}) \times 100 \quad \dots (1)$$

$$\text{不凍結水量[wt\%]} = \text{EWC} - \text{凍結水量} \quad \dots (2)$$
- 血小板適合性: 血小板浮遊血漿($2 \times 10^5 \text{ cell} / \mu\text{l}$)を37℃にて2時間試料と接触後、SEM像から求まる血小板数を適合性の指標とした。

【結果と考察】

合成したポリマーのキャラクタリゼーション結果をTable.1に示す。分子量の異なる開始剤4種類に対し、MMAの分子量が2500±600と5000±1200の2グループの計8種類の共重合体を生成した。接触角の測定では、Fig.2に示すようにMMAの重合度が高いものほど接触角が小さく、さらに開始剤の分子量が大きいものほど接触角が小さくなることが分かった。また、開始剤の種類に着目すると、開始剤の分子量が2000程度のもの同士ではPPG、また分子量が1000程度のもの同士ではPTMGの接触角が小さくなっており、開始剤の種類による接触角の違いは認められなかった。

当日は、水の構造解析と血小板適合性について報告する。

Table.1 Characterization of polymer

Polymer	開始剤 ¹⁾	NMR		GPC(総分子量)		
		m ²⁾	MMA部	総分子量	Mn	Mw/Mn
①	PPG(2550)	57	5700	14300	10800	1.17
②		29	2900	8600	7700	1.17
③	PPG(870)	39	3900	9000	9100	1.14
④		23	2300	5700	5100	1.21
⑤	PTMG(2230)	54	5400	13400	11600	1.18
⑥		21	2100	6800	6100	1.40
⑦	PTMG(860)	62	6200	13700	10800	1.17
⑧		19	1900	5000	6600	1.21

1) ()内の数字はPEのMn

2) MMA unit数

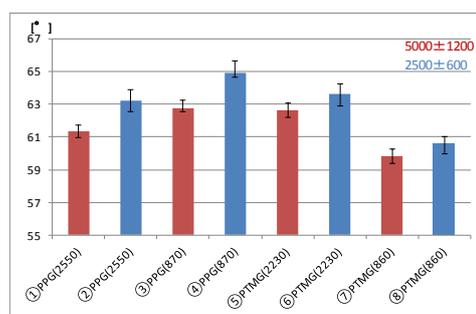


Fig.2 Contact angle

脳波による各種アラーム音の客観的評価の試み

*梅本舞, 小宮佑介, 善入魁斗, 大島浩(東海大学工学部医用生体工学科), 木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉学科), **山崎清之(東海大学工学部医用生体工学科)

1. はじめに

緊急事態を知らせるアラームは、際立って認識しやすく、覚醒効果が持続することが望ましい。単に刺激強度が大きだけでなく、告知の内容や重要度が理解しやすいことが必要である。医療機器等のアラーム音については、JISにより各種の条件の規定があるが¹⁾、生体情報を用いたアラームの評価に関する研究は少ない。本研究では脳波を用いて、各種アラーム音の覚醒効果の検討を試みた。

2. 方法

アラーム音として、救急車のサイレン、シリンジポンプの閉塞警告音および電源アラーム、対照として、純音および無音（安静閉眼）を用いた。脳波計測は10-20法に基づきC3, C4, P3, P4, O1, O2に測定電極を、右および左耳朶を基準とした単極導出を用いた。脳波は100Hzでサンプリングし、FFTによりパワースペクトルを算出した。被験者は健康成人ボランティア6名で、静電シールドルーム内で椅子に掛けさせ、スピーカから最大70dB程度の強度で提示した。アラーム刺激は15秒間提示し、提示中とその後45秒間、合計1分間を安静閉眼状態で脳波を記録した。その後、それぞれのアラーム音に対して、どの程度緊急性を感じたかをアンケートにより記録した。

3. 結果と考察

アラーム提示中は α 帯域が減少し、 β 帯域が増大する傾向、または α 波のピーク周波数の高周波化する傾向がみられた。提示後は回復傾向にあったが、緊急性を強く感じた刺激については、回復に遅延がみられた(Fig. 1)。被験者の言語報告で、緊急性を感じた刺激ではこの傾向が多く見られた。 α 波、および β 波帯域のパワーは覚醒度により変化することが報告されている²⁾。これらの時間的推移を検討すれば、アラーム音の効果とその持続性を客観的に検討できる可能性がある。

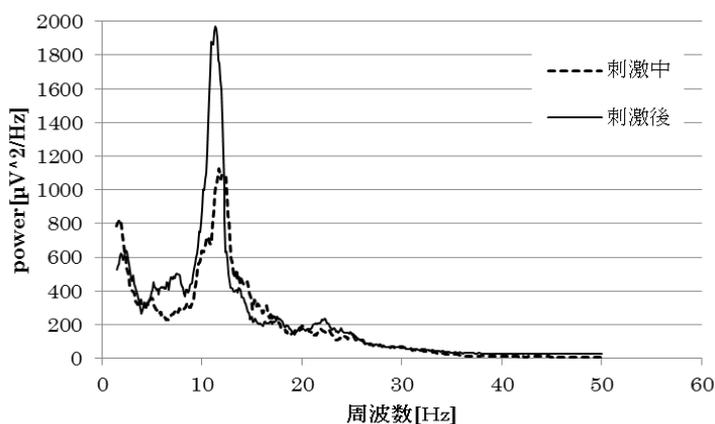


Fig. 1

4. 参考文献

- 1) JIS T 60601-1-8, 2012
- 2) 早田ほか：運転開始前後の生体情報を用いたドライバ覚醒度低下状態の早期予測電気学会論文誌C Vol. 133 (2013) No. 12 P 2160-2166など

チェッカーフラグ反転周波数と脳波の関連性

*小幡雅人, 石川愛理, 成田翔, 伊東高志(東海大学工学部医用生体工学科), 木村達洋(東海大学基盤工学部医療福祉工学科), **山崎清之(東海大学工学部医用生体工学科)

1. はじめに

BCIは、脳からの生体情報を読み取り、信号をコンピュータへ伝達する際の中継を行うためのシステムや機器のことである。現在の医療においてBCIはALS（筋委縮性側索硬化症）などの神経変性疾患や事故により脊髄の損傷による全身麻痺となった患者とのコミュニケーション手段に応用に向けた研究がなされている¹⁾。

本研究では、点滅刺激により発生する脳波の引き込み現象の特徴を観察し、BCIによるコミュニケーションへの応用可能性について検討した。

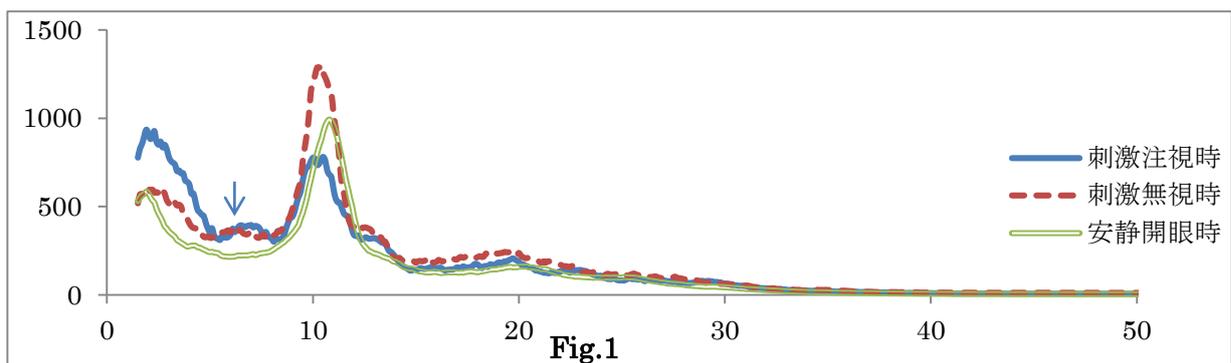
2. 方法

脳波測定用の刺激として、白黒チェック柄の画像を用いた。これを3Hz、6Hz、15Hzの頻度で反転させ、被験者に提示した。なお、マス目の細かさは、画面あたり1マス、2×2、3×3、4×4、5×5と変化させた。脳波は10-20法に基づきC3、C4、P3、P4から導出し、耳朶を基準として単極導出モンターージュを構成した。刺激は少ないマス数の、小さな周波数から順に提示し、集中力を維持させるために条件間で休憩をはさんだ。

被験者は健常成人6名で、シールドルーム内の椅子に無拘束状態で掛けさせ、刺激は顔面から約125cmの距離に設置したPCの液晶モニタ（17インチ）上に提示した。また、刺激が視野にある状態で刺激に積極的に注意を向けさせなかった場合のデータを確認するために顔面から約150cmの距離にある壁面に風景画を設置し、意識を集中させた際の脳波の測定も行なった。測定時間は刺激に注意を向けた時、刺激を無視した時共に30秒とした。

3. 結果と考察

Fig.1は6Hzで反転する画像を提示した際の脳波のパワースペクトルである。反転刺激に注意しない条件と比較すると、反転周波数に対応する6Hzの脳波成分の増大がみられた（矢印）。これは、刺激反転周波数が脳波に引き込みを生じさせ、周波数成分に反映したものと考えられる。このように注意集中によって脳波への引き込み現象を制御できれば、運動機能を完全に喪失した患者が脳波のみを手掛かりに2値判断（Yes or No）の情報をコンピュータに入力できる可能性がある。今後はこうした情報を効率的に取得する信号処理等を工夫する必要があるだろう。



