

課題番号: GR014
助成額: 169 百万円

窒化物半導体結晶成長の物理化学とプロセス創製

グリーン・イノベーション

理工系

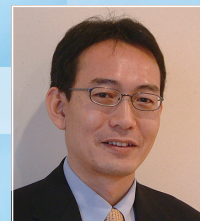
平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

専門分野
材料物理化学

キーワード
素材精製／結晶育成／融体・凝固／エコマテリアル化／化学熱力学／材料プロセッシング

福山 博之 東北大学多元物質科学研究所 教授
Hiroyuki Fukuyama

WEB ページ
<http://www.tagen.tohoku.ac.jp/modules/laboratory/index.php?laboid=17>



研究背景

窒化アルミニウムなどの III 族窒化物半導体は、次世代の発光素子、太陽電池およびハイパワー半導体素子として注目され、世界的に開発競争が激しい研究分野である。結晶成長の観点から、素子として適応できる窒化物半導体の組成領域を拡大し、その性能を最大限に発揮させるためには、高品質窒化物基板の開発が急務である。

研究目的

本研究では、窒化物半導体の結晶成長に起因する課題を克服するため、結晶成長および物性評価の観点から多面的な研究を進め、飛躍的な素子の性能向上を目指す。対象とする結晶は、窒化アルミニウム単結晶であり、窒化アルミニウム結晶成長に関する物理化学的な知見を蓄積しながら、新たな結晶成長プロセスを創製する。

実績

代表論文: Metallurgical and Materials Transactions, A, 45, 3, 1112-1123, (2014), JOM, in press, (2014)
特許出願: PCT/JP2011/66146 「窒化アルミニウム結晶の製造方法」、PCT出願 (2011 年 7 月)
受賞: 第 7 回日本学術振興会賞、独立行政法人日本学術振興会 (2011 年 3 月)
新聞: 科学新聞 「第 7 回日本学術振興会賞に 25 氏 日本の学術研究担う若き精鋭」 (2011 年 3 月 3 日)

研究成果

液相成長技術の確立

Ga-Al 系フラックス中に、窒化サファイア基板を浸漬し、AIN 膜を成長させた。得られた AIN 膜は転位密度の低い良好な結晶性を有している。このように本液相成長法を用いれば、常圧で高品質な AIN 膜を成長させることが可能である。

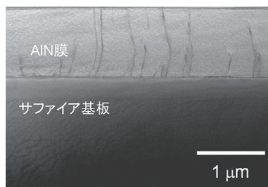


図1 Ga-Alフラックスを用いた液相成長法により得られた AIN 膜の透過型電子顕微鏡断面図。

大口径基板上への AIN 膜の作製に成功

当初、部分的な AIN 結晶の侵食も見られたが、窒素ガスの吹き込み方法ならびに酸素濃度について検討した結果、2.5 インチサファイア基板上全面への AIN 成長技術を確認することができた。

液相成長機構の解明

窒化サファイア基板と AIN 膜界面において取り込まれた酸素によって化学的に不安定な窒素極性から安定な Al 極性へ反転し、これが結晶成長に重要な役割を果たしていることを明らかにした。

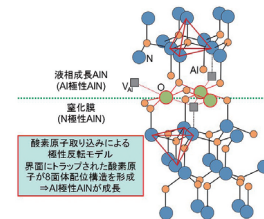


図2 AIN 膜の極性反転機構成長界面で酸素原子により AIN 膜の極性反転が生じている。

当初 最終年度の成果

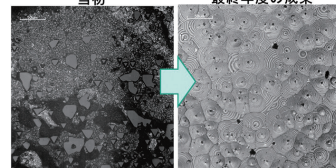


図3 レーザー顕微鏡による表面観察
2.5 インチサファイア基板上全面に AIN 膜が成長している。

2030 年の
応用展開

窒化物半導体は、水銀フリーの次世代照明、光触媒用光源、超高効率太陽電池やハイパワー高電子移動度デバイスなど、環境、医療、バイオ、情報、エネルギー、ナノテク分野など

新産業創出と科学技術発展の両面から幅広い応用が期待される。