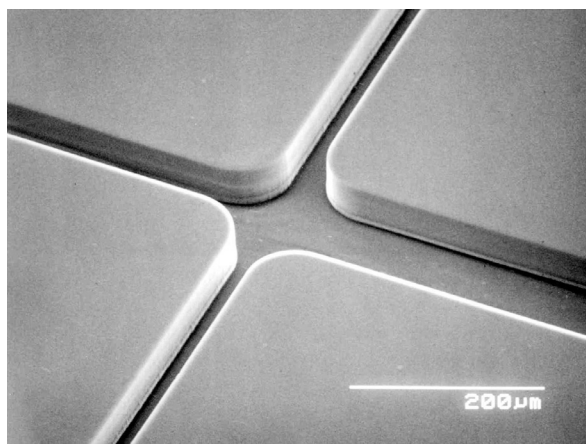
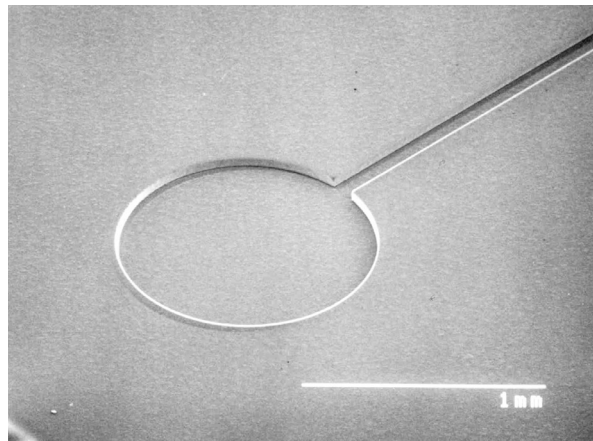


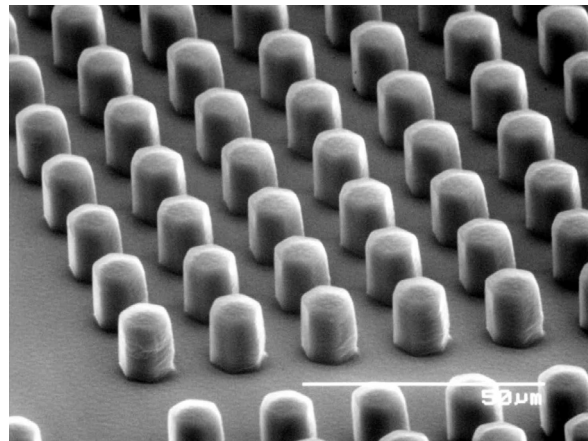
射出成形による樹脂製マイクロチップの構造



マイクロ流路



液溜め



マイクロピラー

樹脂製マイクロチップ各部の微細構造を、走査型電子顕微鏡により観察したもの。
(概要は2ページに記載)

目

次

表紙

射出成形による樹脂製マイクロチップの構造 1

研究紹介

樹脂からなるマイクロチップの開発 2

三次元測定機性能診断に関する研究 3

知的ヒューマンインターフェースに関する研究 4

ECRスパッタリング法による高性能透明導電膜の作製 5

換気衣服の開発に関する研究 6

揮発性有機化合物(VOC)用ガスセンサの開発 7

生体材料の微細パターン形成とその応用技術 8

技術レポート

テキスタイル用インクジェットプリント 9

FDTD解析法プログラミングについて 10

トピックス

プラスチック系廃棄物を利用した透水性舗装の中国での
事業化の可能性について 11

受賞者&表彰者紹介 12

県有特許の活用について 12

樹脂からなるマイクロチップの開発

中央研究所 材料技術課 主任研究員 大 永 崇
加工技術課 主任研究員 小 幡 勤
企画管理部 プロジェクト推進担当 主任研究員 氷 見 清 和

1. はじめに

医学、生化学、分析化学、合成化学などの分野において、小さなチップを利用した診断、検査、分析、合成などに関する研究が活発に行なわれている。従来は大規模な分析装置や化学プラント、反応装置などで実施されてきたことを、数cm角程度の“マイクロチップ”上で行なうことにより、時間短縮、コストダウン、携帯可能などの様々なメリットが期待できる。このようなマイクロチップは、ガラス、シリコン基板、シリコンゴムなどを加工したものが主流であるが、コストや性能面で十分ではなく、未だ医療現場や生産現場に適用できるものはない。そこで、当センターでは県内企業の高度な樹脂成形技術を活用し、高性能、低コストなマイクロチップの開発を行なっている。

2. 成形加工および材料

プラスチック成形の中でも生産性の高い射出成形を用いて開発を行なった。マイクロチップ上の微細な流路や穴（数 μm ～数百 μm 程度）を形成させるために、シリコン基板をエッチングすることにより得た微細な表面パターンを有するスタンプを金型に取り付けて成形した（図1）。

樹脂材料は、市販プラスチックでは成形時の構造転写や離型が不十分であったため、新たな成形材料を開発し、特許を取得した（特許第3867126号）。この材料はポリプロピレンとスチレン系熱可塑性エラストマーからなり、成形性の他にも透明性、柔軟性、耐熱性などの特徴を有する。

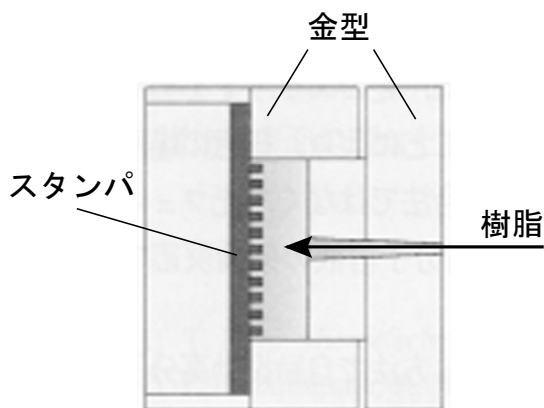


図1 射出成形金型

3. チップ構造

開発したマイクロチップについて、各部の構造を走査型電子顕微鏡観察した（表紙の写真および図2）。構造のエッジ部分にまで樹脂が充填され、スタンプ構造の凹凸が転写されるとともに、離型による変形等も見られず、設計した流路構造が正確に形成されていることを確認した。

