

概要

CMB (Cosmic Microwave Background; 宇宙マイクロ波背景放射) の温度異方性の精密測定により、ビッグバン宇宙模型は宇宙の標準模型として今日定着している。しかし、この模型には「地平線問題」・「平坦性問題」・「残存粒子問題」などの未解決な問題がある。これらを解決する有力な理論のひとつが、インフレーション宇宙論である。インフレーション宇宙論は、宇宙初期の時空の指数関数的な膨張によって、これらの問題を一挙に解決する。この急激な膨張は、原始重力波を生成し、その痕跡は CMB の偏光地図に表れると期待される。

GroundBIRD 実験はこの原始重力波によって偏光地図に表れる B モードと呼ばれる信号の検出を目的とした地上実験である。一般に、観測領域を制限するのは検出器の $1/f$ ノイズである。GroundBIRD はこのノイズの影響を受けない観測を行うために、望遠鏡自身が高速で回転 (20 RPM) しながら測定を行う。また、GroundBIRD は検出器として超伝導検出器 MKID を採用する。

MKID は極低温 (< 250 mK) で動作するため、冷却光学系への熱流入を抑えることが肝要である。MKID は一本のフィードラインから多数の素子を読み出すことが容易なため、読み出し系への配線数を減らすことができる。現在、市販の ADC/DAC ^{プログラマブル} ドーターボード ^{で FPGA 部分は基板上に実装されている} を使って、比較的簡単に読み出し系を構成することができているが、この市販品にはローパスフィルタが実装されているため透過特性が悪く、使用帯域が制限される。また、クロック生成器の周辺が必要以上に複雑なため、消費電力が大きく動作が不安定になるという問題がある。これらの問題を解決するために、広帯域かつシンプルな構成の ^{アナログ} フロントエンド回路の開発を行った。 ³³ ~~して~~

まず、帯域を制限していたローパスフィルタを排除することで、使用可能帯域を ~~70 MHz 以上~~ ^{より} 1.5 倍以上広帯域化することに成功した。次に消費電力が大きく、現在の用途に不釣り合いな位相同期回路 (PLL) の代わりに、消費電力が小さく、必要最低限の機能をもったクロック・ファンアウト・バッファを搭載した。PLL をはじめ、種々の IC を選定しなおし、さらに電源回路を見直すことで、フロントエンド回路全体の消費電力は従来の回路の 60% まで抑えることができた。

この改善は回路の簡素化も同時に実現し、FPGA のコアリングのシンプル化ももたらす。

最後に、本研究がもたらす波長域効果をより広くあげる
- 段落