

samco NOW

2018.Apr. Quarterly VOL.101

Information

2

- 米国シリコンバレーの拠点を移転
- SEMICON China 2018 報告

Samco-Interview

3

東京大学 IRT 研究機構 機構長
情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 教授
下山 勲 先生

À la carte 京の銘菓・老舗13 京生菓子司「畑野軒老舗」

5

Technical-Report

6

2周波を使用したSiNx、SiO₂の成膜における
応力制御性の向上



米国シリコンバレーの拠点を移転 ～半導体から新規事業のヘルスケアまで研究開発体制を強化～

当社は米国での研究開発体制を強化するため、2018年5月1日付でシリコンバレーのオプトフィルムズ研究所（所長：ピーター ウッド）をサニーバール（Sunnyvale）市からサンタクララ（Santa Clara）市に移転いたします。

オプトフィルムズ研究所は、サムコが1987年に日本のベンチャー企業としては初めてシリコンバレーに開設した研究所です。ダイヤモンド薄膜やDLC（ダイヤモンドライクカーボン）などの形成や応用技術の開発などを担い、ハードディスクドライブの基板およびヘッドの加工技術の開発では、地元の米国企業と連携して大きな貢献をしております。

移転先のサンタクララ市はシリコンバレーの中心に位置し、IntelやQualcomm、NVIDIA、AMDなど世界的な半導体企業の本社や研究拠があるほか、バイオやヘルスケアなどさまざまなハイテク分野の先進企業やイノベティブな人材が集積しております。新拠点は広さが6,444ft²（約600m²）あり、CVD装置やドライエッチング装置、洗浄装置、各種薄膜測定装置などを有するデモルームを備えております。これらの活用により、半導体エレクトロニクス分野のみならず新規事業のヘルスケア分野や環境エネルギー分野などで周辺の企業とのネットワークを構築・強化し、広範な研究開発を推進してまいります。また、米国East Coast Officeと連携し、東海岸の研究機関やユーザーとの橋渡しも行っております。



ハイテク企業が集積するサンタクララ市およびその周辺

※ オプトフィルムズ研究所の新住所：

2302 Walsh Ave. Santa Clara, CA 95051, USA

TEL 1-408-734-0459 E-mail info@samcointl.com



オプトフィルムズ研究所

SEMICON China 2018 報告

去る3月14日から16日までの3日間、上海新国際博覧中心においてSEMICON China 2018が開催され、当社はSiC / GaN パワーデバイスやGaAs VCSEL、マイクロLEDなどの加工装置や技術を紹介しました。



SEMICON China 2018 当社ブース

表紙写真 ● 春の風物詩『壬生大念仏狂言（通称 壬生狂言）』（壬生寺） 4月29日～5月5日

千本釈迦堂、嵯峨釈迦堂と並び称される京の三大狂言の一つで太鼓・鉦の音から「壬生さんのカンデンデン」とも言われ、昼の勤行として本尊・延命地藏菩薩に奉納。1300（正安2）年以来、700年以上続けられている。円覚上人が念仏を無言の仮面劇に仕立てたのが始まりで、一般の能狂言とは異なり、鉦・太鼓・笛の囃子に合わせ、すべての演者が仮面をつけ、一切「せりふ」を用いず無言で演じられる。春の京を代表する国の重要無形民俗文化財となっている。



プロフィール

学歴

1977年 東京大学 工学部 機械工学科 卒業
 1979年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械工学専攻 修士課程 修了
 1982年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械工学専攻 博士課程 修了
 工学博士

受賞歴

2008年 「今年のロボット」大賞
 優秀賞(部品・ソフトウェア部門)
 2012年 第7回モノづくり連携大賞 大賞
 2014年 日本機械学会賞(技術)
 2017年 東京都功労者表彰(技術振興功労)

職歴

1982年 東京大学工学部 機械工学科 講師
 1983年 東京大学工学部 機械工学科 助教授
 1986年 米国カーネギーメロン大学
 客員助教授(1987年まで)
 1995年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械情報工学専攻 助教授
 1998年 東京大学 大学院 工学系研究科
 機械情報工学専攻 教授
 2001年 東京大学 大学院 情報理工学系研究科
 知能機械情報学専攻
 教授(現在に至る)
 2007年 東京大学 大学院 情報理工学系研究科
 研究科長(2010年まで)
 2008年 東京大学 IRT研究機構
 機構長(現在に至る)

