

# samco

## NOW

VOL.73  
2011.APR.  
Quarterly

[www.samco.co.jp](http://www.samco.co.jp)

発行所 サムコ株式会社 京都市伏見区竹田裏屋町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／曲水の宴 [城南宮] 4月29日(金・祝)

平安時代の装束を身につけた男女の歌人が、神苑の「平安の庭」に流れる小川の流れに沿った座に着きます。川上から童子が鷺鳶の姿を象った「羽觴」に盆を乗せて流し、歌人は和歌を詠み短冊にしたためると、羽觴を取り上げ、盆のお酒を飲みます。平安王朝の優雅な遊びを再現した宴です。

撮影(c)中田昭

## 北京で薄膜技術セミナーを開催!

開催日…2011年4月15日(金) 会場…中国 北京大学

当社は、来る4月15日、中国の北京大学で薄膜技術セミナーを開催致します。これまで、中国では薄膜技術セミナーを2度開催しており、今回、3度目の開催とな

ります。2007年に北京の有力大学である清华大学との共同研究開始1周年を記念し、清华大学にて開催しました。2008年には、“Material Innovation”

をテーマに上海復旦大学で開催し、両セミナーとも活発な議論が行われ、予想以上の成果がありました。

今回は、北京大学との共同研究開始を記念して、北京大学窒化物半導体センター長の張国義教授のご協力を得て、北



清华大学にて開催した薄膜技術セミナー(2007.11.2)

京にて薄膜技術セミナー開催の運びとなりました。

“Nitride semiconductor its material engineering”をテーマに、北京大学の康香寧准教授をはじめ、鶴山麗得電子實業の葉国光研究員、日本からは、山口大学大学院理工学研究科の只友一行教授、立命館大学総合理工学研究機構の鈴木彰客員教授、当社研究員の中野博彦といった日中の第一線で活躍される窒化物半導体の研究者の方々に講師を務めて頂きます。今回のセミナーも、LEDやパワー・デバイスの登場による世界的な窒化物半導体への関心の高まりを背景に、日中間の技術者、研究者の方々の交流の場として大盛況となるものと期待しております。

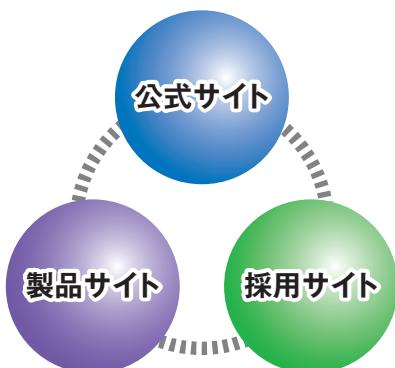
## HPリニューアルのお知らせ

このたび、ステークホルダーの皆様に、より便利にご利用いただくため、ホームページの全面リニューアルを実施致しました。

情報の整理・充実を目的とし、

1. 全てのページのデザインを一新し、シンプルで、検索しやすく致しました。
2. 「公式サイト」「製品サイト」「採用サイト」と目的に応じたサイト構成にしました。
3. 製品サイトの技術情報を充実させました。

今後とも多くの皆様にご利用いただけるホームページとするために、内容の充実を図ってまいりますので、よろしくお願い申し上げます。



## OPTO Taiwan 2011 お知らせ

会期 6月14日(火)～16日(木)

会場 Taipei World Trade Center (台北)

ブースNo. A027



来る6月14日から16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 2011が台湾の台北国際展示場で開催されます。

当社は、その中のOPTO Taiwanに出展し、サファイアやGaNの高精度加工を行う大量生産用のICPエッティング装置「RIE-330iPC」を中心に構成されるLEDのトータルソリューション“SAMCO One Stop Solution”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いただける展示内容となるよう準備を進めてまいります。

## 東北地方太平洋沖地震のお見舞い

3月11日(金)の午後、未曾有の国難を引き起こした東北地方太平洋沖地震が東日本を直撃しました。

お亡くなりになられた方に深い哀悼の意を表しますと共に、被害に遭われた皆様に心よりお見舞い申し上げます。

サムコからも、義援金の送付、支援活動などを通じ、被災地の早期復旧を支援してまいります。被災地の皆様の不安が一日も早く解消されることを心からお祈り申し上げます。



福井大学 大学院工学研究科  
電気・電子工学専攻 教授

今回のSamco-Interviewは、福井大学を訪ね、電気・電子工学専攻の葛原正明先生に電力変換用の窒化物半導体トランジスタのご研究についてお話を伺いました。

## プロフィール

1979年 京都大学工学部電気工学科 卒業  
1981年 京都大学大学院工学研究科  
電気工学専攻修士課程 修了  
1981年 日本電気株式会社 入社  
1987年 イリノイ大学客員研究員(～1988年)  
2004年 福井大学工学部  
電気・電子工学科 教授  
2006年 福井大学大学院工学研究科  
電気・電子工学専攻 教授