またこのような流路チップの上部に蓋をした閉じた流路チップも開発した。微細な流路ゆえ、単純に接着剤で蓋を貼り付けると流路が埋まってしまうため、接着方法を考案して特許出願した。このようなチップの断面観察から、閉じた流路チップも問題なく作製できることを確認した（図3）。

4. おわりに

本報告の内容は、(株)リッチェルとの共同研究の成果であり、現在、この技術をもとにアプリケーションに向けたチップ開発を進めている。

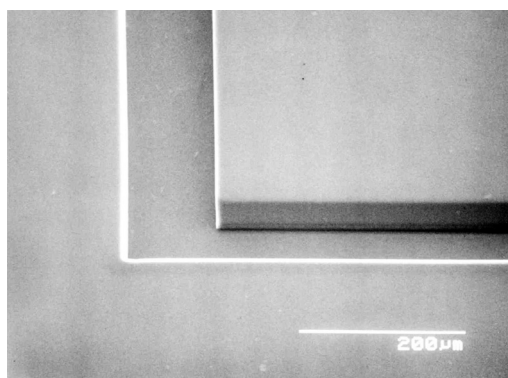


図2 マイクロ流路

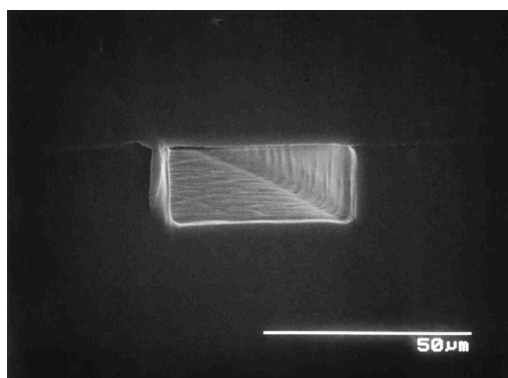


図3 マイクロ流路断面

三次元測定機性能診断に関する研究

中央研究所 加工技術課 主任研究員 吉田 勉

1. はじめに

三次元測定機 (Coordinate Measuring Machine 以下CMMと略す) は、ガイドの真直性やガイド間の直行性、スケールの取り付け方、そして、スケール位置と測定位置の離れにより生ずるアップ誤差などの幾何学誤差がある。これらCMMの誤差に対して、ボールプレート (Ball Plate以下BPと略す) など2次元ゲージを用いると、容易に少ない測定量で幾何学誤差が算出可能になる。BPは、CMMの精度より高精度に測定・値付けされる必要があるが、検査認定機関が国内に1箇所限定され、普及が困難な状況にある¹⁾。

そこで、CMMを用い、BPを反転法で測定・値付けする持ち回り測定が、産業技術連携推進会議知的基盤部会計測分科会において二回実施された^{1), 2)}。二回目に当センターも参加したので、そこで検討した事柄を紹介する。

2. CMMを用いた反転法によるBPの測定

BPには、ドイツRetter社製のBP (□420mmのプレートに、φ22mmの球25個が5行5列に83mm等間隔で配置・据付) を用いた。BPは、CMMのX軸に平行に設置した場合、それを各々X軸、Y軸、Z軸の回りに180°回転した場合の4通りの方法で、定盤上の同じ箇所に設置し、各球の相対位置を自動測定した。4通りに測定した各球の相対位置座標値について、平均値を求めた。一方、0.1μm以下の精度で校正された異なる3本のブロックゲージをCMMの定盤上にX軸に平行に設置し、各々測定した。ブロックゲージ長さのCMMによる測定値と校正値との相関から1次近似を行い比例項を求め、X軸のスケール補正值とした。同様に、Y軸の補正值も求めた。得られたスケール補正值を用い、BPを反転法で測定した各球の相対座標値を補正した値は、CMMのXY面上に投影された幾何学誤差が全て相殺・補正されていると見込める。

3. 測定結果及び考察

反転法で測定したBP各球の相対座標値をスケール補正した値について、校正値からの偏差を図1に示す。

図から、X軸についてはサブミクロン精度で良好に測定されているが、Y軸は長さに依存した大きな偏差がみられる。原因調査のため、異なる長さの4本のブロックゲージをCMMのX軸、Y軸に各々平

行に設置し、25回繰返し自動測定を行い平均値を求めた。測定長さの校正値からの偏差と、ゲージ長さとの関係を図2に示す。図から、測定値の校正値からの偏差は、Y軸の場合に近似直線からのずれ量が大きく、スケール誤差の定量化は困難と言える。その他のスケール誤差の補正方法として、球間隔がBPと同じ1次元ボールステップゲージを用いる方法がある¹⁾。この方法によるスケール補正は、比較測定で行うもので、BPの反転法による持ち回り測定結果は、良好で校正値からの偏差が小さかったようである¹⁾。

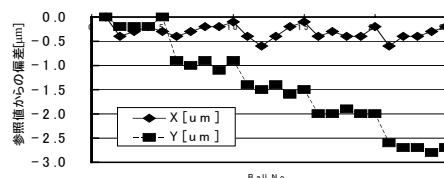


図1 反転法による測定座標値の校正値からの偏差

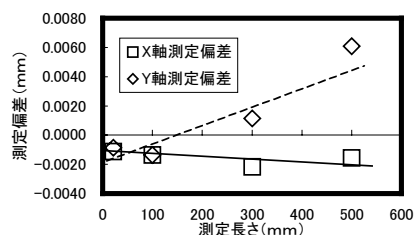


図2 ゲージ測定値とその校正値からの偏差

4. まとめ

CMMを用いたBPの測定・値付けを反転法で試みたところ、Y座標値の偏差が1μmを超え大きかった。そこで、ブロックゲージ測定によるCMMのスケール誤差定量化について調べたところ、Y座標値については非直線性が大きく、定量化が困難なことが判った。

