

0.78-0.95 THz 帯 SIS ミキサの性能劣化

Performance Degradation of SIS Mixers in the 0.78-0.95 THz Band

国立天文台 [○]鶴澤 佳徳、藤井 泰範、江崎 翔平、宮地 晃平、単 文磊、小嶋 崇文

NAOJ [○]Y. Uzawa, Y. Fujii, S. Ezaki, A. Miyachi, W. Shan, T. Kojima

E-mail: y.uzawa@nao.ac.jp

国立天文台は、南米チリの標高 5000 m のアタカマ砂漠に誕生した ALMA (Atacama Large Millimeter/ submillimeter Array) 望遠鏡に搭載されたミリ波、サブミリ波ヘテロダイン受信機のうち、バンド 4 (125-163 GHz)、バンド 8 (385-500 GHz)、バンド 10 (787-950 GHz) の受信機開発および製造を担当した。スベアを含めて各バンドでの製造台数は 73 台である。現在、受信機は ALMA の全アンテナ 66 台に搭載され、科学的成果を生み出し始めている[1]。しかしこの間、バンド 10 受信機において、いくつかの不具合の報告があり、このうち主なものは SIS ミキサの性能劣化である。今回、その原因究明に向けた検討を報告する。

バンド 10 受信機には、直交する 2 偏波 (Pol.0 と Pol.1) の信号を受信するために、2 つの SIS ミキサが搭載されている。SIS ミキサは、NbTiN 膜をグラウンドプレーンとして、Nb/AlO_x/Nb 接合と Al 配線層で構成されている。図 1 に修理のためにチリから返送された受信機の Pol.0 および Pol.1 の SIS ミキサの電流-電圧 (I-V) 特性を示す。Pol.1 側の SIS ミキサは、約 2.7 mV のギャップ電圧を有する良好な I-V 特性を示しているが、Pol.0 側では、ギャップ電圧の低下による I-V 特性の劣化が見られる。

図 2 に I-V 特性が劣化した Pol.0 側の SIS ミキサの動作温度を変化させたときの数値的 dI/dV 特性を示す。挿入図は、そのピーク値 (ギャップ電圧と定義) と動作温度の関係を示している。温度の増加と共に、単調にギャップ電圧が下がっていることから、SIS 接合の電極材料

である Nb のエネルギーギャップ値が低下したことが考えられる。さらに dI/dV 特性のゼロ電圧付近に別のピークが存在し、これが接合の上部電極と下部電極のエネルギーギャップ差で生じたものと考え、どちらか一方の Nb 電極のエネルギーギャップ値が低下した可能性を示唆している。

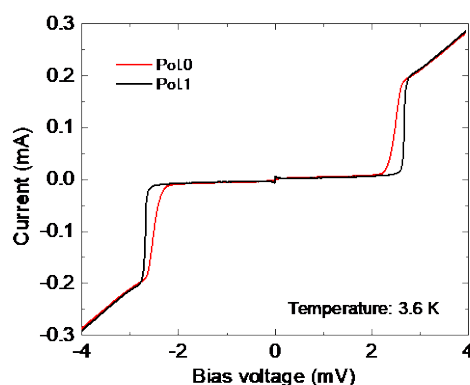


Fig. 1. Measured I-V curves of SIS mixers for Pol.0 and Pol.1 in Band 10 receiver.

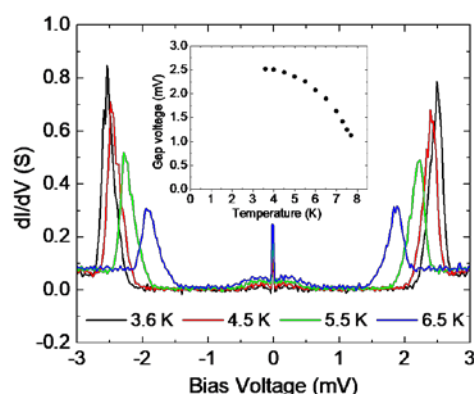


Fig. 2. Differential conductance of Pol.0 SIS mixer at several temperatures. Inset shows a temperature dependence of the gap voltage.

参考文献：

[1] B. A. McGuire et al., *Astrophysical Journal Letters*, 863:L35 (8pp), 2018.