



Title	集束イオンビーム注入の位置検出技術に関する研究
Author(s)	森田, 哲郎
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36744">https://hdl.handle.net/11094/36744</a>
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	もり	森	た	田	てつ	哲	ろう	郎
学位の種類	工	学	博	士				
学位記番号	第	9	0	0	2	号		
学位授与の日付	平成	2	年	2	月	28	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	集束イオンビーム注入の位置検出技術に関する研究							
論文審査委員	(主査)	教	授	裏	克己			
	教	授	志	水	隆	一	教	授
							西	原
								浩

### 論文内容の要旨

本論文は、集束イオンビーム装置における注入イオンビームの位置検出技術に関する研究をまとめたもので、本文は6章から構成されている。

第1章は序論で、本論文の意義について述べている。

第2章では、GaAs基板の段差部分にSiイオンビームを照射したときに発生する二次電子放出を計算するために、まずモンテカルロ法により定量的に計算を行ったのち、その計算を簡潔にまとめることのできる計算モデルを考案している。このモデルがパラメーターを変えることによって、Beイオンにも適用可能であることを示している。また二次電子信号強度分布の非対称性は、二次電子の捕集効率を考慮に入れると、実験結果をよく説明できることを示している。さらにイオン照射量の増大により、二次電子放出量が減少する状況を実験で求め、理論計算を補足している。

第3章では、集束イオンビーム用位置合わせマーク寸法の最適化について考案している。二次電子信号強度分布の鋭さを示す $S/w$ の値は、ビーム径が小さくなるにつれて大きくなること、位置合わせマークの斜面の最適角度が $8.5^\circ$ 付近にあることを示している。また、集束イオンビームの加速電圧が $80\text{ kV}$ から $200\text{ kV}$ の範囲で、位置検出の分解能が加速電圧の平方根に比例することを見いだしている。さらに、集束イオンビーム用位置合わせマークの最適深さは、ビーム径を $2b$ 、斜面角度を $\theta$ とすると、加速電圧とイオン種に依存せず、 $2b \cdot \tan \theta$ で与えられることを示している。

第4章では、前章の結果に基づいて集束イオンビーム注入装置の位置合わせ制御システムを試作した結果を述べている。この装置に適合した新しい集束イオンビーム径の測定方法を考案し、 $\pm 0.05\mu\text{m}$ 以下の精度で測定できることを理論的に予測、実験で確かめている。また位置合わせの分解能について、信号雑音

比とビーム径との依存性から、理論的に 6 nm となること、試作装置で 60 nm と劣化しているのは装置の機械的振動に起因していることを示している。

第 5 章では、分子線結晶成長装置と組み合わせた真空一貫プロセス装置に応用した結果を述べている。分子線結晶成長によって位置合わせマークが変形したときにも対応できる位置合わせマーク形状を実験的に求め、このときの位置合わせ精度の実験値が  $\pm 0.3 \mu\text{m}$  であることを述べている。最後にこの装置を用いて GaAs / AlGaAs ダブルヘテロ構造レーザを製作し、試作した集束イオンビーム位置合わせシステムの有効性を確かめている。

第 8 章では、本研究で得られた成果を要約し、残された問題を概観している。

### 論文の審査結果の要旨

半導体集積回路の微細化の進展に伴って、集束イオンビームの応用が試みられ始めた。このさい、イオンビームの位置検出技術の最適化が問題となる。本論文はこれに関する最初の研究であり、得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 集束イオンビームで段差のある半導体基板を照射したときの二次電子信号強度分布を、モンテカルロ法ならびに簡略化したモデルで計算する方法を示している。
- (2) 位置検出マークの段差の最適形状を、イオン種として Si, Be の両者についてビーム径依存性、加速電圧依存性も考慮して決定している。
- (3) 実際に位置制御システムを集束イオンビーム装置に組み込んで、位置検出分解能とビーム径、ビーム電流との関係について理論的実験的に検討し有用な知見を得ている。また装置に適した径測定法を考案し、理論的、実験的にその有用性を示している。
- (4) 分子線結晶成長装置と組み合わせたさい、マークの変形にも拘らず位置合わせが可能であることを三次元構造を持つデバイスを製作することで実証している。

以上のように本論文は集束イオンビーム装置の位置合わせ技術に関して初めて詳細な知見を与えたものであり、電子工学に貢献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。