

Samco NOW

VOL.134

2026.Jul. Quarterly

Samco-Interview — 2

国立研究開発法人 情報通信研究機構
未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター
超伝導ICT研究室 室長
先端ICTデバイス研究開発推進センター
副研究開発推進センター長
三木 茂人 様

À la carte — 4

京の喫茶・カフェ巡り#5 コーヒー レストランドルフ

Information — 5

InP デバイス加工・成膜・表面処理装置
ラインナップを拡充
展示会出展のお知らせ

Technical-Report — 6

新型プラズマCVD装置「PD-2201HLC」の紹介

夏のおたしや
夏の京は松尾大社『風鈴祈願』で清々しき心に
京都最古の神社の一つで酒造りの神様として
知られる松尾大社。夏6月～9月に神様を慰め、
訪れる人々の罪穢れを祓う為の、風鈴が飾られ
ます。「鈴」は神代の昔より神事にも用いられ、音
の「涼しき」より名付けられたといいます。およそ
800個の風鈴が、色とりどりに「招福除災の音」を
聞かせてくれます。

国立研究開発法人 情報通信研究機構

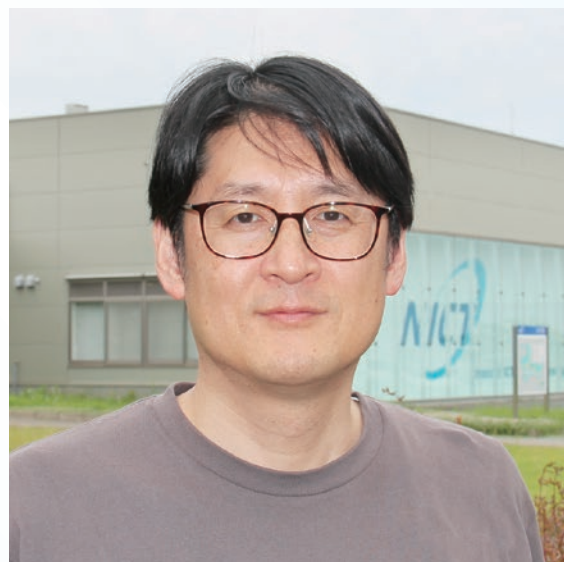
未来ICT研究所 神戸フロンティア研究センター 超伝導ICT研究室 室長

先端ICTデバイス研究開発推進センター 副研究開発推進センター長

三木 茂人 様

今回のインタビューは、情報通信研究機構未来ICT研究所神戸フロンティア研究センターを訪ね、三木 茂人先生に超伝導ナノストリップ単一光子検出器 (SNSPD) のご研究についてお話を伺いました。

経 歴	2026年 4月 - 現在	国立研究開発法人情報通信研究機構、先端ICTデバイス研究開発推進センター、副研究開発推進センター長
	2023年 4月 - 現在	国立研究開発法人情報通信研究機構、超伝導ICT研究室、室長
	2015年 4月 - 2023年3月	国立研究開発法人情報通信研究機構、主任研究員
	2007年10月 - 2015年3月	独立行政法人情報通信研究機構、主任研究員
	2005年10月 - 2007年9月	独立行政法人情報通信研究機構、研究員
	2003年 4月 - 2005年9月	独立行政法人科学技術振興機構、戦略的創造研究推進事業、研究員
学 歴	2000年 4月 - 2003年3月	神戸大学、自然科学研究科博士後期課程、システム機能科学専攻



「私自身は「超伝導ナノストリップ単一光子検出器 (SNSPD: Superconducting Nanostrip Single-Photon Detector)*」と呼ばれる、光の最小単位である「光子(フォトン)」を極めて高い感度で検出するデバイスの研究をしています。」

