

V244b モスアイ構造を用いた長波長中間赤外線高効率光学素子の開発

上塚貴史, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 浅野健太郎, 内山瑞穂, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 尾中敬, 左近樹 (東京大学), 今田大皓 (筑波大学), 中川貴雄, 和田武彦 (JAXA)

本研究では長波長中間赤外線 (波長 25–40 μm) 用の高効率のレンズ・グリズムの開発を進めている。光学素子の効率を向上させるには、素子表面の反射損失を抑える反射防止機構が重要である。我々はその反射防止の手段として、幅広い波長帯で高い反射防止効果を発揮する「モスアイ構造」に着目し、シリコン製のレンズ・グリズムにモスアイ構造を加工した「モスアイレンズ」・「モスアイグリズム」を開発している。

モスアイ構造は、微細な突起構造が規則正しく並んだ構造である。本研究では長波長中間赤外線の透過効率を最大化するよう、モスアイ構造の突起の高さを 17 μm 、パターンピッチを 5 μm に設定する。このモスアイ構造の形成には電子線リソグラフィ・反応性イオンエッチングを利用するが、レンズ・グリズムにモスアイ構造を加工するには、電子線リソグラフィを用いた金属マスク形成を曲面・階段面に適用できるかが課題であった。

レンズ曲面のモスアイ加工は、電子線描画の焦点位置を場所ごとに調整し、実現できた。また、モスアイ加工前後のレンズの焦点距離を評価したが、有意な焦点距離の変化は見られず、加工によるレンズの特性への影響が十分小さい事を確認できた。これらの結果をうけ、平凸両面モスアイレンズ (有効径 33 mm; 焦点距離 188 mm) の開発に成功した。レンズの透過率を評価した結果、波長 25–45 μm において透過率 $83\pm 5\%$ を達成していることがわかった。グリズム階段面のモスアイ加工は、電子線リソグラフィのレジストの塗布にスプレーコートを採用し、実現することができた。モスアイを形成する下地となるシリコングリズムについても、面精度の良いものを異方性エッチングで形成することができた。これらの結果を受け、両面モスアイグリズムの試作を進めている。