

Title	プロセス応用のためのマイクロ波によるプラズマ生成法の研究
Author(s)	安井, 利明
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38828
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	安井利明
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 11398 号
学位授与年月日	平成 6 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	プロセス応用のためのマイクロ波によるプラズマ生成法の研究
論文審査委員	(主査) 教授 吉川 孝雄 (副査) 教授 角谷 典彦 教授 辻本 良信

論文内容の要旨

マイクロ波によるプラズマ生成は、プラズマプロセスに必要な不可欠な技術の一つである。本論文では、圧力 $1 \sim 10^5$ Pa のプラズマ CVD プロセス、および圧力 $10^{-2} \sim 10$ Pa のイオン源用プラズマやスパッタリングプロセスを対象とし、効率の良いマイクロ波プラズマ生成法とプロセス領域の大面积化に関する研究を行った。

第 1 章の総論では、本研究の目的とその内容の概要を述べる。

第 2 章ではマイクロ波による放電機構を概説し、プロセスへの適用条件を考察する。

第 3 章では、主要な実験装置とプラズマ物理量の測定方法について述べる。

第 4, 5 章では、効率の良いプラズマ生成法として空洞共振器を用いた電場加熱型プラズマ源が研究される。このプラズマ源を圧力 $1 \sim 10^4$ Pa で動作させるためには円筒状放電管を用い、さらに 1 Pa 以下で動作させるためには放電室をディスク状とし、それぞれ作動特性を調べた。また 1 Pa 以上のプロセスの適用例として、CVD プロセスによるダイヤモンドの成膜実験を行い、その実用性が確かめられた。

第 6, 7 章では、圧力 $10^{-2} \sim 1$ Pa でプロセス領域を大面积化できるプラズマ源として考案した、リニアアレイのスロットアンテナを用いたシートプラズマ源と平板リングカスプ磁場をもつ ECR プラズマ源の作動原理を説明し、その作動特性を調べた。長さ 280mm シートプラズマにより等価的な大面积化が可能であることを示した。また平板リングカスプ磁場をもつ直径 160mm の ECR プラズマ源により、処理材料に適した大きさのプラズマを生成して大面积化できることも示した。

第 8 章では、空洞共振器を用いたディスク状プラズマ源と平板リングカスプ磁場を用いた ECR プラズマ源 2 種類を用いて、イオンビーム引出し実験を行った。イオン源プラズマとして有望であることを確かめた。

第 9 章の結論では、以上の研究成果を総括する。

論文審査の結果の要旨

プラズマを用いた材料処理技術(プラズマプロセス)において、クリーンかつ高効率なプラズマ生成とその処理領域の大面积化への要求が高まっている。本論文は、これらを可能にするマイクロ波放電による新しいプラズマ源につ

いての研究をまとめたものである。主として以下に示した成果が得られている。

- (1) プラズマCVDプロセスに適したプラズマ源として円筒形空洞共振器（内径120mm）の軸上に強い電場をもつ $T_{M_{011}}$ モードを利用し、その中心軸上に円筒放電管（内径20mm）を配して高密度のプラズマを生成する装置を考案し、その作動特性を明らかにしている。さらに本プラズマ源の実用性を調べるために、 CH_4 と H_2 の混合プラズマによるダイヤモンド薄膜の成膜実験を行い、良質の膜状ダイヤモンドを得ている。また、本プラズマ源の放電室をディスク形（直径80mm、厚さ20mm）としたプラズマ源により、スパッタリングやイオン源プラズマとしての有用性を確かめている。
- (2) リニアアレイのスロットアンテナを用いたシートプラズマ源を考案し、その作動特性を明らかにしている。このプラズマ源は、その長軸方向に対し垂直方向に処理材料を移動させることにより、等価的に大面積処理を可能にする。長さ280mmのプラズマ源においてイオン電流の空間分布の測定から、長さ200mm以上にわたり一様なプラズマの生成を確認し、プロセスの大面積化に有用であることがわかった。
- (3) バッチ処理方式で大面積処理を可能にする円筒形のプラズマ源として平板リングカスプ形の磁場と半同軸型空洞共振器を用いた大面積プラズマ源を考案し、その作動特性を明らかにしている。磁場形成に永久磁石を用いて処理材料に適した大きさのプラズマのみを生成することにより、装置の省電力化と小型化を可能にしている。直径120mm以上にわたり一様かつ高密度なプラズマを生成することができ、プロセスの大面積化に有用であることを確認している。

以上のように、本論文はプロセスに応用する立場から各種マイクロ波プラズマ源を考案し、そのプラズマ生成法に関して多くの有用な知見を与えており、プラズマ理工学およびプラズマプロセス工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は学位論文として価値あるものと認める。