

samco[®]

VOL.83
2013.OCT.
Quarterly

NOW

発行所 サムコ株式会社
京都市伏見区竹田糞屋町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



●表紙写真 『初冬の嵯峨野を光と共に巡る』

嵯峨・嵐山地域の歴史的文化遺産を包む水辺空間や竹林などに約2500基の『花灯路』。中でも野宮神社から大河内山荘に庭園に至る竹林の小路は、両側を幻想的にライトアップされた人気のスポットとなって多くの来訪者を迎えています。ちょうど12月14日(土)~23日(月・祝)に「京都・嵐山花灯路」が行われています。

撮影 © 中田 昭

SEMICON[®] Japan 2013

お知らせ

会期 2013年12月4日(水)～6日(金)

会場 幕張メッセ

ブースNo. 3A-605(HALL 3)

来る12月4日から6日までの3日間、世界最大の半導体製造装置・材料の展示会『セミコン・ジャパン2013』が幕張メッセで開催されます。当社は、省エネに寄与する次世代パワーデバイスの材料として開発の進むSiC(炭化ケイ素)やGaN(窒化ガリウム)の最先端加工技術や、スマートフォンや腕時計やメガネ型のウェアラブルデバイスへ搭載されるMEMS(微小電子機械システム)への加工技術を中心に展示いたします。



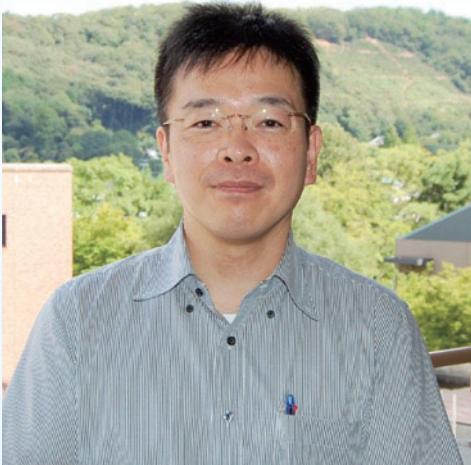
また、SiCパワーデバイス向け本格量産用ドライエッチング装置『RIE-600iPC』とMEMS/TSV分野の生産に対応したボッシュプロセス対応の高速シリコンディープエッチング装置『RIE-800iPBC』といった業界をリードする新製品を紹介いたします。最新かつ豊富な技術・マーケティング情報が得られるセミコン・ジャパン2013にぜひお越しください。

SiCパワーデバイス向け 本格量産用ドライエッティング装置 『RIE-600iPC』 の販売を開始

当社は、省エネルギー効果が大きく、グリーンエレクトロニクスの要として近年期待される次世代パワーデバイスの一つであるSiC加工用の本格量産用ドライエッティング装置の新製品を開発、10月15日より販売を開始いたしました。『RIE-600iPC』は昨年12月に業界に先駆けて市場投入したSiC加工専用の研究／セミ量産用のドライエッティング装置『RIE-600iP』に真空カセット室を加えた本格量産用装置であり、1カセットでΦ6インチウエハーを最大25枚収納し、自動処理が可能であるため生産性を大幅に向上させています。

主な応用プロセスは、SiCパワーデバイス製造工程におけるプレナー加工のみならず、微細なトレンチMOS構造やビアホール加工及びこれらのマスクに用いられるSiO₂(酸化ケイ素)マスク加工などがあります。





プロフィール

1992年 大阪大学 大学院基礎工学研究科
博士前期課程 修了
[物理系専攻 制御工学分野]
1994年 大阪大学 基礎工学部 助手[電気工学科]
1997年 大阪大学 大学院基礎工学研究科 助手
[物理系専攻 電気工学分野]
2002年 博士(工学)(大阪大学)
2003年 大阪大学 大学院基礎工学研究科 助手
[システム創成専攻 電子光科学領域]
2007年 大阪大学 大学院基礎工学研究科 助教
[システム創成専攻 電子光科学領域]
2007年 京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
准教授[電子システム工学部門]

