

# SAMCO NOW

## Information

- ナノ薄膜開発センターの立ち上げ
- 東京証券取引所  
新市場区分「プライム市場」へ移行
- 人材育成プログラム「成長塾」を開催

## Samco-Interview

京都大学化学研究所 混合基盤化学研究系  
分子集合解析研究領域 教授 若宮 淳志 先生

## À la carte 京の台所を訪ねて8 京の味処 うお寿

## Technical-Report GaN系デバイス向けダイヤモンド基板の加工



## ナノ薄膜開発センターの立ち上げ

2022年3月20日付で、ALD (Atomic Layer Deposition=原子層堆積) 装置を中心とした薄膜形成装置開発やナノレベルの酸化膜、窒化膜などの成膜プロセス技術開発に特化した「ナノ薄膜開発センター」を立ち上げました。

近年、ALD装置は電子デバイス用途でニーズが拡大しているほか、医療・ヘルスケア分野での容器や医療器具へのコーティング技術などの市場が新たに立ち上がりつつあります。市場ニーズへの対応と新市場への参入を目的に、旧 基盤技術研究所を改組し、ナノ薄膜開発センターを立ち上げるに至りました。2015年に販売を開始した半導体・電子デバイス分野向けALD装置の改良・生産装置対応を進展させるとともに、医療・ヘルスケア分野向けにはバリア膜やコーティング膜、医療材料、インプラント材料のコーティングなどの用途に対応した新規装置開発にも注力してまいります。



ナノ薄膜開発センター



北海道大学ナノテク連携推進室長  
松尾保孝教授と、  
当社ALD装置(型式:AD-230LP-H)

また当社は、北海道大学のナノテクノロジー連携研究推進室が実施する文部科学省マテリアル先端リサーチインフラ事業にもALD装置を納入しており、高い技術力とサポート体制を評価いただいております。

## 東京証券取引所 新市場区分「プライム市場」へ移行

2022年4月4日より、東京証券取引所の新市場区分である「プライム市場」に移行いたします。今後も、経営理念である“薄膜技術で世界の産業科学に貢献する”の実現に向けて、コーポレート・ガバナンスのさらなる強化を図るとともに、多くのステークホルダーの皆様のご期待に沿えるよう、持続的な成長と中長期的な企業価値の向上に努めてまいります。



## 人材育成プログラム「成長塾」を開催

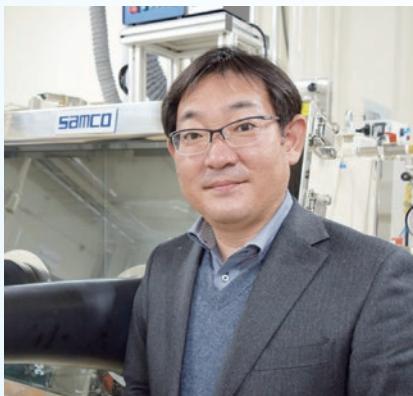
主任・係長職を対象とした独自の人材育成プログラム「成長塾」を昨年10月より毎月1回開催し、3月をもって全6回が終了いたしました。

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、当社の社外取締役・技術顧問や、企業から毎回異なる講師を招き、半導体産業、材料科学、経営管理・企業会計、金融や証券など、さまざまな分野の講義をしていただきました。この度の「成長塾」では、遠隔地の社員同士でオンラインを活用したグループディスカッションを実施するなど、若手社員を中心に業務効率の向上やビジネス環境の改善に向けた取り組みを行っています。



### 表紙写真 ●「竹取物語」発祥の地を行く、旧暦4月(5月初旬~6月初旬)の西山巡り

地上に頭を出した筍は、この時期にぐんぐん伸びてみずみずしく鮮やかな緑の「若竹」の姿を見せてくれます。三方を山に囲まれる京都。その中でも田園風景や季節の花々が見どころで『竹取物語』発祥の地といわれる西山地域は、高級品として知られる「白子たけのこ」が季節の京料理の食材として、多くの京都ファンにもてはやされる材料の一つとなっています。新緑の初夏に、美しい新緑の竹林と、長い年月に渡り手入れを続けた京都式軟化栽培法で作り続けた柔らかな筍料理を味わっていただきたいものです。



## プロフィール

**学歴** 1998年: 京都大学 工学部 工業化学科 卒業  
2000年: 京都大学大学院 工学研究科 物質エネルギー化学専攻 修士課程 修了  
2000年: ボストンカレッジ 訪問研究員  
2003年: 京都大学大学院 工学研究科 物質エネルギー化学専攻 博士後期課程 修了 博士(工学)取得

