

3.4.1.5 超伝導エレクトロニクスグループ

課題名 高周波・高速超伝導デバイス・回路技術の研究

所属職員名 王 鎮、川上 彰、島影 尚、鶴澤佳徳、寺井弘高、*齊藤 敦

活動概要

超伝導材料が固有する極めて優れた電磁気特性を電磁波、光素子技術や情報通信デバイス、回路技術に導入し、情報通信分野における新たな周波数資源の開発、情報通信システムの超高速、大容量、極低消費電力化を図ることを目的として、超伝導積層薄膜作製基盤技術や超伝導体における量子効果を用いた新機能超伝導電子デバイス、回路技術に関する基礎研究を行い、技術的に未開拓電磁波領域であるミリ波、サブミリ波帯での高効率発生、高感度検出技術、超高速・大容量電気情報通信のための超高速、低消費電力素子回路技術などの研究開発を行っている。

活動成果

(1) 超伝導積層薄膜作製及びデバイス化技術の研究

新しい超伝導材料MgB₂の薄膜化

同時スパッタと共蒸着法により新しい超伝導材料MgB₂薄膜の低温合成に世界で初めて成功した（特許2件出願中）。

超伝導量子計算デバイス（米カンサス大学共同研究）

窒化ニオブSQUID量子ビットデバイスにおけるデコヒーレンス時間の計測に初めて成功した（Science論文掲載）。

(2) ジョセフソン素子によるミリ波、サブミリ波発生・検出技術の研究

低雑音テラヘルツ帯SISミキサの開発

導波管型NbN SISミキサマウントとチップの設計を完成し、ミキサチップのthinningとcuttingプロセスもほぼ確立した。

テラヘルツ帯SISミキサ同調回路を提案した（特許2件出願）。

ホットエレクトロンボロメータの開発

ツインスロットアンテナ付きNbN HEBミキサ素子を用いたミキシング実験で900GHzにおける650Kの低雑音を達成した。

テラヘルツ帯電磁波発生技術

エピタキシャル成長技術を用いたNbNジョセフソンアレイ発振器を試作、680GHzで発振に成功した。

(3) 超伝導デジタル回路素子及び集積化技術の研究

窒化ニオブ集積回路技術

1,000個NbN/AIN/NbN接合レベルの作製プロセスを確立し、接合の不均一性は0.7%以下（接合サイズ $3 \times 3 \mu\text{m}^2$ ）と4.6%以下（接合サイズ $0.6 \times 0.6 \mu\text{m}^2$ ）に達成した。

超伝導単一磁束量子回路技術

NbN集積回路技術によりSFQトランスミッションチェッカ回路（接合数550個）を設計・試作した。また、SFQ論理セルNDRO、XORなどの高速動作（40GHz）を実証した（NEC基礎研究所との共同研究）。