

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No.54

2011年(平成23年)6月発行
南、市來、池田、松浦

目次

巻頭言

プラズマエレクトロニクス分科会への感謝と期待 名古屋大学 河野 明廣 1

寄稿

Starting Over・再出発 東北大学 木下 啓蔵 2

トピックス

春の講演会中止にあたって 名古屋大学 堀 勝 7

第9回プラズマエレクトロニクス賞

第9回プラズマエレクトロニクス賞の報告 名古屋大学 堀 勝 10

プラズマエレクトロニクス賞を受賞して 三菱電機 仲村 恵右 11

九州大学 内田 儀一郎 12

研究室紹介(その49)

京都工芸繊維大学 三瓶 明希夫 14

研究紹介(その1)

東京大学 宮副 裕之 17

研究紹介(その2)

京都大学 山田 慶太郎 18

海外の研究事情(その30)

カリフォルニア大学 西島 大輔 20

サンディエゴ校

海外の研究事情(その31)

NFIR(韓国) Taihyeop Lho 24

学生のためのページ すぐに役立つプラズマエレクトロニクス

プラズマ CVD 大阪市立大学 白藤 立 30

国際会議報告

4th International Conference on Plasma Nanotechnology and Science 名古屋大学 石川 健治 44
(IC-PLANTS 2011)

3rd International Symposium on Advanced Plasma Science and its 中部大学 中村 圭二 45
Application for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2010)

国内会議報告

第7回プラズマ新領域研究会 東京大学 神原 淳 47

第25回光源物性とその応用研究会 北海道職業能力 吉野 正樹 48
開発大学校

愛媛大学 神野 雅文

第3回先端プラズマ技術セミナー／ 第29回プラズマが拓くものづくり研究会	名古屋大学	石川 健治	49
---	-------	-------	----

行事案内

2011年秋季 第72回応用物理学会学術講演会			
シンポジウム グリーン・ライフイノベーションに向けたプラ ズマプロセス応用技術とその展望	東北大学	金子 俊郎	50
第7回分科内招待講演 「世界を先導する日本のマイクロ波プラズマ生成・診断技術」	東北大学	金子 俊郎	51
第5回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール	東京大学	寺島 和夫	52
第22回プラズマエレクトロニクス講習会	静岡大学	清水 一男	54
64th Gaseous Electronics Conference (GEC) / 52nd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics	長崎大学	藤山 寛	55
33rd International Symposium on Dry Process (DPS 2011)	東芝	栗原 一彰	56
2012 MRS Symposium: Session WWW	九州大学	白谷 正治	58
Plasma conference 2011	東芝	栗原 一彰	60
第15回薄膜国際会議 (ICTF-15)	名古屋大学	高井 治	62

掲示板

平成23年度プラズマエレクトロニクス分科会幹事名簿			63
平成23年度分科会幹事役割分担			65
平成23年度分科会関連の各種世話人・委員			66
平成22年度後期および平成23年度前期活動報告			67
第10回プラズマエレクトロニクス賞受賞候補論文の募集			72
プラズマエレクトロニクス関連会議日程			74
東日本大震災で被災された方への会費免除のお知らせ			77
編集後記			78

プラズマエレクトロニクス分科会への感謝と期待

名古屋大学 河野明廣

研究生活に一つの区切りを付けなければならぬ歳になってみると、自分がプラズマエレクトロニクス分科会に負うところがいかに大きかったかを改めて認識させられます。

プラズマエレクトロニクス分科会の前身のプラズマエレクトロニクス研究会が1985年に設立されてから四半世紀を超えました。主要活動であるプラズマプロセッシング研究会の予稿集は、当初は和文の手書き原稿が大部分でしたが、早くも1988年には国際的な発信をめざして英文化され、1990年に研究会が分科会へ昇格すると、程なくして自前の国際会議(ICRP)の開催、若手育成のためのサマースクール開催、講習会の開催など、主要な分科会活動の流れが作りあげられました。その後の分科会の発展は著しいものがありますが、これは、20世紀後半の最大の技術的達成ともいえる半導体の高集積化にプラズマが不可欠のツールであり、そのための学術基盤を確立すべく分科会を立ち上げ、国際化し、コミュニティ作りを推進した諸先輩の先見の明を表しています。このような分科会の草創期の活動に参加することから大きな刺激と薫陶を受けることができたことは私にとって幸運なことでした。

さて、一つの学問分野も四半世紀もたてば成熟してきます。当初の流れ出の中では、なすべき課題が多く残されているとはいえ、およその筋道が予感され、ワクワク感が減ってくるでしょう。このような中で分科会活動が会員にとって刺激的でありつづけるためには、初心を忘れず、他分野との交流・融合を積極的に進め、常に目標を高く掲げる不断の努力が必要とされます。最近の分科会の

運営や発表テーマの多様化はこの方向への大きな努力を感じます。ICRPは1988年に初めて米国GECとジョイント国際会議をマウイ島で開き、この分野の国際連携を一段と進展させました。それから10年余を経た昨年、再びGECとのジョイント会議をパリで開催し、前回は大きく上回る参加者のもとで活発な交流を行ったことは、特に若い会員の皆さんに大きな刺激与えたことと思います。このモメンタムのもと、分科会活動の一層の進展を期待します。

低温プラズマの産業応用は大きな広がりを持ちますが、プラズマ自体が最終プロダクトではない応用が多いでしょう。分科会参加者の研究の重心がプラズマ自体からその生産物に移ってゆくのはこの分野の性格上当然と言えます。しかし、媒体としてのプラズマは極めて複雑で、ツールとして自在に使いこなせるほど理解されたとは到底言えず、まだ引き出されていない可能性も多いと思われます。プラズマの応用が広がるにしたがって、土台となるプラズマの学術基盤も広げ強化してゆくことの重要性は変わらないでしょう。一方、最終生産物に注目する世の中に対して、プラズマが単純なツールではなく、モノを生み出すのに必須の媒体であることを情報発信してゆく必要があります。これらの点についても最近の分科会の活動は十分意識的に行われていると感じます。

これまでの分科会活動の蓄積は、若い会員の皆さんの可能性を大きく広げると思います。これが積極的に生かされ、多くの新しい挑戦が生まれてゆくことを期待します。

Starting Over・再出発

東北大学 木下啓蔵

この度の東日本大震災による多くの犠牲者に対し心より哀悼の意を表するとともに、被災された方々にお見舞い申し上げます。2011年は大震災の年として記憶されることは疑いようがない。このような時なので、日本の再起に呼応してプラズマエレクトロニクス研究がさらに発展することを願って思いを認めたい。

仕事柄、仙台とつくばを往復する機会が多く、東北新幹線で移動している。車内にはトランヴェールという車内誌が置いてあり、その6月号に著名な作家の方々が自らの東日本についての思いを綴った短文を寄せられていた[1]。どれも心に染みる文章で、挿入されている写真もとても美しく、東日本とそこに住む人、日本と日本人を思う気持ちが詰まった号だった。今回の震災では、東日本で被害を直接受けた方々は言うまでもなく、それ以外の地域でも物資の流動の変化や価格の変化に直面し、人々は大いに混乱した。部品供給が停止した工場では製造ラインが停止し、労働者は一時帰休を余儀なくされた。応用物理学会講演会を始め、いくつかの学会・会合は開催の中止を余儀なくされた。さらに引き続いて発生した原発の問題は、日本の局地的な汚染問題にとどまらず各国のエネルギー政策や環境問題に飛び火して、世界を混乱させている。

ここ数ヶ月の状況だけを見ると状況はあまり芳しくなく、見通しもはっきりしない。政治も迷走しているように見える。しかし時間軸を10年、50年の単位で見ると、このような混乱が時々発生していることがわかる。16年前には阪神淡路大震災とオウム真理教のテロ事件が起こったし、バブルとその崩壊は生命の危機では無かったにせよ、既存の価値観の破壊を伴う社会現象であったと思う。それより前には歴史の教科

書を紐解くまでもなく、オイルショックや公害問題の時代、そして太平洋戦争である。小生は「もはや戦後ではない」よりさらに後の生まれで当時のことはわからない。ただ一つ明るい光があるとすると、その灰燼や危機の中から我々の先輩たちは立ち上がる意志を持って立ち上がって来たということである。

話を地震に戻すと、日本は危機からの再建のノウハウを確実に積み上げている事がわかる。1995年の阪神淡路大震災の時、小生はたまたま帰阪して被災した。その時と比較して社会インフラの復旧の早さの改善は著しい。新幹線の全線開通は大阪-神戸間の比較的短い距離ではあったにもかかわらず81日間要している。ガスは3ヶ月程度。情報通信では、当時ようやく普及し始めたWWW情報サイトとして、東大地震研究所や東京都立大(当時)が情報発信していた。しかし被災地のローカルな情報の交換はPCと電話回線のモデムを頼りに、主にNet Newsでやりとりされていたと記憶している。携帯電話もデジタル化が始まって間もない時代で、あまり普及していなかった。

今度の震災は小生の東北大学への出向の1ヶ月少し後で、仙台で再度被災することになった。とても長い時間揺れが続いた。鉄筋鉄骨の建物がキュウキュウとしなる音をたて、コンクリートの臭いの埃が白く立ちこめ、釣り天井の裏の暗闇が揺れに合わせて見え隠れした。たまたま大学にお越し頂いていた諸先生方には、停電で真っ暗な寒い夜を、石油ストーブと毛布一枚で過ごすという避難生活に秩序正しくご協力頂き、大いに感謝している次第である(図1)。

さて社会インフラでは、高速道路が驚くほど早く暫定開通し、路面の段差や路肩の盛り土はあるものの、



図1 大学での震災時の避難の様子

バス便による移動や物資の輸送が可能となった。新幹線も東北地方全線開通に50日。仙台市内の都市ガスは2ヶ月程度で復旧した。市内では国内各地のガス会社から派遣された技術者チームが、復旧作業する姿が見られた。

情報通信は16年前と全く異なる。寸断された電話網の代わりに携帯メールが安否確認や連絡に力を発揮した。ワンセグはどこでもTVによる情報入手を可能とし、緊急地震避難速報は余震に対して身構える準備を可能とした。その結果、これらを一手に引き受ける携帯電話の電池充電作業は食料調達に続く人々の重要事項になり、電力復旧の早かった仙台市内のアーケード街では一つのコンセントをたこ足して、10人くらいの人が輪になって座る光景が見られた。



図2 仙台市内での携帯充電の輪

そしてこのような社会インフラ復旧と並んで産業界の再興のための動きも素早かった。代表的な半導体工場の一つで震災被害の大きかったR社の工場での復興

作業では、震災直後から製造装置ベンダー各社のエンジニアが集合されたのはもちろんのこと、工場で生産される半導体製品を購入する側の業界からも驚くべき規模のエンジニアが派遣され再建を支援された。この非常時の高い機動力は「全体としての集中力」というものだと思う。ベクトルが整合することで大きな事業が迅速に進められていく。振り返ると、震災前は国も組織もその規模は色々あるにせよ、長く続いて硬直化し、機動力が失われていなかっただろうか。今回、我々は集中力を発揮して立ち上がる力があることを確認できたと思う。再出発の時、Starting Overである。

ここでプラズマ技術を取り巻く状況を考えてみよう。そこから今後プラズマ技術の研究者が、どのような方向へ変貌していかねばならないかということを考えてみよう。昨今、どのプラズマ関連学会の運営の場でも、以下の議論が交わされている。

1. プラズマ技術を牽引してきた半導体デバイス製造各社の学会でのアクティビティーが低下しており、学界全体の活力に影響している。
2. 新しくプラズマを活用し始めた技術分野、例えばバイオ・ライフ系や、MEMS・3Dといった後工程系では、視点をプラズマ側に置いた研究がまだ見えにくく、その分野の投稿件数が伸び悩んでいる。

1について理由は三つほど思いつく。まず、(a)半導体デバイス製造業の統廃合が進行し、先端技術開発を遂行できる会社が減少した。しかも仕事の規模が巨額なため、デバイス・装置・材料の各メーカーががっちり組んで開発が進んでおり、研究フェーズにその内容が伝わってくるものが減っている。研究フェーズで乗り込むには、要求精度を理解してそれを解決できる提案を持ち込む必要がある。ここはかなりバリアが高いだろうということは想像が付く。

また、(b)共通的な技術テーマがあるならば、学会においては皆が興味を持つ論点になりうるし、装置メーカーも積極的に投資しやすい。コンソーシアムの設立

動機にもなりうる。しかし各社の事業が少しずつ異なる方向を向いているために、共通的な技術開発項目をうまく見つけ出して研究テーマを設定するのが困難になってきた。15年前に研究コンソーシアムであるASETのプラズマ技術研究室が発足した時は、酸化膜のエッチングへの高密度プラズマ源の適用が難関と、各社合意してスタートできた。お聞きした話では、本分科会に関係した会合にて、NEDOの研究開発プログラムにプラズマ技術で何か提案しようという話が持ち上がり、ちょうどまとめの状況にあった故板谷良平先生の文部省重点領域研究「反応性プラズマの制御」の研究成果を産業界向けに展開することを提案したとのことである。今、このような項目設定をプラズマ技術単独で行うのは少し難しいかもしれない。ただ、その芽はある。

つまり先端技術開発をしないという判断でも、何らかの形で製品付加価値を付け差別化することが求められることから、製品群としては共通項的なものが登場してきている。その中での一つの新しい動きが、つくばの産総研で展開されているつくばイノベーション・アリーナ(TIA)である[2]。現在小生が所属しているプロジェクトは、日本学術振興会(JSPS)の最先端研究開発支援プログラムの一つである「省エネルギー・スピントロニクス論理集積回路の研究開発」である[3]。プログラムの中心研究者は東北大学の^{大野英男}先生で、東北大学とNECが共同実施者になっている。プロジェクト(以下、^{大野 Pj})の目標は、「スピントロニクス材料・素子・回路の研究・開発を並行して推進し、スピントロニクス論理集積回路の基盤技術体系と、集積回路試作環境を構築・整備し、その革新性を実証する」というものである。拠点として東北大学のナノ・スピントロニクス実験施設と、TIAのコアインフラである産総研つくば西事業所SCR棟が設定されており、実証デバイスの試作をSCR棟300mmラインの45nm BEOLプロセスを活用して進める。この45nmプロセスは半導体先端テクノロジーズ(Selete)が構築したもので、産総研にそ

のまま移管された。プラズマプロセスでの課題は、磁気トンネル接合素子(MTJ)の成膜やエッチング技術を、標準BEOL技術にアド・オンすることである。

TIAでは、^{大野 Pj}のようなナノエレクトロニクス研究を進めるプロジェクトが並列で活動を始めており、超低電圧デバイス技術研究組合(LEAP)はその一つである。LEAPは、「LSIの配線層(BEOL)に集積可能な抵抗変化型の超低電圧(0.4V以下)不揮発動作デバイスおよび集積化基盤技術を開発し、エレクトロニクス機器の超低電力化を通して低炭素社会に貢献する」研究コンソーシアムで、今年度よりNEDOプロジェクトとしてスタートしている[4]。その中のアド・オン型の研究テーマとしては、MTJをメモリー素子として活用しようとしている磁性変化デバイスグループ、原子移動型スイッチと呼ばれるReRAMに似た材料で微細な再構成可能回路形成を狙うグループ、超格子構造を取り入れた相変化メモリー(PRAM)を研究するグループがある。さらに、エルピーダを中心としたReRAMを研究するグループも参画してきた。これらアド・オン型デバイスで必要とされているプロセス技術は、製品群が近いために共通性が極めて高い。このような領域を核として、プラズマエレクトロニクス研究の活性化ができないだろうかと思う。

さて最後の一つは、(c)一部の会社を除いて継続的にプラズマ技術を研究テーマにする研究者を養成できていないということである。新人はプラズマ技術のようなプロセス寄りではなく、半導体デバイス製品のシステム寄りに配属される。いわゆる、ソリューション指向である。この流れは半導体製品の商売の仕方が変わってきたため、ある意味仕方ない。となればここで一つ、プラズマ技術研究者側が変わって行くのはどうだろうか。

多くの半導体製品はシステムの中に組み込まれて初めてその機能を発揮できる。そのためLSIを用いた製品を製造する会社では、革新的なプラズマプロセス技術を開発したことの实証が、そのレベルで行われなけ

ればならなくなっている。言い換えると、単体のトランジスタや単体素子での実証だけでは、半導体デバイスを製造している会社向けの研究成果として満足されにくいということである。メモリーやCPUにおいて、100万個に1個のエラーをどうするかということがデバイスメーカーと装置メーカーの間で議論されている。そのレベルでプラズマプロセスの精度を議論していく状況になってきているのだ。

企業で開発をされた方ならどのようなアプローチになるかご想像頂けよう。すなわち、集積度の高い環境でデバイスの電気特性を自動計測した結果から、プラズマプロセスを評価することが必要になってくる。1Mbのメモリーアレイを処理すれば、そこからは100万個の素子の、ある種のばらつきを持った電気特性分布が得られる。もちろんプラズマプロセス以外の要因との切り分け作業は必要なので、プラズマ側で設定する実験水準は良く工夫して準備しておく必要がある。そして関係するチームのメンバーにBest条件を一発決めて全てのサンプルを処理して提供するだけでなく、プラズマの実験のためにある程度の枚数の電特ウェハーを要求することが必要だ。

このような集積度の高い環境での実験では、適切な評価設備と素子を構成する回路が必要になる。これら回路の知見やそれを評価する機器は元来プラズマ研究の範疇外なので、アプローチとしてはそのような知見や機器を持つグループと協業することが必要である。相手はデバイスメーカーでも、大学の回路・設計系の研究室でも構わない。従来、材料寄りの研究者とプロセスの研究者が協業することは多かった。今後は、ユーザーである人々とのソリューション指向の協業が必要となってくる。その際、TIAのような国営研究インフラの活用は良いアイデアである。

次に「2. 新しくプラズマを活用し始めた技術分野、例えばバイオ・ライフ系やMEMS・3Dでは、プラズマ側に視点を置いた研究がまだ見えにくい」という点についてである。これは今のところは、既存の技術を

できるだけ転用してバイオデバイス製造や深掘りにそのまま使いたいという状況と考えられ、まさにソリューション指向である。従ってこちらもソリューション領域での性能指標で、プラズマプロセスを解析することが必要になろう。実際に飛び込んでやってみる必要があるということである。

しかしながら、往々にして新しい研究領域ではまず使っている科学用語が違って、最初はちんぷんかんぷんである。先日、シリコンテクノロジー分科会ナノ・マイクロファブ리케이션研究委員会（委員長一木隆範先生・東大）主催の「バイオ、医療診断デバイスの最前線」という研究集会に参加した[5]。研究委員会名からするとちょっと近い領域に感じられるものの、活発な議論で使われている用語や単位が全く違って大変だと感じた。おそらく、前記のアド・オン型デバイス向けのプラズマプロセス研究ではそれほど違和感なく参画できると考えられるものの、全く新しい分野に飛び込むには相当覚悟を決めて勉強する必要がある。知り合いになるべき人脈も違っており、SNS等活用しておつきあいを広げることも大事そうである。

ただ、これは小生の勝手な感覚であるが、かつてプラズマ研究と言えば核融合プラズマが大きな流れであった。そこからプロセスプラズマの研究に多くの先輩方が舵切りされた時、共通項はプラズマの理論的な面といくつかの計測技術ではなかったか。半導体集積技術の勃興という大きな流れと、それに適したプロセスプラズマの生成・制御・計測技術の発展は、現在の新しい科学技術分野のプラズマ適用と似ているのではないかと感じる。機が熟すのを待ってられない研究者が増えることを期待したい。

[1] <http://www.jreast.co.jp/tabidoki/trainvert/index.html>

[2] <http://tia-nano.jp/index.html>

[3] <http://www.csis.tohoku.ac.jp/japanese/index.html>

[4] <http://www.leap.or.jp/index.html>

[5] <http://annex.jsap.or.jp/silicon/shousai/dai130.htm>

トピックス

春の講演会中止にあたって ～講演会運営委員長として～

名古屋大学 堀 勝

3月11日に発生した東北関東大震災において、多くの尊い命が奪われ、甚大な被害が生じたことに、心より哀悼の意を表し、被災されました方々にお見舞い申し上げます。また、一刻も早い復興がなされますようお祈り申し上げます。応用物理学会は、3月24日から27日までに開催の2011年（平成23年）春季第58回応用物理学関係連合講演会（於；神奈川工科大学）を中止に致しました。ここでは、講演会運営委員長として、中止に至った経緯について述べさせていただきます。

1. 震災にあつて

3月11日（金）午後、東京九段下の応用物理学会事務室にて、常務理事会が開催され、私は、講演会企画運営担当の常務理事として、来る3月開催の春季講演会の企画内容を報告し、承認を受けた。その直後に震災にあった。震度5強を体験することは初めてであったが、揺れの中でとっさに家内にメールをしたことだけは覚えている（内容は覚えていない）。幸いにも、学会事務の建屋は大事に至らなかったが、その場で常務理事会は中止となり、会長以下常務理事とともに、その部屋で深夜までテレビを見守ることとなった。会長はじめ数名の理事は、その事務室に宿泊することになった。この時点で、講演会が中止になるとは夢にも思わなかった。

一晩明けた朝、新幹線で名古屋に戻り、研究室等の安全点検や今後の安全対策の指示を出した後、その翌日に久しぶりの日曜日を迎えた。東北地方の分科会会員の安否や海外からのお見舞いのメールへの対応がようやく片付き、最近ハマっている赤ワインを片手にテレビを見ていたところ、「計画停電」なるニュースが飛び込んだ。直観的に嫌な予感が走り、講演会会場である厚木地区の計画停電について調査し、会場が計画停電の範疇に入っていることを確認した。

同日23時20分に、会長および副会長、事務局長と担当事務宛てに、講演会開催時の計画停電での詳細の調査依頼とその対応についてメ

ールを送った。

2. 講演会開催に向けてのアクション

荒井俊彦現地実行委員長（神奈川工科大学）はじめ応用物理学会事務担当者らと開催に向けたアクションを検討し、計画停電時での講演会開催への対応と対策を総合的に吟味した結果、会長には、「開催すべきである」旨の決断を進言した。また、3月開催を予定していた他の大きな学会から応用物理学会の開催についての問い合わせが入りこみ、規模の大きな応用物理学会の開催または中止の判断が及ぼす影響が高まり、会長には、責任の大きな決断が求められることになった（他の学会は応用物理学会の判断を基に足並みを揃えようとしていた）。

私が、「開催」の決断をした理由は、下記である。

1. 講演会は、多くの方々の努力の成果が公開される貴重な時空間であり、8千人の参加者が参集する講演会が、科学、産業および教育に果たしている貢献は計り知れない程大きい。
2. 血のにじむような努力の結晶として、成果を発表したいという会員が一人でもいたら、開催すべきである。
3. 今こそ、震災に立ち向かう大和魂を見せ、科学と教育の不撓不屈の精神を貫くべきである。このような時こそ、意義のある教育の場として、科学技術に対峙することが

できる。

4. 計画停電が生じてもポスターセッションに置き換えるとかのテクニカルな対応で講演会プログラムを全うできる目途があった。

会長も意気に感じて、開催を決意し、全職員に開催に向けて対応するように指示を出すに至った。

3. 講演会中止の判断とその対応

しかしながら、会長の開催への判断の直後に、原子力発電所の問題がクローズアップされ、先が見えない事態へ状況が急変した。余震が終息せず、海外からの留学生は次々に帰国し、節電意識も急速に高まった。現地実行委員会が急遽開催され、開催地において開催困難との決断が下された。会長以下全執行部は、現地での判断を最重要で尊重し、中止の決断に合意した。他の学会も応用物理学会中止に足並みを揃えとともに、中止に伴う対応策についての問い合わせが殺到した。すぐに、執行部による会議を開催し、想定されるあらゆる状況を鑑みて、下記の対応をまとめ、文案が作成された。下記に、アナウンスされた文の抜粋を示す。

・本講演会での発表について

口頭発表およびポスター発表において質疑はできませんでしたが、すでに講演予稿集(DVD)を発行(発行日;3月9日)しておりますことから、本講演会での発表は成立したものといたします。ただし登壇予定の方で「講演会参加費」を支払った方の発表のみ成立したものといたします。

「講演会参加費」を事前予約でお支払いいただ
いていない方は、発表が不成立となりますので、
至急下記の要領でお支払いください。入金確認後、DVDと領収書をお送りします。今回の大震災で被災された方は免除となりますので、technical-meetings@jsap.or.jp までご連絡ください。

・講演会参加費について

参加費(事前予約)については、大会での発表成立及び発表資料(DVD)の既配布をもって代え、返金しないことといたします。

※非会員に限りDVDの実費差額を返金いたしますので、返金をご希望される方はtechnical-meetings@jsap.or.jp までご連絡ください。

上記の結論について、多くの方々の深い理解が得られ、大きな問題や混乱になることなく、講演会は、発足以来、初めて開催中止(講演そのものは成立)となった。

4. 新しく変る講演会 ~会員への一層のサービスと戦略的な展開に向けて~

講演会企画運営委員長としての任期の間に、講演会の改革を積極的にリードしてきた。昨年度開催した秋の講演会では、藤山寛実行委員長(長崎大)とともに、ナイトセッションや展示者による発表、国際シンポという新企画を打ち出し、成功を収めてきた。春の講演会では、講演会にキャッチフレーズを付けることが承認され、「Let's Begin」が公式ハンドブックにも明記され、改革の旗を振るはずであった。フェローとの昼食会、英語セッションの拡大による国際化のスタートを切るべく準備を進めてきた。特に、プラズマエレクトロニクス分科では、米国からFridman教授(ドレクス大学)を招聘し、1日半に亘る英語セッションが行われることは他の分科から見ても画期的なイベントとして高く評価されていた。中止に伴い、講演会企画運営委員長としての役を終えたが、次への引き継ぎにおいて、河田聡次期委員長(大阪大学)、宮崎誠一次期副委員長(名古屋大学)とともに議論を交わし、本年秋の講演会(山形)ではシンポジウムの大幅な改革を遂行し、2013年秋に予定されるMRS(Material Research Society)との合同セッションの開催、強いては国際会議化に向けて前進することで、応用物理学会講演会が、アジアのリーダーとして、本分野の発展、人類の永続的な発展への貢献しながら、プレゼンスを発揮していくスキームを構築することを確認した。

今後、学会とは何か？が改めて問われ、従来の形態に捉われず、より一層の会員へのサービスを念頭に、ダイナミックな躍動が期待されている。プラズマエレクトロニクス分科会の会員においても、継続的に発表の場が用意されている裏では、多くの方々がボランティアで汗を流されていることを忘れてはならない。このよう

な努力がなくなれば、大学の教育の重要な場、企業の情報交換の場、科学技術や人材育成の貴重な時空間が失われてしまうことになるだろう。多くの方々が学会をより良いものになるように献身されることを望みたい。

第9回プラズマエレクトロニクス賞

第9回プラズマエレクトロニクス賞の報告

名古屋大学 堀 勝

第9回プラズマエレクトロニクス賞は、多数の優れた推薦があり、関係選考委員長（名古屋大学）の下、6人から成る選考委員会における厳選な審議を経て、下記の2件を選考し、受賞者を決定した。両者ともプラズマエレクトロニクス賞として胸を張れるレベルの高い論文業績である。以下、関係委員長からの選考結果報告を示す。

"Selective Etching of High-k Dielectric HfO₂ Films over Si in BCl₃-Containing Plasmas without rf Biasing", Keisuke Nakamura, Daisuke Hamada, Yoshinori Ueda, Koji Eriguchi, and Kouichi Ono, Applied Physics Express 2 (2009) 016503.

受賞者：仲村 恵右、濱田 大輔(非会員)、上田 義法(非会員)、江利口 浩二、斧 高一

選考理由：高誘電率絶縁膜 (High-k 膜) のエッチングに関しての重要な結果が提示されている。無バイアス条件で高いエッチング速度、選択性、加工精度を実現できることを初めて実証し、その機構を明らかにした。プラズマ-固体相互作用の学術的な価値もある。さらに、関連論文において、MD シミュレーションにより High-k 膜加工の数値計算を行い、低エネルギーイオンによるエッチング機構の解明に寄与した。今後のプラズマプロセス技術の向上や新しいエッチング技術開発への貢献が期待できる。学術的価値および産業的有用性において、類似の研究の追随を許さない仕事であり、極めて高く評価できる。

"Effect of high Xe-concentration in a plasma display

panel with a SrCaO cold cathode", Giichiro Uchida, Satoshi Uchida, Toshiyuki Akiyama, Hiroshi Kajiyama and Tsutae Shinoda, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS 107, 103311 (2010).