くずはら まさあき  
**葛原 正明 先生**

## 葛原先生のご研究内容、テーマについて お聞かせください。

現在の社会というのは、昔に比べてむしろ問題が増えている印象があります。その一つがエネルギーの枯渇の問題です。日本という国は特に資源がありませんから、エネルギー問題は避けて通れない難題です。いつか無くなるエネルギーをどのようにして生み出すのかということと共に、エネルギー自体を無駄にしない技術を考えなければなりません。そこで自分の研究の範疇である半導体でできるのは何であろうかと考え、電力変換用の窒化物半導体トランジスタの研究を始めました。企業時代は通信系の世界でGaAs(ガリウム砒素)を使って携帯電話向けの高速トランジスタを作っていたのですが、現在はGaN(窒化ガリウム)のパワーDEバイスの研究を行っています。GaNは熱に強く、高耐圧、高周波動作といった特徴があり、現在主流のSi(シリコン)よりも電力変換用のデバイスとして優れています。GaNのパワーDEバイスが実現できると、人類にとって生活のインフラに関係してくるエネルギーの無駄を省くことができ

ます。携帯電話などのIT分野における発展と異なり、文明の進歩がもたらす負の部分が少ないので、我々は100%徹底的に技術を追求できまし、最終的に電力を自分で発生できるようにもっていきたいと考えています。

## 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。

企業時代は通信系の高速のトランジスタを研究していました。携帯電話が世に出始めた頃から、小型端末の実現を目指していました。それからしばらくして、世の中に携帯電話が出回りだし、すぐに予想を上回る成長期になっていましたので、研究者として大変幸運でした。最初に私が使用した携帯電話は重さが1kg近くもあり、片手で持つには重すぎるもので通話の時は本体を目の前に置いて使いました。また、通話している途中でバッテリーは切れてしましますし、1日1回充電しないと待ち受けもできませんでした。携帯電話というよりは、必要であれば携帯可能な電話だったわけです。しかし、町で歩きながら携帯電話で話すという

経験を相当早くからできたことは快感でしたね。外で電話をすることは結構楽しく、無駄な時間を省くこともできました。90年代に入ると、500gを切った端末ができましたが、もっと小型にしたいということで、バッテリーの持ちを良くするためのトランジスタの研究を始め、GaAsにずっと携わってきました。元を正せば大学時代から、GaAsをどうやって作るかを研究してきており、会社に入ってからはその材料の通信分野への応用の研究でしたから、GaAsに関わった期間は長かったです。たまたま縁があつて福井大学に来ましたが、その前からGaAsに変わる材料としてGaNに注目していましたので、当時は数十年かかるかも知れないと思いましたが、これからGaN一本に絞って研究していくと思いました。大学に移った頃は、通信用途の研究もしたと考えていたのですが、今は省エネ化の研究を中心に進めています。

## 今後のご研究の展望について 教えてください。

全ての電力変換用に使用されているSiをGaNに変えたいと考えています。車、パソコン、インバータを使用したエアコンや冷蔵庫といった白物家電の電源は、全て熱くなります。その原因はCPUそのものの発熱もありますが、色々なところに熱源、いわゆる寄生の抵抗成分があって、熱を発生しているからなのです。特に、電圧を変換したり、周波数を変換したりする電源回路において、現在はSi半導体がほぼ100%使われていますが、寄生抵抗(スイッチオン時の抵抗)を下げる点で優れていると言えません。さらにSiの泣き所は、大きな電圧をかけると壊れてしまいます。情報処理の世界では、Siは低電圧低消費電力で、同じ計算、同じ処理を速くできるので、申し分がありません。しかし、こと大電力を変換するパワーDEバイスの分野では適しておらず、大電圧をかけても壊れないよう、縦にたくさん並べてデバイス当たりの電圧を下げて使用されていますが、そうすると寄生抵抗が上がります。つまり、熱を発生することを前提に大きな電圧をかけているというジレンマがあります。非常に無駄