▶ 先生の現在のご研究について
ご紹介ください。

私が所属する超伝導ICT研究室では、超伝導技術を用いて将来の情報通信に役立つ電子・光デバイスの開発に取り組んでいます。その中で、私自身は「超伝導ナノストリップ単一光子検出器 (SNSPD: Superconducting Nanostrip Single-Photon Detector)」と呼ばれる、光の最小単位である「光子(フォトン)」を極めて高い感度で検出する光子検出器の研究を行っています。具体的には、数ナノメートルという非常に薄い超伝導窒化ニオブチタン(NbTiN)薄膜を加工し、ストリップと呼ばれる構造を形成します。そこに単一光子が入射すると、超伝導状態が局所的に壊れ、一時的に電気抵抗が生じます。この変化を電気信号として読み取ることで、光子を一個単位で検出する仕組みです。SNSPDは、現在、世界中で活発に研究が進められています。量子情報通信や量子計算の分野では、いまや欠かすことのできない基盤技術の一つとなっていますし、他にも、LiDAR、深宇宙光通信、細胞の微弱な光の観察など、次世代の幅広いアプリケーションを支える技術として期待されています。光子検出技術にはさまざまなものが存在しますが、波長1550nmの通信波長帯における単一光子検出においては、SNSPDが、検出効率、低暗計数、時間分解能の面で世界最高性能を示す検出器として位置づけられています。

私が情報通信研究機構に入ってから取り組んできたのは、当時提案されて間もない

SNSPDをゼロから立ち上げること、そして、量子情報通信技術をはじめとするさまざまな先端アプリケーション分野のユーザーが実際に使える実用システムの開発を推進することでした。SNSPDを動作させるためには、SNSPDを極低温、具体的にはマイナス270℃付近まで冷却する必要があり、この点が、ユーザーにとって導入のハードルとなりがちとなります。そこで、機械式冷凍機を用いたSNSPDシステムを開発し、ユーザーが極低温冷却を意識せずに扱えるような汎用性の高いシステムを開発しました。量子通信や量子計算の研究現場にとどまらず、多様な分野においても実際に利用されるようになり、日々の研究開発を支える重要なツールとして活用されています。光子を扱う先端技術分野においては、「どこまで高性能な光子検出器を使えるか」が、研究開発の成否を左右されると言っても過言ではありません。我々が開発した検出システムを用いることで、これまで不可能だった新しい領域の技術開発が可能になり、世界の研究の最前線を押し上げる原動力になっていると感じています。

▶ 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紹介ください。

振り返ると随分前の話になりますが、学生時代は工学部の情報知能工学科に所属し、主に情報処理やプログラミングなどを学んでいました。転機は、大学4年生で研究室に配属された時です。当時の指導教員がマイクロ波の無線送電を研究しており、こちらの研究員と共同研究を実施していたご縁で、学生だった1998年に初めて当時の超伝導研究

室を見学させていただきました。これが、超伝導デバイスに関する研究に携わるきっかけとなりました。それまで学んできた分野とは大きく異なりましたが、国の研究機関で世界最先端

の研究ができる環境に強く魅了され、研修生として研究をさせていただけることになりました。博士後期課程では、神戸大学の連携大学院制度による講座で、こちらで研究をさせていただいて博士号を取得するという、少し特殊なルートを歩ませていただきました。博士号を取得した後は、一度ここを離れ、JSTの戦略的創造研究推進事業の研究員として、当時の大阪府立大学、現在の大阪公立大学で、2年半ほど別のデバイス研究に従事しました。そこでも超伝導材料は扱っていましたが、今とは少し異なる機能を持つデバイスの研究でした。

2001年頃、現在SNSPDとして知られる光子検出器の基本原理解が世界で初めて海外の研究機関から提案されました。当時はまだ技術開発が世界的に見ても初期段階で、発表され始めた論文を目にするうちに、「おもしろそうだな。自分でこの新しいデバイスを形にしてみたい」という衝動に駆られたのです。では、日本国内でこの光子検出器の研究をするにはどこが最適かと考えた時、行き着いた答えは、自分が在籍していたこの超伝導研究室でした。なぜなら、ここにはSNSPDにおいて必要となる、数nm厚の高品質超伝導NbTiN薄膜の成膜技術があったからです。さらに、それをナノメートルサイズに微細加工できるサムコさんの装置など、クリーンルームの設備が当時から整っていました。当時の超伝導研究室の室長に「新しくSNSPDの研究を立ち上げたい」と相談すると、偶然にも室長自身も同じくSNSPDに興味を持っており、研究をスタートさせたいと考えておられたのです。2005年10月に職員として入所させてい

