

SAMCO NOW

VOL.125
2024. Apr. Quarterly

Samco-Interview — 2

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系
集積電子システム分野 准教授

関口 寛人 先生

À la carte — 4

京の台所を訪ねて16 レストランテ ストラータ

Information — 5

第三研究開発棟新設を決定

『RIE-10NR』販売累計500台を達成

東スイス応用科学大学との連携を開始、
欧州市場の開拓を強化

Technical-Report — 6

プラズマCVD装置「PD-220シリーズ」の
長期プロセス安定性の紹介

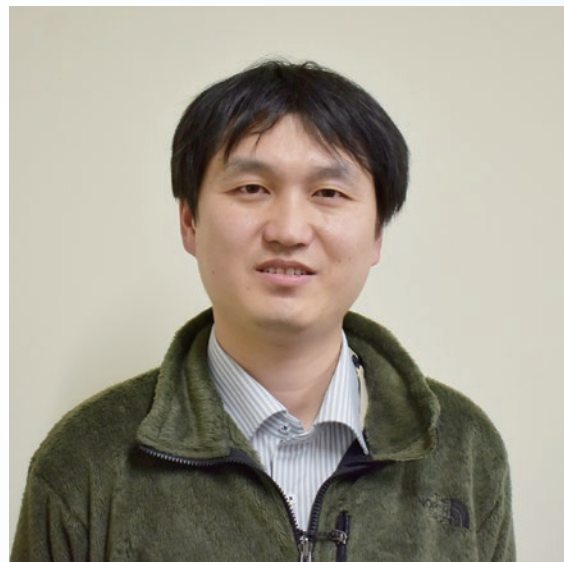
『桜』の名所も数多く、「立本寺」の美に心躍る
日蓮宗の本山で、日蓮聖人の弟子・日像上人が
1321年に開山。その後の何度かの移転後、現在
の千本中立売に。多くの国の重要文化財指定を
受け、毎月8日の「鬼子母尊神祭」に訪れる人は
多い。桜の開花は、例年3月下旬～4月上旬で、
山門を彩る大きな染井吉野が皆を出迎えてくれ
ます。特に本堂前の枝垂桜が見事で、本堂周りの
桜のアーチは人々の心を癒してくれます。

豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系
集積電子システム分野 准教授

せきぐち ひろと 関口 寛人 先生

今回の Interview は、豊橋技術科学大学を訪ね、関口寛人先生にマイクロLEDを用いた生体埋め込み型デバイス開発やフレキシブルマイクロLEDフィルム開発などのご研究についてお話を伺いました。

略 歴	2005年 3月	上智大学 理工学部 電気・電子工学科 卒業
	2007年 3月	上智大学 大学院理工学研究科 電気・電子工学専攻 博士前期課程 修了
	2009年 4月 - 2010年 3月	日本学術振興会 特別研究員 DC2
	2010年 3月	上智大学 大学院理工学研究科 電気・電子工学専攻 博士後期課程 修了: 博士 (工学)
	2010年 4月 - 2013年 3月	豊橋技術科学大学 大学院研究科 電気・電子情報工学系 助教
	2013年 4月 - 2015年 3月	豊橋技術科学大学 大学院研究科 電気・電子情報工学系 講師
	2015年 4月 - 現在	豊橋技術科学大学 大学院研究科 電気・電子情報工学系 准教授
	2018年10月 - 2022年 3月	科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 さきがけ研究者 (兼任)



