

V126b 超伝導平面集積技術によるミリ波・サブミリ波帯マルチプレクサ回路の開発

中島 拓, 吉村 龍成(名古屋大学), 關谷 尚人(山梨大学), 江崎 翔平, Wenlei Shan(国立天文台)

ミリ波・サブミリ波帯ヘテロダイナ受信機の大規模アレイ実現に対し、超伝導平面伝送線路の集積回路 (MMIC) 技術が重要となっている。これまでに、超伝導ニオブ薄膜によるマイクロストリップラインやコプレーナーウェーブガイドで構成される D バンド (125–163 GHz; ALMA Band4 受信機の帯域に相当) の両偏波バランスドミキサや 2SB (サイドバンドセパレーション) ミキサが開発され、従来の導波管回路による受信機に迫る性能が報告されている (Shan, Ezaki et al. 2018; 2020 など)。一方、近年では RF 回路に導波管フィルタを用いた広帯域な SSB 受信機が開発され、複数の実機に搭載・実用化されている (Nakajima et al. 2020; Masui et al. 2021 など)。これは、局部発振周波数が固定されるという欠点はあるが、位相と振幅のバランスによってサイドバンド分離比が決まる 2SB 受信機に比べて高い分離比が容易かつ安定的に得られるため、科学観測では優位である。

我々は、このような高い分離比を有する広帯域 SSB 受信機の小型化と大規模アレイ化を目指し、これまで導波管で構成されていたマルチプレクサ回路の平面集積化を進めている。これまでに、要素回路の極低温評価用テストモジュールの開発 (Shan et al. 2023 年春季年会; Masukura et al. 2023)、CPW 型バンドパスフィルタのスケールモデルの設計 (吉村他 2023 年秋季年会) などについて報告してきた。現在は、大学構内でも容易に試験観測が可能な D バンドに存在する大気オゾン分子輝線 (142.2 GHz) をターゲットとした MMIC-SIS 受信機を開発しており、新たな CPW 型バンドパスフィルタや終端抵抗の設計を行っている。

本講演では、電磁界解析によるマルチプレクサを構成する要素回路の設計の進捗を報告するとともに、本計画の目的や今後の展望についても紹介する。