

V06a テラヘルツ帯超伝導ホットエレクトロン・ポロメータミクサ受信機の開発(II)

山本智、Ling Jiang、椎野竜哉、芝祥一、新保謙、杉村美佳、坂井南美(東京大)、山倉鉄矢(筑波大)、前澤裕之(名古屋大)、入交芳久(NICT)、Palani Ananthasubramanian(RRI)

我々は、テラヘルツ帯における分子スペクトル線観測を目的として、超伝導ホットエレクトロン・ポロメータ(HEB)ミクサ受信機を開発を進めている。これまでに、NbTiNを超伝導物質に用いたHEBミクサ素子の製作方法を確立し、800 GHz帯において500 Kの受信機雑音温度を実現してきた(山本他、日本天文学会2008年秋季年会; Jiang et al. IEEE Trans Appl. Supercond. in press)。本講演では、その後の開発状況について報告する。

800 GHz帯における成果をもとに、1.5 THz帯における導波管型HEBミクサ受信機を開発を進めた。その結果、NbTiNを用いた素子でヘテロダイン応答を確認でき、受信機雑音温度として3000 Kを得た。この値はまだ満足できるものではないが、その原因は大きめのサイズの素子を用いたために局部発振電力が不足していることにある。従って、素子の小型化によって大きく性能を向上させることができると期待される。

併行して、NbTiN薄膜の高品質化に取り組んだ。薄膜の膜厚を薄くすると超伝導転移温度が低下することが避けられない。その効果をできる限り抑えるため、基板とNbTiN薄膜の間に20 nm程度のAlN薄膜を緩衝層として導入することを試みた。その結果、AlN緩衝層の導入により、超伝導転移温度が2-3 K程度も改善することを見出した。この新しい薄膜を使ってHEBミクサ素子を製作することで、一層の性能向上が見込まれる。

さらに600 GHz帯におけるHEBミクサの評価とガスセルを用いた分子スペクトル線の実験室測定、FTIR分光計を用いた導波管型HEBミクサの高周波応答測定(800 GHz、1.5 THz)も進めた。HEBミクサ素子を自前で製作できるようになった結果、このようにHEBミクサ受信機を開発を多面的に展開できるようになっている。これらの実績と経験をもとに、実用的テラヘルツ帯受信機を実現したい。