

V135a 超伝導ホットエレクトロンボロメータミクサ素子のモデルの開発

切通僚介、堀内滉介、 前澤裕之 (大阪府立大学)

テラヘルツ波は、電波と光赤外の技術に挟まれた未開拓波長領域である。天文学や地球・惑星大気観測において重要なトレーサーとなる分子・原子・イオンのスペクトル線がこの波長域に多く眠っている。こうした背景を受け、我々は、超伝導ホットエレクトロンボロメータ (HEB) ミクサ検出素子を搭載した THz 帯ヘテロダイン受信機の開発を推進している。

本講演では我々が開発した HEB ミクサの超伝導 IV 特性とゲイン特性の数値モデルについて報告する。本モデルでは超伝導細線をメッシュに切り、電子-フォノンによる格子冷却と電子の拡散冷却の両方の冷却機構を組み入れ、また、局部発振波 (LO) の吸収、電荷不均衡緩和やアンドレーフ反射を考慮して熱平衡方程式を数値計算により解いている。得られた計算結果は実験による超伝導細線特有の非線形 IV 特性を良く再現している。また、超伝導電流によって誘起されるヒステリシス特性も確認できる。この非線形 IV 特性を用いることで、HEB ミクサの電圧依存のゲイン特性や雑音性能も推定が可能である。NbTiN 超伝導細線を集積している我々の HEB ミクサは、LO パワー (電流) の掃引に対してゲインが極大値をもつ特徴を有するが、これについても本モデルでよく再現されている。本研究は、最大のゲインが得られる細線構造の設計や最適動作条件の探索を可能にするだけでなく、製作した素子の特性から素子製作プロセスの不具合箇所を同定する際にも威力を発揮する。