

SAMCO NOW

VOL.132

2026. Jan. Quarterly

Lecture — 2

公益財団法人川崎市産業振興財団
ナノ医療イノベーションセンター センター長
東京大学名誉教授
かたおか かずのり
片岡 一則 先生

À la carte — 4

京の喫茶・カフェ巡り#3 **喫茶ソワレ**

Information — 5

**サムコ科学技術振興財団
第10回研究助成募集のお知らせ
ホームページ全面リニューアルのお知らせ**

Technical-Report — 6

**ø6インチ GaN系パワーデバイスの
素子分離加工安定処理**

『新春の東寺』に京の雪景色を訪ねる

京の五重塔で有名な東寺(教王護国寺)。平安時代には真言密教の根本道場として信仰を集め、1994年に世界遺産に登録されました。木造建築で55mと日本で一番の高さの五重塔。堂内には仏像21軀を安置。雪の少ない南に在りながら、塔が雪に包まれる荘厳で幻想的な『静寂の美』と、12月の「終い弘法」と新年の「初弘法」の『賑わい』。京の味がたっぷりです。

撮影 © 中田 昭

サムコ科学技術振興財団 2025年度 第9回 研究助成金贈呈式 記念講演 「夢を形に！ナノテクノロジーで創る体内病院 ～病が気にならない社会を目指して～」

今年の贈呈式では、片岡一則先生をお招きし、記念講演を行っていただきました。

講演のテーマは、「DDS（ドラッグデリバリーシステム）」とその「社会実装」についてです。先生はご自身の研究人生を振り返りながら、財団からの助成金を受領された若手研究者に向けて、長期的な視点を持つことの重要性を強調されました。



公益財団法人川崎市産業振興財団
ナノ医療イノベーションセンター センター長
東京大学名誉教授

か た お か か ず の り

片岡 一則 先生

経 歴 1974年 東京大学 工学部 合成化学科 卒業
1979年 東京大学 大学院工学系研究科 合成化学専攻 博士課程修了 工学博士
1979年 東京女子医科大学 医用工学研究施設 助手
1988年 東京女子医科大学 医用工学研究施設 助教授
1994年 東京理科大学 基礎工学部 教授
1998年 東京大学 大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 教授
2004年 東京大学 大学院医学系研究科 疾患生命工学センター 教授（併任）
2015年 公益財団法人川崎市産業振興財団 ナノ医療イノベーションセンター センター長（現任）
2016年 東京大学名誉教授
2016年 公益財団法人川崎産業振興財団 副理事長（現任）

▶ はじめに

サムコ科学技術振興財団の研究助成金贈呈式において講演をさせていただく機会をいただき、大変光栄に思っております。私が今日お話しするのは一風変わったタイトルで、「夢を形に！ナノテクノロジーで創る体内病院～病が気にならない社会を目指して～」について講演させていただきます。私は大学院で、分子量の大きな分子である高分子を作る高分子化学を専門としていました。博士課程に進みたいと思い、恩師である鶴田禎二先生に相談したところ、「今の研究を続けるのもいいが、どうせやるなら、これから重要になるであろう人類の健康や医療に関係する分野をやってみないか」と背中を押していただきました。こうして、私はバイオマテリアル、すなわちドラッグデリバリーシステム（DDS）の世界に飛び込んだのです。

