

V142b テラヘルツ光子計数システムの実現に向けた SIS 検出器の開発-II

江澤 元、松尾 宏 (国立天文台)、浮辺雅宏、藤井 剛、志岐成友 (産業技術総合研究所)、河原沙帆 (東邦大学)

我々はテラヘルツ帯に感度をもつ、高速の光子計数型の検出器システムを開発している。高感度のテラヘルツ連続波検出器への応用が期待できるほか、我々はこれを用いて、天体から到来する光子数の揺らぎを計測することで輻射の物理状態の精密測定を目指す「光子統計」という新たな観測手法の開拓に挑戦している。

高速、高感度の動作を意図し、低リーク電流の超伝導 SIS 検出器を用いる。これまで産業技術総合研究所の CRAVITY を利用して Nb/Al/AlO_x/Al/Nb ベースで大きさ $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 、電流密度 $300\ \text{A}/\text{cm}^2$ の SIS 接合を開発し、極低温下で $1\ \text{pA}$ の低リークを達成した。検出器は、この SIS 接合で PCTJ (Parallel-Connected Twin Junction) を構成し、コプレーナ線路を介してツインスロットアンテナと結合したもので、極低温下で $1-2\ \text{pA}$ の低リーク電流を確認している (2019 年春季年会 V125b)。これを受けて、検出器の光学特性を詳細に調べてきた。開発した超伝導 SIS 検出器をシリコンレンズに装着し、極低温下で黒体炉の輻射光を照射し光電流を測定、さらにサブミリ波フーリエ分光計を用いて周波数特性や検出器効率の定量化を進めてきた。中心周波数や帯域が設計値と若干ずれているが、テラヘルツ帯に感度を持つことが確認され、光子計数実現の見通しが得られつつある。

これらの評価結果を踏まえ、超伝導 SIS 検出器の改良も進めている。具体的には、 $0.8-1\ \text{K}$ での安定動作、および検出器の微弱信号の高速読み出しを実現するため、Al 膜厚など素子製作パラメータの最適化とともに、検出器の静電容量の低減を目指して検出器デザインの改良をシミュレーションも駆使して行っている。本講演では検出器の光学特性の評価結果、および検出器開発の進捗について報告する。