

# SAMCO®

VOL.77  
2012.APR.  
Quarterly

# NOW

発行所 サムコ株式会社  
京都市伏見区竹田藪屋町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](http://www.samco.co.jp)



●表紙写真 / 葵祭 [下鴨神社] 5月15日(火)

風薫る5月の京都で最も優雅な祭りです。葵の花を飾った平安後期の装束による優雅な行列は、京都御所を出発。賀茂御祖神社(下鴨神社)を経て賀茂別雷神社(上賀茂神社)へ向かいます。正式には『賀茂祭』と呼ぶ例祭で、平安時代に「祭」といえば賀茂祭のこと。中でも前儀のひとつの、糺の森の馬場で疾走する馬上から3つの的を射抜く「流鏝馬神事」は、矢が的中すれば五穀豊穡、所願成就するといひ伝えられています。

撮影(c)中田昭

## nano tech 2012 の報告



最先端のモノづくりに欠かすことのできない基盤技術「ナノテクノロジー」に関する世界最大の展示会である nano tech 2012 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議が2月15日から17日までの3日間、東京ビッグサイトで開催されました。nano tech では、ナノ材料・素材、超微細加工技術、評価・計測分野をはじめ、各応用分野に対応した最新技術・製品が一堂に集結しました。

当社は、TSVプロセスの一貫製造ラインを提供する"One Stop Solution"のほか、環境関連機器に不可欠なキーデバイスとして注目を集めているパワーデバイスや高速デバイスで、特に今後の展開が大きく期待されるGaNのナノレベルの微細加工技術を紹介し、多くのご来場者様に関心を寄せて頂きました。



International Nanotechnology  
Exhibition & Conference  
**nano tech 2012**  
第11回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議

## CS MANTECH 出展のお知らせ



会 期 4月23日(月)～26日(木)

会 場 The Boston Park Plaza Hotel Boston, Massachusetts, USA

ブースNo. 23

来る4月23日から26日まで、化合物半導体に関する製造装置、材料関連メーカーや大学研究機関が一同に会する国際会議CS MANTECHがアメリカ マサチューセッツ州のボストンパークプラザホテルで開催されます。

当社は化合物半導体のソリューションプロバイダーとして本会議に出展し、パワーデバイス用の材料として注目を集めているSiC、GaNのエッチング技術や、独自の低温成膜用プラズマCVD装置を最新の技術データとともに紹介いたします。

ご来場くださるお客様に満足頂ける展示となるよう準備を進めてまいります。

当社は本会議にて以下の論文を発表いたします。

「Chlorine-Based ICP Etching for Improving the Luminance Efficiency in Nitride LEDs」



## プロフィール

1981年 名古屋工業大学 大学院修士課程 修了  
株式会社 豊田中央研究所 入社  
1996年 立命館大学 理工学部 機械工学科 助教授  
2000年 立命館大学 理工学部 機械工学科 教授  
2003年 京都大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授  
2005年 京都大学 大学院工学研究科  
～現在 マイクロエンジニアリング専攻 教授

---

2000年10月～12月 ドイツ フライブルグ大学 客員教授  
2001年1月～3月 スイス 連邦工科大学 客員教授  
2010年4月～2011年3月 中国科学院 招聘教授  
2010年4月～ ドイツ フライブルグ大学  
高等研究所上席研究員  
2011年6月～ 中国 華中科学技術大学 招聘教授

京都大学 大学院工学研究科  
マイクロエンジニアリング専攻 教授

たばた おさむ  
田畑 修 先生

今回のSamco-Interviewは、京都大学を訪ね、大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻の田畑修先生にMEMS (Micro Electro Mechanical Systems: 微小電気機械システム)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。

研究室のテーマは大きく分けるとMEMSの三次元マイクロ・ナノ加工、マイクロ・ナノ材料の機械的物性評価、MEMS最適設計の三つです。高速・高アスペクト比の三次元加工といえばサムコさんのSi(シリコン)高速ディープエッチング装置が得意とする技術ですが、我々が取り組んでいるのは、例えば側壁に自由に傾斜や曲率をつけるといったさらに自由度の高い形状加工です。三次元微細加工の研究は、豊田中央研究所在職中の研究テーマの一つであるウェットSi異方性エッチングや犠牲層エッチングに端を発しており、立命館大学に移ってからシンクロトン放射光(光速で円軌道を回る電子から放射される光)を使って高アスペクト構造の側壁に傾斜や曲率をつける移動マスク露光法を提案しました。京都大学に移ってからは、立命館大学での研究成果を活かして露光機メーカーと共同で紫外線を使った三次元微細加工装置を開発・商品化した他、厚膜レジストの三次元加工プロセスのシミュレーションや最適化、厚膜レジスト内部に中空構造を形成する新規な三次元加工プロセスなどの研究をしています。