な話ですが、そういった熱を冷やすために、モーターを使って水を流す冷却装置を使うと、また無駄なエネルギーを消費してしまいます。それを解決するのが、GaNです。GaNは、高電圧動作時の発熱が少なく、たとえ熱が出ても安定に動作するという機能を持った半導体です。GaNを使うことで、無駄な発熱の少ないハイブリッド車ができます。また、多少温度が上がっても、冷やさなくて大丈夫なので軽量化にも適します。それからパソコンですと、アダプターの電源を小さくして内蔵することも可能です。アダプターを小型化するもう一つのキー技術としては、電源の周波数を上げることがあります。電気回路のリアクタンス部品は、周波数を上げると小型化でき、将来はIC化もできると言われています。GaNは、もともと高周波の分野で注目され、携帯電話で使われるくらいですから、高周波特性にも優れしており、電力変換用として非常に適しています。両方のメリットがある材料というのは、GaNをおいて他にありません。パワー・デバイスとして色々な材料が言われていますが、将来は家庭にある身近なパワーエレクトロニクス機器を、熱を出さず小型化するために、GaNに変えていきたいと考えています。

### 日頃のご研究において心がけておられる ことについてお聞かせください。

実用化あっての研究だと考えているので、成果というものを常に意識して研究に取り組んでいて、それを若い学生にも話しています。のんびり研究をしていては忘れられてしまいます。マイルストーンとなる成果を出して、社会の要請についていくことに重点を置いています。100年かかるような研究も魅力的ですが、私には近い未来に社会に役立つ研究の方が適しています。社会にでたら、100年かかる研究をさせてもらえる研究者は、ほんの一握りのはずです。また、企業に就職後は、ほとんどの学生が製品開発の仕事に就くことになります。学生には、社会や企業にとって最も必要な技術開発を行え、その中で自分がどの分野でキーとなる仕事ができるのか、早めに気付いてビジネスチャンスを先取りできる技術者になってもらいたいと思っています。学生時代の研究においても、修士課程を含めて2～3年の中で、どこまで問題を

解決出来るのか、時間的なセンスと自分で考えたマイルストーンを持って研究するように言っています。

### サムコの装置のご感想を お聞かせください。

サムコさんにはGaNの主要な加工装置であるドライエッチング装置『RIE-200iP』を納入してもらっています。装置を入れたら入れっぱなしではなく、安心して使えるように、メンテナンスの対策や、我々が感じる前にあらかじめご案内をくださるところが非常にありがたいと思っています。半導体の分野で、新しい装置を理解するのは、かなりの時間がかかりますし、その装置を使い始めた時の状態をキープするには、やはりある程度納入実績をお持ちの、その経験を元にアドバイスしてくださるメーカーのサポートが非常に重要になってきます。サムコさんはGaNなどの化合物半導体に特化されていますし、化合物半導体の行きつく先がどうだという共通の認識をお持ちだから、非常に使いやすい装置だなと思っています。

### 最後にサムコに対して一言お願いします。

大学との商売を大切にして頂きたいと思っています。大学相手に商売をしていても、もうけは少ないです。ただ、大学は色々な意味で宣伝の場になることができ、しがらみのない発信力を持っています。これから出てくる若い研究者達が大学の装置を使って社会へ出てきますので、その装置メーカーというものは必ず頭のどこかに残りますね。そういった視点からも、大学という顧客を大事にしてください。私は、大学では企業の次のものを研究しないとまずいと思っています。そのためには、企業の研究所に相当するような高性能の装置を使用できる土俵が必要になるわけですが、なかなかそれが簡単ではない。我々は最低限の土俵に乗るのに四苦八苦しているわけです。サムコさんのようにそれを助けてくれる企業というのは、そんなにたくさんありませんので、私が感謝しているのはそういった点です。

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

5

サムコ株式会社の西に建つ城南宮は、京都御所の南西(裏鬼門)に位置したことから方除の大社として知られています。今回は、城南宮の門前名物として、地元の人々だけでなく観光客からも愛されている、おせき餅さんにお話を伺いました。



## 街道で人の往来と歴史の往来を見続ける

当店の歴史は、江戸時代までさかのぼります。当時は鳥羽街道沿いの小枝橋付近に店を構えており、当店の初代である「せき」という女将が、あんころ餅を作り、道行く旅人たちの疲れを癒しておりました。その餅の美味さと「せき」の心のこもったもてなしが評判を呼び、多くのお客様が訪れました。以後この餅は、初代の名前をとり「おせきもち」と名づけ、いつしか鳥羽街道の名物として知られるようになり、新選組の局長、近藤 勇も当店に訪れたと伝えられています。

