samco NOW®

VOL.78
2012.JUN.
Quarterly

発行所　サムコ株式会社
京都市伏見区竹田藁屋町36
☎(075)621-7841
発行者　辻　理
編集・企画協力　アド・アソシエイツ株式会社

www.samco.co.jp

MEMS特集号

●表紙写真／祇園祭山鉾巡行（役行者山）［四条通周辺］　7月17日（火）

7月は祇園祭一色の京都。ハイライトは目を見張るばかりの豪華な懸装品をまとった山や鉾の巡行です。役行者山の御神体は修験道の開祖である役行者（中央）、一言主神（正面に向かって左）、葛城神（同右）です。これは、役行者が一言主神を使って葛城と大峰の間に橋を設けたという故事に由来しています。御神体人形が大きいので山も一回り大きくなっています。

撮影（c）中田昭

マイクロマシン/MEMS展 第23回 お知らせ

Exhibition
Micromachine/MEMS

会　　期	7月11日(水)～13日(金)
会　　場	東京ビッグサイト　東2ホール
ブースNo.	D-01

第22回マイクロマシン/MEMS展の様子

来る7月11日から13日までの3日間、マイクロ・ナノ技術の基礎研究から応用、デバイスの開発製造を担う研究者、およびデバイスのユーザーであるメーカーの開発者が世界規模で一堂に会する『マイクロマシン/MEMS展』が開催されます。

MEMSは、スマートフォンや自動車用途での需要の拡大のほか、医療・バイオなどの新規分野への採用が進んでおり、市場拡大が予想されております。本展示会はMEMSに関する最新動向やマーケティング情報を発見する絶好の機会となります。また、サービスロボットの製造技術に関する見本市『第3回ROBOTECH次世代ロボット製造技術展』も併設され、盛況になることが予想されます。

当社は、業界をリードする研究開発用高性能MEMSエッチング装置『RIE-400iPB』や、量産機能を有する『RIE-800iPB』、3次元LSIプロセスへの応用で高く評価されているTEOS-SiO_2膜形成用プラズマCVD装置『PD-330STC』を最新の技術データとともに紹介いたします。

東南アジア・インド市場の体制を強化、ベトナムにサービスオフィスを開設

当社は、東南アジアとインド市場の拡大を見込み、2012年5月にベトナムのホーチミン市にサービスオフィスを開設しました。東南アジアとインドにおける製品の技術サービス、メンテナンスなどを担当します。

当社は、電力不足の切り札として注目されるパワーデバイスやLEDなどの環境エレクトロニクス向けを中心にCVD装置やドライエッチング装置、ドライ洗浄装置などを製造・販売しています。成長が見込まれる東南アジアとインド市場の開拓を積極的に進めるため、2011年1月には、シンガポール支店を開設しました。現在、東南アジアとインドでの販売は研究開発用途の装置が中心ですが、生産用途の装置の引き合いも増加しており、今後の販売拡大が見込まれます。

今回開設するベトナムのサービスオフィスと営業を担当するシンガポール支店を連動させ、これらの地域の営業力およびサービス能力を強化し、研究開発用途と生産用途のそれぞれの装置需要を取り込んでいきます。また、ホーチミン市のベトナム工科大学とも連携し、技術交流を積極的に行い、事業を支える優秀な人材の確保や育成の拠点としても活用してまいります。

Samco-Interview

プロフィール

1995年　東京大学工学部 卒業
1997年　東京大学大学院工学系研究科 修士課程 修了
2000年　東京大学大学院工学系研究科 博士課程 修了
2001年　東京大学生産技術研究所 講師
2003年　東京大学生産技術研究所 助教授
2005年～2009年　科学技術振興機構さきがけ研究者
2007年～　東京大学生産技術研究所 准教授
2008年～　東京大学生産技術研究所 バイオナノ融合プロセス連携研究センター センター長

東京大学　生産技術研究所 准教授　竹内（たけうち） 昌治（しょうじ） 先生

今回のSamco-Interviewは、東京大学生産技術研究所を訪ね、バイオナノ融合プロセス連携研究センター センター長の竹内昌治先生に生体と機械の融合のご研究についてお話を伺いました。