4. 参考文献

- 1) 木村達洋・山崎清之：最近のBrain-Computer-Interface(BCI)研究の動向
東海大学紀要 開発工学部/No20, P7-11, 2010

顔認識に伴い出現する事象関連電位 N170 の研究

*下澤将太, 大野隆太郎, 矢崎幸児 (東海大学工学部医用生体工学科), 木村達洋 (東海大学基盤工学部医療福祉工学科), 大島浩 (東海大学工学部医用生体工学科), **山崎清之 (東海大学工学部医用生体工学科)

1. はじめに

他者の顔やその表情を認識することは社会において適応的に生活するうえで重要な認知機能といえる。顔の認識について、生理学的な研究としては、顔画像等の視覚刺激後に脳波上に生じる特異的な反応である事象関連電位 (ERP) の N170 成分が報告されている【1】。

顔認識の研究では、顔の認識過程 (合成顔・倒立顔) や顔検出過程の特性に関する研究 (表情・人種) が行われている。本研究では、顔以外の視覚刺激に対する擬人化と N170 の関連性について実験的に検討した。

2. 方法

ERP 計測用の視覚刺激として、(1)ヒトの顔(男性)、(2)リュックサック、(3)メロンの断面、(4)キティ (サンリオキャラクター)【2】を用いた。脳波は 10 - 20 法に基づき T3, T4, T5, T6, O1, O2 から導出し、耳朶を基準として単極導出モンタージュを構成した。4 種の刺激はランダムな順序で提示し、被験者には刺激に対する注意を維持させるために 1 種をターゲットとして指定して出現数をカウントさせた。

被験者は健常成人 6 名で、シールドルーム内の椅子に掛けさせ、顔面から約 80 cm の距離に設置した PC の液晶モニタ (17 インチ) 上に提示した。刺激回数はそれぞれ平均 64 回、持続時間 300ms、刺激間隔は 1000~2000ms (ランダム) である。

3. 結果と考察

Fig. 1 に各視覚刺激により誘発された波形と、Fig. 2 に 6 名の被験者につき各刺激に対する N170 振幅の平均値を示した。顔写真、キティ、リュックサック、メロンの順に N170 振幅が減少していた。被験者の言語報告によるとメロンの断面は擬人化が難しく、リュックサックはやや顔に似た構造ととらえることができた。キティはヒトの顔とは明らかに異なる構造であるが、キャラクタとして普及しているため擬人化されたものと推測された。形態的な特徴に加え意味的な擬人化でも N170 に影響を与える可能性が考えられ、今後の展望として、臨床では相貌認失知症の病態の把握や治療効果等、様々な商品開発に繋がると考えている。

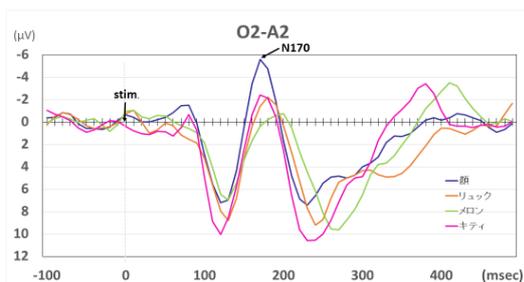


Fig.1に各視覚刺激により誘発された波形

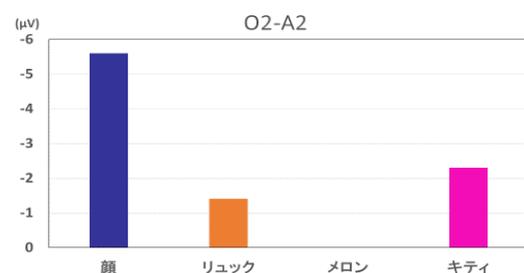


Fig.2各種刺激でのN170平均振幅(n=6)

4. 参考文献

- 【1】 Bentin et al ; Journal of Cognitive Neuroscience, 8, 551-565. 1996.
- 【2】 サンリオキャラクター大図鑑・ポプラ社 2015
- 【3】 Young, A. W et al; Perception, 16, 747-759. 1987.
- 【4】 Yin, R. K. ; Journal of Experimental Psychology, 81, 141-145. 1969.
- 【5】 Hansen, C. H et al; Journal of Personality and Social Psychology, 54, 917-924. 1988.

経皮的心肺補助法の自動制御

*向中野力(東海大学工学研究科医用生体工学専攻), **影山芳之(東海大学工学部医用生体工学科), **大島浩(東海大学工学部医用生体工学科)

1. はじめに

経皮的な心肺補助法(PCPS)とは、膜型人工肺と遠心ポンプを用いた体外式人工心肺装置であり、主に急性心筋梗塞や肺血栓塞栓症への治療法として用いられている。現在、PCPSは性能面において、十分に完成されているが、操作や管理では高機能化により複雑化してしまっている[1]。そこで、本研究では、制御の難しい遠心ポンプを用いたPCPSの自動制御と制御方法について検討したので報告する。

2. 制御装置

PCPSの自動制御を血行動態のみの制御と想定し、①装置のセンサ等が血液に直接触れない事、②遠心ポンプ等、装置の機能が損なわれない事の2つをコンセプトとして開発した。製作した装置と実験に使用したPCPS回路を図1に示す。PCPS稼働中に回路内圧を圧力センサで計測し、脱血不良による陰圧を検出する。脱血不良の改善には、遠心ポンプに取り付けたフォト

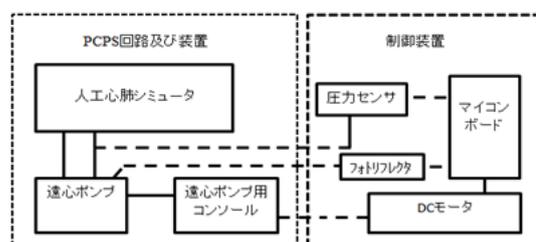


図1. 実験モデルと制御装置

リフレクタから回転数を計測し、そのデータを元にDCモータで遠心ポンプの制御盤を操作して遠心ポンプの回転数を低下させる。各センサから取得したデータのA/D変換とDCモータの制御は、マイコンボードが統括する。

3. 実験方法

実験モデルとして、PCPS回路と人工心肺シミュレータに製作した制御装置を取り付け、2Lの水で充填を行った。脱血不良の模擬には、脱血側の回路を鉗子で閉塞するという手段を用いた。遠心ポンプの回転数を3000rpmで稼働させ、脱血不良、脱血不良の改善という状況を繰り返し再現して、圧力と回転数の記録をした。

4. 結果を及び結論

記録した圧力と回転数の変化を図2と3に示す。回路内圧の陰圧が増大すると、制御により回転数は低下した。また、遠心ポンプの回転数が2000rpm未満で且つ、回路内圧に上昇が見られた場合、回転数が上昇した。また、実験結果から操作盤に表示される回転数に比べて制御装置から計測された回転数が200rpmほど低めに出る事が分かった。今後は、回転数計測の精度向上と装置の安定性や応答性について検討していく。

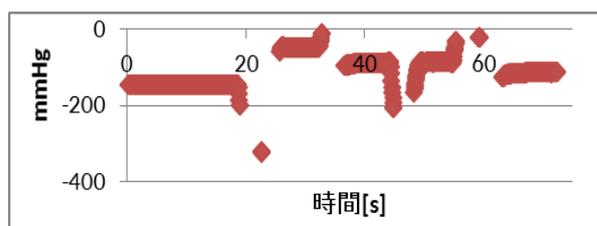


図2. 回路内圧の変化

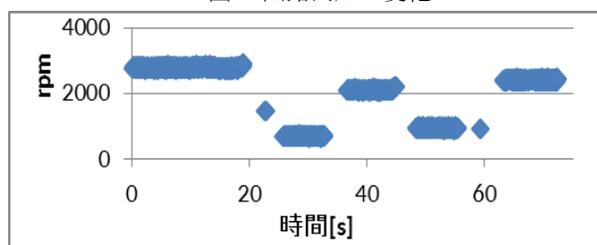


図3. 遠心ポンプの回転数の変化

[1] 安部次郎, 他: マイクロ・コンピュータによる体外循環自動制御システムの開発 制御アルゴリズムとコントロール・デバイスの検討. 人工臓器 20(3), 1201-1205 (1991)

メトキシエチルエステル基を有する重合体の水の構造と血液適合性

*樹下 拓也、**望月 明（東海大学大学院工学研究科医用生体工学専攻）

【諸言】

これまで医用材料の血液適合性について多くの発表があるが、血液適合性発現の理由はいまだ解明されていない。我々は優れた血液適合性を有する Poly(2-methoxyethyl acrylate) の基礎研究から高分子側鎖に高い運動性と適度に水と相互作用する (例えば -OCH₃ のような) 官能基を有することが適合性発現に必要と考えている。今回、側鎖にメトキシエチルエステル基又はメチルエステル基を有するポリマーの血小板活性化レベルを DSC から求まる水の構造の観点から調べたので報告する。

