

アルマバンド 8v2 受信機プロジェクトにおける極低温冷却導波管測定系の開発

○亀山 晃¹ 増井 翔² 金子 慶子² 石井 峻² 小川 英夫¹ 大西 利和¹ (1.大阪公立大学 2.国立天文台)

国立天文台では、アルマ望遠鏡のさらなる機能強化を目指す「アルマ2」計画の一環として、バンド8受信機（観測周波数：385–500 GHz）のアップグレードを進めている。本アップグレードでは、「中間周波帯域の広帯域化（従来の2倍以上）」や「さらなる低雑音化」などの実現に重点を置き、広帯域化や高感度化に伴う導波管回路等のさらなる損失低減が重要であるため、極低温冷却下での受信機コンポーネント評価系の構築を検討している。

受信機コンポーネントの評価系では、受信機コンポーネントの常温測定結果から、極低温冷却下での性能を推定する方法が一般的であったが、近年、極低温冷却下での直接導波管測定系の開発が進められている。この導波管測定系で極低温冷却容器の電気信号入出力部に使用される導波管feedthroughでは、高い真空度を保ちつつ、高精度測定のために真空・冷却サイクル毎の通過特性の再現性が求められる。

これまでに大きく分けて2種類の導波管feedthroughの方法が提案されている。

(1)：導波管内にカプトンやマイカなどの極薄素材を用いた導波管feedthroughでは、真空サイクル毎に形状が変わり通過特性が変化するため、高精度測定には不向きである。

(2)：導波管内に誘電体を圧入した導波管 feedthroughでは、誘電体の小型化が難しく、切削誤差による高次モードが発生しやすいことから、高周波帯への応用は困難であった。

上記の問題を 導波管feedthrough 設計の観点から解決するために、我々は、真空・冷却サイクルの影響に依存しないガラス封止型導波管 feedthrough の開発を進めている。ガラスは、高周波帯での実用経験があるため微細加工が可能であり、ガラス厚によらず高真空度を保つ利点がある。また、ガラスハーメチック技術では、互いの母材の熱膨張率が似ている素材を利用して加熱・熔着させるため、硬材のコパール金属を導波管に用いる必要がある。そのため、導波管 feedthrough のガラス部分とマッチング回路部分を別々のShimに分けることで切削誤差のリスクを抑えた構造を採用した。本講演では、導波管feedthroughの設計概要、試作結果、真空試験結果を紹介する。試作で得られた 導波管 feedthrough の測定結果は、Shimの切削誤差やガラス内の気泡残留により反射損失に設計値と乖離があるが、概ね-20 dB以下を達成している。今後はクライオスタットに実際に組み込んで冷却測定系の構築を実施する予定である。