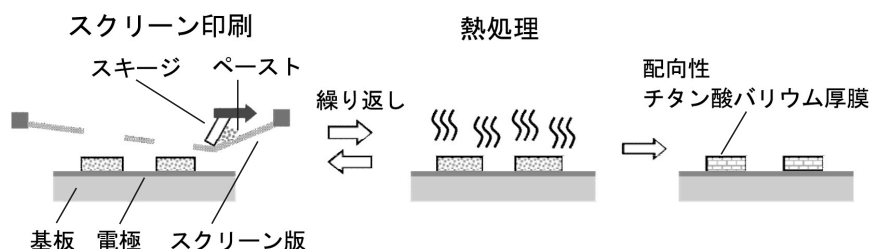
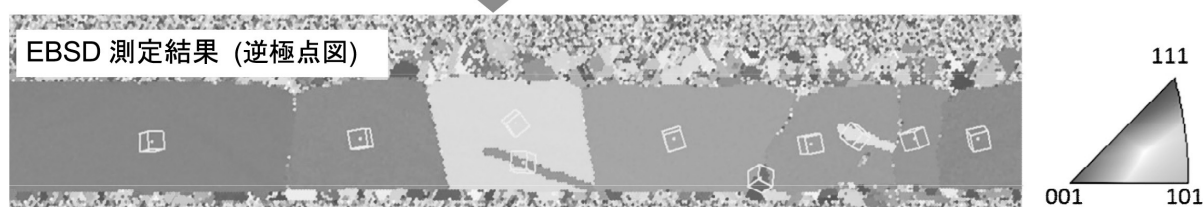
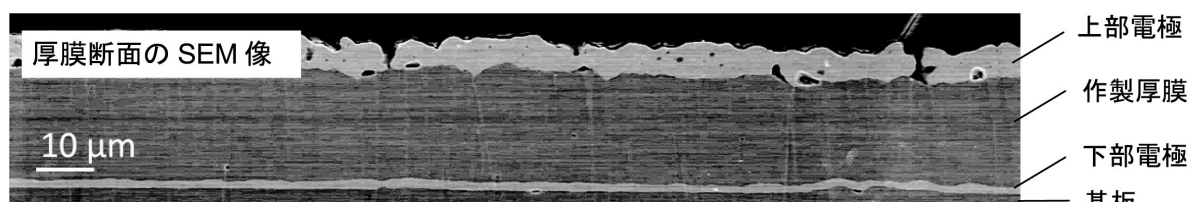


スクリーン印刷による配向性チタン酸バリウム膜の作製

■ 作製プロセス



■ 作製膜の断面観察結果



スクリーン印刷を利用した配向性厚膜の作製プロセスの模式図と作製した厚膜断面のEBSD測定結果。

結晶が大きく成長し、多くの結晶粒の方位が基板に対して、ほぼ垂直となっていることが分かります。膜内の結晶粒が配向することで電気特性の向上が期待されます。

■ 応用分野

センサ、アクチュエータ、発電素子、冷却素子などの電子デバイス

(詳細は本誌2頁をご覧ください)

目次

研究紹介

スクリーン印刷による配向性チタン酸バリウム膜の作製	2
化粧品原料としてのバイオマスナノファイバーの利用	3
ハイブリダイゼーションシステムを用いた高機能樹脂	
粉末材料の開発	4
親子に優しいベビーキャリーの開発	5
環境にやさしい水田用自律型中耕除草機の開発	6

技術レポート

X線回折装置について	7
マイクロフォーカスX線CT装置について	8

国際会議レポート

ISAAT 2016に参加して	9
-----------------	---

特許紹介

磁気を利用して細胞を配列、評価可能なバイオチップ	10
酵素等を導入した樹脂からなる機能性バイオチップ	10

トピックス

学位取得者の紹介	11
中部公設試験研究機関研究者表彰	12
テクノシンポジウム2016報告	12

スクリーン印刷による配向性チタン酸バリウム膜の作製

機械電子研究所 電子技術課 坂 井 雄 一

1. はじめに

強誘電体材料は、センサやアクチュエータなど、さまざまな電子部品に使用されています。電子デバイスの小型化にともない、膜形状での利用が重要となっていますが、スパッタ法やゾルゲル法といった薄膜形成手法では、高価な設備が必要、パターン形成の際に複雑な工程が必要、エッチングによる大量の廃液が発生などの課題があります。そこで、パターン形成が容易で量産性にも優れるスクリーン印刷法での厚膜パターン形成が検討されてきましたが、従来はスクリーン印刷で作製した膜はバルクセラミックスにならぶ電気特性を得ることは困難でした。強誘電体セラミックスでは、結晶の方位がそろった配向性のセラミックスとすることで特性の向上が期待できるため、スクリーン印刷法での配向性チタン酸バリウム厚膜の形成について検討しました。

2. 実験方法

正方晶チタン酸バリウムのほかに微量の六方晶チタン酸バリウムを添加したスクリーン印刷用のペーストを作製し、セラミックス基板へスクリーン印刷して熱処理するという工程を3回繰り返すことで厚膜パターンを形成しました。（表紙上部の模式図）

3. 結 果

表紙中央部の写真は、作製した厚膜断面のSEM観察結果とEBSDによる逆極点図測定結果になります。SEM像から緻密な膜が形成されていることがわかります。EBSDの結果ではSEM像では分かりにくかった結晶粒の境界が明瞭に観察されています。また、多くの結晶粒の結晶軸方向が基板に対してほぼ垂直となっていることが分かります。チタン酸バリウムの結晶格子の模式図を図1(a)に、無配向セラミックスと配向性セラミックスの模式図を図1(b, c)に示します。チタン酸バリウムはTiイオンが格子中央からわずかにずれて位置しており、この電荷の偏りが分極の起源となっています。そのため、図1(b)のように結晶方位がランダムなものよりも結晶方位がある程度そろっているほうが良好な特性を示すことが期待できます。