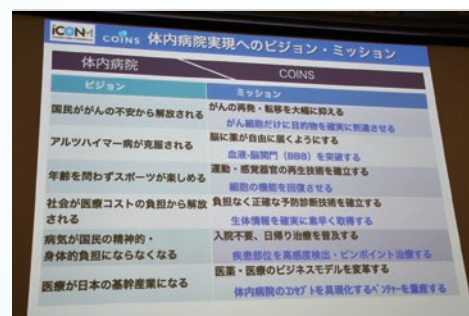
▶ ナノ医療イノベーションセンター（iCONM）について

現在、私は東京大学を退官しましたが、川崎産業振興財団のナノ医療イノベーションセンター（iCONM）で活動しています。このセン

ターは、ちょうど私が定年を迎える頃に設立され、今年で10年になります。iCONMは、東京と横浜に挟まれた川崎市にあります。この辺りは重化学工業地帯で、JFEスチールの製鉄所などが中心となっていました。しかし、21世紀は健康医療の産業を起こす必要があるという国と川崎市の考えから、この地の再開発が始まりました。iCONMは、羽田空港の対岸にあり、2年前に多摩川スカイブリッジができたおかげで、第3ターミナルから車で5分で来られるようになりました。この利便性から、外国の方々も気軽に立ち寄ってくれるようになり、世界に開かれた場所となっています。現在、iCONMには14のライフサイエンス関連機関が入居しており、大手の製薬会社よりも化学メーカーやスタートアップ企業が多いのが特徴です。センターの建物は、オープンイノベーションを促進するために、中央が3フロアの吹き抜けになっており、企業や大学の研究者が自由に交流できる設計になっています。また、ナノテクノロジーの医療展開を効率よく進めるため、1階は微細加工、2階は高分子合成、3階は細胞実験、4階は動物実験と、一つの建物内で研究を完結できる工夫がされています。

▶ 体内病院とナノマシン

私たちが目指すイノベーションは体内病院です。カメラやオーディオ、携帯電話などバラバラだったものが一つになってスマートフォンになったように、医療機器



や薬、病院の機能をウイルスサイズのスマートナノマシンに集約させるのです。これにより、未来の医療を変えていこうと考えています。このビジョンは、私たちの世代がよく知っている映画『ミクロの決死圏（Fantastic Voyage, 1966）』からヒントを得ています。人間を小さくすることはできませんが、小型の乗り物を作って体の中に入り、病気の診断や治療を自在に行うことを目指しているのです。このプロジェクトは、文部科学省の「センター・オブ・イノベーションプログラム」に選出され、私たちは2045年の完成を目指しています。これはバックキャストという手法で、将来の望ましい社会を先に考え、そこから逆算して研究開発を進めるというものです。私たちが考える社会は、「いつでもどこでも誰もが社会的負担の大きい疾患から解放され、気づかないうちに健康になる社会」です。この体内病院を具体的に実現するデバイスがナノマシンとなります。

ナノマシンの大きさについて、具体的にイメージしてもらうために例を挙げます。もし人間の身長が地球と同じサイズだとすると、細胞は東京ドーム、ナノマシンはサッカーボールの



サイズに相当します。ナノマシンは、歯車のような機械ではなく、分子を組み上げて作るものです。水に馴染みやすい部分と機能を持つ部分からなる高分子（ブロックポリマー）を水中で混ぜると、薬を内包したナノ粒子が自動的に自己組織化によって形成されます。このナノ粒子は、電子顕微鏡で見ると、A型肝炎ウイルスやインフルエンザウイルスとほぼ同じサイズに見えます。このナノマシンが体内に入っても異物と見なされないようにするステルス機能が非常に重要です。ポリエチレングリコールのような親水性の高分子でナノ粒子を完全に覆うことで、血中で凝集することなく、安定して循環させることができます。ナノマシンによるドラッグデリバリーシステム（DDS）は、薬を必要な場所に効率よく届けることを可能にします。通常、薬を血管に入れると全身に広がってしまい、副作用が出ますが、DDSは薬を目的の場所だけに届けることができます。これは、紀元前のヒポクラテスが「良い薬とは、効いてほしいところでだけ効く薬である」と書いたことと、同じ考え方です。

