

サブスレッショルドLSIのための基準電流源回路

Current Reference for Subthreshold MOS LSIs

吉井 一馬
Kazuma Yoshii

廣瀬 哲也
Tetsuya Hirose

浅井 哲也
Tetsuya Asai

雨宮 好仁
Yoshihito Amemiya

北海道大学 工学部 電子工学科
Department of Electrical Engineering, Hokkaido University

1 まえがき

限られた微小エネルギー供給のもとで長期間にわたり動作可能なインテリジェントセンサLSIの開発が求められている。このようなLSIに許される消費電力は数 μW 以下なので、使用する各種のアナログ・デジタル回路要素をMOSFETのサブスレッショルド領域で動作させる必要がある。そのような場合に、数~数十nAレベルの基準電流を広い温度範囲で供給できる電流源が必要となる。本稿では、サブスレッショルド特性を利用した基準電流源の回路を提案する。

2 回路構成

提案する基準電流源の回路構成を図1に示す。構成要素は3つのサブサーキット、すなわち(i)温度係数が正の電流 I_1 を発生するPTCサブサーキット、(ii)温度係数が負の電流 I_2 を発生するNTCサブサーキット、および(iii) I_1 と I_2 を足し合わせて温度係数の小さい電流 I_{ref} を生成する電流加算サブサーキットである。各部の構成は以下のとおりである。

(2-1) PTCサブサーキット; MOS抵抗M1を用いたbeta-multiplier回路を基本として、これをサブスレッショルド領域で動作させる。ただしM1だけは強反転線形領域で動作するようなゲートバイアスで動かす。この回路自体の温度係数は、正または絶対値の小さな負である。いまM1のバイアスとして、ダイオード接続M3の電圧を与える。このM3は、チャンネル長を大きく設定して強反転動作させる。したがってバイアス電圧の温度係数は正であり、出力電流 I_1 の温度係数も正となる[1]。

(2-2) NTCサブサーキット; 同じくサブスレッショルド動作のbeta-multiplier回路を用いるが、MOS抵抗M2

のゲートには2段ダイオード接続M4-M5の電圧を与える。M4とM5は、サブスレッショルド動作となるようにトランジスタサイズを設定する。この電圧の温度係数は絶対値の大きい負であり、そのため出力電流 I_2 も負の温度係数を持つ。

(2-3) 電流加算サブサーキット; 上記の電流 I_1 と I_2 を電流ミラーによって足し合わせて出力電流 I_{ref} を生成する。

3 動作特性:出力電流の温度依存性

図2に動作シミュレーションの例を示す(0.35 μm -CMOSプロセス)。図2(a)は、PTCサブサーキット電流 I_1 (実線)とNTCサブサーキット電流 I_2 (点線)の温度特性である。それぞれ正と負の温度係数を持つ。この2つの電流を足し合わせた合成電流 I_{ref} の温度特性を図2(b)に示す。この電流は-20~100の温度変化に対し変動は $\pm 1\%$ 以内であり、サブスレッショルドLSIの基準電流として用いることができる。

参考文献

[1] H.J. Oguey, et.al., IEEE JSSC, vol.32, no.7, p.1132, 1997.

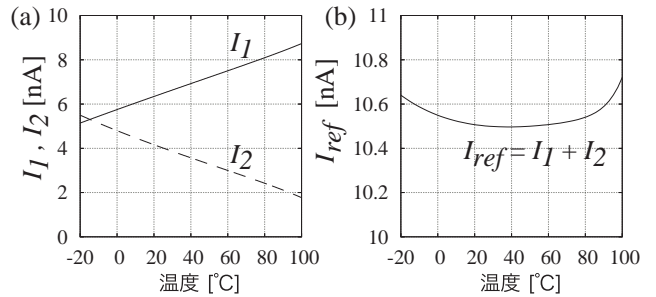


図2 I_1, I_2, I_{ref} の温度依存性

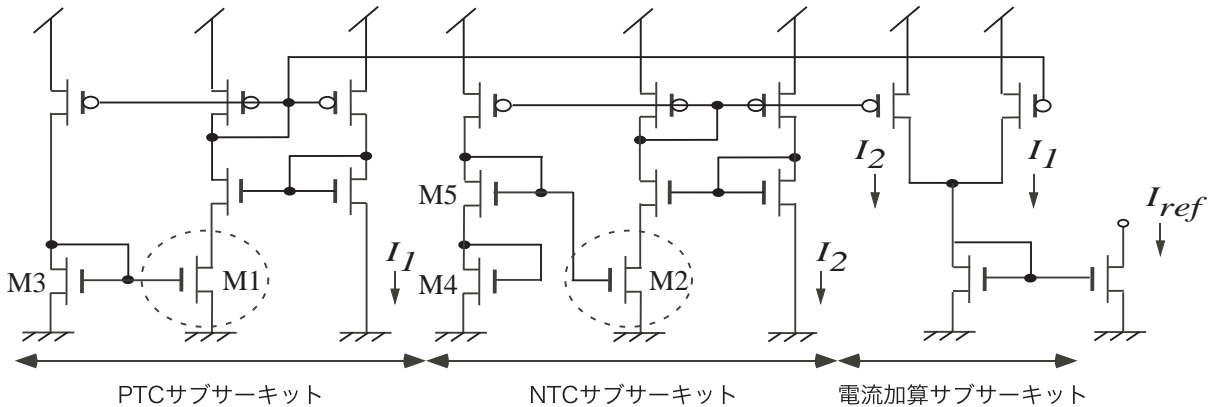


図1 回路構成