

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 13864 号
------	---------------

氏 名 森下 英郎

論 文 題 目

ナノ秒時間分解計測に向けたNEAフォトカソードを電子源とする走査電子顕微鏡の開発

(Development of Scanning Electron Microscope Equipped with Electron Source Using NEA Photocathode towards Nanosecond Time-resolved Measurement)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	未来材料・システム研究所	准教授	栗原 真人
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	齋藤 晃
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	竹延 大志
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	武藤 俊介
委員	広島大学	先進理工系科学研究科	教授	栗木 雅夫

論文審査の結果の要旨

森下英郎君提出の論文「ナノ秒時間分解計測に向けたNEAフォトカソードを電子源とする走査電子顕微鏡の開発」は、低照射エネルギー域の走査電子顕微鏡(SEM)の観察性能を向上するため、高輝度単色NEAフォトカソードを電子源とするSEMを新たに構築し、高分解能とナノ時間分解を同時実現する新しい表面分析手法の確立を実現した。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景と目的について説明をしている。

第2章では、SEMの原理やSEMの照射ビーム径に寄与する各種収差を説明し、低照射エネルギー域の照射ビーム径に寄与する色収差について記載している。

第3章では、本研究で使用した高輝度単色フォトカソードのNEA表面の形成原理、電子放出過程、この特長である高輝度特性、単色性、干渉性などについて説明している。また、SEMに搭載するために製作した電子銃について説明をしている。

第4章では、新型光励起電子銃をSEMに搭載し、その単色性の効果を検証した。特に低照射エネルギー1 keVで取得したSEM像の分解能評価結果を得た。光励起電子銃の仮想光源径と輝度に対する定量的な評価を行うことで、フォトカソードを用いる電子顕微鏡に対して有用な知見を示している。

第5章では、パルス電子線の輝度評価とそれによるSEM像の取得結果を記している。特に低照射エネルギー域におけるパルスあたりの電子数が大きい条件では、電子間のクーロン反発に起因する空間電荷効果の影響が大きくなることを見出し、パルス電子線における空間電荷効果と仮想光源径の相関、パルス動作下におけるSEM分解能評価を実施した。これらの定量評価と物理的考察、空間電荷効果を考慮した軌道シミュレーション解析を介して、ナノ秒時間分解能を実現する最適条件を見出すことに成功した。これにより高い空間分解能かつナノ秒時間分解能でバルク材表面分析が可能となる成果を得ることに成功した。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、新規にNEA表面を有する半導体フォトカソードを電子銃に用いたナノ秒時間分解SEMの開発、それを用いた低エネルギー領域における高い空間分解能と時間分解能が同時に実現されることを明らかにしている。これらの得られた結果は、高速動作をするナノデバイスの評価技術を実現する重要成果であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である森下英郎君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。