

V115b 多輝線同時観測のための 200 GHz 帯導波管型マルチプレクサの開発 2

中島 拓, 小瀬垣 貴彦, 佐谷 昂樹, 原谷 浩平, 水野 亮 (名古屋大学), 鈴木 和司 (宇宙航空研究開発機構), 小嶋 崇文, 鶴澤 佳徳, 浅山 信一郎 (国立天文台), 渡邊 一世 (情報通信研究機構)

異なる周波数に存在する複数の分子種や励起状態の輝線を同時に観測することは、分子ガスの物理状態や化学反応を調べる為に有用であるため、受信機においては周波数の広帯域化が重要な研究課題となっている。我々は、導波管型 90 度ハイブリッドカップラとバンドパスフィルタを組み合わせることで 170–260 GHz の信号を 4 つの帯域に分割し、後段の超伝導 SIS ミクサへと出力可能な「200 GHz 帯導波管型マルチプレクサ」を開発した。

本研究では、まず地球大気に存在する複数の微量分子を同時に観測する大気ラジオメータへの応用を目指し、179–187 GHz、199–207 GHz、226–234 GHz、246–254 GHz の各 8 GHz 幅の信号を分離して出力するマルチプレクサを電磁界解析ソフトウェア HFSS を用いて設計した。そして、回路全体を一つのコンポーネントとしてアルミニウム合金のブロックに切削加工し、VNA を用いてその性能測定を行った。その結果、設計値と実測値の周波数特性は非常に良く一致し、設計・製作・評価の妥当性が確認できたことを 2018 年秋季年会で報告した。

その後、マルチプレクサに後段の SIS ミクサを接続し、実験室において 4 K 冷却時の受信機雑音温度とサイドバンド分離比を実測した。雑音温度については、DSB ミクサ単体の性能に比べてマルチプレクサを使用した場合の上昇分を測定し、これが電磁界解析を基に予想した上昇分と一致することが確認できた。従って、雑音性能の悪化はマルチプレクサの伝送損失で説明できることが分かった。サイドバンド分離比は、実測値が USB 側で約 35 dB、LSB 側で約 25 dB となり、これも予想された解析値と非常に良く一致していた。

講演では、解析と実測の比較結果を示し、実機への応用に向けた今後の課題について述べる。