

リーク電流補償回路によるCMOS ICの高温動作化

機能デバイス研究室 水野健太郎

CMOS Integrated Circuits for High-Temperature Operation with Leakage Current Compensation

Kentarou Mizuno

CMOS ICの高温動作は、回路を構成するMOSFETのしきい値電圧、移動度、pn接合リーク電流の温度特性で決まる。それらの内でもリーク電流は、温度とともに指数関数的に増加し、常温から200℃で5～6桁もの急激な増加を示す。その結果、本来の回路電流に悪影響を与え、回路を動作不能に至らしめる。そこで、リーク電流を補償することにより、CMOS ICを高温動作化させることを検討した。

従来のリーク電流補償としては、Fig. 1のように寄生ダイオード D_1 のリーク電流 I_L とほぼ同じ大きさのリーク電流となる補償ダイオード D_{1C} を追加し、回路電流(I_1 , I_2)を一定に保つ手法が一般的であった¹⁾。しかし、Fig. 1のように異なる電源(GND, V_{DD})に接続されたダイオード D_1 , D_{1C} は、各々n-wellとp-well領域に作製することになり、同じ構造にできないため両ダイオード特性(電流 I_L , I_C)は一致しない。従って、安定かつ精度良く補償することが困難であった。

両ダイオード特性の不一致を改善するために、Fig. 2に示すリーク電流補償回路を考案した。寄生ダイオードと同じ構造の補償ダイオードを用いることで、両者の特性を同じにし、さらにカレントミラーを組み合わせた。本リーク電流補償回路を、温度に依存しない安定した基準電圧出力が要求される基準電圧発生回路に

適用し(Fig. 3), 試作・評価した。その結果、高温側に約20℃動作温度範囲が拡大されたのを確認した(Fig. 4-A, B)。さらに、リーク電流 I_L と補償電流 I_C をより精度良く一致させるための回路を付加した結果、動作限界温度をさらに20℃、合計40℃高めることができた(Fig. 4-C)。

以上、新しいリーク電流補償回路を提案し、その効果を確認した。

参考文献

- 1) Shoucair, F. S.: "Potential and Problems of High-Temperature Electronics and CMOS Integrated Circuits (25-250℃) — an Overview", Microelectron. J., **22-2**(1991), 39

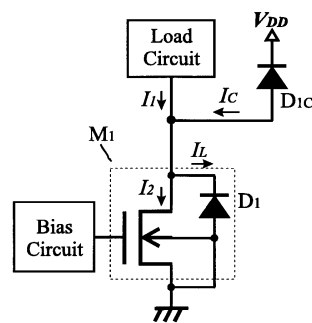


Fig. 1 A conventional compensation technique.

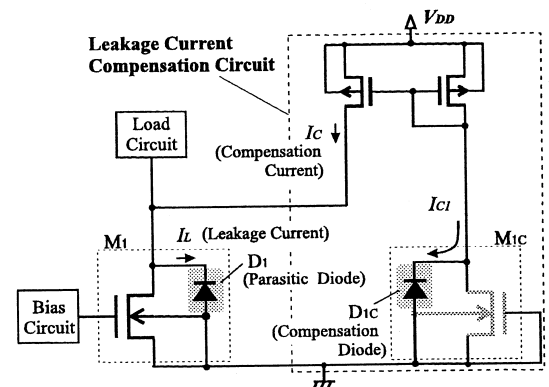


Fig. 2 Proposed compensation circuit.

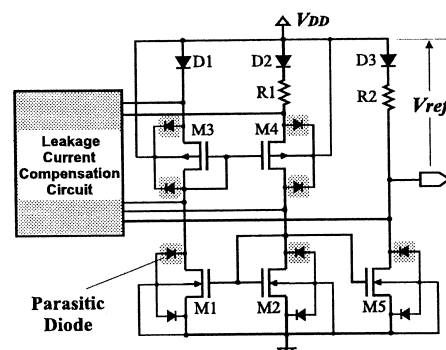


Fig. 3 Leakage current compensation of voltage reference circuit.

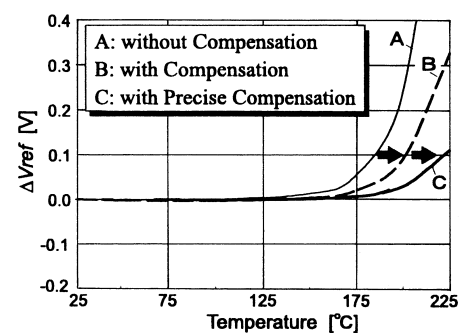


Fig. 4 Temperature characteristics of V_{ref} .