

V243b 遠赤外線イメージセンサーに向けた極低温動作 32x32CTIA マルチプレクサの設計

馬場俊介 (東大, 宇宙研), 長勢晃一, 和田武彦, 池田博一, 石丸貴博 (宇宙研), 新井康夫 (KEK), 大野守史 (産総研)

我々は、遠赤外線イメージセンサーに向けた極低温 (~ 4 K) で動作する大規模な読み出し集積回路アレイの開発を進めており、今回 32×32 素子の capacitive trans-impedance amplifiers (CTIA) マルチプレクサを作成した。この回路は、検出器からの信号を増幅・安定させ、クライオスタット外部の常温回路へ送る役割を持つ。組み合わせる検出器にはゲルマニウム Blocked-Impurity-Band 型 (Ge-BIB, Hanaoka et al. 2016) を想定しており、検出器ウエハと直接バンピングしてハイブリッド構造の装置を構成する計画である (Wada et al. 2016)。

遠赤外線検出では、熱雑音を抑えるため検出器を極低温まで冷却しなければならず、読み出し回路にも極低温で動作することが求められる。多素子の検出器であれば、低温部と常温部を繋ぐ導線の数を減らし、外部からの熱流入を小さくすることも必要である。我々は、完全空乏型 (FD-) silicon on insulator (SOI-) CMOS 技術によって極低温で動作する回路を構成し、マルチプレクサによって出力信号の多重化を行った。我々は既に FD-SOI CMOS を用いたオペアンプが 4.5 K で安定して動作することを確認しており (Nagase et al. 2016)、今回の回路はその時の回路を発展させたものになっている。今回の回路は 32×32 個のアナログスイッチ付き CTIA と 2 つのシフトレジスタから成り、シフトレジスタで素子の x, y 座標を指定し出力を順に読み出すことができる。各ピクセルのレイアウトは周期的境界条件を満たしており、容易に多素子回路を構成できるようになっている。