

samco NOW

2020.JAN. Quarterly VOL.108

| | |
|---|---|
| I nformation | 2 |
| ● SEMICON Japan 2019 報告 ● 第10回 高機能フィルム展 報告 ● 東海支店移転のご挨拶 | |
| S amco-Interview | 3 |
| 東北大学 大学院工学研究科 応用物理学専攻 教授 安藤 康夫 先生 | |
| A la carte 京の銘菓・老舗20 総本家河道屋 | 5 |
| T echnical-Report | 6 |
| マイクロLED向けICPエッチングの加工例 | |

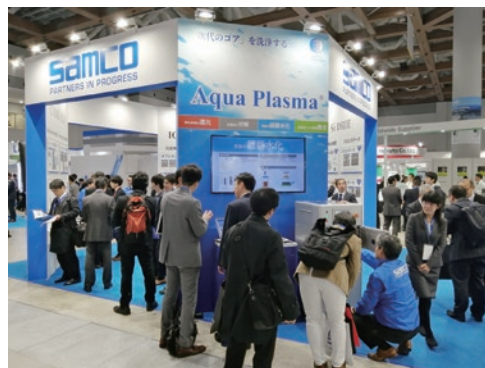


SEMICON Japan 2019 報告

年末恒例のエレクトロニクス製造サプライチェーンの国際展示会である『SEMICON Japan 2019』が12月11日から13日までの3日間、東京ビッグサイトで開催されました。今回は695社が出展し、延べ51,109名の来場者で連日賑わいました。

当社は、化合物半導体加工用として実績豊富なICPエッチング装置『RIE-400iP/iPC』や、金属や誘電体などの難エッチング材料加工を得意とする『RIE-800iP/iPC』、ナノからマイクロレベルの薄膜を形成するプラズマCVD装置やALD装置などを紹介しました。また、新製品のAqua Plasma®クリーナー『AQ-500』の実機展示を行い、多くの方々にご覧いただきました。

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。



**SEMICON®
JAPAN**

第10回 高機能フィルム展 報告

去る12月4日から6日までの3日間、幕張メッセにおいて『高機能素材 Week』が開催され、当社はその中の『第10回 高機能フィルム展』に初出展いたしました。接着剤レスの常温接合で高い評価を頂いているAqua Plasma®クリーナーの最新の技術データを紹介し、ブースは連日大盛況でした。

高機能素材 Week 2019 内
第10回 **高機能フィルム展**
機能性フィルム・成形加工機などが出展



東海支店移転のご挨拶

東海地方のお客様へのさらなるサービスの向上を目指し、1月14日(火)付で東海支店をアクセスの便利な好立地に位置する名古屋市名東区に移転拡充いたします。これを機に、お客様のニーズにさらに迅速かつきめ細やかに対応できるよう一層努力をする所存です。何卒ご愛顧とお引き立てを賜りますようお願い申し上げます。

東海支店 支店長 蓮沼 憲寿
支店長代理 山本 潤

新住所 〒465-0043 名古屋市名東区宝が丘270番地 名古屋セントラルインタービル4階
TEL 052-715-5285 FAX 052-715-5286

表紙写真 ● 春の訪れを告げる京の『梅』(北野天満宮) 2月初旬から「梅苑公開」

新春の訪れと共に京都の街並みに落ち着いた美しさで映える『梅』の花。それぞれの梅の名所では、梅を愛でるお祭りや行事が各所で行われ、春を迎える喜びに満ちた雰囲気街に溢れる。中でも、菅原道真公ゆかりの梅50種(約1,500本)が約2万坪の境内一円に咲き揃い、「天神様の梅」と親しまれる北野天満宮では、全国からの観光客や地元の人々に賑わいを見せる。中でも長い歴史をもつ2月25日の『梅花祭』では豊臣秀吉公が催した北野大茶湯に因み、『梅花祭野点大茶湯』が多くの人々を楽しませてくれる。