ただいた当初はNICTでSNSPDの研究が立ち上がっていない状態でしたが、私が最初の担当者として、NbTiN薄膜の最適化から加工プロセスの確立、そして極低温で駆動するシステム全体の組み上げまで、文字通りゼロからの立ち上げを行いました。

▶ ご研究の今後の展望について お聞かせください。

超伝導ナノストリップを用いた光子検出技術であるSNSPDは、性能面ではかなり理想的な状態に近づいています。検出効率、95%以上を達成し、ほぼ100%に近い値を達成できるようになりました。また、偽信号となるノイズ、いわゆる暗計数も非常に低く抑えられています。一部の成熟した技術については、技術移転も果たしており

ますが、一方で、技術の進歩に伴い、新しい要望も出てきています。現状のSNSPDシステムでは、機械式冷凍機の中

に導入し冷却動作できる検出器の数は、数個から多くても10個程度でした。しかし、量子技術の発展により、今後は数百個、数千個規模以上の検出器が必要になってくると考えています。極低温冷凍機という限られた冷却能力の中に、いかに多くの検出器を高い集積度で組み込むかが、新たな挑戦になっています。また、検出器を2次元格子状に多数配置することで、単一光子レベルの超高感度を持つ2次元イメージングセンサー、いわば光子カメラへの応用なども検討しています。

また、最近の興味深い成果として量産性の高い光子検出器の実現に向け、私たちの研究室では、ストリップ幅を大幅に広くしても高性能な単一光子検出が可能であることを世界で初めて実証しました。従来、高性能なSNSPDの作製には、線幅100 nm以下の極めて細いナノストリップ加工が必要であり、

電子線描画装置を用いた高度かつ時間を要する微細加工が、大量生産や大面積化の大きな課題となっていました。今回、ナノメートルスケールまで細線化しなくても高性能な光子検出を実現する技術の開発に取り組み、ストリップ幅を約20 μm 、従来の約200倍以上まで広げても、単一光子をほぼ同等の性能で検出できることに成功しました。ストリップ幅をマイクロメートルオーダーまで広げることで、電子線リソグラフィに代わり、汎用的な光リソグラフィの活用が可能となり、より低コストで量産性の高い高性能光子検出器製造が期待されます。これにより、量子計算や量子通信に必要なとてくるであろう大規模光子検出システムの実現に向けた大きな一歩となると期待しています。

“サムコさんのRIE装置「RIE-10N」や2台の「RIE-10NR」は、このような繊細な超伝導薄膜の加工において、優れた安定性と再現性を発揮しています。”

▶ 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。

我々のデバイスは、電子線描画装置で形成した100 nm以下の微細なナノストリップパターンをマスクとして、数ナノメートル厚のNbTiN薄膜を精密にエッチングすることで作製されています。電子線レジストでは十分な厚さを確保することが難しいため、エッチングには高い選択比と精密な形状制御が求められます。サムコさんのRIE装置「RIE-10N」や2台の「RIE-10NR」は、このような繊細な超伝導薄膜の加工において、優れた安定性と再現性を発揮しています。また、ナノストリップ上には光を集めるための構造を作製していますが、その一つとして、プラズマCVD装置「PD-220NL」でSiO₂膜を成膜しています。その他にも、SNSPDと組み合わせる光導波路の形成にはICPエッチング装置「RIE-400iP」によるSiのファイン加工を、MEMS構造の形成には高速Siディープエッチング装置「RIE-800iPB」を活用しています。RIE-10Nについては、30年以上稼働し続けていることから、装置の堅牢性に驚くとともに、高い信頼を寄せています。

