

# SAMCO NOW

<b>I</b> nformation	2
● セミコン・ジャパン 2014 報告	
● MOCVD装置のデモ機を京都本社開発部門に設置	
<b>S</b> amco-Interview	3
東京工業大学 精密工学研究所 フォトニクス集積システム研究センター 教授 小山 二三夫 先生	
<b>A</b> la carte 京の門前菓子20 長五郎餅本舗	5
<b>T</b> echnical-Report	6
量産用高速シリコンディープエッチング装置 『RIE-800iPBC』による深さ400μmの高アスペクト加工	



## SEMICON Japan 2014 報告



**SEMICON®**  
Japan 2014

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2014』が12月3日から5日までの3日間、東京ビッグサイトで開催されました。

当社は、『薄膜技術、その無限の可能性』をテーマに、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)の先端加工技術や、スマートフォンの通話ノイズを低減するのに必要不可欠なSAW(弾性表面波)フィルタ、車載用途が拡大を見せるMEMS(微小電子機械システム)向けの加工技術を中心に展示しました。

今回から会場が東京ビッグサイトに変更、出展企業や来場者数が前年より増加しました。当社ブースも多くのお客様で連日大変賑わいました。ご来場賜りました多くのお客様には、厚くお礼申し上げます。

## パワーデバイス向けGaN on SiのMOCVD装置のデモ機を京都本社開発部門に設置

当社は、販売代理店契約を締結している米国のMOCVD装置メーカー Valence Process Equipment, Inc.(以下VPE社)から基板有効径がφ550mmの本格量産装置“GaN-550”を京都本社の第2研究開発棟に導入いたしました。

本装置は、VPE社独自の反応室の採用で高価なプロセスガスの消費量を他社製品比で約40%抑えるとともにガス的高速切り替えと温度昇降の制御に優れております。1バッチ当たりφ2インチウエハー 72枚、φ4インチウエハー 20枚、φ6インチウエハー 7枚、φ8インチウエハー 4枚の同時処理が可能です。

今後、デモ機として活用し、GaNパワーデバイス向けでVPE社のMOCVD装置の拡販を進めます。窒化物半導体



MOCVD装置のデモ機導入のセレモニー

向け製品のラインナップ強化により、MOCVD装置、プラズマCVD装置、ドライエッチング装置、ドライ洗浄装置の一括提供であるワンストップソリューションをさらに積極的に展開してまいります。

### 表紙写真 ● 新熊野神社の『左義長神事』

新年を迎えて今年も成人の日(1月12日)に、1年の穢れを取り除く火祭の神事、『左義長』が午前11時より執り行われます。起源は平安時代の宮中行事にあるといわれ、青竹3本を束ねて立てた上に扇子や短冊などを添えて、陰陽師が謡いながら焼いてその年の吉凶を占ったとされています。現在では1年の厄除け招福を願って、迫力いっばいの獅子舞披露の後、天下泰平、五穀豊穡、無病息災を祈願します。参拝者は御神酒をいただき、ぜんざいの接待を受け、残り火で焼かれた御餅もいただき、京都の正月行事として多くの参拝者でにぎわいます。



## プロフィール

学歴	1980年 3月	東京工業大学 工学部 電気電子工学科 卒業
	1985年 3月	東京工業大学 大学院 理工学研究科 電子物理工学専攻 博士課程 修了
職歴	1985年 4月	東京工業大学 精密工学研究所 助手
	1988年 10月	東京工業大学 精密工学研究所 助教授
	2000年 4月	東京工業大学 精密工学研究所 教授

## 受賞等

IEEEフェロー(2008)、応用物理学会フェロー(2008)、電子情報通信学会フェロー(2009)、電子情報通信学会篠原賞・論文賞(1990)、丸文学術賞(1998)、応用物理学会会誌賞(1998)、市村学術賞(2004)、電子情報通信学会エレクトロニクスサイエティ賞(2005)、文部科学大臣表彰科学技術賞(2007)、IEEE/LEOS William Streifer Award(2008)、Microoptics Award(2011)、応用物理学会光・電子集積技術業績賞(2012)など多数