さらに、厚膜材料よりも熱膨張係数の大きな基板

を使用することで熱膨張差に起因した圧縮応力を厚膜に印加することができ、この応力により分極軸方向へ配向した厚膜が形成可能であることも確認しました。¹⁾ 分極軸方向への配向が優位となった厚膜の電気特性を図2に示します。強誘電性をあらわす指標である残留分極値が $14.9 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ を示し、無配向のバルクセラミックスの値 $11.0 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ よりも大きな値を示しました。

以上より、シンプルな工程で高性能なチタン酸バリウム厚膜が作製可能であることを示すことができました。今後は、チタン酸バリウム以外の材料系への本手法の適用を目指します。

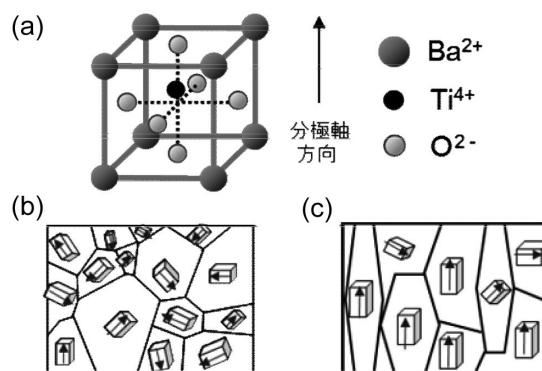


図1 (a)チタン酸バリウム単位格子、(b)無配向セラミックス、(c)配向性セラミックス模式図

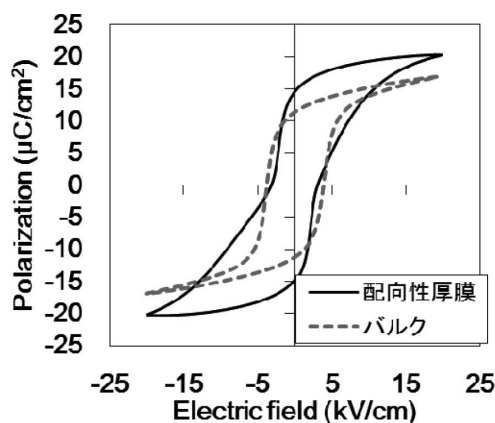


図2 P-E カーブ測定結果

参考文献

1) Y. Sakai *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 10NA02.

謝 辞

本研究は、JSPS科研費 25820130の助成を受けたものです。

化粧品原料としてのバイオマスナノファイバーの利用

中央研究所 ものづくり研究開発センター 近藤 兼司

1. 緒言

バイオマスを原料とするセルロースナノファイバー(CNF)は、繊維径がナノスケールのファイバー形状を持つ新規材料として知られています。またCNFの用途開発が進み、商品化も進んでいます。

CNFはチキソトロピー性を持った分散安定した基材(図1)で、食品、化粧品、医薬原料として増粘剤、分散剤、封止剤への応用が期待されています。

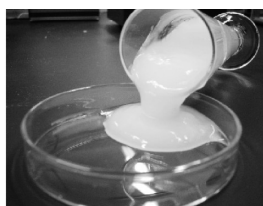


図1. 固形分 2wt% CNF

今回は、CNFの特性、高保湿能としての添加効果、シリコンフリーのアウトバストリートメント品の試作品にCNFを用いて、添加効果の報告をいたします。

2. 実験に供したCNF

CNFは、食品添加物セルロースを元原料にした(株)スギノマシンの商品“BiNF-i-s”を用いました。

3. 実験結果および考察

3. 1 塩存在下でのCNFの特長

従来の増粘・安定剤では塩濃度の上昇により、粘度の低下が確認されており、処方で使用できる原料に制限もありました。

CNFは高分子増粘剤とは異なり、CNF同士が互いに絡まり合い、網目状に分散することで、増粘性を示しています。

CNFの特長は、5%濃度の塩添加でも無添加時の20%くらいの粘度低下で安定しており、高分子増粘剤との差異が確認できました(図2)。

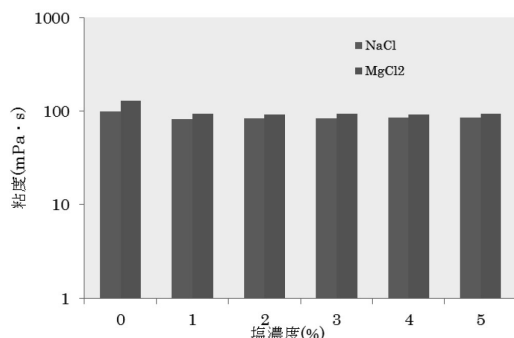


図2. 2種類の塩添加による粘度変化

3. 2 乳液試作品での水分保持効果

図1のように、CNFはチキソ性を持ち、非常に滑らかな触感を保持しています。CNFを添加した乳液試作品で肌への水分保持能を確認しました。(図3)