生体組織に刺入できる針型マイクロLEDデバイスや生体組織を覆うように取り付けることのできるフレキシブルなマイクロLEDフィルムの開発を進めています。

▶ 先生の現在のご研究について ご紹介ください。

私たちの身近にある電球、蛍光灯はすっかりLEDライトに変わり、LEDは私たちの生活を支える身近なものになりました。最近、「マイクロLED」と呼ばれる従来のLEDの1/10以下の小さなLEDの集積化技術が注目されており、高輝度・高精細なディスプレイ応用や安心安全の観点から自動車の照明や表示機、スマート繊維への応用、空間光通信 (Li-Fi) やプラスチックファイバーを用いた光伝送、水中での通信技術への応用、バイオアプリケーションといった幅広い分野への活用が期待されています。中でも私たちが注目しているのはオプトジェネティクス (光遺伝学) 分野に用いるためのマイクロLEDの開発です。オプトジェネティクスとは、遺伝子の導入技術によって特定の神経細胞を光で選択的に操作できる技術のことです。近年は、生体に光を照射して神経細胞の活動を制御することが可能になっています。私たちの研究室では、マイクロLEDを集積させて生体の中に埋め込み、脳内に広がる特定部位や複数の神経活動を制御できる新しい光照射ツールの実現を目指しています。例えば、生体組織に刺入できる針型マイクロLEDデバイスや生体組織を覆うように取り付けることのできるフレキシブルなマイクロLEDフィルムの開発を進めています。

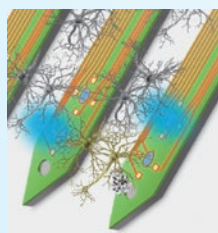
▶ ご研究を始められたきっかけと、現在に至る経緯についてご紹介ください。

学生時代は、上智大学の岸野克巳先生 (現:上智大学 客員教授) の下、窒化物半導

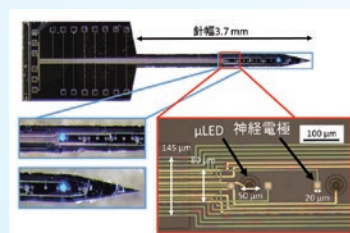
体ナノコラム結晶を用いた緑色や赤色LEDの研究を行っていました。当時も窒化物半導体を用いた緑色や赤色LEDの高効率化が求められていたのですが、長波長化に伴って生じる結晶欠陥や内部電界が課題となっていました。研究室で注目していたナノコラムと呼ばれるナノ結晶は、結晶中に欠陥を生じにくく、内部電界も抑制できる可能性が示唆されており、このナノ結晶を利用した発光デバイスづくりが私の研究テーマでした。そのような研究に取り組んでいた博士課程学生での最も大きな成果は、ナノ結晶の位置・形状を制御してRGB三原色を同一基板上に集積する技術でした。あれから随分と経ちますが、国内外の多くの研究者の方々の論文に参照していただいていることを嬉しく思う反面、独立した研究者として自分自身の研究テーマを立ち上げて価値ある研究をしなければならぬという思いも感じています。昔から結晶成長メインの研究に取り組んできましたが、「どういうデバイスが作りたいのか。それは何の役に立つのか?」ということを岸野先生から強く言われていましたので、「将来の明確なビジョンを描きながら、使えるデバイス

を作る」ということを今も強く意識しながら研究をしています。

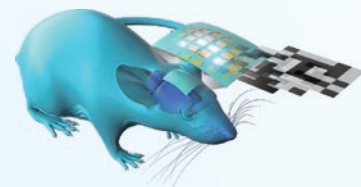
2010年に現在所属する豊橋技術科学大学に移ってからは、若原昭浩先生 (現:豊橋技術科学大学 理事・副学長) の下、希土類元素のユーロピウム (Eu) を窒化物半導体に入れることで赤色LEDを実現する研究を行いました。また、これまで別の材料系に使われていたMBE (Molecular Beam Epitaxy:分子線エピタキシー) のガスラインや電装系を整備して、GaN系の結晶成長ができるようにしました。マグネシウム (Mg) を活用することでGaN中のEuが強く発光することを見出し、LEDデバイスへと応用できることを示しました。さらに、学生時代に取り組んでいたナノ結晶にEuを入れてみたところ、薄膜よりも高濃度でも発光強度が落ちない可能性を示すことを見出しました。その一方で、GaN系LEDウエハーを加工して直径30 μmのマイクロLEDアレイを作製したり、ウエハー接合を利用してSiトランジスタとモノリシック集積の実現に貢献したり、ポリマー導波路とLEDアレイの融合やGaN系トランジスタによる集積回路の検討などにも取り組むなど、30代半ばの頃は研究の間口を広げようと様々なことにチャレンジしていました。振り返れば自分自身の研究テーマを模索するために悩んだ時期でもありましたが、学生時代から実体はないけれども目に