▶ DDSの社会実装

DDSでは、薬が心臓から全身を循環して戻ってくる際に、肝臓や腎臓で取り除かれずに工夫することが重要です。実際に、私たちが開発した代表的なDDSである高分子ミセルは、投与した抗がん剤の血中濃度を維持し、裸の薬に比べて飛躍的にがんへの到達率を高めることに成功しています。なぜなら、がんの血管は、正常な血管とは異なり、隙間が空いていて透過性が高いからです。ナノマシンは正常な血管からは漏れませんが、がん組織の隙間から選択的に取り込まれるのです。私たちは、高速共焦点レーザー顕微鏡を使って、マウスの体内で実際にこの現象が起きていることを確認しました。

さらに、ナノマシンには環境認識機能や刺激応答機能を持たせることができます。例えば、がん細胞に入ったナノマシンは、細胞内の酸性の環境（エンドソーム）を検知して薬を放出し、がん細胞を死滅させます。この技術は、高い治療効果だけでなく、副作用の軽減にもつながります。シスプラチンという抗がん剤は、腎臓や内耳への副作用がありますが、ナノマシンを用いることで、聴力障害が全く起きないことがモルモットの実験、さらには臨床試験においてヒトでも確認されています。

また、私たちは光を使った治療にも取り組んでいます。光増感剤を搭載したナノマシンを使い、光を当てることで活性酸素を発生させ、がん細胞を死滅させる光線力学治療です。これにより、膀胱がんの治療で、膀胱全体にダメージを与えることなく、がんだけを小さくすることが可能になりました。

さらに最近では、音響力学療法という、集束



超音波を使った治療法も進めています。これは、超音波エネルギーを吸収して活性酸素を出す物質をナノマシンに搭載し、患部に超音波を当てることでがん細胞を死滅させるものです。この治療法は、実際にがんになったペットの犬で劇的な改善が見られ、現在、人間の膵臓がん患者を対象とした臨床研究も行われており、安全性が確認されています。

そして、私たちは核酸医薬という分野にも力を入れています。ゲノムのわずか1.5%しかタンパク質をコードしていないことから、残りの99%のノンコーディング領域に病気の原因があることが分かってきました。核酸医薬は、このノンコーディング領域に作用できるため、非常に注目されています。私たちは、悪性脳腫瘍である膠芽腫に対する核酸医薬の研究を進めています。脳は、元々薬が届きにくい血液脳関門というバリアがありますが、私たちはナノマシンをダウンサイズすることで、このバリアをうまく通り抜けることができるユニットカプセル型ナノマシンを開発しました。これは、簡単なプロセスで作ることができ、約17ナノメートルという抗体と同じサイズです。このナノマシンは、脳に確実に集まり、がん細胞の増殖を90%以上抑制し、高い生存率を達成しました。この技術は、2024年から臨床試験が開始されています。

さらに、メッセンジャーRNA（mRNA）を用いた再生医療にも取り組んでいます。mRNAはDNAと違い、遺伝子を傷つけることがなく安全です。私たちは、軟骨を再生させるmRNAを搭載したナノマシンを開発し、動物実験で軟骨がスムーズに再生することを確認しました。この治療法は、変形性関節症の治療に向けて、今年7月にオーストラリアで臨床試験が申請され、まもなく世界初のmRNA再生医療治療が始まる予定です。最終的な夢としては、ナノマシンを使って脳の中にmRNAを送り込み、神経細胞を若返らせるブレイン・リジェネレーションを実現することです。これはまだできていませんが、若い人たちにぜひこれを実現してほしいと願っています。

▶ 質疑応答

Q. 「体内病院」というコンセプトは、どのようにして生まれたのですか？

A. 奇想天外なタイトルですが、文部科学省のCOIプログラムの構想を考えている時に、

チームメンバーと議論をして生まれました。私たちが体内で起きる現象や、刺激に応答するナノマシンの仕組みを説明していると、「それは体の中に病院があるのと同じだ」というアイデアが出て、それで「体内病院」と名付けられました。このプロジェクトは、3年や5年でできるものではないので、2045年という長期目標を設定し、そこから逆算してロードマップを作りました。

