

様々な食品に対応した CMOS 品質劣化モニタセンサ

A CMOS Watchdog Sensor for Certifying the Quality of Various Perishables

上野 憲一, 廣瀬 哲也, 浅井 哲也, 雨宮 好仁

Ken Ueno, Tetsuya Hirose, Tetsuya Asai, Yoshihito Amemiya

北海道大学 大学院 情報科学研究科

Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University

1. まえがき

MOSFET のサブスレッショルド電流の温度特性を利用すると、食品等の品質劣化を模擬し監視するセンサを構成できる。劣化過程の活性化エネルギーは食品の種類によって大きく異なるので、広範囲のエネルギー値に対応する必要がある。そのための回路構成を先に提案した[1]。本稿ではこのセンサチップの試作結果を述べる。

2. 回路構成

図 1 にセンサの回路構成を示す。アナログ回路ブロックで $0 \sim 0.2$ eV の活性化エネルギーを設定し、それに対応した劣化速度を表す電流 I_{OUT} を出力する。これを電流制御発振器とカウンタで AD 変換する。その信号をデジタル回路ブロックで累乗処理して $0 \sim 0.8$ eV の広範囲な活性化エネルギーに相当する劣化過程を等価的に模擬する。

3. チップ測定結果

図 2 に試作チップの写真を示す ($0.35\text{-}\mu\text{m}$, 2P5M-CMOS プロセス)。チップ面積は $900\ \mu\text{m} \times 830\ \mu\text{m}$ である。図 3 に電流制御発振器の出力波形を示す。ここではアナログ回路ブロックで活性化エネルギー ($\Delta E_0 = V_{G1} - V_{G2}$) を 0.2 eV に設定した。温度上昇とともに I_{out} が増加して発振周波数が増大する。この発振パルスはカウンタで計数され、その計数値は乗算器で累乗処理される。

このチップを恒温槽に入れ、時間とともに温度をいろいろと変化させた ($-20^\circ\text{C} \sim 80^\circ\text{C}$)。そのときの乗算器の出力 P の変化を図 4 に示す。横軸は経過時間である。破線は累乗処理を行わないときの出力 (活性化エネルギー = 0.2 eV に相当) であり、実線は 2 乗処理したときの出力 (活性化エネルギー = 0.4 eV に相当) を示す。それぞれの出力は -20°C の値で規格化してある。実線(または破線)で囲まれた面積が食品の劣化量に相当し、これはアキュムレータの出力に現れる。アキュムレータの出力があらかじめ設定した値を越えたとき品質保証の期限が切れたと判断することができる。本センサでは、活性化エネルギーの値を温度センサのバイアス電圧と乗算器の累乗処理によって任意に設定することができる。

4. まとめ

品質の劣化をハードウェア上で動的に監視するセンサを提案し、チップ試作測定によって動作を確認した。アナログ・デジタル混載技術により広範囲な活性化エネルギーを設定できることを確認した。これによって様々な食品等の品質劣化を模擬することが可能となり、動的かつ効率的な品質保証を実現できる。

(文献: [1] Ueno K. et al., *Technical Program & Abstracts of the 4th IEEE Conference on Sensors*, p.186, (2005).)

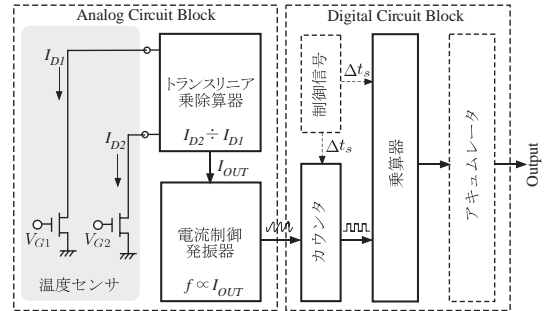


図 1. センサの回路構成

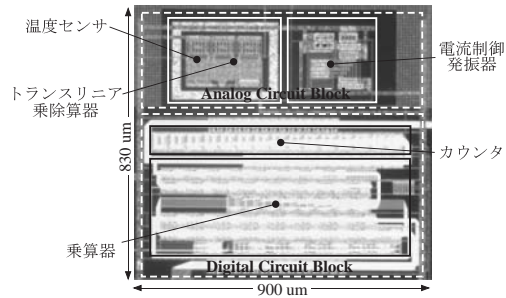


図 2. チップ写真

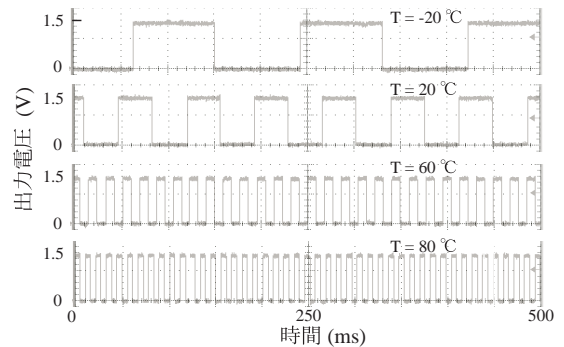


図 3. 電流制御発振器の出力波形

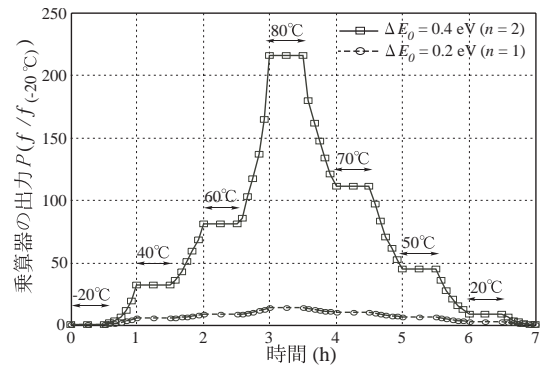


図 4. 温度が変化したときの乗算器の出力変化