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
電子システム工学部門 准教授

やましら かおる
山下 馨 先生

今回のSamco-Interviewは、京都工芸繊維大学を訪ね、電子システム工学部門 准教授の山下馨先生に圧電MEMSデバイス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。

テーマの一つとして、圧電体の薄膜とMEMS (Microelectromechanical Systems: 微小電気機械素子)構造を組み合わせて様々な機能デバイスを作るという研究をしていますが、その中で、かなり前から超音波センサを研究しています。Si(シリコン)基板を削った薄い板状の振動体に圧電体の薄膜を乗せた構造で、 $2\mu\text{m}$ 程度の厚みに対して数百 μm 角の面積を持つので、超音波による波動で簡単に振動します。圧電体が「圧電効果」によりこの機械的な振動を電圧に変換し、これを信号として取り出すことにより超音波を検知することができます。超音波は光に比べて伝搬速度が適度に遅いので、パルス超音波の往復時間を測定することで非常に簡単に距離を計測することができます。またセンサを多数アレイ化(配列化)して各センサ素子からの信号を上手く処理することにより、超音波の入射角度を推定することができます。このようにして、素子を二次元に配列したアレイセンサを用いて空間中の三次元計測を行うシステムの開発も行っています。超音波計測というと、水中でのソナーや医療診断装置、あるいは

建造物などの固体中の欠陥を探る非破壊検査装置などがよく知られていますが、我々は空气中でも超音波の利用を進めたいたと考えています。自動搬送車や自律移動ロボットの障害物検知、カメラが使えない環境下での人の存在・姿勢の検知測定、あるいは極近距離でのジェスチャーの読み取りなどの応用を目指しています。

また、圧電体は電気量を機械量に変換する「逆圧電効果」も持っています。普通のセンサとしての用途であれば、機械量から電気量への変化である「正」圧電効果だけを利用すればよいのですが、我々は「逆」効果も併せて利用して、より高度なセンシングができるシステムの研究も行っています。例えば前述の超音波センサでは、外部から電圧を加えることにより、逆圧電効果で振動板の機械的特性をリアルタイムに変化させることができるセンサを開発しています。これにより、個々のセンサ素子がより高度な計測を行うことが可能となり、同じ情報量を得るためにセンサ素子の個数を大幅に削減することができます。同様の考え方で、圧電体を用いた触覚センサの研究も行っています。人間の皮膚の奥の方には様々な感覚器官がありますが、それを真似て、基板の上に毛髪のような構造体を作り、それを

皮膚に相当するやわらかい樹脂で覆います。毛のような構造体には圧電体を仕込んでおき、交流電圧をかけて振動させます。やわらかい樹脂の表面に力を加えると、樹脂自体が変形するとともに毛のような構造体に加わる力が変化するので、振動の様子が変化します。この変化を検知することで触覚をセンシングする研究を行っています。このセンサのよいところは、1本の毛であるセンサ素子で力のベクトル成分が全て計測できる点です。このように、圧電体の正・逆両方の圧電効果をうまく利用することで、より高度なセンシングが可能となるシステムの開発を行っています。

ご研究を始めたきっかけと 経緯についてお聞かせください。

修士課程までは磁性体やセンサを扱う研究室に所属し、卒業研究・修士課程研究とも磁気センシングに関する研究を行っていました。その後博士課程からは別の学科の研究室に移りましたが、そちらの研究室では強誘電体をテーマの一つとして研究されていました。強誘電体には様々な性質がありますが、その一つとして圧電性があります。当時の研究室での主流は強誘電体の薄膜を作る技術の開発や新しい強誘電体材料の研究がメインでしたが、私はむしろ圧電性そのものに目をつけて、圧電体の薄膜を使ったデバイスを作ろうとしていました。私は学部生の頃からマイクロマシンというものに個人的興味を抱いていて、圧電体であれば電気系と力学系の相互変換ができるのでマイクロロボットが作れるのではないかと思ったからです。今でこそMEMSという言葉は盛んに使われていますが、その頃の日本ではまだマイクロマシンという言葉とともに、たくさん夢が語られていました。半導体微細加工技術で髪の毛の太さほどのモーターやギアが初めて作られてから10年ほど経った頃で、有志の先生方により発足した「マイクロマシン若手の会」にも参加していました。博士課程以降の研究ではその後センサの研究が主になりましたが、いまでもマイクロロボットの開発は視野の片隅に入れて研究を進めています。

