

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲	第10798号
------	-----	---------

氏 名 李 偉

論 文 題 目

Studies of Image Processing for Phase Restoration in Electron Holography
(電子線ホログラフィーにおける再生位相の修復に関する画像処理的研究)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	丹司 敬義
委員	名城大学	教授	児玉 哲司
委員	名古屋大学	教授	藤井 俊彰
委員	名古屋大学	准教授	田中 成泰

論文審査の結果の要旨

Li Wei 君提出の論文「Studies of Image Processing for Phase Restoration in Electron Holography (電子線ホログラフィーにおける再生位相の修復に関する画像処理的研究)」は、電子線ホログラフィーがデジタル再生されるようになったこの 25 年来解決されずに来た、再生された電子波の位相における特異点の問題を解決する手法を開発したものである。

近年、電子波の位相を計測することにより、試料内外における電磁界の微細構造が電子顕微鏡の分解能のレベルで明らかにされるようになって来た。しかし、本来は連続的に変化しなければならない電子の位相、言い換えれば、物質内の電位や磁界が、デジタル再生の結果、連続的にはつながらない特異点を示すことがしばしばある。この特異点はコントラストの低下や種々の雑音、あるいは急激なポテンシャルの変化のせいでホログラムを形成する干渉縞のコントラストが部分的に不鮮明になった時に発生すると考えられていた。これは単に上質のホログラムを撮れば済むというような問題ではない。今やホログラフィーは、原子レベルでの高分解能像の観察から、電子線照射に弱い生体試料や高分子材料の観察、ガス中でのその場観察など非常に幅広い状況で利用されるようになっており、必ずしも理想的な結像条件下で実施されるとは限らない。そこで、同君は、低コントラストや雑音のため、所々が不鮮明で欠けているような電子線ホログラムの干渉縞を修復して、変化が連続的でより実際に近いポテンシャル分布を得るための画像処理技術を初めて開発した。そして、その応用として、高分解能電子線ホログラムから欠陥の無い位相像を得た。各章の概要は以下の通りである。

第 1 章では、イントロダクションとして、使用した技術の背景、すなわち電子線ホログラフィーとデジタル画像処理技術、および、デジタル再生した電子波の位相における問題点を示している。

第 2 章では、開発したホログラム修復法について、実際のホログラムを用いて詳述している。

第 3 章では、タンダステンとニオブの酸化物の高分解能電子線ホログラムから収差補正のための空間周波数フィルターと本研究で開発した手法を用いて X 線構造解析から求められた結晶構造を良く反映する静電ポテンシャル像を再生した例を示している。

第 4 章では、処理の際アーティファクトとして現れることのある雑音について述べている。

第 5 章では、計算機シミュレーションを用いて、実験的に得られたホログラムに意図的に雑音を付加し、その影響を調べて必要最小限の電子線量を推定している。

そして最後、第 6 章で以上をまとめている。

以上のように、本論文は、今までこの分野の研究者が手を焼いていた再生位相中の特異点除去の技術の新たな開発について述べている。本研究は、今後の電子線ホログラフィーによる物性・材料・生体・高分子等の研究に極めて有効で、工学をはじめ広い分野の学術研究に大きく寄与するものであると考えられる。よって、本論文の提出者である Li Wei 君は、博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有すると判断した。