

V71b 単結晶 MgO 基板上的エピタキシャル NbN 膜および Nb 接合を用いた SIS ミキサの特性解析

小嶋崇文(大阪府大/国立天文台)、M.Kroug、藤井泰範、鶴澤佳徳(国立天文台)、武田正典、王鎮(情報通信研究機構)、W.-L. Shan(紫金山天文台)、小川英夫(大阪府大)

我々は 780-950 GHz 帯導波管型 SIS ミキサの開発を行っている。高い信頼性のある全 Nb-SIS ミキサを用いることが出来ない当周波数帯では、Nb よりギャップ周波数の大きな超伝導材料を用いてミキサを構成する必要がある。NbN 及び NbTiN はテラヘルツ帯にギャップ周波数を有するため、超伝導材料として有望である。現在「単結晶 MgO 基板上 Nb/AlO_x/Nb 接合 + Al/SiO₂/NbN マイクロストリップ」という構造の SIS ミキサの開発を進めている。このうち NbN は比較的誘電率の高い MgO 基板上でエピタキシャル成長し、優れた超伝導特性を示す。さらに、Nb 接合は良好な IV 特性を得ることができ、低雑音性能が期待される。

このミキサに対して特性評価および解析を行った。まず、高周波電磁界シミュレータ HFSS を用いて、SIS 素子基板に電波を給電するための導波管-マイクロストリップ変換回路の解析を行った。この解析結果をもとに Tucker のミキシング理論に基づいてミキサの特性解析を行ったところ、実験値と矛盾しない結果を得た。また、この解析から次の点を新たに見出した。

1. 給電点インピーダンスは MgO 基板の厚さに大きく依存し、特に 900 GHz 以上のミキサの特性に影響を与える。
 2. 30 μm より厚い基板は高次モードが誘起され、IF ポートに LO および RF 信号が漏れ、余分な損失を生じる。
- これらを解決するため、現在基板厚 25 μm の MgO 基板に対して、ミキサの再設計を進めている。

本講演ではこのミキサの特性解析および再設計結果等について報告を行う。