受賞者：内田 儀一郎、内田 諭、秋山 利幸(非会員)、梶山 博司、篠田 傳(非会員)

選考理由：PDP (Plasma Display Panel) の放電において、SrCaO を陰極材料に使用し Xe ガスを高濃度 (30~100%) に導入、低電圧駆動とすることで世界最高レベルの発光効率を実現した。従来の MgO 膜との比較を、Xe/Ne 混合ガス比を変え詳細に評価し、さらにシミュレーションを併用し、Xe 濃度に対する電子温度の変化、それがもたらす Xe の励起と VUV 放射の関係を解明し、高効率化の機構を明らかにしている。PDP 応用における貢献に加え、学術的な価値が高い緻密な論文であり受賞に相応しい。

学術的なレベルと価値および応用性も鑑み、特にこれら2つの論文が受賞に相応しい高いレベルにあることを確認し、本年度は受賞を2件とすることで委員全員の意見が一致した。

第9回プラズマエレクトロニクス賞選考委員会

関係 誠 (委員長、名古屋大学)、寺嶋 和夫 (東京大学)、金子 俊郎 (東北大学)、木下 啓藏 (東北大学、日本電気株)、白谷 正治 (九州大学)、中野 俊樹 (防衛大学校)

プラズマエレクトロニクス賞を受賞して

三菱電機 仲村恵右

この度は名誉ある第9回プラズマエレクトロニクス賞を共同研究者である濱田大輔氏、上田義法氏、江利口浩二先生、斧高一先生とともに賜りましたことは、私にとりまして望外の喜びでありますとともに、これまで受賞されてこられた諸先輩方と名前を並べさせていただきますこと大変恐縮いたしております。ご推薦いただきました方や、選考委員の方々、また本研究に貢献いただいた北川智洋氏、長利一心氏に心よりの感謝を申し上げます。

今回対象論文となりました ”Selective Etching of High- k Dielectric HfO_2 Films over Si in BCl_3 -Containing Plasmas without rf Biasing” についてその研究背景と内容について紹介させていただきます。半導体デバイスの微細化に伴い、従来のゲート絶縁膜であった SiO_2 膜 ($k=3-9$) や SiON 膜 ($k=7-8$) はその薄膜化がほぼ限界に近づき、近年では HfO_2 、 ZrO_2 といった金属酸化物、あるいはそのシリケート材料 (HfSi_xO_y 、 ZrSi_xO_y) といった高誘電率材料 ($k>20$) に代わられつつあります。しかし、これら高誘電率材料のエッチングにおいて、一般的なハロゲン系ガスを用いたプラズマエッチングでは、金属と酸素の結合エネルギーが大きいこと、揮発性の高い反応生成物が得られにくいことから、高いエッチング速度や、下地 Si 基板に対する高いエッチング選択比を得ることが困難でした。

そこで私どもは、Si 基板上に堆積する B_xCl_y 膜のエッチング抑制効果により、Si に対して高い選択比を得られることが期待できる BCl_3 を含むガス系に着目し、電子サイクロトロン共鳴 (ECR) プラズマを用いて、rf バイアスを印加しない条件下での HfO_2 のエッチング特性について研究を進めてきました。 BCl_3 ガスでは 5 nm/min 程度のエッチング速度であるのに対して、 O_2 を添加することで B_xCl_y 膜の堆積を抑制でき、エッチン

グ速度を ~ 50 nm/min に高めることができました。 Cl_2 を添加した場合でも同様にエッチング速度が向上し、 BCl_3/Cl_2 プラズマで ~ 100 nm/min、 $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{O}_2$ プラズマでは ~ 150 nm/min の値が得られました。特に 20-50% の Cl_2 を添加した BCl_3/Cl_2 プラズマでは Si のエッチング速度がほぼ 0 となり、100 を超える高い HfO_2/Si エッチング選択比が得られました。

X 線光電子分光 (XPS) による表面分析から、エッチング条件下の HfO_2 表面からは少量の B と Cl が観測されるのに対して、Si 表面ではエッチング条件下においても一定量の B と Cl が観測されました。このことから Si 表面ではエッチング反応と B_xCl_y 膜の堆積とが競合することにより Si のエッチング速度が抑制され、その結果高い HfO_2/Si エッチング選択比が得られているものと考えられます。

またエッチング形状についても考察を行っており、ほぼ異方性のエッチング形状となっていることから、 BCl_3 ガス系における HfO_2 のエッチング反応機構は純粋な化学エッチングではなく、低エネルギーのイオンアシストエッチングであることが示唆されます。

これらの成果が、さらに微細化、薄膜化が進んでいく最先端の半導体デバイスにおいて、ゲート絶縁膜の微細かつ低ダメージでのエッチング技術にも適用されることを期待しております。

これまでプラズマエレクトロニクス分科会の多くの先生方よりご指導ご鞭撻いただくことにより、研究者として育てていただき、研究を進めることができました。今後は当分科会のさらなる発展の一助となれるよう努力していきたいと考えております。

最後に、本研究をご支援いただきました NEDO/MIRAIプロジェクトと太陽日酸株式会社にご心より感謝いたします。

プラズマエレクトロニクス賞を受賞して

九州大学 内田儀一郎

(首都大学東京 内田諭, (株)次世代PDP開発センター 秋山利幸,

広島大学 梶山博司, 篠田傳)

この度、日本で生まれた放電を利用した表示デバイスであるプラズマディスプレイパネル(PDP)に関する開発に対して、プラズマエレクトロニクス賞を頂戴する栄誉に授かりました。ご支援頂きました関係者の皆様、また、学会関係者の方々に厚く御礼申し上げます。本研究は(株)次世代PDP開発センター(2003年にPDPディスプレイ企業5社により設立)の支援を受け東京大学(平成14~17年度)と、その後の広島大学(平成18年度~)に開設された寄付講座において行われた高発光効率PDPに関する一連の論文が受賞の対象となりました。日本で生まれたカラーPDPを、日本の誇るべき有力産業として持続的に発展させていくためには、産官学連携による次世代基盤技術の開発、そして、研究者・技術者の育成が必要であり、その目的のためにPDPに関する本寄付講座が設立されました。この講座は、現在のカラーPDPのデバイス構造と画像表示のための駆動法を考案し、フルカラーPDPを実用化に導いた、いわばPDPの生みの親である篠田傳氏(広島大学教授、篠田プラズマ社長)が中心となって開設され、

材料・装置メーカーの技術者が多数研究員として参加しました。カラー表示のPDPは、高い動画解像度に加え、色彩豊かな表現力と液晶ディスプレイにない優れた特長を多く備えています。また、150インチという超大型PDPも実現しており、大型化が容易であることもPDPの大きな特徴です。しかしながら、マイクロ空間で放電を発生させるために比較的高い電圧印加が必要であり、この高い電圧が、消費電力の低減を阻害する主な原因となりました。また、この高い電圧は、駆動回路の低コスト化も阻んでいるため、PDPの低電圧駆動は、次世代の超高効率・超低コスト化に向け解決すべき重要なテーマであります。このような課題に対し、本研究では、従来のMgO陰極材料(バンドギャップ:7eV)より高い2次電子放出係数を持つSrO陰極材料(バンドギャップ:5eV)を用いて、4インチサイズの実践的PDPを新規プロセスで作製することに成功しました。

そのパネル性能を評価したところ、本研究で開発したSrO陰極PDPは、従来のMgO陰極PDPに比べ放電電圧が30%低減し、また、

Xe ガス分圧を上昇させることによってフルカラーPDP で世界最高レベルの高発光効率 5lm/W を達成しました（現在の製品は 1-2lm/W 程度）。このような超低消費電力化につながる本研究成果は、10 兆円規模のディスプレイ産業にとって、極めてインパクトのある成果でありました。また、学術的には PDP プラズマ（大気圧誘電体バリア放電）の Xe からの真空紫外線発光の時空間分布を詳細に測定し、高 Xe ガス化の有効性を実験的に明らかにしました。その紫外線放射特性をシミュレーションと比較することで、PDP 中における Xe ガスの素過程を理論的に明らかにしました。これは、大気圧プラズマ応用の代表である PDP の放電基礎特性を、実践的 PDP を用いて詳細に測定・解析した数少ないものであり、広島大学（PDP 基礎実験）、首都大学東京（PDP シミュレーション）、(株)次世代 PDP 開発センター（実践的 PDP 駆動実験）の産学の密接な共同研究のもとに生まれた成果であります。PDP マイクロ放電の基礎過程の解析からデバイス評価まで、PDP の研究を一貫して行える大学は、日本では本寄付講座だけですが、お隣の韓国では 15 を越える大学で合計 100 名を越える修士課程以上の学生が PDP 研究に従事しております。今後もこれに負けないよう、この栄誉あるプラズマエレクトロニクス賞の受賞を励みに、デバイス開発に一層邁進していく所存でありますので、今後ともご指導ご鞭撻の程、よろしくお願い申し上げます。

最後に本研究の新規プロセス装置開発にご協力いただいた（株）アルバックに感謝を申し上げ、本寄稿を終わらせて頂きます。



研究室紹介(その49)

京都工芸繊維大学 工芸科学研究科

プラズマ基礎工学研究室 三瓶明希夫

1. はじめに

この度、研究室紹介の機会を与えてくださったプラズマエレクトロニクス分科会幹事の皆様に深く感謝いたします。簡単ではありますが、京都工芸繊維大学 プラズマ基礎工学研究室の紹介をさせていただきます。

当研究室の所属する京都工芸繊維大学は洛北の地、五山送り火の「松ヶ崎妙法」で知られる「妙」の字のすぐ南に位置します。数多くの旧跡と豊かな自然に囲まれ、四季を通じて京都の魅力を楽しめる場所にあります。この原稿を書いている今も、散り初めの桜を愛でる人々がキャンパスの周りで散見されます。大学創立は1899年と100年以上の歴史があり、先端科学技術分野とデザイン・芸術分野を有する「科学と芸術の融合」を掲げる工芸系大学です。当プラズマ基礎工学研究室は、現在は政宗貞男教授の下、比村治彦准教授、三瓶明希夫助教の教員3名と、博士後期課程1名、博士前期課程10名、学部4年生7名、研究生2名で構成されています。また、9月には海外からの院生を迎える予定で、総勢24名となりますが、京都工芸繊維大学の研究室としては大所帯な方でしょう。図1は今春の卒業式での集合写真です。

大学組織として当研究室は「電子システム工学

専攻」に所属しており、電子・通信・電気・制御工学といったエレクトロニクスやものづくりに重点をおいた学部教育を受けた学生が配属されますので、学生の特質を伸ばしつつ、研究教育を行っています。実験装置や計測器からエレクトロニクスまで研究室で設計・製作しています。さらには、研究に必要となる数値シミュレーションも、可能な限り自前で行っています。ハードからソフトまでの全てを扱っているのが当研究室の特徴の一つです。

研究室全体での行事も多く、学生主体で研究室旅行やバーベキュー、各種コンパ等を行ったりしています。昨年は、兵庫県立大学永田研究室と共同でサマースクールを行い、研究室単位で交流を深めました。

当研究室では、1990年代前半からwebサイトで研究内容を公開してきましたが、数回の大きなリニューアルを経て、現在の形になっています。平均して一ヶ月あたり約1000件のアクセスがあり、学内だけでなく、学外の研究者や海外の方にもご覧いただいているようです。2011年4月現在、「プラズマ 研究室」でgoogle検索するとトップに来るのですが、今後もこれが続く様、努力していく所存です。



図1:研究室集合写真(2011.3)

2. 研究内容

プラズマの基礎からプラズマを用いた応用技術の開発に至る幅広い範囲を対象としています。歴史的には「プラズマ基礎工学」という名の通り、プラズマ基礎・物理を中心とした研究を進めて来ました。特に環境・エネルギーといった観点から、「逆磁場ピンチ(RFP)を用いた高温プラズマ研究」や「拡張 MHD 検証実験のための非中性プラズマ研究」といった題材で研究を行って来ましたが、これらの研究で培った知見・技術を応用分野、特に材料・ナノテクノロジーといった分野に活かそうと、「超高効率光デバイス用革新的技術の開発研究」といった応用研究も進めております。

本稿では、上述の各テーマについて簡単に内容を紹介させていただきます。

(1) 逆磁場ピンチ (RFP) を用いた高温プラズマ研究

逆磁場ピンチ (Reversed Field Pinch, RFP) はトラス系のプラズマ閉じ込め磁場配位の一つで、トロイダル (大円周) 方向磁場を外部コイルで作成し、トロイダル方向にプラズマ電流を流してポロイダル (小円周) 磁場を作ることによってプラズマを閉じ込めます。高温プラズマの閉じ込めに必要な外部印加磁場が少なく済むので、経済性の高いコンパクトな核融合炉プラズマを実現できる可能性があります。

また、近年 RFP で観測された大変興味深い現象として、ヘリカル配位への自発的な変形が挙げられます。通常の RFP はトラス対称ですが、単一の不安定モードが大きく成長することでプラズマ形状が自発的にヘリカル変形する現象が観測されました。このヘリカル変形したプラズマ内では、高温・高密度のプラズマの閉じ込めが観測されており、高温プラズマの新しい理解へ繋がるのではないかと、大きな注目を集めています。

図 2 は当研究室の RFP 装置”RELAX”の外観図です。現在の RELAX ではプラズマ電流 100kA 程度のプラズマが約 2ms 生成・維持されます。プラズマパラメータとしては、電子温度が数十 eV、電子密度が 10^{19} m^{-3} 程度と計測されており、このプラズマを対象に、平衡配位や揺動解析を中心と

した高温プラズマ物理の研究を行っています。上述のヘリカル配位への遷移を示唆する現象も観測されていますが、ヘリカル形状を三次元的に直接計測することは困難なため、軟 X 線の可視化による三次元構造計測システムの開発等を行っています。また、遷移現象への詳細な理解を目的として、MHD 不安定性制御のためのフィードバックシステムの開発なども行っています。



図 2:高温プラズマ閉じ込め装置”RELAX”。

(2) 拡張 MHD 検証実験のための非中性プラズマ研究

近年、プラズマの動的な効果を組み込んだ拡張 MHD が注目を集めており、プラズマ流に関する研究が核融合プラズマや天体・宇宙プラズマを理解するための基礎として重要視されています。電子流体とイオン流体が別々に運動するプラズマを二流体プラズマと呼びますが、放電過程にイオン流体と電子流体に別々の運動を持たせることは容易ではないため、二流体プラズマの存在を示す実験を行うのは困難です。この問題を解決するため、当研究室では二流体プラズマ検証のための一つの手法として、非中性プラズマの利用を進めています。

非中性プラズマトラップの一種であるマルンバートラップに、電子プラズマ及びイオンプラズマをそれぞれ独立に閉じ込めると、お互いに逆方向に動く電磁流体となります。それらを重畳させることで、単一の MHD 状態となってしまうのか、

それとも別々の運動（二流体状態）を続けるのかを検証する実験方法を開発しています。現在までに、この実験に向けて、要請されるパラメータの計算、各種装置の改良・開発、予備実験等を行って来ました。

図 3(a)は装置内部の円筒電極です。Z 軸方向に 21 分割することで、精密なポテンシャル分布制御を実現しており、二種の異なるプラズマを同時に、完全な熱平衡状態に緩和させた後に、電位障壁を取り除きメタプラズマ状態を作ることが可能です。

この他にも、計測装置としてエネルギー分析機能付き蛍光盤の開発(図 3(c))なども行っており、プラズマの拡張 MHD 状態を精緻に計測し、物理を理解することで、制御されたプラズマ源や小型核融合の展望を開くことができると期待しています。

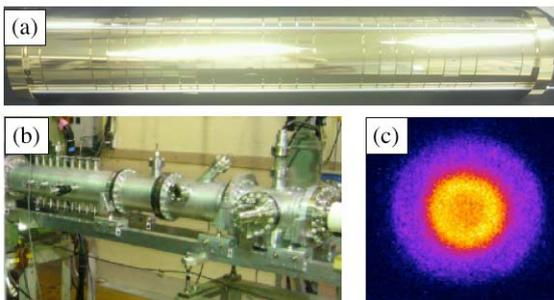


図 3:(a)拡張 MHD 検証実験のための円筒電極. (b)実験装置外観. (c)開発した蛍光盤がイオンにより発光する様子

(3) 超高効率光デバイス用革新的技術の開発

前述の非中性プラズマは高い制御性と長時間の閉じ込めが可能なのが特徴で、荷電粒子を物理的に捕捉しながら反応させることでクラスターなど微粒子の生成が可能です。本研究では非中性プラズマの高い制御性を利用して、非中性プラズマトラップの一種であるペニングトラップを利用した、酸化亜鉛 (ZnO) クラスター生成に用いるプロセス装置の概念設計を進めています。

ZnO の励起子束縛エネルギーは $\sim 60\text{meV}$ 程度と大きいので、高効率な発光や受光が可能となり、半導体レーザーや太陽電池といった光学デバイスに良質な半導体として用いられることが期待されています。光デバイスとして ZnO を利用するためには、複数個の ZnO 粒子が凝集したクラスターの生成が要求されるため、種となる ZnO を生成し

たのち、イオン化してペニングトラップに閉じ込め、他の ZnO 粒子と反応させることで成長させます。

現在までに、装置に要請される電磁場の計算と、ZnO イオンの粒子軌道計算を進め、更にテスト装置を組み上げ始めようという段階です。まだ海の物とも山の物ともつきませんが、成功すれば国内半導体産業に対する一つの大きなブレークスルーとなると期待しつつ、研究を進めています。

3. おわりに

本研究室では、プラズマ基礎の研究を進めつつも、今まで培った技術と知見を活かして、応用分野の研究を積極的に進めたいと考えています。プラズマエレクトロニクス分科会の皆様方におかれましては、今後ともご指導ご鞭撻の程、どうか宜しくお願い申し上げます。

研究紹介(その1)

東京大学 新領域創成科学研究科 物質系専攻 寺嶋研究室

(*現 IBM T.J. Watson Research Center)

宮副 裕之*

ダイヤモンドイドは (1) フラーレン、(2) カーボンナノチューブ、(3) グラフェンといった sp^2 結合を有するカーボンナノマテリアルに続く、 sp^3 結合を有する“第4のカーボンナノマテリアル”ともいわれ、多くの耳目を集めています¹。なかでも含まれるケージ数 (ダイヤモンドイドの次数) が5次以上のダイヤモンドイドは石油中にごく微量存在するものを抽出・精製する以外に入手経路がなく、人工的な合成法の確立による、その基礎・応用研究の発展が長年渴望されてきました。我々のグループでは超臨界流体プラズマ合成法^{2,3}を用いて、これまで人工合成が困難であったダイヤモンドイドの合成手法の確立、さらには“第4のカーボンナノマテリアルの創製”を目指しています。

これまでに、2次のジアマンタンの合成の確認、また、6次や10次 (super-diamondoid) のダイヤモンドイドの合成が示唆され、さらに放電・レーザーを用いた双方の超臨界流体プラズマプロセスにおいて、超臨界流体特有の“臨界点近傍での大きな密度揺らぎ”が生成速度に大きく寄与することが示されています。いまのところ、次の2点がこれまでの大きなポイントになっているのではないかと考えています。

(1) sp^3 結合を持ったアダマンタン ($C_{10}H_{16}$; 1次のダイヤモンドイド) を出発原料として用いたことで sp^3 結合を持ったカーボンナノマテリアルの合成が容易になったこと。

(2) 装置構成上の制約が少なく、物質探索のような装置改良が不可欠なプロセス研究に優位で、かつ、マルチアレイ化によるさらなる大面積化、大量合成が期待できるマイクロプラズマを用いたこと。

最終的な目標達成まではまだまだ過大が山積しているかとは思いますが、今後、共同研究者の諸氏がクリアしてくれることを信じてやまない今日この頃です。

今回、第29回応用物理学会講演奨励賞を受賞して、非常に光栄に存じます。本受賞研究は寺嶋和夫教授のご指導の下、シュタウス スヴェン助教、静野朋希氏、斉藤康也氏(以上寺嶋研究室)、佐々木岳彦准教授(本学新領域創成科学研究科複雑理工学専攻)との共同研究で行われました。また、生成物の質量分析測定にあたり、片岡宏誌教授、鈴木實特任准教授(本学新領域創成科学研究科先端生命科学専攻)には多くの助言をいただきました。私自身はこの発表を最後に、卒論研究の時から8年半お世話になった寺嶋研究室を巣立ちましたが、研究のみならず、サイクリングや BBQ、ハイキング、キャンプ、酒盛りなど私の趣味と我侪につきあってくれた楽しい仲間あってこそその研究室生活だと思っております。ここにあらためて感謝いたします。



研究室送別会にて (後列真ん中が筆者)

参考文献

- 1) Dahl *et al.*, Science **299**, 96 (2003).
- 2) Tomai *et al.*, Appl. Phys. Lett. **94**, 151501 (2009).
- 3) 宮副裕之ら プラズマ核融合学会誌 **86** (2010) 305.

研究紹介(その2)

京都大学 大学院工学研究科 電子工学専攻

プラズマ物性工学研究室 山田 慶太郎

はじめに

本研究室は現在、酒井道佳教授、中村敏浩准教授に加えて学生は博士課程1名、修士課程4名、学部生2名という人数構成になっています。お互いの研究内容を把握しつつ協力して研究を進めていくことができ、また実験装置も充実しているため、少人数である利点を生かせる恵まれた環境だと感じています。

研究テーマとしては大気圧プラズマの分光診断、プラズマを用いた電磁波の制御、液中プラズマの酸化・還元処理、プラズマによる金属酸化物半導体の表面処理、さらには窒素化合物の合成や窒化処理への応用の検討など、多岐にわたっています。ですがそれぞれの研究を孤立させず互いに意見を出し合うことにより、全く違った視点のアイデアが生まれることもあるというのが、本研究室の強みであると思います。

私は2010年秋季応用物理学会にて「アルゴンガス中ジェット型誘電体バリア放電のガス組成制御によるグロー状放電生成と分光診断」と題して発表をいたしました。その結果講演奨励賞をいただき、以降の研究の励みとなりました。そこでこの場をお借りして、私の研究内容の紹介をさせていただきます。

研究内容

大気圧プラズマは生成装置の簡便性やプロセス応用の際の柔軟性、またプラズマ内部の反応の多様性などの観点から注目を集めており、近年さかんに研究が行われています。本研究室ではそうした流れを踏まえつつ、新たな側面から大気圧プラズマの研究に取り組んでいます。私の研究はプラズマ生成やそのプロセス応用だけでなく、放電現象が示す非線形性などプラズマ物理そのものの可能性を広げるための研究、といえると思います。

大気圧ヘリウムに交流電圧を印加してグロー状放電が得られることはよく知られています。大気圧グロー放電を実現

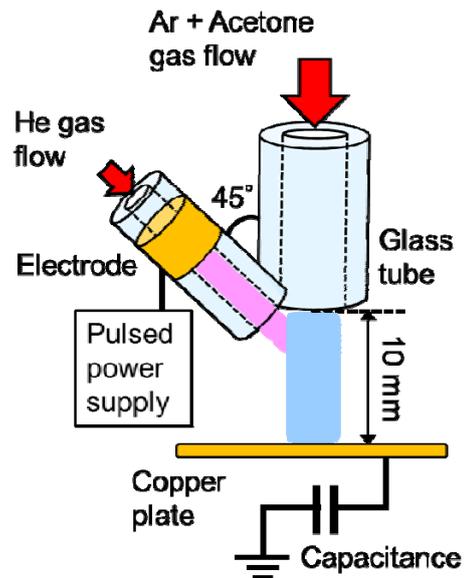


図1 ジェット型誘電体バリア放電の装置概略図

する際のヘリウムの利点は電離係数の観点などから説明されています。さらに、微量のケトン分子を添加することによりアルゴンプラズマがグロー状化されるとの報告があり[1][2]、これを受けて私の研究はスタートしました。

アルゴンガスはヘリウムガスに比べて安価で、アルゴンガスはヘリウムガスに比べて安価で、コスト面での利点があると考えられます。ただしアルゴンガスは放電開始電圧が高いため、本研究では比較的放電しやすいヘリウムガスを補助的に用いて放電を生成しています(図1)。また今回はケトンの中で最も単純な構造を有するアセトンを用い、アルゴンガスを液体のアセトンにバブリングすることで添加しています。放電生成用のヘリウムガス流とアルゴン・アセトン混合ガス流を分けることにより、アセトンの分解生成物が電極付近に付着して放電が不安定になるという問題を解消しつつ、基板への成膜速度を上昇させる効果も報告されています[3]。ヘリウムガス流で放電を生成し、それをアルゴン・アセトン混合

ガス流に当てて放電を誘起している形ですが、ヘリウムガスの流量はアルゴンガスに比べて十分小さく、発光などへの影響は少ないとして実験を進めています。

アセトンの添加量に応じて放電は図2に示すようにフィラメント状放電(a)からグロー状放電(b)へと遷移していくのが確認されています。この変化は徐々に起こるのではなく、アセトン添加量に関してある閾値をもって非線形的に変化することがわかっています。同様の現象はアセトンの代わりにエタノール、メタノールを用いた場合にも確認されており、一般の有機分子に拡張可能な放電制御モデルの構築が必要と考えています。

また、この変化は発光スペクトルからも読み取ることができます。C₂の515 nmの発光ピーク強度は、フィラメント状放電からグロー状放電への遷移が起こる前後で急激に変化します。現在、アルゴン分子やアセトン分子の密度とエネルギー状態との関係を数式モデルを用いて計算しようと試みているところで、その結果から上記のような発光強度の推移をたどるメカニズムの解明や、他の添加分子にも通じるような放電制御モデルの提案を目指しています。

さらにこの放電状態の違いによって、下部の銅板上への堆積物にも変化がみられます。フィラメント状放電の場合(図3(a)), 堆積物の構造はランダムなもののに対し、グロー状放電の場合(図3(b))はある堆積パターンが形成されています。これがTuringパターン[4]に代表されるような、非線形性に由来するパターン形成現象のひとつになりうるのかどうか、より詳細に調査していく必要があります。

最後に

本研究では放電そのものの新しさ、成膜プロセスへの応用の可能性、さらにそれらに潜む非線形性など突き詰めていくべき点が非常に多いです。こうした点を一つ一つ丁寧追究していき、プラズマエレクトロニクス分野の発展の一助となれるよう、より一層の努力をしていきたいと思っております。プラズマエレクトロニクス分科会の皆様方におかれましては、今後とも変わらぬご指導とご鞭撻を賜りますよう、よろしくお願い

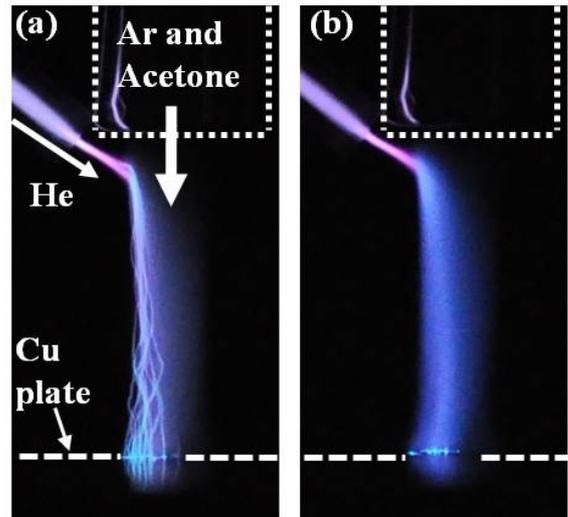


図2 アルゴン・アセトン放電の放電外観((a)フィラメント状放電, (b)グロー状放電)

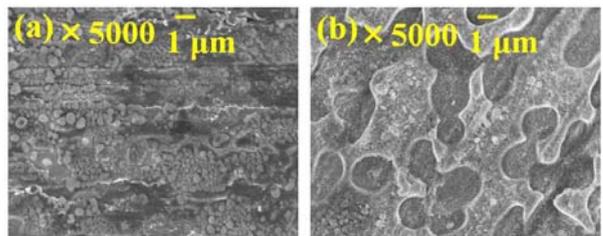


図3 放電状態の違いによる堆積物の堆積パターンの変化((a)フィラメント状放電, (b)グロー状放電)

いたします。

参考文献

- [1] S. Okazaki *et al.*, *Proc. 3rd Int. Symp. High Pressure Low Temperature Plasma Chem.* (Strasbourg, 1991) p. 101.
- [2] F. Massines *et al.*, *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, **47**, (2009) 22805.
- [3] Y. Ito *et al.*, *Appl. Phys. Express*, **1**, (2008) 067009.
- [4] Q. Ouyang *et al.*, *Nature*, **352**, (1991) 610.

海外研究生活雑感と PISCES グループの紹介

University of California, San Diego 西島大輔

はじめに

私は応用物理学会の会員ではなく、これまで全くと言っていいほど、こちらの分科会とはご縁ありませんでした。大阪府立大学の松浦寛人先生から、この記事の執筆を依頼された時には、後述するように研究分野も違うし、お受けしようかどうか迷いましたが、学生時代に指導していただいた名古屋大学の大野哲靖先生の「よろしく」という短い言葉に込められた想い(圧力)を意気に感じ、喜んで引き受けさせていただくことになりました。ということで、せっかくなので簡単に自己紹介から始めさせていただきます。

(1) 学生時代

学生時代は、名古屋大学の高村研究室に所属し、高村秀一先生（現愛知工業大学）はじめ、上杉喜彦先生（現金沢大学）や大野先生、また先輩方の熱意あふれるご指導のもと、磁場閉じ込め核融合炉のダイバータプラズマに関する研究（プラズマ-中性ガス相互作用：非接触プラズマ）を、直線型装置（NAGDIS-II）で行っていました。アメリカやドイツからの研究者と共同研究する機会が何度もあり、海外に行って研究してみたいと思うようになりました。

(2) 海外へ

共同研究をしていた Uwe Wenzel さんの協力もあり、学位取得後、ドイツのミュンヘン近郊の Garching という街にある Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) で、運良くポスドクとして採用してもらい、2年半ほど働きました。そこでは、ASDEX Upgrade というトカマク型の核融合装置で、荷電交換再結合分光計測を担当し、コアプラズマのトロイダル運動量輸送の研究に少し足を突っ込みました。

3年契約でしたので、3年目に入って次のポジ

ションを探していたところ、インターネットの求人サイト（Physics Today）にある公募がでていたので知り合いの方に教えてもらい応募しました。これまた運良くポスドクのポジションを得ることができ、それが現在の所属の Center for Energy Research (CER), University of California, San Diego (UCSD：写真1)にある PISCES（パイスイースと発音します）というグループです。2年弱ほどポスドクをした後、Project Scientist（研究員）として採用してもらい、早いものでこちらに来てすでに7年目です。ここでは、核融合炉における周辺/ダイバータプラズマとプラズマ対向材料の相互作用（Plasma-Material Interactions: PMI）に関する研究を直線型装置（PISCES-A, -B）で行っています。

海外研究生活雑感

こちらで研究生活を送っていて、感じたことなどを思いつくままに書きたいと思います。また、日本の現状と比較してみたいと思いますが、残念ながら日本で働いたことはありませんので、大学院生当時の記憶と知り合いの方々から聞いてきたことをもとにして述べたいと思います。



写真1：UCSD。私のオフィスがある建物が正面に見えます。

(1) 英語

英語には苦勞しました。ドイツでは、まず研究所内のドイツ語教室を2回で挫折したのち、研究所内と街中にある英会話教室に通い、ドイツ人とともに英語を勉強しました。日本でしっかりやっておけばと後悔したのを覚えています。アメリカに来てからは、生来のめんどくさがりの性格のため、英会話を積極的に勉強することなく、今に至ります。未だに苦勞しますが、英語を話すことに慣れれば、なんとかなるものです。

(2) 研究員

私のここでの立場は研究員なので、講義を受け持つ必要がありません。また、研究以外の会議もありません。基本的に研究に専念できます。研究好きな人間には向いていると思います。アメリカではこのような研究員のポジションが確立されていますが、このような研究員の制度がある大学は、日本にはほとんどないんじゃないでしょうか？日本の大学でも、研究員のポジションができれば、ポストク以降の雇用を増やすことができるのではないかと思うのですが、予算的に厳しいでしょうか。

(3) 昇進

Project Scientist シリーズには Professor と同様に、Assistant から始まり、Associate、そして Full まであります。Assistant 及び Associate は基本的に2年ごと、Full は3年ごとに academic review があり、所定の書類 (publication list など) を提出し、学内の委員会 (所属する部門とは独立) により審査されます。認められれば、Step が上がり、お給料もあがります。2回続けて認められない場合は、クビを勧告されるという噂を同僚から聞いたことがあります。しかし、Project Scientist はもともと tenure track ではないため、結果が出せない人は PI (Principal Investigator) から先にクビにされるかもしれません。

日本では、例えば助教から准教授に上がる場合、准教授のポストが空いていないと昇進できないと思いますが、こちらではその人の評価のみで昇進できるところが違いでしょうか。

(4) 会議

私のグループでは、お金の問題もありますが、研究員や学生が国外の会議に参加するのは年に1回、国内の会議には1-2回程度です。(もちろん、PISCES グループのPIの一人、Dr. Russ Doerner はいろんな会議に参加しなければいけません。)一方、日本ではかなりの数の会議、学会、または研究会があると思います。プラズマ関連の学会だけでも5つほどあり、ほとんどの学会が春と秋に開催され、支部大会などもあります。自分の研究成果を発表する場が多くあり、また他の人たちの研究に関する情報を収集できるなどの良い面もありますが、研究に割く時間が少なくなるなどの悪い面もあるのではないのでしょうか？

