

SAMCO®

VOL.53
2004.OCT.
Quarterly

NOW

発行所 (株)サムコインターナショナル研究所
京都市伏見区竹田藁屋町36
(075)621-7841

発行者 辻 理
編集者 片山、子谷、竹谷、山口
編集・企画協力 アド・プロヴィジョン株式会社

<http://www.samco.co.jp>



●表紙写真／東寺・弘法市

東寺では、1239年以降、毎月21日（弘法大師の命日）に境内で弘法市が開かれます。骨董品や雑貨品の露店が1000店以上も出て、活気のある楽しい縁日となっています。

(写真提供：土村清治さん／日本写真家協会会員)

SEMICON Japan 2004お知らせ

- 12月1日(水)～3日(金)
- 幕張メッセにて
SAMCO ブース「3-A313」(前工程)
「9-A706」(後工程)

来る12月1日から3日までの3日間、恒例のセミコン・ジャパンが幕張メッセ国際展示場で開催されます。当社は、例年通り前工程のホール3と後工程のホール9の2カ所に出展します。

今回は、前工程では、シリコンの高速ディープエッチング技術であるボッシュプロセス専用のICPエッチング装置『RIE-200iPB』や量産用プラズマCVD装置『PD-



前回の様子

SEMICON® Japan2005

220LC』の最新プロセス技術、応用例などを紹介するほか、当社の製品の3次元実装への応用を紹介する予定です。

また、後工程では、マガジントマガジン式やバッチ式のプラズマ処理装置の実機展示を行う予定です。

ぜひともご来場頂き、数々の最新データをご覧くださいませようお願い申し上げます。

第15回マイクロマシン展のお知らせ

- 11月10日(水)～12日(金)
- 科学技術館(東京・北の丸公園)にて
SAMCO ブース「2-18」

来る11月10日から12日までの3日間、東京の北の丸公園にある科学技術館で第15回マイクロマシン展が開催されます。本展示会は、超精密・微細加工、MEMS、ナノテク、バイオに関する国際展示会であり、これらの分野への期待の高まりを反映し、出展社と来場者はともに数

年で倍増しています。

当社は、MEMS分野に広く応用されているシリコンの高速ディープエッチング技術であるボッシュプロセス専用ICPエッチング装置を中心に最新の超微細加工技術などを紹介する予定です。

SEMICON Taiwan 2004 報告

去る9月13日から3日間、台北の世界貿易センターでセミコン台湾2004が開催されました。当社は、ICPエッチング装置を中心にプラズマCVD装置やリアクティブイオンエッチング装置、プラズマ処理装置、UV/O₃クリーナーなどのパネルを展示し、多くの引合いを頂きました。



「展示会場での当社台湾事務所スタッフ」

第一線のナノフォトニクス研究者による講演会を開催！

サムコ設立25周年記念 薄膜技術セミナー 『次世代ナノフォトニクス技術とその応用』

当社は皆様のお引き立てにより、本年9月に設立25周年を迎えました。そこで、感謝の気持ちを込めまして、現在注目を集めております『次世代ナノフォトニクス技術とその応用』をテーマに『サムコ設立25周年記念薄膜技術セミナー』を去る10月6日、東京国際フォーラムで開催いたしました。

日頃から当社をご支援いただいております多数のお客様の来場を賜り、大盛況のうちに幕を閉じました。



今回の薄膜技術セミナーでは、ナノテクノロジーでもっとも注目されている分野の一つであるナノフォトニクス技術に焦点を当て、国内外の著名な研究者5名に講演いただきました。

ナノテクノロジー分野で大きく期待されているフォトニック結晶の研究で知られる京都大学の野田教授や横浜国立大学の馬場助教授、量子ドットの研究で世界をリードする東京大学の荒川教授、VCSELの発明者として知られる日本学術振興会の伊賀理事、さらに海外からは米国デラウェア大学のプラザー助教授を講師に迎え、ナノフォトニクス分野の最先端技術の講演会として開催いたしました。