プロフィール

学歴 1984年 東北大学 工学部 応用物理学科 卒業
1986年 東北大学 大学院工学研究科 修士課程 修了

職歴 1986年 コニカ株式会社 研究員
1992年 東北大学 工学部 助手
2000年 東北大学 大学院工学研究科 助教授
2007年 東北大学 大学院工学研究科 教授

受賞歴 1995年 トーキン科学技術振興財団研究奨励賞
1996年 日本化学会第71秋季年会シンポジウム賞
1997年 日本応用磁気学会平成9年度 論文賞
1999年 第39回原田研究奨励賞
2008年 日本磁気学会平成20年度 論文賞
2012年 第34回応用物理学会 優秀論文賞
2013年 The 74th JSAP Autumn Meeting, 2013, Poster Award
2015年 第9回応用物理学会フェロー表彰
2018年 日本磁気学会フェロー
2018年 日本磁気学会第23回業績賞

東北大学 大学院工学研究科
応用物理学専攻 教授

あんど う やすお
安藤 康夫 先生

今回のSamco-Interviewは、東北大学を訪ね、大学院工学研究科 応用物理学専攻の安藤康夫教授にスピントロニクスを利用した生体磁気センサのご研究についてお話を伺いました。

▶ 安藤先生のご研究についてご紹介ください。

原子は電子と原子核から成り立っていますが、電子は電荷だけでなく、微小磁石（スピン）としての性質も持っています。しかも、右回りと左回りの2種類のスピンの存在します。電子の電荷としての性質とスピンとしての性質の両者をナノテクノロジーによって融合することで、新しい電子デバイスの創成を目指す研究分野は『スピントロニクス（スピントロニクス）』と呼ばれています。このスピントロニクスの領域の中でも、我々のグループでは材料やデバイス、それに関する研究を広く手掛けており、最近では、特に超高感度生体磁気センサの開発に力を入れております。

▶ 現在に至るご研究の経緯についてご説明ください。

当研究室はもともと宮崎照宣教授の研究室であり、1994年に宮崎先生のもとで、世界で初めて室温でトンネル磁気抵抗（TMR）素子の巨大磁気抵抗効果が観測されました。TMR素子は非常に薄い絶縁膜を2枚の強磁性体で挟んだ構造で、量子トンネル効果によって電子が薄い絶縁体を透過（トンネル）し、両電極間に電流が流れます。2枚の強磁性体の「磁化の向きが平行のときに電流が流れやすく」、「反平行のときに流れにくく」となるという現象がTMR効果です。以来、TMRに関する研究を続けております。

TMR効果が発見された直後は、日本ではHDDの磁気ヘッドへの応用が大きく期待されておりました。当時の巨大磁気抵抗（GMR）ヘッドでは出力が足りないためTMRヘッドにシフトしようとする業界全体の意向があり、それに関する低抵抗化や高磁気抵抗効果を出すための材料、あるいはデバイス作製等を行いました。一方、海外では磁気ヘッドよりも磁気メモリ（MRAM）のニーズが強く、2000年

頃からは国内でもメモリに取り組まなければならないという危機感がありました。このとき、宮崎先生がまとめ役としてご尽力され、漸く国内でプロジェクトが立ち上がり、海外との技術競争に巻き込まれていきました。当然ながら私の研究のメインもその方向性となっていました。もちろんメモリ、磁気ヘッドは必要な技術ですが、その一方では、もっと別のアプリケーションはないものかとずっと思い続けておりました。2007年に教授に昇進して、テーマ設定に責任が生じると、ますます、何か世の中の役に立つもの、特に誰もが分かる技術や製品にTMR素子を展開したいと模索しておりました。