**職歴** 2003年: 名古屋大学大学院 理学研究科 助手  
2006年: 名古屋大学 物質科学国際研究センター 助手(配置換)  
2007年: 名古屋大学 物質科学国際研究センター 助教(名称変更)  
2010年: 京都大学 化学研究所 准教授  
2018年: 京都大学 化学研究所 教授

**受賞歴** 2015年: 新化学技術推進協会 (JACI) 2015新化学技術研究奨励賞ステップアップ賞  
基礎有機化学会 (JPOC) 第11回野副記念奨励賞  
2018年: 近畿化学協会 (KCS) 第70回化学技術賞  
2020年: 新化学技術推進協会 (JACI) 第19回(2019年度)GSC賞 文部科学大臣賞  
日本化学会 (CSJ) 第38回学術賞  
2021年: 市村清新技術財団 第53回 市村地球環境学術賞

わ か み ゃ あ つ し  
**京都大学化学研究所 複合基盤化学研究系  
分子集合解析研究領域 教授**

**若宮 淳志 先生**

今回のSamco-Interviewは、京都大学化学研究所を訪ね、若宮淳志先生に次世代太陽電池として注目を浴びているペロブスカイト太陽電池などの研究についてお話を伺いました。

▶若宮先生のご研究についてご紹介ください。

近年、有機トランジスタ (OFET)、有機EL (OLED)、および 有機系太陽電池 (OPV、DSSC、ペロブスカイト太陽電池)など、有機エレクトロニクスの研究開発が急速に発展しています。私たちの研究室では、特異な分子構造や元素の特性を巧みに利用した独自の分子設計を切り口に、モデル化合物群を合成し、これらの基礎特性評価を通して、できあがった化合物の構造-物性相関の解明に取り組んでおります。さらに、自ら開発した材料を用いた太陽電池などの有機エレクトロニクスデバイスの作製・特性評価まで手掛けており、川上から川下まで一貫していることが私たちの研究室の特徴の一つです。

また、次世代型太陽電池である“ペロブスカイト太陽電池”的研究開発に注力しております。現在普及しているシリコン太陽電池は良い製品も多いですが、重く、製造コストが高く、朝夕、曇り、室内などの低照度では光電変換効率が急速に落ちるといった短所があります。一方、ペロブスカイト太陽電池は材料の溶液の塗布、すなわち印刷技術によりデバイスを作ることができるために、低コスト、低温プロセスでの作製が可能です。また、厚みは600nm(髪の毛の100分の1)と薄く、軽量で、簡単に曲げることもでき、曇りや室内などの低照度下でも発電ができます。デバイス構造は非常にシンプルで、光を吸収するペロブスカイト層を正孔回収層(p型半導体)と電子回収層(n型

半導体)で挟むだけです。これらのユニークな特徴を多数備えており、産業分野への応用やエネルギー問題の解決に期待されていることから、世界中でペロブスカイト太陽電池の研究が進んでおります。

▶ご研究を始めたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

高校生の時、科学雑誌Newtonを読んだことや、ノーベル賞を受賞された利根川進先生のインタビューをテレビで見たことがきっかけで、京都大学の工学部を目指しました。入学後6年間は化学研究所の小松紘一先生の下で学び、博士課程の途中にボストンの大学へ3ヶ月ほど留学しました。学位取得後、名古屋大学の山口茂弘先生の研究室に助手(現助教)として7年間在籍した後、京都大学に戻り、村田靖次郎先生の研究室で准教授として8年間を過ごしました。その後、独立する形で現在の研究室を始めて今に至りますが、学生時代に学んでいた宇治の化学研究所で研究を続けることができ、大変嬉しく思っております。

今までの人生を振り返ると、周りの人達に助けてもらっていたばかりでした。恩師や先輩、同級生、共同研究者などに恵まれましたし、自分で言うのもなんですが、私は「人たらし」の星の下に生まれてきたんだなと感じています。

さて、ペロブスカイト太陽電池の開発を始めたきっかけの話をします。名大的助手時代は、ホウ素の特性を活かした機能性 $\pi$ 電子系化合物の研究をしていました。自分の理想と現実のギャップにもがき苦しめましたが、その頃に学んだ知識や経験が今に活きております。その後、ホウ素の研究で賞をいただき、京大から戻ってくるようにお声が掛かりました。私は当時35歳で「残り30年の研究者人生で何ができるのか?」と真剣に考えた結果、面白い基礎研究だけでなく、化学で人類と社会に貢献できるようなテーマを持ちたいと考えました。私たちの身の回りの物はほとんどが石油を原料に作られておりますが、産業