ご研究内容、テーマについてお聞かせください。

学生のころからずっと、MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）の研究をしています。MEMSの中でもバイオMEMSと言われる分野で、DNAやたんぱく質、脂質、細胞といった生体材料をMEMSの中に組み込んでセンサやアクチュエータ、リアクタ等を作ろうという研究です。最近では、生体材料をMEMSを介して加工して、移植医療や創薬に応用できるようなデバイスを提供するといった研究が中心となっています。特に、流路を作って液体を流すマイクロ流体デバイスを中核技術に色々なものを作っています。

研究テーマは「MEMS/マイクロ流体デバイス」をはじめ、「膜たんぱく質チップ」「体内埋め込み型センサ」「三次元細胞組織構築」「人工細胞」「バイオハイブリッドデバイス」「神経インターフェイス」等の研究に注力しています。例えば「膜たんぱく質チップ」の研究は、マイクロ流体デバイスの技術を使って、微細な流路の間に小さな穴を作り、人工的に細胞の膜である脂質の二重膜を再構成するというものです。膜たんぱく質というのは、細胞が持っている非常に高感度なセンサのことで、デバイス中に膜たんぱく質のセンサを再構成できると、細胞と同じようなセンシングのできるチップになります。細胞のセンシングとは、目や鼻や舌による光や匂いや味の感知のことです。たんぱく質のセンサをデバイス中に組み込むことで、超高感度で選択性の高いセンサが作れると考えています。実用化への試金石としてまず、ロボットの匂いセンサを作りました。小さいチップの中に固定した細胞に膜たんぱく質を人工的に発現させて匂いセンサを作ります。すると、細胞でしか嗅げなかった匂いに対して反応するロボットができます。介護・福祉分野では、ヒューマノイドロボットのサービスの性能を上げるため、人間密着型というのが叫ばれていますので、人間と同じように匂いが嗅げればそのサービスも向上すると考えています。

また、「体内埋め込み型センサ」の開発にも本格的に乗り出しています。私達は生体との適合性のいい「ハイドロゲル」というこんにゃくゼリーのような材料を使っています。ゲルを微細加工する技術というのはこれまであまり無かったのですが、MEMSを使うと非常に精密に制御できます。そのゲルで均一直径のビーズやファイバーを作ると、低侵襲※で簡単に身体の中に埋め込むことができ、ゲルの中には様々な機能を組み込むことができます。例えば、ゲルの中に血糖値に応じて蛍光の強度が上がるような機能を持たせることができ、それをファイバーにして、ねずみの耳の内部に入れます。そうすると、実際にねずみの血糖値が上がると耳が明るく光ります。その光を体外で計測できるようにすれば、24時間連続して血糖値をモニタリングできるセンサになります。これもMEMSに流路を精確に作ることによって成し遂げられる話なのです。

総じて言うと生体を加工するとか、生体を測るのにMEMSやマイクロ流体デバイスの技術を駆使して実現しているというのが私達の研究です。そして、最終的には生体材料を使ったものづくりを目指しています。普通のねじやばね、金属やプラスチックによるものづくりではなく、たんぱく質やDNAや細胞といった生体材料によるものづくり、それを行う時にMEMS技術がどう貢献できるだろうというアプローチで研究しています。MEMS技術を使えば、マイクロ流体デバイスも小型センサも作製できますし、微細な穴や容器も容易に作れます。また、その技術を活かして初めて生体材料は扱いやすく加工できるようになります。これらの扱いやすくなった生体材料をデバイスに組み込むことによって、再生医療や創薬、あるいは埋め込みセンサへの展開が期待できます。様々なアプリケーションを考えて、私達の研究は進んでいます。

※【侵襲】手術・けが・病気・検査などに伴う痛み、発熱・出血・中毒など、肉体の通常の状況を乱す外部からの刺激のこと。

ご研究を始められたきっかけと経緯についてお聞かせください。

生体と機械の融合というところは学生のころから興味を持っていました。生物を使って何かしたいと。学生時代、下山勲先生の研究室では、昆虫の中に電極を入れ、自由行動下の昆虫から神経電位を計測するための微小電極の研究をしていました。その後、生産技術研究所に来てからたんぱく質や細胞といった生体材料に触れる機会が多くなっていきました。生体材料は、機械屋にとっては非常に扱いづらい材料です。金属やSiはスパッタやエッチングで加工できますが、細胞はそういうわけにいきません。そこでまずは細胞やたんぱく質をMEMSプロセスに組み込むにはどうしたらいいかと考えました。Siウエハーにパリレンの薄膜をCVDで成膜して、サムコさんのRIE-10NRやFA-1で穴を開けます。その穴にたんぱく質を乗せたあと、パリレンを剥がすと、たんぱく質がその穴の開いたところにだけできます。このような生体材料の選択的なパターニング技術を開発してきました。そうしているうちに、マイクロ流体デバイスの技術が盛んになってきて、私達もそれを取り入れようと考えました。微細な世界だと簡単に層流を作ることができるので、比較的容易に流体を制御することができます。流体のハンドリングと私達のパターニング技術を上手