二つ目の研究テーマはMEMSで使われる材料の機械的な強度評価や疲労メカニズムの解明です。材料が小さくなると、強度や疲労を

支配する要因も通常のサイズの材料と異なることが予測されます。そこで、MEMS用の材料、特にマイクロスケールの薄膜やCNT(カーボンナノチューブ)などのナノスケール材料の機械的な物性測定・評価、破壊メカニズムの解析に土屋准教授が中心になり取り組んでいます。

三つ目の研究テーマはMEMS最適設計です。MEMSというのは材料物性の理解や加工技術だけでは十分な機能を発揮しません。それらを組み合わせて複雑な構造を最も効果的に形成して初めて優れたデバイスやシステムとしての機能が発現します。例えば我々が提案している高速混合用マイクロポンプでは、圧電材料を使ってSiのメンブレン(膜)構造を動かすことで二種類の液体を搬送します。電気や機械にまたがる様々な現象を利用したデバイスやシステムに効率的に機能を発現させるためには、利用する材料、プロセス、動作原理に応じて最適な構造設計を行う技術が必要不可欠です。そこで機械的なもの、電気的なもの、流体力学的なものといった様々な機能が関係したMEMSを、電気等価回路を使って最適設計する研究に取り組んでいます。

私自身が興味を持って研究しているのが「セルフアSEMBLY=自己組織化」です。部品一つ一つを機械的に組み付けるのではなく、部品自身が自ら組み付けられる部分に収まっていく。MEMSの中にナノスケールの構造を作るのに、従来の電子ビーム露光装置でパ

ターンを作る方法ではなく、数十ナノ角の部品を作製し、これに「自己組織化」の性質を持たせ、その部品を分散した液滴をMEMS上に垂らすと、自動的にMEMSの中にナノ構造ができるというわけです。「自己組織化」の技術を持つ部品を作製する技術として一番興味を持っているのはDNAです。DNAは一般の人々にとっては次の世代に受け継がれていく情報を持っている遺伝子ですが、我々にとってはナノスケールの部品を作る構造材料なのです。DNAはアデニン、グアニン、シトシン、チミンの4種類の塩基でできています。この4つの塩基を意図した順番につなげて人工的にDNAを作ることができます。配列を決めて作ったDNAを混ぜることによってDNA同士が自然に形を作っていく。この方法を利用すれば、電子ビーム露光装置を使うことなくナノスケールの部品を設計して作ることができます。この技術を使ってMEMSの中にDNAで作った部品を「自己組織化」で並べて、MEMSに新しい機能を付加する研究に、今一番興味を持って取り組んでいます。

### 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。

私がMEMSという分野の研究を始めた1980年代の初めは、まだMEMSという言葉すらなく、半導体で使われている微細加工技術を使って機械的な構造部品を作るアプローチは非常にマイナーでした。昔から生体と工学が関係する分野に興味があった私は、大学院で「心臓の電気生理」について研究する研究室にいました。心臓の様々な病気を電気生理学という方面から解明して心臓病の診断や治療薬開発に反映させる研究をしている医学部の研究室で、私は心電図からいかに有用な診断情報を抽出して自動解析するかといった研究をしていました。

そんなある日、図書館でSi微細加工技術を利用して神経線維束から活動電位を計測するためのシリコン製多孔能動電極チップを作製した論文が目にとまりました。世の中にはなんておもしろい技術があるのだろう、と衝撃を受けたことを覚えています。指導教授にその論文を見せると、それに似た研究をしている人が豊田中央研究所にいと紹介されたのが五十嵐さんという方で、日本のSiを使った圧力センサの先駆者でした。五十嵐さんを訪ねて豊田中央研究所の見学に行ったことが縁で入社することになりました。豊田中央研究所では医療用機器のグループに配属され、当時すでに商品化されていたSi圧力センサを先端に備えた直径2mmの心臓カテーテルに装着できる小さな血流計

