

samco NOW

VOL.123

2023.Oct. Quarterly

Lecture — 2

記念講演

「Nd-Fe-B 磁石の発明から
—研究の Nucleation を成功させよう—」

大同特殊鋼株式会社 顧問、NDFEB 株式会社 代表取締役

佐川 真人 先生

À la carte — 4

京の台所を訪ねて14

トルコ料理専門店「イスタンブール サライ」

Information — 5

SEMICON Japan 2023お知らせ

サムコ科学技術振興財団

2023年度 第7回研究助成金贈呈式
および記念講演 報告

Technical-Report — 6

3室CVD装置「PD-2203LC」の紹介

秋の紅葉の名勝に光明寺の『もみじ参道』訪問
京都府長岡京市に位置する光明寺。西山浄土宗の
総本山で、京都でも指折りの紅葉名所。全山紅葉
の自然な浄域を満喫できる。特に総門から表参道
「女人坂」のなだらかな石段を登り詰めた御影堂、薬
医門を中心とした『もみじ参道』の紅葉のトンネル。
参道に敷き詰められた「敷もみじ」に心を奪われるで
しょう。「紅葉特別入山日:11月11日(土)~12月3日
(日)」にゆっくり訪れてはいかがでしょうか。
(光明寺および近隣には駐車場がないため、個人で
拝観される場合は公共交通機関をご利用下さい)

撮影 © 中田 昭

サムコ科学技術振興財団 2023年度 第7回 研究助成金贈呈式 記念講演「Nd-Fe-B磁石の発明から 一研究のNucleationを成功させよう」

サムコ科学技術振興財団 2023年度 第7回研究助成金贈呈式が、9月13日に京都リサーチパークにて開催されました。贈呈式に続いて行われた記念講演に佐川真人先生（大同特殊鋼株式会社 顧問、NDFEB株式会社 代表取締役）をお招きし、講演を行っていただきました。記念講演の要旨をご紹介します。



大同特殊鋼株式会社 顧問、
NDFEB株式会社 代表取締役

さがわ まさと
佐川 真人 先生

学歴 1966年3月 神戸大学工学部電気工学科卒業
1968年3月 神戸大学大学院修士課程（電気工学）修了
1972年3月 東北大学大学院博士課程修了（金属材料工学）、学位取得（工学博士）
略歴 1972年4月 富士通株式会社 入社（1982年5月まで）
1982年5月 住友特殊金属株式会社（現 株式会社プロテリアル）入社（1988年2月まで）
1988年3月 インターメタリックス株式会社 設立、同社代表取締役 就任（2012年6月まで）
2013年12月 NDFEB株式会社 設立、同社代表取締役 就任（現任）
2016年10月 大同特殊鋼株式会社 顧問 就任（現任）
2017年4月 日本電産株式会社（現 ニデック株式会社）顧問 就任（2019年3月まで）
2017年4月 京都大学エネルギー理工学研究所 特任教授 就任（2019年3月まで）
2019年10月 東北大学 特別招聘プロフェッサー称号 授与（現任）
2022年7月 名城大学カーボンニュートラル研究推進機構 シニアフェロー 就任（現任）

受賞・表彰歴 1984年 大阪科学賞
1985年 科学技術庁長官賞
1986年 米国物理学会 International Prize for New Materials
1988年 日本金属学会功績賞
1990年 朝日賞
1991年 日本応用磁気学会 学会賞
1993年 大河内記念賞
1998年 Acta Metallurgica J. Hollomon Award
2003年 本多記念賞
2006年 加藤記念賞
2012年 日本国際賞
2016年 永守賞特別賞
2018年 NIMS Award2018
2020年 日本金属学会賞
2022年 エリザベス女王工学賞 Queen Elizabeth Prize for Engineering
2022年 IEEE Medal for Environmental and Safety Technologies

▶ はじめに

サムコ科学技術振興財団の研究助成金を受けられました7名の研究者の皆様、おめでとうございます。私は、現在の大学や企業の研究者には、今のやり方ではなく、もっと大きく広がるような研究や従来の壁を突破するような研究をしてほしいと思っています。では一体どのような研究をすればよいのかについて、これからお話をします。

