

SAMCO NOW

Information

- CS MANTECH 2016 出展のお知らせ
- OPTO Taiwan 2016 出展のお知らせ
- 第二生産棟(仮称)の着工

Samco-Interview

インド工科大学ポンペイ校 電気工学科 教授

Dr. V. Ramgopal Rao

À la carte 京の銘菓・老舗5 さるや

Technical-Report

原子層堆積(ALD)装置の開発
～パワーデバイスアプリケーション～

2

3

5

6



CS MANTECH 2016 出展のお知らせ

会期 2016年5月16日(月)～19日(木)
 会場 Hyatt Regency Miami, Florida, USA
 ブースNo. 318

来る5月16日から19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 2016が米国フロリダ州マイアミのハイアットリージェンシーで開催されます。

当社は化合物半導体の材料加工装置のトップメーカーとして本会議には毎年出展しております。新製品の原子層堆積(ALD)装置を紹介し、GaNパワーデバイスやSiCパワーデバイス向けの先端加工技術を中心に展示いたします。



OPTO Taiwan 2016 出展のお知らせ

会期 2016年6月15日(水)～17日(金)
 会場 台北世界貿易中心南港展覽會
 Taipei World Trade Center
 Nangang Exhibition Hall
 ブースNo. M110



来る6月15日から17日までの3日間、アジア最大規模のオプトエレクトロニクス分野の国際総合展示会であるPhotonics Festival in Taiwan 2016が台北世界貿易中心南港展覽會で開催されます。

当社は、その中のOPTO Taiwanに毎年出展しております。今回は成長著しい半導体レーザにスポットを当て、ICPエッティング装置やプラズマCVD装置を最新の技術データとともに紹介いたします。

第二生産棟(仮称)の着工

当社は、京都市伏見区の本社社屋の近接地(竹田藁屋町68番地、69番地)において第二生産棟(仮称)の建設を進めており、1月15日に地鎮祭を行いました。

第二生産棟の建設は、京都市が企業立地の促進及び京都経済の活性化を図るために創設しました『京都市企業立地促進助成制度』の対象事業に指定されております。

竣工は5月末を予定しております。



第二生産棟の地鎮祭

表紙写真 ● 世界遺産指定の上賀茂神社での『賀茂競馬』〈京都市登録無形民俗文化財〉 5月5日

五穀豊穣、天下泰平を願い宮中武徳殿で執り行われていた「競馬会」を、1093年(寛治7年)に当神社へ移して後、年中行事として定着したという。早朝から頓宮遷御、菖蒲の根合わせの儀に始まり、午後からは騎手となる乗尻が「乗尻奉幣」の儀等を行い、左右に分かれ速さ・作法を競う。その勇壮な神事の様子は『徒然草』にも記され、昔から多くの人を楽しませてくれている。尚、拝観は自由で有料席も設けられる。



プロフィール

1986 B.Tech. in Electronics and Instrumentation from Kakatiya University
 1991 M.Tech. in Microelectronics from IIT-Bombay
 1997 Dr. Ingenieur from Universitaet der Bundeswehr Munich, Germany
 1997-1998 Post-doctoral Fellow at the University of California, U.S.
 1998~ P. K. Kelkar Chair Professor in the Department of Electrical Engineering
 Chief Investigator for the Centre of Excellence in Nanoelectronics project at IIT Bombay
 Co-Founder of NanoSniff Technologies Pvt. Ltd.

**Ph.D., FNAE, FNASC, FNA, FASc,
 P. K. Kelkar Chair Professor**
**インド工科大学ボンベイ校
 電気工学科 教授**

**Dr.
 V. Ramgopal Rao**

今回のSamco-Interviewは、IIT Bombay (Indian Institutes of Technology Bombay : インド工科大学ボンベイ校) 電気工学科を訪ね、SAMCO MEMS Workshopでキーノートスピーカーを務めていただいたDr. V. Ramgopal Rao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。