鴨川の氾濫と、慶応4(1868)年の「鳥羽・伏見の戦い」で合わせて2度、店を失いましたが、懸命に商いを続け、名物の誉れは変わらずにいただいているります。

昭和に入り、京阪国道開通を期に、店も現在の地に移しました。往来するものが駕籠から車に変わりましたが、以前と変わらず道行く人々に、真心込めたおもてなしをさせていただいているます。城南宮への参拝の方々も多く訪れてくださり、城南宮の門前名物としてもご好評いただいているます。

## 素材とお客様に喜びを老舗の徹底したこだわり

450年の伝統を誇る当店の名物「おせきもち」は、歯ごたえと素朴ながらも記憶に残る味が自慢です。作り方、形は創業から変え

ず、厳選した素材を使用することで、それを引き出しています。例えば、餡には丹波大納言を使用し、もち米は滋賀県から最高のものを取り寄せています。

素材は生きています、そのため当店は「生きた素材を最大限活かす」をこだわりとしています。例えばもち米は毎朝蒸し、よくついた後にすぐに冷やすようにしています。また「おせきもち」のバリエーションとして、よもぎ餅をお出ししていますが、こちらは夏場には使用するよもぎがいたんでしまうため、冬限定でお出ししています。大切に扱うことで、素材もまたその思いに応えてくれます。それが味や、歯ごたえとなり、お客様に喜びを運びます。

保存料などの添加物は一切入れておりませんので、時間が経つとすぐに硬くなりますし、いたみます。お客様には納得していただいたうえで、お売りしています。自然の味を自然のまま楽しんでもらうために、このこだわりは持ち続けていきたいと思います。



## おせき餅

京都市伏見区中島御所ノ内町16

TEL 075-611-3078

営業時間 8:30~18:00 定休日 月・火曜日



## SiCパワーデバイスへの取り組み

環境負荷低減を実現するグリーンテクノロジー分野で、今注目が集まっているパワーデバイス。電力消費低減に寄与するパワーデバイスについて、ワイドギャップ半導体材料である4H-SiCを中心に、当社における製造技術について紹介する。

### パワーデバイス材料

パワーデバイス用材料として考えられている代表的な物性定数<sup>\*1</sup>を表1にまとめる。酸化物材料は除外した。BFM、BHFはBaliga性能指数であり、オン抵抗、高速動作(スイッチング)に関係する。パワーデバイス材料として、物性的にはDiamondが群を抜いている。CH4+H2を用いたμ波プラズマCVDにより~1000°C程度でDiamond基板上へのエピ成膜、及びボロン、リン添加によるpn制御等の研究がなされている。問題としてDiamond基板の入手、デバイス製造技術の確立等が挙げられるが将来的には有望なパワーデバイス材料である。Siは物性面では見劣りするが、真性キャリア濃度の基板入手容易、多様なpn制御方法、エピ成長、熱酸化等デバイス製造技術は成熟している。他の材料によるパワーデバイスには、当然Siデバイス以上の性能が求められる。省エネ志向の現在、低損失(高効率)デバイス、システムの小型化等が必要であり最も可能性のあるパワーデバイス材料は4H-SiC、GaNである。パワーデバイスへの要求としては高耐圧、低リーク電流、ノーマリオフ、ユニポーラ、低オン抵抗(高チャネル移動度)、電流コラプスの抑制等をクリアする事であり、更に電力変換等では回路技術も重要である。デバイスとしては、SBD、MOSFET、JFET、SIT等が候補となる。

### 4H-SiCデバイス応用

4H-SiCの単結晶成長は、ホモエピが可能であり、またp層・n層形成も可能である。従って、良質な単結晶が得られるので、縦型デバイス応用が可能である。当社では、トレンチMOSFETに着目し塩素系反応ガス、フッ素系反応ガスを用いた4H-SiCのRIEを行っている。トレンチMOSFET実現の為には、ゲートを形成するトレンチ側壁を平滑にRIEする事、トレンチ底面をラウンド形状(ノッチレス)にRIEする事が最重要である。図1にフッ素系ガスによりICP-RIE後の結果の一例を示す。