(5) サンディエゴ

アメリカ西海岸の最南端に位置し、夏は暑すぎず、冬は寒すぎずで、治安も良く、暮らしやすいですが、物価は高いと思います。ロスからは車で2時間ほどです。ちなみに、大好きな某カレーチェーン店が最近ロスに進出しました (味も日本と同じでした!)。このように、西海岸には日本のレストラン、食料品店、本屋などがたくさんあり、サンディエゴにも Convoy エリアを中心に存在します。ミュンヘンにはあまりなかったのが、サンディエゴに来た当初は驚き、歓喜しました。

(6) 勤務時間

私は朝8時前ぐらいに大学に来て、夕方は早い時間で16時、遅い時でも19時には帰っています。他の同僚も、大体同じような感じですが、1日8時間の契約で、日本の大学と同様に残業手当は出ません (こちらでは、通勤や住居などの手当もありません)。土日に働きにくる人はほとんどいません。やはり、日本の方が勤勉だと感じます。

有休は、月に2日ずつもらえて、ある限度まで貯めることができます。日本の大学でも年間の有休の日数は似たような感じだと聞きますが、それをまとめて長期の休みをとれるか (とりやすいか) どうかの違いだと思います。こちらでは、普通に1-2週間休みをとっています。



写真2：SOP のために特殊防護服とマスクをつけた状態（共同研究で訪れた島根大学の宮本光貴先生による撮影）。左が著者、真ん中がコーディネーターの Matt で、右が Ray。



写真3：SOPの様子。PISCES-B ボックス内の2人とボックス外のコーディネーター。（撮影：島根大学 宮本先生）

PISCES グループの紹介

(1) 構成

PI は Russ の他に、Prof. George Tynan と Prof. Farrokh Najmabadi がいます。そのほかに、研究員が4人、ポスドクが2人、テクニカルスタッフが4人、大学院生が2人います。日本人は私一人で、アメリカ人の他に、オーストラリア人、ドイツ人がいます。

(2) 共同研究

PISCES グループでは、アメリカ国内の研究機関はもちろん、EU、日本、中国との間で共同研究を行っています。EU からは、一ヶ月程度の短期滞在で1年に数人来るのに加えて、約2年ごとに1人の研究者が長期（1年）で PISCES グループに滞在し、研究を行うプログラムがあります。

日本とは、主に日米科学技術協力事業核融合分野を通じて共同研究を行っており、最近では毎年、日本から研究者を受け入れています。また、受け入れだけでなく、私自身も日本に派遣され、大阪大学の上田良夫先生のご協力もあり、兵庫県立大学（永田正義先生、菊池祐介先生）にある磁化同軸プラズマガン装置でタングステンサンプルをパルスプラズマに照射する実験をさせていただいています。

(3) 研究紹介

このグループの特徴は、ベリリウムを使うことができるという点にあります。ベリリウムは低Zの金属で、スパッタリングなどにより高温のコアプラズマへ侵入しても、その影響が小さいという特徴があり、ITER（国際熱核融合実験炉）の第一壁で用いられます。しかし、有毒な物質であるため、その取り扱いには注意が必要です。そのため、高熱流プラズマとベリリウムの相互作用の研究ができる施設は世界でも限られています。

直線型ダイバータプラズマ模擬実験装置 PISCES-B は、ベリリウムを使用するため、装置が大きなボックスの中（負圧）に設置されています。そのボックスの中に入り作業（SOPと呼んでいます）する時には、写真2のような使い捨てのタイベックの特殊防護服とマスクを着用し、空気はホースを通してボックス外部から送られます。ボックスの中には、必ず2人以上で入り作業を行い、もう1人がコーディネーターとして外から SOPを管理します（写真3）。

ITER では、プラズマ対向材料として、ベリリウムの他に、タングステンと炭素材（CFC）がダイバータ領域において使われる予定で、これらの材料と高熱流プラズマとの相互作用に関する研究を我々のグループでは行っています。さらに、スパッタされたベリリウムがダイバータ領域に到達し、それがタングステンや炭素との間で材料混合（material mixing）を起こすことが考えられるため、その研究も行っています。例えば、ベリリウムと

炭素の材料混合により、化合物 (beryllium carbide: Be_2C) の層ができ、炭素の化学スパッタリングの抑制が観測されています。

核融合プラズマには、水素同位体だけではなく、核融合反応によって発生するヘリウムやプラズマ冷却のために使われる窒素、ネオン、アルゴンなどの不純物も存在します。それらの混合プラズマ (mixed-species plasmas) と材料の相互作用も研究しています。タングステンに重水素とヘリウムの混合プラズマを照射することにより、重水素プラズマ照射と比べて、タングステン中の重水素リテンション量が大きく低減されることを明らかにしました。

以上のような PMI 研究に加えて、プラズマの基礎特性や分光に関する研究も行っています。また、George は PISCES とは別に CSDX という直線型装置で、プラズマ乱流に関する研究を行っています。

おわりに

よく言われることかもしれませんが、海外で暮らしてみると日本の良さが本当に実感できます (もちろん、外国の良さも知ることができます)。日本にいる時には、気付かなかったことに気付くことができます。また、日本についてより関心を持つようになりました。短期間でも留学してみると、なにか得るものがあるんじゃないでしょうか。

最後に、このたびの東日本大震災で亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

2011年3月 サンディエゴ

Recent Research on Plasma Application Technologies in Convergence Plasma research Center (CPC) of National Fusion Research Institute (NFRI) in Korea

Taihyeop Lho, Bong-Ju Lee, Suk Jae Yoo, Kyoung-Sook Oh, Yong-Cheol Hong, Dong-Chan Seok, Seung-Min Yoo, and CPC members

National Fusion Research Institutes

113 Gwahangno, Yuseong Gu, Daejeon 305-333, Korea

Introduction

Since Plasma had the name at 1927 by Irving Langmuir, the application technologies related to plasma have led advanced industry technologies. One of the most important plasma application technologies which have affects the human life may be the plasma aided semiconductor manufacturing. The number of whole process is over the 250 and the portion of the process related the plasma directly or indirectly is almost 70- 80%. Hence it is never dreamed the highly integrated chip manufacturing without plasma application technologies. From several years ago, the plasma scientist also researched the application technologies related to the environment [1]. It provides not only the new solutions but also improvement of the conventional environmental technologies. However some of plasma technologies cost a lot money comparing to the conventional method, it has limit to wide adoption in the business until now. Recently the plasma technologies expand the application to the medical biology. It is a process of growth, but some of technologies offer new possibilities and a visible alternative.

Convergence research Plasma Center (CPC) of National Fusion Research Institute (NFRI) in Korea has launched the new program on development of plasma application technologies. The main program of NFRI is fusion science and technology. As growth of the plasma technology importance, NFRI

have opened an exclusive research organization since 2009. The main research topic of the center are the plasma application technologies related the semiconductor and flat panel display, environmental and biology, and new clean energy technologies. Even though the center

Hyperthermal Neutral Beam (HNB) source and its application technologies

In semiconductors and display panel manufacturing process, plasma directly contacts the wafer or glass substrates and induces the increasingly frequent occurrence such as charge damage on to the patterns and UV radiation damage in the material.

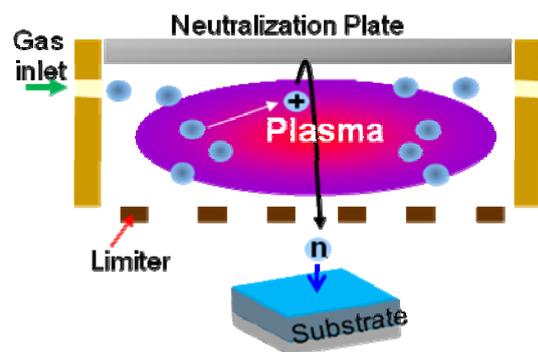


Fig. 1 Conceptual explanation of neutral beam particle generation

To overcome the problem as one of the new process technology, using a neutral particle beam technology is being developed. Neutral particle

beam generated from ion acceleration through the sheath and simultaneous bombardment with metal plates. Ions capture a free electron in the metal plate and reflected on the metal surface as a neutral particle. This neutralization process is called Auger effects or Auger neutralization [2]. The neutral particle energy is proportional to the ion acceleration voltage so that it can be controllable.

Neutral particle beam technology aims to overcome the problem induced by the plasma such as charged particles damage, UV damage, during film formation and destruction of impurity and defect structure. In recent study, neutral particle beam technology deliver results a breakthrough in the field of thin film growth and has been expanded to study on the next-generation solar cells and LED lighting technology.

Neutral particle beam technology features a low-temperature thin film growth comparing to the conventional method. Fig.2 shows SEM and X-ray Diffraction Images of the GaN film grown by HNB at 600 °C. The film has the same crystal quality as the reference GaN which is grown by MOCVD method at 1050 °C.

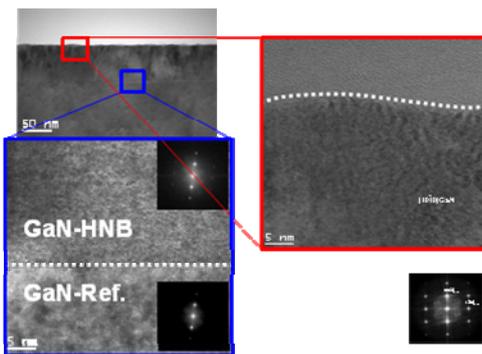


Fig. 2 SEM and X-ray Diffraction Images of GaN film grown by HNB at 600 °C and by MOCVD at 1050 °C

Sometimes the thin film grown by HNB at room temperature without additional heat is possible and film properties show similar or better results than the existing characteristics of PECVD thin films.

Features of this technology are necessary to use AMOLED and flexible display manufacturing processes which use a plastic substrate. The neutral particle beam technology has produced good results in the Quantum dot growth. Quantum dot growth techniques to improve the efficiency of the next generation of solar cell have been studying in the current research. Recently, the Quantum dot solar cell manufacturing device has been installed in CPC which is shown in Fig. 3. The expected efficiency of the Quantum dot solar cell is 2 times more efficient than conventional solar cell.

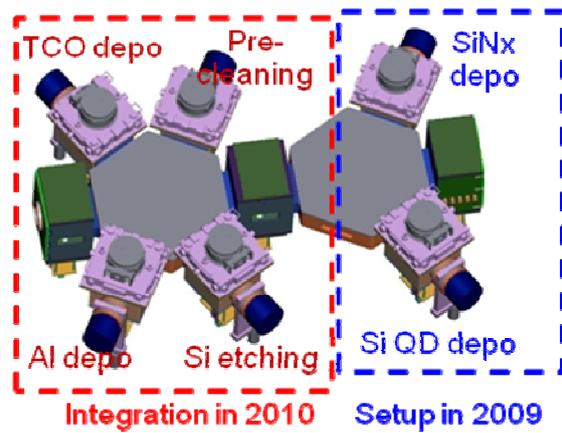


Fig 3 Integrated system for manufacturing high efficiency solar cell by HNB

Atmospheric Pressure Plasma application technologies

The Atmospheric Pressure (AP) plasma technologies are being utilized in the field of semiconductor and flat panel display industry and the environment. Especially, the advantages of AP plasma in the flat panel display manufacturing are scalability and affordability. The size of glass substrates for display panels increase about 4 times by generation of process. The vacuum device technology gradually issues problems with increasing the glass size, especially, the initial cost of equipment. The AP plasma system, on the other hand the vacuum system, does not require a high cost vacuum device so that it is scalable and

economical advantage in higher value. In flexible display panel manufacturing process which is a future display technology, a vacuum plasma technology can't afford to be the manufacturing technology, so that AP plasma technology is being considered influential.

Currently in NFRI, AP plasma technology has been developed as a dry etcher for the 1st generation glass substrates (370x470mm) and tests are underway for a-Si, SiNx, N + a-Si layer etching and PR ashing process. DBD (Dielectric Barrier Discharge) is used as an AP plasma source [3,4]. In Fig. 4, the schematics of DBD dry etcher are displayed.

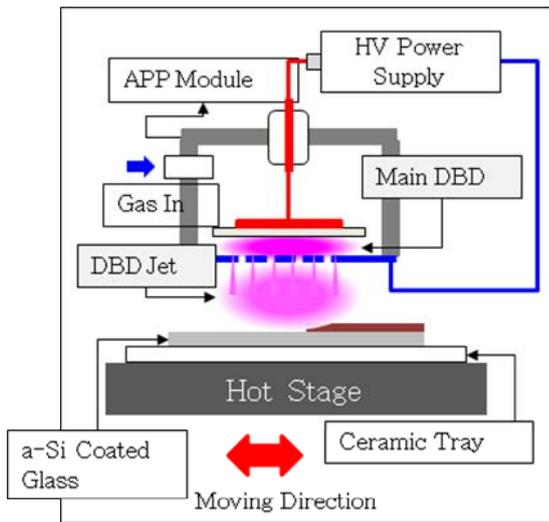


Fig. 4 Schematics of DBD (Dielectric Barrier Discharge) Dry Etcher

At 10mm /sec scan speed, DBD dry etcher can etch a-Si and the N + a-Si layer with approximately 170 nm/scan etch rate, showing the etch rate of SiNx layer has approximately 300nm/scan at same scan speed. The overall etch uniformity over the glass not excess 10%. Uniformity discharge uniformity is closely related with not only with the plasma etching condition but also a flow velocity of the gas out of DBD module. Hence, the electrode design of the AP plasma etcher required to maintain uniform gas pressure in the discharge area [5].

In case of PR layer removal which is the family of

acrylic resins used, it can ash about 30 nm/scan the in the heating condition of 80 degrees. Increased ash rate in the future experiments are necessary for flexible display panel manufacturing [6].

The Isotropic etching which comes from the ion-neutral collision in the sheath was the one of the technical problems in AP plasma dry etcher. However, it has been revealed that the gas recipe can adjust the isotropic etching. a-Si and SiNx selectivity is also possible to enhance by control and optimization of gas recipes. In Fig. 5, the etch profile results with various gas recipes have been shown. The flow rate SF₆ which is the etchant gas determines the anisotropic etch as well as the etch rate. Two pictures on the top show isotropy become severe increasing etch rate. However, increasing the hydrocarbon gas (CH₄) can improve the etch profile without the loss of etch rate as seen in the two figures in the bottom.

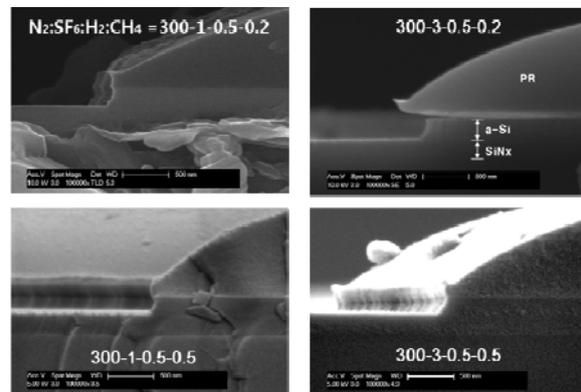


Fig. 5 SEM Images of a-Si etching. The etch profile can be controlled by gas recipe by addition of CH₄.

The AP plasma dry etcher development overcomes the intrinsic problems and show the advantages compare to the vacuum plasma dry etcher.

Atmospheric pressure plasma technology in the field of the environment, technology has developed into a variety of applications. Especially in the water discharge for the water treatment technology is currently being studied in Convergence plasma research Center. Discharge underwater technique can be applied to ship ballast water treatment and

seawater desalination technologies.

Characteristics of water discharge are affected by the water conductivity. If the water is conductive, the Ohmic heating occurs at the electrode and the water boundary, then bubbles around the electrode caused by heat is generated. The pressure in bubbles is the vapor pressure which is almost atmospheric pressure or little. The plasma is generated in the bubbles within the high voltage field. This is the mechanism of discharge under water and why it is called atmospheric pressure plasma. The Photos of these discharges is shown in the Fig. 6.

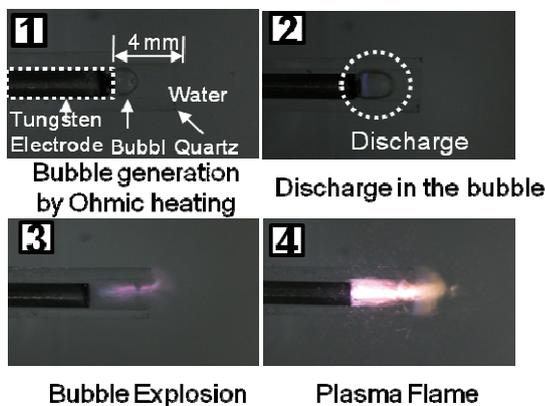


Fig. 6 The mechanism of discharge under water. The Ohmic heating induce the bubble formation which is prerequisite condition for discharge in the bubble.

The water vapor in the discharge process crushed into micrometer size bubbles by the discharge expansion. These micro-bubbles can be used a inorganic contaminants removal process in water treatment which is often called DAF (Dissolved Air Flootation) [7,8].

The conventional DAF technique applied the pressure on to the water vessel to generate the micro-bubbles. Hence the micro-bubble generation in the water discharge can be distinguished from the conventional method and be differently named by PAF (Plasma aided Air Flootation). The technology is available in seawater desalination or wastewater treatment processes. The advantages of PAF, the benefits of the discharge, arise from the radical formation, such as Cl, OH, which have disinfection

capacity.

Of course, the disinfection capacity of the water discharge mainly depends on the chemical effects of radical, even though UV effects and physical sterilization by electrical energy during the discharge can be exist. The results of sterilization by the discharge under water are shown in the Fig.7. However the disadvantage of the water discharge is the high energy consumption. Reduction of energy consumption in the field of research is necessary

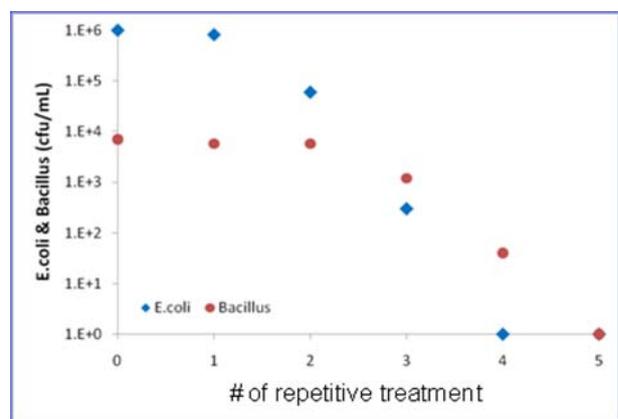


Fig. 7 Disinfection ability of discharged water. The y-axis is the number of E. coli and Bacillus survived from the discharged water. The x-axis represents the number of circulation in the closed system.

Plasma enhanced Gas Combined Cycle (PEIGCC) system

Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) is a kind of new technology to extract synthesis gas which is primarily composed of hydrogen and carbon monoxide from coal at high temperatures (> 1300 °C) and at high pressure (> 4MPa) [9,10]. The generated synthesis gas can be used in fuel cell or combined cycle which converts to electrical energy by combustion in turbine and steam turbine. The IGCC, of course, show higher efficiency than conventional steam power generation. In addition, it can be used as a possible clean energy when CCS (Carbon dioxide Capture & Storage) used in conjunction control emission of the greenhouse gas,

carbon dioxide. Because coal, unlike oil, reserved in the whole world without severe geographic concentration, IGCC can supply the relatively stable energy to human beings for relatively long time. General IGCC technology requires the high temperature and pressure which cause the technical problems. However, new configuration with the introduction of high-temperature atmospheric pressure plasma technology can relax the technical problem in IGCC and is called PEIGCC (Plasma enhanced IGCC). Comparing to the conventional IGCC, the advantages of PEIGCC, as mentioned earlier, can be operated at atmospheric pressure.

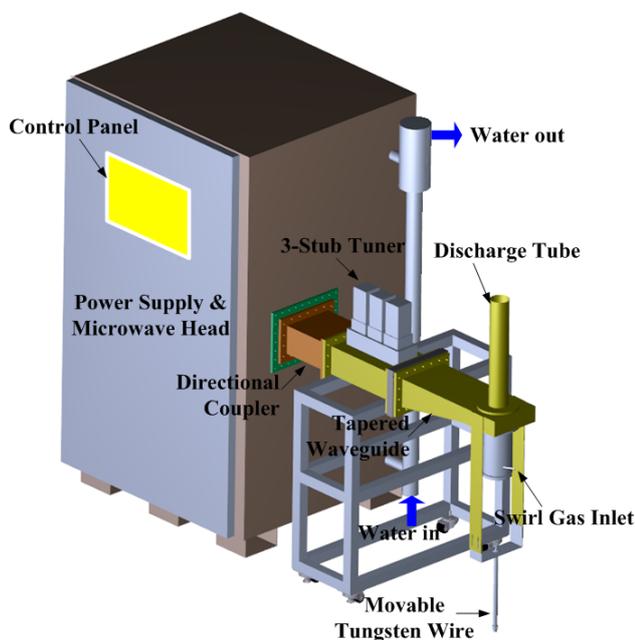


Fig. 8 Three dimensional drawing of 30 kW microwave plasma gasifier system .

Secondly, active plasma provide the oxidation condition for the low grade coal to produce synthesis gas, which is 50% of worldwide coal reserves such as sub-bituminous and ignite coal. The steam power plant is away from the utilization of low grade coal.

High power microwave torch enough to offer high temperature and the used as the gasifier which is the main component to synthesis the gas. Now the plasma gasifier is being designed in 30kW system

with 915 MHz frequency. The three dimensional drawing of the plasma gasifier is displayed in Fig. 7. Recently, the feasibility of synthesis gas formation in the plasma gasifier with 2.45GHz, 6kW system has been tested.

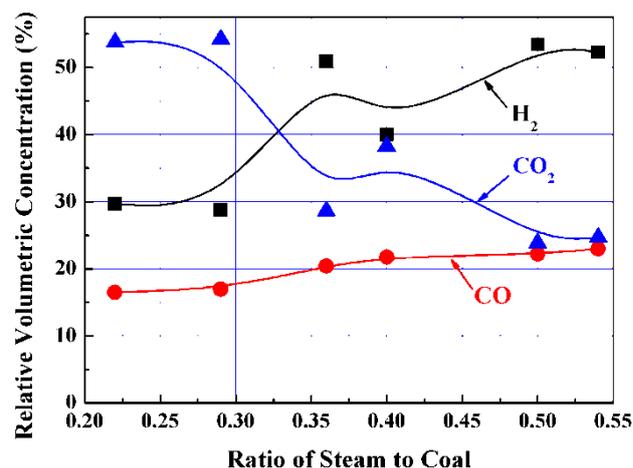


Fig. 9 Synthesis gas formation in the 6 kW microwave plasma torch. Hydrogen gas formation is relatively higher than the conventional method. Use of steam as a oxygen supplier is the why the high hydrogen gas formation.

The preliminary result of the synthesis gas formation by the plasma gasifier is shown in Fig. 9. The production of the carbon monoxide is almost approach to the production level by the conventional system. In case of the hydrogen gas formation, it is much higher than the simple conventional gasifier. Because the steam is used as a oxidation gas in the plasma gasifier, much portion of the hydrogen gas comes from the dissociation of water molecular. That is the another benefit of the steam plasma gasifier.

Discussion

Convergence plasma research Center (CPC) in NFRI researched the plasma application technologies which will be utilized in the near future. Of course, it is main mission of the center. However the basic plasma research on the PMI (Plasma-Material interaction) and

plasma property database also performed in the center. In addition, CPC grant and support University Laboratories for the basic plasma research. Now the collaboration is open to the out of Korea.

Reference

- [1] **L. A. Rosocha**, "Plasma Science and the Environment", **Chap.11**. Ed. by W. Manheimer, A.E. Sugiyama, T. H. Stix, AIP Press, NY, (1997)
- [2] **Homer D. Hagstrum**, Phys. Rev. **96** (2), 336 (1954).
- [3] **U. Kogelschatz, B. Eliasson and W. Egli**, J. PHYS IV FRANCE, **7**, C4-47 (1997) DBD
- [4] **J. R. Roth**, "Industrial Plasma Engineering", vol. 1., **Chap 14**, IOP, Bristol (2001)
- [5] **D.C.Seok, T.Lho, S.R.Yoo, Y.C.Hong and B.J.Lee**, Thin solid film, on-line version (2010)
- [6] **Seungryul Yoo, Taihyeop Lho, Dong Chan Seok et.al.** , Thin solid film, on-line version (2010)
- [7] **James K. Edzwald**, Water research ,**44** ,2077 (2010)
- [8] **Jeseon Yoo**, "influence of Hydrodynamic Conditions in Dissolved Air Flotation Contact Zone on Particle Removal", Master Thesis, KAIST (2002)
- [9] **Anne M Carpenter**, "Polygeneration from coal", IEA Clean Coal center (2008).
- [10] **Colin Henderson**, "Future development in IGCC", IEA Clean Coal center (2008).

プラズマ CVD

大阪市立大学 白藤 立

1 はじめに「薄膜」について

プラズマ CVD は、「薄膜」を形成すること(成膜)を目的とするプラズマプロセスである。そこで、その薄膜について少し触れる。プラズマ CVD で形成される薄膜は、ビニールフィルムののような膜とは異なり、何らかの基材(基板)の上に「堆積」される。その理由としては、基材がなければ自分の形を維持できないほど薄いことも一つの理由であるが、基材表面にその薄膜を付けることにより、基材に無かった機能を提供する、ということも重要な理由の一つである。このような薄膜は、表 1 に示すように、様々な用途に利用されている。

2 各種薄膜堆積法の中でのプラズマ CVD 法の位置づけ

薄膜を形成する方法には多種多様な方法があり、表 2 に示したように、それぞれに独自の特徴がある。利用する際にどれを選択するか、また、新たに開発する際には、どれと差別化を図るのか、ということは、非常に重要な判断事項となる。

本稿の目的は、プラズマ CVD 法について説明することであるが、その前に、他と手法との違いについて簡単

に触れる。何らかの薄膜をプラズマ CVD 法で形成するのであれば、まず、「なぜプラズマ CVD 法を使うのか」、という質問に答えなければ、プラズマ CVD 法を使う意味が無いからである。

2.1 液相法 vs. 気相法

薄膜堆積法は、プロセスを行う媒質の「相」によって、液相法(ウェットプロセス)と気相法(ドライプロセス)に分けられる。プラズマ CVD 法は、気相法の一つであるから、「なぜ液相法ではなく気相法を使うのか」、について考えてみよう。

一つの回答例は、液相法で使う溶媒と触れると問題のある基材への薄膜堆積には液相法は使えない、である。例えば、水に弱い有機半導体の保護膜を形成するのに、水溶液を使ったプロセスを使うことはできない。

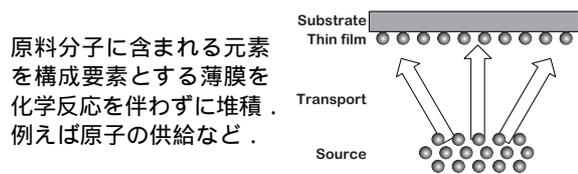
一方、こうしたプロセス性能以外の要件に基づいて採

表 1. 薄膜応用分野の例

❖ 電子・電気・光電的機能 集積回路, 太陽電池, IC カード, LCD, PDP, CCD, FED, 発光ダイオード, e-Tag, ...
❖ 磁氣的機能 光磁気ディスク, MRAM, GMR, SQUID, ...
❖ 光学的機能 DVD, 反射防止膜, 光学フィルタ, クロミック, ...
❖ 機械的機能 耐摩耗コーティング, MEMS, ...
❖ 物理・化学的機能 親水性・はっ水性, 生体適合性, 触媒能力, ガスバリア性, 耐腐食性, 分子認識, ...

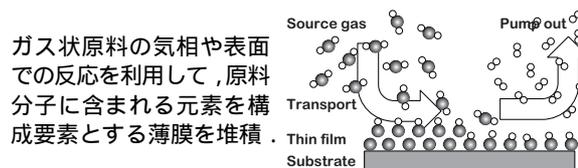
表 2. 薄膜堆積の手法の例

❖ 物理的気相堆積 (PVD) ❖



⇐ 真空蒸着, 分子線エピタキシー, スパッタリング, イオンプレーティング, レーザ・アブレーション, ...

❖ 化学的気相堆積 (CVD) ❖



⇐ 熱 CVD, プラズマ CVD, 光 CVD, ...

❖ 液相堆積 ❖

液相中での薄膜形成全般

⇐ めっき, 陽極酸化, 塗布, ゼル・ゲル, ...