く利用すると、小さな穴に脂質の二重膜を再構成できるようになります。脂質の二重膜を再構成する技術というのは60年程の歴史があるのですが、全て熟練した技が必要となっていました。私達のアプローチだと、誰でも簡単に脂質の二重膜が張れるので、今では世界中で使われるようになっています。

今後のご研究の展望についてお聞かせください。

今の研究は従来のMEMSの研究とは全く違います。生体材料を扱い、生体材料を加工するためにMEMSを使っているので、MEMSが主役でない部分も確かにあります。ですが、私はMEMSの発展する方向として、様々な異分野の研究に活用できるようにしたいと考えています。生物や化学の研究をしている人が当たり前のようにMEMSを使う時代がそろそろ来ると思っているのですが、そのときに、異分野の人たちがうまく使えるようなMEMS技術を提供できるようにしていきたいというのが一つのアプローチ。もう一つは、機械系の人々が今まで敬遠しがちだった生物や化学の分野の材料を、簡単に扱うことができるようにしたい。細胞は形も変形するし、設計論に組み込むにはあまりにも難しい部品ですが、例えば均一直径のビーズやファイバーという規格化された材料にすることで、既存のものづくり技術に組み入れることができます。また、生体材料をMEMSの小さな穴を使うことで再現性よく安定して作れるような技術を開発することで、扱いにくかった生体材料を扱いやすくしていきたい。そうすれば、例えば生産現場の人でも容易に生体材料を用いたセンサを作ることができます。生物や化学の人にMEMSを使ってくださいというアプローチと、機械の人が生物や化学に入っていけるようにつないでいきたいということが、私の大学人としての方向性です。

日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか?

異分野融合型の研究を推進しています。私の研究者としてのバックグラウンドは機械工学や機械情報工学ですが、分野にこだわらずに研究を進めていく方針のため、今私の研究室には、化学や物理、分子生物学、メディアアート、移植医療など様々なバックグラウンドの人が入っています。異分野融合研究が正解かどうかはわかりませんが、ある一つの研究スタイルだと考えています。最初は、その分野によって使っている言葉、あるいは考え方も全然違います。工学系の人間は「つくるため」に研究していて、生物の人たちは「わかるため」に研究しています。つくる側とわかる側というのは、目指す方向が全く違うこともあるのですが、ずっと同じ釜の飯を食べていると、その人達がわかりあえてくる。そうなって初めて、楽しい共同研究ができたり、新しい切り口で何か作り出したりすることができます。それがこの研究スタイルのおもしろいところだと思います。

例えば血糖値センサを製作するときに、私達にとってゲルを加工してビーズやファイバーを作るのは非常に簡単な技術なわけです。しかし、それをねずみの耳に埋めるということは非常に大変な作業だったわけです。動物の飼い方や麻酔のかけ方や、どうやって切って、どうやって入れるのかというのは、全然考えもしなかった。しかし、移植医療のお医者さんがラボに加わると、動物の飼い方もわかるし、人の手術もできるくらいですから、もちろんねずみの耳に埋め込む手術も簡単に安全に行うことができます。この長期埋め込み型血糖値センサというのは技術的な課題も多かったのですが、そんな先生方と協力することで成果を出すことができました。そういった経験から、異分野が融合すれば色々な新しい切り口で研究に取り組むことができて、思いがけず研究が進んでいくなと思っています。そういうテーマを取り扱うにはいい体制になっていると感じています。

