

“スーパーマグネトロンプラズマ” の誕生



静岡大学 電子工学研究所 助教授 木下治久先生

プロフィール

昭和27年2月 愛知県生まれ
昭和51年3月 名古屋大学理学部物理学科卒業
昭和54年3月 静岡大学大学院理学研究科修了
昭和57年3月 静岡大学大学院電子科学研究科単位取得
昭和57年4月 沖電気工業(株)基盤技術研究所入社
昭和63年3月 静岡大学電子工学研究所助教授

★趣味

音楽鑑賞 (主にクラシック)

★所属学会

応用物理学会をはじめ、同プラズマエレクトロニクス分科会、
American Vacuum Society (米国)、
電子情報通信学会、IEEE、日本物理学会、その他

今回のサムコ・インタビューは静岡大学電子工
学研究所助教授木下先生をお訪ねしました。

そこで、これからのプラズマ技術についてお話
しをお伺いしました。

Q) 先生の当初のご研究内容からお伺
いしたいのですが?

ちょうど私が大学院に入った頃は、
日本でスーパーラティス(半導体超格子)
を作ってみようという機運が生れた頃
でした。私は、IV-VI族化合物である
PbTe/PbSnTe(鉛テルル/鉛スズ
テルル)の半導体超格子形成の仕事
をしていました。これは、ナローギャ
ップの材料で、赤外線に感度を持つ非
常にエネルギーギャップの小さな半
導体で、当時この材料で超格子を作
った人は誰一人としていませんでした。
しかし、出来ないものでもやってみ
ようという私のハングリー精神がこの
研究に取り組ませました。随分変わ
ったことをやったわけです。その後、
沖電気に入社してからの研究課題は
逆構造HEMTを作ることでした。そ
こでMBEの結晶作りから始めたわけ
ですが、私

はもっぱら結晶成長以降の逆構造HE
MTのプロセスを一人で研究してい
ました。まわりに仲間はいましたが、
それはガリウムヒ素のトランジスタ
の仲間、HEMTの仲間ではありません
でした。それは面白く、あの頃は残
業をたくさんやりました(笑)。当時
逆構造HEMTというのは、HEMTに
比べて良くないといわれており、最
初の内は余りいいものが出来ませ
んでした。その内に段々と特性のい
いものが出来るようになり、約2年
後、ようやく完成しました。逆構造
HEMTの21段リング・オシレータ
(IC)を作ったのも、私が世界で初
めてです。そして、米国での国際
会議で発表する運びとなりました。

Q) 先生の先取りの精神には敬服
します。ところで、現在の研究課題
であるスーパーマグネトロンプラズ
マのご研

究に至るまでの経緯をお聞かせさ
さい。

今から7~8年前に、ULSIである
16~68メガビットのDRAM等の
プロセス技術を研究するようと言
われたのです。実験装置は一台も
無い、予算は消耗品を買う僅かな
お金しかない所で、エッチングの
研究をしていました。ある日、
応用物理学会の予稿集を見ていた
ら、「マグネトロンエッチング」と
いうのが出ていました。その研究
内容の中に、普通のRIE装置のカ
ソードの下に磁石を置くと、マグ
ネトロンプラズマという濃いプラ
ズマが発生するという話を見つけ
ました。これは面白い!どうも人
様はこれを珍しいものだと思っ
ているらしいが、私は珍しいもの
が好きですから…。人より遅
れているので研究にならないか
も知れませんが、とにかくチャ
レンジしてみ

ました。まずRIE装置を一台借り
て、早速磁石をRIE装置のカソ
ードの上に置いて放電した所、ア
ーク放電のような凄いプラズマ
が磁力線に沿って発生したのだ
です。「これは面白い!エッチ
ングには使えないが、このライ
ターの炎のようなプラズマを何
とかして基板一面に、しかも均
一に発生出来ないのか」と思
い、そこで図書館巡りをしまし
た。永久磁石の本を借り、その
中の丸いモーター用の磁石に着
眼し、これなら使えるかも知
れないと思いました。この磁石
は丸く、具合の良いことにウ
ェハも丸い、これは相性が良
いという事に気が付き、磁石
を注文しました。それを置いて
みると、それは綺麗なプラズ
マでした。しかし、どうも不均
一で気に入らないままCF₄
ガス中でSiO₂膜のエッチング
の実験を重ねていました。最初
はまずまずのエッチングレ
ートだったのですが、時折エ
ッチングしながら高分子の膜
が付きたりと、ガッカリしつ
つも一カ月程そんな事を続け
ていました。そうこう