否の判断がなされる場合もある。例えば、液相法の場合には、気体に比べて密度の高い液相の廃棄物が排出されるため、環境への負荷が気になる。密度の低いガス状の排気が主となる気相法の方が、環境への負荷が小さい、という主張もあり得る。

しかし、液相法が環境負荷等を含めて総合的に優れている場合や、他に手立てが無い場合には、液相法が利用されることになる。例えば、大規模集積回路の配線材料のプロセスでは、配線の微細化にともなって Al から Cu に移行した。このとき、それまで採用していた気相法（スパッタリング法）では適切な膜形成ができないために、メッキ法を利用するようになった [1]。また、薄膜堆積だけではなくエッチングについても、配線材料を Al から Cu に変更した際に、それまでに採用されていたドライエッチングが困難になったため、化学的機械的研磨 (chemical mechanical polishing; CMP) 法と呼ばれる液相法が採用されている [2]。

2.2 CVD vs. PVD

気相法に限定すると、薄膜堆積法は、物理的気相堆積 (physical vapor deposition; PVD) 法と化学的気相堆積 (chemical vapor deposition; CVD) 法に大別され、プラズマ CVD 法は後者に属する。それぞれの特徴は、表 2 に示した通りである。明確な区別が困難な手法もあるが、一般には成膜過程に化学反応があるかどうかで区別されている。

PVD 法ではその原料の多くが固体であり、それを加熱により溶融・蒸発させるのが真空蒸着法や分子線エピタキシー法、レーザー照射によって蒸散させるのがレーザーアブレーション法、イオン衝撃によって飛散させるのがスパッタリング法である [3]。

PVD は一般に高真空中で行われる。これは、成膜前駆体が途中で他の粒子と衝突する頻度が高いと、基板まで前駆体が到達しなくなるためである。例えば、真空蒸着の場合には、 10^{-5} Torr 以下 (1 Torr = 133 Pa) まで排気するが、そのときの窒素分子の平均自由行程は、後述の図 14 を参照すると、おおよそ 1 m もあるのである。また、酸素等の反応性ガスが存在する環境では、原料の蒸発時にそれが別の物質になってしまう可能性もある。

PVD が行われる高真空中では、前駆体はほぼ分子線に近い状態で基板に輸送される。また、前駆体が反応性の高い原子であることが多いので、それが表面に飛来すると、ほぼ 100% の確率で付着する。そのため、図 1 に示したように、PVD 法は陰になっている部分への成膜が困難という欠点を有している。

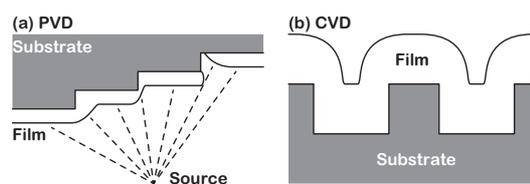


図 1. PVD と CVD の段差被覆性の比較。

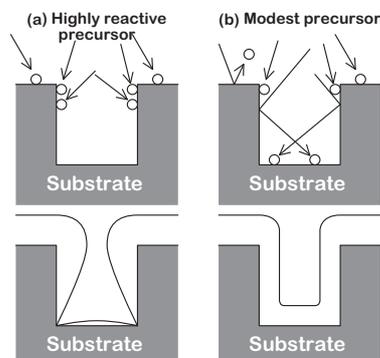


図 2. 付着確率と段差被覆性の関係を洗わず模式図。

一方、CVD 法の原料はガス状の分子である。表 2 中の図のように、堆積したい原子を含む分子を基板が置かれた容器に供給し、何らかのエネルギーを与えてその分子を解離 (化学反応) させる。解離生成物のうち、堆積したい原子を含んだもの (前駆体) が付着性であれば、薄膜堆積が可能となる。

CVD が行われる真空度は、PVD の時ほど高くない。即ち、圧力が高い環境で行われる。その理由は、その必要が無いからである。圧力が高い方が原料密度が高くなるため、適度に圧力を高めることには、成膜速度が向上するという優位性をもたらす。また、気相中での衝突によって原料分子の方向性が無くなるため、PVD では無理であった凹部への原料分子の供給が可能となる。

原料分子の解離と前駆体の付着が表面の直近で行われるならば、こうした性質は段差被覆性の向上につながる。また、前駆体が表面から離れた気相中で生成された場合についても、その前駆体の反応性が適度に低ければ、気相中の衝突や凹部壁面での反射を繰り返して、図 2 のように凹部を均一に被覆することが可能となる。即ち、PVD 法に比べて CVD 法は段差被覆性に優れているといえる。

もちろん、反射率が 1 の前駆体しか生成されない解離反応であれば、成膜そのものが起こらない。また、化学反応によっては、付着率が 1 に近い前駆体が生成される場合もあり、その場合には、良好な段差被覆は望めない。CVD 法は、PVD 法と比較すると、段差被覆性に優れた成膜ができるポテンシャルをもつが、できるかどうかは、どのような化学反応を利用するかに依存する。

また、PVD では粒子の輸送中に化学反応が起こらないのに対し、CVD では、原料の解離反応以外にも多数の化学反応が同時進行し、プロセス全体が複雑で見通しの悪いものになっている。しかし、うまい化学反応を見いだせば、原料分子がもつ機能基等も膜に含有させることが可能となり、PVD では得られない高機能な膜を得ることが可能となるのである。

以上の比較をまとめると、以下のようになる。PVD は、成膜プロセスが簡素で理解と設計がしやすいが、できることに限界がある。一方、CVD は、複雑な化学反応を伴うため、所望の結果を得るためのプロセスの設計が難しいが、段差被覆性や様々な機能性を膜に付与することができる可能性を秘めている。

2.3 プラズマ CVD vs. 熱・光 CVD

CVD 法で用いる原料は安定な分子であるから、何らかの方法で解離する必要がある。基板を加熱し、その熱エネルギーによって原料分子を分解する方法を熱 CVD 法という。

これに対しプラズマ CVD 法では、原料分子を含むプラズマ中の電子が分解の主な担い手となる。原料分子の解離のために基板を加熱する必要が無いため、プラズマ CVD 法は熱に弱い基板上への成膜が可能という特長を有する。また、熱(振動励起)がすべての反応の原動力となっている熱 CVD が、熱平衡状態のものしか生成できないのに対し、電子励起を利用するプラズマ CVD では、熱平衡からずれた物質を創ることが可能となる。

勿論、プラズマ CVD 法にも欠点がある。その一つは、プラズマ状態を維持するために必要なイオンが、堆積している膜にダメージを及ぼすことである。このイオンダメージを低減するために提案されたのが、光のエネルギーで原料分子を解離する光 CVD 法である。しかし、原料を解離できるだけのエネルギーを持つ光は、真空紫外光と呼ばれる波長が 190 nm 以下の光であるため、十分な成膜速度を実現するだけの強い光源がまだ無いとい



図 3. プラズマ CVD の持つ「低温」の効用例。(a) 紙の上の超はっ水膜(名古屋大学 井研究室), (b) 高分子基板上へのフレキシブル太陽電池(AIST), (c) PET ボトルへのガスバリアコーティング(キリン/三菱重工/SAMCO)。

う課題がある。また、CVD を行う容器(チャンバー)内に光を照射するには、窓が必要だが、その窓にも成膜するため、長時間の成膜が実用上無理となる。そのため、光を用いたプロセスは、プラズマプロセスほど普及していない。

CVD という範疇の中でのプラズマ CVD の特長をまとめると、以下のようになる。

- ⇒ 膜堆積進行のための加熱は不要。即ち、熱に弱い基板を利用することができる。
- ⇒ 非平衡状態で膜堆積が進行。即ち、アモルファス物質などの準安定物質を合成することができる。

プラズマ CVD で薄膜を形成する応用事例のほとんどは、これらの両方がどちらかの特長を利用したものとなっている。例えば、図 3 に示した紙の上の超はっ水膜、フレキシブルな高分子基板上へのアモルファスシリコン薄膜太陽電池、PET ボトルへのガスバリア膜コーティングは、すべて基板が熱に弱い材質であり、熱 CVD では実現することができない。

しかし、その特長をうまく利用するためには、中身の化学反応過程、電磁気学的過程、流体力学的過程を理解しておく必要がある。そこで以降では、こうした複数の過程が複雑に絡み合ったプラズマ CVD プロセスをいくつかの素過程に分解して説明する。

3 プラズマ CVD の基礎

最近では、プラズマ CVD に関する成書や解説記事も数多く出ており、私も参考にさせて頂いた。読者の方々も、是非参考にさせて頂きたい[4-7]。また、本稿にて例として頻繁に引用する水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)膜の成膜プロセスについては、気相・表面ともに成膜過程の解明が進められ、実験結果を良く説明するモデルが産総研松田彰久先生(現大阪大学特任教授)によって確立されている。わかりやすく解説されているので是非参照されたい[8-10]。

3.1 概略

プラズマ CVD による薄膜堆積装置の概略図を図 4、図 5 に示す。基本的には、真空チャンバーに原料ガスを流し、プラズマを生成することでその原料ガス分子を分解し、基板上に薄膜を堆積する。代表的なプラズマ生成方式として、容量結合型プラズマ(capacitively coupled plasma; CCP)と誘導結合型プラズマ(inductively coupled plasma; ICP)の例を示した。プラズマ CVD において、人間が直接操作可能なパラメータを列挙すると表 3

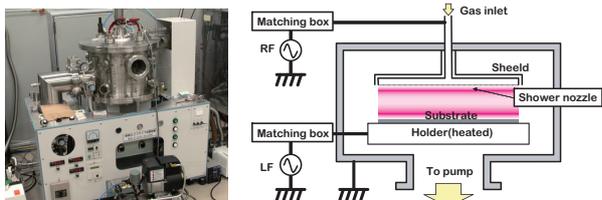


図 4. CCP プラズマ CVD 装置の例 (名古屋大学高井研究室)

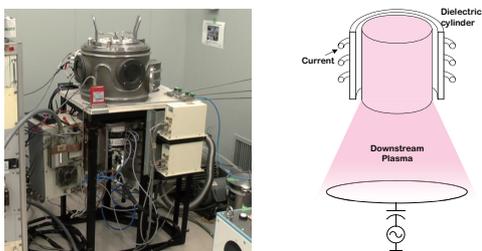


図 5. ICP プラズマ CVD 装置の例 (名古屋大学高井研究室)

の様になる。これらのパラメータと堆積される膜の特性との間には、これから述べるプラズマ中の複雑なプロセスが関与する。

プラズマを用いた薄膜の堆積過程の概略を図 6 に示す。一次反応過程は原料分子と電子との衝突過程である。それにより、原料分子のイオン化、電子付着、励起、解離が起こる(多原子分子の場合、イオン化は解離を伴うことが多い)。生成された化学種の一部は気相での再結合などの二次反応過程により別の化学種に変換される。化学的に活性な化学種(ダングリングボンドを有するなど)のうち、電極、壁、基板などの表面まで到達したものが堆積に寄与できる。

表面への輸送の原動力は密度勾配による拡散が主である。イオンの場合は電界によるドリフトが加わるが、後述のように成膜前駆体の主役となるにはその密度が低すぎる。なお、基板表面に飛来しても、反射や表面上での再結合で安定な分子になる等の過程を経て、気相に逆戻りするものもある。また、化学種によっては、エッチングやスパッタリングを引き起こすものもある。

プラズマ CVD では、このように表面に飛来した化学種のうち、付着可能なものが降り積もって成膜が進行する。プラズマ CVD 法は基板温度が低いことが特徴であ

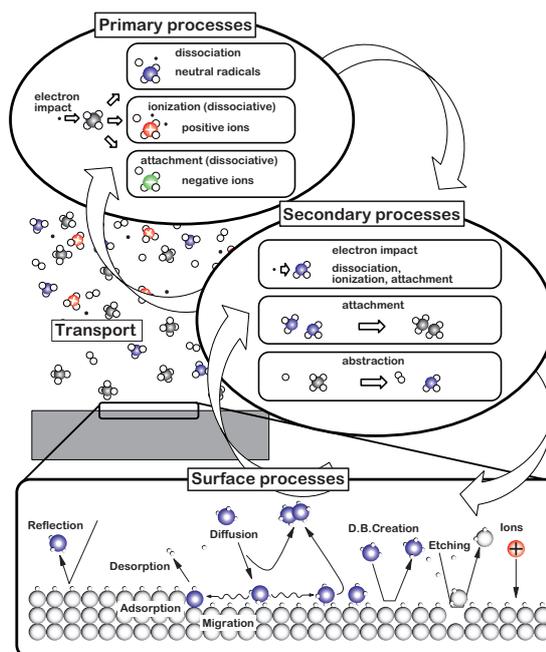


図 6. プラズマ CVD 法による薄膜の堆積過程の模式図。

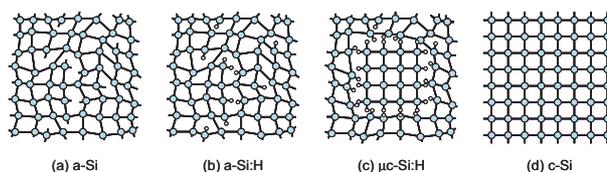


図 7. 薄膜構成原子の配列の種類(シリコンの場合)。(a) アモルファス(非晶質)、(b) アモルファス(水素化)、(c) 微結晶、(d) 単結晶。

るため、図 6 のように成膜前駆体が表面に吸着しても、その繰り返しが図 7(d) に示すような最も安定な規則正しい結晶構造を形成する保証はない。一般には図 7(a) または (b) に示すような原子間の結合距離や角度が乱れたアモルファス構造を形成し、結合の乱れによって生じたダングリングボンドが膜内に発生する。図 7(b) は SiH_4 ガスを用いた場合のプラズマ CVD の場合で、同図に示すようにダングリングボンドの多くが終端され、欠陥密度が低いのが特徴である。また、多量の水素希釈の SiH_4 プラズマでは、図 7(c) のような結晶性の領域が低温でも形成される [9]。

3.2 気相一次反応過程

図 6 の過程を流れ図にまとめたものが図 8 である。一次反応過程となるのが、親ガスへの電子衝突によるイオン化、励起、解離、付着である。プラズマの生成・維持・内部パラメータ (T_e と n_e) の決定に大きく関わるのがイオン化や電子付着過程であるが、成膜に寄与するラジカルの生成過程として直接関与するのは解離過程である。

表 3. プラズマ CVD における外部操作可能なパラメータ。

操作対象	操作パラメータ
原料	種類, 流量(比), 圧力
電気	電力, 周波数, 波形, 位相差, バイアス
基板	種類, 温度, 形状, 距離・角度
内壁	材質, 温度

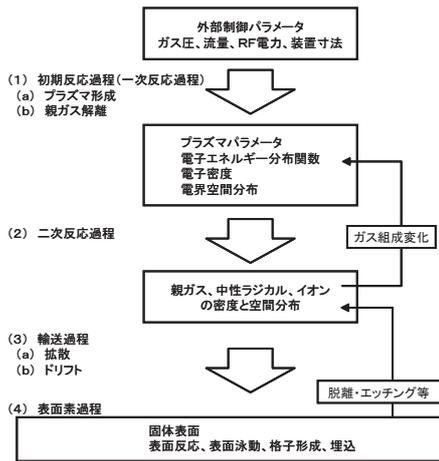
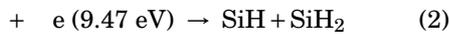
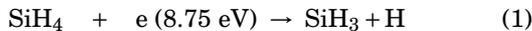


図 8. プラズマ CVD 法による薄膜堆積過程の流れ図。

3.2.1 どこが切れて何が生成するか

原料分子に電子が衝突すると、分子はまず励起状態に移る。この状態から緩和する際に、分子内の特定の原子間距離が離れた方が安定であると、その原子間の結合が切れることになる。このような過程を詳細に知るためには、量子化学計算の援用が必要となる。a-Si:H 成膜に用いられる SiH_4 については、詳しく調べられており、エネルギーの低い方から以下のような解離過程をはじめとする各種解離過程があることが知られている [9, 11]。



3.2.2 どんなエネルギーで切れるのか

上記は、特定のエネルギーにおける解離過程であるが、プラズマ中の電子のエネルギーは広く分布しており、分子によって決まるある閾値以上のエネルギーであれば、その分子を解離することができる。この閾値エネルギーは、概ねイオン化エネルギーと同じくらいか、それよりも若干小さい程度である。反応速度論的な解離反応レート係数は、解離される分子の密度を N 、電子密度を n_e とすると、

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= -k_{\text{dn}} N n_e \\ &= - \left\{ \int_0^\infty q_{\text{dn}}(\epsilon) \left(\frac{2\epsilon}{m} \right) f(\epsilon) d\epsilon \right\} N n_e \quad (3) \end{aligned}$$

となる。ここで、 $q_{\text{dn}}(\epsilon)$ は電子衝突断面積である。 SiH_4 の既知の断面積データの例を図 9 に示す。 $f(\epsilon)$ は電子のエネルギー分布関数 (electron energy distribution function; EEDF) である。 k_{dn} が化学反応速度論的に見たときの反応速度定数となる。この $f(\epsilon)$ と k_{dn} の関係を

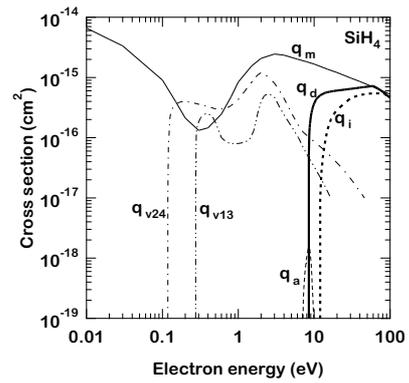


図 9. SiH_4 の電子衝突断面積データ。

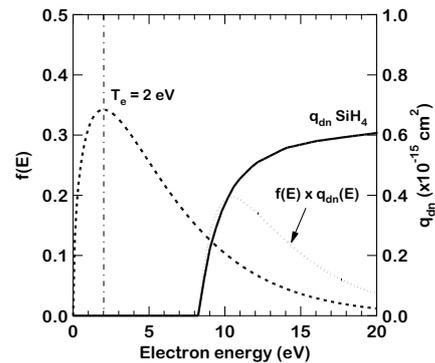


図 10. 電子のエネルギー分布関数と衝突断面積の関係、並びにそこから導き出される反応速度定数との関係。

示したものが図 10 である。プラズマ中の電子のエネルギーを議論するとき、電子温度 T_e がよく用いられるが、原料分子の解離に寄与している電子は、 T_e よりも更に高いエネルギー領域の電子である。

図 10 からわかるように、プラズマ中の EEDF は 20 eV 付近まで広がっている。そのため、複雑な原料分子の所望の結合部分だけを切断するという事は不可能である。しかし、実際に成膜を行ってみると、主に成膜に寄与するものが、特定の結合を切断したものになっていることがある。これについては、後述する。

3.2.3 どこで解離されるのか

次に、解離過程の時空間分布について述べる。電子が原料分子と衝突する頻度が高くなるのは、電界によるドリフト速度が高く、かつ、電子の密度が高いシース端である。図 11 は電界、電子密度、イオン密度、及び励起レートの時空間分布をシミュレーションによって得たものである。ガスは簡便な Ar である。同図の (f) に示した励起レートは、反応性ガスの場合には、解離レートに相当する。それが最も高くなるのは、ちょうど電界強度と電子密度の積が最大になる時・場所である。電極間中央部のバルクプラズマ内では、電界強度が弱い代わりに電

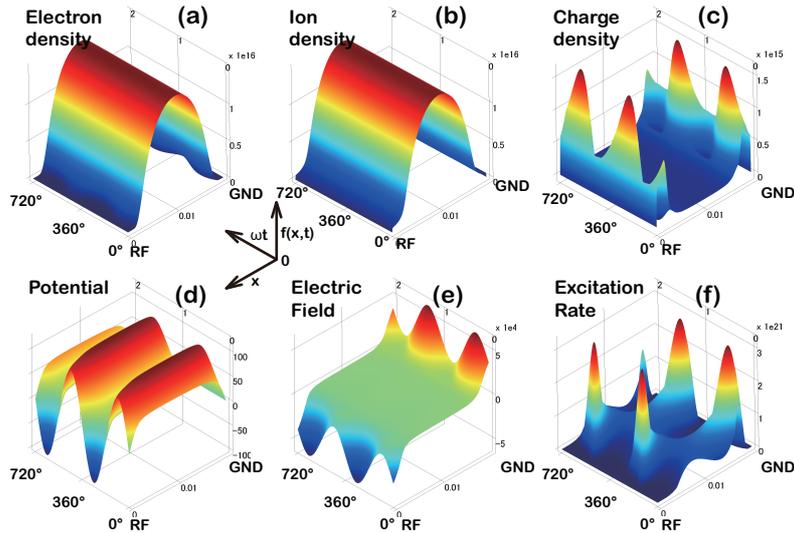


図 11. CCP-Ar における (a) 電子密度, (b) 正イオン密度, (c) 電荷密度, (d) 電位, (e) 電界, (f) 励起レートの時空間分布。

子密度が高い。一方、シース領域では、電子密度が低い代わりに電界強度が高い。従って、両者の積が最大になるのは、励起化レートの図から分かるように、シース端と呼ばれるパルク・シースの境界領域となる。即ち、成膜に寄与する解離生成物は主にシース端で生成される。

3.2.4 原料解離度の影響

一次反応過程での電子やイオンの生成による電荷密度 ρ の空間分布の変化はポアソンの方程式;

$$\nabla \mathbf{E} = -\nabla^2 V = \frac{\rho}{\epsilon_0 \epsilon} = \frac{n_i - n_e}{\epsilon_0 \epsilon} \quad (4)$$

の関係から電界分布の変化を引き起こし、その結果一次反応自身の速度を変える。このようにプラズマ中の反応速度と気相中の粒子の密度は、単純な一方向の因果関係ではない。

特に解離度が高く、親ガスが枯渇した状況では、気相は解離生成物の雰囲気気で支配され、プラズマパラメータもそれに準ずることになる。

例えば、 SiH_4 の場合には、解離生成物として電子衝突に対して比較的安定な H_2 が生成される。従って、高解離度の SiH_4 プラズマは、もはや SiH_4 プラズマでは無く、大量に H_2 希釈した SiH_4 プラズマとなる。EEDF などのプラズマパラメータも、 SiH_4 ではなく H_2 の物性に支配される。具体的にその様子を図示してみよう。 SiH_4 の電子衝突断面積は既に示したが、水素の電子衝突断面積は図 12 のようになっている。これらを用いて Boltzmann 解析を行うことにより、ある換算電界強度 (E/N) における電子のエネルギー分布を計算することができる。BolSIG+ [12] を用いて計算した結果を図 13 に示す。 SiH_4 が枯渇し、代わりに H_2 の密度が増加する

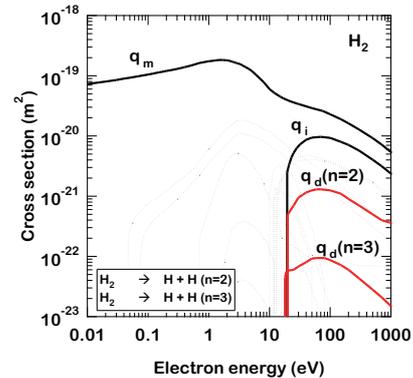


図 12. 水素の電子衝突断面積データセット。

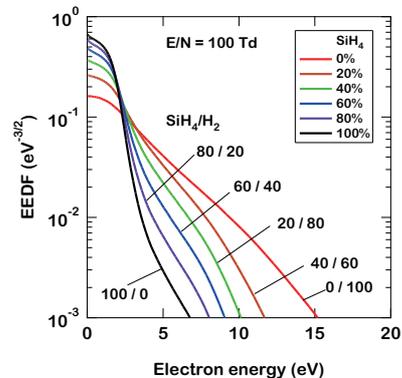


図 13. SiH_4/H_2 混合ガスプラズマにおける $E/N = 100 \text{ Td}$ の EEDF。

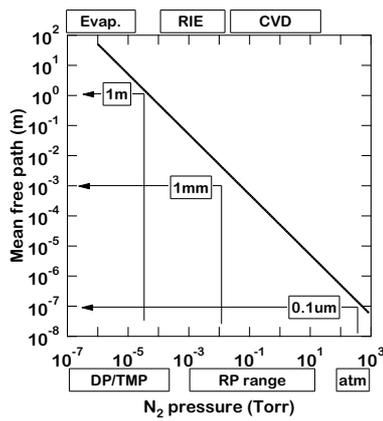


図 14. N_2 の各種圧力領域における平均自由行程．

表 4. 各種プラズマ源の T_e , n_e と真空領域．

プラズマ源	T_e eV	n_e cm^{-3}	P Torr
DC magnetron	2-5	10^{10} - 10^{12}	0.01-0.1
RF CCP	1-4	10^8 - 10^{10}	0.1-5
RF ICP	2-5	10^9 - 10^{12}	0.001-0.05
ECR	2-5	10^{11} - 10^{13}	10^{-4} -0.01

と、高エネルギー側の電子の密度が増える．これは、 H_2 のイオン化断面積の閾値が SiH_4 のそれよりも大きいことや、 H_2 の各種断面積の絶対値が SiH_4 のそれよりも小さいことに起因する．従って、プラズマ CVD の機構を考える場合、解離度 10% の場合と解離度 90% の場合とでは、同じガスを使っているとしても、そのプラズマは全く別物であるということを念頭に置く必要がある．

3.3 二次反応過程

原料分子の電子衝突解離によって励起または解離生成された化学種を待ちかまえているのが二次反応過程である．二次反応過程を考慮する際には、生成場所から基板まで輸送される間に何回・何と衝突するか、という知見を持っておく必要がある．参考までに、平均自由行程と圧力の関係を図 14 に示しておく．

生成力所は、上述の通りシース端であるから、シース端-基板間距離が平均自由行程よりも十分短いと、生成ラジカルは直接成膜に寄与することになり、逆の場合は衝突を経験することになる．二次反応を極力抑えた成膜を設計する場合には、低圧プラズマを実現する必要が出てくる．その際には、表 4 に示したように圧力領域によってプラズマ生成の得手不得手が各種プラズマ源にあるため、適切なプラズマ源を選択しなければならない．

輸送中に衝突が起こる場合には、衝突相手を想定する．生成されたラジカル種は反応活性であることが多いが、親分子の解離度が小さい場合には、ラジカル種の密度は親分子の密度に比べると、数桁小さいことが多い．これは、後述の図 15 や図 16 にも見られる傾向である．そのため通常は、ラジカルの衝突相手は親ガスまたは希釈ガスであると想定する．

放電し易くするために大量の希ガスで希釈することもあるが、この場合には、衝突相手は親ガスではなく、希ガスになる．基底状態の希ガスは化学反応に寄与しないため、生成されたラジカルと親ガスとの二次反応過程を抑制することが可能ではある．但し、90% 以上の He, Ar, Xe 等で希釈をしている場合には、希ガスの準安定原子等による解離が電子衝突解離を越えることが報告されている [13]．準安定原子による解離は、電子衝突と比べるとエネルギーが選択されているため、使いによっては選択的な結合の切断が可能となるが、生成されるラジカル種の寄与が高品質膜につながるとは限らない．なお、準安定原子の中でも He の準安定準位は約 20 eV と他の 10~16 eV と比べると大きいいため、解離ではなくイオン化にまで至る．

圧力の高い CVD 条件における定常状態の気相中の化学種密度は、一次解離におけるラジカルの生成比率だけでは決まらず、こうした二次反応過程を経て決まってくる．そのため、一次解離における生成比率が、定常状態の密度比に全く反映されない、という状況も起こる．その例については、後ほど紹介する．

3.4 気相化学種密度

一次及び二次反応過程によって生成された化学種には、荷電粒子(電子, 正イオン, 負イオン), 中性粒子(ラジカル, 励起種, 安定分子)がある．平行平板型の容量結合型プラズマの場合の典型的な粒子の密度比率(親ガスを 1 としたときの)を表 5 に示した．それぞれについてプラズマ CVD 過程における役割を次に述べる(エッチングやスパッタリングが同時進行する CVD の場合には、更に表面から生成される化学種もある)．プラズマ CVD においてプロセス設計を行う際に、最も重要となるのが、成膜前駆体と呼ばれる化学種である．成膜に主に寄与している化学種を特定することは、プロセスを制御する上で極めて重要であるが、その指標の一つが気相中での密度である．

成膜に掛かる化学種密度と成膜速度の関係をかなり荒くに扱うと次のようになる．気相に漂う粒子が単位時間当たりに単位面積に衝突する回数 ($cm^{-3}s^{-1}$) は、次の Hertz-Knudsen の式で与えられる(但し、表面での反応

表 5. 平行平板型の場合の典型的な粒子密度の比率 .

種類	バルク密度		表面フラックス	
	比率	エネルギー eV	比率	エネルギー eV
親ガス	1	0	1	kT_{gas}
ラジカル	10^{-1}	2-8	10^{-1}	kT_{gas}
電子	10^{-3}	2-5	0	0
正イオン	10^{-3}	kT_{gas}	10^{-1}	V_p
準安定	10^{-6}	> 5	10^{-6}	0
負イオン	10^{-4}	2-3	0	0
光	10^{-5}	1-20	10^{-5}	1-20

表 6. 1 原子層を堆積するのに必要な時間 .

圧力 Torr	粒子密度 cm^{-3}	1ML 被覆時間 s	備考
10^0	3.2×10^{16}	2.6×10^{-6}	
10^{-1}	3.2×10^{15}	2.6×10^{-5}	CVD 領域
10^{-2}	3.2×10^{14}	2.6×10^{-4}	CVD 領域
10^{-4}	3.2×10^{12}	2.6×10^{-2}	
10^{-6}	3.2×10^{10}	2.6×10^0	

が無ければ).

$$Z = \frac{N_A P}{(2\pi MRT)^{1/2}} \quad (5)$$

ここで, P (atm), M (g/mol), $R=0.082$ atm L mol⁻¹ K⁻¹, T (K), $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ 個/mol である. 表面上の吸着可能なポイントの単位面積当たりの数を N_s (cm⁻²) とすると, 1 cm² を完全に被覆する時間は, $\Delta t = N_s/Z$ (s) である. 粒子一個の直径を d (cm) とすると, 成膜速度 (cm/s) は $d/\Delta t$ となる. 1 原子層 (1 ML) の粒子を敷き詰めるために必要な粒子数は, おおよそ $N_s = 10^{15}$ cm⁻² 弱である (例えば, W(411) 面の表面の原子密度は $N_s = 4.8 \times 10^{14}$ cm⁻² である). 表 6 に各種圧力領域において, 1ML 堆積に必要な時間を示した. 固体の原子間距離はおおよそ数Åである. 従って, 1~100Å/s の堆積速度を説明するには, 気相中に $10^{10} \sim 10^{12}$ cm⁻³ の前駆体が必要となる.

SiH₄ プラズマでは, QMA [14-16], OES [17-19] LIF(Si, SiH) [20-22] IRLAS(SiH₃) [23, 24] ICLAS(SiH₂) [25] 等の各種分光法が適用され, 約 10 年かかってようやく気相中のラジカルの密度が明らかにされた. それぞれの化学種の密度を図 15 に示す. 最も密度が高い化学種は SiH₃ であり, 主な成膜前駆体となっている.

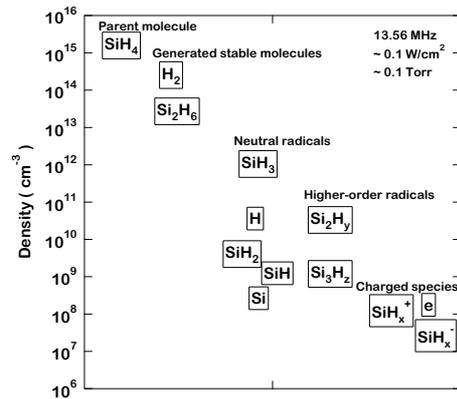


図 15. SiH₄ プラズマ中の化学種密度 .

表 7. 一次解離による活性種生成比率の例

一次反応過程 (その 1) 電子衝突解離			
SiH ₄ + e	→	SiH ₃ + H + e	83%
SiH ₄ + e	→	SiH ₂ + 2H + e	10%
一次反応過程 (その 2) 光励起解離			
SiH ₄ + hv(147nm)	→	SiH ₃ + H + e	17%
SiH ₄ + hv(147nm)	→	SiH ₂ + 2H + e	83%

3.4.1 気相化学種密度を決めているのは何?

図 15 に示したような化学種の密度比が何によって決定されているかを知ることは, 成膜前駆体の密度を制御する上で極めて重要なことである. ここでは, 先に予告した通り, 二次反応が原因となって, 一次解離のラジカル生成成分岐率が, 定常状態のラジカル密度比に全く反映されない例を紹介する.

SiH₄ の一次解離における各種ラジカルへの分岐率は, 表 7 に示した通りである. 電子衝突の場合には, SiH₃ が 83%, SiH₂ が 10% となっており, 先の図 15 とも合致している. 一方, 光励起の場合には, 逆に, SiH₂ が 83% を占め, SiH₃ は 17% となり, 全く逆の比率になっている. 単純に考えると, 光励起の場合には SiH₂ が多くなりそうに見えるが, 実際にはそうはならない.

図 16 は想定される二次反応を考慮して定常状態の化学種密度を計算したものであるが [26, 27], 光励起の場合も, SiH₃ の密度が一番高くなるのである. その理由は何であろうか?

