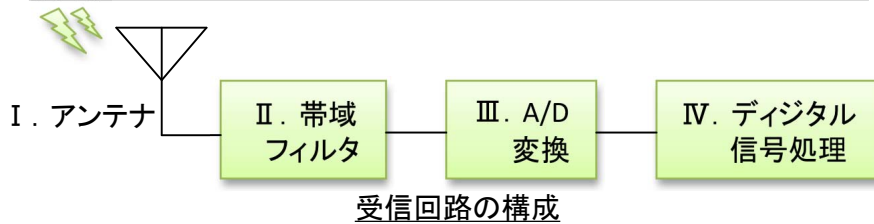


将来の通信を担う超伝導回路

情報科学部 システム工学科 通信・信号処理研究室



◇研究紹介◇

「超伝導」とは、金属や金属酸化物の中で、ある温度以下になると「電気抵抗がゼロである」「磁束が侵入しない」という現象が起こることをいいます。現在、大学や企業など、多くの機関で研究が進められており、さまざまな分野での活躍が期待されています。上図の受信機の構成のように、アンテナ、帯域フィルタ、A/D変換器に超伝導材料・デバイスが応用されつつあります。私たちの研究室では、超伝導デバイスの特性、A/D変換方式にマッチした信号処理回路を開発しています。

I. 超伝導 High Q アンテナ

アンテナ材料に超伝導体を用いると、抵抗による損失がないため、従来のアンテナよりも高性能となります。

II. 超伝導低損失分布定数フィルタ

帯域フィルタは、アンテナで受信した高周波信号から必要な信号だけを取り出すことができます。高周波信号を処理するのに適している分布定数フィルタを超伝導材料により構成し、低損失なフィルタを実現します。

III. 超伝導バンドパス・シグマデルタ変調回路

シグマデルタ変調はアナログ信号をデジタル信号へ変換する技術として広く用いられており、出力形態は1bitのパルス列です。バンドパス・シグマデルタ変調は、信号帯域における量子化雑音を低減する機能を持ち、低雑音・高精度が強みです。その強みは、高速で動作することにより活かされ、超伝導回路を用いて構成することにより最大限に発揮できます。

IV. 超伝導ジョセフソン接合素子を用いた単一磁束量子デジタル回路

超伝導単一磁束量子(SFQ)回路は、高速性と低消費電力性を併せ持つ回路です。超伝導体のリングには、単一の磁束のみが保持されます。電荷の最小単位が電子の素電荷であるように、磁束にも最小単位があり磁束量子と呼ばれています。この磁束量子の有無をデジタル信号の「1」、「0」とし、リング間の移動をジョセフソン接合で制御します。ジョセフソン接合は電圧・電流で開閉するゲートです。磁束量子がリング間を移動する際に発生する電圧パルス(SFQパルス)は極めて小さく、ゲート当たりのスイッチングエネルギーが小さいです。また、SFQパルスは超伝導配線を光速に近い速度で伝搬するため、高速伝送が可能です。Ⅲで紹介した変調器の出力パルス列をSFQパルスに変換し、シグマデルタ変調された信号を直接処理することにより、小規模・耐誤動作かつ高速動作・低電力なデジタル信号処理が実現できます。

