

# samco NOW

2020.JUL.  
Quarterly

VOL.110

<b>I</b> nformation	2
● 第2生産技術棟にCVDのデモルームを開設	
● マイクロLED向けの商談活発化	
● 「部長塾」が好評裡に終了	
<b>S</b> amco-Interview	3
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 土屋 智由 先生	
<b>A</b> la carte 京の台所を訪ねて2 京ゆば処静家	5
<b>T</b> echnical-Report	6
GaNのトレンチ加工 角度制御	



## 第2生産技術棟にCVDのデモルームを開設

当社が本社の近接地に位置する第2生産技術棟（京都市伏見区竹田藁屋町68番地）内に設置を進めておりましたCVDのデモルームが完成し、7月10日（金）より運用を開始します。

クリーン度1,000のクリーンルーム（広さ217.61m<sup>2</sup>）に、プラズマCVD装置や当社独自のLS（液体ソース）CVD®装置、ALD（原子層堆積）装置など多数のデモ機のほか測定機器を配置します。お客様のサンプルのデモ処理のほか、大学・研究機関・企業など社外との共同研究の拠点としても活用していきます。

5GやIoTの進展により、通信デバイスや半導体レーザ

などの化合物半導体プロセス向けのプラズマCVD装置の需要はますます高まっています。デモルームの活用でCVD装置の研究開発・拡販をさらに積極的に推進してまいります。



第2生産技術棟の外観

## マイクロLED向けの商談活発化

このたび、当社はマイクロLED向けの生産用ドライエッチング装置とプラズマCVD装置の4台を中国メーカーに出荷しました。

当社はワイドバンドギャップ半導体材料分野のリーディングカンパニーとして、国内はもとよりアジアや欧米においてLED向けで装置を拡販してきました。2018年には台湾の最先端研究機関であるITRI (Industrial

Technology Research Institute: 工業技術研究院) にマイクロLED向けでドライエッチング装置を納入し、その後も大学や企業からマイクロLED向けで多くの引き合いを得ています。

本年から来年にかけてマイクロLED向けで10～20台の受注を見込んでおり、この分野のリーディングカンパニーを目指してまいります。

## 「部長塾」が好評裡に終了

当社は部長職を対象とした人材育成プログラムである「部長塾」を昨年9月より毎月1回開催してきましたが、6月をもって全10回が好評裡に終了しました。

グローバル化が進む中で必要となる高い専門性と広い視野を兼ね備えた人材の育成を目的として、大学や企業から毎回異なる講師を招き、経営管理のみならず金融や証券、さらに代表的な京都企業の事例等さまざまな分野の講義をしていただきました。

講師を務めてくださった方々には厚くお礼申し上げます。

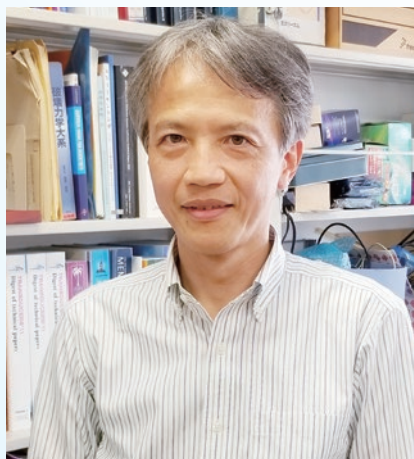


2019年9月開催の部長塾

### 表紙写真 ● 盛夏『雲の峰（積乱雲）』〈賀茂川・北山〉

夏に激しい夕立を降らせ、雷を起す入道雲。それを表す夏の季語が『雲の峰』です。一方、京都では昔からその入道雲に名前を付けて呼ぶといわれます。その名は、やって来る方角で付けられ、「丹波太郎」「山城次郎」「比叡三郎」と呼ばれます。京都盆地周辺で発生した積乱雲が山を越え、盆地内に入る時は雄大な積乱雲に成長します。写真の「丹波太郎」は、京都盆地の北西に位置する丹波高地から京都市内に流れ込んでくる積乱雲のことで、雷を伴うゲリラ豪雨となります。夏は「祇園祭」やお盆行事の「五山の送り火」。毎年、この俄雨を心配しながら行われる、有名な催事の季節です。





