

- 窒化ニオブ(NbN)超伝導SIS受信機の実用化に世界で初めて成功
～ 電波望遠鏡に搭載、星間分子スペクトルの観測に成功 ～

- 平成20年6月19日

独立行政法人情報通信研究機構(以下「NICT」という。理事長:宮原 秀夫。)は、中国科学院紫金山天文台(以下「PMO」という。)との共同研究により、窒化ニオブ(NbN)超伝導SIS受信機*を開発し、PMOの電波望遠鏡に搭載することによって、電波天文観測における実用化に世界で初めて成功しました。

現在、実用化されている高感度超伝導受信機は、ニオブ(Nb)を用いた超伝導SIS受信機であり、その応答周波数の上限は約1.2THzとされています。今回の成果は、ニオブ(Nb)超伝導受信機より2倍以上高い周波数領域(2.5THz以上)まで動作するもので、新たな窒化ニオブ(NbN)超伝導受信機の開発に成功するとともに、電波天文観測での実用化例を世界で初めて示したことになります。

【背景】

超伝導SIS受信機は、量子雑音の限界近くまで達する究極的な低雑音性をもつため、電波天文学や地球環境計測、宇宙観測などの分野において、高感度電磁波受信機として活用されています。しかし、応答周波数の上限が、使用される超伝導材料により決定されることから、現在、実用化されているニオブ(Nb)を用いた超伝導SIS受信機の応答周波数は約1.2THzが限界とされています。そこで、ニオブ(Nb)より高い周波数で動作する超伝導材料として窒化ニオブ(NbN)は期待されていましたが、デバイスと受信機作製の困難さから、実用化に至った例はありませんでした。

【今回の成果】

今回の成果は、NICTが開発した窒化ニオブ(NbN)超伝導SIS受信機技術と、PMOの電波望遠鏡技術及び観測技術とを融合させることによって、ニオブ(Nb)より高い動作周波数をもつ窒化ニオブ(NbN)超伝導SIS受信機の実用化に世界で初めて成功したことです。

開発したものは、窒化ニオブ/窒化アルミニウム/窒化ニオブ(NbN/AlN/NbN)トンネル接合*を用いた0.5 THz超伝導受信機チップ(図1)で、それを中国青海省に設置されているPMOのポータブルサブミリ波電波望遠鏡(図2)に搭載し、0.46 THzの一酸化炭素(CO)星間分子スペクトル(図3)の観測を試み、初めて成功しました。今回の成果について、電波天文学の分野では新しい受信機技術として高い評価を受け、また超伝導受信機のシリーズに新たな技術を加えたこととなります。

本成果は、平成20年4月28日～30日にオランダで開催されたスペーステラヘルツ技術国際会議において、また、アメリカ物理学会誌Applied Physics Letters 6月号で発表されました。

【今後の展望】

窒化ニオブ(NbN)超伝導受信機は、テラヘルツ帯の高感度検出器として、電波天文学分野だけではなく、地球環境計測や宇宙探索、テラヘルツ帯通信など、様々な基礎科学及び電磁波工学分野への応用が期待されています。また、これまでのニオブ(Nb)超伝導受信機より、高い温度環境下での動作が可能であるため、冷却するための付属装置類の重量が軽くなることから、特に、これからの衛星搭載や宇宙への応用に、より有利と期待されています。

<問い合わせ先>
総合企画部 広報室
栗原則幸
Tel:042-327-6923
Fax:042-327-7587

< 本件に関する 問い合わせ先 >
未来ICT研究センターナノICTグループ
王 鎮
Tel:078-969-2190
Fax:078-969-2199

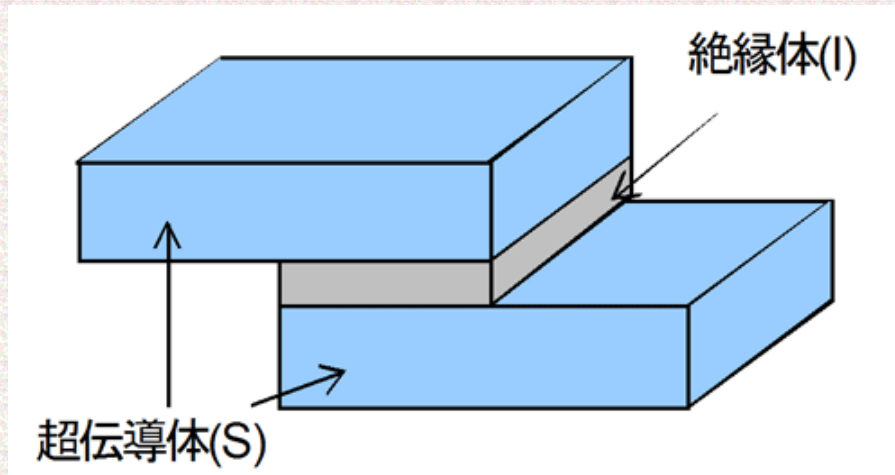
<用語 説明>

* 超伝導SIS受信機

(SIS: Superconductor-Insulator-Superconductor)

二つの超伝導体(S)の間に絶縁体(I)を挟んだサンドイッチ構造のSISトンネル接合と呼ばれる超伝導デバイスを用いた電磁波受信機のことです。

同電磁波受信機は、絶縁層を通り抜けるトンネル電流の強い非線形性を有し、極低温で動作するため、量子雑音の限界まで低雑音動作が可能であることが、理論と実験両方において証明されています。1980年代に高感度電磁波受信機として電波天文観測の分野で実用化され、現在、電波天文や地球環境計測などの分野において、無くてはならない存在となっています。



超伝導SISトンネル接合の概念図

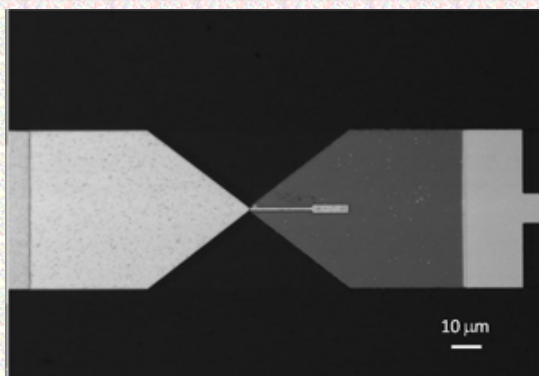


図1 0.45THz窒化ニオブ(NbN)超伝導受信機チップ



図2 窒化ニオブ(NbN)超伝導受信機を搭載したサブミリ波電波望遠鏡
(中国科学院紫金山天文台)

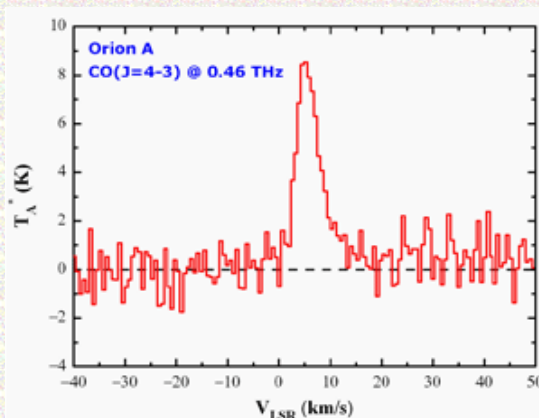


図3 観測した一酸化炭素(CO)星間分子スペクトル