

samco®

NOW

VOL.4
1989・APR.
Quarterly

発行所 株式会社サムコインターナショナル研究所
京都市伏見区竹田田中宮町33
☎(075)621-7841
発行者 辻 理
編集者 小泉、小川、白井、蓮沼
編集・企画協力 アドプロヴィジョン社



景福宮

景福宮は韓国・世宗路通りの北に位置し、朝鮮王朝の正宮であった。1395年に創建され、当時は、広々とした宮内に、200余棟を越える壮麗な殿閣が建っていたと言われる。

Information

御挨拶



代表取締役
辻 理

年号も昭和から平成へと改りましたが、皆様方には益々御清栄のこととお慶び申し上げます。

今回SAMCO NOW春期号を皆様方にお届けするにあたり、一言御挨拶申し上げます。本年も昨年、一昨年に続き順調な経済環境に恵まれ半導体をはじめとする我国のハイテク産業は力強い成長を持續しております。弊社もこの様な良い背景に支えられ、好調に業績の推移を保っております。

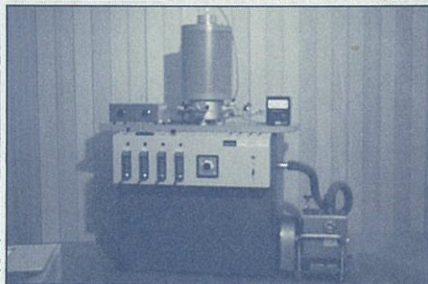
特に半導体プロセス用プラズマCVD装置、MOCVD装置やリアクティブイオンエッチング装置などは順調に出荷を行って参りました。その他最近では新素材分野での薄膜形

成装置のニーズも拡大を見せ、今後市場が大きく広がることをうかがわせています。

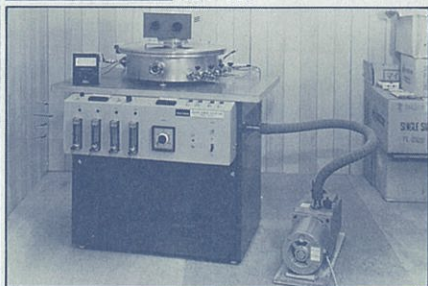
一方、弊社はお陰様で本年9月をもちまして、会社設立10周年を迎えます。このため、本年は恒例のSAMCO薄膜技術セミナーをはじめ、各種の記念事業を企画中で御座居ます。この10周年を機会として一層の発展を期するため新技術、新製品の開発を強力に推進して参ります。「薄膜技術で世界の科学技術に貢献する」の社是をもとに社員一同、より一層の努力を斜注する所存であります。皆様の一層の御支援を心から御願ひ申し上げます。

目で見る製品の発展史

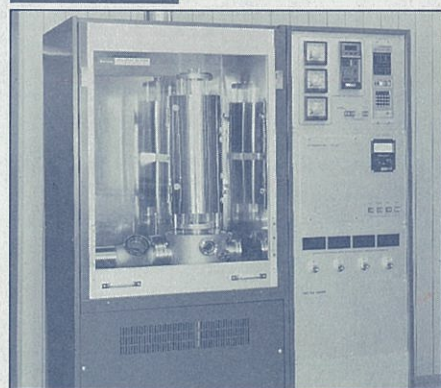
昭和54年 初期のプラズマCVD装置（アモルファスシリコンの形成）
ガレージで作られた第1号機