刺入型マイクロLED



神経電極プローブ



フレキシブルマイクロLEDフィルム

える不思議な光というものに魅了されていたこともあり、可視光を使った新たなデバイス分野を切り拓きたいという思いはありました。

そのような研究者として新たな可能性を模索していたタイミングで、今の研究につながる大きな出会いがありました。2017年頃、娘の幼稚園のイベントで、クラスの友達の父親が薬学部の大学教員であることが分かりました。その時はどのような分野の研究者なのかという簡単な自己紹介だけで終わったのですが、それから半年後、その先生から突然、「神経科学研究に活用するLEDデバイスが作れませんか」という相談のメールが届きました。普通は断るべき話だと思うのですが、とにかく可視光を使った違うテーマを探していた時期であったこと、もしかしたら本学の設備を使えばできるかもしれないと思い、その相談を受けることになりました。これが新たな研究分野を切り拓くための大きなきっかけになりました。これまでの研究とは大きく異なる分野であり、もし前後に1~2年ずれていれば取り組むことはなかったと思いますので、新たな研究テーマを探していたタイミングだったからこそ取り組んだのかなと思います。

そのような経緯で、現在は脳機能の仕組みを知るための生体埋め込みツールの開発を進めています。これまで一般的に、脳の神経活動の制御には薬や電気による刺激が行われてきましたが、薬は次の刺激を与える時に前の薬が抜ける必要がありますし、電気の場合は刺激したい場所以外にも影響を与える課題がありました。光の場合は特定の場所へのON/OFFが簡単にできるため、正確に刺激する場所と脳活動の関係を調べることができます。生命科学分野では、光で神経活動を制御できる光遺伝学手法が広く使われ、多点で自在に神経細胞を照射できるデバイスが求められており、このような用途に利用できるマイクロLEDデバイスの開発を進めています。生体組織の深部にアプローチするため、生体に刺入できる細い針構造をもつ刺入型マイクロLEDデバイス・神経電極プローブの開発のほか、広範囲に分布する神経細胞に照射するために組織に密着して貼り付けられるフレキシブルなマイクロLEDフィルムの開発など、様々な形状のマイクロLEDデバイスの開発を進めています。また、生体内に埋め込んだマイクロLEDデバイスが生体活動に影響を与えず、かつ安定して動作することも重要なことから、耐久性の評価、駆動時における温度上昇評価や温度モニタリング技術の開発も合わせて進めています。加えて、生体活動の制御だけでなく同時に神経活動を観察することも求められますので、最近は脳波計測デバイスの開発を進めており、マウスの脳に

埋め込んで多感覚情報を同時に取得することにも成功しています。これらのデバイスを融合・集積して、マルチモーダルな生体活動の操作・計測デバイスの創出を目指して研究を進めています。

▶ ご研究の今後の展望について お聞かせください。

私たちの強みであるマイクロLEDプロセス技術を基盤として、多様な生体活動の操作や計測を可能にする生体埋め込みデバイスの開発をさらに進めていきたいと考えています。まだまだデバイス開発のフェーズではありますが、徐々に最先端の神経科学研究に利用できるようになってきていますので、今後はより異分野間の連携を高めて、私たちの持つエレクトロニクス技術を用いることで未知な領域の多い生命科学現象の発見に貢献ができればと思っています。