革命以降、石油や石炭などのエネルギー資源を急速に消費し、二酸化炭素が排出され続けてきました。持続可能なエネルギー、再生可能エネルギーは人類にとって喫緊の課題ですが、二酸化炭素を再び資源に戻すサイクルを作らなければ、眞の意味での持続可能な社会の実現はないと言えます。そこで太陽光を用いた二酸化炭素の資源化への挑戦を決意しました。当初、二酸化炭素を還元してメタノールのような液体にできれば、エネルギー密度も高く運びやすいと思いましたが、太陽光エネルギーによる直接的な還元は難しく、それならばと、電気エネルギーへと変換する太陽電池の開発を始めました。2010年頃、ペロブスカイトは色素増感太陽電池に使える程度の知名度のものでしたが、私はペロブスカイト薄膜の特性を目の当たりにした時、直感的に「これは本物だ」と感じました。2012年、JSTの戦略創造研究推進事業さきがけ「太陽光と光電変換機能」による研究開発の結果、ペロブスカイトを光電変換材料に用いた太陽電池に世界中で注目が集まりました。当時、さきがけの研究者の有志を募った成果結集プロジェクトを立ち上げることで、いち早く研究をスタートできました。2014年には、金光義彦先生との共同研究によりペロブスカイト中の電子の振る舞いについて世界に先駆けて解明し、その太陽電池が高い効率をもたらす発電メカニズムを明らかにしました。2018年には、京都大学イノベーションキャピタルからの出資を受け、京大ベンチャードラムの「株式会社エネコートテクノロジーズ」を設立しました。2020年には、フィルム型太陽電池の実用化を目指した連携体である「フィルム太陽電池研究コンソーシアム」を設立しております。

現在は、鉛(Pb)フリー型太陽電池の開発にも注力しています。世の中にペロブスカイト太陽電池が本格的に普及するのは、鉛フリー化技術が実用化される時だと思っております。人々、ペロブスカイト太陽電池には鉛が使われてきましたが、様々な機器の電源と

## 断面構造図



ペロブスカイト太陽電池のデバイス構造

して実用化するには、RoHS(特定有害物質使用制限)指令の制約により鉛フリーが強く求められます。私どもの研究室では、鉛からスズ(Sn)に置き替える研究を進め、スズの酸化を抑制できる独自の塗布法(HAT法&SVA法)を開発しました。また、高品質なSnペロブスカイト太陽電池の作製技術を確立し、Sn-Pb混合系で逆型構造での世界最高値である光電変換効率23.6%を達成しております。

#### ▶ 将来の展望についてご説明ください。

ペロブスカイト太陽電池は、室内から屋外、海上や成層圏・宇宙にわたる様々な場所に導入可能な再生可能エネルギー源として実用化が期待されています。スマートフォン、腕時計・ウェアラブルデバイス、ソーラーカーなどに搭載し「どこでも電源」として広く普及させることで、地球上のエネルギー資源問題に関わるカーボンニュートラル社会の実現に貢献していきたいです。災害用テントは既に試作品ができています。A4サイズのシート型ペロブスカイト太陽電池を何枚も連結し、テントの上に貼り付ければ災害時の発電テントになり、一気に数十台のスマートフォンを充電できます。軽量かつフレキシブルで設置も容易で、使わない時は折り畳んで収納でき、非常に便利です。

また、私は株式会社エネコートテクノロジーズの取締役 最高技術責任者としても活動しております。代表取締役の加藤氏は大学の同級生で、大学や大手企業から移籍した気鋭の研究者を含め20名を超える従業員とともに実用化研究に取り組んでいます。昨年末にはNEDOのグリーンイノベーション基金事業にも採択され、次世代太陽電池の実用化向けた基盤技術開発を加速させています。フィルム太陽電池研究コンソーシアムでは、材料から製造販売、社会実装に至るまで様々な視点で実用化を進めるため、サムコさんを含めた28社の企業に参画いただいております。

