

結像型中性子顕微鏡の開発

Development of Full-field Imaging Neutron Microscope

青木 貞雄

Sadao AOKI

総合科学研究機構

(概要)

結像型中性子顕微鏡は集光照明光学系、拡大対物光学系と画像検出器からなる。本年度は、照明系に用いられるウォルター型ミラーの冷中性子集光評価を JRR-3CNRF ビームラインで行った。集光縮小像の撮影にはイメージングプレートを用いた。得られた集光点付近の焦点深度は 2 mm 程度であった。縮小像にはタテ・ヨコの筋状パターンが観察されたが、原因はビームラインに設置されたコリメーターの影響と推定された。

キーワード：冷中性子、顕微鏡、結像型、ウォルターミラー、空間分解能

1. 目的

従来の中性子ラジオグラフィーの空間分解能は、中性子源の大きさあるいは検出器の解像力によって決まり、およそ数 10 ミクロンにとどまっている。この問題を解決するひとつの方法として、中性子を結像できる光学素子の利用が考えられる。その有力な素子として回転楕円面と回転双曲面をタンデムに連結したウォルターミラー (図 1) がある。このミラーは斜入射領域で冷中性子 (波長 0.4nm 以上) を全反射結像ができる。本研究では、ウォルター型の集光照明ミラーと拡大対物ミラーを組み合わせた結像型中性子顕微鏡を構築し、数ミクロンの空間分解能を得ることを目的とする。本年度は照明ミラーの集光特性を評価する。

2. 方法

中性子光源からおよそ 50m 離れた CNRF ハッチ内に集光照明用のウォルターミラーを配置し、集光点付近で中性子ビームの集光縮小像を撮影した。中性子ビームのおおよその光軸は、1 cm 厚のホウ素入りゴム板に空けられた直径 2 cm の開口を通して決めた。ミラーの光軸調整は可視光を用いて行った。中性子像の検出にはイメージングプレート (IP) を利用した。集光位置を求めるために光軸に沿って等間隔距離に IP を移動させて撮影を行った。等間隔距離はそれぞれ 10 mm、5 mm、2 mm、1 mm の 4 段階に分け、5 か所で撮影を行った。

3. 結果及び考察

集光点はウォルターミラーの中心点からおよそ 200 mm 付近と設計されていたので、段階的に IP の移動間隔距離を縮小して撮影した。最小間隔 1 mm に設定して撮影した結果では、2 点の位置で明確な縮小集光像が観察された。また、5 mm 間隔の粗調整の IP 移動では、集光点よりミラーに近い位置では輪帯状のパターンが見られ、1 mm 間隔の微調整では、集光点位置から 2 mm 後方でややボケた縮小像が観察された。

IP の解像度が 0.1 mm 程度のため、1 mm 以下の正確な集光点位置が決められなかったが、縮小像にタテ・ヨコの明確な筋状パターンが観察されたので、測定法の正確さは示された。結像型中性子顕微鏡では、この照明光学系の集光点 (集光面) を物体面とし、そこに物体を配置して対物ミラーで拡大像を得る。物体面の筋状パターンの平滑化の必要があるが、その課題は次年度解決の予定である。

4. 引用(参照)文献等

S. Aoki, T. Yamamoto, and J. Furukawa: Jpn. J. Appl. Phys. 51(2012)026401

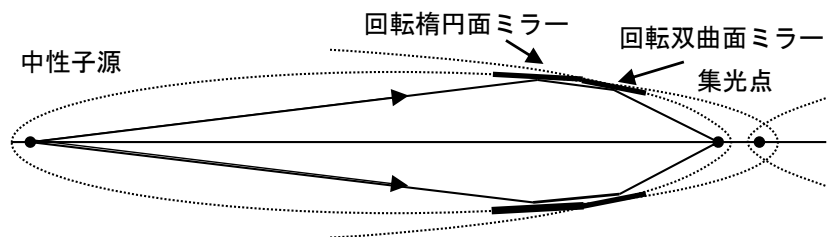


図 1. ウォルターミラー概念図