

Title	電子線回折強度振動法を用いた分子線結晶成長に関する研究
Author(s)	坂本, 統徳
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35786
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	坂	本	統	徳
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	7785	号	
学位授与の日付	昭和62年5月1日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	電子線回折強度振動法を用いた分子線結晶成長に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 権田 俊一			
	教授	中井 貞雄	教授	渡辺 健二
	教授	三間 罔興	教授	横山 昌弘
	教授	山中千代衛	(昭和62年3月31日付退官)	
	教授	井澤 靖和	教授	浜口 智尋
			教授	石村 勉
			教授	三宅 正宣
			教授	平木 昭夫

論文内容の要旨

本論文は、電子線回折強度振動法を用いた分子線結晶成長に関する研究の成果をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章では現在までの原子層レベルの薄膜結晶成長の研究について概観し、分子線結晶成長(MBE)法において反射高速電子線回折(RHEED)像の強度振動を用いる本研究の目的と意義について述べている。

第2章ではMBE法における典型的な成長基板の表面モロロジーとRHEEDパターンとの対応について述べ、RHEED強度振動の観察される理由について明らかにしている。

第3章ではRHEED強度振動の安定な観察をするための諸条件を求め、次にRHEED強度振動を用いて基板への入射率、組成比等が高精度でその場測定が可能であることを示し、最後にコンピュータを用いて振動を解析し、成長にフィードバックする「位相制御エピタキシ法」の開発とその超格子結晶成長への応用について明らかにしている。

第4章では高温におけるGaAsの昇華過程のRHEED強度振動の観察について述べ、GaAs/AlAsヘテロ界面の研究に新しい手法となることを示している。

第5章では、SiのMBE成長中にRHEED強度振動が観察された結果について述べ、SiのRHEED強度振動はバッファ層のアニール条件に大きく依存し、高温アニールが非常に有効であること、振動の1周期は基板の面方位に依存していることを明らかにしている。

第6章ではSi(001)基板表面が高温アニールによってtwo-domain構造からsingle-domain構造に変化することを明らかにし、このようなsingle-domain構造上にSiを成長した場合に2×1と1×

2の表面構造が交互に成長し、2原子層モードの振動となることを観察している。

第7章ではSi基板上的 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ の成長中のRHEED強度振動の観察を行い、 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}/\text{Si}$ 歪超格子構造を位相制御エピタキシ法を用いて原子層程度に精密成長できることを明らかにし、またそのTEM観察の結果、振動と成長層が対応していることを確認している。

第8章では第2章から第7章までの研究結果および問題点を総括している。

論文の審査結果の要旨

次世代の光・電子素子においては単原子層まで制御した微細な構造をもつ半導体結晶の作製が必要とされるが、従来はこれに必要な成長の過程を観察しながら結晶成長を行うことが困難とされてきた。本論文は電子線回折(RHEED)強度振動法による観察を用いた分子線結晶成長法(MBE)に関する研究を行い、単原子層程度の精密結晶成長を行った一連の研究結果をとりまとめたもので主な成果は次の通りである。

MBE法においてRHEED強度振動が観察される理由を明らかにし、RHEED強度振動の安定な観察をするための諸条件を求めている。RHEED強度振動を用いることにより分子の入射率、組成比の高精度なその場測定が可能であることを示すとともに、コンピュータを用いて振動を解析し、成長にフィードバックする「位相制御エピタキシ法」を開発し、それを超格子結晶の成長へ応用している。高温におけるGaAsの昇華過程をRHEED強度振動を用いて観察することに成功し、この方法がGaAs/AlAsヘテロ界面の新しい研究手法となることを示している。

SiのMBE成長中にRHEED強度振動を観察し、これはバッファ層のアニール条件に大きく依存し、高温アニールが非常に有効であること、振動の1周期は基板の面方位に保存していることを明らかにしている。Si(001)基板表面が高温アニールによってtwo-domain構造からsingle-domain構造に変化することを明らかにし、このようなsingle-domain構造上にSiを成長した場合には 2×1 と 1×2 の表面構造が交互に成長し、2原子層モードの振動となることを観察している。Si基板上的 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ の成長中のRHEED強度振動の観察を行いTEM観察により振動と成長層が対応していること、 $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}/\text{Si}$ 歪超格子構造を位相制御エピタキシ法を用いて原子層程度に精密成長できることを明らかにしている。

以上のように、本論文は電子線回折強度振動法を用いた分子線結晶成長法による精密結晶成長手法を明らかにしたものであり、光・電子素子工学ならびに結晶工学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。