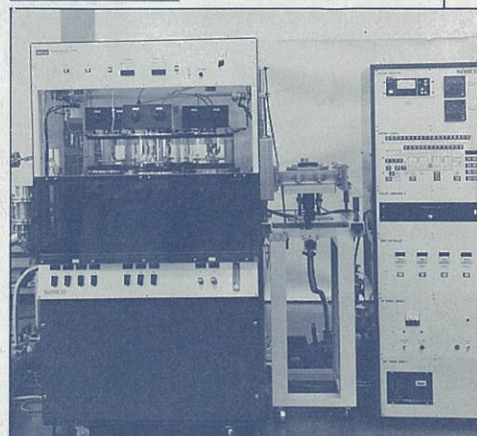
昭和55年 セミ量産型プラズマCVD装置（窒化シリコンの形成）
第1号機



昭和56年 国産初のMOCVD装置



昭和58年 マルチチャンバーCVD装置



昭和62年 量産型MOCVD装置



Samco-Interview

新しいテーマは、 材料のインテリジェント化。



60才になっても研究室の現場で研究を続けたいですね。——
今回は、科学技術庁の機能特性研究部、中谷功室長をお訪ねしました。

〈中谷 功 研究室長 略歴〉

昭和21年1月26日
広島県三次市生まれ
理学博士
昭和45年3月
広島大学大学院
理学部物性学科修士課程
修了
昭和45年4月
科学技術庁 金属材料技
術研究所 入所
電気磁気研究部研究員、
金属物理研究部主任研究
官を経て、
現在、機能特性研究部第
三研究室 室長
・趣味——海釣り

世界で初めてTiB₂を 繊維にすることに成功。

—— 先生のご研究内容について簡単に説明していただけますか。

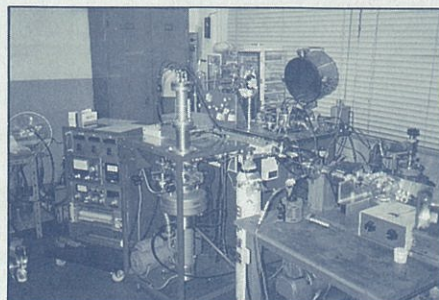
中谷 一つは、強磁性微粒子の基礎研究及び磁性流体としての応用研究。そして、ほう化チタン (TiB₂) の繊維の結晶成長、物性、その利用の研究。あと宇宙空間での半導体単結晶成長の研究も行っています。いわゆる新しい材料の開発ということで、基礎から応用までのマテリアルサイエンスとマテリアルエンジニアリングを互いに作用させながら研究しています。

—— ではそれぞれの内容について詳しくお話していただけますか。

中谷 ①磁性流体は、X線発生装置やLSI製造装置の回転軸の真空シール、コンピューターの磁気ディスクの防塵シール、インクジェットプリンター、スピーカーダンパー等に使われています。磁性流体というのは、

数千個の強磁性金属原子からなる直径が7nm程度の強磁性微粒子を界面活性剤によって安定化させ、液体中に高濃度で分散させたコロイドです。基礎研究としては、強磁性微粒子が小さくなると、基本的な物理量がバルクの状態の時とは違ってくるといいうサイズ効果について(磁気モーメント、磁気異方性等)メスパワー効果測定、強磁性共鳴測定、構造解析をしています。応用研究は、磁性流体そのものの材料開発研究ですが、従来のフェライト微粒子を用いた酸化物磁性流体に対して、私達の開発したものは、フェライトよりも磁化の強い鉄やコバルト合金を用いたものであり、従来の磁性流体よりも格段に性能がよいのが特徴で、これを金属磁性流体と呼んでいます。今、コバルトを用いた磁性流体が、700ガウスに達していますが、これを1000ガウスにまで上げるのが目標です。昨年、応用として行った磁性流体熱機関は、世界で初めて

成功したものです。通常の熱機関では作業物質がガソリン等の熱燃ガスですが、ここでは磁性流体を作業物質として用いたわけです。原理は、磁界を掛けたり、切ったりすることで、エントロピーが変化し、それにより熱エネルギーを運動エネルギーに変換し、それを外部に取り出すものです。現在、小さなローターが音もなく毎分70回転で回転し、研究室では既に数百時間も動いています。今年は、磁性流体による電波吸収材料の研究に取り組んでいます。