CNFの添加で、肌水分量の保持が確認できました。水分保持効果は、CNFの網目構造が肌を保護、より効果的に肌水分量の保持がされたと考えられました。

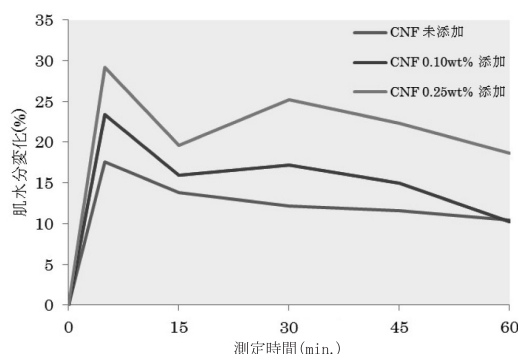


図3. 乳液試作品での肌水分保持評価

3. 3 シリコンフリーのアウトバストリートメント品の試作品での効果

アウトバストリートメントに配合されているシリコンは、毛髪、頭皮への残存影響が懸念されています。本試作品ではシリコンの代わりにCNFを使い、試作品を作製、評価を行いました。

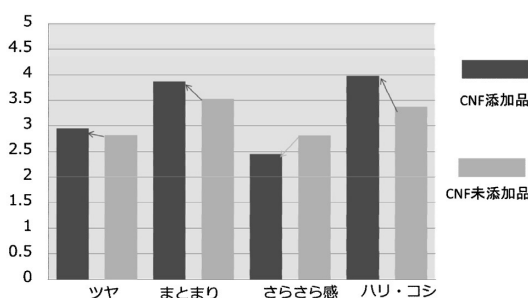


図4. アウトバストリートメント評価

使用感評価では、毛髪のツヤ・まとまり・ハリ・コシで優位となりました。毛髪のさらさら感は、処方構成の改良により良い変化が可能と考えられます。

4. 最後に

本検討で使用したCNFは、現在動物実験代替法で規定されている安全性試験で、すべて陰性の結果が出ており、CNFの安全性については、問題がないことを確認しています。今後もCNFの用途開発を進めていきます。

ハイブリダイゼーションシステムを用いた 高機能樹脂粉末材料の開発

中央研究所 材料技術課 副主幹研究員 高 松 周 一

1. はじめに

ハイブリダイゼーション（複合化）システムは、乾式・高速気流中で粉末表面にメカノケミカル効果を発現させ、複合化、成膜化等の粒子設計を可能とするシステムです¹⁾。

そこで、この複合化システムを応用し、樹脂粉末とグラファイトを複合化、レーザ焼結法、熱プレス法で成形体を得ることで、グラファイトによる導電性の向上効果を検討したので紹介します。

2. 実験方法^{2, 3)}

株式会社 奈良機械製作所製NHS-1-2Lを用い、市販のポリアミド12（PA12）粉末へ所定重量比でグラファイト（伊藤黒鉛工業株式会社製EC1500）を複合化しました。

成形は、一般的な熱プレス法、および3Dプリンティング（レーザ焼結）法で行いました。

得られた成形品の表面抵抗値は、三菱化学社製ハイレスターUPを用い、測定しました。

3. 結 果

複合化処理では、PA12粒子を厚さ約数 μm で均一にグラファイトが被覆する複合材料が得られました（図1）。

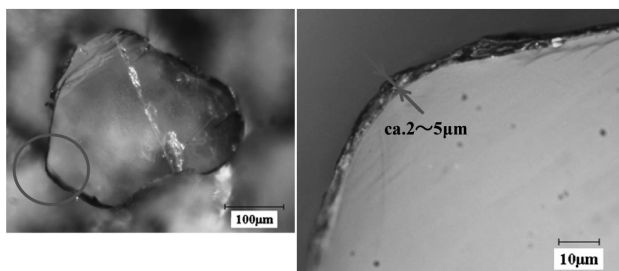


図1 0.5wt%グラファイト複合化 PA12 粒子断面写真

この複合材料を、熱プレス法で厚さ約2mm× ϕ 20mmの円板に成形しました。

3Dプリンティング法では、グラファイト添加量0.5wt%複合材料を使用し、条件を工夫し1層シートの焼結実験を繰り返すことで、12層の積層体を得ました（図2）。

これら得られた成形品の表面抵抗値を測定し、導電性向上の評価を行いました。

図3に、熱プレス温度と表面抵抗値の関係を示します。



図2 多層（12層）プリンティング品

グラファイト添加率0.5wt%での値と比較すると、3Dプリンティング法の値 $2 \times 10^8 \Omega/\square$ は、熱プレス品 $2 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{15} \Omega/\square$ よりもはるかに低い値となりました。

一般的に、表面抵抗値の値が $1 \times 10^{10} \Omega/\square$ 以下の領域だと、静電気が除去できる領域とされていますので、帯電防止効果が期待できます。

4. おわりに

グラファイトを複合化したPA12複合材料は、0.5wt%と云った微量のグラファイト添加量でも、成形にレーザ焼結法を用いることで、導電性に顕著な向上が認められ、熱プレス法に対する優位性が確認できました。

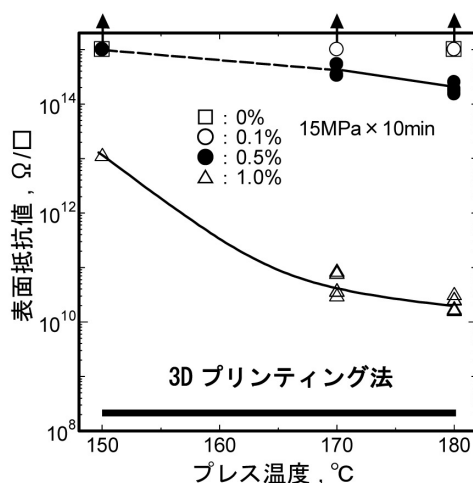


図3 熱プレス温度と表面抵抗値の関係

参考

- 1) 小野憲次編著：実用表面改質技術総覧、材料技術研究協会、812-817(1993)
- 2) 富山県工業技術センター研究報告、30(2016)38-39
- 3) 若い研究者を育てる会研究論文集、29(2016)23-30