日頃のご研究において心がけておられるることはどのようなことでしょうか？

デバイスや材料の研究を行うのであれば、世界最高の性能をもつ材料、あるいは世界最高の性能が出るデバイスといった成果が求められるものと思います。ですが、私の場合は材料やデバイスの絶対的な性能として最高を得るというよりは、アイデアや工夫によって性能を何倍にも高める手法を開発するという観点から研究しています。デバイスは様々な要素が複合的に合わさって性能が決まります。材料の性質、機能を実現するメカニズム、センサの場合だと信号処理系や電気回路、場合によっては計測手法そのものの工夫も必要です。その中で、他の人が気付かない、あるいは研究したがらないところで、性能を何倍も高めるようなアイデアはないものかと考えています。そのようなアイデアと、デバイスや材料そのものの高性能化の研究成果が組み合わされれば、最終的にデバイスの性能を高める上で役に立ちやすいと思います。

今後のご研究の展望について お聞かせください

現在の研究の源流となっているのが博士課程から在籍した研究室で強誘電体に触れたことです。センサとしての機能は強誘電体が持つ圧電性を利用している訳ですが、強誘電体自身にはさらに有用な性質がいくつもあります。たとえば電源を切っても分極を保持する性質があり不揮発性メモリへの応用が大きく取り上げられていますが、実はセンサにとってもこの性質を利用することでさらに面白い応用が可能になります。また、研究をエネルギーハーベスト*へ応用することも考えています。センサとエネルギーハーベストというのは、大雑把にいえば、基本的には同じものです。電気量に変換された量を情報として取り出すのか、エネルギーとして取り出すのかの違いですので、圧電体は、エネルギーハーベストでも有望な材料として考えられています。センサで蓄えてきた研究成果やノウハウ

をこの分野へも展開し、賢いハーベストを実現しようと考えています。

サムコの装置をどのように 使用していただいているか？

現在の京都工芸繊維大学に移る前の大阪大学時代からサムコさんのドライエッチング装置を使用していました。また、共同研究の際に、他の研究所でも使わせていただきました。今は主に研究開発用高速Siディープエッチング装置『RIE-400iPB』を使ってシリコンの深掘りを行っています。共同研究先では研究開発用ICPエッティング装置『RIE-101iPH』を使ってSiのエッティングや、塩素系ガスで金属膜のエッティングを行っていました。京都工芸繊維大学にある『RIE-101iPH』では、Pt(白金)などの金属膜のAr(アルゴン)でのスパッタエッティングに使用しています。また『RIE-10N』は両大学と共同研究先の3箇所でいずれも使っていて、シリコン系材料の浅いエッティングに非常に重宝しています。エッティング装置はサムコさんの装置しか使ったことがないというくらいですが、型番が変わっても同じように、直感的に使いやすい装置になっていて、学生さんにも安心して使ってもらっています。『RIE-400iPB』は装置納入時にプロセス条件を出していただきましたが、今でも変わらずその条件が使えていて頼りになる装置です。

最後にサムコに対して一言 お願ひします。

トラブルがあった時にも、連絡するとすぐに来ていただいて、細かく対応してくださり、非常に助かっています。営業の方も技術の方もフレンドリーに付き合っていただいています。今後もお世話になっていくと思いますので、よろしくお願ひします。

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。

*エネルギーハーベストとは光・熱(温度差)・振動・電波など様々な形態で環境中に存在する微小なエネルギーを収穫(ハーベスト)して、電力に変換する技術のこと、別名「環境発電技術」と呼ばれています。