東京工業大学 精密工学研究所  
フォトニクス集積システム研究センター 教授

こやま ふみお  
小山 二三夫 先生

今回のSamco-Interviewは、東京工業大学を訪ね、精密工学研究所 フォトニクス集積システム研究センター 教授の小山二三夫先生に光ネットワークデバイスと光集積回路のご研究についてお話を伺いました。

### ▶ ご研究内容と現在に至る経緯について お聞かせください。

光エレクトロニクス、特に半導体レーザー、光回路集積デバイスの研究を一貫して行ってきました。私は1979年、学部4年の卒業研究で本年度の日本国際賞を受賞されました。末松安晴名誉教授の研究室に配属されました。そこでの研究テーマが光スイッチであり、そのときから光デバイスの研究を続けております。修士課程、博士課程は現在の長距離光通信で使用されております単一モードレーザーの研究に従事しました。

学位を取得した1985年に、面発光レーザーを提案された伊賀健一名誉教授の研究室に助手として採用されました。当時は面発光レーザーの室温連続発振がまだ実現されておらず、これを実現する研究に注力し、1988年に初めて連続発振に成功することができました。以後は、主に面発光レーザーへの新しい機能の創出や、面発光レーザーを基盤とした新機能デバイスの集積化の研究に取り組んでまいりました。次世代光通信ネットワークを切り拓く新しい光デバイスの開拓を目指して、「1. 面発光レーザーフォトニクスと新機能集積」、「2. マイクロマシンによる新しい光デバイス」、「3. スローライト導波路による光制御」、「4. 中空導波路による巨大可変特性とその光回路への応用」などを研究テーマとしております。面発光レーザーの極限性能追求とその大規模集積化、マイクロ・ナノマシンを半導体レーザーに集積して連続的に波長を広範囲に掃引する機能や波長を自在に制御する新しい半導体レーザーの実現、周期構造による特殊な光導波路を用いて光の群速度、位相、遅延時間などを制御する新技術の開拓といった研究に取り組んでおります。

面発光レーザーは、特に短距離通信でのギガビットイーサネットといった建物内の光ネットワークであるとか、最近はもっと短い距離の光配線技術、例えばデータセンターやスーパーコンピュータ内の高速ネットワークの形成に使われ始めています。スーパーコンピュータの場合、すでに一つのシステムに数十万個くらいのデバイスが使われています。現在、スーパーコンピュータやデータセンターの一つのシステムネットワークの通信容量を全部積算すると大体200Tbpsくらいと言われております。全世界のインターネットのトラフィック量を全部積算すると大体200Tbpsくらいですので、光インターコネクトのネットワーク量は世界規模では非常に大きくなります。そこではレーザーや光デバイスが非常に多く使われており、ネットワークで使われる電力はどんどん増えております。もちろんそんなことはありませんが、このままではデータセンター一つで小さな原子力発電所一基分くらいが必要だとも言われています。革新的な集積技術や低消費電力化が必要であると考えられており、それを可能とする革新的なデバイス研究を進めているところです。

### ▶ 今後のご研究の展望について お聞かせください

日本は、大容量の光通信ネットワークを可能にするための研究開発を世界的に先導してきました。これまでは、どちらかという国際通信や都市間のネットワークといった長距離伝送、あるいはアクセス系である各家庭の高速ネットワークといったものが主でしたが、先ほど申し上げましたように短距離の高速光情報伝送システムが非常に重要になってきております。半導体レーザーが使われる数だけでも、例えば面発光レーザーが年間使われる数は

すでに数億個レベルになっており、現在数の上で最も生産されているレーザーになっております。したがって、このような短距離の高速ネットワークを可能にするデバイス、単に発光デバイスというだけではなく、波長を掃引して信号の行き先を切り替えるようなデバイスであるとか、単にポイントからポイントへの伝送という意味ではなく、短距離のシステムでの経路切り替えを可能にするようなデバイスが重要になるだろうと考えております。今の話は通信ですけれども、センサーも光の技術としては重要ですので、これからは物体を認識する光センサーでありますとか、生態情報を随時モニタリングするようなウェアラブルセンサネットというようなものでも低消費電力の非常に多くのデバイスが必要ですので、これらも考えて研究を進めていこうと思っております。

