

V137a Si基板の貼り合わせ技術を用いた超伝導90度ハイブリッドの設計

富岡 紗有, 成田 剛, 牛山 太陽, 小野 哲 (電気通信大学), 増井 翔, 江崎 翔平, 小嶋 崇文 (国立天文台), 酒井 剛 (電気通信大学)

ALMA 望遠鏡の機能拡張計画である ALMA2 では現行の ALMA 望遠鏡の IF 帯 (4-8 GHz) を 2 倍以上に広帯域化することを目指している。これを実現するには 4-20 GHz という広帯域で動作するマイクロ波帯の 90 度ハイブリッドが必要不可欠である。現行の ALMA 望遠鏡では常伝導体を利用した 90 度ハイブリッドが用いられているが、90 度ハイブリッドに超伝導体を用いることで広帯域にわたって低損失となり受信機の低雑音化に寄与できる。そのため今回は超伝導体を用いたストリップライン構造を想定した 90 度ハイブリッドの設計を行った。ストリップライン構造のもととなる $\text{SiO}_2/\text{Nb}/\text{Si}$ 基板を 2 枚作製し、Si 基板の貼り合わせ技術によりストリップライン構造を実現することを試みる。Si 基板の貼り合わせ技術を用いたストリップライン構造の実現例は他になく、成膜工程数を約半分に抑えられることが利点である。

今回は ALMA2 向けの前段階として、回路設計および製作における課題抽出を目的として 4-8 GHz で動作する 90 度ハイブリッドを設計した。90 度ハイブリッドは結合線路が 3 本縦続接続される 3 セクション構造とし、回路シミュレータにより算出した理想結合度を持つ 90 度ハイブリッドを電磁界シミュレータ Sonnet で設計した。設計した 90 度ハイブリッドは銅の筐体の実装され、4 K 冷却時の動作が想定される。銅筐体の実装した際に、Si 基板や SiO_2 薄膜の影響を受けずに Nb が超伝導転移温度よりも十分に冷却可能であるかを確認するために熱解析も進めている。本講演では、設計方法やシミュレーション結果について報告する。