

Title	Synthesis and Characterization of Semiconductor Diamond Films
Author(s)	森, 勇介
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3113076
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	もり 森 けい 勇 介
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 12601 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	Synthesis and Characterization of Semiconductor Diamond Films (半導体ダイヤモンド薄膜の作製とその評価)
論文審査委員	(主査) 教授 平木 昭夫 教授 佐々木孝友 教授 白藤 純嗣

論文内容の要旨

本博士論文は、ダイヤモンド薄膜を半導体デバイスへ応用する際に重要となる半導体ダイヤモンド薄膜の作成とその評価に関する研究をまとめたもので、以下に示す7章から構成されている。

第1章は序論であり、ダイヤモンドの特性や人工ダイヤモンドの歴史について述べ、本研究の背景と目的を示している。

第2章では、一酸化炭素を原料ガスに用いて、高品質ダイヤモンド薄膜の作成が可能であることを示している。高圧合成ダイヤモンド(100)基板上へのホモエピタキシャル膜は(111)基板の場合よりも結晶性が優れており、ホウ素をドーピングしたp型(100)膜において、室温で $\sim 450\text{cm}^2/\text{Vsec}$ という高い移動度が得られることを報告している。

第3章では、ダイヤモンド薄膜表面の性質について報告している。ダイヤモンド薄膜表面には水素が吸着しており、禁制帯中に準位が存在しないことを明らかにしている。成膜後、酸素雰囲気中で膜を冷却することにより、絶縁体ダイヤモンド薄膜が得られることを見い出している。

第4章では、金属-ダイヤモンド界面の形成と特性について報告している。ダイヤモンド表面は金属の種類によって反応性が異なり、金とは反応しないが、チタン、ニッケルとは室温で反応しカーバイト層を形成することを示している。界面反応の無い点接触金属-ダイヤモンド界面の特性は金属の電気陰性度に依存することを見い出している。そして、この依存性は表面に酸素等を吸着させると消滅することを示している。ショットキーダイオード特性は原料ガスに依存し、一酸化炭素で作製したダイヤモンド薄膜の方が、メタンガスから作製したものよりも良好な特性を示すことを明らかにしている。また、金属との界面において青色領域に中心波長を持つエレクトロルミネッセンスを観測している。

第5章では、ダイヤモンドへのイオン注入について報告している。イオン注入に伴う損傷を回復するのに水素プラズマ処理が効果的であることを見い出している。また、注入した不純物の電氣的活性化にも水素プラズマ処理の効果があることを示している。

第6章では、水素プラズマにはダイヤモンド中への酸素の拡散を促進する作用があることを報告している。導入された酸素はダイヤモンド中で新しい発光センターを形成することを見い出している。

第7章は結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

ダイヤモンドは優れた半導体特性を有しているため、高温動作トランジスタやハイパワー電子デバイス、冷陰極デバイスなどへの応用が期待されている。しかし、ダイヤモンドはn型化が困難であるため、その実用化のためには、新しい不純物ドーピングの開発、及び金属-ダイヤモンド界面のショットキーダイオード特性を利用した電子デバイスの開発が必須課題である。本論文は、半導体ダイヤモンド薄膜を作製するためのガスドーピング法、イオン注入法、不純物拡散法などの不純物ドーピング法の検討、及び金属-ダイヤモンド界面の形成とその特性の評価した結果をまとめたものである。その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) 一酸化炭素はダイヤモンドの原料ガスとして優れており、マイクロ波プラズマCVD法により高品質ダイヤモンド薄膜の作成が容易に可能であることを示している。
- (2) 高圧合成ダイヤモンド(100)基板上へのホモエピタキシャル膜は(111)基板の場合よりも結晶性が優れており、ホウ素をドーピングすると優れたp型半導体特性が得られることを明らかにしている。
- (3) ダイヤモンド薄膜表面には水素が吸着しており、禁制帯中に準位が存在しないことを明らかにし、成膜後、酸素雰囲気中で膜を冷却することにより、絶縁体ダイヤモンド薄膜が得られることを示している。
- (4) ダイヤモンド表面は金属の種類によって反応性が異なり、金とは反応しないが、チタン、ニッケルとは室温で反応しカーバイド層を形成することを示している。
- (5) 界面反応の無い点接触金属-ダイヤモンド界面の特性は金属の電気陰性度に依存することを見い出している。そして、この依存性は表面に酸素等を吸着させると消滅することを示している。
- (6) アルミニウムをショットキー電極に使用するとブレイクダウン電圧200V以上、整流比 10^5 以上の優れた特性が得られることを示している。
- (7) 金属との界面において青色領域に中心波長を持つエレクトロルミネッセンスを観測している。
- (8) イオン注入に伴う損傷を回復する新しい方法として水素プラズマ処理を開発している。この水素プラズマ処理は注入した不純物の電氣的活性にも水素プラズマ処理の効果があることを明らかにしている。
- (9) 水素プラズマにはダイヤモンド中への酸素の拡散を促進する作用があることを発見し、導入された酸素はダイヤモンド中で新しい発光センターを形成することを見い出している。

以上のように、本論文は、ダイヤモンド薄膜への不純物ドーピングに関して新たな可能性を示すとともに、金属-ダイヤモンド界面の性質について多くの知見を与えており、電気工学および半導体ダイヤモンド薄膜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。