親子に優しいベビーキャリアの開発

生活工学研究所 生産システム課 主任研究員 牧村 めぐみ

1. はじめに

近年主流のベビーキャリアは、赤ちゃんのお尻の位置が着用者の腰のラインに位置する構造となっているため、おんぶで使用する際には重心が下がり着用者の体への負担が大きくなります。一方、昔ながらのおんぶ紐は高い位置で密着しておんぶできますが、紐が胸の位置でクロスするため、見栄えが悪く肩にも負担が掛かります。そこで、外出先や家事労働で手軽に使えるリュック型のおんぶ専用のベビーキャリアを試作し、被験者実験により接触感や身体動作への影響を調べました。

2. 実験方法および結果

被験者は、年齢30歳代の健康な女性2名です。

今回設計・試作したベビーキャリア4種（試料A～D、図1）に1歳相当（身長74cm、体重11kg）の乳児ダミーをセットし、おんぶの状態を着用してもらいました。



試料 A 試料 B 試料 C 試料 D

図1 実験に用いたベビーキャリアの外観

図2に各被験者の衣服圧測定結果（立位時）を部位別にそれぞれ平均した結果を示します。主観評価と併せて考察すると、試料Aは腰ベルトがないため、安全に着用するにはダミーをかなり密着させる必要がありました。そのため、肩に荷重が集中しています。なお、腰ベルトがないため腸骨付近の測定は行っていません。試料Bは肩紐位置が身頃の内側に付いているため、ダミーの首付近が固定され、腹部の衣服圧が高くなりました。試料Cは腰ベルトがウエスト付近にくるため、被験者の腹部の圧迫感が高く腰への荷重分散効果も低くなりました。試料Dは腰ベルトの幅を腸骨を覆う程度にまで広くしたため、肩と腰で荷重を分散させることができ、被験者の負担感が少なく主観評価でも良い結果が得られました。

次に、各動作時に上下方向に作用する床反力が大

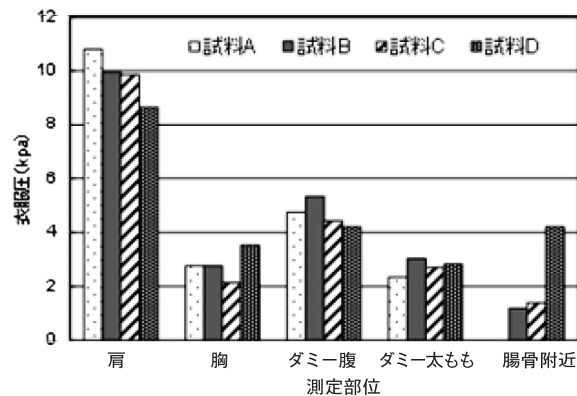


図2 衣服圧測定結果（立位時）

きいと、踵、足首、膝、腰等の身体負荷が増すと仮定して、踏み台昇降動作時の床反力をフォースプレートにより測定しました。鉛直分力Fz（図3）の最大値を抽出した結果、踏み台を降りの際の前足接地時の最大値を各サンプルで比較すると主観評価で満足度の高い試料で値が低くなる傾向がみられました。

次に、自由歩行を身体側面から125fpsで撮影し、被験者、乳児ダミーおよびベビーキャリアに貼付した9点のマーカーの時間変位を動作解析装置により求め、体幹部（肩と腰を結んだ線）の前後方向の揺動角度 θ （図4）を抽出した結果、試料Dは角度が最も小さくなっており、体幹の揺動が小さく姿勢が安定していることが分かりました。そのため歩行動作時の着用者の身体負荷が小さいとともに、乳幼児への揺れが少なく負担も小さいと考えます。

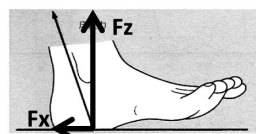


図3 床反力の分力図



図4 揺動角度 θ

3. おわりに

被験者実験でベビーキャリアの衣服圧、床反力の測定および動作解析による姿勢評価を行うことにより、種類および被験者による差異がみられ、快適性や身体負荷の判定指標とすることができると分かりました。その結果をもとに、外出先や家事労働で手軽に使えるリュック型のおんぶ専用のベビーキャリアDを開発することができました。

環境にやさしい水田用自律型中耕除草機の開発

生活工学研究所 製品科学課 副主幹研究員 上野 実
 農業研究所 吉田 稔*¹、板谷恭兵
 富山高等専門学校 金子慎一郎、高田英治、林 宏樹*²

1. はじめに

水田の除草には、一般的に除草剤が使用されていますが、消費者の、食の安全・安心や環境に優しい農業への関心の高まりから、できる限り農薬を使用しない農業の実践も求められています。このため、県農林水産総合技術センター農業研究所、富山高等専門学校と共同で、車輪にらせん状の突起をもつアルキメディアンスクリュを用い、条間・株間を縦横に移動しながら連続的に除草作業を行うことのできる、自律型中耕除草機を開発しました。

2. 除草・移動機構の概要

従来の中耕除草機は、作業車両の後部に取り付けられたロータ等により、表土を浅く耕すとともに、水を濁らせ、幼雑草や種に泥をかぶせ、雑草の生育や発芽を阻害するものが一般的です。しかし、旋回時に車輪で苗を踏み潰すことや、圃場の端部では除草できない部分が残るなどの問題がありました。