▶ 現在のMEMSのご研究を始められた
 きっかけをお聞かせください。

インド社会はいくつもの大きな問題を抱えています。その一つに医療サービスの格差があります。都市から離れた小さな村や町には、医療サービスを受診できる場がほとんどありません。そこで暮らす人々は身体に異変を感じた場合、ニューデリーやムンバイといった大都市に出て診察を受ける必要があります。近年の急成長にもかかわらず、インドにはなお深刻な貧富の差が存在し、地方に住む多くの裕福でない人々にとって、都会に出てくることは経済的にとても勇気のいることです。

インド政府はこの問題を解決するために、安く大量に配布できるヘルスケアデバイスを作るよう私たちに要請してきました。そこで私たちは、その時既にあったIIT Bombayのナノファブリケーションで心臓の初期診断を行うデバイスを作り始めました。心臓は過度のストレスや緊張を感じた時、あるタンパク質を大量に生成します。このタンパク質は、血圧を高くし、胸の痛み、発汗、心臓を縮め付けるような痛みを引き起します。私たちは、血液中に流れるこのタンパク質を検知するために、圧電機能を持つカンチレバーを数 μm レベルで作製しました。まだ解決すべき課題はありますが、心臓の初

期診断デバイスとして、あと少しで完成しつつあります。私たちはこの技術をヘルスケアデバイスだけでなく、インドの問題を解決するために活かしていくかと考えています。

▶ NanoSniffについて教えてください。

私たちの研究室で開発したデバイスは、NanoSniffが販売しています。NanoSniffとはIIT Bombayがインキュベートしたインドで初めてのMEMSを製造する会社です。私たちは、心臓診断デバイスに用いたカンチレバーの製造技術をNanoSniffに譲渡しました。今、NanoSniffはその技術を応用して新たなデバイスを作ろうとしています。例えば、携帯型の爆弾検知器がその一つです。年々テロの脅威が叫ばれるようになり、空港などのセキュリティー強化は喫緊の課題になっています。しかし、現在空港で使用している爆弾検知システムは導入するのに\$50,000-かかり、非常に高価です。NanoSniffのカンチレバー技術を用いれば、爆弾検知器を\$5,000-の低成本で導入できるようになります。もしNanoSniff製の安価な爆弾検知器が完成すれば、インドのセキュリティー対策は大きく前進すると思います。



NanoSniffが販売するマイクロヒーター

▶ NanoSniffの技術とは
 どういったものでしょうか?

NanoSniffは、ポリマーでMEMSを作る技術を持っています。この技術がカンチレバー

の低コスト製造を可能にしました。当初は、私たちもSiを使ったMEMSを研究していました。しかし、心臓診断デバイスや爆弾検知器を含め、インドで求められるのは、安く大量に作れるデバイスです。SiでMEMSを作ると高価になりすぎてしまい、多くの貧しい人々に使用してもらうことはできません。そこでコストを抑える材料として目をつけたのがポリマーでした。

ポリマー MEMSは、Siに比べコストを抑えられることに加え、変位しやすいため感度の高いセンサーとして使用することができます。ポリマーでカンチレバーを作る際に最も難しかったのは、圧電機能をどうやってポリマーに実装するかでした。最終的には、低温でpoly-Siの圧電素子をポリマーに埋め込む方法を開発できたことが、カンチレバーの完成につながりました。この方法に関しては、私たちは少なくとも50の論文をJ-MEMSや他のジャーナルに発表しています。現在は、SU-8を使ってカンチレバーを製作しており、また、安定したデバイスにするためにパリレンをコーティングする研究も行っています。

▶ NanoSniffの課題について
 教えてください。

NanoSniffはIIT Bombayの既存のナノファブリケーションでプロトタイプ製品を製造しています。しかし、ナノファブリケーションは、300人以上のIIT Bombayの学生やスタッフが利用するため、NanoSniffの製品のみを生産することはできません。さらに、様々な研究に装置が使用されるため、コンタミの問題も



サムコ・インド薄膜技術セミナー 報告

去る2月2日、当社はインド工科大学ボンベイ校(IIT Bombay)におきまして、同大学の電気工学系教授のDr. V. Ramgopal Raoのご協力のもと、インドでは初めての薄膜技術セミナーを開催いたしました。