### ▶ 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？

私は大学でかつ附置研究所で仕事をしております。研究分野は工学ですので、サイエンスというよりはある程度出口を見据え、大学ですのでもちろん少し長期的な視野で考えますが、最終的には何らかの世の中に役立つものをということを念頭に置いています。それを実現するためにはどういうデバイスが必要であるかという視点で研究テーマを考えるようにしております。ただ、民間企業等と一緒に仕事をする場合は、短期の数年先にターゲットを置きますが、基本姿勢はある程度ロングタームで出口を見据えた研究を行っています。私の研究はシステムではなく、そこで使われるデバイスですが、全体像を見ながら将来役立つものを実現するための研究という視点が重要と考えています。ま

た、大学ですので企業の研究所や国立研究所とは異なり人材育成も大きなミッションです。研究を通して将来の光エレクトロニクス分野を担うような人材を輩出する、教育するというのが一方では必要です。もちろん研究成果は重要ですが、学生諸君が研究を通して物事を考え、解決法を見出していくような環境を提供するというのがもう一つの私どもの役割だと考えております。

#### ▶ サムコの装置をどのように使用していただいていますか

サムコさんのお付き合いは非常に長く、大学院生でした1980年頃からになります。サムコさんの創業が1979年ですね。ですから創業直後くらいからになると思います。末松先生の研究室でサムコさんのSiN成膜用プラズマCVD装置を購入して使わせていただいたのが最初です。その装置を私どもで立ち上げるようにと末松先生が指示され、そこからサムコさんのお付き合いが始まりました。もう時効だからお話ししてもいいかと思いますが、当時、実はその装置の絶縁性でかなり苦勞いたしました。私どもの条件出しも不十分だったということもあったのかもしれませんが、苦勞いたしました。

面発光レーザーのプロセスでは、小さな微細な構造をドライエッチングプロセスで作ることが非常に重要であり、最初は高真空系のRIBというイオンをビーム状に飛ばして加工するというプロセスを使っていました。しかし、どうしても均一性が取れず、また高真空系の装置のため使い勝手が非常に悪いといった問題がありました。そこで現在使用しているサムコさんのICPエッチング装置を導入させていただきました。この装置はサムコさんのICPエッチング装置のおそらく一号機くらいになるのではないのでしょうか。非常に初期の装置で20年近く前に納入していただきました。現在その装置は非常に日常的な加工には欠かせない装置としてずっと使わせていただいております。実験装置の中でもリソグラフィと並んで一番頻繁に使う装置です。

半導体のエッチングのプロセスそのものも、初期の頃はそれ自体が研究対象になっておりました。例えばInP系の微細な構造を作る場合、いかに低損傷で垂直に滑らかな面を作るということが当時はまだ十分確立していませんでした。本学の半導体MEMSプロセス技術センターの松谷センター長が当時、当研究室の技術職員としてエッチング関係の仕事を中心になって行いました。その装置の導入のときからサムコさんとは共同研究としてこの関係の仕事をさせていただいております。現在私どもはGaAs系を中心とした化合物系のエッチングを行っておりますが、これはある程度確立された技術になっており、今は日常的なプロセスで使わせていただいております。ただ、歴史的には

非常に初期のエッチングプロセスそのものも研究対象だった頃から、エッチングのガス種やマスクの材質をどのようにするかといったところから、サムコさんとは非常に長い期間共同研究させていただいたという経緯がございます。