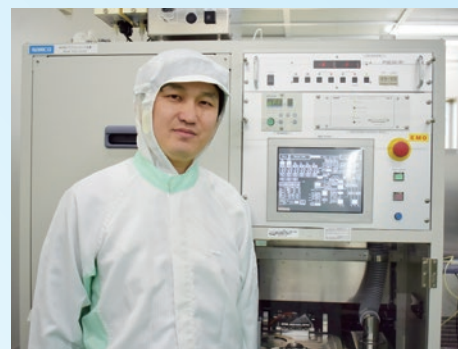
“条件を変えつつ再現性の高い処理ができるサムコさんの装置はデバイス製作に非常に役立っています。”

▶ 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。

GaN用 or 塩素系 ICP-RIE 装置 (RIE-101iPH)、RIE 装置2台 (RIE-200NL、塩素系・フッ素系の各1台ずつ)、プラズマ CVD 装置2台 (PD-220NL、PD-220N) があり、一部は共用設備という形で使用させていただいております。LED ウエハの加工に利用したり、シリコンや有機材料の加工に利用したり、絶縁膜や保護膜として SiO₂ をウエハ上に堆積させたりしています。いずれの装置も似た操作系のため学生でも使いやすく、使い勝手の良い装置であると感じています。私たちの研究の場合、繰り返し同じものを作ることが重要となりますので、条件を変えつつ再現性の高い処理ができるサムコさんの装置はデバイス製作に非常に役立っています。

▶ 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。

『面白いことを探して、楽しく取り組んで、楽しい時間を過ごす』ということを日頃から心掛けていて、学生にもそのように話しています。研究をする上で、テーマや課題の発見・把握はとても重要ではありますが、その場しのぎのテーマなのか、達成した時に小さな一歩でも喜べるテーマに取り組もうとしているか、



ICPエッチング装置RIE-101iPHと関口先生

自分自身にも学生にも問いかけるようにしています。研究は意外と目の前のできるものの中から探しがちで、目先の学会発表に向けた研究などに偏りがちですが、そうではなく、最終的に求められる達成目標を目指して、日々邁進することが大切だと思っています。

▶ 休日はどのようにお過ごしでしょうか？

休日は、家でゆっくり過ごすか、家族でショッピングに出掛けることが多いです。ポッドキャストなどの音声番組を聞くことが好きで、空いている時間や移動中に、日本や世界の歴史に関する番組や経済・経営、宗教や文化に関する情報番組など、リベラルアーツに関する内容について学んでいます。異分野の研究にも取り組んでいるだけに、幅広い知識・感覚を身に付けることが大切かなと思っています。また、ショッピングというよりも出掛けること自体が目的になっていて、いつもと違う風景や違うところを歩いていると、リラックスもできますし、心身ともにリフレッシュされて研究のアイデアが浮かんだりもします。

▶ 最後にサムコに対して、一言お願いします。

最近は半導体技術への注目度がますます高くなっていますので、今後も世界中で幅広い分野の研究開発が求められていくと思います。サムコさんは大学の研究者が使いやすい装置を開発され、いろいろな種類の装置をラインナップされているという印象を持っています。大学では少量多品種な材料・デバイスの開発を進めていくと思いますので、今後も細かい要求に応じていただきながら、再現性が高く比較的安価な装置を提供していただけることを期待しています。

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。

“サムコさんは大学の研究者が使いやすい装置を開発され、いろいろな種類の装置をラインナップされているという印象を持っています。”

京の台所を訪ねて 16

—《海外編3》—

「リストランテ ストラダ」のオーナーシェフ、大塚智也さんは、正統派のイタリア料理の伝統を受け継ぎながら新風を吹き込み、お客様の舌を満足させています。多彩なイタリア料理について尋ねました。