Enabling Nano Photonic Devices using Conventional Plasma Etching Technology

米国デラウェア大学
助教授

デニス プラザー先生



プラズマエッチング技術による新しいナノフォトニクスデバイスの開発を紹介する。このプロセスでは、フッ素系ガスを用いて複数の条件を交互に繰り返すICPエッチングを行うことにより、シリコンのミクロンからナノのオーダーの加工を可能にしている。本プロセスにより、エッチングと保護膜形成のサイクルを連続して交互に行うことにより、デバイス中に球状の空間を作りこんだり、垂直の側壁をもつ高アスペクト比のトレンチ、あるいは傾斜を持つ形状を形成することが可能になる。これらのプロセスの様々な組み合わせにより、マイクロエレクトロニクス、マイクロ流体工学、オプトエレクトロニクス等の分野で新しいアプリケーションを可能にするシリコン加工形状が得られる。本プロセスの特徴は、標準的



な微細加工技術を利用し、しかもたった一回のリソグラフィーステップで済ませているながら、エッチング条件の組み合わせにより、マルチステッププロセスに比べて短時間で加工が可能である点である。

フォトニック結晶の最近の進展

京都大学大学院工学研究科
教授 野田 進先生



フォトニック結晶は、光の波長程度の周期の屈折率分布をもつ光材料である。固体結晶との類似性に基づき、バンドギャップの存在と人為的欠陥導入により、極微小域での、光の様々な制御を可能とする材料として、近年、注目を集め、大きな進歩を遂げてきた。以下では、特に進展の著しい“2次元フォトニック結晶スラブ”を例に、ここ数年の進展の総括を行うとともに、今後の展望を述べてみたい。

2次元フォトニック結晶スラブは、誘電体薄膜に例えば3角格子状の配列で空気穴を形成し、面内は、2次元フォトニックバンドギャップ効果により光を閉じ込め、上下方向は大きな屈折率差により、光を閉じ込めるものである。材料としては、電子材料として用いられているSOI (Si on Insulator)を用いることが出来、最上部のSi層(200~300nm厚)に、2次元フォトニック構造を形成し、その直下のInsulator層(SiO₂層)は、上下方向に強い屈折率差をもたせるために除去される。

このフォトニック結晶に様々な人為的な欠陥を導入することにより、光の伝搬、曲げ、あるいはトラップ等を可能とし、自在な光の制御を可能とするものである。基本的に欠陥以外には、光の存在が許されないため、極めて小さな領域での光の操作が可能となる。

半導体微細構造フォトニック結晶とその応用

横浜国立大学大学院
工学研究院 助教授
馬場 俊彦先生



半導体材料に形成された微細構造からなる2次元フォトニック結晶について、最近の実験的または理論的な研究成果を紹介する。これはナノ共振器レーザとパーセル効果、準周期フォトニック結晶、高出力ホーリーVCSEL、高効率LED、遅延線、スーパープリズムなど、様々な応用技術を含み、それらのメリット、将来展望を議論する。

最近5年あまりの間に、フォトニック結晶の研究は世界的に活発になった。フォトニックバンドギャップ効果のおかげで、フォトニック結晶は極限的に強い光閉じ込めを可能にする。このため、フォトニック結晶はしばしば微小光回路を実現する技術として議論される。しかし少なくとも近い将来において、デバイスや光回路の単なる微小化は、フォトニック結晶の製作の難しさや損失ペナルティを補うほどの大きなメリットとはいえない。当然、プロセス技術の改善による問題の解決も重要である。しか

し従来のデバイスに比べて何が本当の優位性を議論することは今後の分野の発展にとって重要である。本発表では、半導体プロセスで製作されたフォトニック結晶とその応用に関する実験と理論の成果を示しながら、これらの点について議論を加えたい。

量子ドットの形成技術、物理、およびナノフォトニック素子への展開

東京大学生産技術研究所
ナノエレクトロニクス連携



研究センター長 教授 荒川 泰彦先生

量子ドットを用いた素子は、1990年前半から発展してきた自己形成技術により、レーザー、増幅器、光検出器などにおいて動作実証が行われてきている。また、単一光子発生素子、単電子素子など、個々の電子の制御を行う素子への応用も進展しており、集積回路および量子情報技術などへの展開が大いに期待される。