【実験】

メトキシエチルエステル基を有するポリマーとして①Poly(2-methoxyethyl acrylate) [PMEA]、②Poly(2-methoxyethyl methacrylate) [PMEMA]、③Poly(4-vinylmethoxyethyl benzoate) [PVMEB]、メチルエステル基を有するポリマーとして④Poly(methyl acrylate) [PMA]、⑤Poly(methyl methacrylate) [PMMA]、⑥Poly(4-vinylmethyl benzoate) [PVMB] を合成し、以下の評価を行った。

- 1) 分子量：重合したポリマーの相対分子量を GPC にて測定。
- 2) 接触角：接触角計を用いて各ポリマー表面に対する水の接触角を測定。
- 3) 血小板活性：血小板とポリマーを接触させ、活性化血小板数を FACS で測定。
- 4) 水の構造：DSC を用いてポリマー中の水の構造を解析。

【結果・考察】

各ポリマーのキャラクタリゼーションの結果を Table. 1 に示した。

GPC による分子量測定の結果から目的とする各ポリマーが合成できていると判断できた。

水の接触角の結果を Fig. 1 に示した。①PMEA と比較して他のポリマーは疎水性であることが分かった。②～④においては同レベルで、⑤及び⑥においてさらに疎水性であることが分かった。

血小板の活性化数を FACS で測定した結果を Fig. 2 及び Fig. 3 に示した。①PMEA の活性化レベルを 100% として、血小板の活性化レベルをポリマー間で比較した。メトキシエチルエステル基を有するポリマー間では活性化レベルはほとんど変わらず、適合性に優れることが分かった。又、メチルエステル基を有するポリマーとは PMEA に比較し、1.5～2 倍の活性化であることが分かった。両者の比較からメトキシ基の影響が示唆される。

当日は DSC で測定した各ポリマーの水の構造も合わせて報告する。

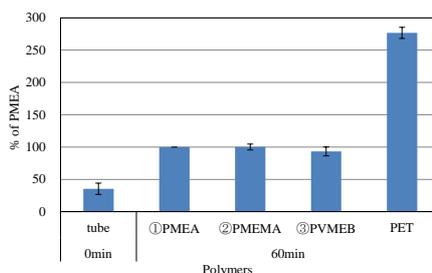


Fig.2 Platelets activation level (A)

Table.1 Characterization of polymers

Polymer	Molecular Weight ¹⁾		
	Mn	Mw	Mw/Mn
①PMEA	116200	471800	4.06
②PMEMA	66700	189100	2.83
③PVMEB	16600	29200	1.76
④PMA	----	----	----
⑤PMMA	21900	46100	2.10
⑥PVMB	14300	28800	2.01

1) GPC, std; PSt

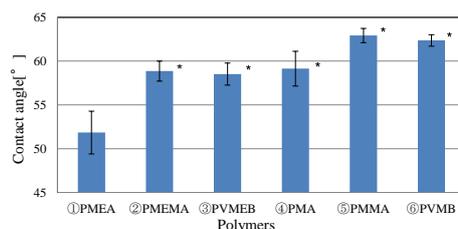


Fig.1 Contact angle of water on polymers

(mean ± SD, n=5)

Significant difference (p<0.05) * : vs PMEA

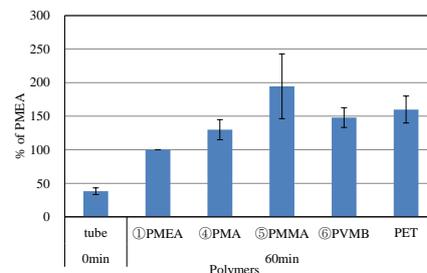


Fig.3 Platelets activation level (B)

RF マグネトロンスパッタリング法で作製した CuAlO 系薄膜の評価

*木村花梨, 藤居奈々, 大沼梨菜(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程),

一戸隆久(東京高専), 正木進((株)TDY), **小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

1、はじめに

近年、急激に導入が進んでいる再生可能エネルギーの一つに太陽光発電がある。半導体を用いて太陽光を直接、電気エネルギーに変換する太陽光発電の発電量は天候や季節など日照時間に左右される。また大電力を得るためには太陽光発電システムの中心設備である太陽電池パネルを大面積に設置する必要がある。この様に太陽光発電は、一般への普及が広がっている現在でも、多くの問題を抱えている。これらの問題を解決するためには、設置場所の拡大や、太陽電池の高出力化など様々な課題に取り組む必要がある。中でも太陽光を用途に合わせて利用することを目的とした研究の一つに透明な太陽電池パネルの開発が挙げられる。透明な太陽電池パネルの作製には透明 P 型半導体、透明 N 型半導体、透明電極および透明導電膜などの薄膜技術が必要である。しかし、透明材料に関する多くの報告は透明電極、透明導電膜および透明 N 型半導体に関してであり、透明 P 型半導体の報告は少ない。そのため、透明な太陽電池の実用化には至っていない。しかし近年、透明 P 型半導体として銅アルミニウム酸化物半導体が報告されている[1]。作製された銅アルミニウム酸化物薄膜の多くは成膜と熱処理により、結晶化ならびに均質化が行われている。そこで本研究では加熱した基板上で銅アルミニウム酸化物を RF マグネトロンスパッタリング法を用いて作製し、透明な太陽電池の実用化に向けた P 型半導体の作製と特性評価を行うことを目的とした。

2、実験方法

銅アルミニウム酸化物薄膜の作製には RF マグネトロンスパッタリング法を用いた。ターゲットには銅とアルミニウムのモザイクターゲットを使用した。また、基板ホルダーをヒーターで加熱し、成膜を行った。なお、スパッタ条件の詳細は表 1 に示す。

作製した CuAlO 薄膜の透過率測定には紫外可視分光光度計を用いた。また、構造解析には X 線回折を用いた。

3、実験結果

図 1 に基板温度を変えて作製した薄膜の透過率を示す。この結果から、基板温度の上昇による透過率の増加を確認した。また、透過率は長波長側の方が高く、基板加熱の効果が大きいことが分かった。なお、他の半導体特性の詳細については当日ポスターにて報告する。

4、参考文献

[1]H. Kawazoe, M. Yasukawa, H. Hyodo, M. Kurita, H. Yanagi&H. Hosno, Nature389, (1997), 939-942

[2]B. L. Stevens, C. A. Hoel, C. Swanborg, Y. Tang, C. Zhou, M. Grayson,

K. R. Poepelmeier & S. A. Barnett, J. Vac. Sci. Tech. A, Vol29, p011018, 2011

表 1 スパッタリング条件

Arガス流量	30sccm
O ₂ ガス流量	2~30sccm
RF出力	100W
到達真空度	1.7×10^{-4} Torr
成膜時間	15~40min
基板温度	室温, 200~400°C
基板	サファイア

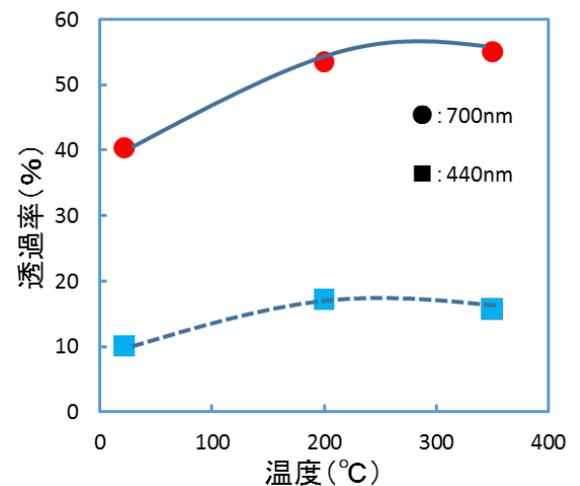


図 1 温度と透過率の関係

RF マグネトロンスパッタリング法を用いた Ge 薄膜の作製と評価

*深澤里菜 川内つぐみ 八並愛佳 (東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程)

一戸隆久 (東京高専) 正木進 ((株)TDY) **小栗和也 (東海大学教養学部人間環境学科)

【はじめに】

現在、デバイスの発展によって大量の情報処理が可能となった。この中核を担っているのが半導体材料である。この半導体材料には主に Si や Ge などの元素が使われている。Si は資源量が多く安価なため、大量生産が可能である。しかし、電気抵抗が高く、また移動度が低いため、今以上の集積化は困難である。一方、Ge は Si に比べて生産量は少なく高価ではあるが、抵抗率が Si より低く移動度は大きい。このことから、デバイスの高速化・集積化のためのウェハ―として現在以上に使われる可能性がある[1]。現在普及している太陽電池は、Si 単体での利用が一般的となっている。しかし、単体の太陽光パネルでは利用できる波長の範囲が狭い。一方、高効率を目的に Ge を基板とした多接合型太陽電池の研究が進んでいる。多接合型太陽電池を使うことによって紫外線から赤外線までの広い範囲での発電が可能となる。この多接合型半導体は基板に Ge を使用し Ge と格子定数の近い GaAs を積層して太陽電池を形成する[2]。

ところで、半導体デバイスは薄膜化することによってフレキシブルとなり、さまざまな用途での利用が広がる。資源量の少ない Ge の薄膜化は資源の有効利用につながるだけではなく、安価で高性能なデバイスの量産化につながる。多接合型半導体などのデバイスを作製する場合、組織や結晶性も重要である。そこで、本研究では RF マグネトロンスパッタリング装置を用いて基板を加熱しての結晶質の Ge 薄膜を作製し、作製された薄膜の基本的特性の評価を行うことを目的とした。