## プロフィール

学歴 1991年 東京大学 工学部 精密機械工学科 卒業  
 1993年 東京大学 大学院工学系研究科  
 精密機械工学専攻 博士前期課程 修了  
 2002年 名古屋大学 大学院工学研究科  
 マイクロシステム工学専攻 博士後期課程 修了  
 名古屋大学博士(工学)

受賞歴 1998年 R&D100 Award by R&D Magazine  
 "Thin Film Tensile Tester"  
 2000年 電気学会 論文発表賞  
 2008年 経済産業省工業標準化事業表彰  
 産業技術環境局長表彰 国際標準化奨励者  
 受賞  
 2012年 IEC 1906 Award  
 2018年 日本機械学会 マイクロ・ナノ工学部門  
 貢献表彰

職歴 1993年 株式会社豊田中央研究所  
 研究員  
 2004年 京都大学 大学院工学研究科  
 機械工学専攻 助教授  
 2011年 東京工業大学 精密工学研究所  
 セキュアデバイス研究センター  
 客員准教授  
 (～2015年)  
 2019年 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  
 京都大学 学際融合教育研究  
 推進センター ナノテクノロジー  
 ハブ拠点ユニット  
 ユニット長

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

つちや としゆき

土屋 智由 先生

今回のSamco-Interviewは、京都大学の桂キャンパスを訪ね、大学院工学研究科 マイクロエンジニアリング専攻の土屋智由教授に慣性センサやマイクロ流体デバイスなどのご研究についてお話を伺いました。

### ▶ 土屋先生のご研究について ご紹介ください。

一言でいえばMEMS (Micro Electro Mechanical Systems=微小電気機械システム)です。その中でも加速度センサや角速度センサといった慣性センサのシリコンを使ったデバイスや、シリコンを構造体として使うミラーデバイスも研究しております。企業に在籍した経験もあり、そこでは特に材料やデバイスの信頼性にかかわる研究を行ってまいりました。現在でもシリコンの機械的な特性の評価や信頼性の評価も行っており、両方合わせて高機能で信頼性の高いMEMSデバイスを開発するという研究に主として取り組んでおります。これらに加えて、MEMSを使ったナノ材料の評価の研究も行っております。

### ▶ ご研究を始められたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

学部の卒業研究からMEMSの研究を続けております。大学は学部と修士課程が東京大学の精密機械工学で、指導教員は昨年の春に退官されました接合工学の須賀唯知先生でした。原子間力顕微鏡 (AFM) の自己検出型カンチレバーの製作やそこに使う圧電膜の成膜の研究を行いましたが、30年程前でまだ大学に半導体の設備があまりなかったため、4年生の卒業研究では国分寺にある日立製作所の中央研究所に装置を使わせてもらいに行きました。当時、日立中研でMEMS微細加工の研究グループを率いて

おられたのが、その後に名古屋大学で学位を取らせていただくことになる佐藤一雄先生でした。そこで半導体微細加工技術を教えていただき、微細加工やそれを使ったセンサの研究に興味を持ちました。その後、須賀先生の主宰する研究会で豊田中央研究所の故五十嵐伊勢美先生とお話させていただく機会があり、その流れで修士課程修了後に豊田中央研究所に就職しました。そしてそのまま慣性センサのプロセスや自動車に搭載するための機械的な信頼性と材料評価の研究に携わらせていただき、結果として現在まで続けることになりました。

豊田中研には11年弱在籍しましたが、その間に社会人ドクターとして名古屋大学で学位を取らせてもらいました。そのときの指導教員が先程申しました佐藤一雄先生です。私が名古屋の豊田中研に入社した翌年に佐藤先生が日立中研から名古屋大学に移られました。その後、豊田中研入社時に上司だった京都大学の田畑修先生に声をかけていただき、2004年に京都大学に移り、17年目に入りました。