▶ 10年後のニーズにもとづく研究のすすめ

私は会社に所属した際、初めてニーズにもとづく研究をやりました。結果、上手くいくことは多かったのですが「ニーズにもとづく研究は駄目だ」と叱られることもありました。材料科学で著名な増本健先生の論文『材料科学のイノベーションを目指して』においても、「目的が先に決まっている計画的な研究でノーベル賞が取れたことがない」と語られています。また、NHKの『未来の研究者を目指す若者へ』でも、ノーベル生理学・医学賞を受賞された大隈良典先生が「その研究が何の役に立つかと聞いてはいけない」「ニーズにもとづく研究をしようと言ってはいけない」と語っておられます。「何の役に立つのか？」から出発すると研究のスケールが小さくなるため、もっと大きなスケールの研究をしなければノーベル賞の受賞者は出てこないと思うのだらうと私は感じました。

こうした意見もありますが、私は「10年後の」ニーズにもとづく研究をしてほしいと思っています。目標を10年後とすることで、今は実現していないが現実離れもしていないという手ごろな目標が設定できるためです。そうすれば新研究分野のNucleation（ニュークリエーション）が狙えると考えます。私の場合、Sm-Co（サマリウム・コバルト）磁石しか存在しない時代に、誰もやっていなかった希土類+鉄の磁石が10年後のニーズであると考え、非公式の研究テーマに取り上げたことでNd-Fe-B磁石（ネオジム磁石）の芽を見つけました。私はこれを新研究分野のNucleationと呼

んでいます。

今日、私が申し上げたいのは、ネオジム磁石の芽を見つけたことは新研究分野のNucleationであったことと、日本の研究者の皆様には10年後のニーズにもとづく研究で新研究分野のNucleationを起こしていただきたいということです。

▶ ネオジム磁石をどうやって見つけたか？

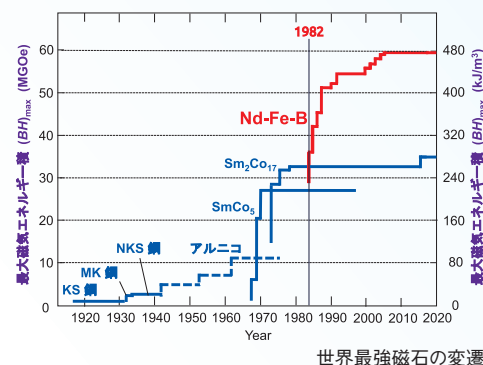
私は、材料科学者を目指して神戸大学工学部で電気工学を学び、大学院から表面物理科学の研究室に所属しました。研究テーマは『固体表面の性質、構造、結晶成長の研究』で、研究も材料科学の勉強も精一杯やり、東北大学大学院で博士（工学博士）の学位を取得しましたが、ジャーナル等への論文投稿には至らず、よくできる研究者にはなれませんでした。大学に残りたい思いがあったものの、富士通研究所材料研究部に就職しました。配属後、会社から与えられた研究テーマは「リレーやスイッチに使う磁性材料の開発」でした。当時、自分に自信がなかった私にとって磁性材料の研究は未知の領域であり、目の前が真っ暗になりました。しかし、磁性材料の書籍で一生懸命に勉強をしました。すると、会社の研究は目的がはっきりして能力を発揮しやすいことが分かってきました。上司からも高く評価されて自信も付いてきました。入社5年目、新たな研究テーマとして『フライングスイッチ用Sm-Co磁石の開発』という永久磁石のテーマが与えられました。フライングスイッチとは、直径が3mm程の細いガラス管の中に小さな磁石を入れ、外部に取り付けたコイルにパルス電流を流し、磁石が動くことで電流をオン・オフさせるスイッチで、当時の最強磁石だったSm-Co磁石が使われていました。磁石の動く距離は0.1mm程ですが、使う回数が増えると磁石が欠けるため、丈夫で壊れないSm-Co磁石の開発を私一人で行うことになりました。正規の研究テーマ『Sm-Co磁石の機械的強度改良』のスタートです。以降、磁石の研究は全て独学でやり、