【実験方法】

薄膜形成には RF マグネトロンスパッタリング法を用いた。表 1 にスパッタ条件を示す。ターゲットには多結晶 Ge を用い、基板にはアルミノシリケートガラス (コーニング 1731) とサファイアを使用した。また、本実験では結晶性の Ge 薄膜を作製するために基板の加熱を行った。基板の温度は 200°C から 450°C の温度範囲で実験を行った。

得られた試料の構造・組織評価には X 線回折を行い、結晶子の大きさをを行った。半導体特性の評価では、電気抵抗率、バンドギャップおよび移動度の測定を行った。

【実験結果】

図 1 に X 線回折より得られた結晶子の大きさと成膜温度の関係を示す。この結果から、基板温度が上がるにつれて、結晶子のサイズは大きくなった。ところで、Ge の再結晶温度は 450°C である。このことから、再結晶温度よりも低い温度で結晶性のある薄膜を得た。すなわち、成膜時に結晶性の良い薄膜の成膜が可能であることが分かった。なお、詳細な内容については、当日ポスターにて発表する。

【参考文献】

- [1] 庄野克房, 半導体技術(下), 東京大学出版, (1976) P 262
[2] 市村正也, 太陽電池入門, (株)オーム社 (2012) P 110~113

表 1 スパッタ条件

Arガス流量	20sccm
RF出力	100W
到達真空度	1.7×10^{-4} Torr
スパッタ時間	600s
基板温度	200~450°C
基板	アルミノシリケートガラス サファイア(C-plane)

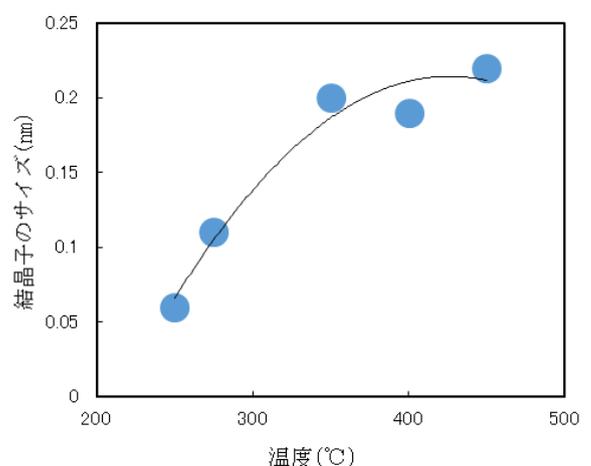


図 1 温度と結晶子のサイズの関係

RF マグネトロンスパッタリング法を用いた WO₃ 水素センサーの作製

*山本優(東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程), **小栗和也(東海大学教養学部人間環境学科)

[はじめに]

現在、産業で利用されている水素は、石油精製、光ファイバー製造の過程で使用されている。また、液体水素ロケットの燃料としても使用されている[1]。一般家庭での水素の利用は、燃料電池自動車やエネファームなどがある。このように、水素エネルギーは将来的に利活用の期待されるエネルギー源として、水素が注目されている。水素を利活用する利点としては、“CO₂ 排出ゼロ”、“発電後に水しか残らない”、“ほぼ無限に存在”、“運べる、貯められる”などが挙げられる[1]。一方、問題点としては、現在利用している水素の多くが化石燃料から得られる炭化水素を原料として製造されるため製造過程で CO₂ を排出することが挙げられる[2]。また、水素は軽くて拡散しやすく、酸素と爆発的に反応する恐れがあるため、安全に管理する必要がある。水素ガスを管理する場合、圧力・温度・濃度を把握するセンサーが必要となる。このセンサーは、急激な化学反応の要因となる電気や加熱を必要としないセンサーが望ましい。ところで、ガスクロミック反応は、気体と物質表面が反応し、表面の色を変化させる現象である。そのため、ガスクロミックを用いることで電気や加熱を必要としないセンサーの作製が可能である。ガスクロミックを用いた水素センサーの先行研究の多くは、WO₃ 薄膜の上に水素分子を解離するための Pt 薄膜や Pd 薄膜を形成している[3]。そこで本研究では、高価な Pt や Pd ではなく安価な金属を使用した、三酸化タングステン薄膜のガスクロミック水素センサーの作製を目的とする。

[実験方法]

薄膜作製には、RF マグネトロンスパッタリング法を用いた。ターゲットには、金属タングステンを使用し、基板には、ソーダライムガラスを使用した。膜作製時のスパッタガスには、Ar ガスと O₂ ガスの混合ガスを用いた。Ar ガスの導入量は一定とし、O₂ ガスの導入量と時間を変えて同じような膜厚になるように実験を行った。なお、Ar ガス、O₂ ガスの導入量、スパッタ時間、出力のスパッタ条件の詳細は表 1 に示す。

[実験結果]

図 1 に酸素導入量を変えて作製した薄膜の透過率を示す。その結果、酸素導入量を変えると透過率も変化することがわかった。また、酸素導入量が多い程透過率がよくなることを確認した。

[参考文献]

[1]総合資源エネルギー調査会基本政策分科会,第 8 回会合資料 2-2,水素・燃料電池について

http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/008/pdf/008_008.pdf

[2]西川, J. Plasma Fusion Res. Vol.80, No.1 (2004) 5-11

[3]S.Nagata,A.Inouye,S.Yamamoto,B.Tsuchiya,K.Takano,K.Toth,T.Shikama,J.Alloy Compounds,Vol.446-447,(2007),.558-561

表 スパッタ条件

	①	②
Arガス導入量 (sccm)	30	30
O ₂ ガス導入量(sccm)	10	15
スパッタ時間 (min)	4	10
RF出力(W)	100	100

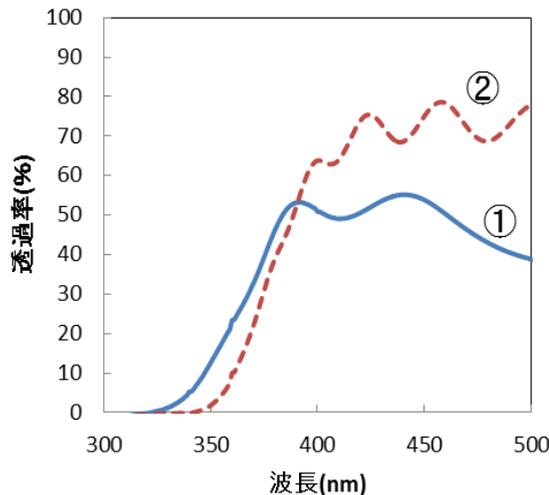


図 1 波長と透過率の関係

アンチモン・テルル系薄膜の斜め蒸着法による配向性制御

* 下城 拓也 (東海大学工学部材料科学科)、佐々木 勇輔 (東海大学工学研究科金属材料工学専攻)

** 高尻 雅之 (東海大学工学部材料科学科)

[1] 緒言

現在、熱エネルギーを電気エネルギーに変換させる熱電素子の性能が向上しつつあるが、まだ性能が低い為、実用化までは至っていない。本研究では、熱電素子の熱電変換性能向上を目的とする。性能を向上させる方法の一つとして、結晶の成長方向を整えさせる配向性制御が挙げられる。その配向性制御の一つとして斜め蒸着法を用い、研究を行った。

熱電変換性能を示す式の一つがパワーファクターであり、(1) の式で求められる。

$$P.F. = S^2 \sigma \cdots (1)$$

(S : ゼーベック係数、 σ : 電気伝導率)

ゼーベック係数の二乗と電気伝導率に比例しており、それらの値を向上させることが熱電素子の性能向上につながる。

次に、配向性の算出式を (2) に示す。

$$\text{配向性} = (h k l)_{\max} / \Sigma (h k l) \cdots (2)$$

($(h k l)_{\max}$: X線回折最大ピーク、 $(h k l)$: X線回折ピーク)

X線回折最大ピークをX線回折ピークの総和で割った値が配向性で、算出値が1に近い程配向性が高いと判断出来る。

斜め蒸着法は自己遮蔽効果によって結晶表面に空隙や孔を作る為、電気抵抗が増加しやすく、電気伝導率を向上させることが比較的難しくなる。その為、配向性を良くしながら電気伝導率とゼーベック係数の値も良くしていくよう、バランスを探っていく必要がある。この研究を通して配向性とパワーファクターの関連性があるかどうか、配向性制御ができたかどうかを調査することを目的とし、評価を行った。

[2] 実験方法

角度の付いた土台 (0°、20°、40°、60°、80°) に囲いとガラス基板をセットし、スパッタリング装置にカプトンテープで固定した。その後、各角度の堆積時間を120分に固定し、スパッタリングを行った。ガラス基板にSb-Te系の斜め蒸着膜を作成した後、四端子法抵抗測定装置から電気伝導率を算出した。次にゼーベック係数測定装置を用いて温度差 $\Delta T=0\sim 4$ [K]による熱起電力を測定し、ゼーベック係数を算出した。これらの結果からパワーファクターを算出した。最後にXRD測定をし、試料のX線回折ピークから配向性を算出した。

