

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12500 号
------	---------------

氏 名 BARRY Ousmane I.

論文題目

Growth and characterization of nonpolar m-plane GaN on bulk GaN substrates: prospects of high-performance electronic devices

(m面バルクGaN基板上への非極性GaNの成長とその評価:高性能電子デバイス創成の可能性)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	天野 浩
委員	名古屋大学	准教授	本田 善央
委員	名古屋大学	研究員	中里 和郎
委員	九州大学	教授	寒川 義裕
委員	名古屋大学	教授	大野 雄高

論文審査の結果の要旨

BARRY Ousmane I君提出の論文、「Growth and characterization of nonpolar m-plane GaN on bulk GaN substrates: prospects of high-performance electronic devices (m面バルクGaN基板上への非極性GaNの成長とその評価：高性能電子デバイス創成の可能性)」は、Siを用いた従来のパワーデバイスと比べ、より高効率・高速動作が可能なGaN縦型パワーデバイス作製において、極性を持ち従来から良く用いられている+c面に代わり、非極性面である(10-10)面、いわゆるm面に着目し、バルクGaN基板上に有機金属化合物気相成長(MOVPE)法を用いてエピタキシャル成長を行い、m面特有のエピタキシャル成長条件、および様々な成長条件で作製したエピタキシャルウェハーを用いたショットキーバリアダイオードの試作結果について述べている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の概要紹介としてIII-V族化合物半導体のうち特にGaNの物性、特に電子デバイスとしてSiやSiCと比較したGaNの物性的特徴、非極性面GaNの特徴とパワーデバイスとしての魅力、および本研究の目的を示している。

第2章では、本研究で用いたMOVPE法によるGaN薄膜の成長プロセス、原子間力顕微鏡を用いた原子レベルでの表面観察の方法、結晶性評価のためのX線回折法、ラマン散乱分光を用いた結晶歪評価法について解説している。

第3章は、MOVPE法によるm面バルクGaN基板上へのGaNのホモエピタキシャル成長について、窒素原料であるアンモニア供給量と、ガリウム原料であるトリメチルガリウムの供給量比であるV/III比を変えることにより、残留不純物である酸素濃度と炭素濃度が大きく変化することを見出し、高耐圧デバイス作製に必須の低酸素濃度ドリフト層成長のため残留酸素濃度が最も低くなる最適なV/III比を見出している。

第4章では、従来、GaNのMOVPEで良く用いられる原料のキャリアガスである水素に代わり、窒素を用いることにより、表面平坦性を大幅に改善することが出来、また予想とは異なり、窒素キャリアを用いることにより、酸素濃度やSi濃度の大幅な低減が可能であることを見出している。さらに積層欠陥の生成についても、水素キャリアガスの場合と窒素キャリアガスの場合では大きく密度が異なり、窒素キャリアガスが積層欠陥の低減に優位であることを見出している。

第5章では、第4章までの研究成果を踏まえ、V/III比を4水準変えてm面GaNバルク基板上へのGaNエピタキシャル層のMOVPE成長を行い、次に、その4枚のウェハーを用いてショットキーバリアダイオードを試作したところ、残留酸素濃度が最も低くなるV/III比で成長したGaNウェハーにおいて、逆方向リーク電流も最小となることを確認している。また、エミッション顕微鏡を用いて逆方向バイアス時に漏れる個所の特定を試み、四角錐のヒロックのなかで、+c側の壁面のみにおいて逆方向リーク電流が大きいことを突き止めることに成功している。この結果も、今後m面を用いた縦型トランジスタを作製するうえで極めて有用な知見である。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように、本論文ではm面GaNの電子デバイスとしての特性を、MOVPE法における結晶成長条件と対比させながら議論し、V/III比を最適化し、さらに窒素キャリアガスを用いることの重要性を明らかにしている。これら得られた結果は、次世代GaN縦型電子デバイスを作製するために必須の知見であり、学術的意義は勿論のこと、同分野の産業界の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるBARRY Ousmane I君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。