サンプル作製装置や磁気特性の評価装置を自作したりして、磁石の研究の面白さに没頭しました。

磁石の歴史を振り返ると、1977年以降、Sm-Co磁石が急激に発展していました。皆がSm-Co磁石の製造方法や材料組成を変えて性能を伸ばしていた時代です。磁石を構成する元素は、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）である鉄族元素T（Transitional metal）と、17種類の元素からなる希土類元素R（Rare earth）であり、このTとRを組み合わせると強い磁石になることは1960年頃に分かったようです。1960～1970年頃、Tにコバルト、Rにサマリウムを使うことで大成功していました。当時の私はSm-Co磁石の勉強に勤しみ、壊れないSm-Co磁石の開発も順調に進めていました。一方で、資源が無尽蔵にあり、コバルトより磁気モーメント（磁気的作用を表す量、磁気能率）が高い「鉄」は一切使われておらず、誰も研究をしていませんでした。「理論的には可能はずなのに、鉄を使ったR-Fe磁石が何故できないのか？」という疑問が湧きました。ここから私の非正規の研究テーマ（非公認のアングラ研究）である『R-Fe磁石の開発』がスタートしました。

当時は家で考えたり勉強したり、土曜に会社の実験室でサンプルを自作していましたが、残念ながらアイデアは浮かびませんでした。そんな時、1978年1月、『希土類磁石の基礎から応用まで』というシンポジウムに出席しました。発表はコバルトを使った磁石ばかりで、鉄を使った磁石は誰もやっていません。ところが東北大（当時）の浜野正昭先生がヒントを与えてくれました。ほんの数分間、希土類+鉄の結晶構造の化合物を示され、「鉄と鉄の原子間距離が短すぎるため強磁性体としての安定性が低くなる」と解説されました。その時、私は「結晶構造を広げるなら、カーボン（C）やボロン（B）のような小さい原子を入れれば、結晶格子が膨張して、原子間距離が広がるのでは？」というアイデアが思い浮かび、すぐ実験

に取り掛かりました。当時、会社の研究用に多くの希土類の元素を集めていた私は、様々な組み合わせで実験を繰り返し、比較的早い段階で、ネオジム+鉄+ボロン (Nd-Fe-B) の組み合わせが有望なことを発見しました。1978年の終わりから1979年の初め頃です。この段階で、R-Fe磁石の研究がしたいと上司に進言しましたが、会社の方針で磁石の研究を止めることが決まりました。ネオジム磁石は社会が必要としていると確信していた私は、1982年に大阪の磁石メーカーである住友特殊金属株式会社 (現 株式会社プロテリアル) に転職しました。そして同年7月、住友特殊金属の実験室で世界最強のネオジム磁石が誕生しました。住友特殊金属では「お金はいくら使ってもいいし、人もいくらでも出す」と言ってもらい、当初2人だったメンバーも10数人にまで増えました。その後、様々な特許を発表しながら、1983年11月に米国ピッツバーグで世界最強のネオジム磁石の学会発表を行い、今現在も世界最強を維持しています。



世界最強磁石の変遷

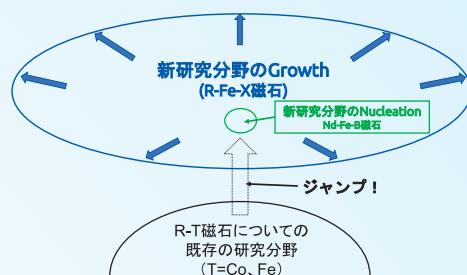
▶ ネオジム磁石の用途

ネオジム磁石は身近な製品に搭載されています。コンピューターのHDDは重さ10キロあったものが、ネオジム磁石を使うことで手に乗るサイズにまで小さくなりました。スマートフォン、エアコン、産業ロボット、電気自動車、風力発電機などにも使われており、多くの製品の小型・軽量化、高機能化に大きく貢献しています。ネオジム磁石の世界の年間生産量は、2000年には約1万トンでしたが、2021年には15万トンを超えています。

▶ ネオジム磁石の発明は、研究のNucleationであった

希土類+鉄磁石の開発について振り返りますと、当時のデータや技術、知識を集めて、どう展開していくかを考える訳ですが、役に立つデータが全くないとすぐ頓挫してしまうため、論理的に考えてもどうにもならないことがあります。例えば、コバルトを鉄に置き換える際、鉄を20%くらい置き換えたあたりから磁力がガクッと落ちてしまう現象がありました。また、ネオジム磁石も同様に、鉄をコバルトに置き換えていっても同じように磁力が落ちてしまいますので、単にコバルトと鉄を入れ替えるという近視眼的に少しずつ変更する方法を取っていたのでは全く先を見通せないということです。どこかで一気にジャンプする必要がある、そのジャンプした先 (従来技術から少し離れた先) に研究の新しいフロンティアがあると私は思っています。そこからグーッと研究が広がっていくのが新研究分野の膨張 (Growth) です。