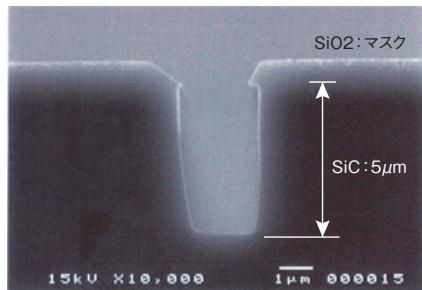


図1 SiC トレンチ溝 断面形状

表1 ワイドバンドギャップ半導体材料の代表的な物性定数

マスクは、全面成膜したSiO2をフォトリソプロセス後にRIEを行い形成した。ノッチレスRIEは実現できているが、SiO2マスクよりRIE後の幅が広がっており、且つボーリング形状である。マスクの幅のまま垂直形状へ改善する必要がある。この点はイオン性主体のRIEにより容易に改善できる。しかし、SiO2マスクに起因した縦筋がトレンチ側壁に生じる。現在、イオン性、ラジカル性RIEのバランス、側壁保護膜の形成等の視点から考察を行い、目的に適うICP-RIEプロセス開発を行っている。4H-SiCデバイスに関しては、京都ナノテククラスター事業を通じ、京都大学 松波名誉教授、木本教授よりご助言をいただいた。SiC-MOSFETの実用化の問題点は、SiO2(熱酸化)/SiC界面に形成されるSixCyOによる界面順位によりチャネル移動度が数10cm<sup>2</sup>/V·sと低い事であり、従ってオン抵抗が下がらない為と考えられている。チャネル移動度向上の為に低温成膜という視点からアプローチを行っている東工大 精密工学研究所 德光准教授の研究結果<sup>\*2</sup>は興味深い。低温成膜は当社の開発方針でもあり、当社のプラズマCVD装置であるPD-220LCにより成膜を行い、デバイス特性評価を目指している。チャネル移動度の目標は200cm<sup>2</sup>/V·s以上である。

### 終わりに

当社のSiCパワーデバイスへの取り組みに関して、ICP-RIE装置、プラズマCVD装置、パワーデバイス材料加工・成膜プロセス、デバイス展開について示した。最近、パワーデバイスとして有望な材料である4H-SiCを用いたSBDが実用化された。これを機に、今後、実用化開発が加速する事を期待する。当社は、装置性能を更に向上させパワーデバイス分野に貢献する。

### Reference

\*1 四戸 孝:SiCパワーデバイス,東芝レビューvol.59 No.2(2004)、Dr. T. Paul Chow著書等

\*2 T.Hatayama,S.Hino,N.Miura,T.Oomori,E.Tokumitsu:Remarkable Increase in the Channel Mobility of SiC-MOS FETs by Controlling the Interfacial SiO<sub>2</sub> Layer Between Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and SiC.IEEE Transactions on Electron Devices. Vol. 55. No. 8. pp. 2041-2045. 2008, Aug.

材料	Diamond	GaN	4H-SiC	6H-SiC	3C-SiC	GaAs	Si
バンドギャップ Eg (eV)	5.45	3.39	3.26	3	2.2	1.4	1.1
電子移動度 $\mu_e$ (cm <sup>2</sup> /V·s)	2,200	900	1,000/850	800/400	900	8,500	1,400
正孔移動度 $\mu_h$ (cm <sup>2</sup> /V·s)	1,600	150	115	90	40	400	600
絶縁破壊電界強度 Ec (MV/cm)	10	3.3	2.5	2.8	1.2	0.4	0.3
飽和移動度 Vsat (10 <sup>7</sup> cm/s)	2.7	2.7	2.2	1.9	2	2	1
真性キャリア濃度 $N_i$ (cm <sup>-3</sup> )	1.6X10 <sup>-27</sup>	1.9X10 <sup>-10</sup>	8.2X10 <sup>-9</sup>	2.3X10 <sup>-6</sup>	6.9	1.8X10 <sup>6</sup>	1.5X10 <sup>10</sup>
熱伝導度 $\lambda$ (W/cm·K)	20	2	4.9	4.9	4.9	0.5	1.5
比誘電率 $\epsilon_r$	5.5	9	9.7	9.7	9.7	12.8	11.8
バレク成長(基板)	研究段階	入手困難	入手可	入手可	入手困難	入手容易	入手容易
Direct/Indirect	I	D	I	I	I	D	I
BFM(対Si) $\epsilon_r \mu_e E_c^3$	27,128	653	340	191	30	16	1
BHFM(対Si) $\mu_e E_c^2$	1,746	78	50	25	9	11	1