

V134a SIS ミキサの周波数アップコンバージョン特性に関する数値シミュレーション

上月雄人, 鵜澤佳徳, Wenlei Shan

我々は、高感度ヘテロダイナミクス (周波数ダウンコンバータ) として広く利用されてきた超伝導体-絶縁体-超伝導体 (SIS) 接合の新たな利用可能性を見出すために、周波数アップコンバータとしての性能を探求している。これまでに、SIS アップコンバータに従来の SIS ダウンコンバータを縦続接続し、両者の周波数変換利得を用いた低雑音マイクロ波増幅器の実証実験に成功するなど (Uzawa et al. 2018)、近年では SIS ミキサを高利得かつ低雑音の周波数アップコンバータとして応用する研究がなされている。性能追及のためには、SIS ミキサのアップコンバージョン特性を実験的・理論的に理解する必要がある。実験的には、周波数アップコンバージョン利得の発生を直接観測について、上月他によって2020年秋季年会 (V119a) などで既に報告した。今回我々は、すでに確立されている、SIS 接合の準粒子電流特性を基礎にヘテロダイナミクスを説明する量子論的混合理論 (Tucker, Feldman 1985) を周波数アップコンバージョン過程も表現できるように拡張し、この拡張モデルを基にした数値計算によって様々な条件下でのアップコンバージョン特性を求めた。本数値シミュレーションによって明らかになったアップコンバージョン特性の各パラメータに対する依存性は、将来における専用デバイス開発と評価実験に有益な指針を与えるものと期待している。

本講演では、数値解析によって得られた SIS ミキサの周波数アップコンバージョン利得・雑音特性と、そこから見積もられる SIS ミキサの高周波増幅器への応用に関する考察について報告する。