京都を代表するメインストリートである烏丸通りと御池通りが交差する一帯は、閑静なオフィス街となっています。市営地下鉄の烏丸線と東西線の乗換駅となる烏丸御池駅もあり、ここを起点に御池通りを東へ進むと、風が吹くたびにイタリア国旗がはためくシックな石壁の建物が見えてきます。これが「リストランテ ストラダ」。店内は広々としており、各種パーティーなども開催できます(約30名に対応可能)。最大8名用の個室も完備。ピアノも置かれ、秋にはピアノとバイオリンのコンサートなども開かれるそうです。

同店の源をさかのぼると、京都で本場のイタリア料理を広めたパイオニアであり、老舗イタリアン「フクムラ」の福村賢一シェフにたどりつきます。「本格的な生麺で作っておられ、こんな pasta があるのかと驚きました」というシェフの大塚さん。大学時代に「フクムラ」でアルバイトとして働き、卒業と同時に入店。その後、福村シェフが立ち上

げた株式会社ストラダに入社し、料理長を経て、2018年に同店を後継して代表取締役役に就任しました。

「イタリア料理は“マンマの味”と言われており、家庭料理に近いと思います。地方性があり、北ではチーズやバターを使い、南ではフレッシュトマトを多用する傾向があります。どのようなイタリア料理をイメージされているか

は、お客様によってさまざまでしょう」

受け継いだのは、正統派のイタリア料理。以前からの要素を取り入れながら、少しずつ現代風に変えて自分らしさを出しています。「コース料理の8割は、分かりやすい料理で安心して召し上がっていただき、2割はちょっと驚きを感じていただけるようにしています」と説明。新旧のお客様が通う人気店であるため、事前の来店予約がお勧めです。

こだわりは、イタリア製のパスタマシーンによる自家製の生パスタです。「今のところ、この店の生パスタより美味しい生パスタを食べたことがありません」と笑顔を見せます。

食材の吟味に余念がなく、鷹峯地区にある有名な農園の京野菜をはじめ、日本全国の有機野菜、そしてイタリアから選び抜いた食材を仕入れています。魚介類は京都市

中央市場で買い付けます。

個々の食材の特徴をフォーカスし、主役にするか、脇役にするかを考えるそうです。例えば主役にする食材は焼いて本来の味を生かし、脇役の食材はソースに仕立てたりします。

昼時によくオーダーされるのは、¥4,000のランチコースと、¥6,000のシェフおまかせコース(以下も価格表示は税込)。前者のコース内容は、前菜盛り合わせをはじめ、好きなパスタ、メイン料理(肉あるいは魚)、自家製パン、ドルチェ、食後のお飲み物。後者では、アミューズ(小前菜)に始まり、その日の“スープ、魚料理、パスタ、肉料理”、ドルチェ盛り合わせも味わえます。

ディナーで最も選ばれているのは¥8,500のBコースです。始まりのひとくち、ファースト前菜、セカンド前菜、本日の魚料理、本日のパスタ、メイン料理(肉料理)、ドルチェ盛り合わせ、自家製パン、食後のお飲み物を堪能することができます。

名物は完熟フルーツマトの冷製カッペリーニ(季節限定)。旬のフルーツマトを活かし、シンプルで美味しい一品になっています。

また大塚さんはJ.S.A.認定ソムリエであり、イタリア産はもちろん、さまざまな国のワインを取り揃えており、料理とワインのペアリングも楽しめます。

この2月に海外研修を行い、全スタッフが本場のリストランテを訪ねました。「私がイタリアに行った20年前に比べて、あまり味は変わっていませんでした。変える必要がない料理もあるのだと感じます。どのリストランテ

の料理も美味しく仕上がっていました。引き継がれているのは、ずっと作られ愛されてきたものです。時代が流れても本物は、変わらず美味しい。優れたものは伝統として残り、それを守り、また次世代に伝えていかなければならないと思っています」



