



Title	超高圧電子顕微鏡結像観察系の高性能化に関する研究
Author(s)	西, 竜治
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3129266">https://doi.org/10.11501/3129266</a>
DOI	10.11501/3129266
rights	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏 名	西 竜 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 8 7 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 18 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	<b>超高压電子顕微鏡結像観察系の高性能化に関する研究</b>
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 西 原 浩 (副査) 教 授 濱 口 智 尋 教 授 尾 浦 憲 治 郎 教 授 吉 野 勝 美 教 授 森 田 清 三 教 授 森 博 太 郎

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超高压電子顕微鏡結像観察系をその場観察に適したものとするための、結像レンズおよび観察系の性能向上に関する研究成果をまとめたもので、全体は7章から構成されている。

第1章は序論であり、超高压電子顕微鏡の特徴とその場観察に求められる性能と問題点について述べ、本研究の課題と本論文の構成を示している。

第2章では、対物レンズの応答遅れの原因をコイル、冷却板、磁路の3つに分離した磁気回路モデルを新たに提案し、レンズギャップ中心での磁束密度を解析的に評価している。そして、冷却板に流れる渦電流を遮断することにより、応答速度の大幅な改善が達成されることを示している。また、このことを有限要素法を用いた磁束密度の動特性解析により定量的に検証している。

第3章では、レンズ冷却板を渦電流が流れないように加工し、レンズの立ち上がり特性が大幅に改善されることをレンズ中心の磁束密度の周波数特性および時間応答特性を測定し検証している。さらに、磁路深部への磁束の侵入に伴う遅れ成分を補償するために、対物レンズ磁路と独立した小型磁路を持つフォーカシングレンズを導入している。

第4章では、拡大像と回折像の高速切換を実現するため、絞りの機械的な移動を排除し、レンズ励磁切換のみで行える新しい結像モードを提案している。この結像モードを超高压電子顕微鏡に適用したときの電子光学諸量を計算し、その実現性を確認している。

第5章では、超高速圧電子顕微鏡用に分解能が高く、発光効率の良い蛍光板の条件を検討し、光学透明な単結晶蛍光板と不透明な粉末蛍光板の2種類について、発光拡がり特性を厚さ、深さごとに定量化している。また、蛍光板の断面観察により、発光拡がり分布を定量的に求め、拡がり関数を導出している。これらの測定から、蛍光板の発光拡がり機構を明らかにし、超高压電子顕微鏡に適した蛍光板の条件を求めている。

第6章では、新たに採用した高感度高解像度ハーピコンカメラの分解能を定量評価し、蛍光板とTVカメラからなるTV観察系の解像度を求め、解像度改善のための要点を明らかにしている。

第7章は結論であり、本論文を総括し、今後の課題を述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、平成7年に大阪大学に設置された世界最高常用加速電圧3 MV 超高压電子顕微鏡（以下超高压電顕と略す）の結像観察系の性能向上に関する研究成果をまとめたものである。得られた主要な成果を要約とすると、次の通りである。

- (1) 本超高压電顕による「その場」観察に要求される結像レンズ系および観察系に対する設計要件を明らかにしている。
- (2) 巨大な磁界コイルによる対物（電子）レンズの時間応答遅れの主要原因が磁路などに流れる渦電流であることを解析し、冷却板の円周方向に渦電流が流れないように切断加工を行い、初期時間応答特性を1桁改善し、汎用機並の0.1秒オーダーの高速応答を達成することに成功している。
- (3) 磁路中の磁束が定常に達するまでの非常に遅い磁束密度変化に対処するため、対物レンズ本体とは独立の磁路をもつ小型の磁界レンズを組み込み、焦点合わせの微調を分担させることにより、10ミリ秒以下の高速応答を可能にしている。
- (4) 像と回折像の高速切換による同時表示のための新しい結像モード実現のため、対物絞りと制限視野絞りの両方の働きをする共通絞りを第1中間レンズと第2中間レンズの間に新たに導入することを提案し、その設計を行い、実現性を確認している。
- (5) 超高压電顕用高感度・高分解能蛍光板の最適設計のため、分解能と発光強度特性につき理論的・実験的検討を行い、その結果、現存のものでは、YAG結晶板が優れていること、および2~3 MeVの電子ビームエネルギーに対しては、厚さ200  $\mu\text{m}$ が最適であることなどを明らかにしている。
- (6) 1000 TV本以上の高解像度TV観察系実現のため、蛍光板、光学レンズ、撮像管、増幅部の各部の変調伝達関数を評価し、解像度改善のための総合設計指針を明らかにしている。

以上のように、本論文は超高压電子顕微鏡の結像観察系を「その場」観察に適した系にするための高性能化につき多くの新しい知見を含んでおり、電子工学の発展に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。