

MEMS 技術を用いた Schmidt 配置 Lobster eye 光学系の開発

Development of Schmidt type Lobster eye optics using MEMS technology

東京都立大¹, 理研², 国立天文台³, 東北大⁴, 九州大⁵○作田 紗恵¹, 江副 祐一郎¹, 石川 久美¹, 沼澤 正樹², 伊師 大貴¹, 福島 碧都¹,内野 友樹¹, 稲垣 綾太¹, 上田 陽功¹, 森下 弘海¹, 関口 るな¹, 辻 雪音¹,村川 貴俊¹, 満田 和久³, 金森 義明⁴, 森下 浩平⁵TMU¹, RIKEN², NAOJ³, Tohoku Univ.⁴, Kyushu Univ.⁵°Sae Sakuda¹, Yuichiro Ezoe¹, Kumi Ishikawa¹, Masaki Numazawa², Daiki Ishi¹, Aoto Fukushima¹,Tomoki Uchino¹, Ayata Inagaki¹, Yoko Ueda¹, Hiromi Morishita¹, Luna Sekiguchi¹, Yukine Tsuji¹,Takatoshi Murakawa¹, Kazuhisa Mitsuda³, Yoshiaki Kanamori⁴, Kohei Morishita⁵

E-mail: sakuda-sae@ed.tmu.ac.jp

我々は、将来衛星への搭載に向けて MEMS 技術を用いた超軽量 X 線光学系を開発している (Ezoe et al.2010 MST など)。厚み 300 μm の Si 基板にドライエッチングにより幅 20 μm の微細穴を形成し、その側壁を反射鏡として用いる。高温アニールと塑性変形を行うことで、側壁を平滑化、基板全体を球面化することができる。我々は、基板を 2 段に重ねることで宇宙からの平行 X 線を集光する Wolter I 型望遠鏡を開発しているが、並行して Lobster eye 光学系の開発に着手した。甲殻類の目を模倣した格子状の微細穴が球面状に並んだ構造であり (Angel et al. 1979 SPIE)、四角い微細穴の側壁に 2 回反射させて集光結像する。集光像は原理的に十字となるが、Wolter I 型に比べてより広い視野を実現可能である (Fig.1)。一方、市販品は高価であるという問題があった。

我々は Schmidt 配置 Lobster eye 光学系を試作した。幅 20 μm の長方形スリットを 2 段に直交して重ねることで正方形の穴を形成する。長方形のスリットとすることで、従来開発してきた Wolter I 型向けの円弧型スリットのノウハウを活かすことができ、同時に側壁評価も四角穴に比べて容易である。ドライエッチングによって微細穴を形成し、高温アニールで側壁を平滑化した後に、高温塑性変形で球面化した (Fig.2)。基板厚は 300 μm 、微細穴幅は $\sim 20 \mu\text{m}$ 、変形曲率は $\sim 1000 \text{ mm}$ である。本講演では、基板の製作評価と X 線測定に向けた開発状況について報告する。

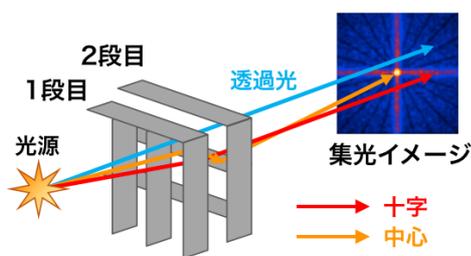


Fig.1 Principle of Schmidt type Lobster eye

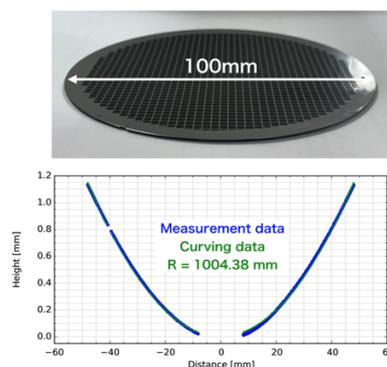


Fig.2 Lobster eye optics after deformation and the surface