

V141b テラヘルツ強度干渉計を実現する極低温回路技術の開発

松尾 宏, 江澤 元 (国立天文台), 野地涼平, 河原沙帆 (東邦大学)

テラヘルツ強度干渉計は、将来テラヘルツおよび遠赤外線領域で高解像度高感度の観測を実現する技術として期待される。本干渉計には高感度で高速の検出器が必要であり、超伝導トンネル接合を用いた SIS 光子検出器を候補として開発を進めている (本年会、江澤他)。超伝導検出器およびテラヘルツ強度干渉計を実現するうえで、超低雑音の読出し回路およびこれを支える冷却システムの開発が重要な開発項目である。SIS 光子検出器は超低リーク電流 (1pA 程度) と広帯域 (1GHz 以上) を特徴とし、動作温度を 0.8K 以下にする必要がある。

また、広帯域の読出しを実現することで単一光子の検出が期待され、この信号を読み出すためには低リーク電流で低容量の読出し回路素子が必要となる。我々は、これまでに実績のある GaAs-JFET および新たな回路素子として Junction-pHEMT (JPHEMT) を候補として開発を進めている。いずれも、極低温におけるゲートリーク電流が 1pA 以下であることが確認された。ただし、JPHEMT ではドレイン電圧を 1V 以上で動作させるとゲートリーク電流が大きくなるため注意が必要である。回路構成としては、2 段のソースフォロワ回路を用いて、高インピーダンスの検出器信号を低インピーダンス (50 Ω) の広帯域増幅器へ接続する。初段のソースフォロワ回路は高速読出しのために SIS 光子検出器と同じ 0.8K ステージに設置し、消費電力 100 μ W で数 k Ω の出力抵抗が実現する。2 段目のソースフォロワ回路は 4K ステージに設置し、広帯域増幅器を経由して室温まで広帯域信号を伝送する。

検出器回路の低容量化および冷却システムの開発についても取り組んでいる。ヘリウム 4 を用いた 0.8K 吸着冷凍器の冷却性能についても報告する。