話が初めに戻りますが、卒業研究の頃に東京大学生産技術研究所の藤田博之先生が多結晶シリコンを使った静電モーターの研究をされており、MEMSというキーワードが非常に注目されていました。それに興味を持ち、そのままそれに関わる研究を続けてきたということです。

### ▶ 慣性センサのご研究の展望について お聞かせください。

慣性センサは、半導体加工技術で高性能なものを大量に作るができるようになったため、自動車をはじめスマートフォンやゲーム機、パソコンなどあらゆるところで使われており、この10年くらいで非常に身近になっております。IoTとかトリリオンセンサという言葉がありますが、これからはさらに安価で高性能な無数のMEMSデバイスがさまざまな場面で使われていくのではないかと思います。私としては、慣性センサやミラーデバイスに対して材料特性の基礎的なデータと理論的な解析をきちんと行い、より信頼性の高いデバイスを世の中に提案していく立場から研究を進めていきたいと考えております。微小なデバイスをより高性能にするためのマイクロスケールやナノスケールにおけるさまざまな物理量や、場合によっては化学量などのセンシングをより高精度に行い、さまざまな技術に展開していきたいと考えております。

### ▶ ユニット長を務められているナノテクノロジーハブ拠点と、そこでの弊社とのマイクロ流体デバイスの共同研究についてご紹介いただけますか？

昨年10月に吉田キャンパスにあるナノテクノロジーハブ(ナノハブ)拠点のユニット長を拝命しました。ナノハブ拠点は京都大学学際融合教育研究推進センターに設置されたユニットであり、文部科学省の『ナノテクノロジープラットフォーム事業』の微細加工実施機関として独立組織として運用しております。世界最高レベルの

90余の最新鋭の微細加工・評価装置群と10数名の高度専門技術職員を擁し、多種多様な基板・薄膜材料を4インチまたは6インチのウエハレベルで加工・評価することができるナノマイクロ試作ラインを提供する施設として運用しております。全ての研究者・技術者に開かれており、本拠点を活用していただくことで利用者の研究・開発を加速・高度化するとともに、ナノハブ拠点を核とした産官学の研究者・技術者ネットワークを構築し、『京大の知』の蓄積・伝承・活用を通じて新たなイノベーション創出に貢献できるアンダーワンループ型の研究交流環境の構築に取り組んでいます。

ナノハブ拠点では、これまではMEMS、ナノテクノロジー、材料分野の研究で用いられる超微細加工技術の支援が主に行われてきましたが、幅広い分野、特にバイオ分野の研究へのニーズに応えていくということで、サムコさんとマイクロ流体デバイスの作製技術の共同研究をさせていただいております。もともとナノハブ拠点にはシリコンディープエッチング装置をはじめリアクティブイオンエッチング装置やプラズマ処理装置など多くのサムコさんの装置がありますが、これらと水蒸気を原料に用いるプラズマ処理装置であるアクアプラズマを使ってシクロオレフィンポリマー(COP)樹脂を使ったマイクロ流路の作製技術を開発し、世の中に提供していこうとしております。シリコンディープエッチング装置を使ってシリコンで型を作り、それをナノインプリントでCOP樹脂に転写し、アクアプラズマの処理でCOPをCOP同士、あるいはCOPとシリコン、ガラスを常温接合してマイクロ流体デバイスを作るというプロセスと一緒に開発させていただき、ナノハブ拠点で提供できるプロセスの一つとして仕上げていこうとしております。

#### ▶ 弊社の装置をご使用いただいておりますが、ご感想をお聞かせください。

以前からリアクティブイオンエッチング装置やコンパクトエッチャーが身近にあり、使わせていただけてきました。また、先程も申しあげましたようにナノハブ拠点ではシリコンディープエッチング装置をはじめとする装置を使わせていただいております。どの装置も目的に応じて非常に使いやすいと以前から思っております。最近ではアクアプラズマという面白い処理を提案されております。マイクロ流体デバイスを作りたいという研究者は多く、さまざまな分野の幅広い利用者に最先端の加工技術を提案するナノハブ拠点にアクアプラズマ装置を置かせていただくことで、

