

V117a 電波望遠鏡受信機の高感度化に向けた低損失導波管回路の基礎開発

中島 拓, 鈴木 和司 (名古屋大学), 小嶋 崇文, 鶴澤 佳徳 (国立天文台), 石野 雅之 (川島製作所)

近年の電磁界解析ソフトの高精度化や金属精密加工技術の進展に伴い、複雑な導波管回路（偏波分離器やハイブリッドカップラ、周波数分離フィルタなど）が比較的容易に開発されるようになり、ALMAをはじめミリ波・サブミリ波望遠鏡では、これらが検出器前段に配置されることが一般的になっている。しかし、500 GHzを超える周波数帯においては伝送損失が大きいため、複雑な回路の実用化はまだ限定的である。そこで本研究では、完全導電性を有する超伝導体を用いることで伝送損失を低減できると考えられる「超伝導導波管」の開発に着手した。

超伝導体を用いた導波管としては、ALMA Band10 受信機への応用も視野に入れ、窒化ニオブチタン (NbTiN; ギャップ周波数 1.4 THz) を DC スパッタによって銅の導波管内面に成膜した試作例がある (Kuroiwa, 2014)。この研究では、超伝導の効果によって伝送損失が 1/10 程度に低減出来たが、同時に大きな残留損失も確認された。この原因は、DC スパッタによる NbTiN の成膜には方向性があるため、導波管壁面への付着が充分ではなかったと考えられている。そこで本研究では、超伝導膜の成膜という手法ではなく、超伝導金属であるニオブ (Nb; ギャップ周波数 700 GHz) を用いて導波管を製作・評価し、超伝導導波管の有効性を検証することを目指している。

Nb は難削材として知られ、加工実績もほとんどないことから、刃物の選定や加工条件を探ることから開始し、1 mm 径のエンドミルを用いて表面粗さ $0.66 \mu\text{m(RMS)}$ で W-band の直線導波管が製作できるようになった。測定器を用いて限られた導波管長さの通過損失を精度良く測定するのは困難であるため、伝送特性の評価には共振器法を応用した。急峻な特性を持つ Nb 導波管共振器を製作し、常温時と極低温時の共振特性の変化から伝送損失の違いを測定することを試みている。講演では、Nb 導波管の製作状況と特性評価の進捗について述べる。