

氏名(本籍)	やま なか さだ のり 山中貞則(東京都)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第2,099号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	電子デバイス用ダイヤモンド薄膜の合成とそのキャリア輸送現象に関する研究
主査	筑波大学教授 理学博士 梶村 皓 二
副査	筑波大学教授 工学博士 滝田 宏 樹
副査	筑波大学教授 工学博士 川辺 光 央
副査	筑波大学名誉教授 工学博士 岩 槻 雅 男
副査	電子技術総合研究所 工学博士 大 串 秀 世 総括主任研究官

論文の内容の要旨

ダイヤモンドを電子デバイスに応用することを目指した高品質なホモエピタキシャル薄膜の合成及びそのキャリア輸送現象の解明、制御を研究目的とする。合成はマイクロ波プラズマCVD装置を用い、「クリーンエピタキシー」、「薄膜合成条件の精密制御」を考慮して、膜中の残留不純物、欠陥の低減を図った。その結果、ステップフロー成長したアンドープホモエピタキシャル薄膜(アンドープ膜)を得ることができた。さらに、品質及び表面平坦性を維持して、p型伝導性を有するホウ素(B)ドープ薄膜(Bドープ膜)の合成を行った。その結果、最も品質の高いダイヤモンドに匹敵或いは越えるBドープ膜を得ることに成功した。さらに不純物B、水素(H)、酸素(O)及び欠陥がダイヤモンドのキャリア輸送に与える影響について、系統的な研究を行った。

1章では研究の背景と現状の概略及び目的と意義について述べ、2章では研究に用いたCVDシステムの特徴とその構成について、3章ではアンドープ膜の合成及びその接合特性についてまとめる。ステップフロー成長したアンドープ膜を用いて、ショットキー接合として理想的であり、ダイヤモンドとして世界最高の整流比を示すショットキー障壁ダイオードを作製した。さらにショットキー接合の諸特性と異常成長粒子により導入された欠陥との相関について明確にする。4章の「ホウ素添加ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の合成と評価」では、電子デバイス用Bドープ膜の合成その品質評価の結果についてまとめる。B源として一般に用いられているジボラン(B_2H_6)より毒性、発火性の低いトリメチルボロン [$B(CH_3)_3$, TMB]を用いたがその有効性について述べる。5章の「ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜での不純物の挙動」は二つの節から成る。5.1節の「ダイヤモンド薄膜成長中にドーピングしたホウ素の制御」では、薄膜合成における CH_4 濃度の低下に伴い、膜中に取り込まれる不純物Bが減少するという実験的知見について述べる。CVD法により合成されたダイヤモンド膜表面近傍にはas-grown(水素化)状態で比較的高い電気伝導率を有する電気伝導層が存在する事が知られており表面伝導層と呼ばれる。これまでに表面伝導層を用いたデバイス動作が実証されているが、表面伝導層の起源とキャリア輸送機構は明確になっていない。ダイヤモンド表面を水素化または酸素化させた状態ではダイヤモンドのキャリア輸送現象は劇的に変化する。5.2節の「水素及び酸素がダイヤモンドのキャリア輸送に与える現象解明」では、水素及び酸素がダイヤモンドのキャリア輸送に与える現象の解明、制御、特に水素に起因する表面伝導層の起源解明のため、水素化及び酸素化膜の電気的特性評価を行った結果を中心に述べる。6章では得られた

成果をまとめ、本論文の結論とする。

審 査 の 結 果 の 要 旨

半導体材料としてのダイヤモンドを合成し、その物性、機能など材料プロセスに関する基礎と応用の面から総合的に研究した。その結果、半導体デバイス品質のダイヤモンド薄膜を得たことが新しい。特にp型半導体として世界最高の特性量を実証し、半導体の基本デバイスであるショットキー障壁ダイオードの高品質化を進めた事が高く評価できる。さらに、高品質ダイヤモンドを基盤に、その利用を進める諸問題を、物質科学的観点で電子的、結晶学的考察を行い、諸問題の解決を導く知見を得たことは、今後の科学的、技術的研究にインパクトを与えるもので独創的である。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。