をSi微細加工技術で実現する研究テーマに取り組みました。こうして、図書館で電極チップの論文を目にしたことが縁でSi微細加工に携わるようになりました。

## 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？

研究のテーマを選ぶ時には、まず研究の波及効果のことを考えます。なぜMEMSの微細加工技術の研究をしているかという、特定の用途のデバイスよりも様々なデバイスに応用が利く微細加工技術のほうが波及効果は大きいと考えているからです。それと同時にうまくいくかどうかわからない研究テーマを選ぶようにしています。大学研究の使命の一つはリスクが高い研究に取り組むことです。なぜなら利益を重視する企業ではどうしてもリスクの高い研究はできませんし、特に今の日本の企業にはそういった技術を手がける体力が無くなっています。大学で研究をする我々は、リスクが高くても、うまくいけば波及効果が大きい研究をする。仮にその研究が行き詰まっても、行き詰まった理由を論理的に示すことができれば、大学での研究としては意味があると思います。最後に、これが一番大事ですが、自分がおもしろいと思う研究です。逆に言うと、リスクが高く波及効果が大きくないとおもしろいと感じないだけのことかもしれません。

## 平成23年4月に京都大学に開設されました「次世代低炭素ナノデバイス創製ハブ（ナノハブ）」をご紹介ください。

多種多様な基板材料・薄膜材料をナノスケールで加工できる装置環境を提供し、大学、公的機関、企業の皆様の研究開発を支援する施設です。ナノ加工の設備というのは、各研究室を持つにはあまりにも費用がかかりすぎます。装置自体も高度化していますし、その維持管理や専用のオペレーターも必要になり、さらにそういった装置を複数台駆使することが必要になる研究が増えています。その課題を解決するために各種装置を提供しているのが、ナノハブと呼ばれる研究施設です。一番の特長は、ナノハブを運営しているのは大学本部直轄の独立した組織であることです。我々は最初から携わっているのも、運営やマネジメントにも関わっていますが、研究室のメンバーは他の人たちと全く同じ立場でお金を払ってナノハブの装置を使っています。独立した組織が、特定の研究室とのしがらみのない状態で、最先端の微細加工研究設備の利用環境を“明朗会計”で提供しています。

ここにはサムコさんの装置を含め、最先端の装置があります。そして、専門の人が装置をいつも

最良の状態で作れるように維持管理をしています。装置の利用希望者には、その装置を最高のレベルで作れるナノハブの専門技術者がその使い方を教えて、利用者がその装置の持っている能力を100%引き出して使えるようにトレーニングします。ナノレベルの加工が必要な研究者が、研究予算を有効に使って、自分自身でナノ加工を実施できる環境を提供するのがナノハブの役割です。なるべく多くの人に使って頂いて、よい研究成果を出して頂きたい。それが「次世代低炭素ナノデバイス創製ハブ」です。

## サムコさんの装置のご感想をお聞かせください。

サムコさんには平行平板型の『RIE-10NR』とSiの高速ディープエッチング装置の『RIE-800iPB』をナノハブに設置して頂いています。『RIE-800iPB』は加速度センサやマイクロボンなどのSi微細加工に活用させて頂いています。性能としては非常に優れておりまして、サムコさんも京都ですから、すぐ近くにあり、質問してもタイムリーに懇切丁寧に対応して頂けるので、そういったサポートも含めて、実験装置、研究用の装置としては非常に使いやすいという感想を持っています。



Model: RIE-800iPB

## 座右の銘をお教えてください。

「Slow but Steady」です。ゆっくりであっても着実にという意味で、人に何か書いてくださいと頼まれた時はいつもこの言葉を書いています。研究をしていると、はやる気持ちや、なかなか物事が進まなくてあせる気持ちになることが時々ありますが、そういう時にこそこの言葉を思い出し、落ち着いてゆっくりでも一歩ずつ進むのが重要と思うようにしています。

## 最後にサムコに対して一言お願いします。

京都に本社を置かれて、関西を代表する技術を持つ会社として、サムコさんの活躍は、京都に住む我々もとても誇りに思っていますし、京都から世界に広がっていく会社として、今後ますます発展して頂きたいと思っています。京都大学とは地理的に近い場所にあり、時々直接会って話すことも容易にできる環境はお互いにメリットがあると思います。双方が相乗的に係ることのできる成果を出していきたいと思っています。

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

9

左京区に位置し、世界遺産にも数えられる下鴨神社。地元の住人にも親しまれ、紀元前3世紀頃原生林を今に伝える「糺の森」の参道を通り、多くの人々が一年を通じて参拝に訪れます。今回は、その下鴨神社の神饌菓子でもある「みたらし団子」を製造販売する『加茂みたらし茶屋(屋号 亀屋粟義)』さんにお話を伺いました。