開会の挨拶では、当社代表取締役会長兼社長辻より「当社は本セミナー開催を機に、日本とインドの研究者と技術者の交流を促進し、インドのナノテクノロジーの発展に貢献するとともに、IIT Bombayを始めとするインドの研究所や企業との良好な関係を構築していきたい。」旨、表明いたしました。

今回のセミナーは、『MEMS and Nano Processes』をテーマに開催いたしました。日本からは京都大学大学院工学研究科教授の田畠修先生、インドからはIIT BombayのDr. Raoと、MEMS分野における第一線の研究者に講師を務めていただき、最先端のMEMS技術と応用展開に関する講演が行われました。

定員の150名を超える技術者や研究者のご出席のもと、活発な質疑応答が展開され、大盛況のうちに閉幕いたしました。



起きます。そのため、現状では、企業から要求される数千個規模のオーダーに対応することができません。そこで、私たちは、1~2種類のデバイスを大量に作ることができるプロトタイプ製品専用の施設を作るよう、インド政府に依頼しました。それが、2016年にオープンする予定のMEMS/NEMS Proto Type Facilityです。

▶ MEMS/NEMS Proto Type Facilityについて教えてください。

そこでは、学生は装置を使うことは許されず、専門のオペレーターだけが装置を扱います。そして選ばれた数種類のデバイス製作のみに使用される施設になります。サムコの高速Siディープエッチング装置『RIE-400iPB』とコンパクトエッチャ『FA-1』はここに設置されます。MEMS/NEMS Proto Type Facilityは国の施設ですが、使用料を支払えばどんな企業でも使用することができます。インドの人工費はそこまで高くないため、装置の使用料もそこまで高くならない予定です。

MEMS/NEMS Proto Type Facilityは、1千~1万個程度の小規模生産のできる施設になります。インドのMEMSのスタートアップ企業に最初に必要なのは、100万個といった大きな規模ではなく、小規模の生産です。小規模での生産で販売がうまくいけば、その企業には十分な資金を得ることができ、次のステップに進めると思います。私はMEMS/NEMS Proto Type Facilityは、スタートアップ企業が大企業に成

長するための架け橋の役割を果たせると信じています。

▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

サムコには、MEMS/NEMS Proto Type Facilityに大きく貢献してもらっています。実際、『RIE-400iPB』は納入される装置の中で必要不可欠な装置の一つです。そして、MEMS/NEMS Proto Type Facilityが最高の成果を出すには、サムコのサポートが必要になります。今回のMEMS Workshopに限らず、今後も良好な関係を継続していきたいと考えています。

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。

今回のSamco-Interviewは、2月2日にIIT Bombayで開催したSAMCO MEMS Workshopの前日に開かれた懇談会の要約です。この懇談会には、京都大学の田畠修先生とIIT BombayのDr.Raoにご参加いただきました。お二方には、当社代表取締役会長兼社長辻とMEMSを中心に幅広いテーマについてお話しいただきました。



左から田畠先生、辻、Dr. Rao

京の銘菓・老舗 5

京都で最も古い神社の一つ、下鴨神社(正式名称は
賀茂御祖神社)。この境内に、かつて神前に供えた
御餅を140年ぶりに復活させた茶店「さるや」があ
ります。店主である株式会社宝泉堂の代表取締役
社長の古田泰久さんを訪ねました。



「申餅」



賀茂祭と申餅

下鴨神社は紀元前からの長い歴史を有し、
ご祭神は、方もひけぬみのみこと賀茂建角命たまみけいめのみこととその娘の玉依媛命たまよりひめのみことともに国宝です。国家国民の安穏と世界平和を
祈願する守護神であり、厄除、縁結び、安産などの御利益がある神様としても知られています。毎年5月15日に行われる葵祭(正式には賀茂祭)はあまり有名で、斎王代に代表される平安貴族の装束の人々が、御所から下鴨神社、上賀茂神社に向かって練り歩きます。

かつてこの葵祭は旧暦4月の中の酉の日に執り行われ、前日の「申の日」には、小豆の茹で汁で搗いた御餅を神前に供されました。酉の日には、沿道に集まった人々にその“御下がり”が振る舞われ、『葵祭の申餅』と呼び親しまれたといいます。しかし時代が明治に入ると途絶えてしまいます。

