

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 乙	第 7052 号
------	-----	----------

氏 名 川崎 猛

論 文 題 目

磁界重畳型電界放出電子銃の開発とその応用に関する研究

論文審査担当者

主査	名古屋大学 エコトピア科学研究所	教授	丹司 敬義
委員	名古屋大学 エコトピア科学研究所	教授	岩田 聡
委員	名古屋大学 エコトピア科学研究所	准教授	田中 成泰
委員	名城大学 理工学部	教授	下山 宏
委員	名城大学 理工学部	教授	児玉 哲司

論文審査の結果の要旨

川崎猛氏提出の論文「磁界重畳型電界放出電子銃の開発とその応用に関する研究」は高加速電圧ホログラフィー電子顕微鏡用の電子銃の開発と、その性能の評価・検証のための実験をまとめたものである。電子の干渉現象を利用するホログラフィー電子顕微鏡は、ミクロの世界を観察・計測する上で、非常に有力な道具になり得る。本論文では、この電子線ホログラフィーの分野をさらに飛躍させるための、加速電圧が300kVと1MV用高輝度高干渉性電子銃の開発について記したものである。論文は、全6章からなり、第1章は序論であり、研究の位置づけと従来技術について述べている。

第2章では、基本となる電子光学として、電子銃や、電子ビームの輝度と干渉性、電子軌道の計算方法やそれから求めた収差について述べている。

第3章と第4章で、自身が携わった、加速電圧300kVの電子顕微鏡用、磁界重畳型電界放出電子顕微鏡の開発とその性能評価および応用研究について述べている。磁界重畳型電界放出電子銃とは、従来3極管構造の静電レンズのみだった電界放出電子銃に磁界型レンズを組み込むことで電子銃部のレンズの収差を減少し電子プローブの輝度を飛躍的に高めることを目的とした電子銃である。この種の電子銃は、1980年頃からいくつかのグループで試みられていたが、想定通りの高輝度が得られたのは本研究によるものが初めてである。ちなみに、本電子銃で得られた輝度、 $1.4 \times 10^9 \text{ A/cm}^2\text{sr}$ という値は、現在市販化されている通常の静電3極構造電界放出電子銃の約5倍の値になっている。その顕微鏡で、同氏は0.055nmの垢覆鍍銀55pmを分解する結晶格子縞を撮影した。これは当時の世界記録であった。また、InPの結晶構造像のホログラムから、デジタル画像処理を用いた球面収差の除去により、InとPの極性を初めて可視化した。

第5章では前章の300kV電子顕微鏡に引き続き開発された加速電圧1000kVの電界放出電子顕微鏡について述べている。この顕微鏡にもやはり1000kV電子顕微鏡用に新たに開発された磁界重畳型電界放出電子銃が搭載された。また、高圧タンク的设计や軌道計算を下に加速管的设计も見直しをされた。この顕微鏡で得られた最高輝度は、 $1.8 \times 10^{10} \text{ A/cm}^2\text{sr}$ であった。

第6章は以上のまとめである。

以上のように、本研究では、極めて高性能な磁界重畳型電界放出電子銃を開発し、それを加速電圧300kVおよび1,000kVの2台の電子顕微鏡に搭載し、電界放出電子銃が本来有している高輝度特性を実現するとともに、その特性を活かした幾つかの応用研究を行ったもので、いずれの研究成果も世界トップレベルの秀逸な内容である。同時に、将来の電子顕微鏡のさらなる発展をもたらすものであり、学術上、工業上寄与するところは極めて大きい。従って、本論文提出者川崎猛氏は博士(工学)の学位を受けるのに十分値すると判定した。