答えは二次反応にある. 多岐にわたる二次反応の中から重要なものをピックアップする基準は, 生成されたラジカルと親ガスとの衝突に注目することである, と既に述べた. これに従って, 生成物と親ガスとの反応を見ると表 8 のようになる. SiH₃ と SiH₂ の親ガスとの反応速度は, SiH₂ の方が 4 桁ほど大きいことがわかる. しかも, SiH₄+SiH₂ で生成された Si₂H₆ は, 更に

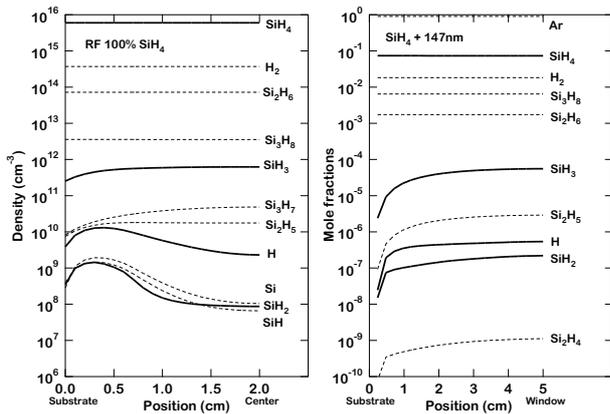


図 16. SiH₄ の光解離と電子衝突解離による気相化学種密度分布の比較 (シミュレーション)。

表 8. 二次反応過程の読み解き

$\text{SiH}_4 + \text{SiH}_3 \rightarrow \text{Si}_2\text{H}_5 + \text{H}_2$	$k = 10^{-15} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$
他の二次反応と比較して反応レートが桁小さい。 → SiH ₃ はあまり減らない。	
SiH ₄ + SiH ₃ → SiH ₃ + SiH ₄ では密度変化無し。	
$\text{SiH}_4 + \text{H} \rightarrow \text{SiH}_3 + \text{H}_2$	$k = 10^{-12} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$
SiH ₄ は、一回の電子衝突解離で二個の SiH ₃ を生成する (H を介して)。そのレートは SiH ₃ との反応と比較して桁大きい。	
$\text{SiH}_4 + \text{SiH}_2 \rightarrow \text{Si}_2\text{H}_6$	$k = 10^{-11} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$
$\text{Si}_2\text{H}_6 + \text{SiH}_2 \rightarrow \text{Si}_3\text{H}_8$	$k = 10^{-10} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$
SiH ₂ は速いレートで消滅するとともに、 SiH ₄ → Si ₂ H ₆ → Si ₃ H ₈ → Si ₄ H ₁₀ → … と太っていく (粉や高次ラジカルの発生に關与)。	

SiH₂ を食ってしまう。これは、Si と H の間への挿入反応と呼ばれており、SiH₂ の衝突相手が、Si-H 結合を持つ限り、連鎖的に引き起こされるため、高次シラン生成のトリガーとされている [9]。このように反応性の高い SiH₂ は、気相の二次反応過程で大量に消費されることになる。

一方 SiH₃ については、SiH₄+SiH₃ は、SiH₃ の密度を変えるものにはなっていない。更に、別のもの (Si₂H₅) になる反応の速度係数も、SiH₂ が消費される反応の速度係数よりも 4 桁も小さい。即ち、密度が減る原因が少ない。むしろ、一次解離で生成された H が SiH₄ からの水素引き抜き反応によって、もう一つ SiH₃ を生成する速度係数の方が大きい。

以上のことからわかるように、初期生成物の中でも、反応性が極めて高い SiH₂ は二次反応で消費されてしまい、初期解離の比率が高かったとしても、定常状態では、ほとんど生き残っていないのである。その結果、83%の比率で SiH₂ が生成される光 CVD においても、定

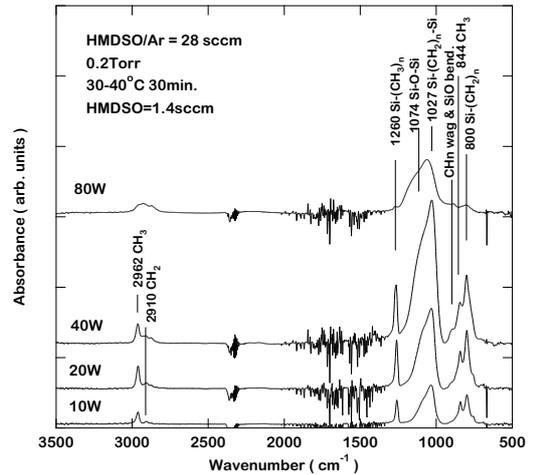


図 17. HMDSO を用いた有機・無機ハイブリッド膜の赤外吸収スペクトル [28]。

常状態の密度を見ると、SiH₃ の方が支配的になるのである。

これは、プロセスを理解する上では極めて見通しの悪いことであるが、逆に、効用と見ることもできる。本稿の前半で、プラズマ中では、電子のエネルギーが広い範囲に分布しているために、複数の化学結合で構成されている原料分子の特定の化学結合だけを切断することは無理であると述べた。そうすると、一次生成物がそのまま成膜に寄与する場合には、特定の化学結合を持ったものだけを堆積させて機能性薄膜を作ることは、プラズマ CVD 法では無理であるということになる。しかし、上記の議論で明らかになったように、成膜に寄与するラジカルの密度比は、二次反応を経て決まる定常状態の密度比であって、一次解離の分岐率ではない。従って、様々なエネルギーで解離されるプラズマ CVD であっても、原料分子をうまく選べば、機能性の官能基や化学結合を選択的に含有させた機能性薄膜をつくることできるといえる。

図 17 は、HMDSO ((CH₃)₃SiOSi(CH₃)₃) という Si-O-Si と Si-CH₃ を併せ持つモノマーを原料にして得られた膜の赤外吸収スペクトルである [28]。Si-O-Si に加えて、原料に含まれている Si-(CH₃) が膜中にも含有されており、有機・無機ハイブリッド膜となっていることがわかる。但し、RF 電力が増加すると、Si-CH₃ が消滅し、より無機の SiO 膜に近いものが得られている。

図 18 は、C₆F₆/C₅F₈ 混合ガスプラズマを用いたフッ化炭素膜の赤外吸収スペクトルであり、C₅F₈ が 100% の場合には環状構造が無いのに対し、C₆F₆ を混合することにより、赤外吸収スペクトルにリング構造に起因するシャープなピークが現れ、その分子が持つ環状構造が膜に含有されていることがわかる [29]。

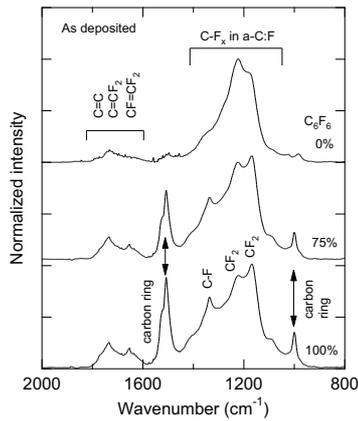


図 18. C_6F_6/C_5F_8 混合プラズマによる CF_x 混合膜の赤外吸収スペクトル [29].

3.5 輸送過程

3.5.1 拡散

ラジカルなどの反応活性種は、基板や側壁の表面で吸着されて消滅する確率が高く、表面に向かってその密度が小さくなる。従って、拡散によってバルクプラズマから表面に向かう流れが生じる。表面での付着確率 β は、それぞれの活性種の反応性に依存するため、空間分布やフラックスも β に依存する。通常は、安定分子は表面で吸着しないため、その空間分布は一様になる。プラズマ中での分解速度が拡散による均一化よりも速い場合には、解離の生じている領域において密度が減少するという現象が見られる。

3.5.2 ドリフト

イオンについては、電荷中性条件を満たすように、イオンと電子の拡散速度は等しくなり、壁面や浮動電位にある基板への輸送は、両極性拡散によって支配されている。しかし、薄膜形成では、基板にバイアスが印加されたり、自己バイアスがかかる電極上に基板が設置されていたりすることが多い。そのような場合には、基板表面付近に大きな空間電荷領域が形成され、イオンはそこに形成された電界によってドリフトし、表面に衝突する。バイアスの周波数が DC から kHz くらいまでは、重いイオンでも追従するため、各種周波数のバイアスが利用されている。MHz になると追従するのは電子のみであり、イオンの輸送は拡散だけに支配される。

強いバイアスは、成膜と逆のスパッタリングを招くが、旨く活用したものに、イオンの入射角依存性を旨く利用してトレンチへの埋め込みに使われるバイアス CVD という方法がある [31,32]。スパッタリングはイオ

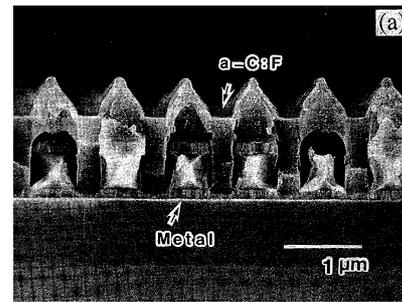


図 19. a-C:F 膜のトレンチへの成膜時にバイアスをかけてギャップフィリングを行った例 [30].

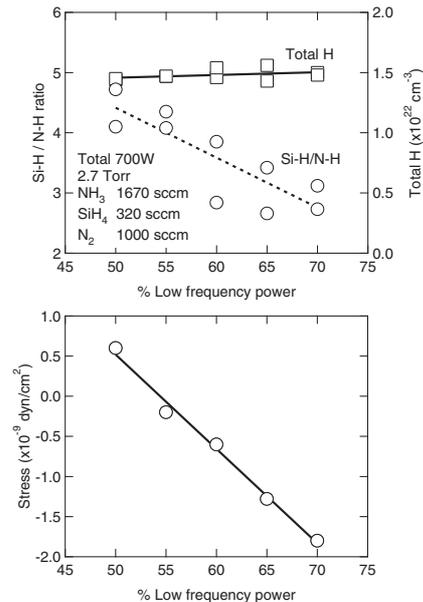


図 20. Dual frequency 方式によって SiN 膜のストレス緩和を行った例 [33].

ン入射角適度に傾いているときに最も効率がよい。これを活用すると、トレンチをコンフォーマルに成膜できずに図 2 のように出っ張ってくる部分を選択的にエッチングすることができ、最終的にトレンチを図 19 のように空隙無く埋め込むことができる [30]。最後に残る三角の突起が特徴であり、これについては、多少古いエッチバックや最近の CMP 等で取り除くことになる。

また、SiN 系ではストレス制御が重要な課題であったが、低周波バイアスを印加して重いイオンを揺さぶり、適度な成膜表面への衝撃を与えることにより、成膜表面の化学結合に影響を与え、図 20 のように基板温度や投入電力とは独立に緻密度や膜ストレスを可変することができる [33]。

3.5.3 移流

プラズマ CVD では、必ずガスの導入口から排気口までの間の流れというものがあ

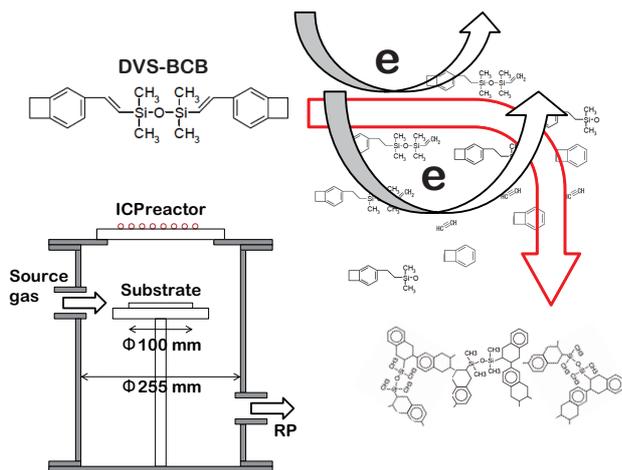


図 21. DVS-BCB と ICP プラズマ CVD 装置を用いた有機・無機ハイブリッド膜堆積装置と多段階解離の模式図。

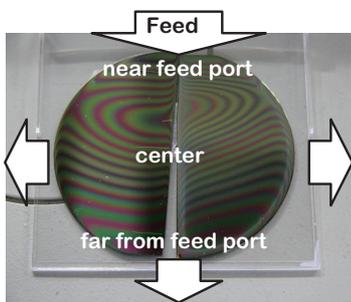


図 22. 流れに沿って生じた薄膜の膜厚分布。干渉縞によって膜厚分布がわかる。

内分布に影響を及ぼす。例えば、平行平板型でシャワーノズルが利用されるのは、この面内分布を均一化するのが目的である。ここでは、もしも、そうした工夫をしなかった場合には、チャンパー内の気相化学種の密度がどのようになり、成膜結果にどのような影響を及ぼすかを見てみよう。

対象とするのは、すでに紹介した比較的大きな分子構造を有する有機シラノール系のモノマーを原料とした SiOC 膜の堆積プロセスである。具体的には、図 21 に示したような DVS-BCB と呼ばれる原料を用いたプロセスである。原料分子のサイズが大きいと、電子衝突解離によって生成されたものも、まだかなりの原子数をもつ巨大分子となる。従って、その生成物が容器内に永くとどまるような長い滞在時間の場合には、その生成物の電子衝突解離の頻度が親ガスの電子衝突解離の頻度と比較して、無視できなくなる。即ち、多段階解離が生じる。

図 22 は、このような状況で成膜したときに、膜厚分布が生じた結果を示している。膜厚のみならず、膜の組成や電気的特性までもが、図 23 に示したように、面内

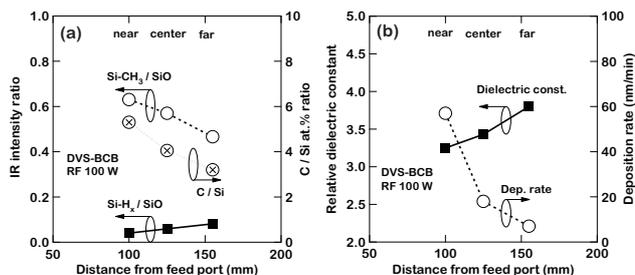


図 23. 堆積された膜の組成、誘電率、成膜速度の堆積位置依存性。

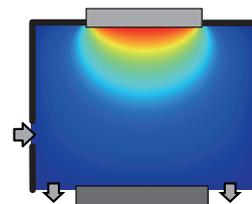


図 24. 二次元シミュレーションに用いた電子密度分布。

で分布を持つことになる。

図 24 は、こうした問題を解析するために行ったチャンパーのモデル図である。上部に石英窓があり、ICP によって窓近傍に放電が誘起されるものである。そのため、窓近傍から内部に向かって同図のような電子密度の分布を想定している。原料はチャンパーの側壁から供給され、排気はウェハホルダとチャンパーの側面の間からなされる。

多段階解離を模擬する原料分子としては、同様のシラノール系で、最も構造が簡単な HMDSO を対象としている。目的とする薄膜は、 CH_3 と SiO を併せ持つ誘起・無機ハイブリッド膜であり、低誘電率の SiOC 膜を形成するプロセスである。現象を単純化するために、1 回の解離で三つの CH_3 がはぎ取られるとしている。このように想定した場合の気相化学種の密度の零次元時間発展は、化学工学の教科書によく見かける図 25 のようになる。

このような電子密度分布と原料の解離過程を仮定し

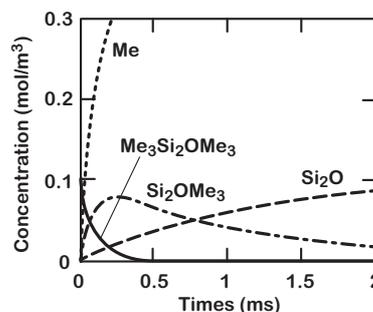


図 25. 多段階解離生成物密度の零次元時間発展の様子。

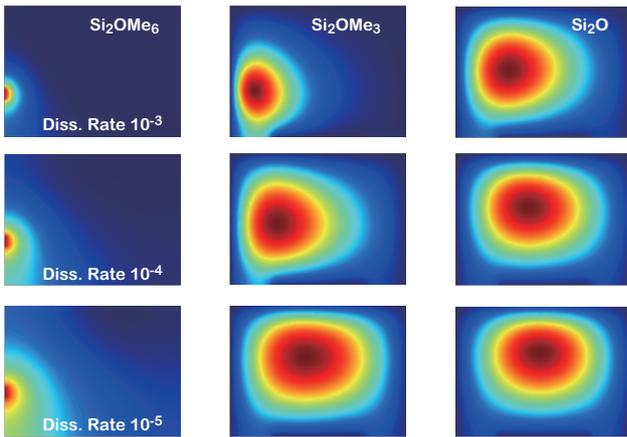


図 26. 親ガス分子ならびに多段階解離生成物の定常状態での空間分布。

て計算したチャンパー内の化学種密度の空間分布が図 26 である。解離度が 10^{-3} の場合には、 CH_3 を含んだ前駆体の密度が、ガス導入口から遠いところで、枯渇していることがわかる。一方、多段階解離の後半に生成される CH_3 が完全に取り去られた前駆体は、比較的広い範囲に分布していることがわかる。このため、ガス導入口に近い部分では、 CH_3 を多く含む膜が形成されるが、遠方にゆくほど、 CH_3 の少ない前駆体が成膜に寄与することになる。遠方の方が誘電率が高くなるのは、このためである。このとき、解離度を一桁か二桁減少させると、同図のように、 CH_3 を含む前駆体と SiO のみの前駆体の分布がおおよそ同様の分布になる。当然ながら、低解離度になれば、成膜速度の絶対値が落ちることになるため、堆積速度を維持するためには、放電が可能な圧力範囲で原料供給量の増量が必要となる。

3.6 表面反応過程

3.6.1 下地との相互作用：吸着・マイグレーション

最終的な薄膜形成は、基板表面へ輸送されてきた反応活性種が表面に付着して固体の一部となることによって進行する。表面に飛来してから膜として取り込まれるまでには、図 6 に示すような過程を経るが、その概要を以下に述べる。

飛来してきた活性種の一部 $(1 - \beta)$ はそのままの形で反射されるが、残りの β 部分は表面に吸着されて、その後の反応に関わってゆく。吸着の形態としては、分極に起因する比較的弱いファンデアワールス力による物理吸着と、解離を伴って表面と化学結合を形成する化学吸着の二種類に分類され、後者の方が強固な吸着である。どちらの場合も、基板温度が高いことによってその結合

状態を一旦脱することができる場合には、図 27 のように表面上をマイグレーションする。その最中に吸着種同士が会合して安定分子として脱離、または単独で脱離するなどの過程がある。これらを逃れたものが下地との結合に至る。

なお、反射やマイグレーションは前駆体だけで決まるものではなく下地にも依存する。a-Si:H の場合には、前駆体の SiH_3 が反応性が低く、かつ最表面の Si のダングリングボンドがほとんど H で終端されていることで、反射やマイグレーションが起こっている。ダングリングボンドが全面むきだしの表面に飛来すると、 SiH_3 であっても着地後すぐに化学吸着をする。

一般に、吸着種は安定なサイトに補足されるか、活性なサイトや他の吸着種と遭遇して、反応するまで表面をマイグレーションしている。適度に高い基板温度の設定や、イオン衝撃などによってマイグレーションを支援することにより、より安定な場所や状態で結合を形成するため、堆積される膜の特性は「良く」なる。

化学吸着可能なサイトにはダングリングボンドが必要であるが、a-Si:H の場合には、その生成は同じく SiH_3 が行き、自身は SiH_4 となって気相に戻る [34]。以上のような様子を絵にしたものが図 28 である。なお、プロセスによっては、この役割を適度なイオン衝撃が担っている場合もある。

3.6.2 隣どうしの相互作用：クロスリンク

プラズマ CVD における成膜前駆体の多くは、原子の状態まで粉碎されておらず、水素、ハロゲン、各種有機基を伴ったままで表面に飛来する。そのため、これらの付随元素が全く不要な場合は、これらが脱離させる必要がある。a-Si:H の場合、適度な温度が与えられると、化学吸着を行った後も、隣り合った表面層内の Si-H 同士がクロスリンクということが起こる。このとき、H は H_2 となって脱離し、Si は Si-Si 結合を形成して、三次元的なネットワークの形成に進展する。この様子を高感度反射型赤外吸収分光法によってその場計測した結果が図 29 である [35]。同図から解るように、低温堆積中には表面の水素は高波数側の Si-H₃ 結合がメインであるが、基板温度が高くなるに従って Si-H₂、Si-H となっている

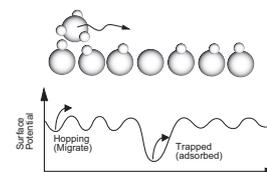


図 27. 表面マイグレーションと吸着サイト。

ことがわかる。

同図中の実線は堆積中のその場観察結果であるが、点線は堆積が終了した後にプラズマを OFF して計測をおこなったものである。点線のスペクトルと実線とを比較すると、430°C 以下では、放置してもスペクトル形状が変化しないのに対し、それ以上の温度で放置すると水素が熱的に脱離するため、Si-H 結合のピークは消滅する。即ち、温度領域では、表面がダングリングボンドむき出しの状態になっている。このような状態で SiH₃ が飛来すると、前節で述べたように、SiH₃ がマイグレーションすることなく吸着し、膜の特性（例えば結晶性等）が悪くなる [36]。

3.6.3 表面反応性と段差被覆

成膜前駆体と表面との反応性の違いは成膜時の段差被覆形状を左右する。トレンチカバレッジ法による付着確率の計測はこの現象を利用したものである。図 30 はトレンチ構造を有する表面上に付着確率の異なるラジカルが飛来したときの被覆形状である [37,38]。本稿の冒頭で、すでに同様のことを述べたが、ここでは、具体的な付着確率と形状の関係が示されている。付着確率の高い前駆体の場合 ($\beta \approx 1$) には、表面に斜め入射した前駆体が開口部側壁ですぐに吸着し、トレンチの底まで到達しないために、図のような被覆形状となる。これに対し、付着確率が低い場合 ($\beta \approx 0.1$) には、開口部側壁に飛来しても一回の着地では吸着せず、何度かトレンチ側壁と反射した後に吸着するため、トレンチの底まで均一に被覆できるのである。成膜するためには、 $\beta = 0$ は無意味

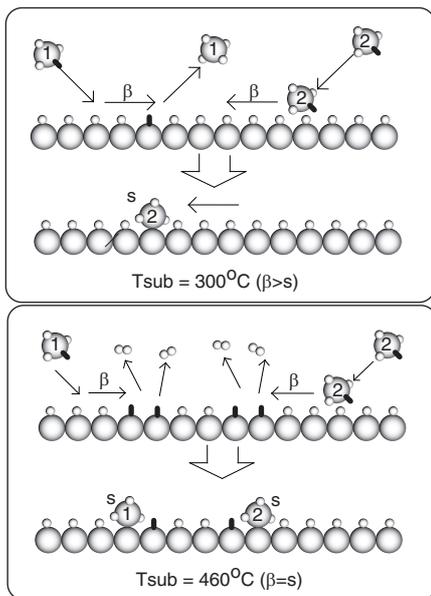


図 28. SiH₃ ラジカルによる a-Si:H 成膜過程の説明図。

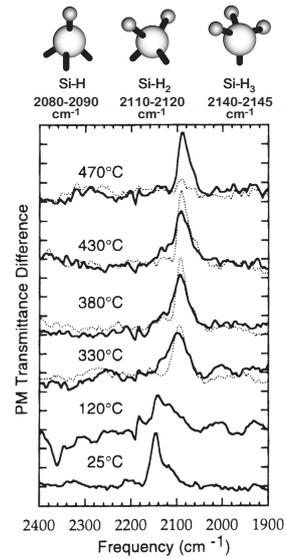


図 29. a-Si:H 堆積表面の Si-H_n 結合の基板温度依存性。

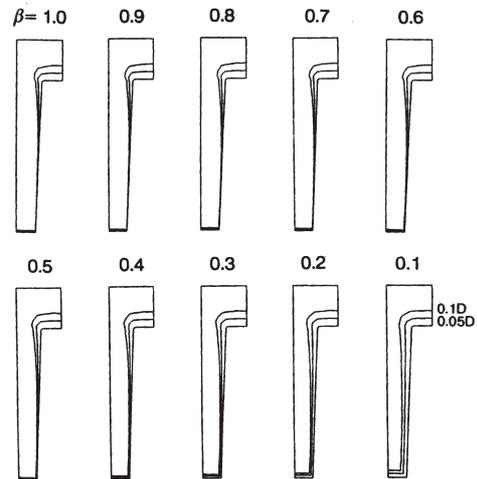


図 30. トレンチ被覆形状の付着確率依存性。

であるが、 $\beta \approx 0.1$ 程度の成膜前駆体が寄与するプロセス実用上は望ましい、ということがわかると思う。

付着確率は、前駆体の反応のしやすさに依存するが、表面との相互作用であるため、表面の反応性にも依存する。通常、未結合種（ダングリングボンド）を有する前駆体は、表面上の原子と結合する能力を有していると考えられるが、その付着確率は表面にもダングリングボンドが露出しているかどうかで大きく変わる。

4 まとめ

プラズマ CVD の全体像を理解するために必要な素過程に関する説明を行った。プラズマ CVD 法では、チャンバーに供給した原料ガスの放電ができれば、その内部

のメカニズムの複雑さとは裏腹に、比較的容易に薄膜を成膜することができてしまう場合が多い。そのため、実用に主眼を置いたプロセス開発では、操作可能なパラメータをいろいろと変えて成膜し、薄膜の物性が目的とするレベルに達するように努力する、という作業に陥ることが多い。そこには「プロセスを設計する」という考え方は生まれてこない。確かに、新規な原料で成膜する際には、その原料に関する電子衝突断面積などの情報は全くと言ってよいほど無いので、一生懸命に計算したり、文献を探したりする暇があったら、さっさと実験した方が早い、というのも正論である。ただ、その際に、そのまま適用できるかどうかは不安だが、本稿に述べたようなメカニズムを多少頭に描きながら、パラメータの変え方を考えて頂ければ、何を期待してそのパラメータを変えているのかが明確になり、同じ実験結果からでもより多くのことを学べるのではないかと思う。本稿が読まれた方にとってプラズマ CVD を理解し使いこなすための一助になれば幸いである。

参考文献

- [1] V. M. Dubin, Y. Shacham-Diamand, B. Zhao, P. K. Vasudev and C. H. Ting: *J. Electrochem. Soc.* **144** (3) (1997) 898.
- [2] J. M. Steigerwald, S. P. Murarka and R. J. Gutmann: *Chemical Mechanical Planarization of Microelectronic Materials* (Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2004).
- [3] M. Ohring: *Materials Science of Thin Films 2nd Ed.* (Academic Press, San Diego, CA, USA, 2002).
- [4] 井上泰志, 高井治: *プラズマ・核融合学会誌* **76** (2000) 1068.
- [5] 長田義仁, 入山裕, 高瀬三男, 山田勝幸, 鏡好晴: *低温プラズマ材料化学* (産業図書, 東京, 2002).
- [6] 堤井信力, 小野茂: *プラズマ気相反応工学* (内田老鶴圃, 東京, 2000).
- [7] 市川幸美, 佐々木敏明, 堤井信力: *プラズマ半導体プロセス工学* (内田老鶴圃, 東京, 2003).
- [8] 松田彰久: *応用物理* **68** (1999) 57.
- [9] 松田彰久: *プラズマ・核融合学会誌* **76** (2000) 760.
- [10] A. Matsuda: *Jpn. J. Appl. Phys.* **43** (12) (2004) 7909.
- [11] M. Tsuda, S. Oikawa and K. Sato: *J. Chem. Phys.* **91** (1989) 6822.
- [12] G. J. M. Hagelaar and L. C. Pitchford: *Plasma Sources Sci. Technol.* **14** (2005) 722.
- [13] A. Kono, N. Koike, H. Nomura and T. Goto: *Jpn. J. Appl. Phys.* **34** (1995) 307.
- [14] B. Drevillon, J. Huc, A. Lloret, J. Perrin, G. de Rosny and J. P. M. Schmitt: *Appl. Phys. Lett.* **37** (1980) 646.
- [15] I. Haller: *Appl. Phys. Lett.* **37** (1980) 282.
- [16] G. Turban, Y. Catherine and B. Grolleau: *Thin Solid Films* **67** (1980) 309.
- [17] F. J. Kampas and R. W. Griffith: *Solar Cells* **2** (1980) 385.
- [18] T. Hamasaki, H. Kurata, M. Hirose and Y. Osaka: *Appl. Phys. Lett.* **37** (1980) 1084.
- [19] A. Matsuda, K. Nakagawa, K. Tanaka, M. Matsumura, S. Yamasaki, H. Okushi and S. Iizima: *J. Non-Cryst. Solids* **35-36** (1980) 183.
- [20] J. P. M. Schmitt, P. Gressier, M. Krishnan, G. de Rosny and J. Perrin: *Chem. Phys.* **84** (1984) 281.
- [21] Y. Matsumi, T. Hayashi, H. Yoshikawa and S. Komiya: *J. Vac. Sci. Technol. A* **4** (1986) 1786.
- [22] K. Tachibana: *Mater. Sci. Technology B* **17** (1993) 68.
- [23] C. Yamada and E. Hirota: *Phys. Rev. Lett.* **56** (1986) 923.
- [24] N. Itabashi, K. Kato, N. Nishiwaki, T. Goto, C. Yamada and E. Hirota: *Jpn. J. Appl. Phys.* **27** (1988) L1565.
- [25] K. Tachibana, T. Shirafuji and Y. Matsui: *Jpn. J. Appl. Phys.* **31** (1992) 2588.
- [26] T. Shirafuji, S. Nakajima, Y. F. Wang, T. Genji and K. Tachibana: *Jpn. J. Appl. Phys.* **32** (1993) 1546.
- [27] T. Shirafuji, K. Tachibana and Y. Matsui: *Jpn. J. Appl. Phys.* **34** (8A) (1995) 4239.
- [28] T. Shirafuji, Y. Miyazaki, Y. Nakagami, Y. Hayashi and S. Nishino: *Jpn. J. Appl. Phys.* **38** (1999) 4520.
- [29] T. Shirafuji, A. Tsuchino, T. Nakamura and K. Tachibana: *Jpn. J. Appl. Phys.* **43** (2004) 2697.
- [30] K. Endo, T. Tatsumi and Y. Matsubara: *Jpn. J. Appl. Phys.* **35** (1996) L1348.
- [31] G. C. Smith and A. J. Purdes: *J. Electrochem. Soc.* **32** (1985) 2721.
- [32] 前田和夫: *VLSI と CVD* (横書店, 東京, 1998).
- [33] C. W. Pearce, R. F. Fetcho, M. D. Gross, R. F. Koefer and R. A. Pudliner: *J. Appl. Phys.* **71** (1992) 1838.
- [34] A. Matsuda and K. Tanaka: *J. Appl. Phys.* **60** (1986) 2351.
- [35] 豊島安健: *電子技術総合研究所研究報告* **979** (1996) 38.
- [36] A. Matsuda, K. Nomoto, Y. Takeuchi, A. Suzuki, A. Yuuki and J. Perrin: *Surf. Sci.* **227** (1990) 50.
- [37] J. G. Shaw and C. C. Tsai: *J. Appl. Phys.* **64** (1988) 699.
- [38] A. Yuuki, Y. Matui and K. Tachibana: *Jpn. J. Appl. Phys.* **28** (1989) 212.

