

3.5.8 基礎先端部門 超伝導エレクトロニクスグループ

グループリーダー 王 鎮 ほか4名

高周波・高速超伝導デバイス、回路技術の研究

概要

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、化合物(10K動作)や酸化物(77K動作)超伝導積層薄膜作製基盤技術、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や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サブミリ波、テラヘルツ帯での高効率発生、高感度検出技術、超高速・大容量情報通信のための超高速(クロック周波数:100GHz以上)、低消費電力(半導体の千分の一)デジタル回路技術などを実現する。

現在の超伝導デバイス・回路の主流であるニオブ(Nb)より高周波、高速、かつ高い温度で動作するニオブ化合物(NbN、NbCNなど)、新しい超伝導MgB₂及び酸化物高温超伝導材料を用いて、超伝導ジョセフソン接合、テラヘルツ帯SISミキサ、ジョセフソン発振器、超伝導単一磁束量子(SFQ)素子とその集積回路の研究開発を行う。

平成17年度の成果

(1) 超伝導積層薄膜作製及びデバイス化技術の研究

- ① MgB₂ 薄膜の作製条件とall-MgB₂ トンネル接合の特性関連付けを調べ、高品質化を図った。また、共蒸着装置の改造を行い、成膜及びデバイス作製プロセス開発を開始した。
- ② i線リソグラフィにより解像度を0.5um、アライメント精度を0.3umまでに達成し、またi線レジストによる新しいデバイス作成プロセスを確立した。

(2) テラヘルツ帯電磁波発生・検出技術の研究

- ① NbNグラウンドプレーン上においてNbN/AiN/NbとNb/AiOx/Nbの二つ新しいタイプのトンネル接合を考案・試作した。
- ② NbN/SiO₂/Al同調回路を用いて、800-1,200 GHz帯SISミキサの入力特性を評価し、回路設計上最適パラメータを抽出した(図1)。
- ③ 超伝導トンネル接合におけるメゾスコピック現象であるマルチアンドレフ反射による光子誘起ステップを世界で初めて観測・解析し、Physical Review Lettersで論文を発表した。

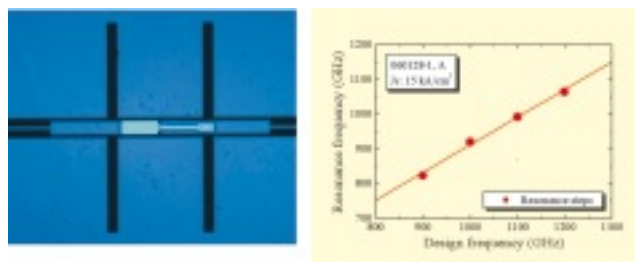


図1 800-1,200GHzSISミキサチップと共振特性

(3) 超伝導単一磁束量子素子及び集積化回路技術の研究

- ① 大電流供給技術により素子規模11,360個接合を用いたシフトレジスタの完全かつ高速(30GHz)動作に成功した(図2)。
- ② 光・超伝導SFQ回路インターフェース用金属/半導体/金属(MSM)ダイオード受光素子を設計・試作し、1.31um波長帯において応答感度を0.76A/Wに達成した。

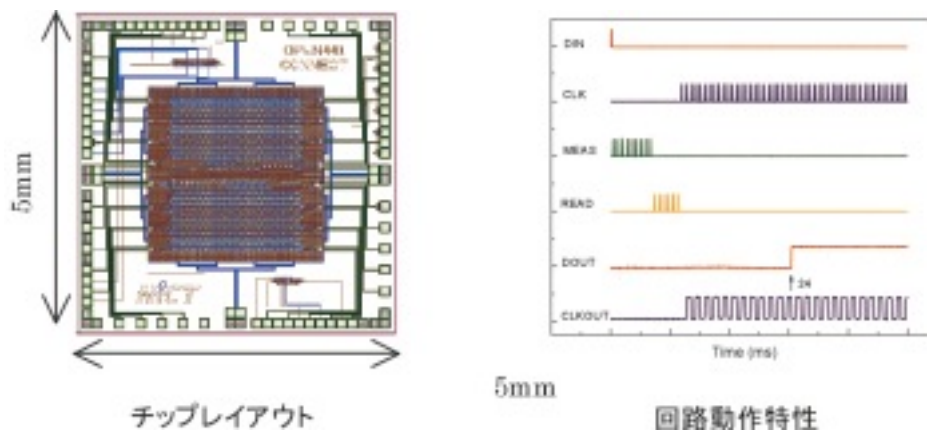


図2 11,346個素子を用いた1,200ビットシフトレジスタのチップレイアウトと動作特性