それから、ボロンは原子間距離を広めるという研究をしましたが、ボロンは鉄と鉄の原子間距離を広



げるには役立ってないことが分かりました。私の尊敬する金森順次郎先生は「ボロンと鉄が化学結合して、ボロン付きの鉄がコバルトそっくりになっている」「鉄がコバルトの合金のような状態になって磁気が強くなる」と説明されました。確かにコバルトを30~40%混ぜた鉄とコバルト磁石は磁気が強かったのですが、私は疑問を抱いておりました。その後、2017年に産総研の三宅隆さんが、仮想結晶の磁気モーメントを第一原理計算した方法で否定されました。ネオジム磁石のボロンの位置にVacancyとしてカーボン、窒素、酸素、フッ素などを入れた仮想的な結晶で磁気がどのように変化するかを計算されたところ、ボロンを入れた場合は磁気モーメントが低下することが分かり、逆効果であることが提言されました。つまり、ボロンの役割は何なのかというのは実は明確には分かっておりません。

私の功績は、正方晶Nd-Fe-B強磁性化合物を発見したこと、この化合物を含む磁石に適した磁石合金を発見したこと、2つです。研究開始時の既存データからこのような研究をする場合、何もデータがないため提案書を書くことは不可能ですし、まるで予言書を書くようなものです。つまり、ネオジム磁石の発見は新研究分野のNucleationであったと言えるのです。

最近は文科省などからDXを用いた『データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト事業』が強く推奨されています。存在しないデータをAIで創出する、あるいはAIでデータを探して発明・発見をしようという方法です。しかし、もっと大事なことは10年後の社会のニーズを早く見つけることだと思います。AIで研究テーマを見つけることはできませんし、私はDX法なしで発想から発明まで4年でできた実績があります。

▶ 会社の研究でも、アカデミアの研究でも、現在の体制では研究のNucleationは出てこない

会社の研究は全て計画的でニーズにもとづく研究であるため、必ず達成することが前提になっています。私も会社時代にやりました。一方、アカデミアの研究は野心的な目標を掲げたテーマが多い。科研費等で選ばれた研究者に重点的に予算配分され、選ばれた研究者は全力で取り組みますが、仮に不達成でも追及されていないように感じますので、これではNucleationになりません。つまり、会社の研究はGrowth的研究に限られ、アカデミアの研究も結局はGrowth的成果しか出てこない。現在の体制で研究のNucleationが出てくることは難しいのです。

▶ 研究のNucleationが出てくる研究体制の提案

そこで、私から研究のNucleationが出てくる研究体制を提案します。改めて私のR-Fe磁石

の研究は“10年後のニーズにもとづく研究”でした。Sm-Co磁石の時代は、当時の最先端であるSm-Co磁石の改良だけで磁気特性が上がって皆が喜び、それだけで充分に価値のある研究でした。そんな中、R-Fe磁石の研究は当時のニーズではなく、正に10年後のニーズだったのです。また、コバルトを鉄に変えるという現実離れていない手ごころなテーマでもありました。そして、Sm-Co磁石の時代にR-Fe磁石は全く存在していなかったため、もし見つければNucleation的な発見・発明になる可能性があります。こういった模範的な研究テーマを探していただきたいのです。

私は、全ての研究者がアングラ研究として新研究分野のNucleationを目指す研究体制を実現してほしいと思っております。まず、各々がニーズを100%実現するアイデアを自分で考えます。研究テーマが見つければ、そのニーズを100%実現するアイデアを出していきます。そして、思考実験から実験室での実験で試料を作って評価します。評価して駄目なら何回もやり直します。これを何度も繰り返して上手いかなければ、もう一度10年後のニーズを考えるとところに戻ります。何回も何回も繰り返すことで、有望な兆候を発見し、その兆候をしっかり捉え、新研究分野のNucleationを達成するような研究をしてもらいたいのです。

