

X線拡大・縮小素子のX線ラミノグラフィーへの応用 Applications of x-ray magnifier and demagnifier to x-ray laminography

平野 馨一, 杉山 弘, 高橋 由美子

物質構造科学研究所, 放射光科学研究施設 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Keiichi HIRANO, Hiroshi SUGIYAMA and Yumiko TAKAHASHI

Institute of Materials Structure Science, Photon Factory, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

1 はじめに

近年、高性能なX線二次元検出器の普及により、X線デジタルイメージングが急速に発展しつつある。Photon Factory (PF) においても、これらのX線二次元検出器を用いた非顕微鏡のX線吸収・位相コントラストイメージングの実験が盛んに行われており、世界をリードする優れた成果が多数得られている。しかし、これらのX線二次元検出器には使用上いくつかの問題点がある。第一の問題は、検出器のピクセルサイズによって空間分解能が制限されてしまうという問題である。X線イメージングにおいては光源サイズ等も空間分解能を制限する要因ではあるが、PFのような放射光実験施設では、ほとんどの場合、検出器のピクセルサイズによって空間分解能が決まると言っても過言ではない。第二の問題は、観察可能な試料の大きさが二次元検出器の視野の大きさによって制限されるという点である。例えば、トモグラフィーの実験を行う場合、試料サイズが視野よりも大きいと三次元画像再構成を行えなくなる。そこで、これらの問題を解決するために、これまでX線拡大・縮小素子の開発及び評価を行い、その有効性を示してきた。しかし、さらなる発展を目指すには、近年提案されたX線ラミノグラフィーの導入が必要不可欠である。そこで、まずは吸収型のX線ラミノグラフィーの試験実験をビームライン BL-14B で行った。

2 実験及び結果

BL-14B に設置した X 線吸収型ラミノグラフィーの光学系を図 1 に示す。実験には波長 0.733 \AA の X 線を用いた。入射した単色 X 線は、まず Si(220) の非対称結晶 (非対称角は 16°) によって水平方向に

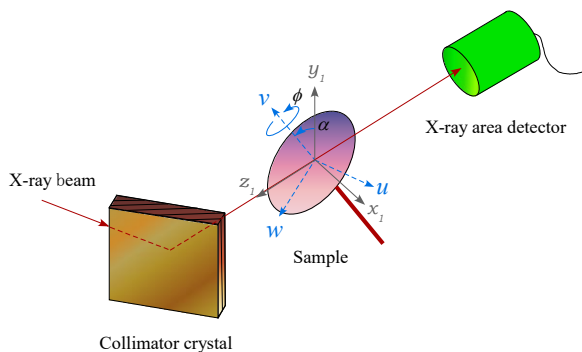


図 1 X線吸収型ラミノグラフィーの光学系

拡大された後、試料に入射する。ラミノグラフィーでは、試料を回転軸 (ϕ 軸) の周りに全周回転して、各々の角度で透過 X 線像を観察する。通常の CT 実験では入射ビームと ϕ 軸の成す角度は 90° だが、ラミノグラフィーでは適当な角度に設定する。今回の実験では、直交条件からの ϕ 軸の傾きの角 α を 30° に設定した。試料の透過像は Photonic Science 社の X 線 CCD カメラ XFDI (ピクセルサイズは $6.45 \mu\text{m}$ 角、ピクセル数は 1384×1032) を用いて撮影した。

試料にはステンレスメッシュを用いた。試料を 0.5° ずつ合計 360° 回転して、各々の角度で透過像を撮影した。画像一枚当たりの露光時間は 1 秒とした。データの解析には、試作した解析プログラムを用いた。得られた断層像の一例を図 2 に示す。

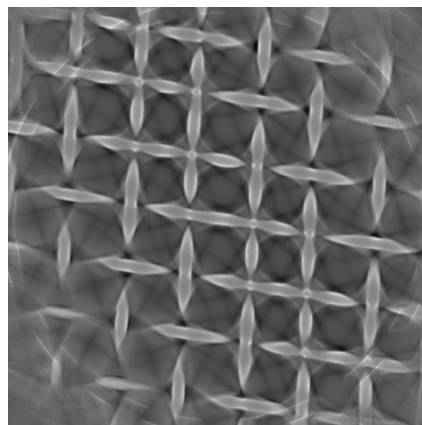


図 2 ステンレスメッシュの断層像
視野は約 9 mm 角

他の試料についても同様の実験を行い、正常な断層像が得られることが確認された。この結果から、今回試作したラミノグラフィーの画像再構成プログラムが正常に動作していることが確認された。

* keiichi.hirano@kek.jp