### みたらし池に湧き出す水玉をかたどった、みたらし団子

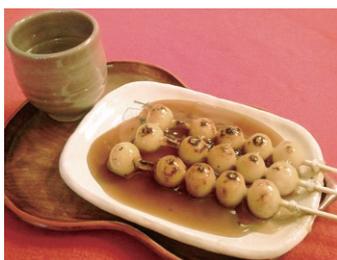
みたらし団子の由来は、糺の森にあるみたらし池にあるといわれています。京都の三大祭のひとつ、葵祭の主役である斎王代が祭りの前日に池のほとりで禊をされるところであり、その池に湧き出す水の泡(水玉)が一つ浮いては、また三つ四つと浮き出すさまを形どってつくられたのが始まりだとされています。現在流通しているみたらし団子と言えば、串に4つのだんご玉が刺さったものが一般的ですが、うちの団子はそうではありません。はじめひとつ後に、間隔をおいて4つが五十串に通してあります。これは、夏越の行事に由来していて、人の5体を意味したものとされています。下鴨神社には厄除けの人形紙に変わって、団子を神前に供えて祈祷を受けた後に持ち帰って食べる風習があり、この2つが合わさって、この場所のみたらし団子が生まれました。もともと和菓子屋を営み、下鴨にゆかりのあった私どもの先々が、大正11(1922)年に下鴨本通に店を構え、下鴨神社の神饌菓子として季節の和菓子とみたらし団子を売るようになります。

### 全国から愛されるこの場所でしか食べられない味

私どものみたらし団子は添加物を一切使用していません。原料がお米ですので時間が経つと固くなり日持ちはしませんが、ここでしか食べられないからこそ、わざわざ何度もお店に足を運んで

くださるお客様がいらっしゃいます。また味の決め手となるみたらしのたれは、秘伝の味でまろやかな甘さでくどさがありませんので、甘いものが苦手な方でも召し上がって頂けます。それからメニューにはのっていませんが、生醤油だけで焼いて山椒をまぶしたお醤油焼も隠れた人気の品です。このお醤油焼は戦中から戦後にかけて、砂糖が非常に貴重だった時代に何とか美味しいお団子を食べて頂きたいとお出していました。

私どものお出する団子とはとにかくシンプルなもの、ごまかしがききません。だからこそ暖簾をまもってゆくことのむずかしさを実感しています。一年中、この味を求めて全国から多くの訪れてくださいますが、お客様の期待を裏切ることのないよう、毎日美味しい団子を作ってこの場所でお待ちしております。



### ■ 加茂みたらし茶屋

京都市左京区下鴨松ノ木町53

TEL 075-791-1652

営業時間 平日9:30~19:00(L.O. 18:30)

土日祝9:30~20:00(L.O. 19:30)

定休日 水曜



## 低地球温暖化係数ガスによるSiO<sub>2</sub>、SiNのエッチング

1997年採択の京都議定書 (COP3) 以降、地球温暖化防止に向けさまざまな取り組みが行われている。ドライプロセスにおいても例外ではなく、温室効果ガス (GHG) の排出量削減が必須となっている。当社はCOP3に先駆け1995年からパーフルオロカーボン (PFC) を分解・固着する装置の研究を進めているが、今回は温室効果ガスの使用量を減らす目的で、地球温暖化係数 (GWP) が低いフッ化カルボニル (COF<sub>2</sub>) を用いたドライエッチングの有効性の確認を行った。

### はじめに

シリコン酸化膜 (SiO<sub>2</sub>) やシリコン窒化膜 (SiN) のドライエッチングに用いられるガスは、一般的にCF<sub>4</sub>やCHF<sub>3</sub>である。表1に示すように、これらのガスは地球温暖化係数が高く京都議定書で削減の対象となっているため、その代替ガスとして地球温暖化係数の小さいCOF<sub>2</sub>に注目した。

