

氏名(本籍)	よこすか ひろき 横須賀 泰輝 (茨城県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3143号		
学位授与年月日	平成15年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	ゾンプレートを用いた硬X線位相差顕微鏡の研究		
主査	筑波大学教授	理学博士	青木 貞雄
副査	筑波大学教授	工学博士	谷田貝 豊彦
副査	筑波大学助教授	工学博士	伊藤 雅英
副査	筑波大学助教授	理学博士	服部 利明
副査	筑波大学講師	理学博士	渡辺 紀生

論文の内容の要旨

本研究はゾンプレートを用いたゼルニケ型の硬X線位相差顕微鏡を開発することを目的としている。硬X線は透過力が強く、比較的厚い試料の観察が可能であり、ワーキングディスタンスが大きく取れる特徴がある。しかしながら、硬X線の吸収コントラストは極めて低く、顕微鏡的な試料の観察は困難である。本研究では、位相情報を強度変化に変換できる位相差顕微鏡の手法を導入してこの問題を解決した。

実験は高エネルギー加速器研究機構放射光施設で行った。光源として偏向電磁石からの白色光をシリコン2結晶分光器で分光した平行X線を用いた。結像光学素子にはゾンプレートを用い、検出器にはCCDと原子核乾板を使用した。

ゼルニケ型の位相差顕微鏡を構築するための位相板として、アルミピンホール型(回折光変調位相板)と金ワイヤースライス型(0次光変調位相板)の2種類のものを使用した。銅メッシュをテスト試料に用いた実験で、それぞれ位相コントラストと見られる特徴を持つ像を得た。2種類の位相板について計算機シミュレーションを行った結果、双方共に実験に近い傾向を示した。

構築された硬X線位相差顕微鏡システムの性能評価を行うために、試料としてタンタル製のテストパターンを使用した。アルミピンホール位相板では水平方向 $0.2\mu\text{m}$ 、金位相板では水平方向 $0.1\mu\text{m}$ 幅のラインアンドスペースパターンの解像に成功した。この結果は硬X線を用いた顕微鏡で、現時点で世界トップレベルの性能を持つことを意味する。

硬X線顕微鏡の弱点である低コントラスト試料の観察が可能かどうかを確かめるために、厚さ $0.5\mu\text{m}$ のPMMAテストパターンや直径数ミクロンのポリプロピレンファイバーなどの観察を試み、撮影に成功した。また硬X線は透過力が強いことが特徴であるが、厚い試料中の微小物体の観察が可能かどうかを調べるために、数ミクロンのポリスチレン球を銅メッシュで支持し、 $30\mu\text{m}$ の石英板で挟み込んだもの(厚さ約 $80\mu\text{m}$)を観察し、本手法の有効性を確認した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、硬X線位相差顕微鏡を用いて従来困難であった低吸収コントラスト微小物体の観察手法の開発について述べている。

本手法は、硬X線顕微鏡に簡易の位相板を導入するだけで、これまで困難であった比較的厚い試料中の軽元素物体を観察可能であることを示した。類似の手法は軟X線領域で開発がされているが、試料環境の制約が厳しく実用的ではない。本研究は、今後トモグラフィー法などの併用により、微小試料の3次元観察も容易に行えるようになるので世界的な注目を集めており、その成果は高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。