この繊維は直径が
も磁性金属の原子
は粒子からなっ
てを分子スケールで
ド材料(図1)であ
る。従来は熱化学
法で、化学的方法
が、金属材料は
空気を(図2)に
粒子を用いた金属
な。磁性金属
のことが特

②従来、 TiB_2 というのは粉末か薄膜でしたが、私達は、昨年、世界で初めて TiB_2 を繊維(ウイスキー)にすることに成功しました。この繊維径を100Åにした時、サイズ効果によって起こる電気伝導性の特異性、例えば電子波の干渉効果等、電子の波動性に基づく物性を調べています。理論的には、物質の中で一番電気をよく通すCuやAgよりも高い伝導性を得ることも予想されます。応用としては、高強度の耐熱性繊維を作ることや、 TiB_2 繊維を金属中に複合材料として含ませ、金属の耐磨耗性を上げることが可能です。シリコンカーバイド等セラミックスは、靱性が悪く、折れやすいが、 TiB_2 繊維をセラミックス中に含ませた繊維分散強化セラミックでは、壊れにくく、耐磨耗性、強度、電気伝導性がアップします。現在は、まだカビのようなものですから、長い繊維を作りたいと考えています。

③無重力下での半導体単結晶成長については、8年前から取り組んでいます。この成長法は、浮遊帯域溶解法というもので、棒状の原料結晶に単結晶をつなぎ合わせ、そのつなぎ目を赤外線加熱し、回転させながら単結晶成長をさせる方法です。重力下では、これをるつぼの中で行い、融液は表面張力で落ちないようにしています。しかし、これを宇宙の無重力下で行えば、るつぼは必要なく、高純度の単結晶が、また表面張力にとられずに太い単結晶が得られます。1991年7月に打ち上げられるスペースシャトル ディスカバリーの中でIII-V族半導体の中でも最も融点の低い(525℃)インジウム アンチモン(磁界センサー、磁界検出用ホール素子、赤外線検出器に用いられる)の単結晶成長の実験を行います。これは、日本が初めて行う本格的な材料実験です。

スペースシャトルのミッション コントロールの任務。

—— スペースシャトル内で行う日本の実験というのはどんなものなのですか。

中谷 日本が行う実験は34個で、材料に関するもの22テーマ、ライフサイエンスに関するものが12テーマあります。私は、それらの実験の中の一つである上に述べた実験を担当しながら、材料に関する全体の研究のリーダーとしてスペースシャトルが飛行している一週間の間、地上から実験系のミッションコントロールの任務に就きます。これからさらに実験の準備を進めます。

—— サムコの装置はどのように利用されていますか。

中谷 金属(Fe、Co、Ni、Fe-N、鉄コバルト合金)磁性流体の開発の中でも、Fe-Nの磁性流体を作るのにサムコ製プラズマCVD装置 PD-10型を使用しました。この実験は、励起状態の N_2 が、金属と結合し易い性質であることに着目し、球形回転反応器の中で原料の鉄カーボニルと N_2 、Arのプラズマを反応させ、Fe-N磁性流体の合成を行ったものです。また、サムコのマイクロ波CVD装置は、 TiB_2 のウイスキー成長等の研究に使用する予定です。

研究というのは つらいことばかり……。

—— 今後の新しいテーマと“研究”についてのご意見をお聞かせ下さい。

中谷 考えている新しいテーマは、材料のインテリジェント化、すなわち微細構造組織体の性質の解明です。500Å程度の超微粒子の大きさや形や並べ方を規則正しくさせたものを作りたいと思います。研究というのは、つらいことばかりです。一年間に一、二回あるかないかという良いことを信じてあきらめずにやり遂げた時、良い結果が出ると思っています。60才になっても研究室の現場で研究し続けたいですね。

