

V84a NbTiN 薄膜を用いた HEB ミクサの開発

佐藤高之、新保謙、岡朋治、山本智(東大理)、前澤裕之、野口卓(国立天文台)

HEB(Hot Electron Bolometer) ミクサは、SIS ミクサにみられるような周波数の理論的上限をもたず、NII 輝線 (1.46 THz) などの THz 帯ヘテロダイン観測を実現するためにも開発が急務である。

我々は HEB ミクサに用いる素材として高温超伝導体 NbTiN に着目している。NbTiN は、SiO₂ 基板に製膜が可能な上に、Nb に比べて酸化しにくくかつ臨界温度が高いなどの利点をもっている。NbTiN 薄膜は、Ar と N₂ の混合気体のもとで NbTi 合金ターゲットを使用して DC マグネトロンスパッタにより生成されるが、ターゲットのエロージョンが進行するにつれてスパッタ条件が変動し、これが再現性よい製膜に支障をきたしていた。

そこで、我々は、エロージョンの効果を考慮したシミュレーションを行い、N₂ 流量と電流を圧力とは独立に制御することで、再現性を向上させることに成功した(前澤 2003 年日本天文学会秋季年会)。さらに、シミュレーションを実験に反映させるため、N₂ 流量と圧力を精度よく測定できるようにスパッタ装置の改良を行い、より確度よく膜質を制御することが可能となりつつある。また、ターゲットの利用効率を向上させるとともにエロージョンの影響を最小限に抑えるため従来よりも薄いターゲットを採用するとともに、膜剥がれにより頻発していたターゲット-GND 間のショートの問題を改善すべく装置の改良を施した。

これら一連の研究開発により、厚さ 3 nm 程度の膜においても臨界温度 4.9 K、抵抗率 280 $\mu\Omega\text{cm}$ の良質な薄膜が再現性よく得られるようになり、HEB ミクサの細線形成に応用している。現在、850 GHz 帯用や 1.5 THz 帯用の HEB ミクサの製作を始めている。このアンテナパターンの製作には g 線ステッパーを利用した。また、細線部が 3 nm と非常に薄く電子線描画装置で認識できないため、位置決めの参照マークを別途に設けるなど製作工程を改善した。本講演では、これら一連の装置改良・開発について進捗を報告する。