

2THz 帯導波管型超伝導ホットエレクトロンボロメータミキサの作製 (2)

Fabrication of 2 THz wave-guide type Hot electron bolometer mixer (2)

情通機構¹, 台湾 ASIAA² ○川上 彰¹, 入交芳久¹, Wang, Ming-Jye², Lu, Wei-Chun²,

菱田有¹, 寺井弘高¹

NICT¹, ASIAA(Taiwan)² ○A. Kawakami¹, Y. Irimajiri¹, M. J. Wang², W. C. Lu²,

Y. Hishida¹, and H. Terai¹

E-mail: kawakami@nict.go.jp

超伝導ホットエレクトロンボロメータミキサ(HEBM)は, SIS ミキサでは動作困難な 2 THz 以上の低雑音動作が期待されているミキサ素子である. 我々は磁性材料(Ni)を用いた新たな HEBM 構造(Ni-HEBM)を提案しており, 既に試作した準光学型 Ni-HEBM は, 2 THz において極低雑音温度 $T_{rx}=570$ K (DSB, 入力光学系損失補正後)と広 IF 帯域 (Δ IF= 6.9 GHz)を達成した. しかし実応用においては平面アンテナを用いた準光学型ミキサに比べ, 優れたアンテナビームパターン形状を有するホーンアンテナが利用できる導波管型ミキサの開発が望まれている. そこで我々は, 窒化シリコン(Si_3N_4)メンブレン構造による 2 THz 帯導波管型 Ni-HEBM (WG-HEBM)を検討, 前回 Si_3N_4 上への NbN 極薄膜成膜法と MgO 無機レジストによるメンブレン構造形成法について報告した[1]. 今回は冷却に伴うメンブレンブリッジ形状の影響, 素子特性および 2 THz 帯 WG-HEBM のミキサ動作について述べる.

WG-HEBM は幅 $54\ \mu\text{m}$, 長さ $820\ \mu\text{m}$, 厚さ $1\ \mu\text{m}$ の Si_3N_4 メンブレンブリッジの上に構成され, $200\ \mu\text{m}$ 厚のシリコン枠で支持する構造をしている. 図 1 に作製した WG-HEBM の SEM 写真を示す. ここでメンブレンブリッジ構造の反りはミキサ性能に大きく影響することから, 極低温下(10 K 以下)での反り量を評価した. その結果, ブリッジ中央部で $0.9\sim 2.6\ \mu\text{m}$ を観測, ミキサ特性への影響は小さいことを確認した. 図 2 に 4.2 K における同素子の電流-電圧(I-V)特性を示す. I-V 特性から素子抵抗は $188\ \Omega$ であった. これは設計値($75\ \Omega$)から離れており, 現在, 素子パラメータの最適化を進めている.

本素子を導波管型ミキサ用マウントに装着し, 2 THz における導波管型 Ni-HEBM のミキサ動作実証を行った. 図 3 に 2 THz 帯導波管型 HEBM マウントを示す. 2 THz 帯において 1.5 GHz 離れた二波(局部発振源(LO)及び信号源(Sig))を想定)をミキサマウントに照射したところ, ミキサ動作により得られた差周波数成分(IF 信号)の観察に成功した. 今後ミキサ素子パラメータ, 高周波回路等の最適化と共に, 雑音温度, IF 帯域幅など評価を行う.

[1] 川上他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 10a-Z27-5

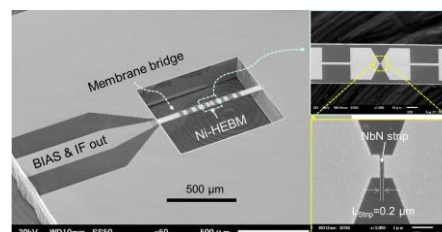


Fig. 1. Photographs of 2 THz wave-guide type hot electron bolometer mixer.

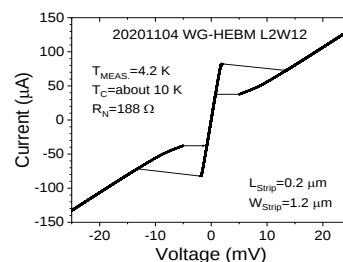


Fig. 2. I-V curve of WG-HEBM

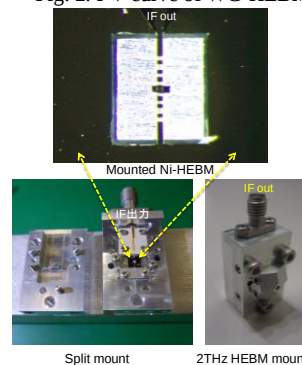


Fig. 3. 2THz WG-HEBM mount

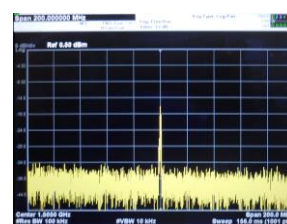


Fig.4. IF signal obtained by WG-HEBM operation