

課題番号 : F-17-UT-0146  
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) : 竹ヶ原諒貴<sup>1)</sup>、海老澤勇治<sup>1)</sup>、大口脩<sup>1)</sup>、前澤裕之<sup>2)</sup>、山本智<sup>1)</sup>  
Username (English) : M. Takegahara<sup>1)</sup>, Y. Ebisawa<sup>1)</sup>, O. Oguchi<sup>1)</sup>, H. Maezawa<sup>2)</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.  
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、ヘテロダイナミックサ、超伝導、NbTiN

## 1. 概要(Summary)

テラヘルツ帯は電波と赤外線の間位置し、高感度検出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ミキサ素子の製作には、5-12 nmの高品質超伝導薄膜の成膜とその微細加工が必要であり、その後のプロセス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。今年度は、AlN緩衝層の効果の評価を中心に行うとともに、ミキサの実用性を実験室分子分光で確かめるための準備を進めた。

## 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、その上に真空を破ることなく金電極を成膜する。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 μm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、実験室に持ち帰り導波管ミキサマウントに装着して性能評価を行う。本年度は基盤と超伝導薄膜の間にAlN緩衝層を入れる実験を進めた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

HEBミキサの雑音性能の一層の向上を図るためにAlN緩衝層を利用する方法を検証している。AlN薄膜は当研究室が保有するスパッタ装置で、窒素ガス中でAlターゲットをスパッタする方法で作成した。AlN緩衝層を用いるとNbTiN薄膜の超伝導転移温度が大きく改善することが以

前の我々の研究で明らかになっているが、それが雑音性能にどの程度反映するかを調べた。その結果、超伝導転移温度の改善は確認されたが、ウエハごとに作成されるミキサ素子の性能は大きなばらつきを持つため、雑音性能の定量的比較には至っていない。引き続き実験を継続し、AlN緩衝層の効果とメカニズムを明らかにする。

一方、ミキサの実用性検証のための分子分光実験については、理化学研究所で装置が完成し、別途調達したミリ波帯の受信機を用いて分光計として動作していることを確認した。今後、HEBミキサ受信機(Fig. 1)を搭載して実験を進めるべく、素子製作を進めている。

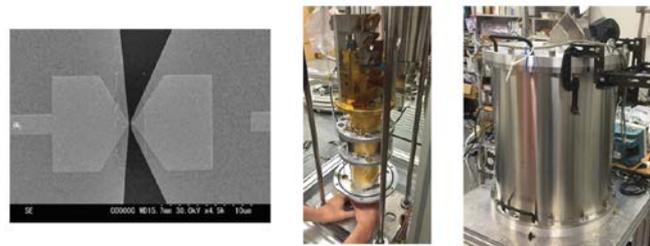


Fig. 1 (左)HEBミキサ素子、(中)受信機カートリッジ、(右)受信機デュワー

## 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、一部に科学研究費・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) Y. Chiba, N. Sakai, Y. Ebisawa, K. Yoshida, T. Sakai, Y. Watanabe, and S. Yamamoto, 'A New Emission Spectrometer at RIKEN', Laboratory Astrophysics Workshop 2017, Bonn, Nov. 29, 2017..

## 6. 関連特許(Patent)

なし