特に、量子ドットのフォトニック素子への展開についてはその進展にはめざましいものがある。実際、筆者らが1980年代に予測した閾値電流温度無依存性、広変調帯域幅、狭線スペクトル幅（小 α -パラメーター）、非線形光利得の増大、p-ドーピング効果などの特性予測は、最近の内外の研究機関の努力により実証されつつある。既に変調特性以外は量子ドットは量子井戸を凌駕している。レーザーの活性層において、かつてダブルヘテロ接合が量子井戸に置き換えられたように、近い将来量子ドットが量子井戸に取って代わる時代が必ずやってくると確信している。

しかし、0次元電子の効果さをさらに活用していくためには、①不均一広がりが ②面密度 ③波長制御 ④位置制御 ⑤形状制御 ⑥高品質化など、多くの課題を乗り越えなければならぬ。本講演では、物性制御及びフォトニック素子への応用を念頭において量子ドット研究の展望を述べるとともに、量子ドット技術の課題への取り組みについて論じる。

ナノフォトニクスへの期待

日本学術振興会
理事 伊賀 健一先生



1960年のレーザー登場以来、光エレクトロニクスはいろいろな科学技術、産業分野を創出し、日本の関連産業売り上げは7兆円に及んでいる。すなわち、1970年代は光ファイバ通信、1980年代に入ると光ディスク、1990年代では国際的な光ネットワークが構築された。21世紀に入ると、半導体照明や

ディスプレイなどの新しい展開が見られる。一方、国の重要科学技術に関する分野選定の一つにナノテクノロジーが選ばれ、年間800億円以上の研究開発支援が各省庁を通じて行われてきた。

光エレクトロニクスがフォトニクスとも呼ばれ始めたのは、ベル研究所のCrawford HillにあるH. Kogelnikの研究所名がPhotonics Laboratoryと名づけられた1980年の半ばくらいだろうか。内容的な違いはほとんど無いものの、一語で表現できることから便利に使用され、ナノテクノロジーの一部に光が関係する分野としてNanophotonics（ナノフォトニクス）が生まれた。

巨視的な光学よりもやや小さい物を対象としたマイクロ-optics（微小光学）が、1968年頃日本発で提案され、同じ頃提案されたIntegrated Optics（光集積回路）とともに、光システムにおける小型ハードウェアの中核をなしてきた。波長より非常に大きな物体を主とした古典光学では、光線と波面の描像を用いた。ところが、微小光学や導波光学の物理層は波長と同じくらいの大きさであり、回折限界と導波原理からなっていた。それに対しナノフォトニクスでは、ナノ構造、近接場、非線形性、量子効果、多量子遷移、量子もつれ、強相関、超高速現象、断熱現象などをよりどころにしている。そのため、これまでの光学では得にくかった得意な性質、面白い現象などの創出が期待される。

薄膜は、古くから知られ、また利用されてきたナノテクノロジーであった。分子層のオーダーから厚膜に至るまで、あらゆる材料において形成、薄離、エッチング、改質などのプロセス技術が発達し、また産業やいろいろな利用法が考えられてきたのであった。そこから、2次元のファイバ、3次元の微小粒子へとナノメートルオーダーの観測、形成、制御などの方法が考えられ、ナノテクノロジーへと発展しつつある。

いままで平均でしか見ることでできなかった物理、化学の現象や反応が個別のレベルでわかるようになってきた。むしろ、教科書に書いてあることが実際に実験できることになった。それ自体まことにすばらしいことで、理科の教科書がすべて書き換えられることになるであろうし、微細世界の興味を多くの人が共有することになる。ところが、ナノメートルはいかにも小さく、人間が住む物理層への展開が無いと、工学的見地からすれば、単なる興味に終わってしまう恐れがある。これからの要件として指摘したいのは、微小の事象をわれわれの住む世界へいかに集積するかにかかっているということであろう。

講師の先生方をはじめ、ご来場いただきました多数の皆様には厚くお礼申し上げます。

Information

ケンブリッジ大学 アースサイエンス学科長 エカード先生来社

当社は、2000年1月より英国ケンブリッジ大学にサムコ ケンブリッジ ラボラトリーを開設し、強誘電体物性の世界的研究者である同大学地球科学研究科のジェームズスコット教授と強誘電体材料の共同研究を行っています。

