

V122b マルチバンド型受信機用 450 GHz 帯導波管型周波数分波器の開発

小嶋崇文, Alvaro Gonzalez, 浅山信一郎 (国立天文台), 鷗澤佳徳 (情報通信研究機構)

ALMA 望遠鏡の将来計画に資する技術開発として、同時受信帯域の広帯域化について検討している。現在、ALMA 受信機の同時受信帯域幅 (IF 帯域幅に相当) は、1つの受信機がカバーする RF 帯域幅より狭く、例えば Band 5 以上の観測周波数帯では 1 偏波で同時受信できる帯域幅は RF 帯域幅に対して 20 % 以下である。そこで広帯域化のアプローチの 1 つとして、マルチバンド型受信機の可能性を検討している (小嶋ほか、2015 年秋季年会)。

現在我々はマルチバンド型受信機の原理実証を目指しており、今回そのキーコンポーネントである周波数分波器を開発した。当周波数分波器は 405–480 GHz を 25 GHz の等周波数間隔で 3 つ周波数帯に分割するという機能をもつ。周波数分波器には 90 度ハイブリッドカップラとバンドパスフィルタをそれぞれ 2 つずつ用いたハイブリッド結合型導波管回路を採用した。チャンネル間の周波数ギャップの狭幅化と、各出力チャンネルにいかなる負荷が接続されたとしても他チャンネルに影響を与えないことが狙いである。回路設計ではシグナルフローグラフを用いたネットワーク解析を適用し、90 度ハイブリッドカップラのリターンロスと振幅アンバランス、そして、90 度ハイブリッドカップラとバンドパスフィルタの接続距離が設計上重要であることを理論的に見出した。

当周波数分波器を製作し、情報通信研究機構先端 ICT デバイスラボ協力のもと、325–500 GHz 帯ネットワークアナライザを用いて評価した。その結果、リターンロスは全帯域で -15 dB 以下、シミュレーションとわずかに 2 GHz 以内で各チャンネルの通過特性が一致した。このことから、当分波器の設計が妥当であるとともに数 μm 以下という高い精度で加工されていることを確認した。

本講演では、開発の詳細と今後の課題などについて議論したい。