

B25b エッチングによる TMT 主鏡ガラス材のサブサーフェスダメージ層除去

秋田谷 洋、山下 卓也、大島 紀夫、家 正則、他 ELT プロジェクト室メンバー (国立天文台)、舞原 俊憲、所 仁志、高橋 啓介 (ナノオプトニクス研究所)

TMT(Thirty Meter Telescope) の主鏡分割鏡の製作では、始めに極低膨張ガラス材の表面を高精度研削加工する。ガラス材を研削加工すると、加工面の下にサブサーフェスダメージ (SSD) と呼ばれる微細な破碎構造が生じる。SSD は鏡の変形や破損、反射膜の劣化を招く可能性がある。よって、加工面の下に潜む SSD 層は完全に除去しなければならない。SSD 層の除去のためには、一般には研磨で丹念に材料を除去する方法が広く用いられている。しかし、TMT 分割鏡 1 枚の面積について、精密研削で生じうる典型的に $10\ \mu\text{m}$ 厚前後の SSD 層を研磨で除去すると、研磨方法にもよるが、一例として約 2 週間の加工時間が必要になり非効率である。そこで、我々は、研磨に代わる SSD 層除去の手法として、フッ酸によるエッチングの採用を検討している。これは、フッ酸によりガラス表面層を一様に溶解し、SSD 層を効率よく除去しようとするものである。

この手法を実際に採用するためには、先立つ精密研削で生成した非球面形状を大きく崩さない、一様な材料除去ができるかが鍵となる。そこで、我々はガラス材の小サンプルを用いて、エッチングがガラス研削面の表面形状に及ぼす影響を評価した。予め粒度 #1200 および #3000 の砥石で研削加工したオハラ社クリアセラム-Z HS 材の 5cm 四方の領域に対して、フッ酸によるエッチングを施し、 $20\ \mu\text{m}$ 厚を除去した。所用時間は約 3-4 分であり、研磨と比較して材料除去の効率は極めて高い。また、大局的な形状の崩れは $1\ \mu\text{m}$ 程度内であった。研削による形状精度約 $0.5\ \mu\text{m}$ と比較して、実用上ほぼ差し支えない。一方で、研削時に局所的に生じていた微細な条痕や窪みが選択的により深くエッチングされることで、場所によっては約 $4\ \mu\text{m}$ を越える深さの溝や窪みが生じており、研削で得た形状を大きく崩している。このような局所的な形状崩れの抑制が今後の課題である。