—— 最後にサムコについて一言お願いします。

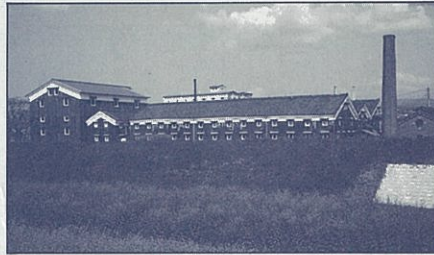
中谷 細かい注文にもきちんと応じていただけたところがあります。薄膜技術セミナー等ビジネス以外の文化的な面で科学技術の活性化を図る活動をなさっているところも素晴らしいと思います。これからは周辺装置にも力を入れ、トータルシステムの開発等をされてはどうでしょうか。

A·la·carte

SAMCO **さんぽ**ing

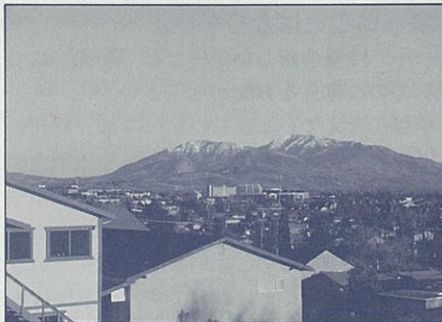
「伏見の銘酒」

松本酒造は、伏見の町の玄関口とも言える高瀬川のほとりに立つ象徴的な酒蔵が有名で、清酒「日出盛」の醸造元。寛政3年(1791年)京都の三十三間堂の近くで創業され、大正11年にここ伏見に移ってこられました。「日本酒は日本民族の華。酒は自然と人間が造り出す文化。その味だけでなく、その酒を取り巻く環境が大切なんです。」と話される常務取締役の松本保博氏にその酒造りの心を伺いました。「手造りだから良い酒とは限らない。技術のある良い職人の手によるものでなければ駄目なんです。うちでは勤続34年の但馬出身の杜氏が味を守っています。最近は職人が少なくなり、機械化は避けられませんが、お客様第一の合理化を考え最小限に止めています。」



ご自慢の銘酒と伏見の酒については「甘くてもくどくなく、きれがある。原料米には五百万石という好適米を45%使用。この比率は伏見一です。うちに限らず、食事をしながら楽しんで飲める醸造酒は、蒸留酒とは違った格別の酔いが味わえます。伏見には38社の酒メーカーがありますが、この庶民的な歴史のある町に恥じないよう販売量の競争ではなく、良い酒の味で競争して伏見全体の酒を高めていきたい。」と語る。日出盛の真髓「桃の滴」は、芭蕉の句「我衣にふしみの桃の雫せよ」に因んでつけられたその名の通りの味と香を持つ。伏見を詠んだその名、その味が全国に広まってほしいものです。

海外レポート 海外代理店だより



今回は、カリフォルニア州コンコードにあるサムコの米国の代理店、March Instrument Inc. の社長Louis Rigali氏からのレポートです。

マーチは、米国・カナダでサムコの製品(UV-1, 小型のCVD装置)を、サムコは日本・極東地域でマーチのプラズマ装置をそれぞれ販売することで、お互いに利益を上げています。サムコの技術開発研究所オプトフィルムズがシリコンバレーに設立されてから、仕事の関係はますます密接なものとなり、私達はサムコと共に取引先への技



術サービスに努めています。最近は大急ぎで米国のセールスも難しくなっていますがサムコのUV-1の売れ行きは上々です。

マーチのオフィスは、サンフランシスコから約40マイル東にあります。この辺りの見所といえば、海拔約7000フィート(約2000m)のダイアブロ山で、この山の頂上はキャンプができる州立公園です。晴れた日にははるか200マイルのかなたにシエラネバダ山脈が見えます。年間を通じて、自転車競争等種々の競争があります。時には頂上に雪が積もり、山は一層美しくなります。

マルチチャンバーCVD装置 (技術開発部)