▶ 日頃のご研究において、心掛けて おられることをお聞かせください。

研究のスタイルや哲学は人それぞれであり、どれが正解というものではありませんが、私自身が日頃の研究において心掛けているの

は、自分の立てた仮説や目の前の成功を、あえて疑うという姿勢です。研究を進める上では、一歩引いた視点から、「本当にそうなのか」と問い直すことを大切にしています。いろいろな角度から検証し、想定される反論やエラーの可能性を一つずつ実験で潰していくことで、最終的に残った結果を、より強固に証明することにつながると考えています。

▶ 休日はどのようにお過ごしでしょうか。

私は人混みや都会のにぎやかな街中があまり得意ではないため、プライベートでは緑の多い静かな郊外や自然の中で過ごすことを大切にしています。休日は、自宅で映画を観たりしてリラックスすることが多いです。一番の趣味は学生時代から続けているスキーで、冬場には家族と一緒に長野県などへ出かけます。研究のことを休日にも考えてしまうタイプなので、スキーや映画などを通じて、意識的に気持ちを切り替えるようにしています。

▶ 最後に弊社に対して、一言お願いします。

サムコさんに対しては、30年以上稼働し続けている装置の例からも分かる通り、非常に堅牢で、日本のものづくりを支える優れた半導体製造装置メーカーとして信頼しています。現在、我々は「神戸デバイス協創棟」の立ち上げを進めており、サムコさんのICPエッチング装置やALD装置を含む多数の微細加工・成膜装置を導入しています。本施設では、大学や企業の方々に最先端設備を広く開放し、人材育成や製品開発に向けたプロセス検証を支援できるような場を形成したいと考えています。サムコさんには今後も、先端装置の開発に加え、技術サポートやソリューション提案を通じて、日本のデバイス開発の未来を共に支えるパートナーであってほしいと期待しています。

お忙しいところ貴重なお時間をいただき
ありがとうございました。

取材日：2026年5月27日

*超伝導ナノストリップ光子検出器 (SNSPD) は、極低温まで冷やした超伝導体の非常に細い線に電流を流し、光子が当たったときに発生する小さな電気信号を読み取ることで、単一の光子を検出するデバイスである。SNSPDでは、超伝導状態を保てる限界に近い電流をナノストリップに流しておく。そこに光子が入射すると、そのエネルギーによって線の一部が一時的に超伝導状態を失い、電気抵抗を持つ小さな領域が生じる。この領域はホットスポットと呼ばれ、発生すると短い電圧パルスが読み出し回路に現れる。この電圧パルスを信号として読み取ることで、光子が1個入射したことを検出できる。検出後、ホットスポットはすぐに冷却され、ナノストリップは再び超伝導状態に戻る。SNSPDは、高い検出効率、低い暗計数、優れた時間分解能を実現しやすく、量子通信、量子光学、光子計数などの分野で利用されている。



1991年からご使用いただいているRIE装置「RIE-10N」。現在も現役で稼働している。

“30年以上稼働し続けている装置の例からも分かる通り、非常に堅牢で、日本のものづくりを支える優れた半導体製造装置メーカーとして信頼しています。”

京の喫茶・カフェ巡り #5

国立京都国際会館や高級住宅地を擁する左京区岩倉地区。この地で“お茶をするなら”“食事に行こう”というとき、選ばれてきたのが「コーヒー レストラン ドルフ」です。半世紀近く愛され、今も注目され続けています。



「ハンバーグエビフライランチ」(1,500円)は人気No.1のランチ。肉感たっぷりのハンバーグに特製デミグラスソースが合う。

「コーヒー レストラン ドルフ」(以下、ドルフ)の木製の扉の向こうには、ドイツの別荘をイメージして創られた空間が広がります。南側のテラス席から同店のシンボルの櫂(け)を見ながらティータイムを楽しむもよし、アンティーク家具などが並び、木の温もりを感じるフロアでコーヒーを味わうもよし。暖炉もあるため、冬には薪が燃える音を聞くこともできます。

そんな非日常的な空間に惹かれ、地域の人々をはじめ、多くのお客様がゆったりとした時間を過ごしています。平日の昼に列ができることも珍しくありませんが、夜はスムーズに来店できそうです。

