

平成11年度 国立天文台LMSA共同開発研究 研究成果報告書

1. 研究課題名 超伝導ミキサマウントの小型化単純化 2. 区分 ① B3. 研究代表者 氏名 坪井昌人 所属 茨城大・理学部

4. 研究成果の概要 (1000字程度で、LMSA計画に関連して重要であると思われる成果を重点的に記入してください。必要に応じて図表等は別紙として添付してください。また、主要な購入物品との関係についても記載してください。)

現在の SIS 受信機は構造が大変複雑であり訓練を積んだ人間が注意深くメンテナンスする必要がある。LMSA の場合、5000 m の高地で100台以上も運転するわけで、本当に維持できるのか? という疑問が湧く。我々はこれらの問題点の解消として SIS と冷却 Amp を1つのモジュール化することを提案した。機械構造の簡素化で性能も均質になるはずであり、伝送路の損失を小さくすることで受信機雑音を減少する。また IF の超本帯域化も可能となり総合的性能を著しく向上するはずである。1モジュール化の問題点の2つは HEMT の発熱 (数十 mW) の熱処理と SIS ミキサと HEMT アンプの impedance matching である。今回はこの点の解決に集中した。実験は国立天文台共同開発研究費と合わせて研究を実行した。この研究費は試験用の局発振器等の製作に使用した。以下の結果はこれらを合わせた結果である。

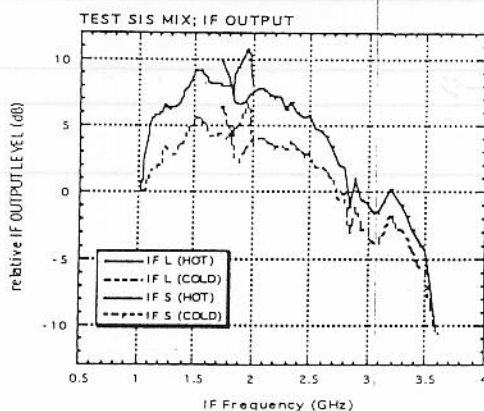
1) HEMT の発熱 (数十 mW) の熱アンカーの設置製作

新ミキサに組み込んだ IF アンプは1段の HEMT アンプである。アンプ単体では1-7 GHz で増幅率 8 dB 以上、雑音 15 K 以下の性能を実現している。HEMT は低発熱、低雑音である FUJITSU FHXL3X を使用している。実験こうまいくがはこのアンプからの熱流入をどう防ぐかにかかっている。動作中の HEMT の発熱は 10 mW 程度と測定されている。これは大変大きな熱であり、この熱の処理なしにこの SIS ミキサは動作しない。アンプとミキサを別々の熱アンカーによって 4 K ステージと接触させた。このアンカーによってアンプの熱は直接、逃げていくはずである。また、このアンプとミキサの結合は太さ 25 ミクロンの金ワイヤーを使った。金ワイヤーとアンプの電気的結合は伝導性の接着剤、また金ワイヤーと SIS ミキサの電気的結合は金属インジウムチップを使った。また、SIS ミキサとミキサマウントの結合は金属インジウムを使って、熱的にも接触している。金ワイヤーは通常ニオブとの接合に使うアルミワイヤーよりも熱伝導が少なくできる。動作中の HEMT の温度は不確かであるが、アンプとミキサの結合の金ワイヤーの熱伝導率は結合部や中介したコンデンサを無視すると $0.4 \text{ mW/K} @ 4 \text{ K}$ (計算値) はあることになる。この値は決して小さくなく、アンプからの熱流入で SIS が暖まる可能性を否定できない。この場合、受信機雑音は大きく上昇する。そこでどれだけ熱が流れているかを、SIS ミキサの dB 曲線の変化から測定した。0.001 mW 程度の熱がアンプから流入していることがわかった。

2) 最適の impedance match の実現

下図は新 SIS+HEMT ミキサの IF 出力である。この結果から以下のことが言える。

1) 1.8 GHz 付近で受信機雑音温度は 40 K 程度になる。2) 1-2.5 GHz で受信機雑音温度は 100 K 程度になる。3) 5-7 GHz では IF 出力は非常に低く H-C では差が現われなかった。IF アンプ単体ではこの範囲でも増幅しているので HEMT アンプと SIS ミキサの結合部でのミスマッチによるものであろう。また、2.5 GHz 以上の特性は新 SIS+HEMT ミキサの特性ではなくて第2段アンプの特性によるものである。4) IF 出力に波打ちがある。またこの波打は HEMT アンプと SIS ミキサの結合のワイヤーの取り回しに依存するようである。この部分の反射による定在波で波打ちが引き起こされているのであろう。



5. 成果発表（学会発表、研究会集録などを含みます。印刷中、投稿中なども可。）

著者名	論文標題
Tsuboi, M.	A New Q-band Array SIS Receiver with Ultra-wideband.
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	
SPIE Conf. vol. 4015, inpress (2000)	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

著者名	論文標題
発行年、雑誌・研究会名、巻・号、ページ	

6. 別刷り（各1部を添付してください。コピーも可。）