新研究分野のNucleationを目指すためのポイントは6つです。1つ目は、各々がニーズを100%実現するアイデアを自分で考えること。2つ目は、目標 (ターゲット) は10年後のニーズであり、現状とかけ離れたものではないこと。もちろん量産化は考慮する必要があります。3つ目は、目標 (ターゲット) は今の時点では存在しないが、成功すればNucleation的成果になる可能性があること。4つ目は、研究のやり方を自分で考えること。何回もやり直しが可能で、成功すれば純粋に自分の成果になるため、やりがいがあります。5つ目は、実験・サンプル作製によりアイデアを発展させていくこと。6つ目は、全ての (若手) 研究者は、グループ全体の研究活動に参加しつつ、一定比率の時間を自分独自の研究テーマをもってNucleationの成功を目指すことです。研究所によっては「我々は若手研究者には自由研究をさせている」と言われることもありますが、私は少し違うと思います。私の提案は、完全な自由ではなく10年後のニーズにもとづくという条件を持ったテーマを自ら探せます。このような公認のアングラ研究ができる研究体制を作るべきだと考えています。また、文科省では挑戦的萌芽研究等で予算を出しているという意見もありますが、これも私は違うと思っています。これは有望な兆候を発見した後で予算を配分しているのであり、私の提案はその前段階で研究支援をしたり予算を配分したりしようということです。

最後に、日本の全若手研究者がNucleationを狙う研究体制の条件を挙げます。『公認のアングラ研究』、『一定の少額予算』、『1年ごとに簡単な報告書提出』、『芽が出そうな有望な兆候を発見したら正式報告』、『期限5年』。これらの条件を満たし、皆が挑戦できるような研究体制ができれば、日本の若手研究者が世界をリードするようになる!と私は考えております。いかがでしょうか。以上が私の提案です。ご清聴ありがとうございました。

京の台所を訪ねて 14

—《海外編1》—

今号からは少し和食を離れて、京都で本物の外国料理を提供している料理店を紹介します。京都府で唯一のトルコ料理専門店「イスタンブール サライ」を営むカヤ・シャハップさんに尋ねました。



「イスタンブール サライ」は、京都市営地下鉄東西線「京都市役所駅前」から徒歩で約2分のロケーションにあります。店内には、2002年12月のオープンに際してトルコから持ち運んだテーブルやタイル、岩石遺跡群“カッパドキア”を描いた焼物などが異国の雰囲気漂わせています。厨房で腕を振るうのは、トルコ人シェフです。

イスタンブールはトルコの旧首都で、サライはトルコ語で“宮殿”などを意味しますが、店名の由来について「イスタンブールをホームとするプロサッカー клуб『ガラタサライ』の大ファンだったので」とカヤさん。グローバル化した現在とは異なり、当初は食材の仕入れに苦労したそうですが、「すごく美味しい」と好評を博し、21年間来店してくれるお客様も大勢います。

「オープンから7年ほどはお客様のほとんどが日本人でした。今はヨーロッパなどからの外国人観光客も来られますし、京都在住

の大勢の外国人が来店されていると思います」

トルコ料理は世界三大料理の一つであり、結婚式などで振る舞われるケシケキとトルココーヒーは、ユネスコの無形文化遺産に登録されています。米料理などもあり、日本人には親しみやすいと言われていますが、どのような料理かあまり知られていません。カヤさんによれば、トル

コ料理は3つの源流をもちます。1つ目は、内陸アジアの遊牧民の食文化です。代表的なものはヨーグルト。2つ目は、南下西進する中、中央アジアで出合ったイスラム世界の食文化です。3つ目は、進出したアナトリアに台頭したオスマントルコ帝国などの食文化で、特に宮廷で洗練されていきました。

「オスマン帝国の規模は実に大きく、各地の美味しい料理が王様に献上されました。やがてそれが民衆にも伝わります。そのような食文化が融合し、トルコ料理ができました」。同店は宮廷料理の流れを受け継ぎますが、トルコの一般的なレストランなどで提供される代表的な料理をメニューにし、価格帯は中間ぐらいに設定したそうです。もちろん、メニューはすべてハラル対応になっています。

「トルコ料理は非常に辛いイメージがあるようですが、香辛料はほとんど使いません。使うのは、むしろハーブです。塩、コショウで味をつけて素材の特性を生かし、シンプルな

調理法で仕上げた料理が多いですね。スープや前菜に始まるコース料理は非常に奥深いものになっています。また多くの野菜を使うことも特徴です」

店の営業時間(土・日曜日と祝日のみ)にはランチメニューが用意されています。

多彩な単品料理も提供しており、9割以上のお客様がオーダーするのはカルシュク メゼ(前菜5種盛り合わせ) ¥1,950(税込)。トルコの白チーズやチキンとくるみのペースト、ひよこ豆のペーストなどの前菜を、同店で毎日焼いているパンに付けて味わえるこの料理は絶品です。ちなみにヨーグルトも自家製です。そのほかの単品料理としては、ぶどうの葉のピラフ包みや、なすびの野菜詰めなどがあります。

