

V103a 高臨界電流密度接合による ALMA band 10 ミキサの広帯域低雑音化

小嶋崇文、M. Kroug, 藤井泰範, 大田原一成, 宮地晃平, A. Gonzalez, 金子慶子, 鶴澤佳徳, 浅山信一郎 (国立天文台)

国立天文台では ALMA の受信機カートリッジ保守や ALMA の将来開発を目的として、Band 10(787-950 GHz) SIS ミキサの性能向上に取り組んでいる。現在の Band 10 受信機は量子雑音限界の 5 倍以下という優れた雑音性能を達成し、2013 年末に 73 台の受信機製造を完了している。一方で、現在の Band 10 受信機の雑音性能は仕様に対する許容値が非常に狭く、いくつもの苦勞を乗り越えて製造を完遂している。

Band 10 SIS ミキサは Al/SiO₂/NbTiN による同調回路と Nb/AlO_x/Nb 接合を組み合わせたハイブリッド材料を採用しており、さらなる性能向上には次の 2 点を克服する必要がある。1. 伝送線路材料に常伝導金属を用いており、RF 回路損失が雑音温度上昇の一つの要因となっている。2. 接合の臨界電流密度 (J_C) は 10-14 kA/cm² であったことから ωRC 積を十分低くできず、動作周波数帯域幅が制限されている。

そこで今回、さらなる広帯域化と低雑音化を狙って約 30 kA/cm² という高い J_C の Nb/AlN_x/Nb 接合を用いた Band 10 ミキサの設計・製作・評価を実施した。接合の高 J_C 化によって同調回路の Q 値が下がることから、広帯域化と同時に常伝導金属で生じる回路損失の低減が期待される。設計では、高 J_C 化に伴う同調回路の変更以外は、ミキサチップやミキサブロック等に変更は加えていない。作製したミキサを評価したところ、DSB 受信機雑音温度は 790-900 GHz で典型的に 150 K 以下、また、900-940 GHz ではやや雑音温度が上昇するが 175 K 以下という値が得られた。これは出荷された 73 台の Band 10 受信機の平均値と比較すると、非常に平坦な周波数特性であり、最小雑音温度も 30K 以上低い。詳細な性能は講演の際述べる。