同店は、不動産業や建築設計などを通して、岩倉地区における家づくりのことまでをサポートする株式会社ドルフホームズの「コーヒー レストラン」です。店名のドルフはドイツ語で“村”を意味します。

代表取締役は、創業者の子息で一級建築士の窪田健一さん。「子どもの頃からよく父に建築現場に連れて行ってもらいました」と振り返ります。

創業者はかつて老舗デパートに勤務し、婦人服の販売などを担っていたそうです。

高度経済成長期、そして安定成長期に入中、不動産業の将来性を感じて起業しました。

現在「ドルフ」のある土地を取得したとき、改めて土地の良さを感じ入り、また岩倉地区の発展性を感じ取り、この土地は販売せず、自身で活用しようと考えました。それまで仕事で衣食住の“衣”と“住”に縁があった創業者は、残り一つ“食”にかかわる店舗の開業を決意します。

「父も建築が好きで、インテリアなどにも関心がありました。同

僚であった画家を海外まで訪ねて店づくりを相談し、雑貨なども集めたようで、そうして見極めたものを揃えてトータルプロデュースしたのがこのお店だと思います」。1979年、「ドルフ」がオープンしました。

窪田さんは総合建築会社や建築コンサルティング会社に勤務し、海外で仕事をすることもありましたが、ドルフを彷彿とさせたそうです。不動産業をメイン事業とする同社が建てたゆえ、“建物”が本物の別荘だと感じさせる存在感を放っています。

同店の自慢の一つは、水出しコーヒーです。時間をかけて水で抽出しているため、苦みが抑えられ、すっきりとした味わいになっています。ブレンドコーヒー、アイスコーヒーは650円(以下、価格は税込)。カップから溢れんばかりにホイップクリーム

をのせた「ドルフ式スペシャルコーヒー」は850円。

人気の高いデザートは、スコーンとフルーツサンドの両方を楽しめる「ハイティ」で、1,150円(11時からオーダーが可能)。「フルーツパフェ」は1,300円、「チョコレートパフェ」は1,100円。夏季には期間限定のフラッペがメニューに加わります。

また、食事メニューも充実しています。ランチタイムは11時～14時(日曜・祝日を除く)。人気は「ハンバーグエビフライランチ」(1,500円)で、「ビーフシチューランチ」(1,600円)も好評です。どちらもライス、サラダ付きで、ドリンク(ブレンド

コーヒーやブレンドティなど)が選べます。喫茶は終日提供されており、ディナーについては電話で予約することができます。

岩倉地区には「それこそ、より魅力的な“村”のようになってほしい」と願い、その貢献活動の一環として地域のマルシェにも参加。コーヒーとスコーンが好評を博しました。常に躍動感があり、新しいロゴマークも制作。この6月からそ



「ハイティ」(1,150円)。毎朝焼き上げるスコーンと、フルーツサンドの両方を贅沢に味わえる。ブレンドコーヒーなどドリンクとのセットも(1,500円)。

のロゴ入りのコーヒーカップが使われるようになりました。良き伝統を守りつつ、より洗練されたモダンな雰囲気をもたらす「ドルフ」。これまでに増して上質な時を過ごせそうです。



コーヒー レストラン ドルフ

京都市左京区岩倉東五田町4

TEL 075-722-2367

URL <https://dorf-web.net/coffeerestaurantdorf/>

営業時間 8:30～20:00(ラストオーダー 19:00)

定休日 水曜日(年末年始・夏季休業)

大型駐車場完備

京都市営地下鉄「国際会館」駅より徒歩約4分



InP デバイス加工・成膜・表面処理装置ラインナップを拡充

当社は、InPを用いたレーザーダイオード、導波路、フォトダイオード向けの加工・成膜・表面処理装置ラインナップを拡充しました。ICP エッチング装置、CCP-RIE 装置、PECVD 装置、ALD 装置、UV オゾンクリーナーにより、 $\phi 3 \sim 6$ インチウエハに対応し、高精度なリッジ形成やグレーチング加工、低ダメージ成膜を実現します。光トランシーバ需要の拡大や光電融合の進展に伴い、当社は研究開発から量産まで幅広く対応可能な装置とサポートを提供し、先端デバイス製造を支援してまいります。