謝 辞 持ち回り測定では、NMIJ 高辻利之様、大澤尊光様を始め、山梨県工業技術センター米山陽様、京都府中小企業総合センター坂之上悦典様、鳥取県産業技術センター木村勝典様より、ご教示・ご協力戴いた。

参考文献

- 1) 座標測定機用二次元幾何ゲージ校正に関する技術情報, 産総研計量標準モノグラフ, No.8, June.2005
- 2) 計測分科会形状計測研究会第二回ボールプレート持ち回り報告産総研計量標準報告, No.3, Vol.5, Nov.2006

知的ヒューマンインターフェースに関する研究

中央研究所 評価技術課 主任研究員 塚本 吉 俊

1. はじめに

複雑な操作なしに思い通りに機器が操作できるインターフェースは、高齢化や高度情報化が進むなかで、必要不可欠なものとなっている。また、インターネットの普及とともに、家庭内の情報化も進んでおり、ネットワーク経由で家電製品を遠隔操作する要望がある。

そこで、家電製品のリモコンを例に、音声による操作や、機器の動作状況、操作履歴等を判断し、利用者に応じた操作支援について検討を行った。

2. システム構成と動作試験

既存リモコンの信号を登録でき、コンピュータから制御可能な学習リモコンユニットを部屋に配置し、携帯情報端末 (PDA) からの指示で機器を操作するシステムを試作した。システム構成を、図1に示す。

PDAの操作インターフェースとしては、音声入出力 (図2(1)) とタッチパネル方式 (図2(3)) を提供している。音声方式では、手順を合成音声で出力し、操作コマンドを音声入力する。認識したコマンドは、無線LANで管理サーバに伝送され、所定の機器のリモコン信号を発振する。

また、管理サーバからの情報 (例えばインターネットから取得したテレビ番組表など) をPDAに表示させる (図2(2)) 機能も実装している。

操作コマンドは、表1に例示するように、対象 (〇〇を) と動作 (〇〇する) の2階層で音声認識させているが、テレビの選局はチャンネル番号より放送局名のように違いの大きいキーワードで認識させたところ、良好に操作ができることが確認された。

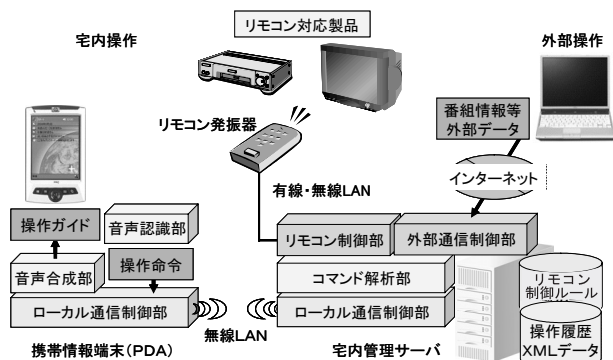


図1 音声対話リモコンシステム



(1)音声対話 (2)情報表示 (3)ブラウザ方式

図2 PDA操作画面例

対象	動作	放送局名
テレビを	つける/消す	NHK総合
ビデオを	見る/終わる	NHK教育
音を	大きく/小さくする	→ 北日本放送
チャンネルを	変える	富山テレビ
エアコンを	つける/消す	チューリップテレビ
照明を	つける/消す	
操作を	終わる	

表1 音声による操作コマンド例

3. おわりに

管理サーバでリモコンを集中制御することで、利用者は簡単な操作キーワードを発するだけで、関連する複数の機器の操作 (例えば「ビデオを見る」といえばテレビとビデオの設定ができるなど) を音声ガイドに従って行うことが可能となる。また、PDAの操作画面をソフトウェアで自動構築するので、あまり使わない機能は表示せず、よく使うボタンを大きくデザインするなど、利用者に応じたユーザビリティの向上にも寄与できる。

一方、管理サーバでは、操作状況や機器の動作状態を履歴として記録する。この履歴を解析することで、嗜好や操作の「くせ」の分析、次の操作予測などが可能となる。今後、利用者に合わせた支援を可能にする個人適合型システムや、情報セキュリティの精査とともに、ネットワークを介した家電等の総合管理システムへの応用を予定している。

ECRスパッタリング法による高性能透明導電膜の作製

中央研究所 評価技術課 主任研究員 本 保 栄 治
材料技術課 主任研究員 高 林 外 広*

1. はじめに

マグネトロンスパッタリング法は、大面積化は可能だが高性能な膜を得ることが課題である。また、ECRスパッタリング法は、高性能な膜が得られるが大面積化が困難なことが課題である。我々は、マグネトロンスパッタリング法と同様の磁石配置でECRプラズマを生成し、スパッタリングを行うことにより、大面積に高性能な膜の作製が可能な装置を開発した。

一方、液晶パネルなどに使用されている透明電極は、現在ほとんどがITOだが、インジウムは希少金属であり、高価格と枯渇が懸念され代替材料としてAl添加ZnO(AZO)が有望である。しかし、AZOは成膜条件が難しく、通常のスパッタリング法では高性能を得ることが困難である。そこで、開発した装置をAZO膜の作製に適用したのでその結果を報告する。

2. ECRスパッタリング装置の開発

ECRプラズマ生成のためにシミュレーションにより磁場計算を行い、磁石配置を決めた。図1は、開発した装置の概略図である。磁石は中央をS極、周りをN極のSm-Co磁石で取り囲む配置とし、磁石の幅は30mm、ターゲット面は直径125mmとした。マイクロ波の放射は、Tバーアンテナによって行う。図2は、ECRプラズマ生成の様子である。本装置でスパッタリング成膜することにより、広い範囲(φ50mmで膜厚分布10%以内)に、高速(成膜速度50nm/min以上)に成膜することができた。