#### ▶ 装置のご感想をお聞かせください

非常に使い勝手がよいと感じております。我々デバイス研究者はサムコさんの製品のようなプロセス装置をツールとして使わせていただいております。必要に応じてプロセス装置メーカーさんが開発された最先端の製品、技術を我々はフルに活用させていただくという関係にあります。そういう意味では、サムコさんはユーザー側に立った最先端のプロセス装置を開発されており、我々はそれを活用させてもらって新しいデバイスの研究に非常に役立らせていただいております。サムコさんとはかなり長期間、共同研究を続けていただいておりますので、サムコさんの製品は非常に使いやすい、最先端のデバイス研究を行う上で非常に有力なツールであると認識しております。我々はサムコさんの製品ではエッチング装置を中心に使わせてもらっていますが、新しい材料に展開する場合、特にエッチングでは材料表面が非常に重要であり、表面化学には難しい問題があります。そういう意味では、サムコさんではプロセスの部分にも踏み込んだ装置開発が行われているので、デバイス研究者としては非常に心強いと感じております。

#### ▶ ご趣味についてお聞かせください

趣味というほどではありませんが、温泉が好きですので休日に家族と温泉旅行に行ったり、あまり上手くありませんが家族とテニスを楽しんだりしています。その他では、体調を少し崩したことがあり、健康に気をつけないといけないということで家内と100kmマラソンを始めました。この体型なのでおかしいとみんなに言われますが、家内は100kmマラソンを何回かクリアしていますが、私はいまだに最長が80kmです。通常のマラソンはスピードを競いますが、ウルトラマラソンは一部ではスピードを競う人もいますが、地方で開催されますので多くの人がスピードよりも風景を楽しみながら走っています。

#### ▶ 最後に弊社に対して一言お願いします

先ほども少し申し上げましたが、デバイスあるいは材料研究者にとっては、アイデアがあってもプロセス技術、装置がないと実現できないということがあります。最先端の新しいデバイスや産業を切り開くような装置開発を是非ともお願いしたいと思います。

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

20

学問の神様として合格祈願の受験生で賑わい、梅花祭や縁日などにも全国から多くの人々が訪れる北野天満宮。この境内で初代が店を出してから400余年の歴史を受け継ぐ「羽二重餅」の元祖「長五郎餅本舗」を訪ねました。



北野天満宮 境内茶店



## 太閤秀吉が絶賛し命名した「長五郎餅」

菅原道真を祀る北野天満宮の境内に河内屋長五郎が店を出したのは400年以上前の天正年間(1573-1592)でした。初代が工夫を重ねて生み出した餡入りの羽二重餅は忽ち評判を呼び、その名を知られるようになります。上品な滋味も、洗練された意匠も、当時の菓子の中で際立っていたからです。その評価を揺るぎないものにしたのが天正15年(1587)に太閤秀吉が公家や諸侯を集めて催した「北野大茶会」でした。仲間の勧めで献上した餅を秀吉が絶賛。「長五郎餅」の名を賜り、後世の餡入り餅の元祖となります。この時、長五郎は秀吉に招かれて謁見しています。その後、明治維新に到るまで皇室の御用達となり、小松宮家や山階宮家などの各宮家で愛でられました。また、維新の頃には京都詰めの各藩がこぞって買い上げ、その名は全国各地へ広がっていったのです。店内奥に飾られた江戸時代の「天満宮双六」の中にも「長五郎餅」が記されており、往時を偲ぶことができます。



「北野天満宮参詣賑惠図」双六より

## 伝統の滋味を守り、次代の美味を生む

さらりとした甘さ、柔肌のような餅皮の絶妙な味わいで、昔も今も変わらぬ人気の「長五郎餅」。餅米は全国的に名高い近江米、小豆は徹底した品種改良から生まれた十勝小豆を用いています。「ねばりがあり、伸び

が良く、こしが強いのが近江米の特徴です。十勝小豆は味がまろやかになるので使っています。搗いた餅を布で包み、また蒸して搗く…。これを2回繰り返します。こうすると、直ぐに固くならないのです。私は毎朝、4時半頃には仕事場に入ります。手間は掛かりますが、心を込めて仕上げています。親から子へ、子から孫へと、数多くの方々に愛され、ご最良にさせていただいている『長五郎餅』の伝統の味を守り継ぐのが私の務めだと思っています」と、21代目店主の藤田典生さんは優しく微笑みます。400余年の暖簾の重みは余人には知ることのできないもの