サムコの装置のご感想をお聞かせください。

FA-1とRIE-10NRを使用しています。FA-1は私が研究室を作って、ほとんど最初に購入した装置です。BEANS(異分野融合型次世代デバイス)プロジェクトやKAST(神奈川科学技術アカデミー)など、プロジェクトが立ち上がる度に、それぞれの拠点でFA-1を購入させて頂いていますね。研究の基本プロセスに組み込まれているので、研究室のメンバーはほぼ全員FA-1を使えます。具体的には、高分子フィルムの加工、フォトレジストのパターニングなどの基礎的なプロセスやPDMS(ポリジメチルシロキサン=生体毒性が小さい樹脂)のボンディングに使っています。RIE-10NRはFA-1よりもずっと安定していて、再現性よくエッチングができるので、パリレンの加工をメインに使用しています。どちらの装置も安定していて、壊れないし、メンテナンスの必要もないので非常に満足しています。また、サービスという面でも、サムコさんは頻度よく来てくださるし、何かあったらすぐに直してくれる。すごく気の利いた会社だと思います。安定した装置を造って頂いて、日本の研究をバックアップするような会社でいて頂ければいいなと思います。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。

京の門前菓子 10

京都の盆地特有の蒸し暑さを一蹴する7月の祇園祭の賑わい。32基ある山鉾の中で一番北に位置する役行者山（えんのぎょうじゃやま）。今回は、この役行者山に縁が深い「行者餅」の歴史や由来などについて、『京菓子司 柏屋光貞』さんにお話を伺いました。

宵山に味わう一期一会の「行者餅」

創業は文化3（1806）年、私で十代目です。現在、お店は八坂神社前の東大路通を南に下がったところにありますが、当時は姉小路新町角にあり、そこが鉾町（ほこちょう）でした。柏屋では白味噌を使っていたので宮中やお寺との関係が深く、宮中の大膳部（だいぜんぶ）（膳所（かしわどころ）とも呼び、食事を司る）に出入りしていた際に、「柏はめでたい音でゆずり葉なので名乗りなさい」と言われ、屋号を「柏屋」にしたと伝わっています。

行者餅は、都に飢饉や疫病が流行ったときに、四代目利兵衛が思い悩み大峰山に修行に行った際、夢枕のお告げを受けました。そこで餅を作り役行者山に献じたところ、災いが治まったということに始まります。年に一度、それも予約のみの限定販売には理由があります。本来の、「お供えしたお下がりをいただく」という意味を大切に守っています。山や鉾が建っていないときに作るのは道理に合わないわけです。現在でも、行者餅を作るには、宵山に役行者山前で護摩を焚かれる採燈師に来ていただき、材料や機械等の清浄祓いをし、安全を祈ってもらってから準備にとりかかっています。

お客様や時代に合った味を活かしていく

行者餅は、外皮は小麦粉と上白糖を混ぜクレープ状に薄く焼き、その中に四角に切った白餅と粉山椒を混ぜた味噌餡を絞り入れます。それを行者の鈴懸（すずかけ）を長方形にたたんだ姿に似せて包み仕上げます。粉山椒の香りを含む風味が夏季に発汗を誘い、お客様に大変喜ばれています。

材料はもちろん、私どもが一番気を遣うことは鉄板の加減です。非常にきつい火で焼くので室温は45度以上にもなります。その上、湿度や鉄板の状態などが毎年違いますから、それを本番の15日に最上の状態にもっていくことには、長い経験や感覚がものを言います。味噌加減も毎年違い、従って、現在では昔と異なり、代々伝わる味噌餡を保存し深みを追求するよりも、毎年、新しいものを作ることにしています。というのも、お客様の味に対する考え方や嗜好が時代により変わってきており、その時々の好みに合わせているわけです。味を微妙に変化させながらレベルを維持していくことは、非常に難しいことですが、「お客様においしいお菓子を提供する」という基本を大切にしています。その基本姿勢を大切に守りながら、行者餅だけでなく新しい感性を取り入れた、時代に合うお菓子も作り続けていきたいと考えています。

■ 京菓子司 柏屋光貞

京都市東山区東大路松原上ル四丁目毘沙門町33-2
TEL 075-561-2263
営業時間　9:00～18:00
定　休　日　日曜日・祝日・年末年始

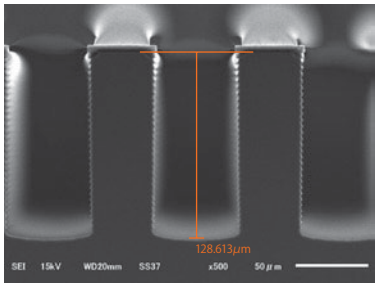
研究開発用　高速シリコンディープエッチング装置 RIE-400iPB プロセスデータ