京の門前菓子

15

歴史に彩られた、その名もゆかしい紫野。大徳寺のすぐ北に、京の三奇祭の一つ「やすらい祭」で名高い今宮神社があります。今回はこの参道に平安京のいにしえからお店を構える阿ぶり餅の老舗「一文字屋和輔」を訪ねました。



千年余の時を暖簾に刻む門前茶屋

創業は平安中期の長保2(1000)年。一条天皇が疫病を鎮めるために御靈会を執り行った時、初代が今宮神社の神殿にお供えした「おかちん」が阿ぶり餅の由来と伝えられています。ちなみに「おかちん」は宮中の女房言葉でお餅のことです。京都には数多くの老舗が点在していますが、千年余の暖簾を受け継ぐ門前茶屋「一文字屋和輔」はまさに別格。その昔日を物語る逸話も驚くほど多彩で、歴史絵巻を紐解くような思いがします。たとえば、あの紫式部が「今宮神社の境内にお餅屋があった…」と書き遺しています。また、豊臣秀吉が天正15(1587)年に京都北野天満宮で催した「北野の大茶会」に出店していたことも現存する絵図にある文字で確かめることができます。さらに、茶聖とも称される千利休はこの阿ぶり餅を茶菓に用いました。「以来、裏千家様にもお引立ていただいております」と、教えていただきました。

こだわりに満ちた一子相伝の滋味

今宮神社の門前にお店を構えて以来、祭礼には奉獻するのが代々の仕事であり、今日まで脈々と受け継がれています。阿ぶり餅に使う竹串も神社に奉納した斎串(いぐし)です。一子相伝の滋味には「一文字屋和輔」ならではの深いこだわりが込められています。まず、用いる水は平安京のいにしえから用い

ている京の名水。お店の正面奥の地下にある岩組の井戸からは、こんこんと清水が湧き出していました。お餅は最高の評価を得ている近江米の羽二重。きめが細かく、粘りがあり、伸びが良いのが特徴です。黄粉は香りを際立たせるために、煎りが深く、色の濃い京黄粉を用いています。白味噌は本田味噌本店の西京味噌で、趣のある長火鉢の中で赤々と燃える炭は極上の備長炭。「やっぱり、これでないと、望む味になりません」とのこと。暖簾の味を守るお店の女衆の立ち振る舞いにも古都ならではの奥ゆかしさを感じます。

初秋の微風が心地よく吹き抜ける座敷で、出来立ての阿ぶり餅を味わいながら、遙かな時に想いを馳せれば、心のびやかに和んでいきます。



■ 門前茶屋「一文字屋和輔」(一和)

京都市北区紫野今宮町69番地

TEL 075-492-6852

営業時間 10:00~17:00

定休日 水曜日(1日・15日・祝日の場合は木曜日)



MEMS用途に最適なSiOC:H膜の特性

【サムコ(株) 開発部】

我々はサムコ独自のLS-CVD®装置を用い、MEMS用途に最適なSiOC:H膜の開発を行っている。液体原料としてTEOSを使用しLS-CVD®装置の特徴であるイオンエネルギーを利用した成膜によって、緻密な膜質で高速成膜を実現している。本紙ではこのSiOC:H膜の特性について紹介する。

■ウェットエッチレートの制御

SiOC:H膜はバッファードフッ酸(BHF)でのウェットエッチングの制御性に優れている。添加ガスであるO₂とArの流量を調節することにより、BHFでのエッチレートをほぼ線形に制御することが可能である。また、それに伴い屈折率が変化している。O₂比率が大きくなるにつれ屈折率が1.46に近づき、SiO₂膜に近くなっている。(図1)