ですが、すでに次代を担うご子息も店に入って父親を支え、新たな感性を活かした新商品の開発にも挑み続けています。



## ■ 長五郎餅本舗

京都市上京区一条通七本松西入  
TEL 075-461-1074  
営業時間 8:00~18:00  
定休日 原則として木曜日

### \* 北野天満宮 境内茶店の出店日

- 毎月25日及び1月から3月25日の土・日・祝
- 正月1日~4日・節分2月3日
- 営業時間 9:00~17:00



# 量産用高速シリコンディープエッチング装置『RIE-800iPBC』による 深さ400 $\mu\text{m}$ の高アスペクト加工

【サムコ(株) 開発部】

MEMSデバイスを製造するための微細加工技術は、各種センサーやインクジェットヘッドなどの加工のほか光通信、医療、バイオなどの分野へと応用領域を広げている。当社は、ドイツ ロバートボッシュ社が開発したシリコンディープエッチング技術であるボッシュプロセスのライセンスを日本の装置メーカーでは初めて供与されており、同プロセス専用の研究開発機『RIE-400iPB』、研究/セミ量産機『RIE-800iPB』、本格量産機『RIE-800iPBC』をラインナップしている。シリコンディープエッチングのプロセスデータとしては、SAMCO NOW Vol.82 (2013.JUN.)では低スキヤロップ加工と平滑化プロセス、SAMCO NOW Vol.86 (2014.JUL.)ではチルトの抑制について紹介した。今回は量産用高速シリコンディープエッチング装置『RIE-800iPBC』での深さ400 $\mu\text{m}$ の高アスペクト加工を紹介する。

## ■装置紹介

『RIE-800iPBC』は $\phi 8$ インチウエハーまでに対応し、カセット室とアライメント室を備えた本格量産装置である。シリコンの高速エッチングを可能にするため、プラズマソースの電源としては5kW出力のものを採用し、排気系は1000sccm以上のSF<sub>6</sub>を流すことができる大排気流量仕様のターボ分子ポンプを採用している。また、スキヤロップの低減のためコンダクタンスのよい流路設計、エッチングガスとデポジションガスの高速ガス切り替えシステムを採用、ガスラインとプラズマ発生室を最短なレイアウト構成とし再現性に優れたボッシュプロセスを可能にしている。処理室の壁面は反応生成物の付着を低減し、プロセスの安定性、再現性を高めるため、加熱温度制御している。試料側の下部電極にはパルス発振できるBias電源を用い、SOI基板のエッチング時、界面に発生しやすいサイドノッチを容易に防止できる。ウエハー端部のレジストが乗らない部分がエッチングされ、発塵して後工程に流せなくなることがある。それを防止するため端部をリングでカバーするウエハーエッジプロテクションをオプションで使用することが可能である。

さらに、メンテナンスに配慮した設計となっており、反応器構造はシンプル、ターボ分子ポンプの取り外しが容易といった特徴も有する。

『RIE-800iPBC』  
外観



## ■プロセス

$\phi 8$ インチウエハーで深さ400 $\mu\text{m}$ 、ホール径 $\phi 15\mu\text{m}$ の高アスペクトのエッチングを行った。このような加工では、ボーイング形状やエッチング途中での側壁保護膜の破れからのサイドエッチなど多くの問題が発生する。これらの問題を解決するために、エッチングの初期、中期、後期と別々にデポジションstep、底面の保護膜エッチングstep、シリコンエッチングstepの各ステップの条件調整を行い、さらにランピングというLoopごとに条件を少しずつ変化させる技術を使用し、サムコ独自の高アスペクト条件を作り出した。尚、ランピング技術はロバートボッシュ社の特許であり、サムコは同社よりライセンスを取得している。チルトは $90^{\circ} \pm 0.3^{\circ}$ 以内、アスペクト比27、選択比40、ボーイング形状なしで、先端を順テーパーに形状を制御できている。

