

V122a サブミリ波帯反射防止構造の作製と評価

江崎翔平, 永井誠, 坂井了, 小嶋崇文, Wenlei Shan, 鶴澤佳徳, 浅山信一郎 (国立天文台)

ミリ波/サブミリ波電波望遠鏡用受信機の開発において、低反射・低損失なレンズや真空窓の実現は極めて重要である。我々はサブミリ波帯において低損失な特性を持つシリコン用い、サブミリ波帯の反射防止 (Anti-reflection, AR) 構造を施したクライオスタット用真空窓の開発を進めている。AR 構造作製において、深掘りエッチングを用いてシリコン基板表面に凹凸構造を形成する方法がある。この際重要になるのが、シリコンを均一な深さにエッチングすることである。そこで今回、silicon on insulator (SOI) 基板を導入し、面内全域に均一な高さの AR 構造の実現を試みた。活性層シリコンの深掘りエッチングでは、熱酸化膜層 SiO_2 がエッチングストッパーとして働くため、AR 構造と同じ厚さの活性層を持つ SOI 基板を用いることで広い面積でも均一な AR 構造を実現できる。その一方で、熱酸化膜層が光学特性に影響を与える可能性がある。本研究では AR 構造加工した SOI 基板について、テラヘルツ時間領域分光計を用いて透過率を測定し、その結果と HFSS によるシミュレーション結果を比較した。

900 GHz 帯における AR 構造を作製するため支持基板層が $350 \mu\text{m}$ 、熱酸化膜層が $0.2 \mu\text{m}$ 、活性層が $48.5 \mu\text{m}$ の厚さを持つ SOI 基板を用意した。支持基板層および活性層のシリコンは抵抗率 $>10 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ である。 $20 \times 20 \text{ mm}^2$ にダイシングした SOI 基板の活性層面を、面積 $41.3 \times 41.3 \mu\text{m}^2$ 、ピッチ $50 \mu\text{m}$ の格子状に深掘りエッチングすることで、深さ $48.5 \mu\text{m}$ の凹構造を有する均一な AR 構造の形成に成功した。この光学特性を評価するために、透過率の周波数依存性を測定し、その結果と HFSS を用いた透過率のシミュレーション計算と比較したところ、700-1100 GHz の範囲で極めてよく一致した。これはシミュレーション通り、900 GHz 帯において SOI 基板の熱酸化膜層が、光学特性に影響を与えないことを示唆している。