Q. ナノマシンは一度使用すると機能しなくなるのですか？大量に必要なのでは？

A. 非常に鋭いご質問です。現在のナノマシンは、一度で構造が壊れるタイプです。しかし、がん細胞の全てに薬を届ける必要はありません。がん細胞が死ぬときに特殊なタンパク質を放出し、それが免疫細胞を活性化させて、がんを攻撃するT細胞を集めてくれるのです。つまり、免疫の力を使ってがんを治すため、すべての細胞に薬を入れる必要はないのです。

Q. 究極の夢は不老不死だと思いますが、可能なのでしょうか？

A. 残念ながら、それは絶対に不可能です。ただ、健康寿命を延ばすことは可能だと考えています。私たちの後継プロジェクトでは、老化の原因となる老化細胞をターゲットにしています。老化細胞を潰すことで、老化を遅らせたり、がんになりにくくしたりする可能性があります。科学技術は、できないことを可能にすることで選択肢を増やすものです。それを社会がどう利用していくかは、皆で考えるべき問題だと思います。

Q. 若手研究者への一言メッセージをお願いします。

A. 最も難しいご質問ですね。私の基本的な心構えは、越境する好奇心です。私は指導教官に背中を押されて、全く未知の分野に行きましたが、そこで分かったのは、自分の研究を客観的に見られるようになったことです。居心地の良い研究領域にいるのも良いですが、そこから飛び出して、一見違う分野に足を踏み入れてみると、面白い発見があるはずです。日本の科学技術は非常に優れていますから、皆さんにはぜひ、そういうことに挑戦してほしいと思います。

講演日：2025年9月25日 @ 京都リサーチパーク



京の喫茶・カフェ巡り #3

1948年に開店した「喫茶ソワレ」は、青い光の空間が広がることで知られます。創業者の友人で常連でもあった伯爵で歌人の吉井勇氏が、珈琲の香りについて詠んだ自筆の歌碑に迎えられ、扉を開ける人々が絶えません。



5色のゼリーと神戸産のサイダーを使った「ゼリーポンチ」と、「ブレンドコーヒー」。トーストは3種類で、2人でシェアできる厚さ。写真はバタートースト(シナモンシュガー付)。

約10年前から3代目店主を務める株式会社元木屋の代表取締役、下山純子さんは「創業者は祖父の元木和夫で、私が幼稚園に通っていた時期のことしか記憶はありませんが、フランスなどの海外のお洒落なおもちゃや小物をプレゼントしてくれました。周りで見えないような珍しいものでしたので、「すごい人だな」と思いました」と振り返ります。その頃に急逝し、周り人たちから、このように価値のあるお店を閉じるのはもったいないと言われたそうで、「サラリーマンだった父が後継しました」と続けます。

かつて創業者は画廊を経営し、芸術家らと知己を得る機会が多く、彼らの声や作品などを活かしながら、「喫茶ソワレ」をオープンしました。「お客様の話す声がBGMだ」と考えたため、音楽は流れていません。

店名のソワレは、フランス語で「夜会」「素敵な夜」を意味します。青色の照明が使われており、これは、元木氏の友人

の田舎の教会をイメージしたそうです。

下山さんは、ヨーロッパで豊穡の象徴とされる「葡萄」や、ギリシャ神話のワインの神「バックス」、牧畜の神「パン」などの木彫刻に導いてくれます。向日葵の木彫刻については、背面に回ると、花の後ろ姿まで精巧に彫られていることが分かり、細部にまで凝った手作りの素晴らしさを感じずにはられません。

元木氏は、昭和の洋画家(二科会の会員)の東郷青児氏の作品なども飾っていました。あるとき、親交のあった洋画家(同会員)、佐々木良三氏が東郷氏を連れて来店。以降、同氏は頻繁に通うようになり、喫茶ソワレのために線画(イラスト)を描いてくれました。その線画が、コースターやタンブラー、ゴブレット、