[3] 実験結果及び考察

Fig. 1に角度と配向性、Fig. 2に角度とパワーファクターの関係を示した。Fig. 2を見るとパワーファクターは角度が増加するにつれて減少していく傾向にある。Fig. 1を見てみると40°が最も良い配向性を示している様子が見取れた。本シンポジウムの発表においては、他のSb-Te系薄膜の構造的・電気的特性について報告する。

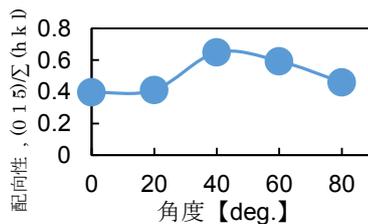


Fig.1 角度と配向性

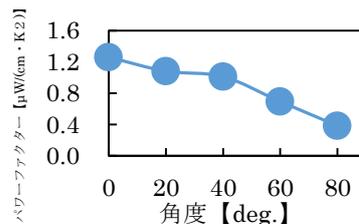


Fig.2 角度とパワーファクター

耐雷シールド用 Cu/CFRP 積層のための電子線照射接着

*露木徳哉(東海大学工学部材料科学科)、峯岸明子(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)

【緒言】比重炭素繊維強化高分子(CFRP)は比重が小さく、高比強度であるため航空機を始めとする構造材料に用いられる。銅(Cu)はリサイクル性が高く電磁波遮断性があり電磁シールドとして利用されている。しかし、CFRPは価格が高価格である。そこで、CFRPを表面材とし、Cuを芯材としたサンドイッチ構造の積層体を作製することが出来れば、大幅なコスト削減が実現できるのではないかと考える。実際、電磁シールド材料としてCFRP/Cu/CFRPサンドイッチ構造体を利用する場合にはある程度の接着強度が必要になり、接着強度の向上が必要になる。過去の研究において、高分子・金属材料間に100 keV級加速電圧の均質電子線照射(HLEBI)を施し、それらを積層接着することを見出した。接着強度の評価方法には様々な評価方法が必要である。そこで本研究では、CFRPとCuにHLEBI処理を行い、コスト削減を目的とした積層体を作製し引張せん断接着強度を評価した。

【実験方法】本研究の試料は本研究の試料はCFRPプリプレグ(GH Craft Ltd Co., Ltd, 3K平織り 333 g/m² 目付け(繊維200 g 樹脂133g))とCu((株)ニラコ, 品番 CU-113553)を用いた。試料作製では、CFRP(0.25 mm)とCu(2.0 mm)を別々にHLEBI処理した。その際、使用した電子線照射装置は(株)岩崎電気社製(アイ・エレクトロンビーム社保持)を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから170 kV加速電圧で発生し、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では126 keVまで減衰する。1回の処理時間は0.23秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。なお、電子線侵入深さは175 μm(CFRP)と23.4 μm(Cu)と推定される。HLEBI処理を行った面を重ね合わせた後、真空状態でホットプレス機を用いて2 h、401±0.5 Kの条件を中心にオートクレーブ成型を行った。その後、引張せん断接着強度を確認するため、インストロン万能試験機を用いて引張せん断接着試験を行った。また、引張せん断接着強さ試験 JIS K6850 に準拠して実施した

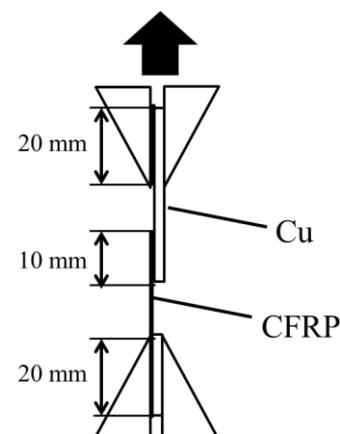


Fig.1 Schematic drawing of tensile shear test.

【結果】CFRP/Cu積層体をオートクレーブ成型して準備した試料ではある程度の引張せん断接着強度が見られる。一方、各試料をHLEBI処理し、その後積層させオートクレーブ成型を行うと強い引張せん断接着強度を見出した。

医療用異種高分子積層体 (PMMA / PDMS) の電子線照射処理による接着剥離強度評価

*山口 良 (東海大学工学部材料科学科)、八木 新太 (東海大学工学研究科金属材料専攻)
 久保 智愛 (東海大学工学研究科金属材料専攻)、神田 昌枝 (東海大学工学部材料科学科)
 **西 義武 (東海大学工学部材料科学科)

【緒言】

現在高分子材料は工業分野だけでなく、医療分野でも用途拡大が著しい。この用途拡大に伴い、異種高分子間の接着技術の向上も大変重要である。接着方法として一般的には接着剤を用いる方法や熱溶着が利用されているが、接着剤には有機溶剤が含まれているため生体に悪影響を及ぼすことが想定される。また、熱溶着を用いた場合は材料特性の劣化が考えられる。過去の研究において、異種高分子間に 100 kV 級加速電圧の均一電子線照射 (HLEBI) 処理を施し、それらを積層接着することを見出した。そこで本研究では熱加工が可能で成形が容易なことや耐薬品性を有するため、脊椎の代替材料として用いられているポリメタクリル酸メチル樹脂 (PMMA) と高い生体適合性や柔らかいポリジメチルシロキサン (PDMS) を積層させることにより、より緩衝性の高い人口脊椎が出来ると考えた。そのため PMMA/PDMS 積層試料に HLEBI 処理を行い、接着剥離強度の評価を目的とした。

【実験方法】

本研究の試料は PMMA ((株) 光栄堂製: TAC-A3-0.5) と、PDMS (SILPOT 184, W/C (Dow Corning Toray Co., Ltd)) を用いた。試料作製では PMMA (500 μm) と PDMS (70 μm) を重ね合わせ、0.08 MPa に印加した状態で固定し、PDMS 側から HLEBI 処理した。その際使用した電子線照射装置は (株) 岩崎電気社製 (アイ・エレクトロンビーム社保持) を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。到達時には 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。



図 1 応用例

なお、電子線照射侵入深さは 324 μm (PMMA) と 219 μm (PDMS) 程度であり、PDMS 側から照射すれば接着界面まで照射効果が充分期待できる。その後、接着力を確認するために微小荷重引張試験機を用いて 90° 剥離試験を行った。接着力の評価は微小荷重引張試験機により接着剥離強度 N/m を測定した。また接着剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、90° 剥離試験は JIS K 6854-1 に準拠して行った。

【結果】

PMMA と PDMS を積層させると僅かな接着現象が見られる。一方で、積層した試料に HLEBI 処理すると、強い接着現象を見出した。さらに 0.22MGy 照射で PMMA と PDMS の積層体の接着剥離強度が未照射と比べて剥離確率 0.96 において約 17 倍接着剥離強度が向上することを見出した。なお、過剰な照射量では照射損傷による接着剥離強度は低下する。

アクチュエータに用いる PU/Ti の電子線照射処理による接着剥離強度の評価

*八木 新太（東海大学工学研究科金属材料専攻）久保 智愛（東海大学工学研究科金属材料専攻）、神田 昌枝（東海大学工学部材料科学科）**西 義武（東海大学工学部材料科学科）

【緒言】

現在、高分子材料は工業分野や人工臓器などに代表される医療分野などの用途拡大に伴い幅広い分野で利用されている。そこで、高分子・金属材料間や異種高分子材料間の接着技術は大変重要である。一般に高分子と金属は、接着剤や熱溶着により接着している。しかし、接着材では異種材料を接着する際に相性の良い接着剤の探索は困難であることや、熱溶着においては材料劣化の可能性がある。過去の研究において、高分子・金属材料間に 100 kV 級加速電圧の均質電子線照射 (HLEBI) を施し、それらを積層接着することを見出した。そこで、本研究では、柔軟性やゴム弾性に優れており、誘電エラストマーでもあるポリウレタン (PU) と軽量で耐食性や耐久性が高いチタン (Ti) と接着することを目的とした。PU はアクチュエータ材料としても用いられているが、PU 単体でアクチュエータに用いるには機械的強度に問題があるため、Ti と接着することにより機械的強度の向上ができると考えた。そのため、PU/Ti 積層試料に HLEBI とホットプレスによる複合接着処理を行い、接着剥離強度を評価する。また、照射線量だけでなく、温度、圧力の処理条件も確立することを目的とした。

【実験方法】

試料は PU フィルム (75 μm) と Ti 箔 (20 μm) を重ね、0.08 MPa 印加した状態で固定し、PU 側から HLEBI を施した。その際、使用した電子線照射装置は (株) 岩崎電気社製 (アイ・エレクトロンビーム社保持) を用いた。電子線は真空中で棒状フィラメントから 170 kV 加速電圧で発生し、その後 Ti 薄板を通過、窒素雰囲気中で試料を処理した。この試料表面では 129 keV まで減衰する。1 回の処理時間は 0.23 秒で僅かな試料温度上昇しか測定されておらず温度の影響は少ない。PU フィルムと Ti 箔のそれぞれの照射侵入深さは 192 μm と 49 μm 程度であり、PU 側から照射すれば接着界面まで照射効果が充分期待できる。その後、ホットプレス機を用いて、413 K で 3 min、5 MPa の条件を中心に加圧熱処理した。さらに、接着力を確認するため、微小荷重引張試験機を用いて T 型剥離試験を行った。接着力の評価は微小荷重引張試験機により接着剥離強度 N/m を測定した。また接着剥離強度の定義は JIS K 6900 であり、T 型剥離試験 JIS K 6854-3 に準拠して実施した。

