

課題番号 : F-14-UT-0098  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : テラヘルツ天体観測のための超伝導 HEB ミキサの開発  
Program Title (English) : Development of Superconducting HEB Mixer for THz Astronomy  
利用者名(日本語) : 相馬達也<sup>1)</sup>、大口脩<sup>1)</sup>、西村優里<sup>1)</sup>、海老澤勇治<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) : T. Soma<sup>1)</sup>, O. Oguchi<sup>1)</sup>, Y. Nishimura<sup>1)</sup>, Y. Ebisawa<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系研究科  
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<sup>[1]</sup>。今年度は、さらなる性能向上、広帯域化とともに、受信機としての運用の利便性を図った。

## 2. 実験(Experimental)

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。作製した石英基板の上の 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)

本年度は 2015 年 10 月に予定されている国立天文台 ASTE 10 m サブミリ波望遠鏡へのテラヘルツ帯受信機の搭載に向けて、一層の性能向上と広帯域化とともに、受信機としての運用の利便性の向上を進めた<sup>[2]</sup>。これまで、HEB ミキサへの局部発振信号の導入は、受信機ジュワーに開けた窓から準光学的に導入していた。しかし、それでは受信機ジュワーの搭載に伴う微妙な光軸のずれが避け

られず、標高 4800 m の望遠用サイトで困難な光軸調整を強いられていた。そこで、局部発振信号を受信機ジュワーの冷却ステージで発生させ、直接 HEB ミキサに導入する方式を採用し、冷却周波数通倍器を措置して実現した(Figure 1)。現在のところ、局部発振信号は HEB ミキサに供給されており、ミキサとして駆動できることが確かめられている。今後、HEB ミキサ自体の性能向上を通して受信機として仕上げ、2015 年 10 月の搭載実験に臨む。

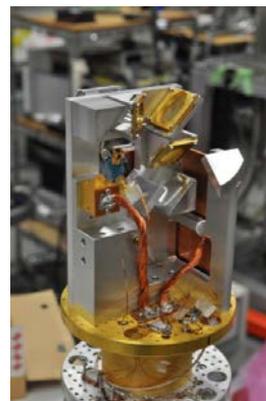


Figure 1 : THz Receiver cartridge equipped with the HEB mixers developed in this study

## 4. その他・特記事項(Others)

この研究は科学研究費助成金(課題番号:25108005)の援助を受けて行った。

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

- [1] Shiino, T., et al. "Low Noise 1.5 THz Waveguide-Type Hot-Electron Bolometer Mixers Using a Relatively Thick NbTiN Superconducting Film", Japanese J. Appl. Phys. 54,033101 (2015).
- [2] 山本智 他, 日本天文学会 2015 年春季年会, 「ASTE10 m 望遠鏡搭載 THz 受信機の開発」 V119c 平成 27 年 3 月 19 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。