

V79a マイクロ SIS 膜を活用したテラヘルツ分光用 SIS 素子の発明

遠藤 光^{1,2,3}、野口 卓³、Matthias Kroug³、Sergey V. Shitov^{3,4}、単 文磊⁵、田村 友範³、小嶋 崇文^{3,6}、鵜澤 佳徳³、酒井 剛³、井上 裕文¹、村岡 和幸^{1,2}、河野 孝太郎¹ (1 東大理 IoA; 2 学振 DC; 3 国立天文台; 4 IREE; 5 紫金山天文台; 6 大阪府立大理)

天体の輝度分布及びスペクトルの狭域・高分解な観測能力に秀でるヘテロダイン受信技術は、広域・低分解な観測に適した直接検出技術と相補的關係にあり、両手段を適切に使い分ける事で良質なデータを効率よく取得することができる。残念ながら、主にミクサ技術開発と大気吸収の壁に阻まれ、ヘテロダイン系装置の活躍の場はサブミリ波よりも低い周波数の観測に限られてきた。ところが最近になり、超伝導デバイス物理学や超微細加工技術の発展、ならびに高地観測サイト開拓や大型飛翔体への搭載により、1THz 以上のテラヘルツ-遠赤外領域でもミリ波帯並みの性能を発揮できるヘテロダイン受信装置が現実的になりつつある。この進歩に呼応して、この周波数帯における高分解観測が天文学の様々な分野で極めて強力な研究手法となり得る事実が改めて認識されている。

我々は、0.7THz 以上のテラヘルツ帯で低雑音かつ広帯域に動作する SIS ミクサ素子の研究開発を行っている。本年会では、SIS 接合と薄膜伝送線路に異なる材料を採用した SIS 素子の、新しい構造と製法を発明したので報告する。この SIS 素子の構造上の特徴は、「 μm スケールの SIS 接合」と「伝送線路のグランドプレーン」の両方が、ウエハ上に直接成膜されている点である。この構造を採用した SIS 素子は、SIS 接合の特性がグランドプレーンの物性の影響を受けにくいなど、いくつかのユニークな特長を持つと考えられる。また実際に、Nb/Al- AlN_x /Nb SIS 接合と NbTiN グランドプレーンなどの組み合わせで、例えば臨界電流密度 $J_C = 4\text{kA} \cdot \text{cm}^{-2}$ 、サブギャップ/常伝導抵抗比 $R_{\text{sg}}/R_N = 28$ という良好な dc $I(V)$ 特性を得ている。講演では、この新しい構造が SIS 素子のリーク電流や回路特性に与える影響を理論計算及び実験結果から明らかにし、応用例を挙げながらこの発明の有用性を示す。