本研究開発では、車輪にアルキメディアンスクリュを用い、①前後進時に車輪の突起により中耕除草を行い、②圃場の端部では苗への損傷を最小限に抑え、旋回せず未除草の苗列に真横に移動し、これらの動作を、③機体の前後に搭載したカメラで苗列を認識し、作業(走行)を制御できるシステムを搭載することにより、除草の自律作業化を目指しました。

3. 試作機と除草効果

農業研究所の実圃場内で開発したプロトタイプ1号機、2号機(図1)を用い、走行性能と除草効果を確認しました。その結果、車輪を大型化した2号機では車輪(スクリュ)の突起による掻き取りや土壌への埋め込みにより、条間の雑草を効果的に除草することができました(図2)。一方、株間は車輪の轍から外れるため十分な効果が得られませんでした。

本方式の効果的な運用法について、除草を開始する時期と除草回数を変え、1週間ごとにプロトタイプ2号機によるマニュアル操作で除草試験を行いました。残草量(乾燥重量)及び収量を比較したところ、無除草区に対し残草量は半減し、走行回数が多いほど収量が多くなりました。しかし、除草剤処理区と比較し収量は65%に減収し、今回実施した5回程程度の除草回数では十分でなかったと推測されます。



図1 プロトタイプ1号機(左)と2号機(右)



除草済みエリア 未除草エリア
 図2 除草試験

4. 苗列識別と自律走行制御

作業(走行)の自律化を図るため、機体に取り付けたUSBカメラから、進行方向の画像を取り込みリアルタイム処理により苗列の認識をおこなう自律動作制御の開発を行いました。

前後進時の除草作業時においては、苗列に対するライントレース走行を行い、画像から苗列が消失したときに苗列端部に達したと判定し、これまでの進行方向とは反対側のカメラの画像から苗列を2列分、横移動を行い、各モードを交互に切り替える制御システムにより自律走行が可能となりました。

5. まとめ

開発した自律型中耕除草機において、実圃場で除草・走行試験を行ったところ、走行性能の向上と除草効果が確認できました。

農薬の使用を控えることで高付加価値米を生産する農家では、慣行栽培に対して何割かの減収は見込んでおり、今後、フィールド実験等を重ね、効果的な除草方法の検証を行うこととしています。

*1 現 農業技術課 *2 現 東京工業大学 工学院

X線回折装置について

中央研究所 評価技術課 主任研究員 丹保浩行

1. はじめに

X線回折法は、物体にX線を照射し、各原子によって散乱されるX線の回折パターンを解析して、原子の配列を調べる手法です。無機化合物、金属、合金、生体材料、有機化合物などを測定でき、原子の並びを決定することで物体の構造を特定することができます。粉末状、繊維状、板状の試料についても測定できます。X線回折装置は、非破壊で内部構造や物性を調べることができるため、古くから産業分野で利用されています。X線回折法を用いることにより、研究開発においては、重要な知見が得られますが、測定や解析において、知識と経験が必要となる場合も少なくないです。また、品質管理においては、安全な評価が必要とされていますが、最近の装置は自動化が進み、数十分での測定が可能となっています。

測定試料のサイズは、 $1 \times 2 \text{ cm}^2$ 程度の平板状の試料面を必要とします。X線回折で有効な試料の厚さは0.2 mm以下とされています。粉末試料の1次粒径は0.1–10 μm であることが望ましいです。¹⁾

X線回折法には、次のような特長があります。

- ①標準物質のデータファイルと比較して、物質の同定を行うことができます。化合物の多形も同定することができます。
- ②結晶性を評価できます。非晶質材料でも測定可能で、ポリマーの結晶化度も測定することもできます。
- ③結晶の配向性を調べることができます。繊維やナノワイヤなどの一次元配向した材料、薄膜や厚膜、圧延した材料などの二次元配向した材料の組織を研究するのに用いられます。
- ④混合物の回折パターンは試料を構成している各化合物の回折パターンを重ね合わせたものとなるため、各化合物を同定することができます。
- ⑤装置の操作が容易なため、初心者でも簡単に回折パターンを得ることができます。

2. 当センターのX線回折装置について

当センターには、機械電子研究所に試料の結晶方位・結晶構造の解析に特長をもつ極点図形測定装置が設置されていますが、中央研究所に微量な成分でも測定ができる高出力のX線回折装置を導入しました(図1)。主な仕様は次のとおりです。

- ・メーカー：株式会社リガク
- ・型式：Smart Lab 9 kW
- ・最大管電圧：45 kV
- ・最大管電流：200 mA
- ・試料ステージ：試料水平配置型



図1 装置の外観

3. 主な用途

物体の結晶構造の特定、作製条件を変化させた試料の結晶化度の評価等に用いられます。

X線回折装置では、X線回折パターンを取得し、専用ソフトウェアを用いて解析を行います(図2)。

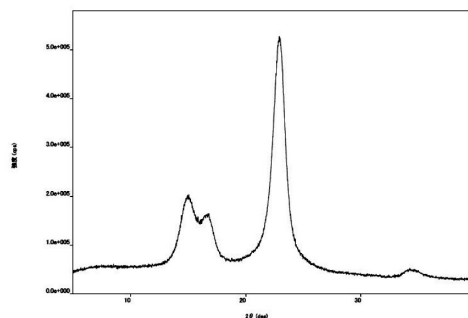


図2 X線回折パターンの例

4. 装置の利用について

依頼試験及び施設利用が可能です。ただし、施設利用の場合、法令の規定により、フィルムバッジの装着等が必要です。

X線回折装置を用いて、回折パターンを得るための操作は簡単ですが、測定条件設定や解析には経験が必要となりますので、お気軽にご相談ください。

参考文献

- 1) 加藤誠軌: X線回折分析, 内田老鶴圃, (1990).