3. 高性能透明導電膜の作製

本装置により、5wt%Al₂O₃添加ZnO焼結体をターゲットとして、非加熱のライドグラスへ成膜を行った。代表的なスパッタリング条件は、Arガス圧0.07Pa、投入マイクロ波電力700W、ターゲット電圧-250Vである。図3に示すように、膜厚400nm以上では、抵抗率 $4 \times 10^{-4} \Omega \text{ cm}$ と低下する。低抵抗化の要因として、膜厚の増加とともに、残留応力の緩和と結晶子サイズの増加が見られた。

4. おわりに

開発したECRスパッタリング装置を使用しAZO膜を成膜して、基板加熱なしで面抵抗値 $10 \Omega / \square$ 以下の透明電極を数分間で作製することが可能であった。今後、装置構成や成膜条件を検討して、さらに低抵抗で均一な膜の作製技術の開発が望まれる。

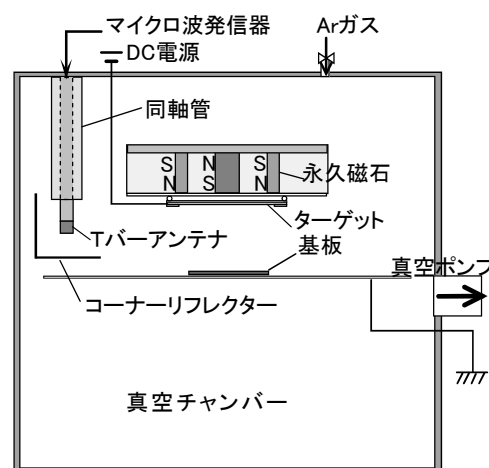


図1. ECRスパッタリング装置の概略図

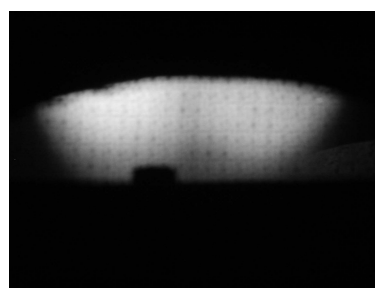


図2. ECRプラズマ生成の様子

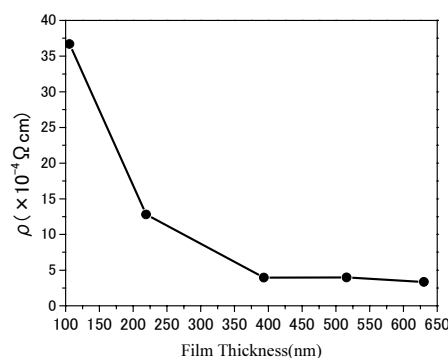


図3. 膜厚による抵抗率の変化

換気衣服の開発に関する研究

生活工学研究所 生産システム課 副主幹研究員

副主幹研究員

富山県国際健康プラザ国際伝統医学センター

金沢大学 教育学部 教授

野和 智 弘
田 尻 猛
永 田 晟
松 平 男

1. はじめに

各種の作業環境において、劣悪な環境での作業を強いられる場合が多くある。たとえば高所での作業、農薬散布、冷凍庫内作業、高温・高湿度作業など。これらに対し安全に作業ができるように衣服を開発することは、衣服本来の意義として重要なことである。これらの作業にはそれぞれ特有の動作がともなっており、その動作を利用し、換気機能を有する衣服ができるのではないかと考えた。

動作と換気の関連について検討するため、実験着を試作し、着用試験を行った結果について報告する。

2. 実験

(1) 試作品について

富山県内企業が開発した高吸水性繊維物を材料に、暑熱環境下での労働を意識した衣服を試作した。試作品は、バスローブをさらに大きく仕立て、ゆとりを持たせた構造とした。更に体の動きにより衣服内の空気の移動性を高めるため、肩から試作品をわずかに浮かすことができる肩スペーサーも試作した。これも富山県内で生産されているニット生地を用いた。

(2) 着用試験について

試作品の効果、性能を評価するため被験者6名による着用試験を行った。温度25℃、湿度50%RHの環境および温度30℃、湿度60%RHの環境で軽度の運動を行ったときの脈拍数の変化、1拍動毎の血圧変化などの生体情報および衣服内の温度湿度の変化を計測した。なお、運動は足踏みとし、試作品のみを着用したときは腕を前後に振る動作、更に肩スペーサーを用いたときは腕を左右に振る動作を併せて行った。

3. 結果

図1は試作品のみを着用した時の湿度の変化を示す。図2は試作品および肩スペーサーを着用したときのものである。足踏み、腕振り等の動作により湿度の低下が確認できる。また、肩スペーサーを着用すると衣服内の湿度を大きく低下できることがうかがえる。

また、試作品のみを着用した時、さらに肩スペーサーを着用した時の血圧や脈拍数について比較すると、肩スペーサーを使用した場合、脈拍数、血圧ともに低下が確認でき、体への負荷が少なかったものと考えられる。

4. まとめ

試作品を着用したとき、運動により衣服内の空気が移動するため温度・湿度ともに下がることがわかった。また、肩部に装着した肩スペーサーも衣服内湿度の低下に効果があった。