我々としても新しい技術を提供することができて非常にありがたく思っております。

#### ▶ 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？

学生たちにとって面白く、血となり肉となるような知識を与えながら、最先端の研究テーマを見つけて彼らに提供していきたいと思っております。また、時流にとらわれず自分自身が興味を持って楽しむことができるテーマを発掘して、進めていきたいと思っております。

#### ▶ 座右の銘をお教えてください。

座右の銘ではありませんが、昔から宮沢賢治の『雨ニモマケズ』が好きです。ご存じの方も多いと思いますが、賢治がこのように生きたいと思う姿を亡くなる3年前に病臥生活の中で書いた長編の詩です。それぞれの部分で自分にとってもこうありたいと思いますが、今の時点で一番大切にしているところは、中ほどにある「ヨクミキキシワカリ ソシテワスレズ」です。さまざまな知識をきちんと得て、それを自分できちんと理解し、それを忘れずにさまざまな技術に展開していきたいと考えています。

#### ▶ 休日などはどのようにお過ごしでしょうか？

5年くらい前からロードバイクに乗っています。天気がよければ、週末はロードバイクに跨り、京都を中心に周辺を走りまわっています。1日の走行距離は50kmとか100kmですが、去年は1日で琵琶湖1周200kmを走りました。月300kmを目標に走っており、それが体力の維持とストレス発散になっていると最近実感しています。走っている間は何も考えずにいられますので、非常にいいリフレッシュになっています。

#### ▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

先ほどもお話ししましたように、この桂キャンパスではコンパクトエッチャー、吉田キャンパスのナノテクノロジーハブ拠点ではシリコンディープエッチング装置などさまざまな装置を使わせていただいております。また共同研究もさせていただいて大変感謝しております。お持ちになっている技術も大変ユニークで、いつも注目させていただいております。同じ京都にある企業と大学ということでこれからも協力関係を継続し、新しい技術をお互いに持ち寄って新しいデバイスなどを一緒に築きあげていければと思います。

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。



# 京の台所を訪ねて 2

際立つ名水と澄んだ大地に恵まれた洛北・美山町に本店を構え、京都市内の二条城店でも滋味深い京ゆばを趣向を凝らした多彩な献立で提供する京ゆば処静家。その京ゆばに注ぐ熱き想いとおもてなしの心をお聞きました。



京ゆばの歴史は古く、鎌倉時代初期に中国から禅僧によって伝えられ、禅宗寺院の精進料理の貴重な食材として京の地に根づいていきます。その後、茶懐石や京料理にも欠かすことのできない美味となり、江戸時代には庶民の滋味として広く食されるようになりました。京ゆば処静家は山紫水明の自然に恵まれ、千年余の食文化を育んできた京都の中でも、特に際立つ清流と清澄な大地で名高い美山町に平成3(1991)年から本店と自社工場を構えています。より多くの方々に静家の京ゆばを愛でていただくために、世界遺産・元離宮二条城の間近に位置する二条城店を開店したのは平成11(1999)年です。「伝統を誇る京都の食文化は実に多彩ですが、京ゆば尽くしのお店は希少であり、独自の佳味と献立をご提供できれば大きな可能性があると考え、一念発起して取り組みました。私どもの先祖は織田信長の調理長を務めており、味覚にはそれなりの自信がありました」と、店主の中田太郎さんは快活に微笑みます。

京ゆばの原料は大豆と名水であり、これで作った豆乳を加熱した時に生じる薄い膜を丹念にすくい上げていきます。熟練の職人技が求められる手作業です。静家は大豆にも徹底的にこだわっています。「思い通りの膜を得るのは難しい。長い歳月を経てようやく納得できる



仕事ができるようになりました。大豆は毎年、品質が微妙に異なるために、国産の逸品の中から厳選したものを年毎に4種類ほどブレンドし、静家ならではの極上の味

わいを追求しています」。また、大豆のアクはすべて抜いているので、本当の甘みを味わえるのも静家の京ゆばの特徴です。

たとえば、「ゆば尽くし膳」には昼食コースと夕食コースがあります。「汲み上げゆば」、「豆乳」をはじめ京ゆば本来の甘みがじゅくりと味わえる「刺身ゆば」、バターでこんがり