これまでにJST COI・JST ALCA・NEDOなど、いくつかの国家プロジェクトで支援いただき、産学連携を体験してきた中で今後の大学研究の在り方について考えております。最近の企業は目先の利益になる研究への投資に偏りがちですが、昔の日本企業では海外のベル研究所のように先を見据えた基礎研究が上手く機能していたと思います。長期的なビジョンでの研究が困難な状況が続き、将来の日本の技術力の低下が危惧される現状に危機感を感じております。サムコさんのような京都企業は長期的な研究を続けられる環境にあり、私の憧れであり理想です。私が定年を迎えるまでの残り20年をかけて、企業と大学の間で真に有用な産学連携ができる枠組みを作りたいと考えております。

#### ▶ 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。

ALD装置(AL-1WG)、RIE装置(RIE-10NR)を使用しております。AL-1WGは、鉛フリー型の超高効率太陽電池の高性能化のため、ペロブスカイト層の中間層に用いる酸化スズ(SnO<sub>2</sub>)の成膜用に活用しております。非常に薄く、かつダメージを与えない成膜がでております。鉛フリー型で光電変換効率30%以上という高い目

標達成に向けて欠かせない装置となっています。昨年、AL-1WG導入の際には限られた予算の中でグローブボックスを付属いただき、納期交渉にも親身に対応していただき大変助かりました。RIE-10NRはモジュール(素子)のエッチングに使用しております。



AL-1WG

#### ▶ 日頃のご研究において、心掛けておられることはどのようなことでしょうか？

私は専らの「現場主義」でして、頭を使った理論的な解釈はしますが、新しい物事の発見や改善をする時は必ずその場に立ち会い、自分の目で見て、感じて、頭の中でイメージしながら理解するようにしています。

また、教育の話をしますと、研究室の学生には早い段階で成功体験をさせ、研究の面白さを実感してもらうように心掛けています。学生の自主性を尊重した活気あふれる研究室にすることを目指しています。学生に対しては褒めて伸ばしたい気持ちも強いのですが、そう上手くもいきませんので、時には厳しい指導もします。学生が自分の殻を破り、キラッと光って伸びる瞬間を実感した時は本当に嬉しいですね。優秀な学生、研究員にも恵まれており、その責任と同時に教育者としてのやりがいを感じています。

#### ▶ 座右の銘をお教えください。

研究方針として“Needs Inspired Fundamental Science”を掲げております。分子設計、合成、物性測定、デバイス作製・評価までを一気通貫で行うことにより、材料の物性だけでなく、デバイスの安定性や作製プロセスの最適化など、それらの実用化に向けて必要なNeedsが見えてきます。このNeedsから、未解決課題や未成技術、未踏領域の研究課題が明らかになってきます。

#### ▶ 休日はどのようにお過ごしでしょうか？

趣味の釣りとゴルフを楽しんでおります。釣りは、日本海や鳥羽まで行き、魚群探知機が付いた船に乗せてもらい、釣った魚を捌いて食べております。高校時代の同級生や、研究室の卒業生が遠方から来てくれることもあって嬉しい限りですね。釣りに行った翌日は、お腹を空かせた学生達が研究室で白米を炊いて待っており、実は今日もブリの海鮮丼を振舞ってきたところです(笑)。

#### ▶ 最後にサムコに対して一言お願いします。

サムコさんは私たちが目指すベンチャー企業のお手本だと思っています。ベンチャーとして成功され、事業を拡大し続けていらっしゃる。研究活動においては短期的な顧客目線より長期的な視点を重視しておられると感じています。私もサムコさんのような会社を作りたいと思っております。大学と企業が眞の意味での産学連携ができる枠組みを作れるように尽力してまいりますので、今後もご支援をお願いいたします。

お忙しいところ貴重なお時間をいただき、誠にありがとうございました。

# 京の台所を訪ねて 8

日本の中で有数の筍の産地である京都・長岡京は、春が巡ってくるたび筍料理で人々の眼と舌を楽しませてくれました。高級食材を良心的な価格で、一年を通して届けてくれる京の味処「うお寿」を訪ねました。



約1,200年前に長岡京の都が置かれた長岡京市は、新神足村、海印寺村、乙訓村が合併して誕生した長岡町を経て、1972年に現市名となりました。同市とその周辺は乙訓と呼び親しまれています。西には西山連峰があり、その裾野に広がる竹林が「たけのこ畠」です。

長岡京市は水が美味しい地域で、竹林の土壌は粘土質で保水力が高く、乾燥しやすい冬も一定量の水分を含むため、筍の生育に適しています。また土が乾かないよう藁を敷くなど、常に手入れされており、白くてきれいで、みずみずしくて軟らかい筍が育まれています。

