

高エネルギーX線サブミクロン集光のためのSi製屈折レンズの開発

Compound Refractive Lenses Made of Silicon for Focusing High-energy X-rays in Sub-micron Size

JASRI ○隅谷 和嗣, 今井 康彦, 木村 滋

JASRI

E-mail: sumitani@spring8.or.jp

X線屈折レンズは、調整の容易さや安定性に加え、材質によっては高い放射線耐性や頑丈性を持たせられることから、次世代光源への展開も含め期待されるX線集光素子である。特に高エネルギーでは、吸収に比べ屈折の効果が顕著になるため、フレネルゾーンプレート(FZP)などの集光素子に比べて優れた集光素子となりうる。そこで、本研究では35 keVまでの高エネルギーX線のサブミクロン集光を実現するため、Si製屈折レンズを開発し、その評価を行った。

屈折レンズは、MEMSの微細加工技術であるボッシュプロセスを用いて、Si基板上に形成したものである。100 μm 以上の深掘りにより、最大100 μm 角の大開口を持つレンズ形状を実現した(図1)。1つの基板に作製するレンズ列は1次元集光用となるため、我々は縦、横集光用の2枚1組のレンズを製作し、これを組み合わせて点集光を行う設計とした。また、25 keV以下のエネルギーでは、レンズ自身によるX線の吸収の効果を低減するため、レンズ側面を除去するキノフォームを形成した。本研究では、12.4 ~ 35 keVまでのX線エネルギーに対応するレンズを設計・製作した。

この屈折レンズを用いて、SPRING-8 BL13XUのナノビームX線回折装置で集光実験を行い、その性能評価を行った。一例として30 keVにおけるビームサイズの評価結果を示す(図2)。ビームサイズの測定は、金1 mm ϕ のワイヤによるナイフエッジスキャンで行った。この結果、横380 nm、縦290 nm(FWHM)のビームが形成されていることが確認された。同様に、設計したすべてのレンズについて集光テストを実施し、すべてのレンズで600 nm以下のビームサイズを実現できることが確認できた。

発表では、レンズの設計、集光実験で確認されたレンズ性能の詳細について報告する。

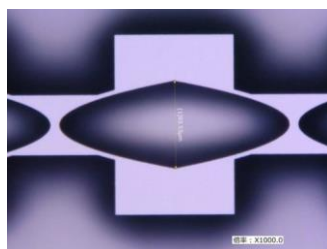


図1 Si製屈折レンズの
顕微鏡写真

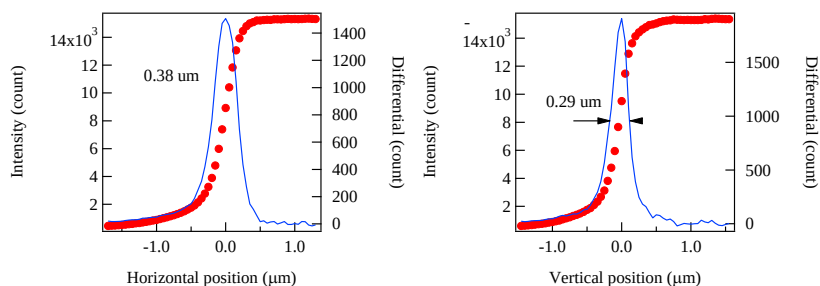


図2 30 keVにおける集光ビームプロファイル