完熟フルーツマトの冷製カッペリーニ

リストランテ ストラダ

京都市中京区御池柳馬場北東角
TEL 075-241-0800

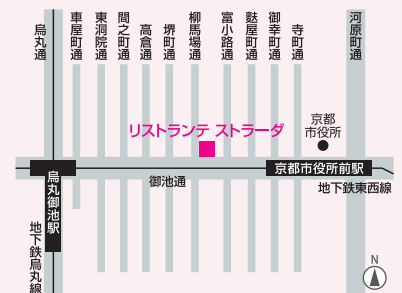
URL <https://www.strada-kyoto.com>

営業時間 ランチ 11:30~15:00
(ラストオーダー14:00)

ディナー 17:30~22:00
(ラストオーダー20:30)

定休日 月曜日、火曜日

京都市営地下鉄「烏丸御池」駅より徒歩5分



第三研究開発棟新設を決定

当社は中期経営計画において重点課題と位置付けるクラスターツールシステムの拡販のための研究開発機能をさらに充実させるため、本社（京都市伏見区）周辺に「第三研究開発棟」を新設し、2024年12月から運営を開始することを決定しました。

化合物半導体の市場の広がりに伴い生産が本格化するSiCパワーデバイス、GaNパワー/RFデバイス、GaAs VCSEL、MEMS、高周波フィルターなどの分野で高度化するニーズに応えるため、最先端の設備を用意します。クリーンルームには最新の生産用装置や、走査電子顕微鏡（SEM）、膜厚計などの計測機器を設置刷新し、効率的かつスピーディな研究開発を進めます。合わせて、計画的に増員を行い、顧客・マーケットのニーズに即応した開発体制で、当社の研究開発の中核拠点とする予定です。

■第三研究開発棟概要

所在地	京都市伏見区竹田田中宮町93番（現研究開発センター隣接）
建物概要	地上2階建て、鉄骨造。延床面積：約850平方メートル
建設計画	2024年5月着工、2024年12月完成（予定）
施設構成	研究開発棟（1階：研究施設、2階：事務所）



第三研究開発棟完成イメージ

『RIE-10NR』販売累計500台を達成



理化学研究所 山本チームリーダー（右から2人目）

研究開発用CCP(Capacitively Coupled Plasma: 容量結合プラズマ)型RIE装置『RIE-10NR』が累計販売台数500台を達成しました。この度、500台目のRIE-10NRをご導入いただいた理化学研究所 量子電子デバイス研究チームの山本倫久チームリーダーを訪ね、当社代表取締役社長の川邊が謝意を伝え、記念品を進呈しました。

RIE-10NRは、1995年12月に販売を開始して以来、国内外の大学、研究機関、企業に選ばれ続け、この度500台目の販売に至りました。シンプルでコンパクトな装置コンセプトはそのままに、安全性や使いやすさなどの面で改善を重ね、研究開発用CCP-RIE装置のデファクトスタンダード機として国内外で活躍しています。

東スイス応用科学大学との連携を開始、欧州市場の開拓を強化

海外販売の拡大のため、東スイス応用科学大学（Ost Schweizer Fachhochschule: OST）との連携を開始し、欧州市場の開拓を強化します。

当社はCCP型RIE装置『RIE-10NR』と卓上型UVオゾンクリーナー『UV-2』をOSTのマイクロテクノロジー・フォトンクス研究所（Institute for Microtechnology and Photonics:IMP）に設置し、オープンラボとして欧州中の大学や企業の研究者にご利用いただけます。欧州は先端の化合物半導体の研究が盛んで、多数の研究所や大学が存在します。今回のOSTとの連携をきっかけに、欧州で当社およびsamco-ucp社の装置の販売を強化してまいります。



左：OST IMPクリーンルームの責任者 Dr. Marco Cucinelli
右：samco-ucp社 新CEO Vinzenz Gangl



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



プラズマCVD装置「PD-220シリーズ」の 長期プロセス安定性の紹介

サムコ株式会社 プロセス開発2部

■ はじめに

当社はプラズマCVDのプロセス技術開発と製品供給において45年の実績を誇り、業界をリードしてきた。近年は、化合物半導体や電子部品分野で生産用プラズマCVD装置の導入が増えている。本稿では、当社プラズマCVD装置であるPD-220シリーズの反応室の長期プロセス安定性データを紹介する。