COF<sub>2</sub>は、NEDOプロジェクトにおいて開発された“PFCの代替ガス”である。COF<sub>2</sub>使用実績について、CVDのクリーニング用途での報告はあるが、エッチングの事例としては研究や報告はなされていない。そのためその実力は未知数であるが、CVDのクリーニングガスとして使用できることから、SiO<sub>2</sub>膜をエッチングできることは容易に想像される。また、COF<sub>2</sub>はCOとF<sub>2</sub>に容易に分解されると考えられ、エッチャントとしてF<sub>2</sub>が存在し、これを用いてエッチングを行っていく形になる。これはCF<sub>4</sub>をプラズマ分解した際に生成されるもの (CF<sub>3</sub>、CF<sub>2</sub>、2F、etc.) に近く、CF<sub>4</sub>と同等の結果が得られると期待できる。一方で、COF<sub>2</sub>はCOという形で酸素を含んでいるためレジストマスクとの選択比が取りにくいと推測され、エッチングレート以外にこの点にも注意して実験を行った。

### 実験結果

代替ガスとしての有効性を比較するため、SiO<sub>2</sub>膜、SiN膜をCOF<sub>2</sub>、CF<sub>4</sub>、CHF<sub>3</sub>の3種類のガスでエッチングした。装置はRIE-200iPを使用し、ガス種以外のパラメータは全て同じである。評価項目はエッチングレート、マスクとの選択比、表面状態の3点とした。その結果を表2、3に示す。

まずはSiO<sub>2</sub>膜であるが、エッチングレートはCF<sub>4</sub>が最も速く、COF<sub>2</sub>とCHF<sub>3</sub>は同レベルであった。レジストマスクとの選択比はCH成分によるデポ効果が高いCHF<sub>3</sub>が最も高く、酸素が含まれているCOF<sub>2</sub>が最も低い結果となった。表面状態はどの結果も平滑でガス種による差は見られなかった。なお、形状についてはマスクの初期角度と選択比に依存するため数値化はできなかったが、選択比1以上が得られているためマスク形状の転写までは確認している。

次にSiN膜について、エッチングレートはSiO<sub>2</sub>膜の結果と同等の傾向が得られた。CHF<sub>3</sub>では極端なレート低下がみられた。その要因として、H成分がSiN膜エッチングを阻害した可能性と、CH成分によるデポ効果によるエッチングの阻害の可能性が考えられる。レジストマスクとの選択比は、COF<sub>2</sub>とCF<sub>4</sub>に大きな違いはな

く、CHF<sub>3</sub>が最も低い結果となっている。表面状態については、SiO<sub>2</sub>膜と同様に全て平滑で、ガス種による差は見られなかった。形状についてもSiO<sub>2</sub>膜と同様であった。

### まとめ

地球温暖化係数の低いCOF<sub>2</sub>が、温室効果ガスであるCF<sub>4</sub>やCHF<sub>3</sub>の代替ガスとして有効かどうか、確認実験を行った。同一条件で3種類のガスの比較を実施したところ、結果としてはガス種により一長一短はあるものの、COF<sub>2</sub>が他のガスに比べ極端にエッチングレートが遅いということも、選択比が悪いということもない。総合的に見れば、COF<sub>2</sub>は、CF<sub>4</sub>やCHF<sub>3</sub>の代替ガスとして十分有効であると判断できる。また、CHF<sub>3</sub>の結果から考察して、COF<sub>2</sub>にH<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>を混合させることで選択比の改善が狙える可能性があり、これによりCOF<sub>2</sub>を代替ガスとしてのエッチング特性を確認した。但し、COF<sub>2</sub>は一部金属、水分との反応の可能性もあり、その取扱いについては十分な対策が必要である。

表1. GWP (Global Warming Potential) data sheet [1]

Gas	GWP 100yr
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	25
N <sub>2</sub> O	298
SF <sub>6</sub>	22,800
NF <sub>3</sub>	17,200
CF <sub>4</sub> (PFC-14)	7,390
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (PFC-116)	12,200
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> (PFC-218)	8,830
CHF <sub>3</sub> (HFC-23)	14,800
CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (HFC-32)	675
COF <sub>2</sub>	1 [2]

表2. SiO<sub>2</sub>膜のエッチング結果

Gas	Etch Rate (nm/min)	Selectivity (SiO <sub>2</sub> /PR)	Surface
COF <sub>2</sub>	130.4	1.23	Good
CF <sub>4</sub>	165.2	1.69	Good
CHF <sub>3</sub>	130.0	2.96	Good

表3. SiN膜のエッチング結果

Gas	Etch Rate (nm/min)	Selectivity (SiN/PR)	Surface
COF <sub>2</sub>	127.0	1.11	Good
CF <sub>4</sub>	153.0	1.23	Good
CHF <sub>3</sub>	87.0	1.09	Good

### References

- [1] IPCC Fourth Assessment Report (AR4)  
[2] 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)