東京大学 IRT(Information and Robot Technology)研究機構 機構長 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 教授

しも やま いさお
下山 勲 先生

今回のSamco-Interviewは、東京大学を訪ね、IRT研究機構長で情報理工学系研究科の下山勲教授に生活支援ロボットを実現するためのセンサーのご研究についてお話を伺いました。

▶ マイクロ知能システムのご研究について ご紹介ください。

主に人間の五感に相当するロボットのセンサーについて研究しております。触覚、聴覚、嗅覚、味覚、視覚といった感覚機能をセンサーとしてロボットに組み込んで賢さを実現し、人間の指示どおりにロボットが安全かつ信頼性高く動いて仕事をこなす、つまり、誰でもいつでも安全に使える家庭用ロボットを実現するためのセンサーを研究しております。その技術的なバックグラウンドとしては、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems=微小電気機械素子)技術を使っております。

触覚にはひずみセンサーを使っております。ピエゾ抵抗効果を利用しますが、非常に小さなひずみまで読み取ることができます。カンチレバーの根元にひずみセンサーを形成しているためダイアフラムのように周りが固定されておらず、たわみやすいため従来の金属ひずみゲージに比べて2桁ほど分解能の優れたセンサーができ、非常に小さな力を測定することが可能です。力ではピコニュートン(pN)、変位ではピコメートル(pm)、振動ではメガヘルツ(MHz)のオーダーの小さな力、小さな変位を高周波まで読み取るセンサーになっており、それを樹脂の中に埋め込んで触覚センサーにしています。聴覚センサーは空気の振動を読み取るマイクロホンです。視覚では、赤外線領

域の視覚を主に研究しております。通常の化合物半導体を使ったディテクターではなく、ラジオやテレビの電波をアンテナで読み取るのと同じように小さな短いアンテナで赤外の電磁波を読み取り、アンテナで励起された電子による光電流を計測するという方法ですが、化合物半導体を使わず、冷却が不要といった特徴を持っております。味覚と嗅覚については表面プラズモン共鳴(Surface Plasmon Resonance)を使う化学量センサーを研究しております。表面プラズモン共鳴は非常に感度のよい化学量センサーですが、MEMS加工で非常に小さなセンサーを作ることができます。さらに表面プラズモン共鳴は表面積だけの効果ですので、小さくてもしっかり感度を保つことが可能です。バルクの体積で計測する方法もありますが、それに比べて表面の薄い領域で化学量が計測でき、感度よくかつ反応速度も速いといった特徴を持っております。

将来、ロボットが人の領域で仕事をする、あるいは工場で仕事をする場合には、五感あるいは超音波センサーのような五感を越えるセンサーが不可欠です。これらをロボットに適用できるようにすることを目指しております。

▶ ご研究を始められたきっかけと現在に至る経緯についてご説明ください。

私は博士論文で二足歩行ロボットを研究しました。足裏に常に重心を置き、どこで停

止しても転倒することがない歩行を静歩行といいますが、これに対して足裏に重心が固定されず静歩行に比べて速い動きができる歩行を動歩行といいます。例えば四足で歩行するキリンや熊なども二本の足で立っているフェーズがありますが、そのままずっと二本の足で立ち続けることは極めて難しい。同じように人が動いているときに、「この瞬間で止まってください」といってその歩行の姿勢をそのまま維持することは難しいですね。このように歩いているという動きの中で安定性を保っているのが動歩行であり、三次元の動歩行の二足歩行ロボットを世界で初めて実現したのが私の博士論文です。

現在でもロボットに適したセンサーはそんなに多くはありませんが、当時はほとんどなく、角度を測るエンコーダやポテンショメータくらいでした。これではいけないと思い、ロボットに組み込むさまざまな感覚機能のセンサーをしっかりと研究していくことにしました。現在では、それらのセンサーのうちあるものはロボットに使われるようになり、ベンチャー企業を立上げてそのセンサーを提供できるようになったというレベルです。

私の研究では、工学的なものだけでなく、生物学的なものなど複合的に考えることを学生に伝えています。昆虫は微小機械システムのよい手本になります。スクレーリングと呼ばれていますが、昆虫は小さなす