と焦げ目がついたゆばをお醤油とゴマの2種類のタレで堪能する「ゆばステーキ」、ポン酢で賞味した後、残った豆乳で自作の豆腐も楽しめる「ゆばしゃぶしゃぶ」など多彩な美味を満喫できます。さらに、「京ゆば井懐石」も松竹梅から選べます。「大豆は代表的な健康食品であり、これらの中でもいちばん消化吸収が良いのがゆばです。その栄養素は素肌の新陳代謝を促し、髪に艶や張りを与え、コレステロールの増加を押さえるなど美しさや若々しさを手助けする効果もあります。京ゆばは女性のアンチエイジングにも最適です」と、女将の



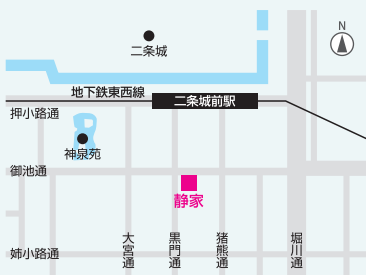
中田裕江さんも京ゆばにぞっこんです。最近、二条城店で開始したご家庭や職場で手軽に京ゆばを味わえる「ゆばあんかけ丼」のテイクアウトも大好評です。

## 京ゆば処静家 二条城店

京都市中京区堀川通御池西入ル  
TEL 075-813-1517

営業時間 [昼食] 11:30~14:30  
[夕食] 17:30~19:30

定休日 不定休/月・火曜日は事前にご予約ください



# GaNのトレンチ加工 角度制御

【サムコ㈱ 開発部】

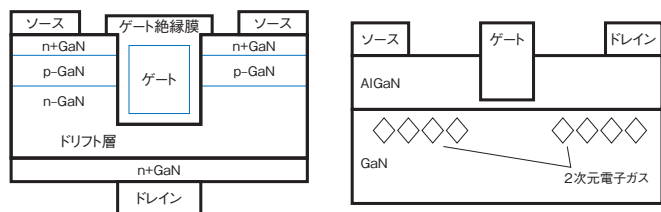
## はじめに

短波長光デバイスとして広く実用化されている窒化ガリウム (GaN) 系半導体は、優れた物性を有するため、パワーデバイスやRFデバイスなどの電子デバイス用材料としても有望であり研究が進められてきた。すでに一部では実用化され市場投入されている。更なる高性能化を目指した開発も年々盛上がりを見せており、高周波・中電力向けの電子デバイス分野に広く採用されていくことが予想されている。

例えば、今後数年以内に高耐圧、低ON抵抗、高チャネル移動度を兼ね備えた電子デバイス (例えばトレンチMOS、HEMT等) が実現すると期待されている。トレンチ構造を採用したGaN MOSFET構造とゲートリセスタイプのGaN HEMT構造の一例を図1に示す。

当社はGaN系発光デバイス製造用途のICP-RIE装置、CVD装置及びプロセス技術を提供している。また、大電力用の4H-SiCパワーデバイス製造工程であるトレンチ加工、メサ加工等を実現するプロセスを提供している。

今回はそういった取り組みの中から、GaNデバイス作成時のトレンチ構造やリセス構造形成時に寄与できる可能性があるトレンチ加工のプロセスソリューションを紹介する。



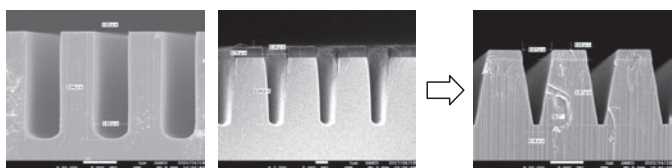
(a) GaN トレンチMOSFET構造模式図 (b) GaN HEMTゲートリセス構造模式図

図1 GaN 電子デバイス構造

## GaNのトレンチ加工

当社はGaNのトレンチ加工技術の開発に取り組んできた。図2に示すように、垂直加工から順テーパ加工まで幅広くその形状を制御することが可能である。サファイア基板上にGaNをエピタキシャル成長させた試料を使用し、サムコ製RIE-400iPにてエッチングした。