し悩んだ揚げ句、ある日ディフ
ュージョンポンプを使って真空
度を上げてみようと思いつき
ました。普通、ガス圧を下げ
るとエッチングレートは遅く
なります。当時5mTorrでは
エッチングレートは遅くなる
だろうと思いましたが、とり
あえず行ってみました。見た
目は暗いけれど、ガス圧を思
いっきり下げたところ、恐ろ
しい事が起きました。目前で、
SiO₂膜の色がみるみる内
に変化するではありませんか。
これは非常にエッチレートが
速いと、目で見て分かりまし
た。これがヒントで、マグネ
トロンエッチングにこの磁石
が使えると分かりました。そ
れが、本当の研究の始まりで
した。その頃から初めて「マ
グネトロンエッチング」とし
て他の人に話しても認められ
る研究になりました。これは、
アメリカの雑誌(ジャーナル・
オブ・アプライド・フィジク
ス)に論文として掲載して
頂きました。

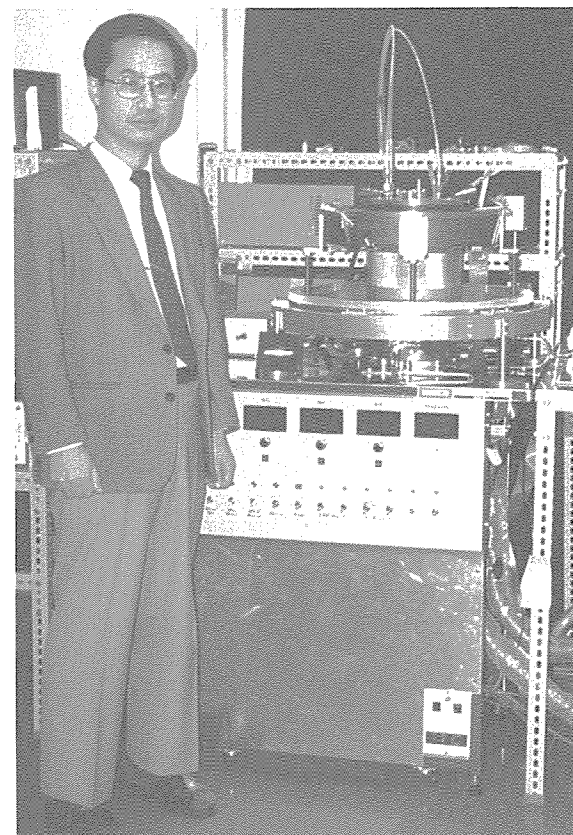
Q) 現在の静岡大学に移られて
からは?

やはり、マグネトロンエッチ
ングを何としても続けたいと
いう欲望は消えることなく、
片手間に続けていました。普
通マグネトロンエッチャーと
は、上がアノード、下がカソ
ードですが、両方ともカソ
ードにすればというアイデア
は前からありました。しかし
それを実行に移すには、多く
の問題を乗り越えねばなら
ないものですが、そこを何と
かやってみようという事で、
まずアイデアとして上下に
高周波をかけるとどのよう
に良くなるのだろうかとい
う事を考えました。又、上
下に高周波をかけるとどの
ようになるとプラズマが2
倍位に濃くなる、つまりス
ーパーマグネトロンになる
という事を発見しました。