生体を測るセンサというのは漠然とかなり初期から思い続けてきたテーマでした。企業の方と面談をしたときは必ず、この点を挙げて、意見を聞いてきましたが、ポジティブな回答は得られませんでした。技術が難しいわりに、ビジネスモデルを描くのが難しいという理由です。そんな中、以前に自分が勤めていたコニカ（株）（現 コニカミノルタ（株））の同僚に会うことがあり、彼にこの考えを話したところ、「それは面白いですね。一緒にやりましょう。」と二つ返事で同意をいただきました。それが大きな転機となりました。また、彼の知人の方で、てんかんを専門としている東北大学大学院医学系研究科の中里信和教授と偶然出会うことができました。彼らとの出会いのお蔭でこの研究ができていと言っても過言ではありません。中里先生は脳の磁場を測るために超伝導量子干渉計（SQUID）を使われていましたが、冷却に液体ヘリウムを使うためセンサを生体表面に密着できず、測定の間分解能が予想したほど向上しないという限界を感じておられ、この装置を用いた研究の発展を諦めておられたそうです。我々の技術では、室温で動作する小型のセンサを生体表面に密着させて測定できるため、感度の

向上に併せて空間分解能をも各段に向上させることが期待できます。これを紹介したところ大変興味を示され、そこから今の研究が始まり、現在までの期間に著しく発展しました。3年前にコニカの友人は志半ばにして他界しましたが、それ以降も彼の意志を継ぐ者が集まり、現在は私も大変充実した研究ができていっていると思っております。

▶ スピントロニクスのご研究の展望についてお聞かせください。

スピントロニクスの展望に関しては、非常に危機感を感じております。新しい現象を見つけて世界で最初の実証すればネイチャーやサイエンスに載りますので、それを狙ってベテランから若い研究者まで一生懸命研究を行います。しかし、領域を活性化させるためには一方では地に足を付けてするような研究が数多くあるのではないかと考えております。たとえばTMR素子を用いた高感度の磁気センサは、TMRの巨大磁気抵抗が報告された直後から応用できるといわれており、実際私自身もやれば容易にできると考えていました。しかしながら開発を始めてみると非常に奥が深く、材料やデバイスのパッケージを少し変える程度ではできないということに気がきました。業界を挙げて取り組んでもいいテーマではないかと思っております。発表の機会があるたびに泥臭い研究をしてほしいと呼びかけています。メーカーには日頃から困っている泥臭い悩みがたくさんあります。私がこういう話をするとメーカーの方が結構来てくださって、相談を受けます。我々も現在何社かと共同研究を行っていますが、その数倍の企業から相談を受けます。スピントロニクスには面白い学術的なテーマが多く、展望としては明るいという意見がたくさん出るのではないかと思います。それを否定するわけではありませんが、もっと泥臭い研

究テーマにも注目するようになってほしいと思っております。

▶ TMRセンサで起業されたスピンセンシングファクトリー株式会社についてご紹介ください。

スピントロニクスの展望の話に続きますが、さまざまな会社と共同研究を行っている、困っているところは大体同じだということが分かります。一番ベーシックなところでは、出力が足りないから上げてほしい、ノイズがちっと高いので下げてほしいといったところから始まり、それぞれの会社の自社製品に応用しようとするとこんなことができない云々という相談を受けます。その際、大学の一研究室としてできることは限られます。例えば素子を提供するとした場合、どこかの企業と一緒に開発したものであれば技術コンタミネーションの問題がありますし、素子を作って提供するとなるとそれなりに人手が必要です。最初からコンタクトがある場合は、その企業から研究員を出していただいて、その方に自分で素子を作製してもらいますが、それでは次第に間に合わなくなっていくます。もっと大量に使いたいという話が増えてくると、とても大学では対応できません。素子を提供する専門の会社があれば、我々はそこに共同研究として技術を提供し、会社は素子の作製に専念して対会社という位置付けでさまざまなところにコンタクトして共同研究あるいは商品開発ができる。そういう理想的な位置付けのものができるのではないかと思ったのがことの始まりです。実際にそういうことをやる会社が他にも出てくればよいのですが、センサとして使うためにTMR素子を作製する会社がなかなかありません。そういうところに我々が入って行く余地がいくらでもあると感じて、このスピンセンシングファクトリー株式会社を創設しました。

