



Title	Electron Probe Microanalyserの電子線の試料内部における振舞
Author(s)	志水, 隆一
Citation	大阪大学, 1964, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28621
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 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)	志水 隆一
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 528 号
学位授与の日付	昭和 39 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	Electron Probe Microanalyser の電子線の試料内部における振舞
論文審査委員	(主査) 授業 篠田 軍治 (副査) 教授 吉永 弘 教授 杉山 博 教授 吉岡 勝哉 教授 菅田 栄治 教授 城 憲三 教授 千田 香苗 教授 庄司 一郎 教授 竹内 竜一

論文内容の要旨

EPMAにおいて入射電子の試料内部における複雑な挙動を考察するために背面散乱電子、吸収電子に関する理論的考察を行ない、実験結果との比較検討を行なった。この目的のために背面散乱電子について large angle and single scattering の仮定に基づいて Everhart の取り扱いを一般化した理論式を導き、又吸収電子に関しては Bethe の complete diffusion model に基づく取り扱いを応用して、筆者が組み立てた実験装置及び本学に設置された J. A. X. 3 型試作第 1 号機を用いて行なった実験結果との比較検討を行ないこれら筆者の導いた理論式が夫々、この実験結果を非常によく説明することを示した。これらの結果より、従来の EPMA の backscattered electron image の考察を行ない、電子線の spot size の測定方法として用いられているナイフエッヂを用いた測定方法によって得られて來た測定曲線に見られる deform が電子の試料内拡散によるものであることを理論的に示し、この方法を用いることにより測定曲線より電子拡散の影響をうけない電子線の spot size の評価及び試料内での diffused X-ray source の spot size の推測が出来ることを示した。又これに基づく若干の結果を示し、従来の経験的な推定値によく合うことを指摘した。

EPMA の最終的な性能評価の方法として情報理論の概念を導入して EPMA の quare wave response 及びレスポンス函数表示の一例を示した。

論文の審査結果の要旨

本論文は緒論、総括その他から成っている。

緒論には試料内部に入射した電子は散乱、吸収、エネルギーの損失、励起などをひき起こし、その結果背面散乱電子、二次電子、吸収電子の形をとるものと考えるのが適当であると述べている。

第1章は試料内部における電子のふるまいを述べたもので、緒論に挙げた電子についての従来の取扱い方を概観し、Electron Probe Microanalyser (以下 EPMA と略称する) においては、それらの果たす役割りが重要であることを指摘している。

第2章は背面散乱電子の理論および実験について述べたもので、電子の散乱に関する従来の理論的取扱い、著者の理論と実験、角度分布の理論と実験結果の EPMA への応用から成っている。著者の理論は Thomson-Whiddington の式の定数 C の代りに $C(x, z)$ を用いたもので、これによって Everhart の理論は一般化され実験とよく一致するようになった。Everhart の理論では重元素になると back scattered ratio が実験結果と一致しないがその原因は著者の理論によって明らかにされた。EPMA における背面散乱電子像では取り出し角、検出器の種類によってコントラストなどの像の質に差を生ずる理由を明らかにしている。

第3章は拡散理論を用いた EPMA の電子 spot size および diffused X-ray source の spot size の推定方法について述べたもので、試料に吸収された電子の物質内部における拡散の理論とナイフ・エッジまたはくさびを使った実験結果の理論との比較、この実験から EPMA の電子 spot size を推定する方法などを述べ、diffused X-ray source については入射電子によって如何にして X 線が発生するかを理論的に考察し、実験と比較している。

ナイフ・エッジを出入させて EPMA の電子吸収電流を測ると測定曲線が対称性を欠いて来るが、この原因の説明には第2章で扱った Thomson-Whiddington の理論よりも厳密な Bethe の complete diffusion model の考えにもとづく理論を使う方が妥当で、これによれば上記曲線の非対称性は説明できることを指摘し、またナイフ・エッジの先端のまるみの影響について理論的研究を行なって、まるみが測定結果に及ぼす影響を明らかにして、この影響の現われない限界を見出した。

つぎにナイフ・エッジの先端と電子ビームの中心との間の距離 a 。に対応する X 線強度 $I(a_0)$ をあらわす式を導き、実験値と比較して電子の spot size $2\delta_0$ の値を使い、電子計算機の助けをかりて diffused X-ray source の effective width の径 $2\delta_d$ を求め、これが 2.8μ になることから total diffused X-ray source の spot size $2\delta_T$ を求め、これが銅の場合には加速電圧 30KV に対し $2\delta_0$ が 0.8μ のときには 2.9μ になることを見出した。またこの値は従来、経験的に推測されていた電子線の spot size 1μ に対し X 線源の spot size は 3μ 程度になるということと一致する。

第4章は情報理論の EPMA への応用について述べたもので情報理論より EPMA を見た場合について S/N と分解能とを織り込んで装置の動作条件を決定する場合に情報理論による評価方法が適用できるかどうか、また今まで研究されて来た EPMA の X 線発生の過程にも情報理論が適用されるものとすれば Shannon の Capacity の式が原理的にも応用でき、これが従来 EPMA の性能表示に使われていた square wave response と同等であることを示し、銅の場合につき response 函数を求めている。

総括には以上の結果を要約して述べている。

EPMA において X 線源がどの位の大きさであるか、従来全く知られておらず、単に経験的に憶測されていたに過ぎなかった。著者は電子が試料に入ってからのふるまいを理論的に研究し、これを測定する方法を考察して実験的に求め、多年の懸案を解決し、EPMA の精度向上に大きな貢献をしたばかりでなく、背面散乱像、試料電流像の解釈上に貴重な資料を提供した。これらの成果は学術上にも工業上にも極めて

意義のあるものである。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。