

平成18年 2月 6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17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	生産技術研究所	
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2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	
指導教員の所属・氏名	生産技術研究所 藤岡洋教授	

I 研究の成果 (1000 字程度)

Ⅲ族窒化物半導体はその優れた光学特性から発光デバイスへの応用が進められている。通常、デバイス層は化学的・熱的に安定なサファイア基板上に作製されるが、GaN との格子不整合は 16%と大きく、さらなる結晶品質の向上には格子整合基板の利用が望まれている。また、サファイアは熱伝導率が低いため放熱効率が悪く、透光性基板であることから光利用効率も悪い。そのため高熱伝導率・高反射率基板の利用が望まれている。

Hf 基板は GaN との格子不整合が 0.3%と小さく、高品質 GaN エピタキシャル成長基板として有望である。また、Ag 基板は金属中で最大の熱伝導率を示し、反射率は可視域でほぼ 100%であることから、高熱伝導率・高反射率基板として優れている。しかし、通常の結晶成長手法では成長温度が 700°C以上と高いため金属基板とⅢ族原料が激しく反応し、金属基板をエピタキシャル成長基板として用いることは困難であることが知られている。今回、低温成長が可能な PLD (Pulsed Laser Deposition)法を用いて Hf(0001)基板および Ag(111)基板上へⅢ族窒化物薄膜の成長を試みた。

研磨によって平坦化した金属基板を超高真空中でアニールし、清浄化を行った。清浄化を行った Hf(0001)基板上に 700°C で GaN を成長させたところ、多結晶 GaN が成長し、界面には 4nm におよぶ反応層が存在することが分かった。界面反応を抑制するため室温で GaN 成長を行ったところ、RHEED 像は図 1 のようにストリーキーなパターンを示し、GaN のエピタキシャル成長が確認された。また、明瞭な RHEED 強度振動が観測されていることから、GaN は layer-by-layer モードで成長していることが明らかとなった。この室温成長 GaN 薄膜は 700°Cまでのアニールでも界面反応層厚が変化しないことから、高温 GaN 成長用のバッファー層としても機能することが確かめられた。

また、清浄化を行った Ag(111)基板上に 450°C で AlN を成長させたところ、図 2 のような RHEED パターンが得られ、30 度回転ドメインが存在しない AlN エピタキシャル薄膜の成長が確認された。この AlN バッファー層上に GaN の成長を行ったところ RHEED 像は図 3 のようにシャープなストリークとなり、平坦な GaN エピタキシャル薄膜が成長していることが分かった。

以上のように PLD 法による低温成長技術を用いることで初めて金属基板上へのⅢ族窒化物成長が可能となり、優れた性質を持つ金属基板を有効に利用できることが分かった。

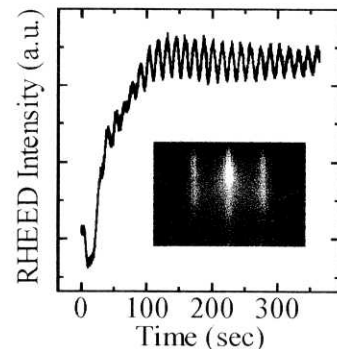


図 1 Hf(0001)基板上 GaN の RHEED 強度振動

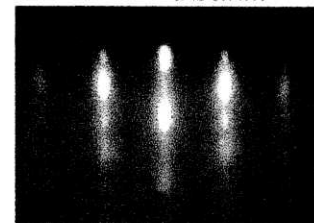


図 2 AlN/Ag(111)の RHEED 像



図 3 GaN/AlN/Ag(111)の RHEED 像

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)

論文 1

著者 : S. Inoue, K. Okamoto, N. Matsuki, Tae-Won Kim and H. Fujioka

題名 : Epitaxial growth of AlN on Cu(111) substrates using pulsed laser deposition

掲載誌 : Journal of Crystal Growth, in press

論文 2

著者 : S. Inoue, K. Okamoto, N. Matsuki, Tae-Won Kim and H. Fujioka

題名 : Epitaxial growth of GaN on high-thermal conductive substrates

掲載誌 : Applied Physics Letters, submitted

論文 3

著者 : S. Inoue, A. Kobayashi, J. Ohta, and H. Fujioka

題名 : Room-temperature epitaxial growth of GaN on lattice-matched metal substrates

掲載誌 : Applied Physics Letters, 投稿準備中

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)

発表 1

井上 茂, 岡本浩一郎, 松木伸行, 金 太源, 藤岡 洋
PLD 法による Cu(111)基板上への GaN のエピタキシャル成長
第 35 回結晶成長国内会議 (広島大) 2005 年 8 月

発表 2

S. Inoue, K. Okamoto, N. Matsuki, Tae-Won Kim and H. Fujioka
Epitaxial growth of GaN on Cu(111) substrates
International Conference on Nitride Semiconductor 6 (ドイツ) 2005 年 8 月

発表 3

井上 茂, 岡本浩一郎, 松木伸行, 金 太源, 藤岡 洋
Cu(111)基板上への GaN 薄膜エピタキシャル成長(2)
第 66 回応用物理学会学術講演会 (徳島大) 2005 年 9 月

発表 4

井上 茂, 小林 篤, 太田実雄, 藤岡 洋
Hf(0001) 基板上への GaN 室温成長
第 66 回応用物理学会学術講演会 (徳島大) 2005 年 9 月

発表 5

S. Inoue, K. Okamoto, A. Kobayashi, N. Matsuki, Tae-Won. Kim, J. Ohta, and H. Fujioka
Room-temperature epitaxial growth of GaN films on Hf(0001) substrates using pulsed laser deposition
第 3 回東京大学 21 世紀 COE 「化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成」国際会議 (東大武田ホール) 2005 年 10 月

発表 6

井上 茂, 岡本浩一郎, 松木伸行, 金 太源, 藤岡 洋
銅基板上への GaN ヘテロエピタキシャル成長
神奈川県産学公交流研究発表会 (神奈川産総研) 2005 年 10 月

発表 7

井上 茂, 岡本浩一郎, 小林 篤, 松木伸行, 金 太源, 太田実雄, 藤岡 洋
金属基板上の GaN エピタキシャル成長
第 50 回人工結晶討論会 (名古屋大) 2005 年 11 月

発表 8

井上 茂, 岡本浩一郎, 小林 篤, 松木伸行, 金 太源, 太田実雄, 藤岡 洋
金属基板上への窒化物半導体成長
産学連携フォーラム (東大生研) 2006 年 2 月

発表 9

井上 茂, 岡本浩一郎, 松木伸行, 金 太源, 藤岡 洋
鏡面 Ag 基板上への GaN 薄膜エピタキシャル成長
第 53 回応用物理学関係連合講演会 (武蔵工大, 東京) 2006 年 3 月