

V69a ALMA Band10 導波管型 SIS ミキサの開発 (II)

小嶋崇文(大阪府大/国立天文台)、M.Kroug、藤井泰範、鵜澤佳徳、遠藤光、田村友範、野口卓(国立天文台)、武田正典、王鎮(情報通信研究機構)、W.-L. Shan(紫金山天文台)、小川英夫(大阪府大)

我々は、ALMA 計画の最高周波数帯 (787-950 GHz) である Band10 用導波管型 SIS ミキサの開発を行っている。他のバンドとの大きな相違点は、高い信頼性のある全 Nb-SIS ミキサを用いることが出来ないことである。これは当周波数帯が Nb のギャップ周波数 (約 700 GHz) 以上であるために、Nb の電極損失が急激に増大し、ミキサの効率が著しく低下することに因る。従って、Nb よりギャップ周波数の大きな超伝導材料でミキサを構成する必要がある。NbN 及び NbTiN はテラヘルツ帯にギャップ周波数を有し、Band10 ミキサの超伝導材料として有望である。

これまでに我々は「溶融石英基板上 Nb/AlO_x/Nb 接合 + Al/SiO₂/NbTiN マイクロストリップ」という構造のミキサの開発を進め、IF 帯域 4-12 GHz に対する光学系の損失を取り除いた受信機雑音温度として典型的に 250 K を得た。これは世界的に見ても当周波数帯における 4 K 動作の受信機として驚異的な低雑音性能である (2008 春季年会, 小嶋他)。またこの結果は、SIS 接合品質だけでなく NbTiN 膜を用いたマイクロストリップ線路が非常に高品質で実現できていることを証明するものである。

今後 ALMA Band 10 の帯域全体をカバーする低雑音仕様を実現するためには、臨界電流密度 J_c が 15 kA/cm² 以上かつリーク電流の少ない高品質な SIS 接合が必要である。一方、従来用いてきた AlO_x バリアは J_c が 10 kA/cm² 以上になると高品質な接合を歩留まりよく実現することが困難になる。そこで我々は、比較的高品質で高い J_c の得られる AlN バリアを用いたミキサの開発を進めており、現在までに AlO_x バリアと同等以上の性能が得られている。

本講演では Band10 用導波管型 SIS ミキサ開発の現状と課題について報告を行う。