▶ 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？

TMRが発見され、大面積の金属と金属の間で1nmの絶縁層を形成することになりました。「とてもじゃないけれども無理だ」と最初は思いましたが、時が経つと1nmの高均一の膜ができるようになりました。材料においても、酸化マグネシウム(MgO)が使われるようになり、非常に大きな磁気抵抗が出るようになりました。我々のグループでもホイスラー合金を用いた素子を作り始め、大きな磁気抵抗を出しております。技術的に当初は難しいと思っていたことも実現しています。生体磁場はそれまでのTMRセンサから比べると4～5桁くらい小さい磁場になりますので、これはさすがに無理かと思いましたが、プロジェクトを立ち上げるときに「絶対できる」と言い切りました。実際には、3年目くらいで心臓磁場も脳磁場も積算すれば測定できるようになりました。今後はリアルタイム測定を目指す

ことになりますが、さすがに無理だろうといわれることが多いのは確かです。それでも限界を設ければ物事は進みませんので、「絶対にこれは実現する」と言い切ってやっています。実際に世の中の技術の進歩というのは往々にしてそのようなものではないでしょうか？

▶ 座右の銘をお教えてください。

伊達正宗のいくつかある名言のうち、『五常訓』と呼ばれるものが特に好きです。「仁に過ぐれば弱くなる。義に過ぐれば固くなる。礼に過ぐれば^{へつ}諂いとなる。智に過ぐれば嘘を吐く。信に過ぐれば損をする。…」と続きますが、普段から感じていることを的確に示していて、度々読み返しては自らの行動を考え直すことがあります。「仁に過ぐれば弱くなる」は、(弱くなるのが自分か相手か両方の説があるそうですが)学生に対して手ほどきをしすぎると、学生もそれを当てにして自分で考えなくなり、世の中で生きていく力をむしろ失わせているように感じます。「信に過ぐれば損をする」もよく考えて見ると深い意味を感じます。世の中に性格的にも個人の考え方もさまざまな人がいて、彼らとうまく付き合うことが重要です。いずれも「過ぐれば」というところがポイントで、世の中で良いことであると思われるものでも度が過ぎるといけないということを具体的に絶妙に表しているように感じます。時々読み直しては、自らの振る舞いを検証しております。

▶ 休日などはどのようにお過ごしでしょうか？

多趣味でやりたいことはいくつでもあります。どうしても時間が確保できずに夢見るだけで終わってしまっています。現実を持ち帰った仕事をしているといったところ。普段から家族、特に家内には苦勞をかけてばかりいるので、休日はできるだけ家族との時間を大切に考えています。時間の許す範囲で料理をしたりもします。(実際には自分の食べたいものを作りたいだけですが。)ただし何をやっても、仕事のことが頭のすみから離れないのは事実です。良くも悪くも。頭の中でさまざまな情報を整理しておけば、休み明けにこれらを一気にこなすことができます。

▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

サムコさんには2012年にシリコン酸化膜(SiO₂)厚膜形成用CVD装置を納入していただきましたが、ほとんどトラブルなく稼動しており、安定してデバイスを作製できております。学生にも好評で、大変助かっていると言っています。堅実な信用できる会社だと思っております。これからも信頼性の高い装置を提供していただければと思います。

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。

京の銘菓・老舗 20

300余年の歴史を誇る総本家河道屋。その銘菓「蕎麦ほうろ」は、時を超えて多くの人々に愛でられてきた枯淡風雅な京菓子。趣が映える老舗に16代当主・植田貢太郎氏を訪ね、お話をお聞きました。



三条通の一つ北側にある姉小路通は、京都らしい趣深い町並み残る通りとして知られています。その中でもひととき歴史の面影が映える店構えが印象的な総本家河道屋。平安遷都と共に京都に移り住み、元禄年間より上京区小川通上長者町で菓子と蕎麦を商い、火災によって現在の地に移転しました。比叡山延暦寺の桓武天皇御講では、毎年手打ち蕎麦を献供しています。京銘菓「蕎麦ほうろ」は、明治初期に中興の祖・河道屋安兵衛氏が往時を偲び、蕎麦づくりの素材と技法に南蛮菓子の手法と要素を取り入れて考案したものです。一般的には「蕎麦ほうろ」の名で親しまれていますが、南蛮から伝わった時には「蕎麦ほうろ」と呼ばれおり、この名称を継承しています。暖簾の上に掲げられた時を刻む看板にも「蕎麦ほうろ」と記されています。