■ 装置紹介

PD-220シリーズは、研究から生産用途、SiH₄ガスや液体原料TEOSを用いた成膜、13.56 MHzと400 kHzの二周波重畳、27、40、60 MHzの周波数を用いた成膜など豊富なオプションを有する。反応室はプラズマ閉じ込め機構や電極間隔の調整により安定したプラズマ生成が可能で、ドライクリーニングのみで長期間安定して使用できる。今回の長期プロセス安定性のデータは、真空カセット室と2つの反応室を備えた生産用装置『PD-2202LC』による13.56 MHzのSiN成膜結果である。

■ 長期プロセス安定性データ

(反応室大気開放メンテナンスなし)

図1にプラズマCVD装置『PD-2202LC』によるSiN成膜の長期プロセス安定性を示す。φ6インチウエハーでデバイス生産用装置のプロセス確認用のテストウエハーでの成膜レートおよび膜厚均一性を計測している。半年間に渡り、均一性±2%以下を維持し、成膜レート約20 nm/minと非常に安定した結果が得られた。

■ おわりに

プラズマCVD装置PD-220シリーズの『PD-2202LC』によるSiN成膜の長期プロセス安定性の結果を紹介した。反応室を大気開放する部材交換やワイピングを含むメンテナンス回数の低減は、装置ダウンタイムの低減だけでなく、メンテナンス時間や手間の削減、反応室内部の水分管理など様々な面で有効と考えられる。PD-220シリーズが化合物半導体および電子部品分野での生産装置として広く受け入れられ、当社の生産機市場のプレゼンス拡大に貢献することを確信している。

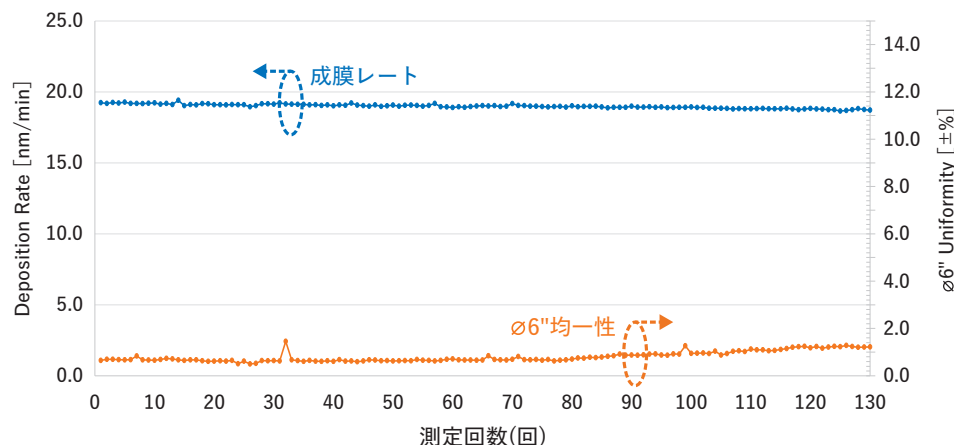


図1. プラズマCVD装置「PD-2202LC」の反応室1によるSiN成膜の長期プロセス安定性ドライクリーニングおよびプレコーティング後のテストウエハーへの成膜測定結果。半年間で計130回測定（1～3日に一度の頻度で測定）。膜厚が積算20μmに達するとドライクリーニングを実施し、積算20μmまでにデバイスへの成膜回数は約80～90回となり1～3日かかる。PD-2202LCの2反応室のうち反応室1のみ使用。



写真1. 2反応室プラズマCVD装置『PD-2202LC』

