

Title	多波結像法による結晶の電子顕微鏡像コントラストの研究
Author(s)	遠藤, 久満
Citation	大阪大学, 1985, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/34804">https://hdl.handle.net/11094/34804</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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)	えん 遠	どう 藤	ひさ 久	みつ 満
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6726	号	
学位授与の日付	昭和60年	3月	4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	多波結像法による結晶の電子顕微鏡像コントラストの研究			
論文審査委員	(主査) 教授 橋本初次郎			
	教授 南 茂夫	教授 三石 明善	教授 興地 斐男	
	教授 藤田 広志	教授 梅野 正隆		

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は結晶内に励起された多くの回折波を同時に結像させる多波結像法を用いて結晶構造を電子顕微鏡により精密に解析するための方法とその応用について行った研究の成果をまとめたものである。

第1章は本研究の背景となる関連研究を紹介し、本研究の占める位置と意義を明らかにするとともに、電子顕微鏡像コントラストを解析する際に必要となる電子回折理論および結像理論等の理論的背景について概説している。

第2章は本研究を実施するために開発したプログラムの内、全体に共通して用いられ、最も重要となる動力学的回折理論および結像理論に基づくプログラムの解析手法とその特徴について述べている。

第3章は、完全結晶に入射した高速電子の回折・散乱の機構を解析している。まず吸収を考慮した電子回折動力学理論の多波近似法の解析手法が正しく機能していることを実験と対比して確認した後、加速電圧、試料の膜厚および試料の種類を変えて、試料結晶内の電子の挙動を解析している。更にこれと高分解能電子顕微鏡像との関係について調べている。

第4章は超高電圧電子顕微鏡を用いて回折波間の干渉の効かない厚い結晶内に生じた格子欠陥を多波結像法により高精度で観察するためのMBI法の原理と応用について示し、この方法が厚い結晶内の格子欠陥の観察にとって大変有効となると結論している。

第5章では、高分解能電子顕微鏡を用いて回折波間の干渉の効く薄い結晶を多波結像法で観察するためのAFF結像法の原理と応用について示している。すなわち、この方法により、対物レンズの球面収差を焦点外れに伴う波面収差で相殺し、無球面収差像に近い像の得られる結像条件の存在とその限界について、応用例を示しながら述べている。

第6章においては、非弾性散乱を考慮して結晶格子像コントラストを定量評価する方法を提案し、これを用いて格子縞の観察が可能となる最大膜厚と格子縞コントラストの形成機構を解析し、実験と対比して考察している。更に、格子縞を高いコントラストで観察する際に最適となる膜厚や結像条件のあることも示している。

第7章においては、本研究を通じて得られた成果を総括し、更に今後の課題、将来への展望について述べ本論文の締め括りとしている。

### 論文の審査結果の要旨

最近の電子顕微鏡学では、なるべく多くの回折波を用いる多波結像法により試料の原子構造を求める研究がなされているが、その像解釈法は試料によってはまだ充分であるとは言えない。それは主として、電子の弾性および非弾性散乱と結像電子波の干渉性とが十分に像解釈に組込まれていないことによる。

本論文は結晶内に入射した高速電子波の弾性および非弾性散乱を考慮した電子回折動力学理論の多波近似法および部分的干渉性を考慮した結像理論に基づく解析手法を開発し、これを用いて多波結像法による結晶の電子顕微鏡像コントラストの精密な解釈を行ったものである。その主要な成果をまとめると次のとおりである。

すなわち、超高電圧電子顕微鏡を用いて厚い結晶中の格子欠陥の観察を行うには多波結像法のうちM BI法が最適となることを示している。これは透過波とこれに隣接する1次の回折波を用いて結像する方法であり、格子欠陥の像はシャープな像となることおよび1枚の写真で欠陥の同定が可能となること等を示している。

次に薄い結晶に多波結像法を適用し、対物レンズの球面収差を焦点外れによる波面収差で相殺し、高分解能像を得る無球面収差結像法を提案し、この原理と応用について述べている。

また、結晶の格子像を観察する最大膜厚を各種加速電圧について理論的に求め、これをMgO結晶を用いた実験と対比して、その正しいことを確かめている。

以上のように本論文は多波結像法による結晶の電子顕微鏡像コントラストを精密に解釈し、これにより結晶の構造を研究する方法を述べたものであり、材料学、結晶学、電子顕微鏡学等の応用物理学の分野に寄与するところが多い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。