



Title	超高真空：反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の開発
Author(s)	竹口，雅樹
Citation	大阪大学，1993，博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38196
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	たけぐちまさき 竹 口 雅 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 7 4 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 5 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科応用物理学専攻
学 位 論 文 名	超高真空一反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の開発
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 志 水 隆 一 (副査) 教 授 増 原 宏 教 授 興 地 斐 男 教 授 樹 下 行 三 教 授 一 岡 芳 樹 教 授 中 島 信 一 教 授 後 藤 誠 一 教 授 豊 田 順 一 教 授 岩 崎 裕 教 授 山 本 稔

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、反射型電子線ホログラフィーを表面研究に応用する事を目的として、可干渉性の高い電子線が得られる高輝度電子銃と清浄で再現性を示す表面が得られる超高真空試料室を備えた電子顕微鏡、すなわち超高真空一反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の開発を行ったものである。

本論文は次のように構成されている。まず緒論では研究の背景や目的を述べている。第 1 章では反射型電子顕微鏡法 (REM) の発展の歴史、原理、特徴について概説している。さらに反射型電子線ホログラフィーについて解説し、目標とする超高真空一反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の基本構想を示して本研究の位置づけを行っている。第 2 章では本研究の主題の 1 つである高輝度電子銃の開発について述べている。すなわち本研究において採用した $Zr-O/W(100)$ 熱電界放出型陰極の特性について述べ、最適動作条件を実現するための基礎特性実験を行い新しい知見を得ている。更に透過型電子顕微鏡の電子銃部分を改造する事によりその最適動作条件を実現し、様々な評価実験を行って熱電界放出型電子銃としての有用性を確かめている。第 3 章ではもう 1 つの主題である超高真空試料室の開発について述べている。特に本研究の目的とする清浄で再現性を示す表面を観察する事のできる超高真空一反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の基本設計を示し、試作した試料室の構造並びにその特徴を述べている。第 4 章では完成した超高真空一反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の特性評価について述べている。すなわち超高真空下において $Si(111)$ 表面を加熱清浄化する事により 1×1 構造から 7×7 構造への再構成相転移を RHEED・REM で観察する事に成功している。そして結晶表面からのブラッグ反射波の干渉縞の観察より本装置が設計通りの性能を有している事を確かめている。最後に総括では本研究についてまとめ、今後の展望について述べている。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

固体表面における結晶成長や触媒過程等の表面現象は表面の構造と密接な関係がある。従って表面の原子レベルの構造を実空間で観察する事は表面研究にとって重要である。そしてさらに近年ではそれら表面構造を定量的に高い精度で測定する事も要求されている。本論文は、表面の凹凸の変位量を $0.01nm$ 以下の高い分解能で測定できる反射型電子線ホログラフィーを表面研究に応用する事を目的として可干渉性の高い電子線が得られる高輝度電子銃と清浄で

再現性を示す表面が得られる超高真空試料室を備えた電子顕微鏡，すなわち超高真空－反射型電子線ホログラフィー顕微鏡の開発を行ったものであり，その成果を要約すると次の通りである。

- (1) Zr-O/W (100) 陰極の電子放出特性を調べ，熱電界放出モードにおいてこの陰極が，陰極温度と放出電流量を制御する事により電子顕微鏡内で安定動作する条件を見いだしている。
- (2) 200kV 透過型電子顕微鏡を改造して Zr-O/W (100) 陰極を(1)で得られた最適条件下で動作させることにより，試作した Zr-O/W (100) 熱電界放出型電子銃が安定でしかも通常の熱電子陰極に比べ約 2 桁高い輝度を有する事を実証している。
- (3) 電子線バイプリズムによる干渉実験によって約 1.4nm^{-1} の高い空間周波数を持つ電子線ホログラムを得，本装置が電子線ホログラフィー顕微鏡として優れた性能を有する事を示している。
- (4) 反射型電子線ホログラフィー顕微鏡法観察のための機能を持つ 10^{-9}Torr 台の超高真空を実現する試料室を開発している。
- (5) (4)の試料室を Zr-O/W (100) 熱電界放出型電子銃を備えた透過型電子顕微鏡に組み込み，Si (111) 表面を加熱清浄化して表面原子ステップ，表面転位， 1×1 構造から 7×7 構造への再構成相転移を RHEED (反射高速電子線回折)・REM (反射型電子顕微鏡法) により観察し，さらに表面からのブラッグ反射波を用いた電子線ホログラムより本装置が設計通りの性能を有する事を確認している。

以上のように，本論文は固体表面構造の高分解能観察を可能にする新しい電子顕微鏡の開発とその成果をまとめたものであり，応用物理学，特に表面物性工学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の価値あるものと認める。