「地表のひび割れの具合から“翌日、土から出てくる筍”を見極め、それが掘り出されるため、他の産地に比べて“えぐみ”が少ないんです。私どもは、旬のときに、毎朝届けられる筍を鮮度の高いうちに処理するので、湯がくときに米糠を使うこともしません」と語るのは、創業70余年の歴史を有する「うお寿」の若主人、山下武司さん。

同店は、80名まで利用可能な宴会場などを完備し、春の筍尽くしの料理「筍会席」(本体価格6,000円・8,500円)をはじめ、会席料理、活魚料理、寿司、仕出しなどのニーズに対応。名物は『竹の子姿すし』です。

「今でこそ地元産の筍は有名ですが、かつては余剰筍をいかに活用するかという課題をかかえており、2代目当主である父が隣の農業協同組合(現JA)にその解決を頼まれました。通年味わえるよう、新鮮なうちに缶詰にした筍を使い、2年がかりで開発に至ったそうです。

「筍などを炊く場合、料理人でも、家庭でも、

砂糖と醤油で甘辛く仕上げるのが通常ですが、私どもは色味を大切に考え、醤油は使いません。蟹節と昆布で引いた出汁も使わず、酒と味醂を使い、追い鰯をして薄味をつける。当時としては突拍子もない発想です」

シャリは、木の芽と柚子をみじん切りにして混ぜ、香り高く、優しい味に仕上げています。良心的な価格(1人前:税込1,556円)は、京都の筍の価値を知る人を驚かせ、それを1年中、味わえることでも喜ばれました。メディアの取材が増えるにつれて人気が高まり、通信販売できることも功を奏しました。

寿司の伝統を守る活動などが評価され、2007年に『明日の名工(京都府青年優秀技能者奨励賞表彰)』を受けた山下さんは、「筍の可能性を考えていかなければならぬと思っています」と新商品の開発に着手し、一年中その美味しさを届けられるスイーツ「筍羊羹」「筍入り豆乳アイス」を生み出しました。春、長岡京市は筍料理を目当てにやってくる観光客で賑わいます。筍の美味しさを知る新たなファンが増えていくことは間違ひありません。



## 京の味処 うお寿

京都府長岡京市今里2-17-8

TEL 075-951-0325

URL <https://www.uosu.jp/>

営業時間 11:00~21:00(ラストオーダー20:30)

※新型コロナウイルス感染症拡大の状況により、変更となる場合がございます。

定休日 月曜日(祝・祭日を除く)



JR京都線「長岡京」駅よりタクシーで約10分  
阪急電鉄 京都線「長岡天神」駅よりタクシーで約5分

# GaN系デバイス向けダイヤモンド基板の加工

【サムコ株式会社 プロセス開発1部】

## ■はじめに

半導体デバイスはSiデバイスと化合物半導体デバイスに大別されるが、後者に属するIII-V族化合物半導体の特徴を生かした光デバイスや高速デバイスは古くから、名城大学終身教授の赤崎勇氏を筆頭とした多くの研究者によって目覚ましい発展を遂げた<sup>1)</sup>。

窒化ガリウム(GaN)系デバイスはその優れた物性からパワー・デバイスや高速・デバイスとして研究、実用化が成されており、中でもGaN HEMT(High Electron Mobility Transistor)は飽和電子速度、絶縁破壊電界強度においてSiやGaAsに対して優位であり、特にSiC基板に形成されたGaN-on-SiC HEMTは高出力、高周波通信機に活用されている。しかし、GaN-on-SiC HEMTは高出力動作時に生じる局所的な高温発熱によって信頼性が低下する熱的制限が問題となっており、その解決方法の一つとしてダイヤモンド基板の熱伝導率の高さを利用した放熱構造が研究されている<sup>2)</sup>。実際にGaN HEMTをダイヤモンド基板に形成し、高い熱伝導率を活かすことによりゲート電極表面温度がSi基板上素子との比較で大幅な放熱性改善が確認された報告もある<sup>3)</sup>。

本稿では、今後さらなる需要拡大が期待されるGaN系デバイス向けのダイヤモンド加工のプロセスソリューションを紹介する。

## ■ダイヤモンド加工技術

ダイヤモンドはワイドギャップ半導体として低ノイズと高感度を含む複数の利点から、放射線耐性が必要な放射線検出器等に使用されている。図1に、X線検出器用としてNiマスク(厚み200nm)を形成した多結晶ダイヤモンド基板をICP-RIE装置で8μm加工した結果を示す。ガス種に制約があったため、底面、側壁に凹凸が形成されたが、60以上の高い選択比と250nm/minのエッチングレートを確保できた。

