

平成 17 年 2 月 25 日

氏名 井上 茂



## 21世紀COEプログラム

拠点：大学院工学系研究科  
応用化学専攻、化学システム工学専攻、  
化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成 16 年度リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏名	井上 茂	生 年 月 日
所属機関名	応用化学専攻	
所在地	東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 Fw504	
申請時点での 学 年	博士 1 年	
研 究 題 目	PLD 法による金属基板上への窒化物半導体薄膜の成長	
指導教官の所属・氏名	生産技術研究所 藤岡洋教授	

## I 研究の成果 (1000 字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

窒化物半導体デバイスの特性向上には放熱効率の改善が求められている。Cu 単結晶は金属の中でも特に高い熱伝導率を示すが、これまで Cu 基板上に窒化物半導体をエピタキシャル成長した例は報告されていない。今回金属基板と窒化物薄膜との界面反応を抑制できる PLD (Pulsed Laser Deposition) 法を用いて Cu(111) 基板上への GaN 薄膜のエピタキシャル成長を試みた。

まず、研磨により平坦化した Cu(111) 基板を 600°C 程度での真空中アニール処理により清浄化を行った。その結果、基板表面に存在していた酸化膜は除去された。また、Cu 基板中に不純物として含まれる Sb が基板表面に偏析し、表面を安定化させていることが確認された。このときの RHEED パターンは図 1 に示す様に  $\sqrt{3} \times \sqrt{3} \cdot R30^\circ$  -Sb 再構成パターンであった。

アニールによる清浄化処理後、AlN を成長させた。基板温度が 450°C では RHEED 像はリング状であり、多結晶膜が形成されていることが示唆されたが、基板温度を 550°C に上げて AlN の成長を行ったところ単結晶を示す RHEED パターンが得られた(図 2)。AlN 薄膜の EBSD 解析を行ったところ Cu(111) 基板と AlN の配向関係は AlN[0001]//Cu[111]、AlN[11-20]//Cu[01-1]であることが分かった。また、分光エリプソメトリーによる評価から、AlN/Cu(111) 界面の反応層は確認されず急峻な界面が形成されていることが分かった。

さらに AlN 薄膜上に 700°C で GaN を成長させたところ RHEED 像はストリーク状となり、平坦なエピタキシャル薄膜が成長していることが確認された。しかし、GaN 表面には Cu の析出による凝集体が存在していることが確認された。これは金属基板特有の現象であると考えられ、Cu 析出を抑制する技術の開発は金属基板を用いる上で重要となる。

550°C で AlN を成長後、GaN の成長温度である 700°C に昇温する際に Cu 基板と AlN の大きな熱膨張率差(68%)に起因して AlN クラックが入り、そこに Ga が浸入することにより Cu が析出するとの推定の下、550°C での AlN 成長後(LT-AlN)、700°C での GaN 成長前に AlN の成長を行った(HT-AlN)。その結果、図 3 のようにシャープなストリークパターンを示す GaN エピタキシャル薄膜が得られ、Cu の析出は劇的に改善され  $3 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$  から  $4 \times 10^2 \text{ cm}^{-2}$  へと低減した。

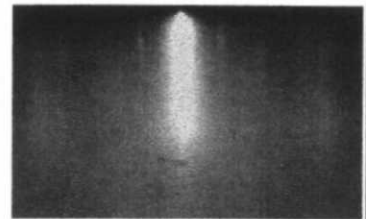


図 1. アニール処理後の Cu(111) 基板の RHEED 像

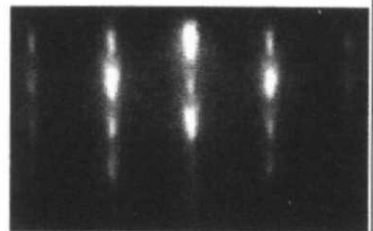


図 2. AlN/Cu(111)の RHEED 像

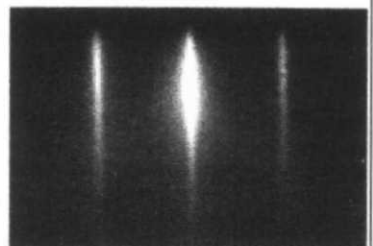


図 3. GaN/HT-AlN/LT-AlN /Cu(111)の RHEED 像

氏 名 井上 茂

II (1) 学術雑誌等に発表した論文A (掲載を決定されたものを含む.)

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

(著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入)

II (2) 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文

(共同研究者 (全員の氏名)、題名、発表した学会名、場所、年月を記載)

● 2005 年春季 第 52 回応用物理学関係連合講演会

題名 : Cu(111)基板上への GaN 薄膜エピタキシャル成長

共同研究者 : 岡本浩一郎, 松木伸行, 金太源, 藤岡洋

場所 : 埼玉大学

日程 : 2005 年 3 月 29 日 ~ 4 月 1 日