

2THz 帯導波管型超伝導ホットエレクトロノボロメータミキサの作製(1)

Fabrication of 2 THz wave-guide type Hot electron bolometer mixer (1)

情通機構¹, 台湾 ASIAA² ○川上 彰¹, 入交芳久¹, Wang, Ming-Jye², Lu, Wei-Chun²,
菱田有二¹, 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ノボロメータミキサ(HEBM)は、近接した二つの金属電極を極薄の超伝導ストリップで接続した構造で、臨界温度(T_C)付近での大きな抵抗変化を利用したボロメータである。現状の SIS ミキサでは動作困難な 2 THz 以上での動作期待されている。我々は Ni 磁性材料を用いた新たな HEBM 構造(Ni-HEBM)を提案、既に試作した準光学型 Ni-HEBM は、低受信機雑音温度($T_{RX(DSB)}=1220$ K @2 THz)と広 IF 帯域 ($f_{\Delta IF}=6.9$ GHz)を達成している。そこで現在、より良好なビームパターンを有する導波管型 HEBM の開発が望まれているが、2 THz 以上ではミキサ寸法が極めて小さくなり、作製・取り扱いの困難など課題が存在していた。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 を検討(図 1 参照)、本報告では Si_3N_4 上への NbN 極薄膜成膜法とメンブレン構造形成法について述べる。

NICT では、HEBM を構成する超伝導ストリップに単結晶 MgO 基板によるエピタキシャル NbN 薄膜を使用してきた。

しかし今回は Si_3N_4 上に高品質 NbN を成膜する必要があるため、まず Si_3N_4 上 MgO バッファ層を形成し、その結晶情報を基に NbN 薄膜の高品質化を試みた。バッファ層成膜にはイオンビームスパッタ法を採用、これは加速した Ar イオンを MgO ターゲットに衝突、スパッタリングする成膜方法であり、適切な加速電圧による MgO 薄膜結晶化の促進を期待した。現在、室温下で成膜した Si_3N_4 上の NbN 薄膜は(100)配向傾向を示し、膜厚 5 nm において $T_{C ZERO}=12.0$ K, $\rho_{20K}=142$ $\mu\Omega$ cm の良好な超伝導特性を示している(図 2 参照)。

Si_3N_4 メンブレン構造形成には、Si 基板(厚さ 200 μ m)の選択的エッチングが必要である。しかし比較的厚いレジストの使用は、パターン寸法精度の低下を招く等問題が予想される。そこでフッ素ラジカル耐性の強い MgO 薄膜(膜厚 5~10 nm)を無機レジストとして使用、ボッシュプロセス法により Si 基板のエッチングを試みた。結果として膜厚 5 nm の MgO 薄膜レジストにより Si_3N_4 メンブレン構造の形成に成功(図 3 参照)。現在これらの結果を基に 2 THz 帯導波管型 Ni-HEBM の作製を進めており、当日詳細を報告する。

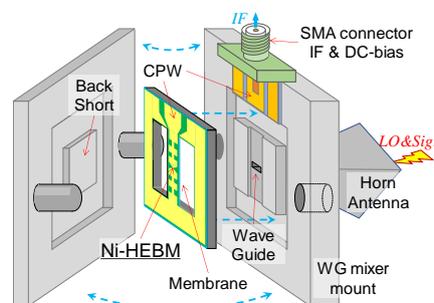


Fig. 1 A schematic of 2 THz wave-guide type hot electron bolometer mixer.

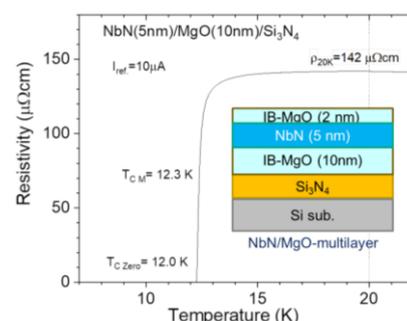
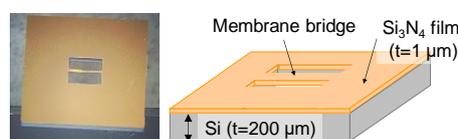


Fig. 2 R-T Curve of NbN thin film on Si_3N_4 by using MgO buffer layer



(a) Photograph (b) Schematic
Fig. 3 A test-sample of Si_3N_4 membrane structure.