

V215a バビネ相補型二重メタルメッシュ構造とシリコンサブ波長構造による耐環境赤外線バンドパスフィルタ

和田武彦 (国立天文台), 宮田香清, 豊島理彩, 後藤優花, 鹿島千晴, 飯嶋航大, 植田雅大, 陳麗姫, 中岡俊裕 (上智大学), 正光義則 (KEK QUP), 鈴木仁研 (ISAS/JAXA)

多色撮像観測に用いられるバンドパスフィルタは、可視光線・近赤外線観測では誘電体多層膜フィルタにより、電波観測ではメタルメッシュフィルタにより、それぞれ実現されている。しかし、極低温への冷却と飛翔体への搭載が必要となる遠中間赤外線観測では、誘電体多層膜における異種物質間の熱膨張差による冷却サイクルに対する脆弱性や、打ち上げ時の音響・振動に対する金属薄膜の脆弱性により、それぞれ適用が難しかった。本研究では、シリコンサブ波長構造上に Au 蒸着を施すことで、冷却サイクルや音響・振動に対する耐久性の高い、バビネ相補型二重メタルメッシュ構造によるバンドパスフィルタを作成したので報告する。

まず、フォトリソグラフィによるパタニングと SF₆、C₄F₈ を用いたボッシュプロセスにより、高抵抗 Si 基板に深さ d の四角開口サブ波長構造の配列を形成した。次に、基板垂直方向から電子線蒸着を行うことで、井桁状の表面と四角開口の底面に一度に Au を成膜した。FT-IR による赤外光透過スペクトルにより、3.5 THz ~ 4.3 THz において、 $\lambda/\Delta\lambda > 10$ の良好なバンドパス特性を実証した。3次元電磁場シミュレーションによるスペクトルと良好な一致を得た。上部開口部は下部底面の Au により完全に遮断されるバビネ相補構造であるにもかかわらず、0.4 程度の透過率を示した。Si 基板裏面での 0.3 程度のフレネル反射ロスを考慮すると本フィルタ部のみの透過率は 0.6 程度である。サブ波長構造による有効屈折率を n_{eff} とすると透過中心波長 λ は $\lambda = 2n_{\text{eff}}d$ で概ね与えられ、サブ波長構造による有効屈折率を反映したファブリーペロー共振が起きていることがわかった。