$\phi 3, 4, 6$ インチウエハ対応のプロセス装置ラインナップ



ICP Etching
RIE-600iPNC



CCP-RIE
RIE-2001LC



PECVD
PD-2201HLC



ALD
AD-8002LPC



UV-O₃
UV-300HC

展示会出展のお知らせ

当社は、2026年に開催される半導体および電子部品分野の主要な展示会・学会に出展いたします。最新の加工・成膜技術および装置ラインナップをご紹介しますので、ぜひご来場ください。

当社ブースでは、最新技術動向や応用事例についてご紹介いたします。皆さまのご来場を心よりお待ちしております。

■ ICPS 2026

(第37回半導体物理国際会議)

日時:

2026年8月 16日(日)
～21日(金)

場所:

京王プラザホテル
(東京都新宿区)

■ EMS-45

(第45回電子材料シンポジウム)

日時:

2026年10月 14日(水)
～16日(金)

場所:

グランドメルキュール奈良橿原
(奈良県橿原市)

■ IWN2026

(International Workshop on
Nitride Semiconductors 2026)

日時:

2026年11月 8日(日)
～13日(金)

場所:

熊本城ホール
(熊本県熊本市)



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



タクトタイム70%短縮を実現(当社比) 新型プラズマCVD装置「PD-2201HLC」の紹介

サムコ㈱ プロセス開発2部

■はじめに

当社は、プラズマCVD装置とプロセスの開発を手掛ける装置メーカーとして創業して以来、独自性と実用性を兼ね備えた製品を提供してきた。プラズマCVDにおいては、一般的なSiH₄を用いた成膜技術に加え、より安全性に配慮した液体原料を用いるプラズマCVD技術(LSCVD[®])の開発にも積極的に取り組んできた。近年、半導体デバイスや電子デバイスの高性能化に伴い、薄膜形成プロセスには、より高い膜質、優れた膜厚の面内均一性、安定した再現性が求められている。さらに、生産工程においては、生産効率の向上や装置稼働率の改善も重要な課題となっている。そのため、プラズマCVD装置には、成膜性能だけでなく、タクトタイムの短縮やメンテナンス性の向上を含めた総合的な生産性の向上が求められている。これらの要求に応えるため、当社では、高速成膜と高均一性を両立し、さらにタクトタイム短縮を実現した新型プラズマCVD装置「PD-2201HLC」を開発した。本稿では、PD-2201HLCの装置構成、生産性向上に向けた改善点、および成膜性能について紹介する。

■装置構成および改善点

図1に、PD-2201HLCの装置外観写真を示す。本装置は、トレイカセットおよびウエハカセットの両方が設置可能なカセット室、ロードロック室、反応室で構成されている。また、オプションとしてリモートプラズマクリーニング機能の追加や、反応室の増設にも対応できる拡張性を備えている。

生産性向上を目的として、ヒーター構造、電極構造、クリーニング機能の改善を行った。従来機では、ヒーターの昇温および降温時間がサイクルタイムに大きく影響していた。そこで新型機では、耐熱性および耐腐食性に優れた新型ヒーターを採用した。これにより昇降温時間を短縮し、プロセス間の待機時間の削減を実現した。

次に、高速成膜時の膜厚の面内均一性を向上させるため、電極構造の最適化を行った。図2に従来機と新型機でのRFパワー密度に対する、成膜レートと面内均一性および応力制御性の比較結果を示す。従来機では、面内均一性は良好だが成膜レートを高めにしないと



図1 装置外観写真

う課題があった。RFパワーや圧力といったプロセスパラメータを増加させると、成膜レートは上昇するがプラズマ状態が変化し、面内均一性や応力制御性が悪化する傾向があった(図2 (a), (b))。そこで、新型機では電極構造の最適化を行い、プラズマ分布の均一化を図った。その結果、高い成膜レートを維持しながら、従来機と同等の面内均一性や応力制御性を達成することができた(図2 (c), (d))。

