

課題番号 : F-16-UT-0105  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 天体観測のためのテラヘルツ帯ホットエレクトロンボロメータの開発  
Program Title (English) : Development of Superconducting HEB Mixer for THz Astronomy  
利用者名(日本語) : 海老澤勇治<sup>1)</sup>、大口脩<sup>1)</sup>、前澤裕之<sup>2)</sup>、渡邊祥正<sup>1)</sup>、山本智<sup>1)</sup>  
Username (English) : Y. Ebisawa<sup>1)</sup>, O. Oguchi<sup>1)</sup>, H. Maezawa<sup>2)</sup>, Y. Watanabe<sup>1)</sup>, and S. Yamamoto<sup>1)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 東京大学大学院理学系研究科, 2) 大阪府立大学大学院理学研究科  
Affiliation (English) : 1) Faculty of Science, The University of Tokyo, 2) Faculty of Science, Osaka Prefecture University.

## 1. 概要(Summary)

テラヘルツ帯は電波と赤外線の間位置し、微弱光の観測技術はまだ開拓途上にある。本研究では天体からのテラヘルツ帯スペクトル線の観測を目的とした超伝導ホットエレクトロンボロメータ(HEB)ミキサ受信機を開発を進めている。HEB ミキサ素子の製作のためには、5-12 nm の高品質超伝導薄膜の成膜とその 0.1  $\mu\text{m}$  スケールの微細加工が必要であり、そのためにナノプラットのドライエッチング装置 CE300I等を利用している。それにより、これまでに 1.4 THz 帯において量子雑音の 7 倍という低雑音温度を達成している。今年度は、さらなる性能向上、広帯域化の追及とともに安定性の評価の実験をスタートさせた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

汎用 ICP エッチング装置、ブレードダイサー

### 【実験方法】

超伝導物質としては NbTiN を用いている。石英基板上に 5-12 nm の超伝導薄膜を成膜し、その後、真空を破ることなくその上に金電極を成膜する。その後、HEB ミキサとして動作するマイクロブリッジ(長さ 0.1  $\mu\text{m}$  程度)を電極の金を削ることで製作する。その目的に CE 300 I ドライエッチング装置を用いている。作成した石英基板上の HEB ミキサ素子はダイサーを用いて素子ごとに切り分け、導波管ミキサマウントに装着して性能評価を行う。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

テラヘルツ帯受信機の一層の性能向上と広帯域化とともに、受信機としての安定性の評価実験を進めた。

HEB ミキサの開発においては、1.9 THz 帯のものを大阪府立大学の前澤氏と共同で進めた。惑星・地球大気のテラヘルツセンシングを見据え、ホーン/導波路型の 1.9THz 超伝導 NbTiN-HEB ミキサ素子を開発している。

水晶基板に集積した素子は、厚み 18  $\mu\text{m}$  まで研磨した後、ダイシング装置を用いて幅 36  $\mu\text{m}$  に細断した。このチップ化後も、素子は設計通り、良好な非線形 IV 特性を保持することを確認した。研磨の厚みの制御とダイシング時の歩留り向上が今後の課題である。

一方、受信機の安定性の評価のため、開発した受信機を用いて実験室分子分光計を構成し、分子の回転スペクトルを測定できるようにした。これにより、望遠鏡に搭載することなくスペクトル線観測をシミュレーションし、安定性の評価が可能になる。現在、実験装置全体の組み立てが完了し、最初の測定を開始する直前の段階である<sup>1)</sup>。

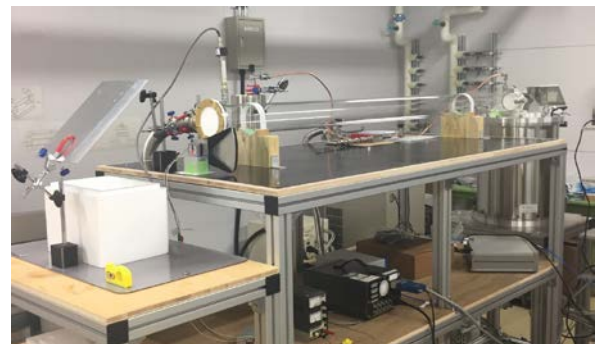


Figure 1: THz emission spectrometer employing the HEB mixer receiver.

## 4. その他・特記事項(Others)

この研究は理化学研究所、坂井星・惑星形成研究室との共同研究である。また、科学研究費・新学術領域研究(25108005)の支援を受けている。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 千葉雄太郎、坂井南美、海老澤勇治、吉田健人、酒井剛、渡辺祥正、山本智、「テラヘルツ帯実験室分子分光計の開発」、日本天文学会 2017 年春季年会) V109b(九州大学、2017 年 3 月)

## 6. 関連特許(Patent)

なし。