マイクロフォーカスX線CT装置について

機械電子研究所 機械システム課 副主幹研究員 鍋澤 浩 文

1. はじめに

X線CTは医療分野で普及してきましたが、焦点サイズが $50\mu\text{m}$ 以下のマイクロフォーカスX線源が1980年代に発表されて以降、電子部品や実装部品の非破壊検査、電池やセラミックスの欠陥検査など、産業分野でも多く利用されるようになってきました。従来は、CT撮影といえば2次元の断層撮影を意味していました。しかし、三角錐（コーン）状に広がるX線と2次元の検出器を用い、試料1回転のスキャンで3次元断層画像を構築するコーンビームCTの概念が発表されてから、この手法が広く利用されています。医療用CTと比較して、高空間分解能で撮影でき、高拡大撮影が可能であるという特長があります。

2. マイクロフォーカスX線CT装置の原理

図1に、CT装置の概要を示します。点光源から放射されたコーンビームのX線を試料に照射すると、X線はエネルギーを吸収されながら試料を透過し、2次元のX線検出器に到達します。検出器では、試料の厚みや密度、材質の違いを反映した2次元の濃淡分布が画像化されます（透過画像）。試料を回転させ、全方向からの透過画像を用いて断層画像（CT画像）を計算しますが、この行程のことを再構成といいます。ある断層画像について、X線の透過してきた方向ごとに、その濃淡に応じた輝度で各画素を塗りつぶしていく（逆投影）と、物質が存在する画素は全ての投影方向で塗りつぶしていくことになり、結果として輝度が高くなります。一方、物質が存在しない画素は輝度が低くなります。このように各画素の輝度値（CT値）が決定され、断層画像が得られます。コーンビームCTでは、1回のスキャンで数百枚程度の断層画像が取得され、3次元断層画像が構築されます。

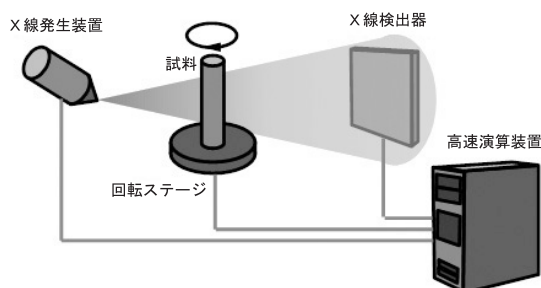


図1 マイクロフォーカスX線CT装置の概要

3. CT装置の構成要素

CT装置の性能を決める構成要素は数多くありますが、特に重要な要素について説明します。

(1) X線発生装置

CT装置で使用するX線は、レンズやミラーに相当する光学系が利用できないため、得られる透過画像は、点光源から試料を透過したX線の単純な投影画像になります。そのため、X線の発生ポイント、すなわち焦点サイズが小さいほど投影画像のぼけが小さくなります。現在市販されているCT装置の焦点サイズは、 $4\sim 5\mu\text{m}$ のものが主流となっています。また、物質の透過力を決めるX線の管電圧は、225 kV程度のもが多く、アルミニウムで100 mm、鉄で5 mm程度が最大の透過距離です。

(2) X線検出器

従来は、イメージインテンシファイヤ（I.I.）と呼ばれる入射X線を可視光像に変換する電子管を応用していましたが、この検出器は、X線から電子、電子から可視光という多段の変換プロセスがあり、効率や分解能に劣る欠点がありました。そこで、最近では、X線を直接電荷に変換・蓄積できるフラットパネルディスプレイ（FPD）が用いられるようになってきました。FPDは、I.I.に比較してダイナミックレンジが広く、空間分解能に優れているという特長があります。

(3) 高速演算装置

CTの再構成演算は、CPUの性能向上が鈍化しはじめてからは、GPUを用いた高速並列演算が用いられるようになってきました。従来は、全ての撮影データを取得してから演算を開始していましたが、現在は、データを収集しながら演算が開始できるようになっており、データ収集後、約10秒で結果を表示することが可能になっています（1200ビュー、 512×512 画素マトリックス、480スライスの場合）。

4. おわりに

平成28年度の公益財団法人JKAからの補助金により、当センターのマイクロフォーカスX線CT装置は、更新される予定です。当装置による試料観察につきましては、具体的な試料調整や測定条件など、お気軽にご相談ください。

ISAAT 2016 に参加して

中央研究所 加工技術課 主任研究員 川 堰 宣 隆

1. はじめに

2016年10月2日～4日に、スウェーデン王国ストックホルムの Courtyard Stockholm Kungsholmen にて行われた The 19th International Symposium on Advances in Abrasive Technology (ISAAT2016) に出席し、研究成果の発表を行いました。ISAAT は国際砥粒加工委員会が主催する国際会議で、今回は KTH Royal Institute of Technology や Scania 等も主催者に加わり、開催されました。

ストックホルムは14の島からなる水の都であり、宮崎駿監督のアニメ「魔女の宅急便」のモデルにもなるなど、美しい景観を持つ街として知られています(図1)。またノーベル賞でも有名で、平和賞を除く5部門の賞は、毎年12月に市内で授賞式や晩餐会が行われます。学会では、初日にノーベル賞の晩餐会会場でもある市庁舎でウエルカムレセプションが行われ(図2)、会期中には日本人の生理学・医学賞の受賞が発表されるなど、ノーベル賞を大いに意識させるような会議となりました。会議では、切削・研削等の各種加工技術、評価技術や工作機械等に関連した3件の Key note speech と138件の講演が行われました。なかでも、微細加工や難削材加工に関する発表が多く見られました。