図2、図3にGaN系デバイス用ダイヤモンド基板をビアホール加工した形状を示す。図2はø30~50μmのホールパターンを深さ60μm程度まで加工した結果である。マスクにSiO<sub>2</sub>を使用することでエッティング時のメタルコンタミを抑制でき、その上でダイヤモンド/SiO<sub>2</sub>の選択比20以上を得た。エッチングレートは約1μm/minである。また、図3ではSiO<sub>2</sub>との選択比20を維持した上で、レートを向上し2.4μm/minを達成した。

また、エッティング面の平滑性を優先させた加工も可能である。図4は、微細加工を目的にしたエッティング条件であるが、ダイヤモンドのエッチングレートは585nm/minと下がるもの、平滑なエッティング面を達成している。平滑性を確保した加工は電磁場検出のためのMEMSセンサーの作成に応用されている。

## ■おわりに

当社は、光学系デバイスのみならず、様々な半導体の製造プロセスに寄与しており、多くのお客様のニーズに応えてきた。化合物半導体デバイスを中心とする非シリコン分野向けに多様なプロセス技術を有しており、今回紹介したダイヤモンド加工も当社が開発したプロセス技術の一つである。

今後もプロセス開発を進め、GaN-on-ダイヤモンドなどGaN系デバイス全般の加工に対応するべく技術開発を行っていく。さらに、エッティングだけでなく酸化膜、窒化膜形成、メタルCVDの開発も進めている。ダイヤモンド基板の製造コストは依然として大きな課題だが、近い将来、解決されるものと確信している。

## ■参考文献

- 1) 赤崎勇. "III-V族化合物半導体." アドバンストエレクトロニクスシリーズ, 培風館 (1994).
- 2) 吉嗣晃治, 松田喬, 柳生栄治. "高熱伝導率ダイヤモンド基板を用いたGaNデバイスの熱解析 (特集光・高周波デバイス)." 三菱電機技報 93, no.3 (2019): 196-200.
- 3) 檜座秀一, 西村邦彦, 柳生栄治, 山向幹雄. "ダイヤモンド放熱基板を用いたGaN-HEMTの開発." 応用物理 90, no. 3 (2021): 167-171.

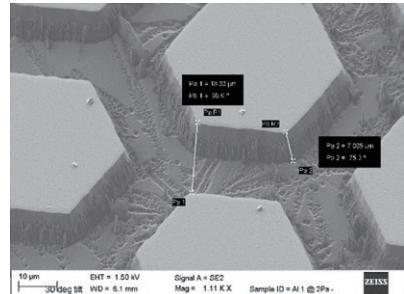


図1 Niマスクによるダイヤモンド加工

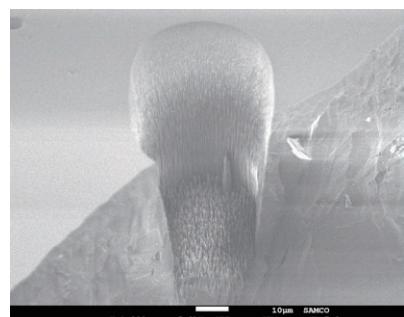


図2 ダイヤモンド基板のビアホール加工① 約60μmのエッティング

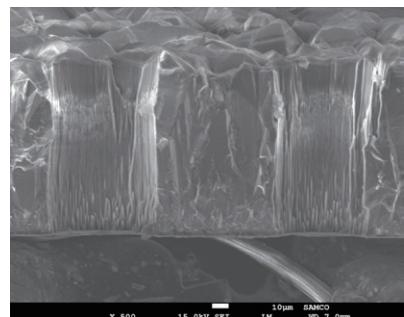


図3 ダイヤモンド基板のビアホール加工② 約100μmのエッティング

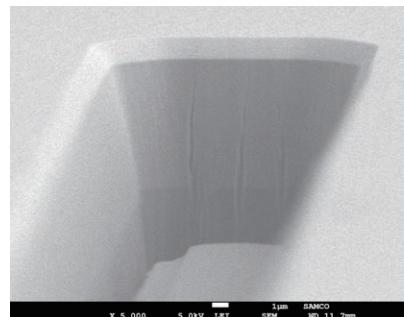


図4 ダイヤモンド基板の側面平滑加工