従来の順テーパ加工では側壁に付着物が堆積するためこれを後処理で取り除く必要があった。これに対して今回新たに開発した順テーパ加工技術では、側壁への付着物が少なく後処理を必要としない。さらに、このプロセスの注目すべき点はエッチング開口幅1  $\mu\text{m}$ 以下の狭いパターンでも80°を下回る順テーパが形成可能な点にある。従来技術では側壁付着物の堆積により開口部が埋まるため、狭い開口幅ではエッチングの進行そのものが阻害された例もある。弊社ではICPとBiasのRF出力比を制御し、エッチングガスのバランスを取ることでより角度を持った順テーパ加工に成功した。



(a) 垂直加工 (b) 従来の順テーパ加工 (c) 新たな順テーパ加工形状

図2 GaN トレンチ加工形状

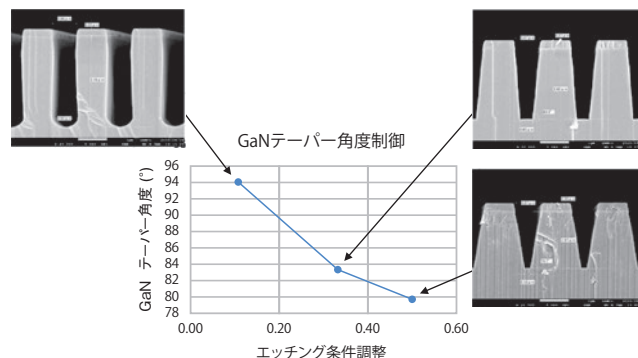


図3 GaNトレンチ テーパー角度制御

このGaNのトレンチで順テーパを形成するプロセスはHEMTのゲートリセス形成にも役立つと考えられる。HEMTのゲートリセス構造では原理的に2次元電子ガスに対する影響力を制御するためゲート長の設計と加工制御が重要であるため、本プロセスを適用してゲート部の形成時に開口幅を維持した状態でゲート長を制御する方法等が考えられる。

また、この加工技術はパワーデバイスのチャネル周辺構造以外にも応用が可能である。

当社では、コンタクト電極として期待されている高融点金属であるタングステンの熱CVDプロセスも取り扱っている (SAMCO NOW Vol.102参照)。この時、幅1  $\mu\text{m}$ 、深さ2  $\mu\text{m}$ のトレンチ構造に対してWF<sub>6</sub>を主原料としてタングステンを成膜しているが、埋め込み性の試験で溝中央部に隙間が生じやすいという問題点がある。この空隙は開口部の膜が成長し、溝中心部より先に開口部が埋まることで生じる。そのためトレンチ構造を順テーパ形状とすれば開口部の閉塞が遅れ、膜成長による溝中央部の空隙発生を抑えることが可能となる。

このようにGaNトレンチ加工においてテーパ角度制御が役立つ可能性は非常に大きいと考えている。

## まとめ

当社はGaN-LED開発段階よりその製造プロセスに寄与しており、GaN系半導体のエッチング技術で多くのお客様の様々なニーズに応えてきた。近年ではGaN-HFETのリセスエッチングやGaN/AlGaInの高選択比エッチング、そして今回紹介したGaNトレンチエッチングなどの多様なプロセス技術を有している。

我々は今後もプロセス開発を進め、GaNトレンチMOSの実用化に向けて貢献する。更に、エッチングだけでなくゲート酸化膜形成 (ALD、CVD)、メタルCVD開発も進めており、ゲート部形成に関するハードとプロセスを提供していく所存である。

## 参考

- ・ 皿山正二, 真のバルクGaN単結晶の必要性と研究開発動向, 科学技術動向 No.92(2008)
- ・ 次世代パワーデバイスのブレークスルーを提案, SAMCO NOW Vol.76, Technical-Report
- ・ 液体原料を用いたタングステンのホール内埋め込み成膜, SAMCO NOW Vol.102, Technical-Report