

W32a TES 型 X 線マイクロカロリメータの AM 変調による信号多重化の実証

山本 亮, 竹井 洋, 酒井 和広, 山崎 典子, 満田 和久 (ISAS/JAXA)

我々はダークバリオンの直接観測を目指す次世代 X 線天文衛星 DIOS の観測機器の開発を行なっている。DIOS 実現のためには $0.1 - 1.5$ keV でエネルギー分解能 2 eV 以下を持つ超伝導遷移端 (TES) 型 X 線マイクロカロリメータを 256 素子並べて読み出す必要がある。極低温で動作させる TES アレイを衛星の限られた冷却能力で実現するには配線からの流入熱が問題となるため、信号多重化が必須課題の一つである。我々は各素子を異なる周波数の正弦波で駆動することにより変調をかけ、それらの信号を加算することで信号多重化を目指している。TES の信号は周波数空間では数 10 kHz 程度なので、これよりも早い周波数 (~ 1 MHz) で駆動しなければならない。また、TES の読み出しに用いる超伝導量子干渉計 (SQUID) はフィードバック回路のもとで動作させるが、極低温ステージと室温回路の配線による位相遅れが生じるため、安定に動作する帯域は数 100 kHz が限界であった。

この問題を解決するために、我々は変調された信号を一度復調し位相の遅れを補償して再変調した信号をフィードバックするアナログベースバンドフィードバック (BBFB) 方式による駆動回路を開発してきた。我々は ± 50 kHz の精度で周波数バイアス用のバンドパスフィルタを作成、ノイズレベルが 0.5 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ の前段アンプへ入力される SQUID 出力を外来ノイズに負けずに安定して読み出せる環境の構築を行い、BBFB 回路を用いて TES アレイの X 線照射実験を行った。その結果、初めて TES の MHz 帯での交流駆動を実現し同時に二素子からの X 線信号を読み出すことに成功した。以上より、BBFB の原理の実証に成功した。一方で、エネルギー分解能は単素子駆動で 69 eV 程度、二素子同時駆動で 200 eV 程度であった。また二素子同時駆動の際にはクロストークも見られ今後の課題として原因を追及している。本講演では以上の実験結果について報告する。