当社は2003年に日本の装置メーカーとしては初めてBOSCHプロセスのライセンスを取得し、翌年Siの高速ディープエッチング装置の販売を開始した。そして2009年に、それまでの実績と経験を元に、最大4インチウエハーまでと研究開発用途に特化した高速Siディープエッチング装置『RIE-400iPB』を市場投入した。コンパクトな装置設計と優れたメンテナンス性を持ちながら、MEMSの加工に対して高い性能を有し、Siの高速で高精度な加工が可能となっている。また、次世代材料として注目が集まっているSiO_2の加工も、装置構成を変更することで可能であり、幅広い研究分野で使用されている。

今回はRIE-400iPBのプロセスデータを紹介する。

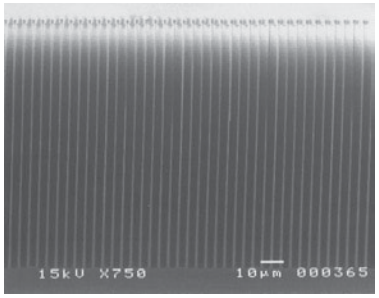
■高速エッチング

現在、18μm/minの高速エッチングを達成している。



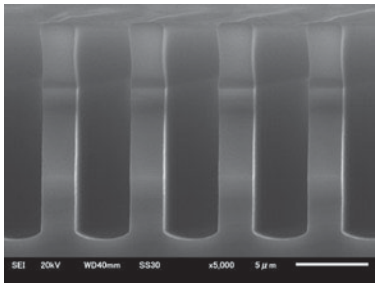
レ　ー　ト＝18μm/min
パターン幅＝50μm
深　　さ＝128μm

■高アスペクト比加工



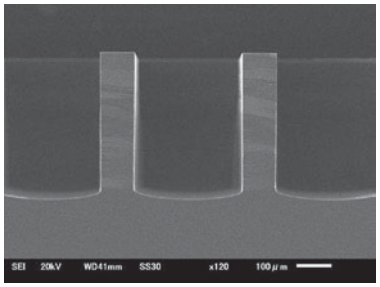
アスペクト比＝33
パターン幅＝3μm
深　　さ＝100μm

■低スカロップ加工



パターン幅＝4μm
深　　さ＝10μm
レ　ー　ト＝1.25μm/min

■幅広エッチング

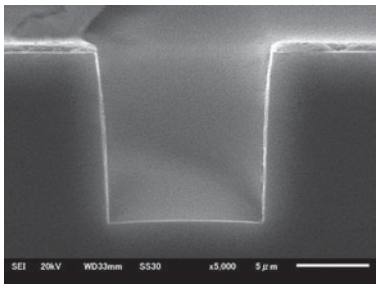


パターン幅＝300μm
深　　さ＝420μm
レ　ー　ト＝6.4μm/min

また、プロセス調整を行うことでSOI基板における絶縁膜表面のチャージアップに起因するノッチを抑制した加工も可能である。

■SiO_2の高速エッチング

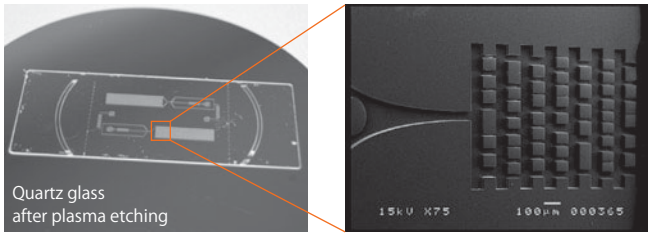
SiO_2の高速エッチングが可能である。



レ　ー　ト＝560nm/min
パターン幅＝10μm
深　　さ＝11.2μm

SiO_2の応用分野として、幅や高さが数十～数百μmのマイクロ流路などが挙げられる。SiO_2は自家蛍光のない透明材料であるため、バイオロジーに必要な光学顕微鏡観察が可能となる。また、シリコーンゴムなど簡易的な樹脂材料と比べ、分子の吸着・透過、表面改質、また圧力等に対する機械的特性などの問題が大幅に改善される。SiO_2の微細加工は、マイクロ・ナノバイオ研究に必須のツールである。

■マイクロ流路の作製



提供：大阪大学　四方研究室