



Title	走査型電子顕微鏡に関する基礎的研究：固体内における入射電子のふるまい
Author(s)	松川，隆行
Citation	大阪大学，1974，博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31065
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	まつ 松	かわ 川	たか 隆	ゆき 行
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	3092	号	
学位授与の日付	昭和49年3月25日			
学位授与の要件	工学研究科応用物理学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	走査型電子顕微鏡に関する基礎的研究 ——固体内における入射電子のふるまい——			
論文審査委員	(主査) 教授 橋本初次郎			
	(副査) 教授 菊川 真 教授 三石 明善 教授 鈴木 達朗			
	教授 藤田 茂			

論文内容の要旨

本論文は走査型電子顕微鏡(以下SEMと略す)に関する基礎的研究をまとめたものであり六章より成っている。

第一章ではSEMの原理について簡単にふれ、試料内部における入射電子線のふるまいを正確に把握することの重要性について述べた。

第二章では、固体内での入射電子のふるまいを記述するために著者によって考案された新しいモンテカルロ法について述べた。この計算法は電子の遮蔽効果を考慮したラザフォード散乱公式を用いた単一散乱モデルに基くもので、実験結果との比較検討によりこの方式が従来の方式に比べて、計算精度の点でも、あるいは使い易さの点でも格段に優れている事が確かめられた。

第三章では、走査型電子顕微鏡において直面する三つの重要な課題についての検討を述べた。即ちまず最初に背面散乱電子の侵入深さを測定する方法を与え、それを用いて、low-loss image法が高分解能の背面散乱電子像を与え得るメカニズムを解明した。次にSEM像に特徴的に現れるエッジ効果についてモンテカルロ法を用いて定量的に考察し、特に高分解能SEMにおける新しいエッジ効果の存在を理論的に予見した。この予見は、方鉛鉱劈開エッジをフィールドエミッション型SEMで観測することで実験的にも確かめられた。第三章の最後は第二章で与えたモンテカルロ法をX線マイクロアナリシスの定量補正に応用した結果で、十分な精度で定量補正を行える事を確認した。

第四章においては、従来非常に困難とされてきた試料中におけるエネルギー損失の深さ分布を求めるための新しい方法を与えた。この方法は特別な構造のMOS試料を用いて、そこに発生するbeam induced currentを利用するものでこの種の実験的測定法としては、現在のところ最も直接的でかつ精度が高い。この方法を用いて、垂直入射及び45°入射における測定値を得てモンテカルロ計算の結果と比較し非常に良好な一致をみた。さらにこの方法はMOS絶縁層中の空間電荷の考察にも重要な情

報を与えていることを指摘した。

第五章では、SEM試料における電子の散乱と透過を総合的に測定する為に著者が設計、製作した装置について述べた。製作した装置は10～30 KeVの入射電子に対し散乱電子のエネルギー分布と角度分布を全球型阻止電圧場で測定するもので、2%の分解能を有することが確かめられた。この装置を用いて、特に従来十分な実験値が与えられていなかった全立体角あたりの背面散乱電子のエネルギー分布を一連の純金属及び合金試料について測定した。これらの結果をモンテカルロ法による理論値と比較し、良好な一致がみられることを確認した。その際、薄膜試料における透過電子のエネルギー straggling 効果のため実験と理論の間に系統的なずれの生じる事を見つけたので、方式を検討した結果計算と実験の一致が大きく改善される事を確かめた。

論文の審査結果の要旨

本論文は固体試料内における入射電子の振舞を明らかにするために行った理論的実験的研究に関するものである。

すなわち従来のモンテカルロ計算の方法に比べて簡単かつ精度の高い手法を考案し、これを用いた計算結果が実験結果との比較検討により従来の方式に比べて、精度の点でも使い易さの点でも優れていることを確かめた。またこの方法をX線マイクロアナリシスの定量分析の補正計算に利用し、これが十分な精度で得られることも確かめた。

ついで試料により背面散乱される電子の侵入深さの測定を巧みな方法で実施し、これにより走査型電子顕微鏡を高分解能にする条件を求めた。また試料の端に近い部分の高分解能反射型電顕像に現れるコントラスト異常効果を観察し、その定量的な説明を行った。

また試料内電子のエネルギー損失の深さ分布の測定を、MOS試料に対する電子照射による誘導電流の測定により実施しモンテカルロ計算による結果とよく一致することを確認した。

更に阻止電圧型球形エネルギー分析器を製作しこれにより全立体角あたりの背面散乱および透過する電子のエネルギー分布を一連の純金属及び合金試料について測定した。

これはモンテカルロ計算による結果と比較し、よい一致をみたが薄膜試料においては不一致のあることを認め、これを説明するため薄膜試料内での振舞について、1～2のモデルを検討し、その結果について述べた。

この研究の結果は走査型電子顕微鏡及びX線マイクロアナライザーによる固体表面研究におけるデータの定量化に寄与し、又これらの機器の性能向上に寄与することが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。