今後はこの結果を基に新たな衣服材料の検討や、開口部の大きさ・位置、衣服形状（デザイン）の検討を行い、体の部位の動作と換気効果などについてさらに検討したい。

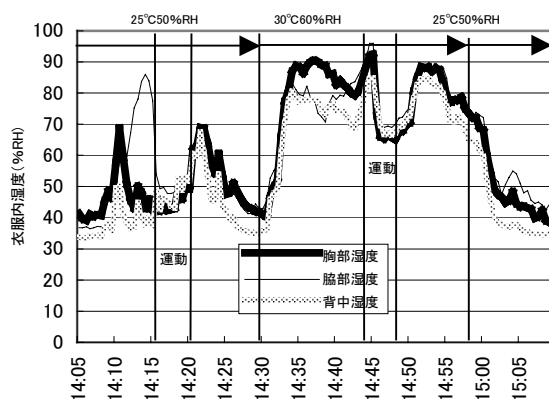


図1 試作品のみ着用時の湿度変化

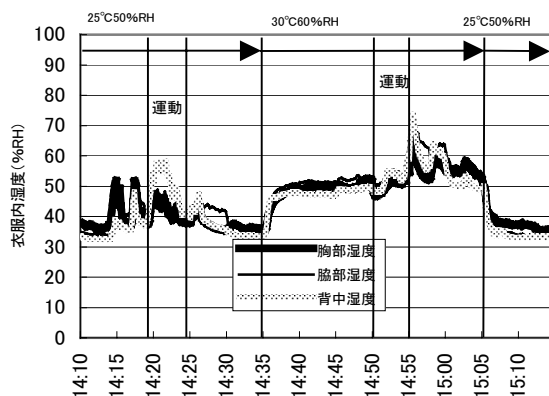


図2 試作品及び肩スペーサー着用時の湿度変化

揮発性有機化合物(VOC)用ガスセンサの開発

機械電子研究所 機械システム課 課長 角崎雅博

1. はじめに

近年の省エネ対策として行われている高断熱・高气密化により、住宅における室内空気環境が悪化し、シックハウス問題が顕在化している。そのため、平成15年7月の改正建築基準法により、例えば住宅の場合、換気回数0.5回／時間の換気が義務付けられたものの、省エネの観点から換気負荷を低減しつつ、かつ改正建築基準法が求める健康性の確保が必要となってきた。

そこで、上記対策を考慮した本研究の目標システムを図1に示す。まず、高感度のVOCを検出するセンサを開発し、次に、そのVOCセンサを用いて室内環境のモニタリングを行い、室内換気システムを組み合わせることで、室内を清浄に保ち、かつ効率的換気を行うことで省エネも同時に達成できるシステム開発を共同で行うというものである。

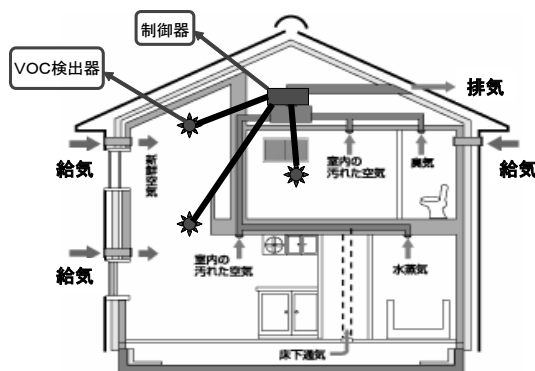


図1 VOC検出器による換気制御システム

2. T-VOCとは

富山県工業技術センターの課題は、揮発性有機化合物の総量（数十ppbレベル）を検出するセンサ、Total(T)-VOCセンサの開発にある。図2は（独）建築研究所が行った、住宅内の空气中VOC濃度の実測値例である。図から、VOCにはホルムアルデヒドやトルエン、キシレンを始め、たくさんの空気汚染物質が含まれていることがわかる。しかし、現在のところ、検出目標となるT-VOC自体の定義についてはまだ十分定まっていない。なお、厚生省の「シックハウス問題に関する検討会」の中間報告では、T-VOCはガスクロで同定した化合物の濃度合計（必須約40種類）と、未同定のVOCについてはトルエン量に換算した合計濃度の和とすることを提案した。

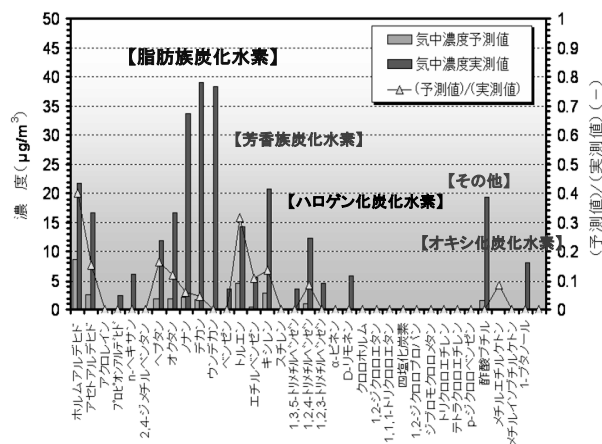


図2 住宅内の空气中VOC濃度実測値

3. T-VOCセンサの開発

上述したガスクロを用いた測定法では、精度良く測定できても室内環境モニタリングセンサとはなりにくい。そこで、当センターでは酸化物半導体を用いて、ppbまで検出可能な高感度VOCセンサの研究開発を行っている。センサ材料としては、これまでの研究からVOCに感度の高かった SnO_2 、 WO_3 、 ZnO 、 In_2O_3 の4種類のセンサを作製し、約40種類のVOCに対する検出能力を評価した。

その結果、どのセンサもアルコール類を含むオキシ炭化水素系ガスには高感度であり、オクタンなどの脂肪族炭化水素系は感度が低いこと、また芳香族系には WO_3 、オキシ炭化水素系には SnO_2 が高感度であることなどがわかった。しかし、いずれの酸化物も万能でないため、現在、表面修飾など様々な手法を用いて感度向上等を目指し研究継続中である。

4. おわりに

本研究は、(独)NEDO技術開発機構が公募した「揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発」に対して、委託先として受理された(独)産業技術総合研究所、松下電工㈱、(独)建築研究所のグループのうち、産業技術総合研究所から再委託された研究であり、H17年10月から研究を始めた課題である。

生体材料の微細パターン形成とその応用技術

機械電子研究所 電子技術課 主任研究員 横山 義之
主任研究員 牧村 めぐみ

1. はじめに

近年、DNAチップに代表されるように、一つのチップ上に、生体材料（DNA、タンパク質、細胞）を配列・集積化したデバイス（バイオチップ）が注目を集めている。また、生体の失われた組織（皮膚、肝細胞、神経）を人工的に基板上で培養し再生を目指す再生医療工学も脚光を浴びている。本研究では、生体機能解析や再生医療への応用を目指し、生体材料を基板（チップ）上の所定の位置に微細パターン形成する技術、更には、回収する技術を検討した。

