

弱反転 MOS LSI センサのための基準電圧・電流源回路

Ultralow-Power Reference Circuit for Subthreshold MOS LSIs

廣瀬 哲也¹ 松岡 俊匡² 谷口 研二² 浅井 哲也¹ 雨宮 好仁¹
Tetsuya Hirose Toshimasa Matsuoka Kenji Taniguchi Tetsuya Asai Yoshihito Amemiya

北海道大学 大学院 情報科学研究科¹

Department of Information Science and Technology, Hokkaido University

大阪大学 大学院 工学研究科²

Department of Electronic, Information Systems and Energy Engineering, Osaka University

1 まえがき

近い将来、我々の周りには多数のスマートセンサとそれを結ぶネットワークが配置されたユビキタス情報社会が実現される。このようなセンサネットワーク環境を実現するための技術ポイントは、極めて限られた電力消費のもとで各種センシングを行なうスマートセンサ LSI を開発することにある。さらに、これらのセンサは膨大な個数が必要であり、低コストでなければならない。以上の要求に応えるべく、低電力・低コストという制約のもとで高機能センシングを行なう LSI を実現するために、MOSFET の弱反転領域特性を用いたセンサ LSI の開発を行なう。このようなセンサ LSI では、様々な使用環境が想定されるため、広い温度範囲や電源電圧の変動のもとで、安定に動作する基準電源回路が不可欠となる。本研究では、弱反転 MOS 回路に対して定電圧・定電流を供給する基準電源回路を提案する。

2 回路構成

図 1 に回路構成を示す。電流源回路と電圧源回路および差動アンプからなり、すべて弱反転領域で動作させる。電流源回路は、 β 参照型定電流回路を基本として、その抵抗部分を MOSFET の線形抵抗 (M_R : これのみ強反転) に置き換えたものである。回路を流れる電流 I_0 は M_A , M_B のアスペクト比、および線形 MOS 抵抗値で決まる。その温度係数はトランジスタの寸法とキャリア移動度、熱電圧、しきい値電圧の温度依存性で決まり、 M_R のゲート電圧調整により室温付近でゼロとすることができる。

そのゲート電圧 V_{REF} を電圧源回路で発生する。この回路は定電流バイアスのダイオード接続 MOSFET、および複数の差動対で構成する。2 つのダイオード接続 MOSFET のゲートソース間電圧の差電圧 (ΔV_D) を差

動対でモニタし、差動電流に変換する。これを電流ミラーにより次段の差動対に入力することで ΔV_D に依存した正温度係数の PTAT 電圧を生成する。一方、定電流バイアスされたダイオード接続 MOSFET のゲートソース間電圧 V_D は負温度係数の PTAT 電圧であることから、前記の ΔV_D を加算することにより、温度に対して一定の電圧を生成できる。さらに、電源電圧依存性をなくすために差動アンプを使用し、 V_B の電圧が V_A と一致するようにフィードバックを施す。

3 シミュレーション結果

表 1 に特性の HSPICE シミュレーション結果を示す。-20 ~ 100 °C の温度変化に対して基準電流 (I_{REF})・電圧 (V_{REF}) の変動は、それぞれ $\pm 4\%$ 、 $\pm 1\%$ 以内である。さらに、電源電圧の変動に対して出力電流 I_{REF} 、および出力電圧 V_{REF} の変動をそれぞれ $\pm 0.6\%$ 、 $\pm 0.19\%$ 以内に抑えることができる。

4 まとめ

弱反転領域で動作するセンサ LSI に不可欠となる基準電圧・電流源回路を提案した。SPICE シミュレーションにより広い温度変化に対して、また電源の変動に対して基準電流・電圧値の変動を小さくできることを確認した。

表 1 性能諸元

Technology	0.25 μm , 1P5M-CMOS
Power	1.1 μW ($V_{DD}=1.5\text{ V}$, $T=25\text{ }^\circ\text{C}$)
$\Delta I_{REF}/I_{REF}$	$\pm 4\%$ ($T=-20\sim 100\text{ }^\circ\text{C}$) $\pm 0.60\%$ ($V_{DD}=1.2\sim 3\text{ V}$)
$\Delta V_{REF}/V_{REF}$	$\pm 1\%$ ($T=-20\sim 100\text{ }^\circ\text{C}$) $\pm 0.19\%$ ($V_{DD}=1.2\sim 3\text{ V}$)

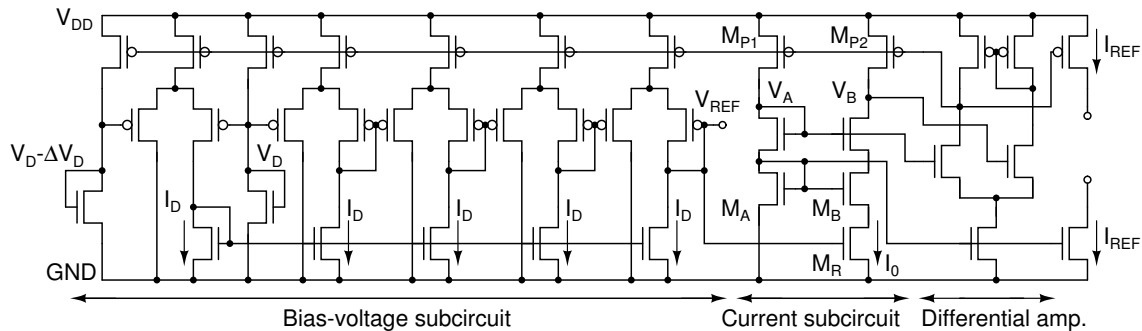


図 1 回路構成