京銘菓「蕎麦ほうろ」に用いられている素材は当初から小麦粉、蕎麦粉、卵、砂糖、重曹。これが昔変わらぬ枯淡風雅な美味を生み出しているのです。ちなみに、砂糖が一般に普及したのは明治時代からであり、「蕎麦ほうろ」が誕生したもの、この歴史を反映しています。サクッと噛むと溶けてしまうような優しい食感。素朴な味わいの中に、ほのかな甘さと上品な香りが際立ちます。祖父や祖母も愛でた郷愁を呼び起こす懐かしい京都の銘菓です。この風味を生み出すためには、古来家伝の秘法の技を要します。まず、卵と砂糖、小麦粉を混ぜ、次に蕎麦を

打つと同じように、麺棒で生地を伸ばしていきます。この時、粘りを出さないように心を配ります。そのために、練るための容器には、現在も熱を帯びない石臼を用いています。その後、型を抜き、自家製の釜で焼きます。近年、型抜きに機械を導入することによって、漸く量産が可能になったそうです。「全国的に知られるようになったきっかけの一つは、京都で日本初

の博覧会が開催された時です。日持ちが良いこともあって京のお土産として多くの方々が買い求めになったと聞いております。代々、家祖伝来の生蕎麦の風味を守り継ぎ、ご賞味いただけるように心技を尽くしております。ただし、甘みについては時代の嗜好に応じて多少の吟味を加えてきました」と、16代当主・植田貢太郎氏は語ります。「守るべきものは守り、変えるべきもののみは変える」。これが総本家河道屋が代々受け



継ぎ、次代へ伝える京銘菓づくりの家訓です。「蕎麦ほうろ」の形はふくよかな梅の姿。初春の寿ぎの贈りもの、接客や茶事などのお席にもふさわしい逸品です。

総本家河道屋

京都市中京区姉小路御幸町西入ル
TEL 075-221-4907
営業時間 8:30~18:00
定休日 正月以外無休



～マイクロLED向けICPエッチングの加工例～

【サムコ㈱ 開発部】

■はじめに

液晶、有機ELを凌ぐ次世代マイクロLEDディスプレイが注目されている¹⁾。チップの一边が、おおよそ50 μm よりも小さいものをマイクロLEDと呼ぶ。この微細なLEDを画素(RGB三原色のLEDを集積)とすることで、従来よりも高輝度で低消費電力のTVやスマートフォンが実現できる。化合物半導体の分野で微細加工技術を得意とする当社は、マイクロLEDの研究開発及び生産でも貢献していく。ここでは、最新のマイクロLED加工例を紹介する。

■実験及び結果

一边が約50 μm のGaNマイクロLEDメサ加工例を図1に示す。当社ICPエッチング装置RIE-350iPCを用い、 ϕ 4inch x 7枚置きで実施した。レジストマスクとの選択比は1.1、エッチングレート125nm/min、面内均一性は $\pm 2.4\%$ と非常に良好である。

エッチング深さ制御には、発光分光法を用いた。図2のようにInとGaの発光波長をモニターすることで、InGaN発光層を検知することができ、エッチング停止時間のトリガーとすることができる。

図3に、一边が約8.5 μm のGaNマイクロLED素子分離加工例を示す。エッチング装置は、最大6inch枚葉処理可能な当社RIE-400iPを用い、 ϕ 2inch x 1枚置きで実施した。SiNハードマスクとの選択比は4、エッチングレートは360nm/minである。チップ間のエッチング幅と深さは、それぞれ4 μm 及び7.6 μm 。側壁角度87°で非常に平滑な側壁が得られている。また、面内の形状分布も良好であった。

一方、赤色AlGaInPマイクロLEDでも、図4に示すような垂直メサ加工を実現している。GaNマイクロLED同様、発光分光法で高精度のエッチング深さ制御が可能である。

