



Title	有磁場低圧プラズマによるダイヤモンドの合成に関する研究
Author(s)	鈴木, 準一
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39656">https://hdl.handle.net/11094/39656</a>
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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	すずき じゅんいち 鈴 木 準 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 5 9 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 8 年 3 月 28 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	有磁場低圧プラズマによるダイヤモンドの合成に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 平 木 昭 夫 教 授 白 藤 純 嗣    教 授 佐 々 木 孝 友    教 授 青 木 亮 三

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ダイヤモンドの気相合成法において、従来の方法では実現が難しい大面積成膜および低温成膜を実現するため、有磁場マイクロ波 CVD 法を用いた低圧プラズマによるダイヤモンド膜の合成に関する研究をまとめたもので、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章は、これまでに開発されたダイヤモンドの気相合成法を紹介し、低圧力でダイヤモンドを合成することが大面積化、低温成膜化に有利であることなど、本研究の意義について述べている。

第 2 章は、磁場中でのマイクロ波放電についての理論を説明し、本研究に使用した 2 種類の有磁場マイクロ波 CVD の原理、構造を述べ、さらに 50~0.1Torr の圧力範囲でプラズマを発生させ、その放電状況とプラズマ密度の測定から理論との対応について述べている。

第 3 章は、2 章で述べた装置を使用し、高圧力領域と低圧力領域でのダイヤモンドの合成条件の相違を明らかにしている。一般に 50~10Torr での高圧力領域でしかダイヤモンドは合成できず、目標とする低圧力領域での合成は困難である。基板前処理、反応ガス、基板温度、基板電位など各種成膜条件の最適化によりこの難問の解決をはかり、0.1~0.01Torr の低圧力でもダイヤモンドを合成することが可能となることを明らかにしている。

第 4 章では、反応ガスを  $\text{CO}/\text{H}_2$  から  $\text{CH}_4+\text{CO}_2/\text{H}_2$  に変更することで、成膜温度をさらに低下させることができること、およびこのガスを使用して 4 インチ基板へダイヤモンド膜を成膜するときの各種成膜条件が膜質に与える影響について述べている。

第 5 章では、有磁場マイクロ波 CVD 法を使用して、低融点材料であるアルミニウムおよび絶縁材料である石英基板上への成膜について述べている。

第 6 章にて、本研究によって得られた結果を総括して結論としている。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

気相合成によるダイヤモンド薄膜の大面積への成膜および低温での成膜は、ダイヤモンドの工業への応用範囲を広げる意味において極めて重要である。しかし今まで開発されてきた合成法では大面積に均一にダイヤモンド膜を合成

させることおよび低温成膜が難しい。本研究は、これら大面積成膜、低温成膜を実現するため、有磁場マイクロ波プラズマ CVD 法を使用し、従来行われていなかった約 2 桁も低圧力の領域でのダイヤモンド合成を指向し研究したものである。その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 有磁場マイクロ波プラズマ CVD 装置を使用し、ボール状のプラズマが得られる高い圧力領域から、均一なプラズマが得られる低い圧力領域までの放電実験を行い、プラズマ密度を測定することにより放電理論との関係を明らかにしている。
- (2)  $\text{CH}_4/\text{H}_2$  反応ガスを使用して、高い圧力領域では従来のマイクロ波 CVD 法と同等の成膜条件でダイヤモンドが合成できるが、低圧力においては同じ条件ではダイヤモンドの合成が困難であることを明らかにしている。この結果をもとに、低圧力領域では基板温度の低下、基板への正バイアスの印加が必要であることを明らかにし、これらの対策により、低圧力 (0.5 Torr) で粒子状のダイヤモンドを合成できることを明らかにしている。
- (3) 低圧力 (0.1 Torr) で膜状のダイヤモンドを合成するため、反応ガスを成膜速度が大きい  $\text{CO}/\text{H}_2$  に変更し、さらに基板前処理を変更することで核形成密度を 50 倍増加させ、0.1 Torr で膜状のダイヤモンドが合成できることを明らかにしている。
- (4)  $\text{CO}/\text{H}_2$  を反応ガスに使用し低圧力 (0.1 Torr) で成膜を行う場合、高圧力領域では良質なダイヤモンドが合成される基板温度 900℃ ではグラファイトしか精製されない。しかし 750℃ では (100) 面を多く持つダイヤモンドが、また 650℃ では (111) 面を多く持つダイヤモンドがそれぞれ合成されることなどを明らかにしている。
- (5) 低圧力領域でのダイヤモンドの合成では、基板電位が重要であり、基板に正バイアスを印加するとダイヤモンドが合成され、その電圧の増加に従って成膜速度も増加することを明らかにしている。また負バイアスを印加するとダイヤモンドは合成できず、SiC が合成されたり、基板がエッチングを受けることを明らかにしている。
- (6)  $\text{CO}/\text{H}_2$  を反応ガスに使用し、低圧力 (0.1 Torr) で成膜速度のマイクロ波パワー依存性をしらべ、マイクロ波パワーが 600 W ではダイヤモンドの成長速度が極めて遅くなり、この値以上では直線的に増加することを明らかにしている。
- (7) ECR 位置をキャビティの外側に持ち、直径 100 mm の基板が設置できる大面積用の有磁場マイクロ波 CVD 装置を開発し、さらに低温成膜化ができる反応ガス  $\text{CH}_4 + \text{CO}_2/\text{H}_2$  を使用して、直径 100 mm の基板にダイヤモンドを均一に合成できることを明らかにしている。またこの装置により、アルミニウムおよび石英基板にダイヤモンドが合成できることを明らかにしている。

以上のように本論文は、高圧力領域と低圧力領域でのダイヤモンドの合成条件の違いを明らかにする多くの知見が得られ、低圧力領域でのダイヤモンド膜の合成をはじめて可能としたことにより、従来の合成方法より低温での成膜が可能となった。また大面積成膜用の装置を開発することにより直径 100 mm の大面積へのダイヤモンド膜の合成が可能となり、ダイヤモンド膜の応用分野が広がり工業的な実用化が期待できる。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。