

Title	高分解能走査型透過電子顕微鏡に関する研究
Author(s)	原田, 嘉晏
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38395">https://hdl.handle.net/11094/38395</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 原 田 嘉 晏

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 5 4 6 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 5 年 3 月 2 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 高 分 解 能 走 査 型 透 過 電 子 顕 微 鏡 に 関 する 研 究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 裏 克 己

教 授 志 水 隆 一 教 授 西 原 浩

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、加速電圧100kVの高分解能走査型電子顕微鏡の開発に関するもので、8章から構成されている。

第1章では、高分解能走査型電子顕微鏡に関する研究の歴史、その開発課題と、関連する従来の研究について述べ、本論文の位置づけを行った。

第2章では、高分解能走査型電子顕微鏡に熱電界放出電子源として、〈111〉方位と〈100〉方位タングステンをビルドアップ状態で初めて使用し、放出電流の短期・長期安定性の測定を行った。〈100〉方位が容易に、しかも確実にビルドアップさせる形状を調べた。

第3章では、真空設計と操作性などの観点から、加速電圧100kVの熱電界放出電子銃の最適設計を行い、輝度とエネルギー分布の測定を行った。さらに、長時間安定性を増すために、電極と絶縁碍子形状を電界計算に基づいて熱電界放出電子銃を設計・改良して、効果を確認した。

第4章では、高分解能走査型電子顕微鏡の対物レンズ設計について述べている。まず通常型透過電子顕微鏡用の高分解能対物レンズの光学特性について、実測値が有限要素法を利用した計算値と数%の精度で一致することを示した上で、光学特性測定法未確立の高分解能走査型電子顕微鏡用の対物レンズ設計に適用して最適設計を行い、焦点距離、球面・色収差係数すべてにおいて、最良記録の結果を得た。

第5章では、高分解能走査型電子顕微鏡の照射レンズ系と結像レンズ系を設計し、TVカメラを利用した電子光学系の軸合わせ制御機構を設計した。

第6章では、高分解能走査型電子顕微鏡の鏡筒系ならびに試料処理室の超高真空化を述べた。真空回路網マトリックス解析法を適用して設計した結果が実測値と良好な一致を示すとともに、試料室で $2 \times 10^{-8}$ Pa、試料処理室で $1 \times 10^{-7}$ Paの真空度を得た。

第7章は、上記の成果を基に、加速電圧100kVの高分解能走査型電子顕微鏡を試作して、電子プローブ径が0.5nm以下であることを確認し、その性能と若干の応用例を述べた。

第8章では、得られた成果を纏めて結論とした。

## 論文審査の結果の要旨

高分解能走査型電子顕微鏡は、通常の透過型高分解能電子顕微鏡と比べて、豊富な分析機能を持っている。この特長を十分生かすためには、後者の転用・改造ではなく、最初から専用に設計したものにする必要がある。本論文はこれに関する研究であり、得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 高輝度でさらに長期間安定な陰極として〈111〉方位ならびに〈100〉方位をビルドアップしたタングステンを、熱電界放出状態で初めて使用して、その最適条件を見いだしている。これを搭載し、真空・操作性・寿命の観点から電極と絶縁碍子を最適設計した電子銃を試作して、長時間安定動作を確認している。
- (2) 高分解能電子顕微鏡用対物レンズの最適設計法を確立するとともに、これによって、100kV 高分解能走査型電子顕微鏡用対物レンズとして最良記録をもたせることに成功している。
- (3) 真空回路網マトリックス設計法を駆使するなどによって、高分解能走査観察に不可欠な試料室で $2 \times 10^{-8}$ Pa、試料処理室で $1 \times 10^{-7}$ Pa の超高真空化に成功している。
- (4) 上記を総合して100 k V 高分解能走査型電子顕微鏡を開発し、実用化している。

以上のように本論文は高分解能走査型電子顕微鏡の設計について有用な知見を与えるとともに、その実用化に成功して、電子工学に貢献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。