140年ぶりに復活させた申餅

下鴨神社の近隣に店舗を構える和菓子の宝泉堂は、下鴨神社の氏子で、口伝によって伝承されてきた事実をもとに申餅づくりを進め、140年ぶりに復活させました。申餅は薄い赤色。「はねず色」と言い、明け方の一瞬、空一面が薄あかね色に輝き、命の生まれる瞬間を表すとされています。身体を清め、無事息災に過ごせるようお祈りし、故事にならって復活させました」と古田さん。2011年5月15日に『さるや』がオープンし、申餅を供し始めました。この申餅はの『さるや』だけで販売されています。「京都には連綿と続いてきた歴史があります。菓子を通じて京都の歴史や伝統・文化を感じていただければ嬉しいですね」。



本物を伝えるための新製品、「氷室開き」

「さるや」では一年を通して販売されている申餅のほか、季節ごとのお菓子をいただけます。

さまざまな洋菓子が溢れる中で、次世代の子どもたちに小豆の美味しさを知ってもらおうと、

今年6月1日に新しい和菓子が登場します。その名は冰菓子「氷室開き」。氷室とは、今で言う冷蔵庫です。その昔は、冬に降った雪を保存し、旧暦6月1日に「氷室開き」という神事で氷室を開け、雪をお上に献上していました。「氷室開き」は、その神事で使われた桃の木の祓い串に見立てた冰菓子です。一見、小豆入りのアイスキャンディのようですが、口に含むと、似て非なるもの。丹波の小豆の風味が口いっぱいに広がります。ステイックは、古くから邪氣を祓う靈力があるという『桃』の木で作られ、これも故事情に倣うものです。

「私の一番の理想は、お菓子の原形となるものをきちんと作ることです。これからも本物を提供していきたいですね」と穏やかに語る古田さん。菓子匠以前に、氏子である思いが強いようです。歴史を伝えたい心が、往時の



菓子を今に蘇らせ、多くの人々に共感されています。



原子層堆積(ALD)装置の開発 ～パワーデバイスアプリケーション～

【サムコ(株) 基盤技術研究所】

■はじめに

原子層堆積(ALD:Atomic Layer Deposition)法の基本原理は、例えれば酸化物や窒化物において、原料ガスが表面反応により1層形成され、成長が止まる自己停止機能と1層形成された原料を酸化や窒化させることを繰り返すlayer by layerの成膜である。従って、原理上ALDによる成膜が可能な温度領域が存在するが、CVD、スパッタ及びその他の成膜技術と比較して、「膜厚の均一性」、「原子層オーダーの膜厚制御性」、「カバレッジ性」などに優位性がある。当社は、GaNやSiCなどのパワー半導体のゲート酸化膜形成、パッシベーション膜の形成、さらにはMEMS分野までを視野に入れれたALD装置「AL-1」を2015年12月に市場投入した。

ここでは主として「AL-1」の装置仕様と基礎データを紹介する。

■装置仕様

AL-1は、反応室内に氣化した有機金属原料と反応剤(H₂O、O₃、O₂ラジカル等)を交互に供給し、ALDによるlayer by layerの成膜を実現している。反応室内壁に密着するインナーウォールヒーターを用いることで、原料及び反応剤の内壁への吸着を抑制している。また、原料及び反応剤の供給に数十msecオーダーのパルス供給が可能なALDバルブを使用しており、そのバルブを極力反応室の近くに取り付けている。これらの工夫により「原料間のページ・排気時間の短時間化」、「パーティクルの抑制」などを実現している。なお、GaNやSiCのパワー半導体分野で現在主流となっているφ4"ウェハは3枚まで同時処理が可能で、最大φ8"ウェハまで処理が可能である。すなわち、研究開発からセミ量産まで対応している。表1に装置仕様の概略、図1に装置外観を示す。

表1 装置仕様の概略

反応室	SUS304製 φ4"×3枚、φ8"×1枚処理可能
ステージ加熱機構	ヒーター温度 常用500°C
プロセスガス供給系	標準4系列(最大6系列)
原料	<ul style="list-style-type: none"> • TMA: Al(CH₃)₃ タンク付 • H₂O タンク付 • O₃(オゾナイザーを使用) 最大オゾン濃度250g/Nm³(O₂流量: 200sccm時) <p>※その他原料の追加については応相談</p>
排気系	ドライポンプ
外形寸法	本体: 900mm(W)×1300mm(D)×1355mm(H) 制御ボックス: 570mm(W)×630mm(D)×1576mm(H)