コーヒーカップなどに使われています。1階ではそのオリジナルカップでコーヒーが提供されます(オリジナルコーヒーカップはWEBショップで購入可能)。

コーヒーは濃いめでコクのある味わいをしています。そのコーヒーを使ってゼリーも作られています。

約60年前からキューブ状のゼリーを入れたミルクやワインはメニューにありました。2代目店主を手伝っていた夫人は、幼かった純子さんの牛乳嫌いを直そうと、赤一色だったゼリーを5色に変えました。また5色のゼリーはソーダに映えると思い、生み出したのが「ゼリーポンチ」です。昨年、誕生50周年を迎えました。

ゼリーはアイスクリームとの相性もよく、「ゼリーポンチフロート」「ゼリーコーヒーフロート」もおすすめだそうです。かつて「喫茶店は大人のもの」で、時が流れた今もアルコールが親しまれ、ハイボールも人気があります。

多彩な催事も行われており、この3月には日本橋三越本店で開催されます。座席数は52席で、3月末頃にお客様が好まれるのは2階の東側の席。眼前に咲く高瀬川沿いの桜を楽しめるゆえです。

「この雰囲気を楽しんでいただければ幸いです。時代に合わせて整えていかなければならないものもありますが、この雰囲気を大事にしなければならないと思っています」



誕生50周年を記念して作られたゼリーポンチのバッグチャーム



喫茶ソワレ

京都市下京区西木屋町通四条上る真町95
TEL 075-221-0351

URL <https://www.soiree-kyoto.com/>

営業時間 平 日 13:00~19:00 (ラストオーダー18:00)
土日祝 13:00~19:30 (ラストオーダー18:30)

定休日 月曜日
※年末年始(12月29日~翌年の1月3日まで)
※メンテナンス工事のため1月19日~26日まで休業

阪急「京都河原町」駅1A番出口から約30m
京阪「祇園四条」駅4番または5番出口から約200m



第10回 サムコ科学技術振興財団

薄膜技術に関する研究助成募集

薄膜・表面科学、その周辺科学の分野で産業科学に貢献する研究活動への助成を行います

募集期間 2026.2.1(日) ~ 3.15(日) 必着

助成金額 1件 200万円 採択件数 7件程度

研究領域
 薄膜・表面・界面に関する研究分野で下記4領域を優先
 ①材料科学 ②ライフサイエンス ③環境・エネルギー ④プラズマ工学

応募資格
 (1) 大学等高等教育機関、公的研究機関に所属する45歳以下(募集期間締切時)の若手研究者。
 (2) 所属長の推薦があり、所属機関長の承認を得ていること。

問い合わせ先
 一般財団法人サムコ科学技術振興財団 事務局
 〒612-8443 京都市伏見区竹田藁屋町36番地サムコ株式会社内
 Email: samco-stf@samco.co.jp

応募の詳細は下記財団のホームページからダウンロードしてください。
www.samco.co.jp/foundation

サムコ科学技術振興財団 第10回研究助成募集のお知らせ

サムコ科学技術振興財団(理事長 辻 理)の2026年度 第10回研究助成金の募集要項が公開されました。本年も、大学等高等教育機関、公的研究機関にて薄膜・表面・界面に関する研究開発をされる45歳以下の若手研究者を対象に、1件200万円(7件程度)の助成を行う予定です。募集期間は2026年2月1日から3月15日までとなっております。

これからも薄膜材料分野における創造的な基礎研究を続ける全国の若手研究者に対する研究助成を続け、日本の科学技術の発展に貢献してまいります。

詳細は、財団ホームページをご参照ください。

掲載URL

<https://www.samco.co.jp/foundation/recruitment/>



ホームページ全面リニューアルのお知らせ

当社は、2025年10月27日をもって、ホームページを全面リニューアルいたしました。

リニューアルの目的

今回のリニューアルは、日頃より当社のホームページをご利用いただいているステークホルダーの皆さまに、より便利にご活用いただくことを最大の目的としています。情報を分かりやすく整理し、コンテンツの充実を図りました。

