

遠赤外線画像センサーのためのFD-SOI-CMOS集積回路の特性ばらつき評価

W12a

長勢晃一(総合研究大学院大学, 宇宙航空研究開発機構), 和田武彦, 池田博一, 鈴木仁研(宇宙航空研究開発機構), 新井康夫(高エネルギー加速器研究機構), 大野守史(産業技術総合研究所)

遠赤外線の画像センサーでは、高性能で大規模なアレイの実現が困難である。本講演では、多素子化への重要な布石となる、極低温読み出し回路の特性ばらつき評価の結果を報告する。

遠赤外線の光検出器と同様に、光シグナルの増幅・多重化する読み出し回路も極低温 (< 4K) での動作が求められる。しかし、従来の CMOS 集積回路では極低温で特性が悪化する。我々は、完全空乏型 (FD-) Silicon on Insulator (SOI-) CMOS 技術を用いた集積回路が極低温でも良好な動作をすることを見出し (Nagata et al.2009)、高性能な CMOS オペアンプを実現した (Nagata et al.2011, Wada et al.2012)。しかし、多素子化のためには、多数の素子の特性ばらつき評価が必要であった。

本研究では、Ge:Ga 光伝導検出器と FD-SOI-CMOS オペアンプを組み合わせることで多素子アレイを構成することを想定し、特性のばらつきとその影響を評価した。感度にバイアス依存性のある検出器と組み合わせる場合、オペアンプの入力オフセット電圧のばらつきが大きいと、感度ムラができて、画像精度劣化の原因となる。入力オフセット電圧のばらつきを求めるために、オペアンプを構成する FET の閾値電圧のばらつきを測定した。FET 閾値電圧分布は $RMS(V_{th}) = 8.4\text{mV}$ であった。これを、オペアンプの入力オフセット電圧分布に換算すると、 $RMS(V_{offset}) = 11.9\text{mV}$ である。Ge:Ga 光伝導検出器の典型的なバイアス電圧 80mV を考え、感度がバイアスに比例すると仮定すると、入力オフセット電圧分布が与える光感度ばらつきは 15%(RMS) になる。