JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	MBE による GaAs の低温成長と構造解析
Author(s)	須田，篤史
Citation	
Issue Date	1996-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/2222
Rights	
Description	材料科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

MBE による GaAs の低温成長と構造解析

須田 篤史　(大塚研究室)

MBE(molecular beam epitaxy) はその誕生以来現在まで、半導体超格子など幾つかの新しい領域の開拓に用いられてきた。最近、そのような新領域の一つを導くものとして、MBE による低温成長 GaAs 薄膜 (LT-GaAs) が注目されている。LT-GaAs とは MBE により 200 ℃程度の低温で成長された GaAs 薄膜であり、良質の結晶性を維持したまま 1〜2 %の As を過剰に含み、その格子は大きく歪んでいる。また LT-GaAs は特異な電気抵抗特性、光学的性質を有し、GaAs デバイスにおけるバッファ層や、応答の速い光学素子用材料として注目されている。しかし、それらの特異な性質の原因は十分には解明されていない。

LT-GaAs の特異な性質を与える構造として過剰 As が形成する点欠陥、As_{Ga}（Ga 位置の As)、As_i（格子間 As)、V_{Ga}（Ga 空孔)、これらの複合欠陥などが考えられている。しかし、どの構造が原因であるか未だ研究者間で共通した結論がなく、さらに成長直後の LT-GaAs 結晶中での過剰 As の占有位置も十分には解明されてない。これまでの研究により、基板温度を低温にするに伴い LT-GaAs 層に含まれる過剰 As 濃度が指数関数的に増大することが報告されている。しかし成長温度を低くするとエピタキシャル層の成長は持続せず、成長層はやがて非晶質となる。その原因として以下の機構が考えられる。過剰 As 濃度の増大により LT-GaAs 層の格子定数は増大し格子不整歪みは大きくなる。成長層がある膜厚に達し格子不整歪みのエネルギーがある臨界値を越えると、積層欠陥などの格子欠陥が導入され成長膜の結晶性が低下し、多結晶さらには非晶質となる。一方別の説明として、成長表面に吸着した原子の拡散が、低温であることにより阻害され、成長表面の roughening が起こり結晶性が低下することも考えられる。しかし、どのような機構が支配的であるかはこれまでの研究によって解明されていない。

本研究は散慢散乱による過剰 As の占有位置の解析を最終的な目的としている。散慢散乱が回折像中に検出されるためには、LT-GaAs 中の過剰 As 濃度を高くする必要性がある。しかし過剰 As 濃度を高くするために基板温度を低くすると、上述のようにエピタキシャル成長が困難となる。そのため本研究では、まず過剰 As を多く含む薄膜の成長を阻む因子の解明を試みた。特に過剰 As 濃度の上限を決定する因子として格子不整歪みに注目し、GaAs 基板と LT-GaAs 層との間に GaAs よりも格子定数の大きい $In_xGa_{1-x}As$ 層を挿入することにより、格子不整歪みを低減させることを試みた。

実験としてまず、LT-GaAs と等しい横方向の面間隔を持つバッファ層を得るために、各種の $In_xGa_{1-x}As$ 膜を成長し、それらを四結晶 X 線回折法で解析した。次に成長温度、フラックス条件を同一にして、基板との格子不整の影響のみを調べるために、基板ホルダーにシャッターをつけて GaAs 基板の一部だけに $In_{0.05}Ga_{0.95}As$ バッファ層を成長し、その後シャッターを開いて LT-GaAs 膜の成長実験を行なった。成長中 RHEED 像の観察より $In_{0.05}Ga_{0.95}As$ 上の LT-GaAs 層は直接 GaAs 基板上に成長させたものより長時間エピタキシャル成長が行なえることが確認された。また試料の TEM 観察により、LT-GaAs 層は途中から積層欠陥を含む多結晶へと変化していることが観察され、そして多結晶部分の膜厚は直接 GaAs 基板上に成長させた場合の方が厚いことが確認された。このように基板となる結晶が LT-GaAs の成長に直接影響することが判明した。しかし試料の X 線回折結果より、$In_{0.05}Ga_{0.95}As$ 上 LT-GaAs 層には引張応力が加わっており、必ずしも格子不整歪みが低減されてはいないことがわかった。

keywords　**MBE, LT-GaAs, 過剰 As, 格子不整歪み**

Copyright © 1996 by Atushi Suda