より使いやすいサイトを目指して

今回のリニューアルをスタートラインとし、皆さまが求める情報に迅速にアクセスできるよう、さらなるコンテンツの充実と機能改善を図ってまいります。

引き続き、当社の技術や活動を身近に感じていただける情報発信に努めてまいりますので、今後とも変わらぬご愛顧を賜りますようお願い申し上げます。



<https://www.samco.co.jp/>



読者アンケートのお願い

サムコナウへのご意見・ご感想をぜひお聞かせください。
 今後の誌面の改善に役立てさせていただきます。

アンケートは
 こちらから



φ6インチGaN系パワーデバイスの素子分離加工安定処理

サムコ㈱ プロセス開発3部

■はじめに

窒化ガリウム (GaN) 系半導体は、シリコン (Si) に代わる次世代パワーデバイスの材料として期待され、広いバンドギャップ、高い電子移動度などの優れた物性から炭化ケイ素 (SiC) と共に研究・開発が進められてきた¹⁾。信号の増幅を行う高周波デバイスや電力の制御・変換を担うパワーデバイス分野でGaN系半導体は既に実用化されており、市場はますます広がっている²⁾。特に、低ON抵抗、高チャネル移動度を要求されるGaN-HEMTはSi基板上に作製する手法が確立され³⁾、φ6インチやφ8インチの基板を用いた生産が進められている。当社はGaN系発光デバイス用のICP-RIE装置およびCVD装置を提供しており、これらは研究開発から量産工程に至るまで広く利用されている。ICP-RIE装置のエッチング速度、面内均一性、連続処理時の安定性は、多くのユーザーから高い評価を頂いている。本レポートでは、量産対応のICP-RIE装置であるRIE-800iPCによるφ6インチSi基板に形成されたGaN系パワーデバイスの素子分離加工において、25枚の連続加工性を検証したもので報告する。



図1. ICP-RIE装置
RIE-800iPC

■実験内容

ICP-RIE装置RIE-800iPCを用いてφ6インチGaN層を形成したSi基板25枚の素子分離エッチングを行い、安定した量産プロセスの検証を行った。図1にRIE-800iPCの外観写真を示す。また、エッチングしたサンプル構造を図2に示す。Si基板上にGaN層(約7μm)が形成され、さらにフォトリソist (Photoresist: PR) がマスクとして露光・現像されている。PRマスクの開口面積は10%程度である。素子分離加工はSi基板に到達するまでGaN層のエッチングを行うプロセスであるが、φ6インチ全面でSi基板に到達している必要がある。そのため、プロセス上Si基板に対するオーバーエッチングが発生する。しかし過剰なオーバーエッチングはデバイスへのダメージや高さのばらつきによる後工程の加工精度悪化などの懸念がある。またウエハごとのGaN層の厚みにばらつきも存在する。そこでオーバーエッチング量を安定化させる目的として発光分光型のエンドポイントモニター(堀場製作所EV-140C)を使用した。

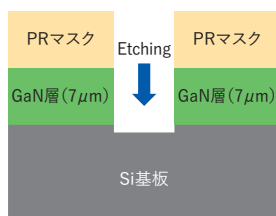


図2. サンプル構造とPRマスク
によるGaN層のエッチング

■実験結果

エンドポイントモニターによる終点検知を使用して1カセット25枚の連続処理を実施した。本実験で使用したウエハはGaN層が約7μmであり、その厚みはそれぞれ数%程度異なるものを用意した。終点検知