コース料理で一番人気があるのは、ケバブコース ¥3,750(税込)。本日のスープをはじめ、前菜4種盛り合わせ、パン、ケバブ(野菜とピラフ添え)、デザート、チャイあるいはトルココーヒーが提供されます。よく知られるシシケバブについて「シシは“串”、ケバブは“焼肉”という意味です。当店は炭で焼いており、このコースでは串から外してお出ししています」

デザートには、伸びるアイスクリームやライスペディングなどがあります。またトルコは良質なぶどうに恵まれ、美味しいワインが醸造されています。珍しいワインやビール、トルコの蒸留酒など、好みのドリンクと料理をあわせて楽しめます。

「これまで日本とトルコの交流にも努めながら、多くの方に親しんでいただけるトルコ料理を届けてきました。もう少しレベルを上げ

た料理も味わっていただき、トルコ料理をもっと広められればと思っています」。本物の美味しさとの新たな出会いに期待が膨らみます。



カルシュク メゼ(前菜5種盛り合わせ)

トルコ料理専門店「イスタンブール サライ」

京都市中京区河原町通三条上ル恵比須町534-28

松木ビル3F(河原町通から姉小路東へ)

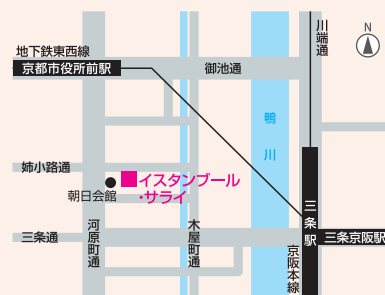
TEL 075-213-2995

URL <http://istanbul-saray.com>

営業時間 ランチ 12:00~15:00(土曜・日曜・祝日)
ディナー 17:30~22:00(毎日)

定休日 不定休 / 収容人数 最大30名

※平日のランチタイムも含め、少人数の宴会から貸し切りパーティーまで、随時ご予約を承っております。

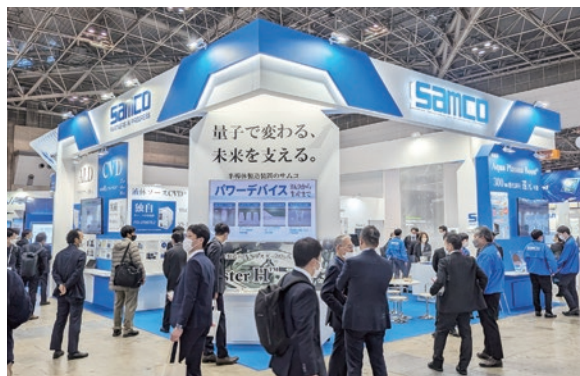


SEMICON Japan 2023お知らせ

会 期 2023年12月13日(水)～15日(金)

会 場 東京ビッグサイト

ブース No. 4409 (東4ホール)

SEMICON®
JAPAN

SEMICON Japan 2022 サムコブースの様子

来る12月13日から15日までの3日間、DX 時代を支えるエレクトロニクスの製造サプライチェーンを支える展示会「SEMICON Japan 2023」が東京ビッグサイトで開催されます。本展示会には800社以上が出展し、60,000人の来場者が集まります。

当社は、SiCパワーデバイスの生産に対応したクラスターツールシステム「クラスターH™」や最先端分野の研究開発用の極低温ICPエッチング装置、VHF帯を含めた複数の周波数を印加することが可能な多機能CVD装置を紹介します。

当社ブースは東4ホール入口正面に位置しています。SEMICON Japanに来られた際は、ぜひ当社ブースにお越しください。皆様のご来場をお待ちしております。

サムコ科学技術振興財団

2023年度 第7回研究助成金贈呈式および記念講演 報告

9月13日、京都リサーチパークにおいてサムコ科学技術振興財団(理事長 辻 理)の2023年度 第7回研究助成金贈呈式が開催され、薄膜、表面および界面の分野の若手研究者7名にそれぞれ200万円、総額1,400万円が贈呈されました。式典後には、大同特殊鋼株式会社 顧問で、NDFEB株式会社 代表取締役の 佐川 真人 様による記念講演*が行われました。

