

V66a 超伝導 HEB ミクサ素子に用いる Nb 薄膜のキャラクタリゼーション

新保謙、坂井南美、芝祥一、山本智(東京大学)、前澤裕之(名古屋大学)、P. G. Ananthasubramanian(Raman Res. Inst.)

我々は THz 帯 HEB ミクサの開発を行っている。最近、NbN を用いた格子冷却型 HEB ミクサが SRON 等で活発に研究されている。一方、Nb を用いた拡散冷却型 HEB ミクサは低 LO 電力など様々な利点があるものの、製作プロセスの困難から実用化には至っていない。本研究では拡散冷却型 HEB ミクサの可能性を追求するために、Nb 薄膜の物性測定を行うとともに、素子として用いる場合に生じる問題を整理し、それらの解決に取り組んだ。

我々は東大の実験室にクリーンブースを設置し、Nb, NbTiN, Al スパッタ、金蒸着などが行える複合成膜装置を導入した。HEB 素子の作成のためには、厚みが数 10 nm 程度の薄膜を形成する必要がある。そこで、まず、抵抗率および超伝導転移温度の膜厚依存性を調べた。厚みが 190 nm の一様膜では常温抵抗率は $200 \Omega \cdot \text{nm}$ とバルクでの値に近いが、膜厚が 40 nm を切るあたりから上昇を示し、10 nm では 2 倍程度の値になることがわかった。また、超伝導転移温度は膜厚が 100 nm から 50 nm に減少することで 0.5 K 低下することが確認された。

この薄膜を用いて HEB 素子を作成した。HEB 細線部とアンテナ回路の間で十分なマッチングを確保するためには動作温度におけるインピーダンスが 27Ω 程度になっている必要があるが、製作した素子は 50Ω 以上の値を示した。抵抗値を上げている可能性のある要素を一つずつ検証したところ、線幅 $1 \mu\text{m}$ を切る細線になると Nb 細線と金電極の間の接触抵抗が無視できないことが示された。このことは、素子インピーダンスは金電極間隔では決まらず、Nb 細線部の長さで決まることを意味する。従って、インピーダンス整合を確保し、また、拡散冷却効率を上げるためには、Nb 細線部自体を可能な限り短く形成する必要があることがわかった。