

V124a テラヘルツ強度干渉計のための 1.5 THz 光子計数型検出器の設計

丹羽綾子 (筑波大学), 松尾宏, 江澤元, 田村友範 (国立天文台)

1 THz より高い周波数での高解像度観測の実現に向け、我々は南極テラヘルツ強度干渉計を提案している。南極ドーム A 基地からの観測では、1.5 THz の大気透過率は冬季で約 30% にもなる (松尾他、2019)。我々は NII [205 μm] の観測を目指して 1.5 THz 光子計数型検出器の開発を行っており、本講演ではその設計について報告する。

テラヘルツ強度干渉計は光子統計を用いた遅延時間測定により開口合成を行うもので、1 GHz での高速読出しのため応答速度の速い SIS を使用する。SIS による光子検出ではリーク電流が感度を制限する。これまでの開発では実験室実験を意図して狭帯域で設計し、本研究と同じ Nb/Al/AlO_x/Al/Nb 接合で 0.8 K 以下にて目標値である 2 pA の超低リークを実現した (江澤他、2019 年春季年会 V125b)。一方今回は観測応用を目的とするため広帯域が望ましく、臨界電流密度を増大する代わりに直径を 1 μm まで微小化することで低リークと広帯域の両立を図る。検出器の製作は膜質のよい微小接合の実績に富んだ国立天文台 ATC にて行う。

本検出器は SIS のチューニング回路 PCTJ と平面アンテナをコプレーナ線路 (CPW) で接続する。吸収率の低下を避けるため CPW の線路幅は 3 μm : 2 μm : 3 μm と細くし、インピーダンスを 100 Ω にする。これに合わせて、平面アンテナは電磁界シミュレータ FEKO、PCTJ は SISMA (Shan 他、2018) を用いた計算によって、100 Ω で 1.5 THz に共振するよう設計を行った。

グラウンドプレーンと伝送線路は通常 SIS の超伝導体と同じ金属で作られる。しかしギャップエネルギーより高い周波数では伝送線路における損失が大きく、アンテナ結合型の SIS 接合による光子検出の例はまだない。今回はグラウンドプレーンと伝送線路に吸収率の低い Al を使用し、1.5 THz での光子検出を試みる。