

V102a ミリ波帯周波数可変導波管型バンドパスフィルタの開発

堀 裕一, 中島 拓, 小林 和宏, 加藤 渉, 児島 康介, 山本 宏昭, 立原 研悟, 水野 亮 (名古屋大学)

本研究の目的は、ミリ波帯ヘテロダイン受信機において局部発振器 (LO) 由来の雑音成分を低減することである。従来は LO として Gunn 発振器が使われていたが、現在ではマイクロ波帯の信号発生器 (SG) と周波数逓倍器の組み合わせを用いることが主流になっている。しかしこの方法で生成される信号は、側波帯の雑音成分が Gunn 発振器と比較して大きく、受信機雑音温度が高くなる傾向が知られている。これに対し、LO 系に主信号のみを通して雑音成分を取り除くようなミリ波帯導波管型バンドパスフィルタ (BPF) を挿入することで、受信機雑音温度が改善することが先行研究で報告されている (入山他 2020 年春季年会など)。しかし周波数が固定である導波管型 BPF は、観測したい対象や目的によって LO 周波数を切り替える必要が生じる天文観測用の受信機には適さない。そこで本研究では、より広範なニーズに対応できる汎用性の高い周波数可変のミリ波帯 BPF を開発した。

この BPF は、導波管型の可変ハイパスフィルタ (HPF) と可変ローパスフィルタ (LPF) を組み合わせたものである。可変 HPF は導波管の遮断周波数を可変にすることで実現しており、そのために導波管壁面の一部が駆動可能となっている。また、可変 LPF は可変 HPF の反射成分を 90° ハイブリッドカップラを用いて取り出すような仕組みとなっている。この BPF を試作して評価したところ、75–105 GHz の範囲で周波数を連続的に変化させることができた。さらにこの BPF は通過帯域幅も可変となっており、例えば中心周波数 90 GHz の時の帯域幅は、2.3–25.4 GHz の範囲で任意に設定できる。挿入損失は、通過帯域幅や中心周波数によって異なるが、概ね 3–9 dB であった。受信機を用いた実験では、SG+逓倍器を原振とする LO 系にこの BPF を用いることで、LO 周波数 85–105 GHz@IF=4–12 GHz において Gunn 発振器と同程度の受信機雑音温度となることが確認できた。