OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	DCアークプラズマジェットCVD法によるダイヤモンド薄膜の高速合成に関する研究
Author(s)	比嘉, 晃
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3113114
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 30 】

氏名	比嘉晃（ひが あきら）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 12643 号
学位授与年月日	平成 8 年 6 月 27 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	DC アークプラズマジェット CVD 法によるダイヤモンド薄膜の高速合成に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 白藤 純嗣 （副査） 教授 佐々木孝友　教授 青木 亮三

論文内容の要旨

本論文は，半導体ダイヤモンドをエレクトロニクス分野に応用するための基盤技術として必要な高品質半導体ダイヤモンドの高速気相合成手法の 1 つである DC アークプラズマジェット CVD 法を取り上げ，原料ガス種の最適化，ホモエピタキシャル成長および高配向膜成長について行った研究をまとめたもので，序論，本論 4 章，および結論の全 6 章からなっている。

第 1 章では，ダイヤモンドの優れた諸物性および種々のデバイス応用について述べることによって本研究の背景を明確にした後，本研究の目的，意義および高速気相合成の工学的有用性を明らかにしている。

第 2 章では，熱プラズマを用いたダイヤモンドの合成について概観した後，本研究で用いた DC アークプラズマジェット法の原理と特徴および研究に使用した CVD 装置について詳しく述べている。また，本方法により実際に高速合成が可能であることを予備実験から示している。

第 3 章では，アルゴン＋水素＋メタン系およびこれに二酸化炭素を添加した 2 種類の原料ガス系を用いる場合について，成長速度と膜質の関係についての実験結果を示し，二酸化炭素を適当量添加することによって成長速度の向上が可能であることを示している。

第 4 章では，高圧合成ダイヤモンド基板上へのホモエピタキシャル成長に関して，成長条件等についての結果をまとめている。また本 CVD 法により基板と同等以上の高品質エピタキシャル膜を合成できることを明らかにしている。

第 5 章では，シリコン基板上に成長した多結晶ダイヤモンドの各結晶面の成長速度と成膜条件（原料ガス濃度，基板温度）の関係を調べ，(100) 面が優先的に成長するメタンガス濃度および基板温度を明らかにしている。その結果に基づいてバイアス処理を施したシリコン基板を用いることによって，DC アークプラズマジェット CVD 法でも (100) 高配向膜の高速合成が可能であることを示している。

第 6 章では，本研究で得られた結果を総括し，本論文の結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

半導体ダイヤモンドは耐環境電子デバイス，フィールドエミッタ(冷陰極)，超高周波フィルター等の材料として近年注目され，化学気相合成（CVD）法による高品質薄膜の成長技術の確立が最重要の研究課題の1つになっている。本論文は，これまで殆ど注目されていなかったDCアークプラズマジェットCVD法の高速成膜能力に着目し，高品質ダイヤモンドの高速合成の可能性を実験的に検討した研究の結果をまとめたもので，その成果を要約すると，次のとおりである。

(1) アーク発生部の前方に絶縁体フィールドリングを付けてアークを集束し，そこに水素ガスを供給することにより，アーク発生部に直接原料ガスを供給する従来法に比べ，安定なプラズマジェットを反応槽内に作ることができることを明らかにしている。また，原料のメタンガスは反応槽内のプラズマジェットに供給することによりアーク発生部，フィールドリング部にすすの付着等の汚染のない状態で高速合成が可能であることを実証している。

(2) アルゴン＋水素＋メタン系およびアルゴン＋水素＋メタン＋二酸化炭素の2種の原料ガス系について，ガス組成，成長速度および膜質の関係を調べ，二酸化炭素を含む系の方が成長速度が増大し，かつマイクロ波プラズマCVD法と同等の品質の薄膜を約10倍の成長速度で作製できることを示している。また，二酸化炭素の添加によってメタン/水素濃度比の大きい領域までダイヤモンドの合成ができること，プラズマ発光分析から，それはC_2やCHなどの炭素系の活性種が減少し，非ダイヤモンド成分のエッチングに有効なOH種が増加することと関係していることを明らかにしている。

(3) 電子デバイス応用に必要な単結晶膜の高速合成技術開発のため，高圧合成ダイヤモンド基板上へのダイヤモンド薄膜のエピタキシャル成長を試み，原料ガス組成および基板温度を最適化すればDCアークプラズマジェットCVD法によってもホモエピタキシャル成長の高速化が可能であることを実証している。更に，X線2結晶法による解析からエピタキシャル膜が基板の高圧合成ダイヤモンドと同等以上の品質を持っていることを明らかにしている。

(4) マイクロ波プラズマCVD法では，原料ガス組成，基板温度の最適化により（100）面を優先的に成長させる成長条件下で，バイアス処理を施して核密度を高めたシリコン基板上に（100）高配向膜を成長できることが分かっている。同じ手法をDCアークプラズマジェット法に適用すること試み，マイクロ波プラズマCVD法でバイアス処理を加えたシリコンを基板として用いてDCアークプラズマジェットCVD法で成膜を行うことにより，(100)高配向膜の高速合成が可能であることを初めて明らかにしている。

以上のように，本論文は半導体ダイヤモンド膜の高速合成法としてDCプラズマジェットCVD法が有力な手段であることを示すと共に，ホモエピタキシャル成長および(100)高配向膜成長の高速化も可能であることを実験的に示しており，本研究で見いだされた新しい知見は半導体工学および結晶工学の分野の発展に寄与するところが大きい。よって，本論文は博士論文として価値あるものと認める。