法に相応しい構造を持っています。例えばジェット機のような大きな飛行機は後ろにジェットエンジンから排気し、抗力に比べて揚力が非常に大きいので固定翼で効率よく飛ぶことができます。上向きの力が非常に大きいのでほとんど損失なく効率よく長距離を飛ぶことができるのがジェット機の特徴です。しかし、そのジェット機をドラえものの道具で1mmに小さくすると、揚力に比べて抗力が大きくなるため効率は悪くなります。これに対して、小さな生物は粘性力を利用して常に羽ばたいて飛んでいるとか、水中の小さな生物は繊毛や鞭毛で流体から摩擦力を受けながら泳いでいます。そういった小さな生物は微小機械システムのよい手本になるということで研究を始め、その中でも飛翔はかれこれ30年になるでしょうか。ライフワークの一つとして進めています。そういったロボットが将来できるかどうかということよりもむしろ小さな生き物に学び、どんな効果が微小機械システムで利用できるかということで研究しております。

▶ 機構長を務められているIRT研究機構についてご紹介ください。

IRTとはInformation and Robot Technologyの頭文字です。少子高齢社会といわれるようになって随分経っていますが、2055年には日本の総人口は8,993万人、高齢人口はその41%になることが予想されており、少子高齢社会の進展に対して必要とされるサポートを行うためのロボット系あるいはセンサー系の技術を研究しております。そのサポートは大きく分けて二つあります。一つは、高齢者が社会でアクティビティを保っていくためのロボットによる健康支援や家事・介護支援のための技術の研究開発です。もう一つは、労働力不足に対してGDPや生活レベルを維持していく、あるいはさらに向上させていくために、効率的な機械のサポートを誰でも使うことができ、誰でも働くためのサポートを得られるようにすることです。単純作業や重作業・危険作業などをロボットが支援・代替するための技術の研究開発が二つ目の大きな柱です。このような高齢者の健康支援や家事・介護支援、労働支援を実現するイノベーションの創出がIRT研究機構のミッションです。

▶ 今後の展望についてお聞かせください。

ロボットのセンサーや微小機械システムの研究人口も増え、私が指導した学生さんも随

分活躍するようになってきました。この分野の研究はさらに進んでいくと思っております。これまで取り組んできた基礎研究が企業や私たちの仲間が作るベンチャー企業などを通して世の中に広く出ていき、普及して人々や社会の役に立つよう尽力していきたいと思っております。

▶ 日頃のご研究において心がけておられることはどのようなことでしょうか？

さまざまな選択肢がある場合、自らその先を閉ざさずにどんどん挑戦していくということが私の一番の根本にあります。少し考えただけで諦めず、ずっと粘着質でやり続けると必ず先は開けてくると思っており、常にアクティブに前に進んでいくことを心掛けております。

▶ 座右の銘をお教えてください。

『塞翁が馬』という言葉が好きです。辞書には「よいことの後には悪いことがあり、悪いことの後にはよいことがあり、将来どうなるかわからない。」というようなことが書かれています。それはその通りなのですが、「よいことも悪いことも半分ずつ。」ということも人を見ていて私は思っております。よいことがあったときに自惚れたり有頂天になったりせず、少々悪いことがあっても落ち込まないということとはとても大切だと思っております。

▶ 休日などはどのようにお過ごしでしょうか？

趣味は特にありませんので、平日にやり残した仕事をしているというのが休日の過ごし方です。平日さまざまな仕事に対応して動いていると、自分自身が成長する時間はなくなります。しかし、いくつになっても勉強はしなければいけません。自分自身を高めるために先人の知識を得ることはとても重要だと思っており、休日には自分自身で時間を作り、そのために使うように心掛けております。

▶ 最後にサムコの製品、会社に対して一言お願いします。

気の利いた優れた装置を造られていると理解しております。今後も現場のニーズをよく把握され、それに応えていただきたいと思います。

お忙しいところ貴重なお時間を頂き、誠にありがとうございました。

京の銘菓・老舗 13

京都の錦市場にお店を構え、昔変わらぬ懐かしい美味の数々で親しまれてきた京生菓子司・畑野軒老舗。女将の畑野りかさんに、名物「柏餅」を始めとする季節の風味が映える逸品についてお聞きしました。



