

宇宙望遠鏡用 X 線 MEMS ミラーのための Si 高精度湾曲加工

High-precision curving process of Si wafer for X-ray MEMS mirror
used in space application産総研¹, 山梨大², 首都大³ °Md Rasadujjaman^{1,2}, 倉島 優一¹, 前田 敦彦¹,廣島 洋¹, 高木 秀樹¹, 近藤 英一², 江副 祐一郎³AIST¹, Univ. of Yamanashi², Tokyo Metropolitan Univ.³, °M.Rasadujjaman^{1,2}, Y. Kurashima¹,A. Maeda¹, H. Hiroshima¹, H. Takagi¹, E. Kondoh², Y. Ezoe³

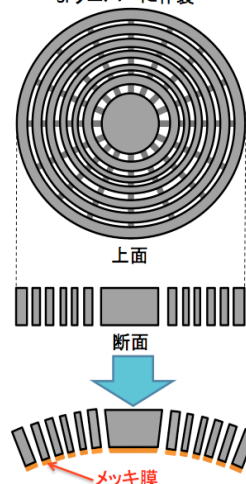
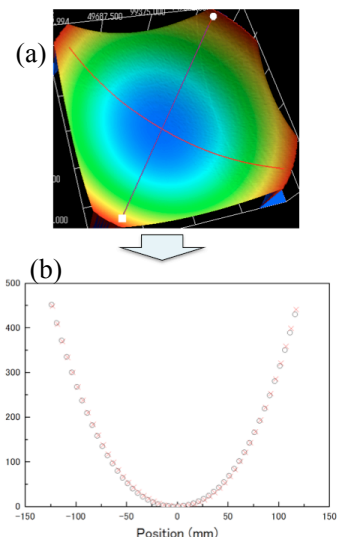
E-mail: y-kurashima@aist.go.jp

天体からの微弱な X 線を集光結像する望遠鏡には全反射による射入射光学系が用いられてきた。こうした X 線望遠鏡は大気による吸収を避けるため、主に衛星を用いて観測装置を大気圏外に打ち上げる必要があり、できるだけ軽量かつ高性能な望遠鏡が必要とされている。従来に比べ 2 桁程度軽量化が可能な技術として、MEMS 技術により 4 インチ Si ウエハーに形成した微細穴（深さ数百 μm 、線幅数十 μm ）の側壁を反射面として利用する方式が提案・開発されている[1]。微細穴が形成された Si ウエハーは天体からの平行光を集光結像するために最終的に球面状に変形させる必要があり、現在は 700°C 以上の高温下で所望の湾曲形状に象られた凹及び凸の金型が Si ウエハーの両面より挟み込み、プレスすることで Si ウエハーを塑性変形して球面状にしている。しかし、塑性変形による湾曲加工には Si(111)ウエハーと高精度の凹及び凸の金型とプレス装置が必要であり、この技術を今後大口径の X 線ミラーへ応用するためには大型の設備を新たに準備する必要がある。そこで、本研究では図 1 に示す様に MEMS プロセスにより微細穴が形成された大口径 Si ウエハーの片側にメッキを施してその応力により弾性変形させ湾曲させることを提案する。

上述した加工の実現性を検討するために 12 インチ Si(100)ウエハーを用いて実験を行った。Si ウエハー内でメッキ膜厚の均一性を確保するために Si ウエハーを回転できる機構を有する東京電化製のメッキ装置 EF-300 を用いた。図 2 (a)は 12 インチ Si ウエハーの片側にスルファミン酸浴を用いて応力が出る条件の下厚さ約 20 μm の Ni メッキを施した際の Si ウエハーの 3D 形状である。図 2 (a)に示すように垂直に 2 ラインの断面の形状を測定したところ、図 2 (b)に示す様に共に同一の断面形状を示した。このことより 12 インチ Si ウエハーに回転対称性良く Ni メッキできていると結論付ける。

参考文献

[1]Y. Ezoe, et al., Microsyst Technol. (2010) 16 :1633-1641

MEMSプロセスにより貫通微細穴を
Siウエハーに作製図 1 メッキの応力により
湾曲加工された X 線
MEMS ミラーの概略図図 2 メッキによる湾曲
させた 12 インチ Si ウ
エハーの形状