2. 研究発表の概要

科学研究費補助金に係る研究の成果について、発表を行いました。発表は、「Nanopatterning on nanopolycrystalline diamond and cubic boron nitride using focused ion beam and heat treatment to fabricate textured cutting tools」と題して行いました¹⁾。集束イオンビーム(FIB)照射した単結晶ダイヤモンドを適切な条件で熱処理すると、FIB照射による影響層のみが選択的にエッチングされ、微細なテクスチャを作製できます。これを超精密切削加工で使用される単結晶ダイヤモンド工具に適用することで、工具の切削加工特性を改善することができます²⁾。この原理をナノ多結晶ダイヤモンド工具やバイナドレス cBN 工具など他種の工具へと応用するための、テクスチャの作製方法について検討しました。前者の場合、結晶構造の違いによって加工特性は異なるものの、単結晶ダイヤモンドと同様な方法で、数十nm～数μm オーダのテクスチャの作製が可能でした。一方、後者の場合、同様な方法でのテクスチャの作製はできず、アルミニウム蒸着を併用することでテ

クスチャの作製が可能であることを明らかにしました。これらの成果により、上記工具へのテクスチャ作製が可能となり、加工特性の改善が期待できます。今後は、加工実験を進め、本手法を適用した工具の有用性について詳細に検討していきたいと考えています。

3. おわりに

今回の学会では国内の発表では得られない様々な意見を頂き、交流を持てるなど大変貴重な経験となりました。今後は、ここでの経験、議論した内容を生かしながら研究を進めていきたいと考えています。

参考文献

- 1) N. Kawasegi *et al.*: *Mater. Sci. Forum* (2016) 543.
- 2) N. Kawasegi *et al.*: *Prec. Eng.*, 47 (2017) 311.



図1 スtockホルム市内(ガムラストン)



図2 市庁舎でのウエルカムレセプション
(左: 皇子の間、右: 黄金の間)

特 許 紹 介

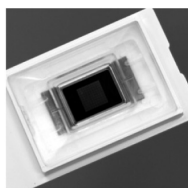
特許紹介では、富山県工業技術センター保有の単独特許を、わかりやすく解説していきます。
今回は、そのうちの2つについてご紹介します。
ご活用についてはお気軽に当センター企画情報課（TEL. 0766-21-2121）までお問合せください。

磁気を利用して細胞を配列、評価可能なバイオチップ マイクロウェルアレイチップおよび細胞の回収方法、 特許番号：特許第 5365736号

本発明は、磁気標識した細胞や菌などの検体を、チップ表面上に形成された数万から数十万個のマイクロウェル内に強制配列し、検体の観察を可能とするものです。マイクロウェル底面に形成される微小パターン化された磁性部材により、チップ上面だけでなく底面からのシグナル観察（蛍光など）も可能なため、倒立顕微鏡などでの取り扱いも容易になっています。

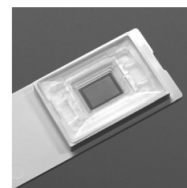
○従来技術のバイオチップ

- ・材質がシリコンの場合、不透明材料であるためチップ上面での観察しかできない。
- ・検体のマイクロウェルへの収容は、重力沈降に頼っているため、検体利用率が悪い。
- ・観察やインキュベーター中に検体が移動してしまう。



○本発明のバイオチップ

- ・ウェル上下が透明であり、検体に刺激を加えながら観察ができる。
- ・多層構造により、電極などの配置も可能。
- ・透明基板と樹脂の組み合わせであり、シリコンのような高額設備を必要としない。



酵素等を導入した樹脂からなる機能性バイオチップ 機能性マイクロチップおよびその製造方法、 特許番号：特許第 5577502号

○概要（発明の目的・効果等）

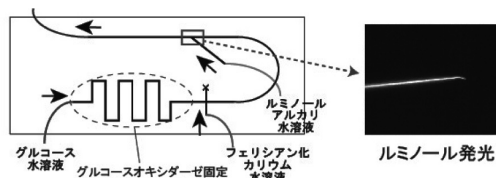
本発明は、抗体、酵素を表面に導入することによりそれ自身で選択的捕捉・濃縮、反応等が可能な機能性バイオチップを、特定のプロピレン系樹脂とその表面改質技術を用いて、大量・安価に提供することを目的とします。このようなバイオチップは、血中のグルコース濃度（血糖値）計測や特定のタンパク質（例えば癌マーカー）検出などに広範に利用できます。

○従来技術のバイオチップ

- ・流路、液だめなどの「構造」を利用する応用が中心
- ・素材は、シリコン、シリコンゴム、熱可塑性樹脂 ⇒ 表面機能性、低コスト、高生産性のいずれをも満足する方法はありません

