



Title	超高電圧電子顕微鏡による高速電子と物質の相互作用の研究
Author(s)	角田, 直人
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32411">https://hdl.handle.net/11094/32411</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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	<sup>すみ</sup> 角 <sup>だ</sup> 田 <sup>なお</sup> 直 <sup>と</sup> 人
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 7 1 8 号
学位授与の日付	昭和 54 年 9 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	<b>超高電圧電子顕微鏡による高速電子と物質の相互作用の研究</b>
論文審査委員	(主査) 教 授 藤 田 広 志 (副査) 教 授 山 根 寿 己 教 授 橋 本 初 次 郎

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、最高加速電圧 3 MV の超高電圧電子顕微鏡による高速電子と物質の相互作用に関する研究、特に高エネルギー電子の回折現象と試料中の照射損傷を中心とした研究をまとめたもので、次の 6 章からなっている。

第一章では、超高電圧電子顕微鏡を用いて行った高エネルギー電子の回折現象と照射損傷に関係のある従来の研究の概要について述べ、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第二章では、湾曲した楔状試料の消衰縞のコントラストを、物質の種類、反射の指数および加速電圧をそれぞれ変化させて観察し、得られたコントラストの強度分布とこれら試料ならびに観察条件との関係を明らかにしている。その結果から、結晶中での高エネルギー電子の挙動を明らかにするとともに、高エネルギー電子による回折コントラストについて考察している。

第三章では、高エネルギー電子のチャネルリング現象を、結晶面については消衰縞のコントラストで、結晶軸についてはコッセル像の強度分布で調べている。その結果、結晶面および結晶軸に沿うチャネルリングの度合は加速電圧の上昇にともなって周期的に変化することを明らかにしている。ついでこれらの観察結果について動力学電子回折理論および古典理論の立場から検討を加え、1～3 MeV のエネルギー範囲にある電子の波動性と粒子性について考察している。

第四章では、他の装置に比べて電子線の強度が著しく多くできるほか、開き角とエネルギー幅が極めて少ない超高電圧電子顕微鏡の特徴を利用して、粒子性の強い高エネルギー電子が結晶中の原子と衝突して引き起こす照射損傷の問題を高い精度で調べている。その結果、照射損傷は結晶の反射条件や結晶方位に大きく依存することを明らかにするとともに、電子線密度と形成される二次欠陥密度の

関係から定量的に照射損傷の方位依存性を求めている。

第五章では、点欠陥と他の格子欠陥との相互作用を調べ、従来困難視されていた電子線照射下の固溶原子および既存転位の挙動の確認、転位のジョグの移動による点欠陥生成の確認、固溶原子の局所濃度の決定など、超高電圧電子顕微鏡を用いた新しい材料物性の研究方法を確立している。さらに照射損傷で結晶中にひきおこされた構造欠陥に関する興味ある現象をいくつか見出している。

第六章は本研究の総括であり、得られた主要な結果を列記している。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は、最高加速電圧 3 MV の超高電圧電子顕微鏡を用いて、高速電子と物質との相互作用、特に高エネルギー電子の回折現象と照射損傷について詳細に研究したもので、主な結果は次のとおりである。

- 1) 消衰縞およびコッセル像の強度分布と、物質の種類、反射指数および加速電圧との関係を詳細に調べ、これらの強度分布は試料ならびに観察条件によらずそれぞれ単一な電子と物質との相互作用因子で整理できることを実験と理論の両面から明らかにしている。
- 2) 相互作用因子がそれぞれ特定の値になると反射面および結晶軸に沿う電子のチャンネルング現象が顕著になることを確かめ、何れの場合もチャンネルングの度合は加速電圧の上昇にともなって周期的に変化することを明らかにしている。これらの結果を動力学電子回折理論および古典理論の立場から検討して、1～3 MeV のエネルギー範囲における電子の波動性と粒子性を明らかにしている。
- 3) 結晶の電子線照射損傷過程を詳細に調べ、照射損傷の度合は同一照射条件下でも結晶の方位に大きく依存することを明らかにし、方位依存性を定量的に求めることに成功している。
- 4) 照射損傷によって生成された点欠陥と他の格子欠陥との相互作用を利用して、従来困難視されていた照射下の固溶原子および既存転位の挙動の確認、ジョグの移動による点欠陥生成の確認、固溶原子の局所濃度の決定など、超高電圧電子顕微鏡を用いた新しい材料物性の研究方法を確立している。

以上のように、本論文は従来不明の点の多かった高エネルギー電子と結晶との相互作用の基礎と応用に関する新しい知見を与えたもので、材料科学ならびに工業上重要な貢献をなすものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。