

## V85a THz 帯高感度ミクサの開発

前澤裕之、野口卓（国立天文台）、佐藤高之、新保謙、山本智、岡朋治（東京大学理・物）

我々は、THz 帯の SIS(Superconductor-Insulator-Superconductor) ミクサーや次世代のヘテロダイン検出器 HEB(Hot Electron Bolometer) ミクサーの開発を行っている。最近、我々のアプローチにより、高温超伝導体 NbTiN 合金の製膜において、物性（抵抗率、ストレス、臨界温度など）の制御が可能となりつつあり、ミクサー素子への新しい NbTiN 薄膜の応用も展開している。この NbTiN 薄膜は高い臨界温度 (14 ~ 15 K) や超伝導ギャップ周波数 (~ 1.2 THz) を持つ他、SiO<sub>2</sub> 基板上に製膜できるという特徴を持つ。

SIS ミクサー素子では、インピーダンス変換や同調回路などのストリップ線路の GND 層に NbTiN 薄膜を取り入れており、従来の Nb 薄膜では性能の劣化が著しかった 0.7 THz 以上の周波数領域で高感度化を目指している。ただ、これまでの実験で、ヒートサイクルを繰り返すうちに素子の DC 特性に経時変化が見られたり、陽極酸化時に NbTiN 膜が劣化するなど課題も明らかになった。そこで現在、膜のストレスをできるだけ軽減するためにスパッタ圧力を高めに微調するとともに、トンネル接合の三層構造を積層する前段階で NbTiN 膜を 10nm オーダーの Au 保護膜でカバーする手法を試みている。

また、我々は NbTiN 細線を用いた格子冷却と拡散冷却を融合させた 1.5THz 帯 HEB ミクサーの開発も進めている。素子・ミクサブロックの設計では、従来のスケールダウンの手法が使えないため、チップのダイシング作業も考慮し、ストリップ線路と基板の幅のマーヅンをできるだけ大きくとるように設計した。ホーン形状はダイアゴナルとし電鍍により製作した。この周波数域では、チップの厚みが 30  $\mu\text{m}$ 、幅が 60  $\mu\text{m}$  と非常に小さくなるため、チップのマウントや Al-wire のボンディング時に素子が大変折れ易くなる。この問題を打開するために、ミクサブロックの素子スロット部の形状・加工、マウント方法に若干の工夫も施した。こうした改良は ALMA(Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array) Band 10(780-950 GHz) の SIS ミクサーの量産を実現する上でも有用である。

現在開発段階にある上述ミクサは、機械式冷凍機と赤外デューワーの両方を利用して、基礎的な DC/RF/(FTS) 測定による性能評価を行って、素子設計・製作プロセスの改良へとフィードバックを進めている。本講演では、これら一連の開発について報告する。なお本研究の一部は、IT プログラム (代表：石黒正人) プロジェクトの一つとして推進している