1. マルチチャンバーCVD装置

現在市販されているマルチチャンバー方式の装置の多くは、図1に示したような五角形の各辺に反応器及びロード室を設けたものである。試料はロードロック室を経て、装置中心部に設けられたセパレーション室に転送され、ここから各反応室に送り込まれる方式である。各プロセスチャンバーと中心部のセパレーションチャンバーは、それぞれゲートバルブを介して仕切られており、反応器の大型化を図ることができるが、装置の構造が複雑化し、これに伴い装置のコストも上昇することになる。

一方、SAMCOのマルチチャンバー方式¹⁾は、図2に示したような構造である。トレーは、サセプタの上下運動により回転板へ中継され、回転運動により転送される。反応器と予備室とのシールは、回転板とサセプタの上下運動により行われる。

このマルチチャンバー方式の特長は、全ての動作に可動部分が少なく、装置の大型化、コスト高につながるゲートバルブ類が不要であること、各プロセスチャンバーが同一平面上に設けられており、多少の変更だけで種々のプロセスを組み込むことができることである。写真はマルチチャンバーCVD装置にEOR (Electron Cyclotron Resonance) 反応器を組み込んだPDM-303ER型である。EOR反応器には、電子サイクロトロン共鳴を起こすための2.45GHzのマイクロ波電源と875Gaussの磁場発生のための電磁石が用意され、 10^{-2} Paの低い圧力下で SiO_2 、 Si_3N_4 膜などを形成する。この方式では、低温度での成膜や高速での膜形成が可能である。

この装置によれば単に異種薄膜の形成だけでなく、最近の多層配線プロセスで用いられる層間絶縁膜の平坦化、Si選択エビ成長を利用した素子分離技術への応用など複数のプロセスを一台の装置により処理することも可能となる。

2. マルチチャンバー装置の応用

◆層間絶縁膜の平坦化

図3にマルチチャンバーCVDによる平坦化プロセスの実施例を示す。これまでは、バイアスパッタ法、SOG (Spin on Glass) 法等が知られているが、ダメージ、生産性、アルカリ成分による汚染等が問題となっている。最近、種々の絶縁膜による平坦化技術が開発され、マルチチャンバーCVDによるプロセスが注目されている。

TEOS CVD²⁾酸化膜は、 $\text{SiH}_4 + \text{O}_2$ 系の酸化膜に比べて、ステップカバレッジの良い絶縁膜が得られており、層間絶縁膜として適当である。また、 $\text{TEOS} + \text{O}_3$ を用いればさらに良好なステップカバレッジが得られる可能性がある。このほか、有機シラン化合物を気相状態で反応器内に導入し、あらかじめ導入モノマーの露点以下に冷却されたウエハ上に一旦液化させた後、酸素プラズマにより酸化を行う方法が提案されている³⁾。

図4に有機シラン化合物の堆積速度と基板温度の関係を示す。

光CVD膜は、熱CVDやプラズマCVDに比べオーバーハングの形成が少なく、良好な被膜が可能である。 SiH_4 と N_2O を用いた光CVDは300℃以下ではオーバーハングは発生せず、優れた段差被覆性を示している。これらのことから、光CVD/液相CVD/光CVDの三層による層間絶縁膜の平坦化プロセスをマルチチャンバーCVDにより行うことが可能

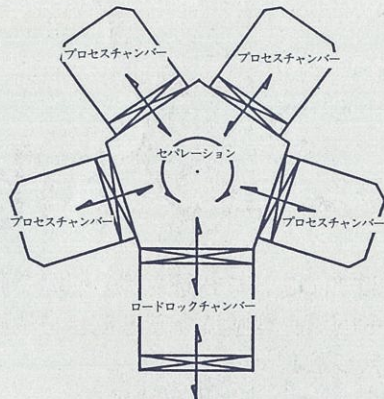


図1. マルチプロセスチャンバー装置の真空室機構

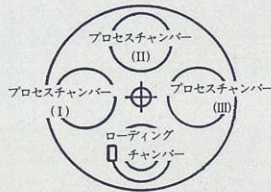
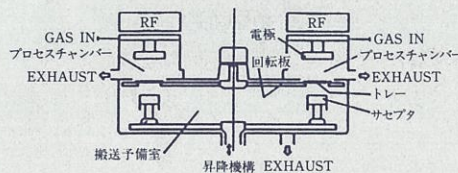