柏餅



花見団子

全国的に名高く、近年は外国人観光客も数多く訪れる京都の錦市場。その歴史は約400年前の江戸時代にまで遡ります。この近辺は京の名水に恵まれていたために、魚市・魚棚が定着し、続けて青物市も生まれ、やがて幕府公認の市場になり、人々の日々の暮らしに欠かせない「京の台所」になったのです。大正元年（1912）に創業し、「錦のおまん屋」として永く親しまれてきた畑野軒老舗は、錦小路高倉東入ルに風情ある店舗を構えています。店頭に並ぶ四季折々の和菓子の数は選ぶのに迷うほど多彩で、開店時から和みの美味を買い求める人々で賑わいます。

青葉が陽光に映える季節に、「柏餅」が食されるようになったのは、九代将軍徳川家重から十代将軍家治の頃からと伝えられています。古来より柏の葉は神饌を供する時の器として用いられる神聖なものでした。ちなみに、この葉は殺菌の効果も高く、その香りは防腐の役割も果たしています。また、柏の木は冬を経て新芽が出るまでは古い葉が落ちないところから「子孫繁栄（跡継ぎが絶えない）」の縁起物とみなされるようになり、男児の成長を祈願する端午の節句に「柏餅」が愛でられるようになりました。畑野軒老舗の「柏餅」は、老舗の永い時の中で受け継がれ、極められたこだわりの満ちた独自の工程を経て丹念に仕上げられます。餡の種類は無糖の団子に特製のみそ餡が入ったものと、こし餡入りの2種類。みそ餡は白

餡に西京白味噌を丹念に練り込み、味噌の香りがほど良く生地に馴染む逸品です。とろりとした食感とあっさりとした風味が特徴。こし餡のまろやかな甘みも忘れられない美味しさです。

畑野軒老舗の名物は数多くありますが、高級

青海苔を使用した「生麩饅頭」も、ぜひ味わいたい揺るぎない人気の定番として有名です。生麩の中にこし餡を包み込み、茹で上げたもので、三角結びの笹の青さも美しく印象的。むっちりとした食感で、ほど良い塩気に青海苔と麩の味わいが際立ちます。さらに初夏の「水無月」も懐かしい美味の一つ。酷暑の京都で夏越の払いに欠かせない名物です。甘さを抑えた上品な味わいで、喉越しも抜群です。この他にも、彩りも鮮やかな「い



が饅頭」、高知県産の生姜を使った昔ながらの手づくりの「冷やし飴」も、盛夏にふさわしい爽やかな涼味として多くのお客様に愛でられています。

京生菓子司『畑野軒老舗』

京都市中京区錦小路通高倉東入ル

TEL 075-221-2268

営業時間 10:00～18:00

定休日 水曜日



2周波を使用したSiNx、SiO₂の成膜における応力制御性の向上

【サムコ(株) 開発部 CVDグループ】

■はじめに

これまで当社では、SiH₄を用いて酸化膜や窒化膜を成膜する従来のプラズマCVD技術に加え、液体原料を用いたプラズマCVD技術 (LS-CVD®) の開発を行ってきた。これらのCVD技術にさらに新たな付加価値を設け、かつ市場要求に対応するために従来の13.56MHzに低周波を加えた2周波によるアノードカップリング方式での成膜を行ったので、ここでは主に膜応力についての評価結果について述べる。

■装置構成

図1に実験で使用した装置構成を示す。デモ機であるPD-220LまたはPD-220LCの上部電極に13.56MHzに加えて400kHzの高周波電源および整合器を接続し、これら2周波の単独および重畳による放電が可能な構造とした。図2に2周波を重畳して成膜する場合と交互に印加して成膜する場合のOn、Offのタイミングを示す。

