

W37b ASTRO-F (IRIS) 搭載用極低温電子回路の開発

日比康詞、芝井 広、平尾孝憲、渡部豊喜、永田洋久（名大理）、野田 学（名古屋市科学館）、他 ASTRO-F/FIS チーム

ASTRO-F (IRIS) 衛星の遠赤外線サーベイヤー (FIS) には長波長用 (100–200 μm) と短波長用 (50–100 μm) のアレイ検出器が用いられる。我々はこのアレイに組み込まれる CTIA 方式の極低温プリアンプを開発してきた。

本講演では、CTIA (Capacitive Trans-Impedance Amplifier) 回路を構成するトランジスタの特性と構造について重点的に報告する。センサーに入射した赤外線光子は電荷に変換されるが、CTIA 回路はこの電荷の量を高い精度で電圧に変換するものである。検出器の性能を最大限引き出すためには、CTIA 回路を検出器に近接して組み込む必要性が有る。検出器は 1.7 K に冷却されるので、CTIA 回路自身もこの温度で動作しなくてはならない。CTIA 回路を組むにはオペアンプなどが必要であり、極低温で動作するトランジスタを用いてオペアンプを構成する。

国内外の多くのメーカーのシリコン MOSFET について極低温での性能を調べた結果、独特の構造ではあるが、通常のプロセスで製造可能な P 型の MOSFET が良い性能を持つことが分かった。改良を重ねた結果、以下の性能を満たすものが得られている。

- ・ 1.7 K で常温と同様の飽和領域を持ち、I-V 特性の再現性が高い。
- ・ 使用条件の範囲では KINK 現象などの異常現象は見られない。
- ・ 入力ノイズが 1.7 K で 2.5 $\mu\text{V} / \sqrt{\text{Hz}}$ @ 1 Hz である。

以上の性能は、消費電力 1 μW 以下で満たされている。

これらの実験結果によりこのトランジスタを用いて ASTRO-F の要求を満たすより複雑な回路、たとえばオペアンプなどを実現できると判断した。現在この MOSFET を使った CTIA 回路の製造を行っている。