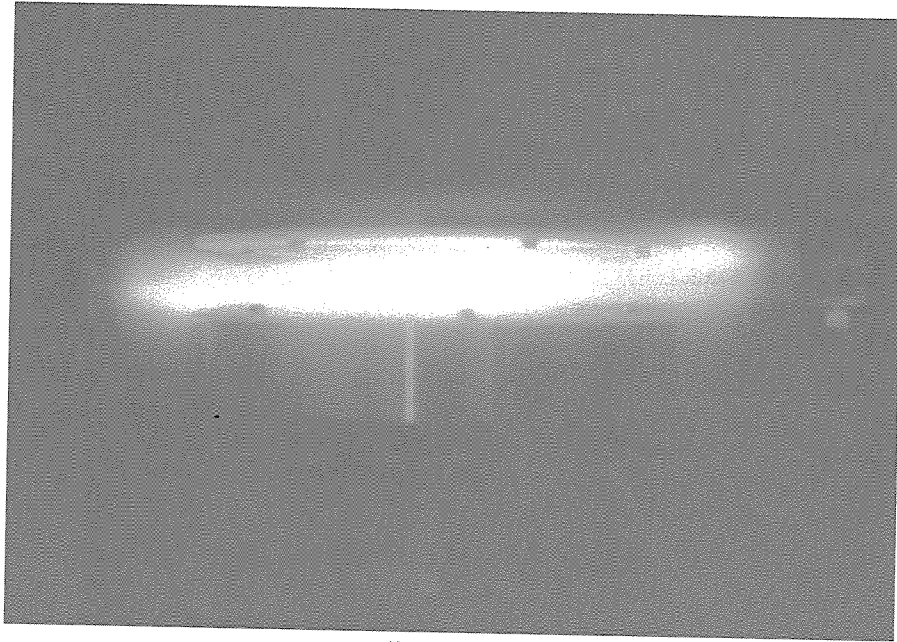
Q) このスーパーマグネトロン
プラズマという名称は先生
がお考えになられたので
しょうか?

ええ。このネーミングの由
来は今までの話にもありま
したように、プラズマの均
一性が良く、普通のマグネ
トロンプラズマより密度が
濃いという事から来ていま
す。

Q) 例えば同じ磁場を用いる
ECRプラズマとスーパー
マグネトロンプラズ



先生ご自慢のスーパーマグネトロン装置



美しいスーパーマグネトロンプラズマにすっかり魅了されて

マとの違いは何でしょうか？

ECRプラズマでの大面積化は難しいと言われていました。一概には言えないと思いますが、実際にECRプラズマ装置を大面積化し、産業界に応用できた例はありません。私の考えでは、産業界に応用されるものを作ってこそ本当の意味の大面積のECRプラズマと言えます。そういう意味でスーパーマグネトロンプラズマは大面積化し易いと考えています。ECRプラズマは、マイクロ波等を導入する為色々細工したりするので、装置が比較的大きくなります。それに対してスーパーマグネトロンプラズマの装置は、余分なものは通常のRIEと比較して高周波電力がアノードであった所にもかかる事と、磁石が追加されるという僅かな2点です。スーパーマグネトロンプラズマの場合は、上下電極に高周波をかけられる事が考えようによってはデメリットでもあるのですが、これがメリットにもなり、上部電極をどういう素材で覆うかにより、下のエッチング基板やCVD基板にもたらす影響を今までにない改善出来る可能性を持っています。現実にはレジストのエッチングの場合、明らかにメリットになっています。

Q) サムコに一言お願いします。

研究用から製造用途の装置を、ユーザーさんの希望をうまく取り入れて、満足のゆく良い装置を作ってくれたと思います。だから、これだけ成長されたのだと思います。今後もそのようなやり方で今以上に大きくなっていくと思いますが、私の希望としては会社が大きくなっていく過程で量産機以外の装置には研究者の要望を取り入れてほしいと思います。スーパーマグネトロンプラズマのエッチャーとかCVDを何とかしてこの世の中に普及させたく思っておりますので…。ただし、装置は単に自動化や精巧さだけでは駄目で、製品はやはり手の届く範囲の価格でないといけないと思います。今後とも「サムコはこんなものを作っている」「これはサムコだけが作っているもので、しかもいいもの」と言われる製品を作ってほしいと思います。装置の研究をしている私としては、非常に良きパートナーとして今後もお付き合いをしていきたいと思っています。本日はお忙しい中、素晴らしいお話をお聞かせ頂き本当に有難うございました。