研究助成対象者7名と研究課題は以下の通りです。



名古屋大学	黒澤昌志	准教授	冷熱発電展開を目指したシリコン系薄膜の表面・界面制御技術
京都大学	新宅博文	教授	ナノポーラス絶縁性薄膜を用いたELASTomicsの応用展開
東北大学	菅原克明	准教授	結晶の対称性を制御した新規原子層膜の創生と新規物性開拓
京都大学	杉安和憲	教授	分子集合体の界面設計による超分子プラスチックの開発
上智大学	富樫理恵	准教授	ナノコラム結晶を用いた三原色集積型発光デバイスの基盤技術開拓
東京大学	前田拓也	助教	ScAlN/GaNヘテロ接合の物性解明および電子デバイス応用
宇宙航空研究開発機構	森下貴都	研究開発員	マイクロ波放電式イオンエンジンプラズマによる宇宙機表面材料への影響評価

※佐川真人様の記念講演につきましては、本誌の2-3頁をご覧ください。



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



3室CVD装置「PD-2203LC」の紹介

サムコ㈱ プロセス開発2部

はじめに

当社は1979年の創業以来、独自性と実用性を兼ね備えたプラズマCVD装置とプロセス技術を提供してきた。近年は、2周波を用いた膜応力制御やVHF帯の周波数の採用など新たな装置開発を進めている。生産向けにドライクリーニングによる成膜安定性の向上およびタクトタイムの短縮も進めており多くのお客様にご評価いただいている。今回は生産と研究の両方に利用可能な3チャンバーCVD装置『PD-2203LC』について紹介する。

装置仕様

PD-2203LCは実績豊富なCVD装置『PD-220NL』の反応室(Reaction Chamber: RC)を3つ備えた装置である。写真1に装置の外観を示す。真空カセット室と大気カセット室が選択可能であり、ウェハー直接搬送の場合は真空カセットを、トレイ搬送の場合はプロセス後大気中で放熱が促進されるため大気カセットを推奨している。研究用途としては、それぞれの反応室で異なる膜種の成膜を実施することで、コンタミなどの影響を抑制できる。生産用途においては、同じ膜種を3つの反応室で同時

処理することで、1カセットあたりのタクトタイムを短く処理することが可能である。

原料には SiH_4 だけでなく、液体原料のTEOSや SN-2^{TM} を用いて SiO_2 や SiN を成膜することができる。13.56 MHzと400 kHzを重畳する2周波プロセスは、400kHzによるイオン性の成膜を活かすことで優れた応力制御性を有する。また13.56 MHzではなく、より高い周波帯(VHF帯)である27、40、60 MHzのいずれかを用いることで高密度なプラズマを生成し、成膜レート的高速化およびラジカル反応性を活かしたプロセスが可能である。

成膜データ

図1にPD-2203LCによる成膜結果を示す。8インチウェハーを用い、RC1では13.56MHzのみで $\text{SiH}_4\text{-SiN}$ を、RC2では2周波で $\text{SiH}_4\text{-SiO}_2$ を、RC3も2周波でTEOS- SiO_2 をそれぞれ10バッチ連続成膜した。RC2とRC3の各 SiO_2 膜の均一性は、2周波で成膜した影響で均一性が若干大きい値を示しているものの、いずれのプロセスでも10バッチ連続で均一性と成膜レートは非常に安定していることがわかる。

おわりに

3チャンバーCVD装置『PD-2203LC』を紹介した。本装置は成膜に SiH_4 ガスや液体原料を用いることができ、周波数の選択が可能で多目的に利用できる。生産用途では、反応室内への汚れの付着を低減し、ドライクリーニングで洗浄しやすいよう反応室内部部材を工夫している。その結果、年間を通じて反応室の大気開放の回数を減らし、良好なメンテナンス性が得られている。

当社の経営理念である「薄膜技術で世界の産業科学に貢献する」に基づき、今後も科学技術、産業技術の発展に貢献できるよう、装置およびプロセスの開発を継続していく。



写真1: 装置外観

図1. PD-2203LCによる10バッチ連続成膜結果

