

V122b 広帯域 IF90 度ハイブリッドカップラ及び検証用回路の設計

手塚愛莉 (電気通信大学), 小嶋崇文, 増井翔 (国立天文台), 酒井剛 (電気通信大学)

ALMA のアップグレード計画である ALMA2 では、受信機の間周波数 (IF) 帯域を 2 倍以上に拡張することが計画されている。我々は、この実現のために超伝導体を用いた 90 度ハイブリッドカップラの開発を推進しており、これまでも超伝導体を用いた試作を行った (有馬他 2021 年秋季年会)。しかし、国立天文台先端技術センターでは回路構成上必要な要素素子であるビアホールやエアブリッジ、評価等に必要な抵抗体に関しては、作製方法の確立に至っていない。そこで、これらの作製については別途推進する一方、設計手法の確立を目的とし、要素素子の製作が可能な外部ファウンドリに製作を依頼することを検討している。この場合、金属が常伝導体となることや、平面回路パターンニングの最小線路幅/スペースが $20\ \mu\text{m}/15\ \mu\text{m}$ 以上という制約があり、この条件ではランゲカップラによる強結合の実現が困難であった。そこで、我々は、ランゲカップラ部分の特性インピーダンスを、通常の $50\ \Omega$ より低インピーダンスにすることで、制約条件を満たしたまま強結合を実現する設計を考えた。設計した 90 度ハイブリッドカップラは、1・3 段目をエッジカップラ、2 段目をランゲカップラとした 3 段構成のカップラである。回路の入出力ポートを通常の $50\ \Omega$ とするため、90 度ハイブリッドカップラの両側に 3 段のインピーダンスマッチング回路を用いた。インピーダンスマッチング回路のうち 1 段は、エッジカップラがその役割を担う。よって、回路全体は 3 段の 90 度ハイブリッドカップラと 3 段のインピーダンスマッチング回路を組み合わせた、7 段構成の回路となっている。電磁界シミュレーションにより、この 90 度ハイブリッドカップラは最小線路幅/スペースの制約を満たしたまま、4-16 GHz の帯域において振幅比 0.7 dB、位相差 (90 ± 1) 度以下、反射損失及びアイソレーションが 20 dB 以上となることが確認された。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。