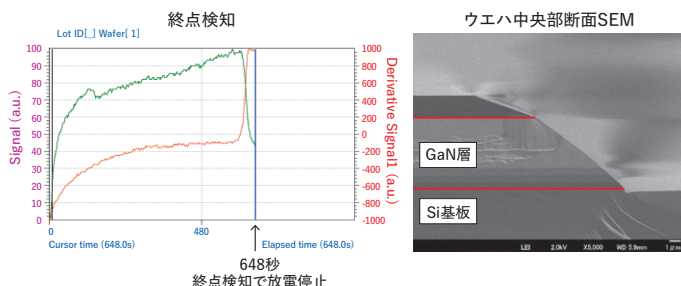


図3. 25枚連続処理の1枚目の終点検知による放電停止と断面SEMの結果

レシピによりSi基板に到達するまでエッチングが行われるため、エッチングレートが安定している場合、25枚の放電時間はGaNの膜厚に応じたものになる。終点検知による自動放電停止でオーバーエッチング量を制御した25枚連続処理の1枚目の測定結果とウエハ中央を走査型電子顕微鏡 (SEM) で断面観察した結果を図3に示す。終点検知結果のグラフの緑線はN(窒素)、赤線はSiの発光強度を示しており、GaN層のエッチング終了後、Siの発光強度が増加し、信号が安定した648秒で放電が停止した。また、断面SEMの画像からもGaN層をエッチングしきってSi基板への到達が確認できた。

次に、エッチングの面内均一性とエッチングレートの安定性を評価するため、1枚目、13枚目、25枚目のウエハを抜き出して触針段差計によるエッチング深さ測定とエッチング時間からのエッチングレートを算出した。結果を図4に示す。

	1枚目	13枚目	25枚目
Time [s]	648.0	652.5	644.4
9点平均深さ [μm]	7.29	7.31	7.27
エッチングレート [nm/min]	675.0	672.2	676.9
面内均一性	±2.32%	±1.99%	±1.90%
エッチングレート 均一性	±0.35%		

図4. ウエハ1枚目、13枚目、25枚目の面内均一性とエッチングレート確認結果

1枚目、13枚目、25枚目の3枚についてはウエハ外周5mmを除く9点で段差測定しており、エッチングレートは平均で675 nm/min、面内均一性は<±3%、ロット内のエッチングレート均一性は±0.35%であり、25枚連続処理での安定性が確認できた。

最後に、25枚すべての放電停止時間を図5に示す。放電時間は641~670秒の範囲であり、ばらつきは±2.2%であった。前述の通りエッチングレートは±0.35%と安定しているので、放電時間のばらつきはGaN膜厚のばらつきに起因すると推測される。このことから、GaN膜厚が数%異なるウエハに対しても、オーバーエッチング量を制御できるエンドポイントモニターの有効性が確認できた。

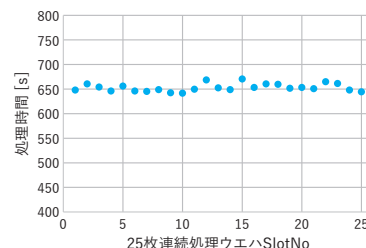


図5. 25枚連続処理の放電停止時間

■おわりに

本レポートでは、量産対応のICP-RIE装置であるRIE-800iPCを用いたGaN系パワーデバイスの素子分離加工技術と、その優れた安定性について紹介した。高いプロセス再現性とエッチング面内均一性を特長とするRIE-800iPCは、GaN系半導体のエッチングはもちろん、GaAsやInPなどの化合物半導体、SiO₂やSiNといったSi系材料、さらにPZTやPtなどの強誘電体や金属材料、ポリイミドなどの樹脂材料まで、多種多様な素材の加工に対応可能である。

当社は次世代デバイス向けプロセス技術の開発を積極的に推進し、お客様の量産工程における安定性課題の解決と品質向上に貢献していく。

- 1) 須田淳、堀田昌宏、鍾江一孝 "GaN 縦型パワーデバイス実現に向け得た点欠陥評価" 応用物理 Vol90, No10 (2021): 628-631
- 2) Yusuke Kumazaki, 1, 2* Over 80% power-added-efficiency GaN high-electron-mobility transistors on free-standing GaN substrates: Applied Physics Express 14, 016502 (2021)
- 3) Si基板上へのGaN単結晶の成長とデバイス応用 応用物理 第81巻 第6号 (2012)