【結果】

PU フィルムと Ti 箔を積層ホットプレスして準備した試料では弱い接着現象が見られる。一方、各試料を積層した状態で HLEBI し、ホットプレスを行うと、HLEBI した PU/Ti は未処理試料に比べ、0.22 MGy 照射した試料は、剥離確率 0.5 において、接着剥離強度が約 3.5 倍向上することを見出した。

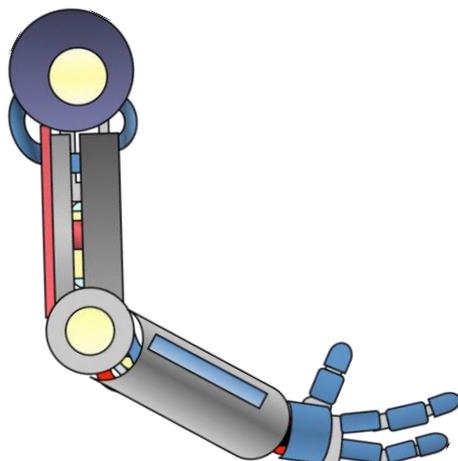


図 1 応用例

鉄-IIIB 合金薄膜作製時に与える过剩エネルギーと溶解度の関係

*酒井 彰崇(工学研究科応用理学専攻)、山本 麟太郎(工学部原子力工学科)、ニムワイヤ フォンウイト(工学研究科応用理学専攻)、飯島 貴朗(総合理学研究科総合理工学専攻)、利根川 昭(理学部物理学科)、**松村 義人(工学部原子力工学科)

【緒言】磁歪材料は低電圧駆動が可能で、かつ非接触で制御可能である利点を有し、小型化によりマイクロマシンのアクチュエータや磁気センサーとして活用することが期待されている。鉄-IIIB 合金を過飽和固溶体にする事で高い靱性と耐食性を有し、室温で高い磁歪特性を示すことから注目されているが、過飽和固溶体は熱力学的非平衡状態で作製する必要がある。我々はイオンプレーティング(IP)法を用いることにより、蒸着金属プラズマ中の蒸着粒子の持つ高い運動エネルギーが过剩エネルギーとして働き、鉄-IIIB 合金の過飽和固溶体薄膜が容易に作製できること報告してきた。これまでの研究においては、成膜時の过剩エネルギーの見積もりに必要なプラズマ特性の測定に、ラングミュアプローブ法を用いているためイオン温度を求めることができなかった。より正確に过剩エネルギーを求めるためにはイオン温度の測定が必要となる。そこで本研究ではFig1.に示すように、新たに開発したマルチグリッド型静電イオンアナライザー(MGA)を作製しイオン温度の測定を行い、イオン温度を含む形での过剩エネルギーの算出を行った。その結果を用いて鉄-IIIB 合金薄膜作製時に必要な过剩エネルギーと、過飽和固溶体合金の溶質濃度の関係に関して検討を行った。

【実験方法】本研究では蒸気圧の大きく異なる金属の2元系合金薄膜を作製するため、電子ビーム蒸発源と抵抗加熱蒸発源を設置した二元蒸発式IP装置を用いた。溶媒元素であるFeは電子ビームにより加熱し、溶質元素のAl, Ga, Inは抵抗加熱により蒸発させ、ガラス、Si基板上に両者の合金の蒸着を行った。蒸発速度は水晶振動子を用いて制御し、抵抗加熱蒸発源の出力により組成を変化させた試料を作製した。过剩エネルギーの算出に必要なプラズマ診断はラングミュアプローブ、ファラデーカップ、MGAを用いて行った。

【結果】X線回折測定を行った結果Feに対して各元素の固溶量の増加と共にX線回折ピークの低角度側へシフトが確認された。各作製試料の格子定数を算出した結果、各元素の固溶度との間に直線関係が見られ、ベガードの法則と一致した。このことから、プラズマ状態から急冷された金属蒸気が基板上でFeと各元素の個別の相を形成したり、金属間化合物相を形成したりせず、Fe中に各元素が固溶した準安定的な α -Fe相が形成されたものと考えられる。成膜時の过剩エネルギーを算出した結果Feに各元素を固溶させるに必要な过剩エネルギーに違いが生じた。その結果とFig2.に示したDarken-Gurry Plot上のFeに対する各元素の距離の違いについて検討を行った。

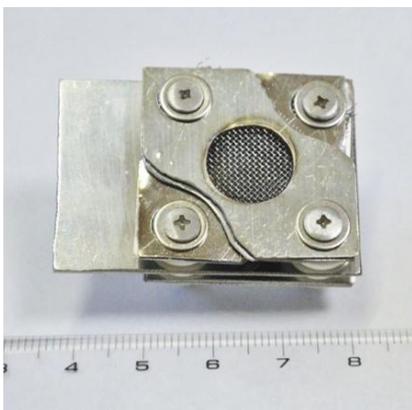


Fig 1. MGA image

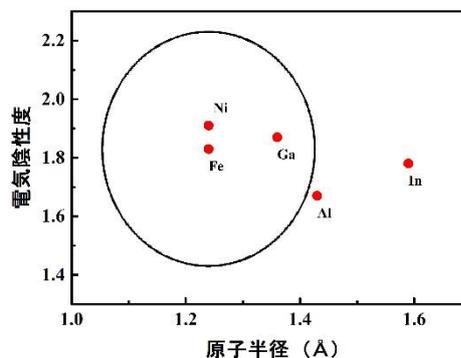


Fig 2. Darken-Gurry Plot

マイクログリッドの電力安定化のための小型発電機の制御装置の製作

*有馬裕之、中村光良、品田俊広(東海大学工学部電気電子工学科)、**石丸将愛(東海大学工学部電気電子工学科)

1. はじめに

太陽光発電や風力発電などの自然エネルギーを用いた分散型電源が普及するにつれ、マイクログリッドが注目されている。

マイクログリッドとは、分散型電源と負荷から構成された小規模システムであり、太陽光発電等の自然エネルギーを含む複数の電源および熱源が情報通信技術を使って一括管理される。また、電力システムから独立して運転可能な電力供給システムであり、安定的に電力を供給できる。そのため、需要家に信頼性が高く、経済的な電気エネルギーを供給できる。

マイクログリッドの概念図を図1に示す。マイクログリッドは、電力システムと1ヵ所で連系(相互接続)される。マイクログリッド内に設置された太陽光発電や風力発電の出力変動を同一システムの発電機を制御することで吸収し、連系線の電力潮流を事前に取り決め

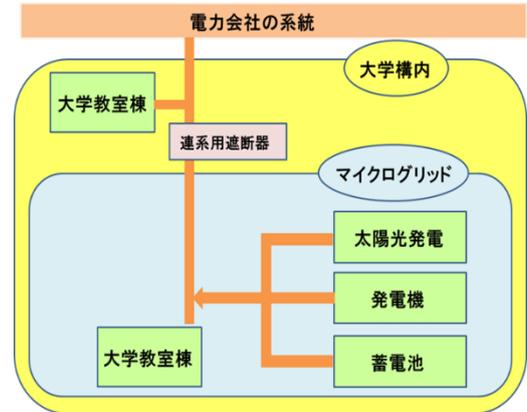


図1 マイクログリッド概念図

た規定値に保つことも可能である。このような運用を実現するためには、発電機の制御装置 (AVR) の存在が重要である。

2. 自動電圧調整器の製作

AVR(Automatic Voltage Regulator)とは自動電圧調整器であり、同期発電機の励磁装置に設置されており、電圧変動時に自動で電圧調整する装置である。運転時に同期発電機の端子電圧を一定に保持する機能によって、

- ・ 負荷が変化した際に電圧を維持し、無効電力を調整する
- ・ 負荷遮断時の電圧上昇を抑制し、過度安定度を向上させる

等の機能を有している。このため、AVRは総合電圧変動率(制御偏差)を小さくし、十分な応答速度を持ち、制御系として十分安定であることが必要である。

本研究では、マイクログリッド内で利用される太陽光発電や風力発電といった、出力が不安定な電源からの電力供給を安定させるためのAVRを製作し、動作確認を行った。AVRのブロック図を図2に示す。実験において、AVRの動作検証を行った。

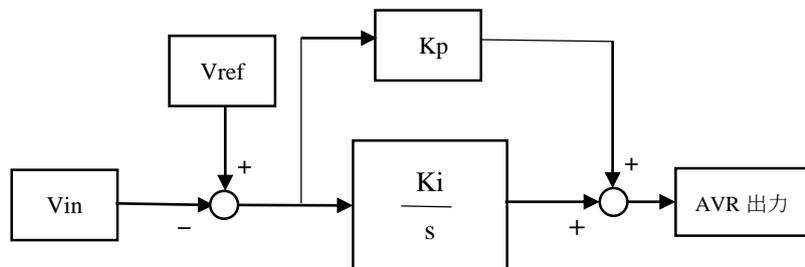


図2 AVR ブロック図

秦野市における GPS を利用したゴミ排出量の調査

*石垣 藍、林 雅悠（東海大学教養学部人間環境学科自然環境課程）**小栗 和也（東海大学教養学部人間環境学科）

【はじめに】

現在、秦野市と伊勢原市は協力して、はだのクリーンセンター100t炉 2 基と伊勢原清掃工場 90t炉で可燃ゴミの処理を行っている。秦野市のゴミの焼却量は平成 20 年度以降、約 4 万t/年推移している。また、秦野市の焼却ごみの割り当て量はクリーンセンター分が 33,500t/年であり、伊勢原清掃工場分が 15,120t/年となっている。しかし、昭和 51 年から稼働している伊勢原清掃工場は建設後 39 年が経過し、老朽化が進み今後廃止が予定されている。計画耐用年後の平成 30 年度までは伊勢原清掃工場 90t炉を稼働させる見込みであるが、稼働を停止した場合、予測されるゴミ排出量を、クリーンセンターのみで処理することは難しい。そのため早急にゴミの排出量を削減する必要がある。また、秦野市ではゴミの排出量や毎年数回行われている可燃ゴミの成分調査を通じてゴミの現状把握に努めている。しかし、細かい地域ごとのゴミ排出量の調査や分析はプライバシー問題などもあり、明らかになっていない。