2. 包接型バイオチップの概要

温度応答性高分子であるN-イソプロピルアクリルアミドポリマー（以下NIPAAm）は、温度変化に伴って、膨潤⇔収縮を引き起こし、体積が変化する。この特徴を利用して、生体材料を掴んだり、放したりすることのできるチップの開発を行った。その概要を図1に示す。このチップでは、チップ温度を低温（20℃）にすると、チャンバー（穴状の小部屋）を形成しているNIPAAmが膨潤し、穴の直径が狭まることによって、生体材料を穴内部で掴む・固定することが可能となる。それに対し、チップ温度を高温（36℃）にすると、NIPAAmが収縮し、穴の直径が広がることによって、生体材料を穴内部に取り入れる、または、再び外部に取り出すことが可能となる。このチップを用い、生体材料の微細パターン化を試みた。

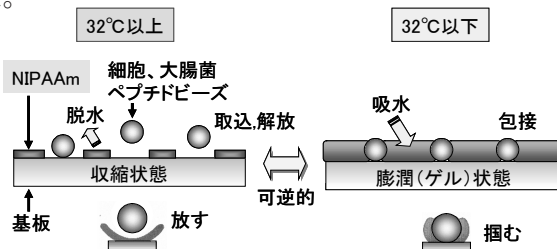


図1 NIPAAmを用いた包接型バイオチップ

3. 包接型バイオチップの作製プロセス

はじめに、微細加工と量産性に優れたフォトリソグラフィを用いて、NIPAAm膜をチャンバー形状に直接パターンニングできるように、NIPAAmに感光性を持たせた新規フォトレジストの開発を行った。次に、開発したNIPAAmレジストに、フォトリソグラフィを用いてネガ型パターンを転写し、直径10 μm、ピッチ15 μm、深さ3.5 μmのチャンバーパター

ンを、ガラス基板上に約40万個作製した。作製したチップの外観を図2に示す。

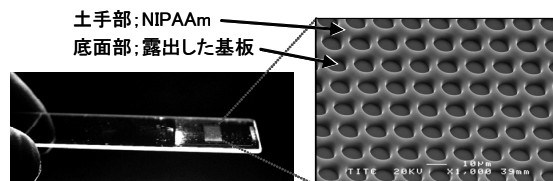


図2 包接型バイオチップの概観

4. リンパ球細胞の固定化

実際の生体材料として、Bリンパ球細胞（直径; 6 μm）を用い、チップの包接機構の検証を行った。はじめに、チップ温度を36℃に保持した状態（穴が開いている状態）で、細胞懸濁液を滴下し、細胞の自然沈降を数分待った。次に、チップ温度を20℃に下げることにより、NIPAAmを膨潤させ、穴の中に落ち込んだ細胞をしっかりと掴んだ。その後、20℃の生理食塩水でチップを洗浄し、掴まれなかった余分な細胞を洗い流した。その結果、チャンバー内に細胞をそれぞれ1個ずつ分離して固定化することができた。チャンバー内部に包み込まれた状態のBリンパ球の観察像を図3に示す。チャンバーが柔らかいゲル状であるため、細胞は潰されずに球状を保っていることも確認された。この包接型チップにより、約38万個のBリンパ球を1チップ上に高密度に配列させることができた。

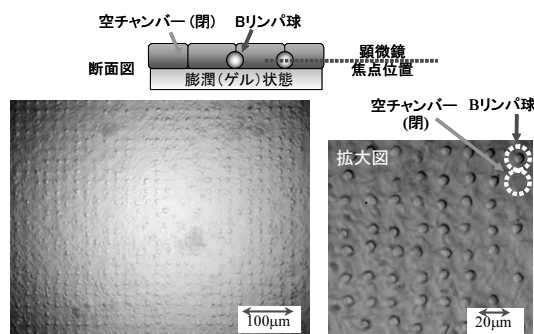


図3 チップ上に固定化されたBリンパ球

5. おわりに

本研究は、知的クラスター創成事業「とやま医薬バイオクラスター」の成果であり、現在、この技術をもとに、抗体医薬開発を目指したBリンパ球のスクリーニングシステムの開発を行っている。

テキスタイル用インクジェットプリント

生活工学研究所 生産システム課 副主幹研究員 西田 公 信

1. はじめに

近年のコンピュータ技術の発展により、インクジェットプリント技術は、広範囲の分野で普及しています。家電製品や自動車計器、アミューズメント機器のパネル印刷といった、インダストリアルプロダクツ分野、街角や運送車両に見られる壁面装飾等のサイングラフィック分野がそれです。

そして、テキスタイル染色業界でも無版化やデザイン修正の容易性といった特徴により、かなりの普及がみられています。当研究所にも導入されましたので、その概要について紹介します。

2. プリンタの要求特性

テキスタイル分野では、他の使用分野と違い、独特の要求特性があります。それは高い信頼性です。一度事故が起きると、紙なら数枚単位の損失で済みますが、テキスタイルでは、連続プリントの場合、数10メートル単位での損失となります。当研究所は、フラットベッドで、ピース物用です。

また、布の厚みや多種の素材（合成繊維、綿、絹など）、伸縮性や混紡等の特徴に対応できることが必要です。さらにインクに関して、素材への対応に加え、堅牢度の高さも要求されます。

3. 従来プリントとの比較

従来のプリントと比較すると、インクジェットプリントの特徴ともいえるデザインの製作、編集、修正、入力には、電子機器・媒体を使用しますので、製版作成作業（版下・スクリーン等）が不要になります。