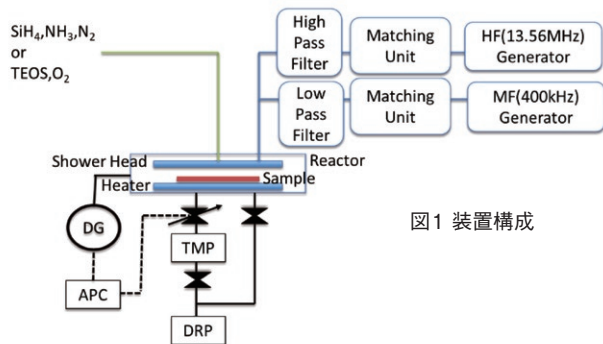


図1 装置構成

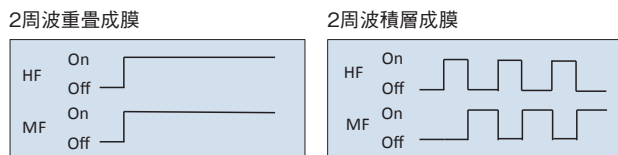
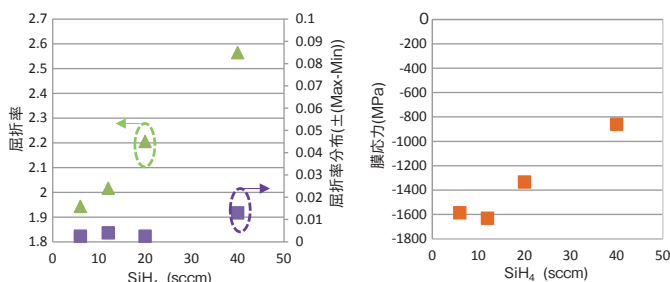


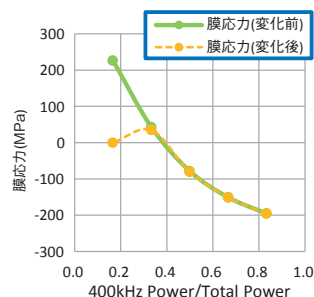
図2 2周波の電力On、Offのタイミング

図3 400kHzのみでのSiH₄-SiNx成膜でのSiH₄に対する屈折率と膜応力の傾向

MF(400KHz)	
D.Rate:28.5nm/min	
R.I: 1.918	
Stress:-647MPa (compressive)	
HF(13.56MHz)	
D.Rate:22.5nm/min	
R.I: 1.919	
Stress:+603MPa (tensile)	

MF層	3.3min
HF層	4.7min
MF層	3.3min
HF層	4.7min
MF層	3.3min
HF層	4.7min

⇒ 予想値(計算値): -56.4MPa
測定値: -59.8MPa

図4 13.56MHzと400kHzを交互に印加したSiH₄-SiNx成膜での膜応力図5 13.56MHzと400kHzを重畳して印加したTEOS-SiO₂成膜での膜応力

■13.56MHzおよび400kHzでのSiH₄-SiNx成膜

図3に400kHzのみで成膜したSiH₄-SiNx膜でSiH₄流量を変化させたときの屈折率および応力を示す。SiH₄, NH₃, N₂を用い、RF電力を50W、ステージ温度を350℃とした。図3より、SiH₄流量の増加とともに屈折率は上昇し、またいずれの条件でも-1GPa（圧縮）を超える応力が得られた。13.56MHzでの成膜ではラジカルによる反応が主体であり引張応力が得られやすいが、400kHzではプラズマ中のイオンが成膜プロセスに影響して圧縮応力が大きくなりやすいと考えられる。よって、13.56MHzと400kHzの成膜を交互に行うことにより、屈折率を調整したまま任意の応力での成膜が可能である。図4に2周波を交互で成膜した例を示す。

■13.56MHzおよび400kHzでのTEOS-SiO₂成膜

図5に13.56MHzと400kHzを重畳させて成膜した際のTEOS-SiO₂膜の応力を示す。TEOS, O₂を用い、総RF電力を300Wとし、温度を300℃とした。図5より、400kHzの電力の大きさにより応力が圧縮側に変化し、0～-200MPaで調整することができた。通常、13.56MHzでの成膜では引張応力になりやすく、応力が成膜後に変化（経時変化）する傾向があり、400kHzの電力割合（MF/Total Power）が0.2未満では引張から圧縮応力に経時変化した。しかし電力割合が0.3を超えると経時変化がほとんど起こらなかった。400kHzは低応力でのTEOS-SiO₂成膜に適した成膜方法と考えられる。

■終わりに

2周波での成膜により、SiH₄-SiNxやTEOS-SiO₂の応力傾向について述べた。これにより低応力を必要とする分野で新しい提案が可能となった。当社では、もう一つ的方式であるカソードカップリングプラズマCVD技術があり、成膜にイオン衝撃を積極的に利用することで緻密な膜質が得られやすいことから、特に低温での成膜でその特徴を発揮している。今後も継続して市場要求を満たすためのプロセスおよび装置開発を行い、装置販売を進めていく。