ところで、GPS の技術は準天頂衛星システムの構築も進み飛躍的な位置精度の向上が期待できる。すなわち移動体の移動速度や停車時など、さまざまな情報が高精度で得られるようになる。そこで本研究では、GPS をゴミ収集車に搭載し、得られた位置情報およびゴミ収集量に関連付けて、簡便なゴミ排出量調査の方法を検討することを目的とした。さらに、公開されている地域情報に関連付けることでライフスタイルとゴミ排出量の関係について検討を行った。

【調査方法】

ゴミ収集車に GPS ロガーを搭載し、ゴミ収集を行った経路および時間を計測した。調査に使用した GPS ロガーは加茂電子社製である。サンプリング時間は 1 秒とした。自治体から提供されたゴミ収集所の場所とゴミ収集所に停車している時間を算定した。この収集所での停車時間とゴミ焼却場で測定されたゴミの重量から地域ごとのゴミの量を推定した。さらに、公開されている秦野の人口や世帯数に関する情報をもとに各地域の生活スタイルについて検討した。

【結果および考察】

人口、世帯数での公開されている地域の情報^[1]から、字・町の地域ごとの家族構成に違いがあることが分かった。この家族構成の違いによって秦野市の各地域のおおその生活スタイルを推定した。その結果、秦野市大根地区の人々の生活スタイルは子育て家族と単身の学生が多く、秦野市上地区の人々の生活スタイルは二世帯が多く代々土地を継いで暮らしている人が多いなどの様になっていることが推定できた。一方、図1はいろいろな移動方法で計測した停車の実時間と計測時間の関係を示している。この図より、実時間と GPS 計測時間の間には十分な相関関係のあることを確認した。なお、相関係数は 0.761 であり、標準偏差の平均値は 30%程度となった。これらのデータをもとに、地域ごとのゴミの排出量について当日報告する。

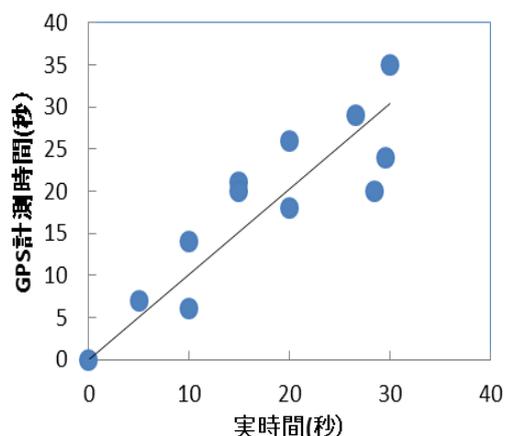


図1 実時間と GPS 計測時間の関係

【参考文献】

- [1] 秦野市役所公式ホームページ (<http://www.city.hadano.kanagawa.jp/>)

音（振動）がアブラナの成長に及ぼす影響 - 特に暴露期間の影響について -

*平田将大（東海大学 大学院 人間環境学研究科）、勝田悟（東海大学 教養学部 人間環境学科）

**室田憲一（東海大学 教養学部 人間環境学科）

【はじめに】

植物は動物のように自ら動くことができないので、温度、光、水や土壌などの環境の影響を直接受け、時には成長が阻害されたり枯死することもある。そのために植物はそれらの環境ストレス因子に対してある程度のストレス抵抗性あるいはストレス耐性を示すことがわかっている。また、これらのストレス因子による植物への影響については、地球上での食料生産に密接に関連していることから数多くの研究成果が報告されている。音（振動）も植物が受ける環境要因の一つであるが、音（振動）が植物に及ぼす影響についての体系的な研究は全くなされていない。これまでに、1960年代にダーウィンやシンフなどにより研究が始められ、1973年にリタラックにより執筆された「The sound of music and plants」が一般に注目を集めた。その内容は、主にクラシック音楽およびロック音楽の暴露が植物の与える影響を調べたところ、クラシック音楽に比べてロック音楽暴露で植物の成育が抑制されるというものであった。その後様々な研究者によりいくつかの研究がなされ、音を暴露することにより植物の葉の表面電位や運動が変化すること、植物の成長度合いが増大あるいは減少することや、気孔の開閉、植物体内ポリアミン量、可溶性タンパク質、糖および植物ホルモンであるアブシジン酸の含有量が変化することなどについて報告されている。しかしながら、これらは音（振動）が植物の成長や体内成分の変化及ぼす影響についての現象を観察したものであり、音（振動）が植物に及ぼす影響についての作用機序は明らかになっていない。

そこで本研究では、特に遺伝子の挙動を解析することで、音（振動）が植物に及ぼす影響の作用機序を明らかにしようとしている。今回は、その第一段階として音（振動）が植物の成長に及ぼす影響の中で、特に栽培期間が植物の成育に及ぼす影響について調べたのでその結果を報告する。

【材料および方法】

供試植物としてアブラナ (*Brassica rapa* L. var. *nippo-oleifera*) を用い、人工気象器 (明/暗期: 12/12 hr., 26°C) で無菌状態の寒天培地上で栽培した。試験区は、4kHzの音（振動）を常に与える「音あり区」と音（振動）を与えない「音なし区」を設けた。それぞれの試験区に4サンプルずつ播種したポットを7つ、合計28サンプルずつ用いて試験を行った。試験期間終了後にそれぞれの植物体の生体重、地上部の乾物重、地上部および地下部の長さを測定した。また、暴露期間を変化させることによって、植物が受ける影響が一定なものなのかを判断しようとした。

【結果および考察】

10日間の栽培期間では、地上部高は「音あり区」が 2.43 ± 0.06 cm、「音なし区」が 2.76 ± 0.09 cm となり、「音あり区」が「音なし区」に比べて有意に低い値を示したが、その他の測定項目では有意な差が認められなかった。また、30日間の栽培期間についても、地上部高についてのみ「音あり区」 (5.22 ± 0.12 cm) が「音なし区」 (6.67 ± 0.13 cm) に比べて有意に低い値を示した。以上のことより今回の栽培期間の設定では、その期間に関係なく音（振動）がアブラナの地上部の伸長を抑制することが明らかになった。また、試験区内での成長の比（「音あり区」/「音なし区」）は9日間で88.0%、30日間で78.3%となり、栽培期間が長くなるとより成長が抑制されることがわかった。有意差が地上部高にのみ生じ、生体重と乾燥重には生じなかった原因として後者の項目の値は非常に小さく、それに伴い差も小さかったことが考えられる。

5-アミノレブリン酸が低温処理した植物のアブシジン酸合成酵素をコードする遺伝子の発現に及ぼす影響

*宮下博樹（東海大学 大学院 人間環境学研究科）、爲近智恵（東海大学 教養学部 人間環境学科）、
勝田悟（東海大学 教養学部 人間環境学科）、**室田憲一（東海大学 教養学部 人間環境学科）

【背景および目的】

5-アミノレブリン酸(ALA)は、動植物の生体内に含まれているアミノ酸である。植物では葉緑素、動物では血液中のヘモグロビンの原料にもなっている。コスモ石油の研究により、ALAを微量必須元素とともに植物に与えることで、成長促進や環境ストレス耐性を向上させる効果があることが明らかとなっている。また、ALAを利用した農業向けの肥料開発も行われており、世界で初めてALAを配合した新機能液体肥料「ペンタキープ」シリーズが市販されている。ALAが植物に及ぼす影響については、植物体内の代謝産物の生産能力の向上なども報告されているが、近年ALAによる植物ストレス耐性機能の増強について報告されるようになってきた。

植物の環境ストレス応答には様々な要因が関与していることが分かっているが、その中でもアブシジン酸(ABA)は、植物の種子成熟や発芽、成長や老化などの植物の生育の様々なステージに影響を及ぼす極めて重要な植物ホルモンで、耐乾燥性、耐塩性、耐冷性などの環境ストレス耐性、および病害虫への抵抗性にも関与することが知られている。これまでに、ALAが植物の環境ストレス耐性を向上させることと、植物が環境ストレスを受けた際にABAが生成されることはわかっているが、ALAがABAの生合成に及ぼす影響については不明な点が残されている。

そこで本研究では、ALAが低温ストレス下で、植物におけるABA生合成の律速酵素である9-cis-エポキシカロテノイドジオキシゲナーゼ(NCED)をコードする遺伝子の発現に及ぼす影響をディジェネレートPCR法により解析し、ALAがABAの生合成に及ぼす影響を考察した。