去る8月30日、地球科学研究科長のサリエ エカード教授が来社され、会社見学および当社の技術者とのディスカッションを行いました。製品や強誘電体をはじめとする技術に関して多くのご意見を頂き、活発な意見交換が行われました。



東京支店からのご挨拶



長年にわたりユーザーの皆様にご支援いただき、活動してまいりました東京営業所ですが、組織変更を行い、本年9月1日より東京支店として改めてスタートいたしました。これを機にさらに一層ユーザー様のお役に立つべく支店社員一同頑張っておりますので、一層のご愛顧とお引き立てを賜りますようお願い申し上げます。

※所在地、電話番号、FAX番号に変更はございません。

東京支店長 中川 雅文

Boschプロセス専用ICPエッチング装置 RIE-200iPB

(株)サムコインターナショナル研究所 開発部

1. 装置構成

本装置は反応室内に平板状の下部電極、反応室上部(外部)に石英板を介して立体渦巻き形(インバーテッド・トルネード形)の励起コイルが設置されている。励起コイル、下部電極はそれぞれオートマッチングユニットを介して、プラズマ用高周波電源、セルフバイアス用高周波電源に接続されている。排気系は反応室下部にターボ分子ポンプ、ロータリーポンプが接続されている。反応室内の真空度は電離真空計及びダイヤフラム真空計でモニタリングしており、反応器内のプロセス圧力はダイヤフラム真空計での計測値を基に自動圧力コントローラーにより反応器-ターボ分子ポンプ間のスロットルゲートバルブの開路を調整することで制御される。ガス導入系は標準で4系統搭載しており、マスフローコントローラーで流量制御を行う。本装置はBoschプロセス仕様である為、 SiF_4 、 CF_4 等のガス系でのマスフローコントローラーについては短時間サイクルでのガス切り替えに対応できるものを搭載している。基板冷却は下部電極下に備わっているHe冷却機構で実施される。



2. 特徴

本装置はSi、 SiO_2 や化合物半導体等の加工が可能である汎用エッチング装置「RIE-200iP」を基に、BoschプロセスによるSiエッチング向けに特化した装置である。「RIE-200iP」の有する特徴は以下の通りである。

- ・トルネード型コイル電極の採用により、安定した高密度プラズマを効率良く発生させることができ、高い選択比と高精度で均一性の良いエッチングが可能である。
- ・低バイアスでの低ダメージプロセスが可能である。
- ・試料ステージ及び反応器内側壁の温度制御により、安定した条件でのエッチングが可能である。

本装置は上記の特徴に加えて、Boschプロセス実施上において下記の特徴を併せて有するものである。

- ・フッ素系ガスを使用して高アスペクト形状の垂直エッチングが可能である。
- ・塩素、臭素系ガスを使用しないので安全性に優れている。
- ・メタル等のハードマスクを使用しなくても高い選択比でのエッチングが可能である。
- ・条件を調整することにより側壁粗さの制御が可能である。

3. 適応例

マイクロマシーニング

表面加工：高性能加速度センサー、ジャイロ스코ープ、R/W薄膜ヘッド

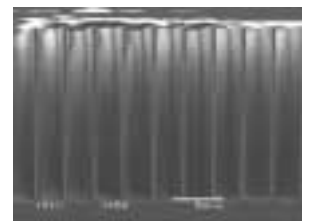
バルク加工：圧力等のセンサー、流体デバイス及び流路、マイクロエンジン、ギアボックス

4. BoschプロセスでのSiトレンチエッチング例

(A)マスク：メタル

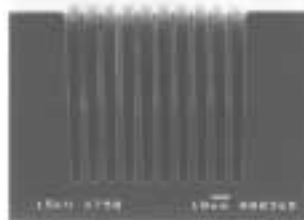


溝幅4 μm 深さ80 μm
レート1.0 $\mu m/min$



溝幅25 μm 深さ180 μm
レート1.1 $\mu m/min$

(B)マスク：レジスト



溝幅5 μm 深さ92 μm レート3.1 $\mu m/min$