

Title	新しい電子顕微鏡開発に関する工学的研究
Author(s)	木村, 吉秀
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3104984
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	木 村 吉 秀
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 0 2 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 5 月 3 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	新 しい 電 子 顕 微 鏡 開 発 に 関 する 工 学 的 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 志 水 隆 一 教 授 一 岡 芳 樹 教 授 後 藤 誠 一 教 授 岩 崎 裕

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、現在の電子顕微鏡の開発方向とは異なる新しい電子顕微鏡を目指して、能動型画像処理電子顕微鏡及びコインシデンス電子顕微鏡の開発に関する研究をまとめたものであり、5章と総括から構成されている。

第1章では、現在の電子顕微鏡では避けることのできない問題点と、それに伴う限界について述べており、この限界を超える新しい電子顕微鏡として能動型画像処理電子顕微鏡とコインシデンス電子顕微鏡について開発研究を行うことを述べている。

第2章では、能動型画像処理電子顕微鏡を実時間で実現するための高速高圧変調法について述べており、高圧加速電源を改造することなく高速変調を加える方法を提案している。また熱電界放出型電子銃の動作安定化を実用的な方法で実現し、輝度の高い電子源を得ている。

第3章では、新しい分析電子顕微鏡として特性X線と透過電子の同時刻検出を行うコインシデンス電子顕微鏡を提案している。コインシデンス法を電子顕微鏡に適用する事により、低照射損傷で元素分析が行えることを示し、コインシデンス電子顕微鏡を実現するために必要な構成要素と要求される仕様について述べている。

第4章ではコインシデンス電子顕微鏡の各構成要素の試作とその性能評価を行っている。すなわち、X線検出器、透過電子位置検出器、コインシデンス計測システムの試作を行い、十分な性能を得ていることを述べている。

第5章では、試作したコインシデンス電子顕微鏡システムを用いて実際に像観察を行い、投影像でのコインシデンス実験について述べている。いくつかの実験を行った結果、試料元素を反映した像が得られており、提案したコインシデンス電子顕微鏡が実現可能であると述べている。

総括では、以上の結果を要約し、本研究で得られた主たる成果と今後の研究課題を述べ、新しい電子顕微鏡の目指すものについて述べている。

論文審査の結果の要旨

半導体、金属等の分野では電子顕微鏡の高い空間分解能や元素識別能力が十分に発揮されているが、生物や医学の分野では、半世紀以前の開発当初の性能の域をこえるには至っていない。これは、試料の位相像を合焦点位置では得られないことと、強度の高い電子線照射によって試料が著しく損傷されるためである。既存の電子顕微鏡では原理的にこれらの限界を超えることはできない。

本論文では、この限界を超える新しい電子顕微鏡を提案しており、その基礎的な構成要素に対して工学的な研究を行い、一連の研究結果をまとめたものである。すなわち通常の電子顕微鏡に対しては能動型画像処理電子顕微鏡を、分析電子顕微鏡に対してはコインシデンス電子顕微鏡を提案して開発研究を行っている。それらについての研究成果を要約すると次の通りである。

(1) 変調を加えながら画像を積算して処理する能動型画像処理法を電子顕微鏡に適用し、実時間で球面収差の影響のない位相振幅像を合焦点位置で得られる実時間能動型画像処理電子顕微鏡を提案している。これは、焦点位置を変えながら重みをかけて画像を積算することにより、電子顕微鏡に用いられている電磁レンズが原理的に持っている球面収差を除去する画期的な方法である。加速電圧を変調することで焦点位置の変調を行うことで高速変調が可能となり、実時間で処理像を得ることができ、重み関数を適当にとることにより、試料の位相成分像が合焦点位置で得られる方法である。本論文では、この加速高圧電圧変調方式を開発し、高速に焦点合わせを変調できることを示しており、実時間能動型画像処理電子顕微鏡の実現が可能である確証を得ている。

(2) 試料損傷をほとんど生じない極微弱電子線照射により、試料の元素別像を得ることができるコインシデンス電子顕微鏡を提案している。試料の特性X線と、透過電子とのコインシデンス検出を行うことにより、極微弱な電子線照射により元素の識別ができることを示している。また通常の分析電子顕微鏡と異なり、照射電子線を絞らずに試料全体を均一に照射するため、生体試料に対してもきわめて照射損傷の少ない状態で元素別の像を得ることができる。このコインシデンス電子顕微鏡を実現するため、X線検出器と透過電子位置検出器及び、時間分解能の高いコインシデンス電子回路を試作し、その特性がコインシデンス電子顕微鏡に十分な性能を持っていることを示している。この試作したコインシデンス検出システムを電子顕微鏡に組み込み、透過像ではあるが銀薄膜試料のコインシデンス像検出に成功しており、コインシデンス電子顕微鏡が実現可能であることを示している。

以上のように、本論文は、現在の電子顕微鏡の限界を超える新しい電子顕微鏡を提案し、その試作を行い、基本的特性を確認して実現できることを示したもので、応用物理学、特に電子顕微鏡学の分野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。