【材料および方法】

供試植物はミズナ(*Brassica rapa* var. *nipposinica*)を使用した。試験区はControl区(蒸留水)、ハイポネックス区、ALA区(10ppm・100ppm)、ALA(10ppm・100ppm)+ハイポネックス区の6試験区に設定した。5株/ポットとなるように調整し、各試験区3ポットずつとして、播種後6日目から3日おきに蒸留水、ALA(10ppm・100ppm)、液体肥料であるハイポネックス、およびALA(10ppm・100ppm)+ハイポネックスを施用した。播種後21日目に生体重、乾物重および地上部高を測定した。また、新たに各試験区を4℃で24時間処理することで低温ストレスを与えた試験区も含め、すべての試験区の植物体において遺伝子解析を行った。遺伝子解析は、供試植物の葉からRNAの抽出後、逆転写反応によりcDNAを合成し、NCEDのディジェネレートプライマーを用いたPCRによりNCEDの部分配列を増幅し、増幅された部分断片の蓄積量をアガロースゲル電気泳動法により解析した。

【結果および考察】

成育調査の結果、生体重ではControl(蒸留水)区とALA区で有意な差が認められなかったが、ハイポネックス区とALA+ハイポネックス区を比較するとALA+ハイポネックス区で高い値を示した。また、乾物重でも同様にALA+ハイポネックス区でハイポネックス区に比べて高い値を示した。これらのことからALA単独では成育促進の効果が示されないが、ハイポネックスとの混合区ではALA施用により成長の促進が認められた。以上から、本研究で用いたミズナでも肥料成分との混合でALAの成育促進効果が認められた。

次にABAの生合成に係る律速酵素であるNCEDをコードする遺伝子の発現に及ぼすALAの影響を調べた結果、低温処理ではALA10ppm単独施用区で常温時よりNCED部分配列断片の蓄積量の増大が確認された。また、ハイポネックスとALAの混合区ではハイポネックス区よりNCED部分配列断片の蓄積量の増大を示した。以上のように、ALAが低温条件下においてNCEDの発現を促進することから、ALAは低温環境下における植物体内のアブシジン酸の生合成に関与することが示唆された。

SAS 企業会員のご紹介 (2015 年度)

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
U R L <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



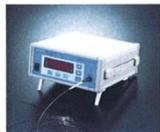
●各種温度センサ



●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 ガス浸炭浸空焼入焼戻し加工
- 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 ガラス化(ガラス封入)加工



株式会社 オプトニクス精密

住所 〒326-0037

栃木県足利市富士見町 26

TEL 0284-43-3611 FAX 0284-43-0707

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

主な取り扱い商品

超精密・超微細製品の企画、
技術開発、製造販売

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、総合技術力で対応いたします。

◎ 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



熱処理設備全自動ライン

(弊社新工場)



☆経営者・中小企業より

2007年度「元気なモノ作り中小企業300社」に選定

☆2007年度第17回関東技術協会賞の「技術賞」を受賞

P-CVDアルファローゴス 世界初のマグネダイカスト金型の

龍型新フリーを実現 <T I A I S I C N O 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 2 5 4 3

TEL 0463-55-2511 FAX 0463-55-8884

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

主な取り扱い商品

工業用熱処理炉

旭東ダイカスト株式会社

KYOKUTO DIE-CASTING CO.,LTD

創業100年を以て、確固たる実績を有し、常に最先端新機材、機油交換、メンテナンス、新機種の開発、中国への拡大、社員の向上教育、訓練を徹底して、品質向上に努めて参ります。

◆新設ダイカスト工場 世界一を目前して

所在地 〒258-0111 神奈川県厚木市山田原町1-7

TEL 0465-75-4555

FAX 0465-75-4558

E-mail kyokuto@kyokuto.co.jp

代表取締役 藤川 正夫

担当 片岡 孝弘

設立 1907年

従業員数 第4名 28名 計57名

事業の目的 鋳造・鋳造機械の製造及びその加工・金型製造並びに販売

製品品目 空圧機油、油圧機油、電子機器、建築用品等

特長 ①CNC 機、②電子機器、③電子機器、④電子機器、⑤電子機器

⑥電子機器、⑦電子機器、⑧電子機器、⑨電子機器、⑩電子機器

⑪電子機器、⑫電子機器、⑬電子機器、⑭電子機器、⑮電子機器

⑯電子機器、⑰電子機器、⑱電子機器、⑲電子機器、⑳電子機器

㉑電子機器、㉒電子機器、㉓電子機器、㉔電子機器、㉕電子機器

㉖電子機器、㉗電子機器、㉘電子機器、㉙電子機器、㉚電子機器

㉛電子機器、㉜電子機器、㉝電子機器、㉞電子機器、㉟電子機器

㊱電子機器、㊲電子機器、㊳電子機器、㊴電子機器、㊵電子機器

㊶電子機器、㊷電子機器、㊸電子機器、㊹電子機器、㊺電子機器

㊻電子機器、㊼電子機器、㊽電子機器、㊾電子機器、㊿電子機器

● 中国工場 (2007年11月)

中国工場 中国山東省青島市城陽区

株式会社 旭東窒化研究所

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>

●窒化処理とは金属製品の表面炭化処理のことで、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 2.2m 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、ガスターボ機械部品など

●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。皆様のお役に立てることを確信しております。

「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

大野台ハブセンター 〒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 鈴木製作所

住所 〒253-0071 茅ヶ崎市萩園 2658-13

TEL 0467-85-1131

主な取り扱い商品

輸送用機器器具製品 (主に自動車機能部品)

URL <http://www.suzuki-cc.jp>



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



ライン
連続炉



光と熱源のハイオニア

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、レアメタル金属材料使用
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>

高压ガス用安全弁設計・製作

* 極低温用から高温用まで (-269℃~+500℃)

* 微圧用から超高压用まで (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

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

We are versed in Gases.

ISO14001

登録番号99ER-04



信頼のガスで、未来を開く

IT、バイオ、地球環境等
21世紀においても、巴商会では
さまざまな力でお客様と共に
時代を築きます。

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!!

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

主な取り扱い商品

ステンレス製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

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。

日鍛バルブは、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、もの遣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グゼレントカンパニーを目指します

<主要製品>



日鍛バルブ株式会社

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

NHKニッパツ

日本発条株式会社

〒236-0004 横浜市金沢区福浦3-10
TEL 045-786-7511 FAX 045-786-7599
http://www.nhkspg.co.jp/

ニッパツは世界No.1のおよめ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
ならないキーマンを提供しています。

<自動車分野>



世界No.1の部品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および半導体製造製品などで、
高剛性高耐久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
パツ製品が思っています。

日本バルブパーツ(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

リレーソール
タングステンワイヤロープ
コア磁束線 (ACME)

情報機器

磁束ロープ (MFuロープ)
エントレスホルド
磁束線用部品
電線ケーブル

自動車

コネクタ用E1088金
ステンレス鋼ワイヤロープ

テストロニクス

磁性体加工機 (研磨機・圧入機)
高圧磁機 (研磨機・圧入機)
磁束線加工機

医療

カテーテル
ワイヤロープ

建築・精密機械

ステンレス鋼製の金具
(高圧管・ボルト等)
家庭用機器



高精度駆送りローラ



スチールバネ



WC溶射バネ

PARKER SUPER NITRIDING

パーカー S・N工業株式会社

所在地 〒252-1108 神奈川県横浜市深谷上 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 ガス軟窒化
ガス浸炭 ガス浸炭窒化 ADI 等各種処理

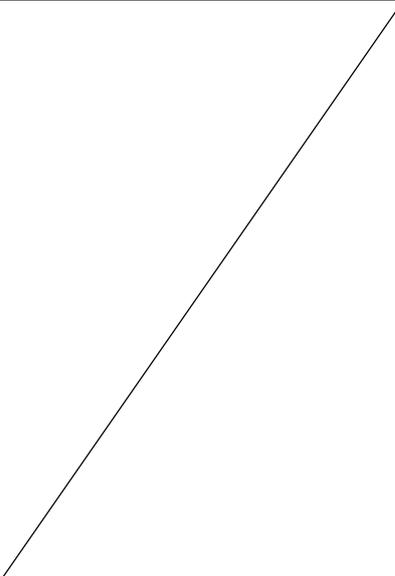


ISO9001 認証取得
顧客の信頼と満足を得る
品質を安定的に供給する



ISO14001 認証取得
環境スローガン
私たちは、地球にやさしく、
人にもやさしい会社でありつづけます



<p>株式会社 山本科学工具研究社</p> <p>住所 〒273-0018 船橋市栄町2-15-4 TEL 047-431-7451</p> <p>主な取り扱い商品 硬さ基準片</p>	<p>株式会社 渡辺製作所</p> <p>住所 〒950-1455 新潟市新飯田3000番地 TEL 025-374-2146</p> <p>主な取り扱い商品 金属熱処理加工</p> <p>URL http://www.watanabetu.jp/</p>	
---	---	---

計 20 社

'15 SAS Symposium Abstracts

平成 27 年 11 月 12 日発行

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

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学湘南キャンパス J 館 4 階

TEL 0463-50-5505 FAX 0463-50-5506

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

発行人・小野 宗一

© 2015 Society of Advanced Science