



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	https://hdl.handle.net/11094/39656
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名 鈴木 準一

博士の専攻分野の名称 博士(工学)

学位記番号 第12594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、低圧力下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CO/H₂からCH₄+CO₂/H₂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。しかし今まで開発し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) CH_4/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(0.5Torr)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(0.1Torr)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 CO/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、0.1Torr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) CO/H_2 を反応ガスに使用し低圧力(0.1Torr)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°Cではグラファイトしか精製されない。しかし750°Cでは(100)面を多く持つダイヤモンドが、また650°C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、基板がエッティングを受けることを明らかにしている。
- (6) CO/H_2 を反応ガスに使用し、低圧力(0.1Torr)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600W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100mm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100mm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100mm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。