最後に、オプションとして、リモートプラズマクリーニング機能を追加することで、反応室のクリーニング時間の大幅な短縮が可能となった。これにより、成膜プロセス以外に要する時間を削減し、装置全体の稼働効率向上に寄与している。図3に従来機と新型機のタクトタイム比較結果を示す。新型ヒーターによる昇降温時間の短縮、電極構造の最適化による高速成膜への対応、およびリモートプラズマクリーニングによるクリーニング時間の短縮により、1サイクルに要する時間を従来機と比較して約70%短縮することが可能となった。

■成膜性能および繰り返し安定性

図4に新型機で実施したSiN膜の繰り返し成膜安定性の結果を示す。プレコート(1 μm)を1回実施した後、500 nm成膜を10バッチ行い、続いてチャンバークリーニングを行う工程を1サイクルとして、合計20サイクルの連続プロセスを実施し、成膜レートおよびφ8インチのSiN膜厚の面内均一性を評価した。20サイクルの成膜において、成膜レートおよび面内均一性にはほとんど変化は見られず、安定した成膜性能を維持できることを確認した。

■おわりに

本稿では、生産性向上を目的として開発した新型プラズマCVD装置「PD-2201HLC」について紹介した。本装置では、新型ヒーターの採用による昇降温時間の短縮、電極間隔の最適化による高速成膜時の膜厚の面内均一性向上、およびリモートプラズマクリーニング機能によるクリーニング時間の短縮を実現した。これらの改善により、従来機と比較して、高い成膜レートと優れた面内均一性を維持しながら、1サイクル当たりのタクトタイムを約70%短縮することが可能となった。また、繰り返し安定性評価においても、成膜レートおよび面内均一性が安定していることを確認した。

当社は、今後も技術革新を目指し、最先端の装置およびプロセス開発を継続していく。

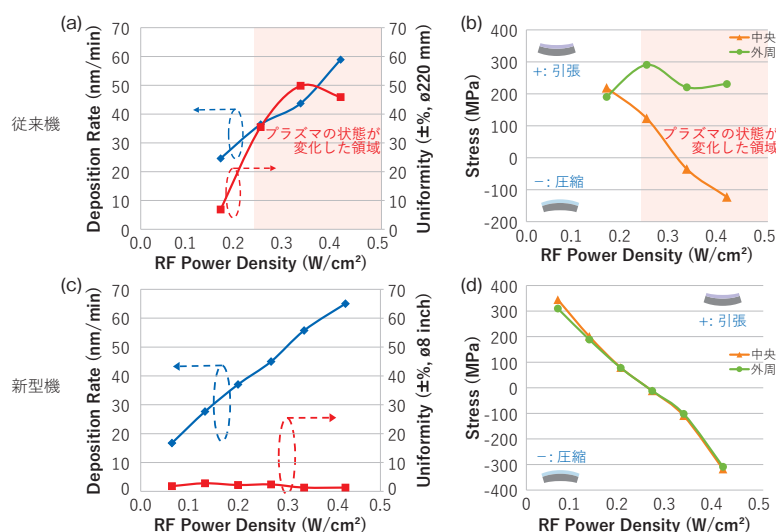


図2 従来機と新型機の成膜結果比較



図3 従来機と新型機(リモートプラズマオプション)のタクトタイム比較

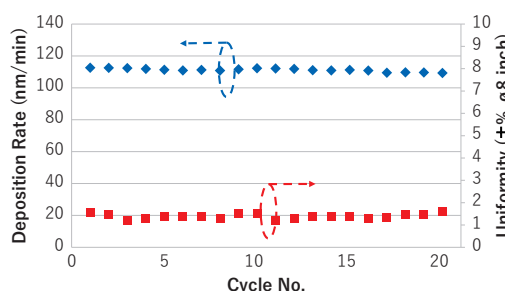


図4 PD-2201HLCの繰り返し安定性