■まとめ

マイクロLEDのエッチング加工例を紹介した。実装コストの課題はあるものの、一边が50～200 μm 程度のミニLEDは実用化段階である。しかし、一边が小さくなるほど、発光面積に対する周囲長が大きくなり、側壁の表面再結合により発光効率が低下する²⁾。そのためドライエッチングにおける側壁ダメージも考慮したプロセス技術が必要となる。今後、当社RIE-400iPC/800iPC及び350iPCをユーザに展開した際には、当社のプロセスノウハウを提供し、マイクロLEDディスプレイ分野の発展に貢献したいと考えている。

■参考文献

- 1) 琵琶剛志：次世代ディスプレイ技術マイクロLEDディスプレイ，映像情報メディア学会誌 Vol. 73, No.5, pp. 939～942 (2019)
- 2) Francois Olivier et al：Shockley-Read-Hall and Auger non-radiative recombination in GaN based LEDs: A size effect study, Applied Physics Letters 111, 022104 (2017)

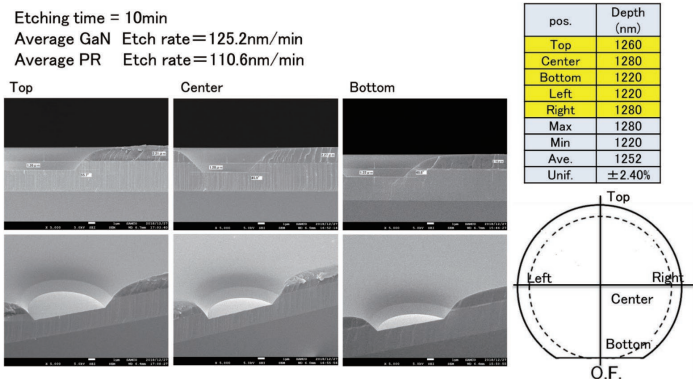


図1 GaNマイクロLEDメサ加工の結果

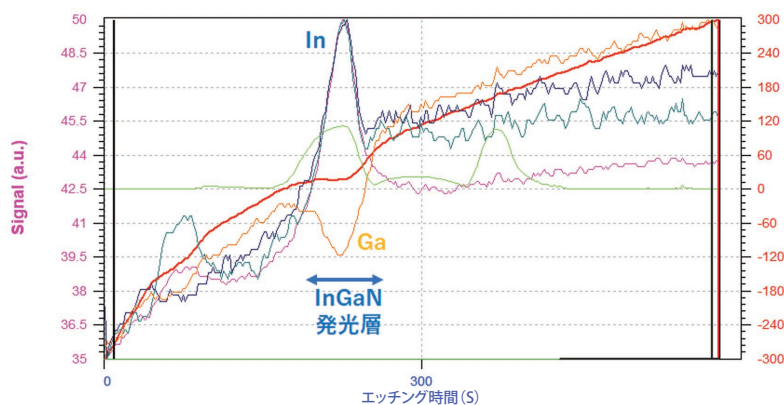


図2 GaNマイクロLEDメサ加工中の発光分光データ

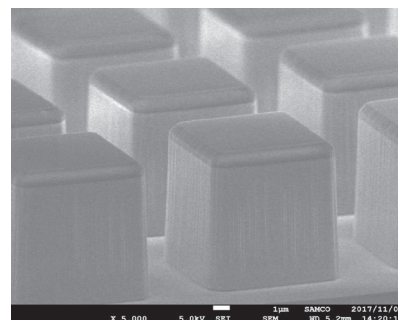


図3 GaNマイクロLED素子分離加工のSEM像

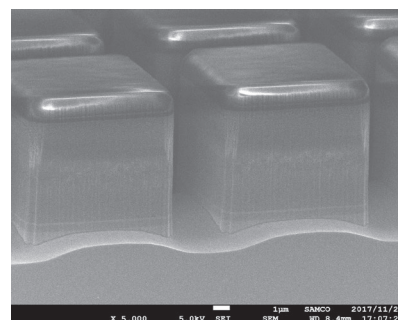


図4 AlGaInPマイクロLED素子分離加工のSEM像