しかし、プリント工程の中で重要な点が付加されます。前処理工程がそれです。

使用するインクが水系、溶剤系どちらにしても、ノズルヘッドでの詰りを解消するために低粘度化する必要があります。そのままでは、滲みや走査縞、ボタ落ちといった問題が起きますので、プリントするテキスタイルには、予め前処理が必要になるのです。



図1 インクジェットプリンタ

4. インクジェットプリントの利点

- (1) 製版製作工程が省略できますから、1枚からの製品製作が可能で、試作品作成や数枚程度の少量多品種生産に威力を発揮します。
- (2) 納期も短くなり、これにより在庫を持たなくても必要に応じた生産体制が取れることになります。
- (3) 型が不要ですから、デザインの自由度が向上し、より細密で付加価値の高い製品の生産が可能になります。
- (4) その他として、水の使用量が少ないことから排水が軽減でき、作業環境も向上します。さらに熟練性の低減、省スペース生産などが挙げられます。



図2 デザインの編集画面

5. インクジェットプリントの欠点

- (1) プリントスピードは、数 m^2/h で、大量生産には向きません。
- (2) インクは、粘度管理とインク分子の粒径調整、専用カートリッジ化によるヘッドとのマッチング以外にも、性能や信頼性を維持するために、染料溶解（分散）剤、浸透剤、促染剤、均染剤、安定剤等を添加する必要があり、高価なものにつきます。
- (3) 色再現性が低い。
- (4) 毛羽立ったものや伸縮性のあるもの、混紡製品等工夫を要する素材があり、素材の選択が重要になります。

6. まとめ

インクジェットプリンタの持つ特徴を、よく理解し、使用していけば、その利用分野は、単にテキスタイル分野に止まらないかもしれません。多くの方に使用していただきたいと思っていますので、担当者までご相談ください。

FDTD解析法プログラミングについて

機械電子研究所 機械システム課 副主幹研究員 浅田 峯 夫

1. はじめに

電波は目に見えない物理現象の一つのため、その本質はなかなか理解できにくく、電波を利用した機器開発には参考書の難解な理論計算式に頼るか、試行錯誤とならざるをえません。そこで、別のアプローチとして設計を支援するのが電波シミュレーションです。その中の一つであるFDTD解析法（時間領域差分法）は、アルゴリズムが簡単なため、電磁気学の基礎知識があれば誰でも有効なプログラムを作成できるのが特長です。これまで、計算時間と大きなメモリが必要ななどの理由で敬遠されがちでしたが、パソコンの高性能化にともない、身近なパソコンにFortranなどの開発環境をインストールすることで、電波の性質を理解するのに役立つレベルから、基本計算ツールにまで変身させることが可能となりました。FDTD法の詳細な解説や公開プログラム例は下記の参考文献を参照いただき、ここでは、FDTD法の概要と、プログラム作成のポイントについて報告いたします。

2. プログラミングの留意点

FDTD法は、図1に示すように、解析空間を格子状（セル）に分割して電磁界を配置します。そこで、マクスウェルの電磁界方程式を、時間的、空間的に離散化し、Yeeアルゴリズムを適用することで基本プログラムを作成します。このとき、電磁界のプログラム上の配列 (i,j,k) と解析空間の x,y,z 座標における配置とを対応させることがポイントです。すなわち電磁界は格子点の位置ではなく、格子点と格子点の間に配置されており、しかも、電界はセルの各辺に沿って、磁界は面の中心に垂直に配置されていま

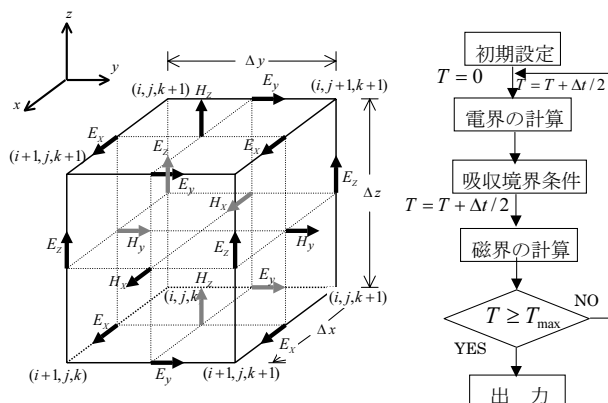


図1 3次元FDTD単位セル

す。また、導体や誘電体は電界に、磁性体は磁界に対応しており、媒体モデルを配置するときも共通しています。この点をおろそかにしてプログラムを作ると、境界付近で異常な計算結果となって現れます。次に重要なのは、限られた解析領域で自由空間を実現するための吸収境界条件です。一般的なのは、Murの吸収境界条件で、高性能なのはBerengerのPMLといえますが、入門的にはMurの1次&2次の吸収境界条件で十分だと思われます。6面の吸収境界面で、頂点のみ残すくらいがベストです。

また、理想的なセルサイズは媒質内部の最小波長の1/10以下、時間ステップはCourantの安定条件から計算します。周波数解析では、セルサイズが小さくなるに従い分解能が悪くなります。

今回、プログラムの作成にあたり、まず、数値演算ソフトMapleの3Dアニメーション機能を利用して吸収境界条件を含めたプログラム全体を検証し、計算時間を短縮するため Fortran言語を用いて実行しています。図2に、解析例として一辺の長さが45cmの正方形ループアンテナにガウシアンパルスを与えたときの給電電流と入力インピーダンスを示します。以上のFDTD法概要のご質問・ご相談につきましては、担当者までご連絡ください。