O₂比率がゼロ(TEOSとArのみでの成膜)の場合、BHFでのエッチレートはほぼゼロとなることから、ウェットエッチ時のマスクやバリア膜に適していると考えられる。

■比誘電率および応力評価

SiOC:H膜の比誘電率を評価したところ、O₂濃度がゼロの場合は2.8、O₂濃度が1では3.9が得られた。SiO₂からSiOC:Hに変化していくことで、比誘電率が小さくなっていると考えられる。(図2)

また、このときの膜応力を評価した結果、圧縮応力で300～400MPaの値が得られた。SiO₂膜と同様に緻密な膜になっていると考えられる。

■電気特性評価

O₂を添加せずに成膜したSiOC:H膜の電気特性評価を行った。(図3)

今後もさらなる絶縁耐圧の向上につとめており、圧力や流量を検知する薄膜センサー用の絶縁膜として活用できると考えている。

■おわりに

本紙ではLS-CVD®装置でのSiOC:H膜を紹介した。サムコの提案するSiOC:H膜は、絶縁耐圧が高く、ウェット耐性にも優れたMEMSに適した特性を持つ。引き続き、エッチング技術と併せてMEMS分野への応用を提案していく。

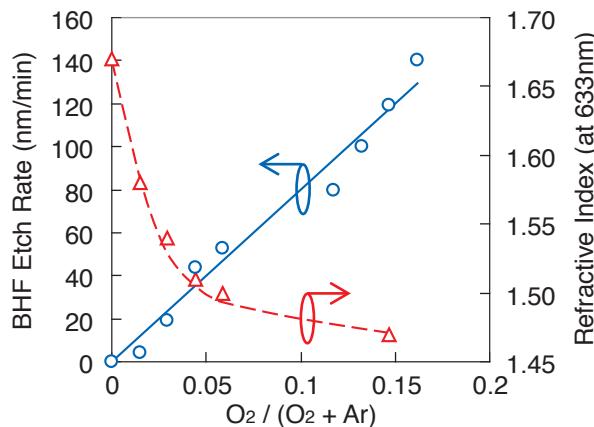


図1 16BHFでのエッチレートおよび屈折率評価

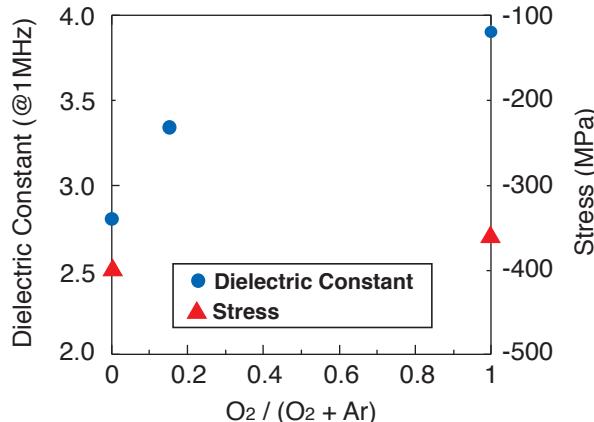


図2 比誘電率評価

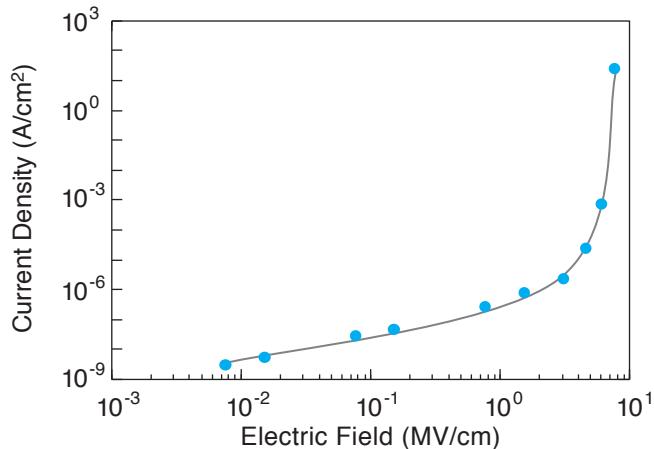


図3 電流密度評価