図1 装置外観

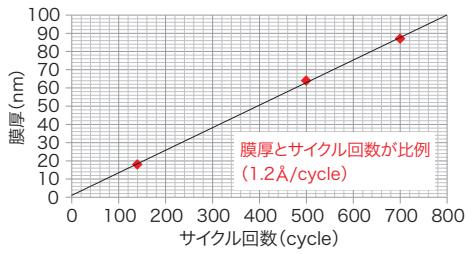


図2 AlOx膜の膜厚制御性

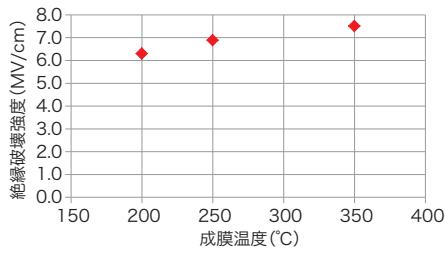


図3 AlOx膜の絶縁破壊強度

■基礎データ

基礎データとして、有機金属原料にTMAを、反応剤にH₂Oを使用した際のアルミナ(AlOx)膜の成膜結果を紹介する。この原料と反応剤で成膜したAlOx膜のALDによる成膜が可能な温度領域は、成膜温度が220°C～350°Cであることを確認している。

最初に、成膜温度250°Cにおけるサイクル回数と膜厚の関係を図2に示す。膜厚とサイクル回数が比例している結果が得られた。成膜レートは1.2Å/cycleであることから、ALD成膜が実現できており、原子層オーダーでの膜厚制御が可能である。次に、成膜温度と絶縁破壊強度の関係を図3に示す。膜厚は全て100nmとした。成膜温度が350°Cで7.5MV/cmと高い絶縁破壊強度が得られた。反応剤や反応方法を検討し、100°C程度の低温領域を含めて、10MV/cmの絶縁破壊強度を目指したい。最後に、ホール形状(開口径: 1.25μm、深さ: 40μm、アスペクト比: 32)へヒーター温度250°Cで約100nm成膜した時の成膜結果を図4に示す。上部、底面、側面すべて103nmとカバレッジ性が良い均一な膜厚の成膜が実現できていることから、トレンチMOSFETやTゲートへの応用が可能であると考えられる。現在、GaN、SiCやGa₂O₃などのパワーデバイス応用を目的に大学や官庁と共同研究を行っている。主にAL-1により成膜したAlOx膜及びSiO₂膜をゲート酸化膜として利用したMOSFETやMOS-HFETなどのデバイス特性の確認を行っている。その中で、界面準位の低減などのデバイス特性を向上させるゲート酸化膜形成の研究を進めている。

■おわりに

国内メーカーの参入が少ない状況下で当社が市場投入したALD装置である「AL-1」について紹介を行った。AlOx膜での基礎データの取得を行い、ALDの特徴である「膜厚制御性」、「高耐圧膜」及び「カバレッジ性」が得られることを確認した。今後は、ユーザーのデバイス特性の向上に貢献するとともに装置販売を進めていく。

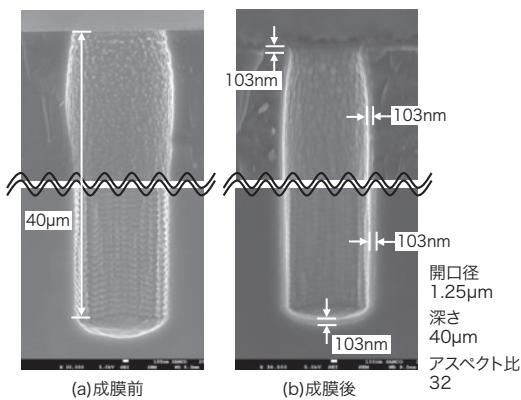


図4 AlOx膜のホール形状へのカバレッジ性