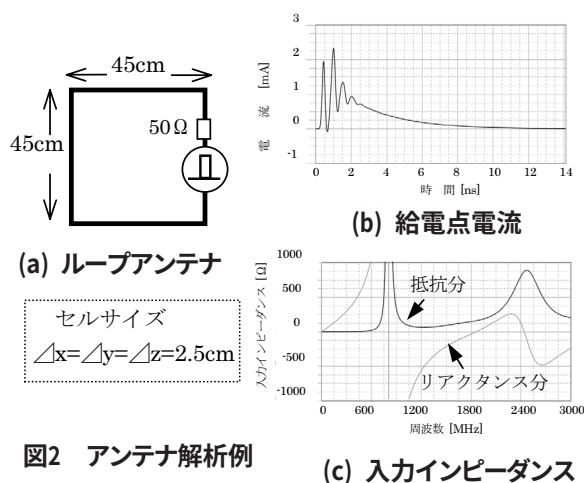


図2 アンテナ解析例

参考文献

- 1) 宇野「FDTD法による電磁界およびアンテナ解析」
- 2) 荒井「新アンテナ工学」p162～
- 3) 橋本「実践FDTD時間領域差分法」

プラスチック系廃棄物を利用した透水性舗装の 中国での事業化の可能性について

生活工学研究所 製品科学課 主任研究員 水野 渡

1. はじめに

プラスチック系廃棄物は全地球規模の環境問題や資源問題を引き起こすとともに、環境対応型の企業活動を進めるためにも大きな課題となっています。田中興産(株)(射水市、<http://www.tanaka-kousan.co.jp/>)と工業技術センターでは、リサイクルが進まなかったFRPと熱可塑性樹脂、石炭灰から人工砕石を製造する技術と、この人工砕石を用いた透水性舗装材および透水性ブロックの製造に関する技術の開発に平成12年より取り組んできました。これらの技術については、田中興産(株)と富山県などの共同出願として特許化を行うとともに、エコマーク、富山県認定リサイクル製品、富山県トライアル発注商品などの認定を受けながら事業化を進め、昨年5月には田中興産(株)が人工砕石の製造等を行うためのリサイクル工場を建設しました。

このように事業化を進める中で、昨年夏、元正創聯貿易有限公司(北京市)より北京における透水性舗装の事業化とそれに必要な技術供与の要請がありました。公司では、透水性舗装材が透水機能による環境性能に加えリサイクル材料である人工砕石を使用したものであることに非常に興味を持っており、北京の都市開発の進展や2008年のオリンピックの開催に合わせて、透水性舗装材の事業化を行い、中国における環境対応都市化を進めていきたいとのことでした。このため、中国における透水性舗装材施工における技術的可能性と事業化の可能性について検討することとなり、昨年秋に田中興産(株)山本社長に同行し、北京で試験施工等を行いました。ここではその概略を紹介します。

2. 北京における検討

訪問は11月15日から4日間で、試験施工と公司やその企業関連企業との情報交換を行いました。

試験施工は、北京市西城区政府職員アパート敷地内において約12m²の面積を行いました。施工は、日本で田中興産(株)が行っている工程で行い、ほぼ満足した結果が得られました。しかし、今回設備類は現地の一般舗装用のものを使用したため、作業に時間がかかるなどの問題があり、今後大規模に施工する場合には材料の配合や工程を今回の結果をもとに再度検討することとなりました。

また、関連企業との情報交換として、北京市高強混凝土有限責任公司を見学しました。この企業は、100万t/年の生コンクリートの生産量があり、中国で5位の企業とのことでした。ここでも透水性舗装の研究を行っており、現在、歩道の表層ブロック保持用下層透水性路盤として試験施工しているとのこと、透水性舗装の強度向上手法や大規模施工方法について積極的に情報交換を行いました。

これらの検討で人工砕石を使用した透水性舗装を中国で事業化することは十分可能であるとの感触を得ることができました。さらに事業が拡大すれば、将来中国においてリサイクル製品として人工砕石や透水性ブロックを製造する夢のある計画も話し合われました。

3. 謝辞

今回このような機会を作っていただいた、田中興産(株)山本社長、元正創聯貿易有限公司姚元元さん、各関係機関の皆様に感謝します。



図1 施工後、着色した試験施工地



図2 試験施工時、技術指導を行う山本社長
(右から2人目)

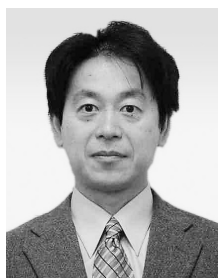
受賞者 & 表彰者紹介



当センター中央研究所加工技術課 川堰宣隆研究員が「社団法人日本機械学会 生産加工・工作機械部門研究業績賞」を受賞しました。

富山大学と当センターが共同で行った「ナノスケール機械加工と化学エッチングを併用した3次元極微細構造形成に関する研究」の成果が評価されたものです。

摩擦顕微鏡やイオンビームによるナノスケール加工と化学エッチングを併用することで、これまで作製が困難であったマイクロ・ナノメータスケールの3次元構造を、高能率に作製する技術を開発しました。



当センター生活工学研究所 水野渡主任研究員(写真左)と
商工労働部商工企画課 佐伯和光主任 技術吏員(写真右)と
が、平成18年度富山県優良職員表彰を受表彰しました。

プラスチックのリサイクル技術の研究に取り組み、県内企業と共同で、人工砕石や透水性舗装材の開発と実用化を図るなど産業振興に寄与したことが、評価されたものです。

県有特許の活用について

スパッタ法により高品質な膜を作製する次の県有特許技術をご利用ください。

- ・「マグネトロンスパッタ装置と膜形成方法」(特許第3796517号)

本特許技術は、スパッタ法の高エネルギー状態での膜堆積を行なう長所をいかすため、スパッタカソードに磁気回路や浮動電位による電子封じ込め機構などの改良を加え、従来のものより高真空で動作する機能を持たせて、密着性に優れた緻密な膜を作製できるようにしたものです。その用途として、TiNなどの硬質薄膜、低抵抗な金属電極膜、酸化物透明電極膜など多くの応用があります。

実施の際には、実施契約の締結が必要となります。お問い合わせは、材料技術課の岩坪(いわつぼ)までご連絡願います。

技術情報 No.101

編集発行 富山県工業技術センター企画情報課

2007年1月発行

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

富山県高岡市二上町150 (〒933-0981)

TEL (0766)21-2121

FAX (0766)21-2402

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

印刷所 キクラ印刷株式会社