国際会議報告

4th International Conference on Plasma Nanotechnology and Science (IC-PLANTS 2011) 報告

名古屋大学 プラズマナノ工学研究センター(PLANT) 石川健治

本国際会議は「プラズマナノテクノロジー」、「大気圧プラズマとバイオテクノロジー」をトピックスとして、2011年3月10日(木)から12日(土)までの3日間こわたり、77件の発表(うち招待9件)、93名(韓国7名、他外国9名、日本77名)の参加者が集まり盛会となりました。なお、開催期間中には東日本一帯を巨大地震が襲い、招待講演者として予定していた東北大学の金子先生ほか参加できない方がおられましたこと、この場を借りて、被害を受けられた皆様に心よりお見舞い申し上げます。

大気圧プラズマをもちいた応用は盛んに研究されており、今回はChabert 教授(Ecole 理工科大)からArのマイクロプラズマのモデリング、Boswell 教授(ACT)から誘電体バリア放電形式の大気圧プラズマ、堀勝教授(名大)より60Hz商用電源駆動の大気圧プラズマ、Graham 教授(Queen's 大)より液体プラズマ、Kong (Loughborough 大)より生体へのプラズマ照射について講演いただきました。生体への応用についてはプラズマ活性種が表面に相互作用することからはじまって、薬理作用などの生体側の反応システムの理解が欠かせません。このような難しい問題に対して、今後の発展に向けて、ますます学際融合領域こわたり有益な議論と情報交換が必要で有り、その一端がなされました。

ナノ材料面へのプラズマ応用に関しては、プラズマ装置面から、Lee 教授(釜山大)より450mm ウェハ装置、Ganachev 博士(芝浦メカトロニクス)よりマイクロホロー放電こわりの講演いただきました。他にも最近の話題として、Ropcke 教授(INP)から量子カスケードレーザーを光源とする赤外レーザー吸収分光、宮崎教授(名大)より水素プラズマのGe デバイス作製への応用、Booth 教授(CNRS)より微結晶シリコン製膜時のバイアス印加、白谷教授(九大)よりアルミニウム添加酸化亜鉛



(AZO) 製膜 熊谷准教授(豊田工大)より紫外線効果レジストによる微小ミラー(MEMS)作製こわいて講演いただきました。

プラズマの理論解析に関しては、Bartschat 教授(Drake 大)より原子のイオン化・励起こわいの最新の計算結果、Petrovic 教授(Belgrade 大)から気体のタウゼント放電の現象論的記述こわいの講演いただきました。

学生から津田君(京大)より塩素エッチングの三次元形状シミュレーション、萩野君(名大)よりエタノール気液プラズマによるナノ炭素材料合成の取り組みの講演がありました。

プラズマを理解して活用する、工学的な立場で理解を推進するには、やはり世界の研究者との協力が欠かせなく、今後ますますプラズマの応用範囲の広がりを模索しつつ、プロセスプラズマ研究の総力を挙げた取り組みが期待されます。

本会議の様子はホームページ(*)も参考にしてください。次回の2012年の開催も予定されていますので、プラエレ分科会会員の皆様の参加を心よりお待ちしております。

*<http://www.plasma.engg.nagoya-u.ac.jp/IC-2011/highlight.html>

国際会議報告

3rd International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2011)

中部大学 中村 圭二

ISPlasma は、文部科学省の支援を受け、東海広域ナノテクものづくりクラスター事業の一環として、当地域に国際競争力を有する先進プラズマナノ科学研究拠点を形成するために2009年から毎年開催されている国際会議で、今回はその3回目として、2011年3月6日から4日間にわたり、名古屋工業大学にて開催された。当該会議では、プラズマ分野で長い歴史と研究実績を有する東海地域に世界中から優れた研究者が集い、先進プラズマ科学、窒化物半導体とナノ材料への応用、産業界への技術移転の仕組み作りについて広く議論するとともに、最新の研究成果を発表および討議した。主な関連する分野としては以下のとおりである。

- (1) プラズマ科学・・・先進プラズマ・表面診断／シミュレーションとデータベース／エッチングプロセス／成膜プロセス／プラズマを利用した太陽電池／フレキシブル先進プラズマ技術
- (2) 窒化物半導体・・・GaN および関連材料の結晶成長／窒化物MBE成長／評価技術／デバイスプロセス／電子デバイス／光デバイス
- (3) ナノ材料・・・ナノカーボン材料／ポーラス材料／充電式リチウムイオン電池／表面改質／表面機能化／コンポジット／傾斜機能材料／ナノパーティクル
- (4) プラズマ科学、窒化物半導体およびナノ材料のインテグレーション・テクノロジー
- (5) 産学官連携
プラズマを中心としてその応用分野の窒化物

やナノ材料分野を同時期に議論できることから、数多く国際会議がある中で、プラズマを中心とする異分野交流の国際会議として認知されつつあり、会議全体の参加者数は782名にのぼった。この参加者数はプラズマ関連の国際会議としては、かなり大きな部類に入るものと考えられる。また発表件数は全体で443件であり、その内訳としては、基調講演等32件、招待講演等6件、一般口頭発表30件、ポスター発表371件であった。またそれらの内、海外からの発表は、全体のおよそ半分弱程度にあたる214件であり、韓国・台湾・中国などのアジアを中心に、海外における本会議の知名度が徐々に高まりつつある。

まず本会議を方向付けるものとして、豊田工業大学・榊裕之氏により"From Superlattices to Quantum Dots: Roles of Nanostructures in Advanced Electronics and Photonics"が特別講演として、またCambridge University・John Robertson氏により"Applications of Carbon Nanotubes Grown by Chemical Vapor Deposition"が基幹講演として行われた。前者では、エレクトロニクスおよびフォトニクス分野における量子井戸や超格子構造の効果とそれを用いた様々なデバイスへの応用について述べられ、また後者では、超LSIデバイスにおけるビアホールを介した配線構造を形成する上でカーボンナノチューブが有用であり、その成長におけるCVDプロセスの重要性が示された。

次に、本会議で最も特徴的な異分野融合の目玉として、2つのパネルディスカッションが行われた。

第1のパネルディスカッションは窒化物半導体デバイスとプラズマプロセスとの関わりに焦点を当て、「先進プラズマ技術の窒化物半導体への応用II」(モデレータ：立命館大学・名西博之氏)である。その内容は前回のISPlasma2010でも取り上げられたが、熱い議論が交わされ大変好評を博したことから、その第2弾として今回も企画された。議論の中では、窒化物半導体プロセスにおけるプラズマ技術の役割が二つに整理された。1つ目の役割は、窒化物半導体結晶を用いて光あるいは電子デバイスを作成する際に必要となる、エッチング加工形状の形成・修飾技術である。窒化物半導体は従来の半導体材料に比べて硬く化学的エッチング手法が使えないため、プラズマによるエッチングが不可欠という指摘である。それを受け、プラズマエッチングで発生する結晶欠陥を分析し、その特性と濃度を測定評価する方法について報告された。またこの欠陥発生を抑制するためには、欠陥評価と同時にプラズマの制御が必要であり、評価およびプラズマ処理の最適化によって欠陥発生の抑制が期待されることが示された。2つ目の役割は、プラズマを使った窒素原子ラジカルの高濃度生成技術である。これは窒化物半導体結晶を成長する際に非常に重要なものであり、従来の窒素原子ラジカル密度よりも10倍以上の発生効率を有し、ラジカル源として有用であることが示された。これは特に一般照明用高効率発光デバイスへの応用が期待される。一方で、今後さらなる量産性の向上により、電子デバイスの作製へ実用展開を行う上では、プラズマ源の大型化などが課題として示された。

第2のパネルディスカッションは、産学官連携に焦点をあてたもので、「オープンイノベーションによる先進プラズマナノ科学拠点形成を目指して」(モデレータ：小竹暢隆(名古屋工業大学)と題して行われた。この内容については、一般の人にも幅広く聴講できるように、それに関連ある講演も含めた産学官連携セッション全体を参加費無料とするとともに、同時通訳をつけることでより深く内容を理解できるような配慮がなされた。特に印象的であったのは、W. Vandervorst氏により述べられたIMECの例が印象的であった。周知のとおり、IMECは数十名ほどの規模でスタートし、その後、30年ほど経過した現在では2000名近い大きな組織に成長している。その成功には様々な要因があるが、大学と産業界の中間に位置し、大学と産業界を結びつけるという役割に徹していること、そして、アイデアを持った質の高い優秀な人材、様々な大学および企業とのグローバルなパートナーシップ、差別化するためのユニークなインフラ、明確に位置付けられたクリアな研究に裏打ちされた高いクオリティなどの重要な要素が相まって、今日のIMECの成功をもたらされたとの認識が示された。この他にも、行政の役割、ジャーナリストの目、人材教育など、様々な観点から拠点のあり方について議論され、充実した討論が行われた。実際に、参加者の内訳としては、大学などの研究機関のほかに、企業、行政等からも多くの参加者があり、その意味で本パネルディスカッションは有意義であったものと考えられる。

今回のISPlasma2012は中部大学(愛知県春日井市)2012年3月4日～8日で開催される見込みである。

国内会議報告

第7回 プラズマ新領域研究会

(於金沢大学自然科学研究棟本館)

東京大学 神原 淳

第7回プラズマ新領域研究会が「プラズマプレー技術の進展」と題して、平成22年11月30日に、金沢大学で開催されました。

Plasma spray は一般にプラズマ溶射と訳されますが、「気相、液相、或いは固相状態の物質を、様々なプラズマ中に連続的に注入し、物理的・化学的に形体・状態を変化させて噴霧することを基本とするプロセス」と見なせば、學術の側面からも関連分野は格段に広がり、新規技術と呼ばれるに相応しい展開も期待されます。そこで、より広義に「流れを持ったプラズマ源とその様々な技術展開」とみなし、これらの分野での最近の研究に関わる講演を通じて、本技術の将来の進展の方向性・可能性を探る事を目的に本研究会を企画致しました。

講師にはトロント大学のJ. Mostaghimi 教授をはじめ関連分野でご活躍の6名の研究者の方々をお招きしました。講演並びにその後の討論も英語にて行われましたが、大変に有意義な議論が交わされました。海外留学生の5名を含む多く、参加者総勢25名を数え、盛況のうちに講習会を終えることができました。講師の先生方をはじめ、参加者の皆様にはこの場を借りて深く御礼申し上げます。

最後になりましたが、金沢大学での開催をご快諾頂き、本研究会開催に大変に御尽力を頂きました金沢大学 田中康規先生に篤く御礼を申し上げます。また研究会運営にご協力くださいましたプラズマエレクトロニクス分科会関係各位、ならびに応用物理学会事務局の皆様には御礼申し上げます。

- スケジュール (敬称略) -

11月30日 (火) 13:00-17:00

1. 13:00-13:30

トロント大学 ジャバッド モスタギミ

Toronto Univ., Prof. Javad Mostaghimi

2. 13:30-14:00

金沢大学 田中 康規

Kanazawa Univ., Prof. Y. Tanaka

3. 14:00-14:30

豊橋技術科学大学 滝川 浩史

Toyohashi Univ. Technol., Prof. Takikawa

4. 14:45-15:15

東京工業大学 野崎 智洋

T. I. T., Prof. T. Nozaki

5. 15:15-15:45

大阪大学 田中 学

Osaka Univ., Prof. M. Tanaka

6. 15:45-16:15

東京大学 神原 淳

Univ. Tokyo, Prof. M. Kambara

16:20-17:00 研究室見学 (Lab tour)

担当幹事：堀勝 (名古屋大学)、仲村恵右 (三菱電機)、伊藤剛仁 (大阪大学)、佐藤岳彦 (東北大学)、八木澤卓 (慶應義塾大学)、内田儀一郎 (九州大学)、松浦寛人 (大阪府立大学)、神原淳 (東京大学)

以上

国内会議報告

第25回光源物性とその応用研究会報告

北海道職業能力開発大学校 吉野正樹
愛媛大学 神野雅文

第25回光源物性とその応用研究会が、2011年1月19日(水) 千葉工業大学津田沼キャンパス新1号棟において、応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会および照明学会光の発生・関連システム研究専門部会の主催、照明学会光放射の応用・関連計測研究専門部会並びに千葉工業大学先端放電プラズマ研究センター平成20年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業先端放電プラズマの基礎と応用の共催により開催された。

本年度は地方開催の検討も行われたが、従来より遅い開催となったことに加え講演者や参加者のアクセス等を考慮し前年度に引き続き関東圏での開催となった。

午前には千葉工大先端放電プラズマ研究センターの研究基盤形成支援事業の成果報告会が開催された。

研究会は午後の開催で、冒頭、LEDなどの新しい光源を含めた、照明器具の広い視点からの共通の尺度に基づく総合的な評価法に関する提案が行われた。

高圧放電ランプのマイクロ波点灯に関する研究報告では、自動車用メタルハライドランプに適用した場合の評価解析により高効率のHIDランプの設計に寄与できることが示された。

水銀フリーを目標としたキセノン冷陰極蛍光ランプの光束向上において、外部電極を設けたバリス点灯方式の工夫により70%の改善結果が報告された。

エキシマランプの効率改善を目的に、キセノン誘電体バリア放電に高周波を用いた場合の放電特性をシミュレーションにより解析し、低電力密度下の放電形態や特性が明らかになった。

PDPやエキシマランプなどに応用される誘電体バリア放電について、複数の誘電体による放電開始電圧の高周波数関連性や二次電離係数の実験による決定と検証結果が報告された。

以上6件の興味深い講演発表が行われ、参加者29名のもと、何れも時間を超えて活発な質疑応答が行われた。なお、研究会資料は照明学会光の発生・関連システム研究専門部会より入手

可能である。

会場準備、講演資料集印刷、受付等にご尽力いただいた千葉工大の伊藤先生、鈴木先生ならびに同研究室の学生の皆さんに厚く御礼申し上げます。

第25回光源物性とその応用研究会

1. 持続可能な発展に必要な光源としてのLEDにフォーカスしたLCI試算

藪本周邦 (分析工房株),
八田章光 (高地工科大学),
神野雅文 (愛媛大学),
服部寿 (照明学会)

2. 高圧マイクロ波放電とその応用

神藤正士 (静岡大学),
Jan Husarik, Martin kral (プラズマアプリケーションズ)

3. バリア放電の併用によるキセノン冷陰極蛍光ランプの光束向上

本村英樹, 岡浩司郎, 曾我部暢, 神野雅文
(愛媛大学)

4. エキシマランプ用高周波駆動キセノンバリア放電の数値シミュレーション

小田昭紀 (名古屋工業大学),
明石治朗 (防衛大学校)

5. 圧電トランスを用いた小型Xe2*エキシマランプの真空紫外光放射特性

寺西研二, 杉森茂宏, 下村直行 (徳島大学),
伊藤青雄 (千葉工業大学)

6. 誘電体電極の二次電離係数と蓄積電荷

鈴木進, 関澤崇, 伊藤青雄 (千葉工業大学),
柏木康秀 (木更津工業高等専門学校)

国内会議報告

第3回先端プラズマ技術セミナー／第29回プラズマが拓くものづくり研究会（プラズマ技術講習会）報告

名古屋大学 プラズマナノ工学研究センター（PLANT）石川健治

本会議は2011年4月28日（木）に名古屋大学野依記念学術交流館において137名の参加者が集まり盛会となりましたので報告いたします。

開会の辞をプラズマ技術産業応用センター（PLACIA）・久米道之センター長とプラズマ協議会・池上英雄会長より、ご挨拶いただきました。本研究会（PLAM）を活用される企業の方々が年々増えていることは喜ばしいことです。引き続き4講師を迎えたセミナーとなりました。

佐藤徳芳名誉教授（東北大学）より「プラズマ应用到重要なプラズマ生成・制御」と題して、ダイヤモンド成長やダスト収集などを例に挙げ、プラズマの電子温度やプラズマ電位がどのように影響するか、について詳細にご教授いただきました。

近藤伸一教授（岐阜薬科大学）より「プラズマを利用したバイオアプリケーション」と題して、在宅医療などに向けたバイオチップにおけるプラズマ利用について講演いただきました。チップの表面に酸無水和物（マレイン酸）をプラズマ架橋により収着後、その加水分解によりカルボキシル基を固定した持続性表面の作製技術、さらにその表面にオリゴDNAの固定化、この延長からバイオメタリック・アプローチとなる細胞壁を模擬する「リン脂質」の表面固定化・構築方法について紹介いただきました。

橋邦英名誉教授（大阪電気通信大学）より「高密度媒質中でのマイクロプラズマの生成と応用」と題して、大気圧下で生成する気相と液中のプラズマについて、ご教授いただきました。誘電体バリア放電（DBD）のガス種依存など、電離係数と電界の関係による説明から始まり、ミリ波透過法による電子密度の計測結果、プラズマジェットを例に挙げ、放電の時間分解計測の結果から発光部位が気流に沿って見かけ上移動していく様の説明、またこのジェットの特性を活かした有機シラン（TEOS）をもちいたシリコン酸化膜の製膜技術 [1]。他にも放



電の面積積化方法として、被覆電線を織物（ファブリック）にしてプラズマを生成する装置 [1] や、水中でのガス注入バブル内放電の発生についても紹介していただきました。バブル形成するガス種の違いと周囲の水に係わる発光線の変化に興味もたれていました。

松田章久教授（大阪大学）より「プラズマプロセスと太陽電池」と題して、薄膜シリコン太陽電池の動作原理は始まり、発電効率を与える材料欠陥（不純物）の影響について、専門分野であられるモノシランプラズマの電子エネルギー分布と気相反応によるラジカル生成過程、そのラジカルの表面反応について解説いただきました。プラズマの活用分野をみると、活性種の量を必要とする洗浄・切削などには大気圧プラズマ、悪く言うと力任せで行う面と、製膜やエッチングなどでは化学的な選択性が必要となる、制御を必要とする面もあり、この達成にはインテリジェントプラズマプロセッシングが期待されています。

今後ますますプラズマの応用範囲の広がりを模索しつつ、プラズマ応用の発展が期待されます。なお、本研究会ホームページ(*)は以下となります。

* <http://www.nipc.city.nagoya.jp/placia/plam.html>

参考文献

[1] 橋邦英「大気圧マイクロプラズマ」静電気学会誌 33, 61 (2009).

行事案内

2011 年秋季 第 72 回 応用物理学会学術講演会 シンポジウム グリーン・ライフイノベーションに向けたプラズマプロセス 応用技術とその展望

東北大学 金子 俊郎

2010 年 4 月に出版された「プラズママップ」では、プラズマテクノロジーの時空間スケール及び応用分野に関して幅広いトピックが取り上げられています。しかしながら、個々の適用先でのプラズマの優位性や今後の展望などは、異なる分野に属していますと必ずしも知れ渡っているとは限らないのが現状であります。従いまして、この「プラズママップ」に取り上げられているプラズマテクノロジーのトピックについて、プラズマを利用しない他の競合技術と比較した際のプラズマを利用することの優位性、今後の展望などを、それぞれのトピックに携わっておられる先生方にご紹介頂き、その分野でのプラズマプロセスの発展、新しいフロンティアを開拓するテクノロジーの可能性を議論することは極めて有意義であると思われま

す。特に、プラズマ医療・滅菌、熱プラズマによる省エネルギー生産技術、大気圧プラズマによる創エネルギーデバイス作製技術等はライフイノベーションおよびグリーンイノベーションに関わる最新のトピックであり、その分野でのプラズマプロセスの発展、新しいフロンティアを開拓するテクノロジーの可能性を議論することで、今後のグリーン・ライフイノベーションの将来展望を描くことができ、これを本シンポジウムの目的としております。

皆様方におかれましては、奮ってご参加いただき、プラズマテクノロジーの応用展開の今後のあり方を議論し、プラズマ応用分野のさらなる活性化をはかる場としていただきたく、お願い申し上げます。

日時 2011 年 8 月 29 日 (月) 13:35~17:30

プログラム：

- | | |
|-------|--|
| 13:35 | イントロダクション
栗原一彰 (東芝) |
| 13:45 | シリコン系太陽電池製造に向けたプラズマ化学輸送法の開発
大参 宏昌 (大阪大) |
| 14:15 | シリコンロッド切削用ソーワイヤのプラズマストリッピング技術
藤山 寛 (長崎大) |
| 14:45 | DC アーク放電大気圧プラズマジェットによる半導体薄膜結晶成長制御とデバイス応用
東清一郎 (広島大) |
| 15:15 | 休憩 |
| 15:30 | 熱プラズマを用いた革新的省エネルギーガラス製造技術
渡辺 隆行 (東工大) |
| 16:00 | 光源プラズマの課題
本村 英樹, 神野 雅文 (愛媛大) |
| 16:30 | プラズマ滅菌・医療
永津 雅章 (静岡大) |
| 17:00 | 総合討論 |



行事案内

2011年秋季 第72回 応用物理学会学術講演会 第7回プラズマエレクトロニクス分科内招待講演

「世界を先導する日本のマイクロ波プラズマ生成・診断技術」

東北大学 金子 俊郎

2008年度の秋季応用物理学会より、プラズマエレクトロニクス分科会にて、分科内招待講演を企画・実施してまいりました。その趣旨として、第一には、今を支える重要な研究成果をその黎明期に残した先生方に、その研究の着想に至った経緯や、黎明期故に遭遇する困難等について語って頂くことにより、その下支えによって活躍している若手の方々に **Pioneering Work** を生み出すスピリットを感じて頂くことです。第二は、その **Pioneering Work** の重要性を認識して頂くこと、また、それを通じて、関連分野の日本発の **Pioneering Work** に関する論文がきちんと引用される環境を整えていこうとするものです。また、第三として、こうした先生方の多くは、プラズマ分野において従来に無かった独自の方向性を打ち出すことによって、現在ホットなトピックとなっている分野を最初に牽引した方でもありますので、新分野創成時の生々しいエピソードをご提供頂くことも趣旨の一つとなっています。

第1回はプラズマ診断の後藤俊夫先生(中部大)、大気圧プラズマの岡崎幸子先生(上智大名誉)、第2回はプラズマモデリング・シミュレーションの真壁利明先生(慶応大)、プラズマ材料科学の吉田豊信先生(東大)にご講演を頂きました。第3回はマイクロプラズマの橘邦英先生(愛媛大、元京大)、ダスティプラズマの渡辺征夫先生(九電専、元九大)、第4回はプラズマサイエンスの佐藤徳芳先生(東北大名誉)、薄膜シリコンプラズマプロセスの松田彰久先生(阪大)、第5回は負イオンプラズマの福政修先生(宇部高専、元山口大)、バイオエレクトロニクスの秋山秀典先生(熊本大)、にご講演を頂きました。

2011年3月の春季応用物理学会にて、第6回として、マイクロ波表面波プラズマによる大面積・均一プラズマプロセス技術を確立された菅井秀郎先生(中部大)と高圧マイクロ波放電プラズマの生成と応用を手がけられた神藤正士先生(静岡大名誉)にご講演をいただく予定でしたが、東日本大震災のため学会が中止になってしまいました。従いまして、今回、あらためまして第7回として、「世界を先導する日本のマイクロ波プラズマ生成・診断技術」というコンセプトのもとで、菅井先生と神藤先生にご講演をお願いすることになりました。

両先生とも、次世代プラズマ技術へのマイクロ波の応用という、従来に無かった独自の方向性を打ち出し、新分野を創設された方ですので、その当時の経験も踏まえてご講演いただけるものと思っております。

皆様方におかれましては是非ご参集下さりますようお願い申し上げます。

なお、本招待講演に先立ち第9回プラズマエレクトロニクス賞受賞記念講演(13:30~14:40)が行われます。

日時：2011年8月30日(火) 15:00~16:00
プログラム(敬称略)：

- 15:00 マイクロ波を用いた新しいプラズマ生成・診断技術 — マルチホロー効果とカーリングプローブ
菅井 秀郎(中部大)
- 15:30 光源用マイクロ波放電の生成
神藤 正士(静岡大名誉)

行事案内

第5回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール 案内

(東京大学 寺嶋和夫)

第5回プラズマエレクトロニクス インキュベーションホール — プラズマとバイオ工学の新展開 —

日時:2010年9月19日(月)13:00 ~ 9月21日(水)13:00

場所:国立中央青少年交流の家(〒412-0006 静岡県御殿場市中畑2092-5)

このたび、第5回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホールを企画いたしましたのでご案内申し上げます。学生の皆様を初め若手研究者および技術者の皆様お誘い合わせのうえ多数ご参加頂けますよう、会員の皆様からもお勧め下さいますようお願い申し上げます。

内容:

プラズマエレクトロニクス分野の研究を始めたばかりの初学者(学生・若手研究者・社会人技術者)を対象として、一流の講師陣を招きプラズマエレクトロニクスへの理解を深めて頂くための入門講座を開催します。

基礎講座では2つ、専門講座では3つの講座を開講します。従来形式の単なる受身の講義ではなく、ディベート的要素(問答)をも加味した受講者参加型の人材育成プログラムの構築を目指しています。講述内容は、初学者が基礎学理をしっかりと理解したうえで、当該分野における先端分野の話題にも触れられるように構成されています。そのうえで、海外経験、企業経験、産学連携経験などの豊富な講師陣からは、留学・在外研究経験、企業で必要とされる資質、産学連携のエピソードなどを適時交えた講義を頂き、受講者のプラズマエレクトロニクスへの興味を喚起します。

加えてさらに、英語講座、特別講座、ポスターセッション、レクレーションを行います。英語講座では、理科系の英語力向上に関して多くの著書をもつ講師を、また特別講座では、一流の研究指導者を招き、プラズマエレクトロニクス分野の経

過や動向、指導者に必要とされる資質、英語力の強化について学ぶ機会を提供します。ポスターセッションやレクレーションでは、受講者と講師の全員がお互いに垣根なく議論することで、参加者間の人脈形成が促されます。

【基礎講座】

- ①「プラズマの基礎・診断(仮題)」
永津雅章 先生(静岡大学)
- ②「大気圧プラズマの計測技術(仮題)」
伊藤昌文 先生(名城大学)

【専門講座】

- ③「プラズマの医療への応用(仮題)」
平田孝道 先生(東京都市大学工学部)
- ④「プラズマを用いたプリオン・ウイルス不活化」
作道章一 先生(琉球大学医学部)
- ⑤「プラズマ、パルスパワー生体相互作用(仮題)」
勝木 淳 先生(熊本大学バイオエレクトロニクス研究センター)

【英語講座】

- 「理科系のための英語力強化法(仮題)」
志村史夫 先生(静岡理工科大学)

【特別講座】

- 「大気圧プラズマ—黎明から未来まで(仮題)」
岡崎幸子 先生(上智大学名誉教授)

【ポスターセッション】

参加者間の交流が深まるよう、ポスターセッションを中心とする談話会を行います。参加者自身のバックグラウンドに関連したもの、例えば、
・学生の場合:現在の研究テーマに関係するもの、学部での卒業研究など

・社会人の場合:仕事に関係するもの, 企業・自社製品の PR, 入学前の大学での研究などであれば, 内容・分量は一切問いません. あらかじめポスターのご準備をお願いします. また, 参加申込書にポスター内容を示すキーワードを 3 つ程度ご記入下さい. キーワードを元にポスター掲示場所をアレンジ致します. 本ポスターセッションは全員の方の発表を原則としますが, 発表に支障がある場合は参加申込書のポスターセッションキーワード欄にその旨をご記入下さい. なお, 優秀はポスター発表者には表彰を行います.

【その他】懇親会, レクリエーションを予定しています. 本企画 HP に当日の詳細スケジュールを記載しておりますので参考にして下さい.

参加申込:

【申込方法】

応物学会インキュベーションホールウェブサイト (http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/PE_SS_2011/) から参加申込書をダウンロード頂き, e-mail, FAX あるいは郵送の何れかの方法で林までお申し込み下さい. 申し込みを受け次第, 参加登録確認を通知します. その後に参加費(下表参照)を振り込んで下さい. なお, 参加費の振り込みには必ず個人名の前に「PEIH」という 4 文字のアルファベットを記載して下さい. 一旦振り込まれた参加費は, 原則として返却致しません.

【定員】 70 名

【申込締切】 8 月 25 日(木)

【振込先】三井住友銀行 本店営業部(本店でも可) 口座(普通)3339808 (社)応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会 (入金締切 8 月 31 日(水))

【問合せ・申込先】

〒840-8502

佐賀県佐賀市本庄町 1 番地 佐賀大学大学院 工学系研究科電気電子工学専攻 林 信哉

TEL: 0952-28-8642, FAX: 0952-28-8651

E-mail: hayashin@cc.saga-u.ac.jp

学生会員への交通費補助:

下記の交通費補助の条件を満たした場合, 補助金をインキュベーションホール終了後に振り込みます. 補助を希望される方は, 参加申込書に必要事項を記入のうえ, 領収証のコピーを持参下さい. <交通費補助の条件>

在学する大学の最寄り駅から御殿場駅まで片道 13,000 円以上の交通費がかかる学生会員若しくは今回学生会員(大学院生を含む)になられた方を対象とします. ただし, 大学院生についてはポスターセッションでの発表を必須条件とします.

担当幹事:

校長: 寺嶋和夫(東京大学)

幹事: 三宅賢稔(日立製作所), 神野雅文(愛媛大学)

久保田智広(東京大学), 林 信哉(佐賀大学)

佐藤孝紀(室蘭工業大学), 唐橋一浩(大阪大学)

坪井秀夫(アルバック), 平松美根男(名城大学)

榊田 創(産業総合研究所)

交通案内:

東海道新幹線を利用する場合:

三島駅…[東海道線]…沼津駅…[御殿場線]…御殿場駅(40 分), JR 御殿場駅から御殿場駅富士山 1 番のりば 富士急行「青少年交流の家行き」路線バス(約 20 分)

本企画 HP に詳細な交通案内を記載しておりますので参考にして下さい.