図2. 反応器構成 (SAMCO PDM-303)

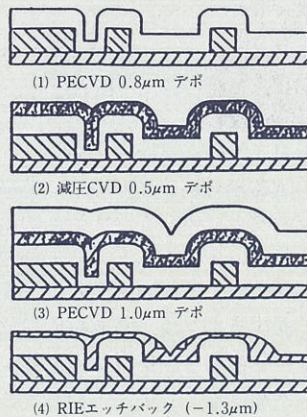


図3. TEOS CVDによる平坦プロセス

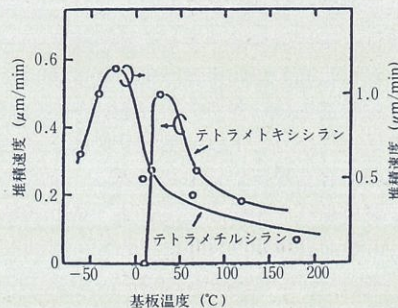


図4. テトラメチルシランおよびテトラメトキシシランを使った時のウエハ温度とシリコン酸化膜の堆積速度の関係

であると考えられる。

◆磁気記録材料の保護膜形成⁴⁾

シリコン材料の上に形成されたコバルト、クロムなどの磁気材料の表面を保護する目的で、硬くて強固なアモルファスカーボン膜 (a-C:H) が使用される。しかしアモルファスカーボン膜には、通常20~30atm%の水素が含有されており、極めて大きな内部ストレス (10^{10} dyne/cm²) を持つため、磁性材料とアモルファスカーボン膜の性質の違いから保護膜の効果が著しく弱くなる。このため、前述の二層の間にさらにバッファー層として両者のストレスを緩和する目的で、数10オングストロームのアモルファスシリコン膜を SiH_4 のプラズマCVDにより形成する。a-C:H膜は、アセチレン、ベンゼンなどの炭化水素系材料を原料としてプラズマCVDにより形成される。これらMe/a-si/a-C:Hを一台のマルチチャンバーCVD装置で形成することで界面での汚染を防ぎ、安定した多層膜が形成できる。この他にも、シリコン基板、ガリウムヒ素基板上へのいわゆるヘテロ成膜技術として、マルチチャンバーCVD装置は有力な手段となる。

◆酸化物超電導体薄膜形成

酸化物超電導体薄膜形成は、超電導体と同様の結晶構造 (ペロブスカイト) を持つ MgO や SrTiO_3 が基板として用いられることが多い。一方、電子デバイスの面から超電導体薄膜の形成を考えた場合、低コストで入手の容易なシリコン基板は魅力的な材料であるが、これまでもところシリコン基板上では超電導体薄膜は多結晶化し、単結晶薄膜は得られていない。このためシリコン基板上に酸化物超電導体形成する方法としてマグネシウム、チタン酸バリウムまたはチタン酸ストロンチウム等のCVDバッファー層が考えられている。現在、これら基板処理プロセスも含めた、マルチチャンバーCVDによる一貫超電導体処理プロセスを検討中である。

〈文献〉

- 1) O. Tsuji, T. Tatsuta; ISPC-6, Montreal, July 24 (1983) P.782
- 2) M. Kawai, K. Matsuda, K. Miki and K. Sakiyama; "Interlayered Dielectric Planarization with TEOS-CVD and SOG" Proc.V-MIC (1988) P.419
- 3) 岡野 晴雄、早坂 伸夫; 応用物理, Vol 57, No.12 (1988) P.1929
- 4) A. Grill, B. Meyerson and V. Patel; J. Mter, Res.3(2) Mar/Apr (1988)
- 5) 立田 利明、小川 雅人、辻 理; 電子材料, 3月号 (1989) P.57