○本発明のバイオチップ

チップ上で酵素反応、抗原-抗体反応を行い、それ自身に機能を付与できます
実施例：ルミノール発光によるグルコース検出チップ



学位取得者の紹介

この度、工業技術センターの研究員が学位を取得しましたので、紹介します。



鍋澤 浩文

機械電子研究所
機械システム課
副主幹研究員

- 〔学 位〕 博士（工学） 平成28年 3 月25日
千葉大学
- 〔論文名〕 反応性イオンエッチング法によるポリマーの微細加工とそのマイクロ流体素子への応用
- 〔内 容〕 化学分析・合成をチップ上の微小空間で行うマイクロ流体素子が盛んに開発されています。この素子は、微細加工技術が確立しているシリコンを基材に用いてきましたが、最近では量産性や耐衝撃性、表面修飾の多様性、低廃棄コスト等、多くの利点を持つポリマーに注目が集まっています。ポリマーの流体素子は、成形法を中心とした開発が行なわれてきましたが、成形法では、型の機械強度や脱型行程に起因して、ミクロンレベルの高アスペクト比加工ができない、耐薬品性や撥水性など優れた特性を持つフッ素樹脂の微細加工に対応できない等、形状や材料に制限がありました。一方、バルクポリマーの微細加工法として、半導体の精密加工に貢献してきた反応性イオンエッチング（以下 RIE）法の応用が検討されてきましたが、加工表面が粗い、高アスペクト比構造が形成できない、フッ素樹脂への適用事例がない等、流体素子へ応用するには大きな課題があり、加工表面のモフォロジーを制御でき、フッ素樹脂のような高機能材料に対応したバルクポリマーの RIE 技術が求められていました。

そこで、本研究においては、独自開発した電子サイクロトロン型 RIE 装置と磁場支援型 RIE 装置を用い、ポリマープレートの表面モフォロジー形成メカニズムの解明と、高機能マイクロ流体素子に応用できる高アスペクト比加工技術、フッ素樹脂微細加工技術の開発について検討しました。

まず、光学特性に優れる PMMA プレートに RIE 加工を行い、表面モフォロジー観察と元素分析結果から、表面モフォロジー形成がプロセス中にスパッタされたチャンバーもしくはホルダーからの微粒子に深く関与していることを明らかにしました。低压条件下では、平均自由行程が長いために微粒子が即

座に排気され、未処理材に匹敵する平滑加工面が得られました。一方、高压条件下では、微粒子が試料表面に再付着しやすく、それらがマイクロマスクとして作用し、芝状構造が形成されました。平滑面の加工条件を用いて、PMMA プレート上にピラー間隙のアスペクト比が10に達するマイクロピラーアレイ構造や狭ギャップ流路を実現し、フィルター素子やマイクロ分級素子としての応用事例を示しました。

次に、代表的なフッ素樹脂である PTFE と PFA プレートの表面モフォロジー形成について、PMMA 同様、平滑加工面から芝状表面までの形成メカニズムを解明しました。また、両プレートのエッチングマスクとしてチタンが適していることを示し、チタンマスクを用いてミクロンオーダーの高アスペクト比構造の形成を実現しました。さらに、両プレートを深堀加工するためにシリコーン樹脂である PDMS のステンシルマスクを開発し、このマスクを用いて微小液滴作製用チップの作製と評価を行いました。

これらに加え、バルクポリマープレート上に3次元的なマイクロナノ微細構造を形成する手法として、コロイダルリソグラフィで配列させた微粒子層をエッチングマスクに用いる RIE 法を開発しました。PFA プレート上に形成したマイクロコーンアレイ構造は、接触角 156° の超撥水性を示しました。

結果として、高機能マイクロ流体素子を実現するために、バルクポリマープレートの表面モフォロジー制御法の開発に成功しました。また、この制御法を応用的に発展させた、ポリマープレートの高アスペクト比微細加工技術、及びフッ素樹脂プレートの微細加工技術を開発し、マイクロ分級素子やフィルター素子、微粒子作製素子の応用事例を示しました。これらの素子は、マイクロ流体素子の開発メーカーが求める「ポリマーを基材とした細胞分離や細胞捕獲」、「強酸、強アルカリ、有機溶媒を用いた化学合成・分析」というニーズに合致したもので、一連の研究を通してマイクロ流体素子の産業応用への可能性が大きく広がりました。

受賞者 & 表彰者紹介



当センター中央研究所 塚本吉俊副主幹研究員が、平成28年度中部公設試験研究機関 研究者表彰において、中部科学技術センター会長賞(指導功績者)を受賞いたしました。永年にわたり、電気電子分野の中小企業の技術支援を精力的に行い、センサおよび無線応用技術とその解析を通じた県内中小企業との共同開発による「高齢者見守りシステムの実用化」の推進や、ものづくり研究開発センター電波暗室の立ち上げと最新機器を活用した地域企業の技術改善や製品化支援の強化、さらには、企業の若手人材の育成や活発な共同研究を推進し、地元企業へ多大な貢献を行ったことが評価されたものです。

富山県工業技術センター テクノシンポジウム2016 報告



特別講演

「材料を起点としたイノベーションの創出」
～高性能・高付加価値有機 EL ライティングの技術開発～

講師：コニカミノルタ株式会社 開発統括本部
要素技術開発センター長 北弘志氏

富山県工業技術センターテクノシンポジウム2016は7月29日(金)に中央研究所にて開催され、平成27年度の研究成果など12の研究テーマについての発表がおこなわれ、74名の参加者がありました。

本年度は、特別講演として「材料を起点としたイノベーションの創出」～高性能・高付加価値有機 EL ライティングの技術開発～ をコニカミノルタ株式会社の北 弘志氏にご講演いただきました。

研究発表終了後には、平成27年度に新設された設備の紹介および見学をおこないました。

技術情報 No.121

2017年2月発行

編集発行 富山県工業技術センター企画情報課

<http://www.itc.pref.toyama.jp/>

富山県高岡市二上町150 (〒933-0981)

T E L (0766) 21-2121 F A X (0766) 21-2402

E-mail kikaku2@itc.pref.toyama.jp

印刷所 キクラ印刷株式会社