参加費

	応用物理学会の個人会員で かつプラズマエレクトロニクス 分科会の個人会員	応用物理学会 個人会員	協賛学協会個人会員および プラズマエレクトロニクス分 科会の個人会員	その他
一般	40,000 円	43,000 円	48,000 円	53,000 円
学生	14,000 円	17,000 円	22,000 円	27,000 円

行事案内

第 22 回プラズマエレクトロニクス講習会

「プラズマプロセスの実際」

実践的プラズマ計測・制御技術の基礎と体感

主催: 応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会

日時: 2011 年 10 月 27 日(木) - 10 月 28 日(金)

場所: 関東圏の大学施設を予定しております。

内容／プログラム:

プラズマプロセスは、エレクトロニクス分野の先進デバイス開発の基幹技術であると共に、医療生体応用やエネルギー・環境応用を始めとする幅広い分野でも欠くことのできない基盤技術となりつつあります。この背景を踏まえ、本講習会では、研究開発・製造現場で必要とされるプラズマの生成制御、モニタリング技術の基本を、各分野にて第一線でご活躍の先生方をお招きし、講義を行います。

また今回からの試みとしまして、プラズマを利用している或いは利用を検討している方々向けの「実践的なプラズマ計測・制御」を念頭に置いて、測定等の実際をデモなどを通して理解出来る講義を企画することと致しました。さらに、過去の参加者や PE 分科会の会員の皆様方から頂いたアンケート結果を反映した講義も企画したいと思います。

1日目 10:00～18:00

1. プラズマの生成・制御

2. プラズマシミュレーション

3. プラズマ計測: 光学的計測

4. プラズマ計測: 電氣的計測

ポスターセッション・懇談会

2日目 10:00～16:40

5. 特別テーマ1: PE 分科会員へのアンケートによるテーマ

6. 特別テーマ2: 過去の PE 講習会参加者へのアンケートによるテーマ

7. プラズマによるグリーンイノベーション

8. プラズマによるライフイノベーション

参加費: テキスト代を含む。括弧内は学生。

- 応物・PE 分科会個人会員 30,000 円(8,000 円)
- 応物個人会員 33,000 円(11,000 円)
- 分科会のみ個人会員 42,000 円(15,000 円)
- 協賛学協会・応物法人賛助会員 42,000 円(15,000 円)
- その他 45,000 円(18,000 円)

なお、非会員の方でも参加申込時に PE 分科会(年会費 3,000 円)に入会頂ければ、会員扱いとさせていただきます。

定員: 100 名(定員になり次第締切らせて頂きます。)

申込締切: 10 月上旬の予定(但し、余裕のある場合は、期日後も受け付けます。)

申込方法:

詳細につきましては、プラズマエレクトロニクス分科会ホームページに後日掲載します。

<http://annex.jsap.or.jp/support/division/plasma/>

参加費振込先:

三井住友銀行 本店営業部 普通預金
口座番号 3339808

(社) 応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会
(参加費振込期限: 講習会開催日の一週間前)

問合せ先:

〒432-8561 浜松市中区城北 3 丁目 5-1
静岡大学 イノベーション共同研究センター
清水一男 Tel & Fax 053-478-1443
e-mail: shimizu@cjr.shizuoka.ac.jp

担当幹事:

木下啓藏(東北大学、NEC)、中西敏雄(TEL-AT)、
三宅賢稔(日立)、南正樹(ソニー)、栗原一彰(東芝)、清水一男(静岡大学)

行事案内

Gaseous Electronics Conference 2011

GEC Executive Committee Member 藤山 寛 (長崎大)

GEC は、電子・イオン衝突などの放電基礎過程、プラズマ生成と診断に関する基礎物理、プラズマ応用を3本柱とする63回の伝統を誇る米国物理学会が主催する学会ですが、米国だけでなくヨーロッパやアジアからも多数参加している国際的な会議となっています

GEC の国際会議としての拡がりを示すイベントとして、1997年には第3回反応性プラズマ国際会議(ICRP-3)と合同でハワイのマウイ島で、そして昨年2010年10月に、フランスパリ市内で第7回反応性プラズマ国際会議(ICRP-7)と合同で盛況のうちに開催されたのは記憶に新しいところです。

さて、今年のGEC2011ですが、2011年11月14日～18日にアメリカユタ州のSalt Palace Convention Center at Salt Lake Cityで開催されます。(レセプションは前日11月13日の夕方から)

今年のGEC2011の特徴は、何といたってもアメリカ物理学会プラズマ物理分科会(DPP)との合同開催であり、基本的には同じ建物の1階でDPPが、3階でGECが開催されますが、興味深い共通セッションも下記のように計画されています。

GEC/DPP Joint Sessions:

- GEC Foundation Talk: Dr. Richard Gottscho (Lam Research Co.): "Plasma Etching - The Challenges Ahead in Enabling Nanoelectronics."
- Tutorial talk: J. P. Boeuf
- Third joint session on "Exotic and Novel" Plasma

GEC Workshop:

- Monday Workshop* "Control of Distribution Functions in Low Temperature Plasmas: Creating the Roadmap" organized by Mark Kushner
- Tuesday Workshop* "Plasma Data Exchange"

日本からの招待講演者(敬称略)は、K. Terashima (Univ. Tokyo), K. Sasaki (Hokkaidou Univ.) M. Izawa (Hitachi Co. Ltd), K. Tachibana (Osaka Electro-Communication Univ.), S. Samukawa (Tohoku Univ.)の5名で、さらにDPPサイドの推薦者も加わる可能性があります。

一般講演の申し込みですが、7月15日までに米国物理学会のサイト [the American Physical Society online web submission process](http://www.aps.org) から投稿してください。

Key Dates:

- The deadline for receipt of abstracts: **July 15, 2011**
- GEC Student Award for Excellence Nominations: **July 15, 2011**
- Early Registration Deadline: **September 16, 2011**
- Deadline for hotel reservations (at conference rate): **October 14, 2011**

その他の詳細情報については、website (<http://conferences.wsu.edu/gec>) をご覧ください。

なお、GEC Excomのメンバーとしての私の任期が今年の11月で終わります。それに伴い次期委員の選挙が会議初日に現地会場で開催される予定です。多くの日本人参加者のご出席をお願いする次第です。

行事案内

第33回ドライプロセス国際シンポジウム(略称: DPS 2011)

33rd International Symposium on Dry Process (DPS 2011)

(株)東芝 研究開発センター 栗原 一彰

高度情報化社会の進展に伴いドライプロセスにおける様々な物理的・化学的現象の解明は、今後のマイクロエレクトロニクス、マイクロマシンやナノテクノロジー分野を中心とした電気・電子、半導体工学および先端技術産業の発展と新たな応用の開拓に大きく寄与すると期待される。特に、半導体技術を中心とするドライプロセスの基礎および応用に関して、日本は世界のトップレベルにあり、研究者・技術者の数も多い。このような背景のもと、ドライプロセスの基礎から応用に携わる世界の研究者が一堂に会して、先端成果を発表・討論し、相互の理解を深める本国際会議を開催することは、電気分野の基礎・材料の発展のみならず情報システム、マイクロエレクトロニクス、ディスプレイ、半導体デバイス、バイオテクノロジー、マイクロマシン、機能性材料を基盤とする電気・電子・情報・バイオ分野およびナノテクノロジー分野における次世代のブレークスルー的技術の創製が期待される。詳細は以下のURLをご覧ください。

URL: <http://www.dps2011.kuaero.kyoto-u.ac.jp>

【主催】 応用物理学会

【協賛】 電気学会、電気情報通信学会、日本真空協会、放電学会、（依頼中を含む）

【開催期間】

2011年11月10日（木）～11日（金）

【開催場所】

ホテル 京都ガーデンパレス

〒602-0912 京都府京都市上京区烏丸通下長者町上ル龍前町605番地 TEL: 075-411-0111

URL: <http://www.hotelgp-kyoto.com/>

【招待講演】

Tomoji Kawai (Osaka Univ.),

“Nanotechnology for single molecular DNA sequencing”

Shin'ichiro Kimura (LEAP),

“Recent progress in BEOL devices and issues for their fabrication”

Masaaki Nagatsu (Shizuoka Univ),

“Plasma sterilization”

Uday Shah (Intel Corp.),

“Etching of III-V materials for sub-11nm node and beyond”

Masakazu Kanechika (Toyota Motor Corp.),

“Advanced GaN power electronics for automotive systems and required plasma process in the future”

【トピックス・スコープ】

一般講演分野：

- ①半導体向けプラズマエッチング
- ②デバイス性能向上に向けたプロセス制御
- ③プラズマ誘起ダメージ
- ④プラズマ・表面モニタリングと診断
- ⑤モデリングとシミュレーション
- ⑥装置技術

- ⑦製膜 (PVD/CVD/ALD) 技術
- ⑧ 3次元デバイス・フラットパネルディスプレイ・太陽電池へのプラズマ応用
- ⑨新デバイス材料 (MRAM、GaN、グラフェン他)へのプラズマ応用
- ⑩医療・薬理作用・マイクロメカニカルエレクトロシステム (MEMS)
- ⑪ナノ科学、環境技術へのプラズマ応用
- ⑫大気圧・液体プラズマプロセス
- ⑬プラズマ応用の新探求プロセス

アレンジセッション：

- 1、バイオメディカル応用とプラズマプロセス
- 2、新材料・新デバイスのエッチング技術

【会議使用言語】

英語

【会議関連スケジュール】

講演申込締切	2011年7月12日
講演採択通知	2011年9月上旬
事前参加申込締切	2011年10月13日
JJAP 特集号投稿論文提出締切	2011年11月10日

【講演申込に関して】

申込みの際には所定の書式に従った A4 版 2 頁の英文プロシーディングスを下記の URL から投稿してください。その後の審査の結果、口頭発表、ポスター発表、不採択に分類します。採択された場合は提出された原稿がそのままプロシーディングスとして発刊されます。詳細は HP 参照

<http://www.dps2011.kuaero.kyoto-u.ac.jp>

【JJAP 特集号に関して】

11 月 10 日までに JJAP の Website (<http://jjap.jp>)から投稿してください。特集号

の特別編集委員会により通常の JJAP 審査手順を経て掲載を判断します。

【参加費】(プロシーディングス代含む、懇親会費は含まない)

2011 年 10 月 13 日まで主催協賛学会会員 30000 円、非会員 35000 円、学生 8000 円、

2011 年 10 月 14 日以降、会員 35000 円、非会員 40000 円、学生 10000 円

【懇親会】

日時：2011 年 11 月 10 日 18 時 30 分～

開催場所：ホテル 京都ガーデンパレス

【関連委員】

[組織委員長]：伊澤勝 (日立ハイテク)

[論文委員長]：栗原一彰 (東芝)

[実行委員長]：斧高一 (京都大)

[出版委員長]：中野俊樹 (防衛大)

【問合せ先】

DPS2011 事務局 斧 高一

〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町

京都大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻

TEL：075-753-5793 (不在時は 075-753-5803/本多) FAX：075-753-5980

E-Mail: dps2011@kuaero.kyoto-u.ac.jp

行事案内

2012 MRS Symposium: Session WWW

Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences

九州大学大学院システム情報科学研究院 白谷 正治

2012 年春にサンフランシスコで開催される MRS Symposium において、応用物理学会と MRS が合同で 10 のシンポジウムを共催することが決まりました。この共催シンポジウムの一つとして、プラズマエレクトロニクス分科会から申請していた Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences が Session WWW として採択されました。ライフサイエンスへのプラズマ応用は、学際領域として注目を浴びており、研究者数・論文数が急増している新しい学術領域です。日本だけでなく、米国、欧州、韓国、中国、オーストラリア等で盛んに研究されており、海外ではライフサイエンスへのプラズマ応用に特化した研究センターも設立されております。このように、新しい成果が次々と報告される極めて早い研究展開が行われている中で、本セッションに参加いただければ、世界の最先端の研究潮流を一望することにより、御自身の今後の研究展開に必ず役に立つ知見が得られると考えております。関係される方々ともお誘い合わせの上、多くの方に参加・講演していただきますようお願い申し上げます。

MRS の Session WWW は、招待講演、一般口頭講演、ポスター講演から構成され 4 月 10 日～13 日に開催予定です。御参考までに、Session WWW のトピックとキーワードを一番最後に掲載しております。また、聴講料が別途必要となりますが、この分野で世界をリードしている Prof. Fridman や Prof. Favia を講師として、関連するチュートリアル講演を 4 月 9 日に開催する予定で

す。詳細は上記のホームページに掲載されます。本セッションに関する質問等は、幹事長の堀先生、もしくは白谷にお問い合わせ下さい。

2012 MRS Symposium: Session WWW

Plasma Processing and Diagnostics for Life Sciences

2012 年 4 月 9 日～13 日 サンフランシスコ

<http://www.mrs.org/home/>

Bulletized symposium topics:

Plasma Chemistry and Life Sciences probably met the first time in the 50's, when S.L. Miller ignited an electrical discharge in a gas mixture of the presumed components (methane, ammonia, hydrogen and water vapour) of the primordial atmosphere on Earth. Aminoacids were found after the experiment in the glass vessel reactor, and a consistent hypothesis on how Life could have started on our planet was confirmed.

Nowadays Plasma Science and Technology impacts many different large areas of Medicine, Biology, Pharmacy, Agriculture and so on. In this field, plasma can interact with organisms to produce various functions and new phenomena with potential applications in inactivation of bacteria, wound disinfection and healing, fighting some types of cancers, and activation of cell functions and proliferation. Additionally, plasmas at low and

atmospheric pressure enable surface modification and fabrication of organic and inorganic materials to create advanced biomaterials, drug delivery systems, scaffolds and nanoparticles for Tissue Engineering, biomedical devices and so on. The clarification of mechanisms of gas phase reactions and plasma induced surface interactions with organisms is a key issue in advanced diagnostics. This emerging field, 'Plasma Life Sciences,' will establish new interdisciplinary areas and open new, huge-scale industries. In order to promote this development, innovation in materials, processing and diagnostics over the conventional technologies are strongly required.

This symposium focuses on discussing the broad range of innovative technologies for Plasma Life Science and precedes this field by transmitting new concepts toward the rest of the world on the basis of the viewpoint of material science and technology

- Plasma Medicine : homeostasis, apoptosis of cancer, ulcer treatment wound bleeding, immunity restoration, inactivation of bacteria, virus, prion, wrinkle free face, rejuvenation, surgery operation and the evaluation with DNA and cell level
- Plasma Dentistry : bleaching, killing oral bacteria, implant
- Plasma Welfare : sterilization for aged man, activation of organism longer operation life
- Plasma Agriculture and Fisheries : inactivation of mold, rapid growth of plants, deodorizing, disinfect, rapid growth of fish and cleaning water

- Plasma surface modifications of biomaterials: synthesis (deposition, treatment, grafting) of biocompatible surfaces, surface immobilization and embedding of biomolecules; bacterial resistant surfaces, controlled release of drugs; novel surfaces for Tissue Engineering scaffolds; stimuli-responsive coatings, surface modified prosthesis
- Plasma surface modifications of biomedical devices: unfouling, nano-textured, nano/micro patterned surfaces; tuning of surface hydrophobicity and lubricity; bio templates; biosensors
- Plasma Reactors and Simulations for Life Sciences : atmospheric pressure plasma, liquid phase plasma, simulation for gas/liquid plasma and their controlling technologies
- Plasma Diagnostics : spatiotemporal measurement of radical, ion, photon, and shocking wave, real time monitoring in dense media and gas/liquid interface
- Security and standardization for Plasma Life Applications

行事案内

PLASMA CONFERENCE 2011

(株)東芝 研究開発センター 栗原 一彰

例年開催されているプラズマエレクトロニクス分科会主催のプラズマプロセッシング研究会 (SPP-29) は、本年度はプラズマ核融合学会と日本物理学会との共同主催の下、Plasma Conference 2011として開催されることになりました。各学協会等に分散して展開されているプラズマ科学の研究活動を総合的に把握し、21世紀におけるプラズマ科学の新たな発展を図る事を目的とします。本会議では各学会との合同セッション以外は基本的に従来のプラズマプロセッシング研究会と同等の形態で開催いたします。その他同時に開催される学会は、プラズマ・核融合学会第28回年会と日本物理学会(領域2)2011年秋季大会です。

【開催期間】

2011年11月22日(火)～25日(金)

【開催場所】

石川県立音楽堂

〒920-0856石川県金沢市昭和町20-1

TEL:076-232-8111

<http://www.ongakudo.pref.ishikawa.jp/>

【主催・協賛団体名称】

主催：プラズマ・核融合学会(幹事)、応用物理学会、日本物理学会

協賛：電気学会プラズマ技術委員会・パルスパワー技術委員会・放電技術委員会、日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会、表面技術協会材料機能ドライブプロセス部会・プラズマ触媒化学部会、日本MRS学会、静電気学会、日本セラミックス協会、日本金属学会、日本鉄鋼協会、フォト

ポリマー懇話会、日本真空協会、放電学会、(依頼中を含む)

【招待講演】

Plenary

伊藤公孝(核融合研)

「極限プラズマ物理の最前線」

斧 高一(京都大)「プラズマ・表面相互作用の研究展開：ナノ加工プロセスと宇宙航行推進」

兒玉了祐(大阪大)

「パワーレーザーによる高エネルギー密度科学」

藤田隆明(原子力機構)

「JT-60SAにおける新しいプラズマ領域とITERおよび原型炉に向けた物理研究」

本島修(ITER 機構)

「ITER 計画が拓くプラズマ物理と工学」

山田弘司(核融合研)

「大型ヘリカル装置実験の研究展開」

Tutorial

柴田一成(京都大)

「太陽・天体における電磁流体爆発現象」

林巧(原子力機構)

「核融合炉工学最前線—トリチウム関連を中心として—」

林久貴(株東芝)

「イオンエネルギー制御による微細加工技術」

G. Morfill(Max Planck Institute)

「Atmospheric plasma discharge for medical and hygiene application」

吉田善章(東京大)

「渦の起源と構造：非線形科学の新展開」

【一般講演分野(応用物理学会会員用)】

- C1. プラズマ材料科学 (ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、環境応用、デバイス、ジャイアントエレクトロニクスなど)
- C2. プラズマによるエッチング
- C3. プラズマによる薄膜形成
- C4. プラズマによる表面改質
- C5. 大気圧・マイクロプラズマの基礎と応用
- C6. 液中プラズマの基礎と応用
- C7. プラズマの診断・計測・モニタリング
- C8. プラズマ発生・制御
- C9. プラズマ基礎・素過程・モデリング
- C10. 核融合
- C11. 宇宙プラズマ
- C12. 上記以外のプラズマ科学

【使用言語】

日本語(一部英語セッションを除く)

【講演申込スケジュール】

- 一般講演応募締切 2011年8月5日
- 一般講演 講演番号通知 2011年9月初旬
- 予稿PDF オンライン登録 締切 (書式はHP参照)
2011年10月24日
- 事前参加登録(講演なし) 締切
2011年11月1日

【参加費】

- 事前申込：主催協賛学会会員8000円*、
非会員16000円、学生3000円*
- 当日申込：主催協賛学会会員10000円、
非会員20000円、学生4000

*尚、プラズマエレクトロニクス分科会会員は事前申込に限って上記参加費から1000円割引になります

【関連委員(プラズマエレクトロニクス分科会関係)】

[組織副委員長]：栗原一彰(東芝)

[組織委員]：堀勝(名古屋大)、寺嶋和夫(東京大)、木下啓蔵(NEC)、清水一男(静岡大)、山田英明(産総研)

[プログラム委員]：上坂裕之(名古屋大)、佐藤孝紀(室蘭工大)、松浦寛人(大阪府立大)、栗原一彰(東芝)、市來龍大(大分大)、木下啓蔵(NEC)、山田英明(産総研)、清水一男(静岡大)、佐藤岳彦(東北大)、神野雅文(愛媛大)

[現地実行委員]：平松美根男(名城大)、安部隆(新潟大)、唐橋一浩(大阪大)、佐藤孝紀(室蘭工業大)

【問合せ先】

連絡先：プラズマ科学連合事務局
(社)プラズマ・核融合学会内 北澤由美子
464-0075 名古屋市千種区内山3-1-1-4F
Tel 052-735-3185 Fax052-735-3485

詳細はHPで

<http://www.jspf.or.jp/PLASMA2011/>

行事案内

第 15 回薄膜国際会議 (ICTF-15)

名古屋大学 高井 治

本年 11 月 8 日—11 日に京都テルサにて、第 15 回薄膜国際会議 (ICTF-15) を開催いたします。アブストラクトの提出締め切りは、6 月 30 日です。ふるって御発表・御参加下さいますようお願いいたします。

会議名: 第 15 回薄膜国際会議 (15th International Conference on Thin Films ; ICTF-15)

ウェブサイト: <http://ictf15.jp/>

会期: 2011 年 11 月 8 日(火) ~ 11 日(金)

開催場所: 京都テルサ (京都市南区東九条下殿田町 70)

<http://www.kyoto-terrsa.or.jp/>

主催団体名: 日本真空協会 (The Vacuum Society of Japan (VSJ))

後援団体名: International Union for Vacuum Science, Technique and Applications (IUVSTA)

問合せ先: ICTF-15 事務局

株式会社インターグループ内

〒450-0002 名古屋市中村区名駅 2-38-2 オーキッドビル 8F

電話: 052-581-5300 Fax: 052-581-5585

E-mail: ictf15@intergroup.co.jp

会議概要: ICTF は、三年に一回、IUVSTA の薄膜部門 (TFD) が後援して開催する薄膜に関する国際会議です。本 ICTF-15 は、薄膜研究の最先端で活躍する研究者や技術者を世界中から広く募集・招聘し、横断的研究交流を図ることを目的とします。本会議は、薄膜研究の基礎から応用まで網羅したトピックからなり、全参加者数は 600 人以上となる見込みである。大きなトピックは以下のとおりである。細目については、ウェブサイトを御覧下さい。

トピック:

[T1] Fundamentals of Thin Film Growth and Epitaxy

[T2] Nanostructured Growth

[T3] Advances in Deposition Techniques

[T4] Modelling and Computer Simulation

[T5] Characterization and Instrumentation

[T6] Organic Thin Films

[T7] Applications of Thin Films

[T8] Thin Films for Future Industries

アブストラクト提出: ウェブサイトからの提出

(<http://ictf15/>). フォーマットはウェブサイトに記載 (A4 サイズ用紙 1 ページ) .

アブストラクト提出締め切り: 2011 年 6 月 30 日 (木) 採択に関する連絡は 7 月 31 日 (日) までに実施

プロシーディングスの刊行: 国際学術誌 'Journal of Physics: Conference Series' にて刊行予定 (投稿論文ページ数: 一般講演論文 4-6 ページ, 招待講演論文 4-10 ページ, 詳細はウェブサイトにて案内)

参加費: 登録はウェブサイトより行う。

事前登録 (2011 年 8 月 31 日 (水) 締切)

(一般) 40,000 円 (学生) 15,000 円

事後登録 (2011 年 9 月 1 日 (木) 以降)

(一般) 45,000 円 (学生) 20,000 円

同伴者 10,000 円 レセプション 8,000 円

ホテル予約: 予約はウェブサイトより行う。

本国際会議開催時期は観光シーズンのため、京都市内のホテル予約が困難となります。特に今年は、同時期に大きな宗教行事が予定されており、ホテル予約がより一層難しくなることが予測されています。お早めにホテル予約をお願いいたします。

組織委員会:

組織委員長: 高井 治 (名古屋大学教授)

事務局長: 齋藤永宏 (名古屋大学教授)

電話: 052 789 4699 Fax: 052 789 4998

E-mail saito@nagoya-u.jp

2011（平成23）年度プラズマエレクトロニクス分科会幹事名簿

	氏名	所属	住所・電話	E-mail
幹事長	堀 勝	名古屋大学 工学研究科 電子情報システム専攻	〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町C3-1(631) Tel: 052-789-4420 Fax: 092-802-3734 hori@nuee.nagoya-u.ac.jp	hori@nuee.nagoya-u.ac.jp
副幹事長	寺嶋和夫	東京大学 新領域創成科学研究科 物質系専攻 マテリアル・機能設計学講座	〒277-8561 千葉県柏市柏の葉5-1-5 Tel: 04-7136-3797 Fax: 04-7139-3799 kazu@plasma.k.u-tokyo.ac.jp	kazu@plasma.k.u-tokyo.ac.jp
"	木下啓藏	東北大学 省エネルギー・スピントロニクス集積化 システムセンター 電気通信研究所	〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1-1 Tel: 022-217-5569 Fax: 022-217-6117 k-kinoshita@csis.tohoku.ac.jp	k-kinoshita@csis.tohoku.ac.jp
"	金子俊郎	東北大学 大学院工学研究科 電子工学専攻	〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-05 Tel: 022-795-7046 Fax: 022-263-9375 kaneko@ecei.tohoku.ac.jp	kaneko@ecei.tohoku.ac.jp
幹事 任期 2013年3月	内田儀一郎	九州大学 大学院システム情報科学研究院	〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744 Tel: 092-802-3717 Fax: 092-802-3717 uchida@ed.kyushu-u.ac.jp	uchida@ed.kyushu-u.ac.jp
"	久保田智広	東北大学 流体科学研究所 寒川研究室	〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 Tel: 022-217-5284 Fax: 022-217-5318 kubota@sammy.ifs.tohoku.ac.jp	kubota@sammy.ifs.tohoku.ac.jp
"	栗原一彰	東芝 研究開発センター LSI基盤技術ラボラトリー	〒235-8522 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 Tel: 045-776-5942 Fax: 045-776-4106 kazuaki.kurihara@toshiba.co.jp	kazuaki.kurihara@toshiba.co.jp
"	佐藤岳彦	東北大学 流体科学研究所 電磁知能流体研究分野	〒980-0812 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1 Tel: 022-217-5261 Fax: 022-217-5261 sato@ifs.tohoku.ac.jp	sato@ifs.tohoku.ac.jp
"	清水一男	静岡大学 イノベーション共同研究センター	〒432-8561 静岡県浜松市中区城北3-5-1 Tel: 053-478-1443 Fax: 053-478-1443 shimizu@cjr.shizuoka.ac.jp	shimizu@cjr.shizuoka.ac.jp
"	神野雅文	愛媛大学 工学部 電気電子工学科	〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 Tel: 089-927-9769 Fax: 089-927-9769 mjn@mayu.ee.ehime-u.ac.jp	mjin@mayu.ee.ehime-u.ac.jp
"	中西敏雄	東京エレクトロニクス技術研究所(株)	〒407-0192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢 Tel: 0511-23-4011 Fax: 0551-23-4197 toshio.nakanishi@tel.com	toshio.nakanishi@tel.com
"	林 信哉	佐賀大学 工学研究科 電気電子工学専攻	〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1 Tel: 0952-28-8642 Fax: 0952-28-8651 hayashin@cc.saga-u.ac.jp	hayashin@cc.saga-u.ac.jp
"	松浦寛人	大阪府立大学 地域連携研究機構 放射線研究センター	〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1-1 Tel: 072-254-9226 Fax: 072-254-9904 matsu@me.osakafu-u.ac.jp	matsu@me.osakafu-u.ac.jp
"	南 正樹	ソニー(株) PDSG 半導体事業本部 セミコンダクタテクノロジー開発部門 プロセス設計部	〒243-0014 神奈川県厚木市旭町4-14-1 Tel: 046-202-2965 Fax: 046-202-6374 Masaki.Minami@jp.sony.com	Masaki.Minami@jp.sony.com

	氏名	所属	住所・電話	E-mail
幹事 任期 2012年3月	三宅賢稔	(株)日立製作所 中央研究所 ナノプロセス研究部	〒158-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280 TEL: 042-323-1111 FAX: 042-327-7708 masatoshi.miyake.rv@hitachi.com	masatoshi.miyake.rv@hitachi.com
"	八木澤卓	慶応義塾大学 大学院 理工学研究科	〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1 TEL: 045-563-1141 yagisawa@mkbe.elec.keio.ac.jp	yagisawa@mkbe.elec.keio.ac.jp
"	山田英明	(独)産業技術総合研究所 ダイヤモンド研究ラボ	〒563-8577 大阪府池田市緑丘1丁目8番31号 Tel: 072-751-9531 Fax: 072-751-9631 yamada-diamond@aist.go.jp	yamada-diamond@aist.go.jp
幹事 任期 2013年3月	安部 隆	新潟大学 大学院 自然科学研究科	〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050番地 Tel: 025-262-6795 Fax: 025-262-6795 memsabe@eng.niigata-u.ac.jp	memsabe@eng.niigata-u.ac.jp
"	池田知弘	三菱電機(株) 先端技術総合研究所 薄膜デバイス開発プロジェクト	〒661-8661 兵庫県尼崎市塚口本町8-1-1 TEL: 06-6497-7524 FAX: 06-6497-7285 lkeda.Tomohiro@ab.MitsubishiElectric.co.jp	lkeda.Tomohiro@ab.MitsubishiElectric.co.jp
"	市来 龍大	大分大学工学部 電気電子工学科	〒870-1192 大分市旦野原700 TEL: 097-554-7826 FAX:097-554-7820 ryu-ichiki@cc.oita-u.ac.jp	ryu-ichiki@cc.oita-u.ac.jp
"	唐橋一浩	大阪大学 大学院 工学研究科 原子分子イオン制御理工学センター	〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 TEL 06-6878-6411 FAX 06-6879-7916 karahashi@ppl.eng.osaka-u.ac.jp	karahashi@ppl.eng.osaka-u.ac.jp
"	榊田 創	産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門	〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 tel: 029-861-5775 fax: 029-861-5754 h.sakakita@aist.go.jp	h.sakakita@aist.go.jp
"	佐藤孝紀	室蘭工業大学 大学院 工学研究科 もの創造系領域	〒050-8585 北海道室蘭市水元町27番1号 TEL: 0143-46-5506 FAX:0143-46-5501 ksatoh@mmm.muroran-it.ac.jp	ksatoh@mmm.muroran-it.ac.jp
"	坪井秀夫	株式会社 アルバック 生産技術開発センター 生産技術課	〒253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500 TEL: 0467-89-2424 FAX: 0467-58-5773 hideo_tsuboi@ulvac.com	hideo_tsuboi@ulvac.com
"	西澤 厚	ルネサスエレクトロニクス株式会社 生産本部 プロセス技術統括部 プロセス加工技術部	〒252-5298 神奈川県相模原市中央区下九沢1120番地 (TELNET): 8-24-24050 (PHS)72622 (外線): 042-779-9925 atsushi.nishizawa.kc@renesas.com	atsushi.nishizawa.kc@renesas.com
"	比村治彦	京都工芸繊維大学 電子システム工学部門	〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎 Tel: 075-724-7437 Fax: 075-724-7437 himura@kit.ac.jp	himura@kit.ac.jp
"	平松美根男	名城大学工学部 電気電子工学科	〒468-8502 名古屋市中白区塩釜口1-501 TEL: 052-832-1151 内線5075 FAX: 052-832-1298 mnhrrmt@meijo-u.ac.jp	mnhrrmt@meijo-u.ac.jp

2011（平成23）年度分科会幹事役割分担

役割分担	新任		留任	
幹事長			堀 勝	名古屋大
副幹事長			寺嶋和夫	東京大学
			木下啓藏	東北大学
			金子俊郎	東北大学
1. 分科会ミーティング	平松美根男	名城大学	林 信哉	佐賀大学
2. シンポジウム総合講演合同セッション	安部 隆	新潟大学	金子俊郎	東北大学
	比村治彦	京都工芸繊維大学	佐藤岳彦	東北大学
	坪井秀夫	(株)アルバック	山田英明	(独)産業技術総合研究所
	平松美根男	名城大学	栗原一彰	(株)東芝
3. プラズマプロセッシング研究会	榊田 創	(独)産業技術総合研究所	寺嶋和夫	東京大学
	池田知弘	三菱電機(株)	久保田智広	東北大学
	安部 隆	新潟大学	清水一男	静岡大学
	比村治彦	京都工芸繊維大学	山田英明	(独)産業技術総合研究所
	西澤 厚	ルネサスエレクトロニクス	中西敏雄	東京エレクトロン(株)
	市来龍大	大分大学	神野雅文	愛媛大学
	佐藤孝紀	室蘭工業大学		
4. 光源物性とその応用研究会	佐藤孝紀	室蘭工業大学	神野雅文	愛媛大学
5. プラズマ新領域研究会	市来龍大	大分大学	佐藤岳彦	東北大学
	西澤 厚	ルネサスエレクトロニクス	八木澤卓	慶応義塾大学
	榊田 創	(独)産業技術総合研究所	内田儀一郎	九州大学
			松浦寛人	大阪府立大学
6. インキュベーションホール	佐藤孝紀	室蘭工業大学	寺嶋和夫	東京大学
	榊田 創	(独)産業技術総合研究所	三宅賢稔	(株)日立製作所
	唐橋一浩	大阪大学	林 信哉	佐賀大学
	坪井秀夫	(株)アルバック	神野雅文	愛媛大学
	平松美根男	名城大学	久保田智広	東北大学
7. プラズマエレクトロニクス講習会	坪井秀夫	(株)アルバック	木下啓藏	東北大学
	池田知弘	三菱電機(株)	中西敏雄	東京エレクトロン(株)
	西澤 厚	ルネサスエレクトロニクス	三宅賢稔	(株)日立製作所
	安部 隆	新潟大学	南 正樹	ソニー(株)
			栗原一彰	(株)東芝
8. 会誌編集・書記	市来龍大	大分大学	清水一男	静岡大学
	池田知弘	三菱電機(株)	南 正樹	ソニー(株)
9. ホームページ	唐橋一浩	大阪大学	松浦寛人	大阪府立大学
10. 会員名簿	佐藤孝紀	室蘭工業大学	八木澤卓	慶応義塾大学
11. 庶務	市来龍大	大分大学		
12. 会計	平松美根男	名城大学	久保田智広	東北大学
13. プラズマエレクトロニクス賞			内田儀一郎	九州大学
14. アカデミックロードマップ(戦略企画画室)	榊田 創	(独)産業技術総合研究所	堀 勝	名古屋大
			金子俊郎	東北大学
15. アカデミックロードマップ(合宿)	金子俊郎	東北大 (オブザーバー)	堀 勝	名古屋大
16. PE 懇親会 秋:山形大学	安部 隆	新潟大学	林 信哉	佐賀大学
17. PE 懇親会 春:早稲田大学	比村治彦	京都工芸繊維大学	南 正樹	ソニー(株)

GEC委員 藤山寛 長崎大学

太字：取りまとめ役

2011（平成23）年度分科会関連の各種世話人・委員

- | | | |
|---------------------|------|------------|
| 1. 応用物理学会講演分科の世話人 | | |
| 8.1 プラズマ生成・制御 | 林 信哉 | (佐賀大) |
| | 中村圭二 | (中部大) |
| 8.2 プラズマ診断・計測 | 山形幸彦 | (九大) |
| 8.3 プラズマ成膜・表面処理 | 一木隆範 | (東京大) |
| 8.4 プラズマエッチング | 林 久貴 | (東芝) |
| 8.5 プラズマナノテクノロジー | 佐藤孝紀 | (室蘭工大) |
| 8.6 プラズマ現象・新応用・融合分野 | 明石治朗 | (防衛大) |
| 2. 応用物理」編集委員 | 栗原一彰 | (東芝) |
| 3. 応用物理学会代議員 | 豊田浩孝 | (名古屋大学) |
| | 金子俊郎 | (東北大学) |
| | 林 信哉 | (佐賀大学) |
| 4. GEC組織委員会委員 | 藤山 寛 | (長崎大) |
| 5. その他：本部理事 | 斧 高一 | (京都大) |
| 6. 評議員 | 河野明廣 | (名古屋大) |
| | 白谷正治 | (九州大) |
| | 中山喜萬 | (大阪大) |
| | 畠山力三 | (東北大) |
| | 藤山寛 | (長崎大) |
| | 堀 勝 | (名古屋大) |
| | 真壁利明 | (慶應大) |
| | 宮崎誠一 | (名古屋大) |
| 7. フェロー | 岡本幸雄 | (東洋大) |
| | 寒川誠二 | (東北大) |
| | 菅井秀郎 | (中部大) |
| | 高井 治 | (名古屋大) |
| | 橘 邦英 | (愛媛大) |
| | 中山喜萬 | (大阪大) |
| | 藤山 寛 | (長崎大) |
| | 真壁利明 | (慶応大) |
| | 渡辺征夫 | (九州電気専門学校) |
| 8. 名誉会員 | 後藤俊夫 | (中部大学) |

平成 22 年度後期および平成 23 年度前期活動報告

第 58 回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング

平成 22 年度第 3 回幹事会議事録

日時：平成 23 年 1 月 22 日（土）10:00～17:00

場所：名古屋大学 IB 電子情報館西棟 5 階会議室

1. ICRP-7/GEC-63/SPP-27 報告と総括

堀幹事長（名古屋大）よりパリで合同開催された表記国際会議の総括が報告された。730 名の参加申し込み（学生：200 名）があり、日本からの参加者が 192 名と最多であった。

収支結果について、石島幹事（名古屋大）より報告された。未確定な部分もあるが、黒字になる見込み。

今後の ICRP の開催について、堀幹事長より提案がなされ、次回の 8th ICRP は、3 年後に国内単独開催。さらに 3～4 年後に 9th ICRP を GEC と共催する方向で準備することが承認された。また、8th ICRP の委員長として白谷教授（九州大学）が承認された。さらに次期 GEC 委員推薦者としても白谷教授とすることが承認された。

2. プラズマ科学シンポジウム（SPP）

白谷教授より 2011 年 11 月にプラズマ・核融合学会、日本物理学会、SPP で合同開催することになった「Plasma Conference 2011」の経緯について、開催趣意書を基に説明され、その内容の確認・見直しについて多岐に渡る議論が行われた。また、SPP 委員長として栗原幹事（東芝）を選任し、共催に参画して頂くことが承認された。

3. 分科会諮問委員の新設

堀幹事長より分科会諮問委員の新設が提案され、2 年毎に更新される委員を新設することが承認された。

4. 分科会インフォーマルミーティング

林幹事（佐賀大）より、次回の分科会インフォーマルミーティングを春季応物学会期間中の 3/25（金）12:15 より神奈川工科大において開催予定である旨が報告された。

5. シンポジウム総合講演合同セッション

金子幹事（東北大）より、9/14～16 に長崎大学において開催された 2010 年秋季応物分科内招待講演、シンポジウム、特別シンポジウムについて報告された。また、2011 春季応物において、3/25 に「プラズマテクノロジーが未来を創る ～プラズママップから見るプラズマプロセス技術の将来展望～」と題したシンポジウム、翌 3/26 に「世界を先導する日本のマイクロ波プラズマ科学技術」と題して、菅井教授（中部大）、新藤名誉教授（静岡大）による分科内招待講演を開催することが報告された。

6. 光源物性とその応用研究会

吉野幹事（北海道職能大）より、1/19 に千葉工大先端放電プラズマ研究センターと共催された第 25 回光源物性とその応用研究会が報告された。6 件の講演発表が行われ、参加者は 29 名。開催場所、時期の決定が難航した点が今後の課題。

7. プラズマ新領域研究会

松浦幹事（大阪府立大）、神原幹事（東京大）より、10/28 に大阪府立大中ノ島サテライト教室において開催された第6回プラズマ新領域研究会について報告された。

8. インキュベーションホール

伊藤幹事（大阪大）より、9/21～23 に御殿場市立国立中央青少年交流の家において開催された第4回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホールについて報告された。参加者は55名（内、受講者は40名）。参加者アンケートの集計結果では、好評だった。施設へのアクセス、より参加者間の交流が深められる時間設定等が課題。

9. プラズマエレクトロニクス講習会

神原幹事より、10/28～29 に慶應義塾大学において開催された第21回プラズマエレクトロニクス講習会について報告された。講師は8名、参加者は45名。

10. プラズマエレクトロニクス分科会会報編集

南幹事（ソニー）より、12月に発行した分科会会報 No.53 について報告された。また、松浦幹事より6月に発行予定の No.54 の記事内容について概要案が示され、内容について議論された。

11. 分科会ホームページ

八木澤幹事（慶應義塾大）より分科会ホームページについて報告された。学会情報のリンク新設を予定している。ホームページに対する要望、アイデアは随時募集する。

12. 会計

内田幹事（九州大）より、今年度の経理状況と来年度の予算案が提示された。例年通り、プラズマエレクトロニクス講習会、プラズマプロセスシ

ング研究会における収益により272万円の黒字となっている。来年度についても、プラズマ新領域研究会、インキュベーションホールを含め活動を推進する計画としている。

13. プラズマエレクトロニクス賞

堀幹事長より、今回7件の論文応募があり、2月中旬に審査結果を報告予定と報告された。

14. アカデミックロードマップ

堀幹事長より、アカデミックロードマップは来期についても日本学術会議でブラッシュアップされて作成される予定であると報告された。

15. PE 懇親会

林幹事より、長崎で開催された懇親会について報告された。当日に参加希望者が倍増し、60名以上の参加者となり盛会だった。また、南幹事より次回、神奈川工科大における秋季応物時の懇親会について報告された。3/25（金）19:00より本厚木駅近辺で開催予定。

16. 新任幹事紹介

堀幹事長より平成23年度の新任幹事の紹介が行われた。来期の各幹事役割分担については、堀幹事長に一任される。

17. 春季応用物理学会英語セッション

堀幹事長より、春季応物での英語セッション開催決定に至る経緯、内容について報告された。当セッションへ30件以上の講演申し込みが集まり、1.5日間の枠で開催されることになった。秋季についても継続される予定。

18. 2012年度 MRS シンポジウム案

堀幹事長より、MRS 2012 Spring Meeting の中で

応物より「Innovation of Materials, Processing and Diagnostics for Plasma Life Science」と題したシンポジウムを開催する予定であることが報告された。

19. JJAP/APEX 論文推薦について

堀幹事長より、2009、2010年発行の論文を対象として選出されるので、積極的な応募を呼びかけたいとの報告がされた。

20. プラズマエレクトロニクス専門書発刊

堀幹事長より、実用的なプラズマの専門書の発刊に向け、編集等ご協力頂きたいとの報告がされた。

第59回プラズマエレクトロニクス分科会ミーティング／平成23年度第1回幹事会議事録

日時：平成23年5月21日（土）13:00-17:00

場所：東京大学工学部4号館203号会議室

1. 幹事紹介

堀幹事長(名大)の挨拶の後、出席幹事一人一人からの挨拶が行われた。震災の影響でインフォーマルミーティングでの新旧幹事の引継ぎが出来なかった。留任幹事が主担当として引継ぎを行うように要請された。

2. 幹事役割分担

担当幹事の確認と合わせ、各役割の内容について堀幹事長より説明が行われた。

役割概略ならびに合わせて報告された関連事項は以下の通り。

- ・幹事長：全ての責任を持つ。その他対外的な窓口としての役割。
- ・副幹事長：幹事長の補佐。昨年度より3名体制となった。
- ・分科会ミーティング：秋、春の応用物理学会時に開催されるPE分科会の総会に当たるインフ

ォーマルミーティングの日程設定、部屋及び弁当の手配等。

・シンポジウム総合講演合同セッション：秋、春の応用物理学会時に開催。現在まで毎回開催している。今年度秋のシンポジウム案は学会に提出済み。

・プラズマプロセッシング研究会：年一回のSPP開催に関する運営。3年程に一度はICRPとの合同開催。また、3年程に一度、プラズマ核融合学会、日本物理学会との合同のプラズマカンファレンスといった形となる。本年はプラズマ核融合学会主催で11月に金沢で開催予定であり、分科会はサポート的役割のみ。

・光源物性とその応用研究会：プラズマ応用の重要な分野である光源に関する歴史ある研究会の開催。

・プラズマ新領域研究会：年3回ほど開催するミニワークショップの開催。バイオ関係の研究会の開催を期待されている。研究活性化支援金への応募。

・インキュベーションホール(IH)：学生を主な対象とした夏の学校。研究活性化支援金への応募。

・プラズマエレクトロニクス講習会：企業の方を主な対象とした講習会。

・会誌編集・書記：年2回の分科会会誌編集、ミーティング等の書記。

・ホームページ：ホームページの管理。

・会員名簿：応用物理学会の意向により発行は無くなったが、分科会会員分析を検討中。

・庶務：幹事長、副幹事長が対応できない際の学会本部との連絡窓口。

・会計：分科会の資金管理。

・プラズマエレクトロニクス賞：賞の応募締め切りは例年年末。昨年度の応募数が多く、2組の受賞があった。引き続き、応募数を増やしたい。

・アカデミックロードマップ(戦略企画室)：一昨年までのアカデミックロードマップ作成で培った知識を元に、昨年からは戦略企画室として運営。外部資金取得に向けたグループ戦略、学会・国際会議などの整理、科研費の枠組み等、戦略的に取り組んでいくことを検討。バイオロードマップの作成も予定されている。

・PE懇親会：秋、春の応用物理学会に合わせて

開催される懇親会。

・オブザーバー： GEC 役員に入っている先生にオブザーバーとして幹事会への出席をお願いしている。真壁先生から約 20 年続いている GEC 役員。現在は藤山先生。

3. プラズマ科学シンポジウム (Plasma Conference 2011) の新規開催について

栗原幹事(東芝)及びシンポジウムプログラム委員長の白谷先生(九州大)から 3 学会連携のカンファレンスについて説明があった。

・会期中 3 日間を SPP29 として確保、30 分 3 件分のシンポジウム枠が 5 つ割り当てられた。内 3 つは昼で、残り 2 つはナイトセッション。

・プログラム委員は選任済み。プラ核学会が主催することから PE 分科の現地委員の仕事の負担は無いと思われる。

・プレナリー及びチュートリアル招待講演者は確定済み。近日中にカンファレンスポスターを PE 幹事に送付する。

・国際会議とするため外国人等の確保が必要。シンポジウム講演者は参加費免除であるが、日本語の発表では外人の招待が困難。英語セッションの開催については未定。

・参加費はコンビニでの事前払い込み。(プラ核方式)分科会会員は割引。ただし現地登録では割引なし。

・他学会のシンポジウム内容を紹介。プログラム委員の原案を元にして PE 分科のシンポジウムについて議論。SPP として議論が必要なテーマ(A)として「プラズマライフイノベーション」、他学会からの参加で有意義になるテーマ(B)として、「プラズマ計測・モニタリング」と「先端シミュレーション」、分科会の魅力を宣伝するテーマ(C)として、「プラズマ表面相互作用」と「プラズマグリーンイノベーション」が提案された。

テーマ(C)については、重鎮や若手を講演発表者を選ぶ、「グリーンイノベーション」を木曜午後で英語セッションにする、企業からの講演を招待する、企業へのアピールを重視する、太陽電池や水浄化のプラズマ技術を震災復興に結びつけるなどの意見が出た。「ライフイノベーション」と「計測」は学会連携に回る可能性もあるため、プログラム委

員で継続審議となった。

・原発事故の特別講演はプラ核で計画中。PE 分科としては特に積極的に動かない。学会間のパネル討論の可能性はないかとの意見あり。

4. インキュベーションホール開催について

寺嶋副幹事長(東大)よりインキュベーションホールの準備状況に関して報告がなされた。開催時期は 9 月 19 日から 21 日である点、場所が震災の避難所として使われる可能性があって混乱したものの昨年同様静岡県の国民青少年交流の家である点などが報告された。

バイオ工学を重視した副題案と講師案が示された。基礎講座を例年通り行った上で、医療技術の講演ができる講師を選出するように堀幹事長から要請があった。企業からの参加者は参加学生にとって刺激にはなるが、社会人はプラエレ講習会での受け入れを念頭にしている。

5. 講習会開催について

木下副幹事長(東北大)よりプラズマエレクトロニクス講習会の準備状況について報告があった。開催時期は 10 月 27 日から 28 日で、場所は慶応大学に申し込み中。

今年度はアンケートにより MEMS 及び大気圧プラズマに関する特別テーマを含める他、分光器や大気圧プラズマ源を使った実践を予定している。例年案内が遅れているので、会報にも当初案を掲載依頼しているとのこと。

6. 秋季応用物理学会について

金子副幹事長(東北大)より秋季応用物理学会学術講演会内シンポジウム案に関して説明がなされた。震災で中止になった春の学会の講演者を中心に「グリーンライフイノベーションに向けたプラズマプロセス応用技術とその展望」という主題で 8 月 29 日午後に 4 時間行う予定。

また、秋季応用物理学会学術講演会内セッション内招待講演者について説明がなされた。講演内容を修正して春の学会での候補者に改めてお願いしている。プラズマエレクトロニクス賞受賞講演を次回は招待講演の前に行ない、プログラムにも記載するように依頼する。

同様に英語セッションの Fridman 先生も改めて来日を依頼している。

7. PE 会報について

松浦幹事(阪府大)より準備状況が報告された。震災の影響で記事の幾つかは次号に回し、追加で執筆依頼を行った。原稿は集まりつつあるが、予定されていた寄稿の執筆者が辞退したため幹事会の中から改めて執筆を依頼することになった。

8. PE 分科会 20 周年記念講演会について

堀幹事長(名大)より、分科会 20 周年(研究会創立からは 25 年)の記念事業について説明があった。10 月 22 日名大野依記念会館で若手研究会や記念講演会を開催する。分科会員の参加をお願いしたい。

9. MRS2012 春季合同シンポジウムについて

堀幹事長(名大)より、2012 春の MRS(Materials Research Society)に応用物理学会が合同セッションを開催すること、分科会からライフサイエンス関係でチュートリアルと合同セッションを提案し認められたことが報告された。

10. GEC2011,2012 について

GEC 委員の藤山先生(長崎大)より、ソルトレークで開催される GEC/DPP 合同会議についての紹介があった。本年の GEC で白谷先生(九州大)を次期委員としてノミネーションしたい。選出されれば、招待講演者の推薦と ICRP8 との共同開催の提案を行う予定。また、次の GEC2012 はテキサスで開催されることが決まっている。

11. 2011 年行事等の計画

・ICRP-8 について

ICRP 組織委員長の白谷先生(九大)から、日程(2014 年 1 月末)と会場案(福岡周辺)が紹介された。前回のパリの会議の参加者数からできるだけ大きな会場を確保することとなった。予算として分科

会からの補助金が申請され、本幹事会で了承された。

・SPP30 について

2013 年の SPP30 の開催地についての議論も行われ、いくつか候補地があげられた。

・新領域研究会について

第 8 回及び第 9 回プラズマ新領域研究会案について報告があった。合わせて、新領域研究会の研究活性化支援金の申し込みは、松浦幹事(阪府大)が責任を持って準備する事が確認された。応物の会計処理の関係で、各研究会開催は年内になされるべきことが指摘された。

・会計について

内田幹事(九大)より収支決算報告がなされた。2010 年度収支差額は+154 万で、SPP27 の収入によるところが大きい。ICRP7/SPP28 の黒字分の払い戻しは 2011 年度収支決算に反映される。

12. その他、堀幹事長より報告

・分科会の過去のいきさつをアドバイスできる諮問委員の設置が提案された。幹事長経験者や企業出身の副幹事長経験者を候補とし、毎年就任を依頼し、幹事会にもオブザーバーとして招待すると補足説明された。

・学会の運営方針の変更が報告された。シンポジウムは初日のみの開催とし、申請者は分科会世話人(現在の PE 分科は中村先生(中部大))に提出し、世話人が順位付けを行う。PE 分科では 2 位までは採択の可能性あり。また、一般講演のポスターセッションを増やし、MRS との合同開催の関係で秋の学会は 2013 年より国際会議化されるとのこと。

第10回プラズマエレクトロニクス賞 受賞候補論文の募集

堀 勝（名古屋大学）

応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会では、毎年、プラズマエレクトロニクスに関する学術的あるいは工業的に価値のある優秀な論文を対象とし、その著作者「プラズマエレクトロニクス賞」を贈り表彰を行っています。候補論文は自薦・他薦を問いません。下記の要領により、奮ってご応募下さい。

<http://annex.jsap.or.jp/plasma/>

昨年度は、多数の応募があり、優れた2件の論文を受賞に選出致しました。本年度も応募いただきますようお願い申し上げます。

授賞対象論文 プラズマエレクトロニクス分科会が主催する研究会、国際会議等で発表され、且つ2009年、2010年、2011年の発行の国際的な学術刊行物（JJAP等）に掲載された原著論文。受賞者は、表彰の時点においてプラズマエレクトロニクス分科会会員あるいは応用物理学会会員とする。

提出書類以下の書類各1部、及びそれらの電子ファイル(PDFファイル)一式。

- ・ 候補論文別刷（コピーでも可、第1ページに候補論文と朱書すること。関連論文があれば2件以内の別刷またはコピーを添付。）

- ・ 当該論文の内容が発表されたプラズマエレクトロニクス分科会が主催する研究会、国際会議等の会議録等のコピー。2件以内。
- ・ 著者全員について和文で以下を記入した書類。氏名、会員番号、勤務先（連絡先）
- ・ 推薦書（自薦、他薦を問わず、論文の特徴、優れた点などを400字程度でわかりやすく記すこと。

表彰 2012年春季応用物理学会期間中に行います。受賞者には賞状および記念品を贈呈いたします。また2012年秋季講演会期間中に記念講演を依頼する予定です。

書類提出期限

2011年12月25日（日）当日消印有効

書類提出先 〒102-0073 東京都千代田区九段北1-12-3 井門九段北ビル5階
社団法人応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会幹事長
（封筒表に「プラズマエレクトロニクス賞応募」と朱書のこと。）

プラズマエレクトロニクス賞規定

この規定はプラズマエレクトロニクスに関する学術的あるいは工業的に価値のある優秀な論文を表彰の対象論文とし、その著作者にたいして社団法人応用物理学会プラズマエレクトロニクス分科会（以後プラズマエレクトロニクス分科会と言う）が行う表彰について定める。

1. この表彰を「プラズマエレクトロニクス賞」という。

2. 表彰の対象論文は、原則として、プラズマエレクトロニクス分科会が主催する研究会、国際会議等で発表され、且つ募集期間から過去3年の間に国際的な学術刊行物に掲載された原著論文とする。

3. 受賞者はプラズマエレクトロニクス分科会会員あるいは応用物理学会会員とする。

4. 受賞者は公募に応じた自薦および他薦候補者

から選考する。

5. すでに公に顕著な賞を受けた論文は、プラズマエレクトロニクス賞の対象論文としない。

6. 表彰は原則として毎年2件以内とする。

7. 表彰は賞状授与および記念品贈呈とする。

8. 表彰は毎年応用物理学会春季講演会において行う。

9. プラズマエレクトロニクス分科会幹事は、毎年11月までに授賞候補者募集要項を「プラズマエレクトロニクス分科会会報」および応用物理学会機関誌「応用物理」誌上に公表し、広く募集する。

10. 受賞者の選考はプラズマエレクトロニクス分科会幹事が委嘱した「プラズマエレクトロニクス賞」選考委員会が行う。

11. 受賞者が決定したときは、「プラズマエレクトロニクス賞」選考委員会委員長が、プラズマエレクトロニクス分科会幹事に選考の経過および結果を報告する。

12. プラズマエレクトロニクス分科会幹事は、選考の経過および結果を応用物理学会理事会に報告する。

13. この賞の実施に関する必要な事項の審議および決定はプラズマエレクトロニクス分科会幹事会が行う。

14. 本規定は、理事会の承認を経て改訂することができる。

付則： この規定は、平成14年4月1日より施行する。

プラズマエレクトロニクス関連会議日程

国際会議

2011.7.4-7

3rd International Conference on Microelectronics and Plasma Tcehnology (ICMAP-2011)
Furama Hotel, Dailin, China
<http://www.icmap2011.org/>

2011.7.24-7.29

International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC 20)
Loews Philadelphia Hotel, Philadelphia, Pennsylvania, USA
<http://ispc20.plasmainstitute.org/>

2011.8.28-9.2

30th International Conference on the Physics of Ionised Gases (ICPIG Belfast 2011)
Queen's University Belfas, Northern Ireland, UK
<http://www.qub.ac.uk/schools/SchoolofMathematicsandPhysics/Research/PlasmaPhysics/icpig2011/>

2011.9.19-22

The 8th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE 2011)
Dailian city, China
<http://www.aepse2011.mse.tsinghua.edu.cn/>

2011.9.26-30

The 8th International Symposium on Applied Plasma Science (ISAPS '11)
富士屋ホテル, 箱根
contact to hine@jwri.osaka-u.ac.jp or kobayasi@jwri.osaka-u.ac.jp

2011.10.30-11.4

AVS 58th International Symposium and Exhibition
Nashvill Convention Center, Nashville, Tennessee, USA
<http://www2.avs.org/symposium/AVS58/pages/info.html>

2011.11.8-11

15th International Conference on Thin Films (ICTF-15)
京都テルサ
<http://icth15.jp/>

2011.11.10-11

33rd International Symposium on Dry Process (DPS2011)
京都ガーデンパレスホテル
<http://www.dps2011.kuaero.kyoto-u.ac.jp/>

2011.11.14-16

International Conference on Plasma Physics (ICPP 2011)
Mumbai, India
<http://www.waset.org/conferences/2011/mumbai/icpp/>

2011.11.14-18

64th Gaseous Electronics Conference / 53rd Annual Meeting of the APS Division of Plasma Physics
Salt Palace Convention Center, Salt Lake City, Utah, USA
<http://conferences.wsu.edu/conferences/gec/>

2011.11.22-25

Plsama conference 2011

石川県立音楽堂、金沢市

<http://www.jspf.or.jp/PLASMA2011/>**2012.3.4-8**

4th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2012)

中部大学

<http://www.isplasma.jp/>**2012.4.9-12**

MRS 2012 Spring Meeting(JSAP-MRS合同シンポジウム)

San Francisco, California

<http://www.mrs.org/spring2012/>**国内会議・会合****2011.7.19-20**

第24回プラズマ材料科学シンポジウム

大阪大学 銀杏会館（大阪大学吹田キャンパス内）

<http://plasma.esi.nagoya-u.ac.jp/jsps153/spsm24.pdf>**2011.8.29-9.1**

2011年（平成23年）秋季 第72回応用物理学会学術講演会

山形大学 小白川キャンパス

<http://www.jsap.or.jp/activities/annualmeetings/regularmeeting.html>**2011.9.19-21**

第5回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール

国立中央青少年交流の家

http://annex.jsap.or.jp/plasma/PE_files/PE_SS_2011/index.html**2011.9.下旬予定**

第9回プラズマ新領域研究会

福岡市内（詳細は下記ページで。）

<http://annex.jsap.or.jp/support/division/plasma/>**2011.10.22**

プラズマエレクトロニクス分科会20周年特別シンポジウム

名古屋大学野依記念会館

<http://annex.jsap.or.jp/support/division/plasma/>

2011.10.26

第 8 回プラズマ新領域研究会

慶應義塾大学(詳細は下記ページで。)

<http://annex.jsap.or.jp/support/division/plasma/>

2011.10.27-28

第 22 回プラズマエレクトロニクス講習会

関東圏の大学施設(詳細は下記ページで。)

<http://annex.jsap.or.jp/support/division/plasma/>

2012.3.15-3.18

応用物理学会 春季講演会

早稲田大学早稲田キャンパス・早稲田高等学校 興風館, 東京都新宿区

<http://www.jsap.or.jp/activities/annualmeetings/regularmeeting.html>

2012.3.24-3.27

日本物理学会第 67 回年次大会

関西学院大学

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/jps/jps/bbs/future.html>

東日本大震災で被災された方への会費免除のお知らせ

(社) 応用物理学会

2011年3月11日の東日本大震災で被害に遭われた会員の方々に心からお見舞い申し上げます。

すでに本会ホームページならびにメールでもお知らせ申し上げておりますが、本会では、被害に遭われた会員の方に対し会費を免除させていただくことになりました。

つきましては、地震で被災されたことを証明する書類(注)を添えて学会事務局までお申し出下さい。お申し出でいただいた会員の方には、直近の会費を1年間免除させていただきます。

- 免除対象会費：正会員(社会人)会費，正会員(大学院生)会費，学生会員会費，分科会会費
(A 会員会費・B 会員会費)

(注)：例えば所属機関ないし上長による被災証明書、指導教官による被災証明書、支部発行の被災証明書など

被災証明郵送先および問合せ先：

〒102-0073

東京都千代田区九段北 1-12-3 井門九段北ビル 5F

(社)応用物理学会 会員係

電話：03 (3238) 1042

FAX：03 (3221) 6245

e-mail：membership@jsap.or.jp

編集後記

はじめは講演会場の照明がかすかにゆれ、壇上の講演者もかすかに戸惑いを示しただけでした。3月11日、IC-PLANTSに参加していた著者は「高山にも地震があるんだ」と思った程度でした。しかし、これが阪神大震災をもしのぐ大惨事の始まりでした。通信やライフラインの復旧とともに明らかになってくる惨状に対し、なすすべがないというのが偽らざる心境です。この度の東日本大震災で被災された方々の一日も早い復興を祈ります。このような状況の中、何とかプラズマエレクトロニクス分科会会報 No. 54を皆様のお手元にお届けできました。お忙しい中、本誌にご寄稿いただきました皆様に心よりお礼申し上げます。

今回、東北大に出向と同時に震災に遭われた木下先生より現地の状況および復興状況、さらに今後プラズマ研究者のなすべきことについての熱い寄稿をいただきました。また堀委員長からは史上初めて学会を中断するにいたった経緯および学会改革の骨子について執筆いただきました。これらの記事は会員諸氏が研究者として、あるいは一人の個人として震災からの復興に今後どのような寄与ができるかという点を考える上で良い出発点となるのではないのでしょうか。

今回、新たに「研究紹介」という記事を、応用物理学会講演奨励賞を受賞されたお二人の若手会

員から寄稿いただきました。また、海外の研究事情では、これまで分科会であまりなじみのないお二人から、UCBKおよび韓国でのプラズマ表面相互作用に関する研究について興味深い記事をいただきました。今後、これらの記事を契機として何らかの共同研究や学生の交流が生まれれば、執筆者の労苦に報いることができるのではないかと考えます。

すぐに役立つプラズマエレクトロニクスは第6回目としてプラズマCVDについて白藤先生に大作をご寄稿いただきました。薄膜生成におけるプラズマCVDのメリットから開始し、気相反応、科学種密度、輸送過程、表面反応といった素過程について、丁寧にわかりやすく解説されており、学生のみならず少し専門の異なる研究者にとっても有益な記事となっています。ご多忙な中ご執筆頂き、感謝申し上げます。

この他にも会議報告、行事案内を多くの方々にご執筆頂きました。大変お忙しい中、大変貴重な報告をしていただき感謝申し上げます。今後も、研究会や国際会議などを開催する際には、ぜひ本誌に案内記事や会議報告をご寄稿いただきますよう改めてお願いします。

(平成23年度会報編集担当：南、市來、池田、松浦)
(文責：松浦)

プラズマエレクトロニクス分科会会報 No. 54

2011年 6 月 20 日 発行

編集：公益社団法人 応用物理学会

プラズマエレクトロニクス分科会

幹事長 堀 勝

発行：公益社団法人 応用物理学会

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-3

井門九段北ビル 5 階

(©2011 無断転載を禁ず)