

メカランド

フラッシュメモリ編

1. はじめに

PC 外部記憶装置は近年、大容量化、多様化、低コスト化等、目覚しく発展してきた。その中で半導体メモリの一つである USB (Universal Serial Bus) フラッシュメモリは、加えて低サイズ化が進み、扱いやすくなじみ深いものになってきた。今回はその小さなケースの中にどのような技術が詰まっているのかを紹介する。

2. フラッシュメモリとは

電氣的に書き換え（書き込み／消去）可能であり、電源を切ってもデータが保持される（不揮発）メモリである。代表的なフラッシュメモリとして NAND (否定論理積) 型、NOR (否定論理和) 型と呼ばれる 2 種類のものが挙げられる。NAND 型は大容量化、低消費電力、小型化が実現できる反面、ビット単位の書き込みができずページ書き込み（複数ビット単位での書き込み）になる。そのためデジタルカメラのデータ記録用メモリカード等の大容量ストレージデバイスとして用いられる。NOR 型はビット単位での書き込みができ、ランダムアクセスに強い。その反面、高速化が難しく、さらに 1 ビット当りのセルサイズが大きいいため大容量化に難がある。そのため携帯電話の制御プログラム用のメモリ等に用いられる。また一般的に消費電力が HDD (Hard Disk Drive) 等、他の記憶装置よりも少ないという利点がある。

3. フラッシュメモリの原理

3.1 不揮発性

図 1 は NAND 型フラッシュメモリセルの概念図である。論理データの“0”および“1”の記憶は浮遊ゲート内に蓄積された電子の量によって認識される。浮遊ゲートは絶縁膜であるシリコン酸化膜でコーティングされているため、注入または放出された電子は電源を切った後に出入りすることはない。これが不揮発性を実現するための基本的なメカニズムである。

3.2 書き込み

メモリセル基板を 0V にして、制御ゲートに高電圧（約 20V）を加える。すると、トンネル電流^(注1)が流れ、浮遊ゲートに電子が注入される〔図 1 (a)〕。

3.3 消去

制御ゲートに 0V を与え、P ウェルに高電圧（約 20V）を与える。選択ブロックの浮遊ゲートから基板の P ウェルへトンネル電流が流れ、浮遊ゲート中の電子が抜ける〔図 1 (b)〕。

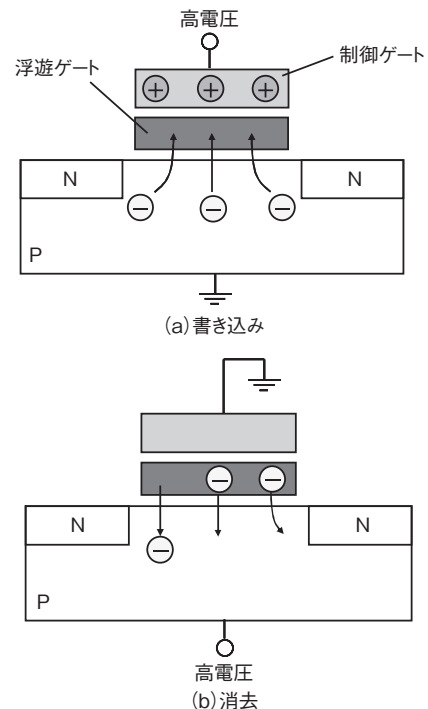


図 1 フラッシュメモリセル (NAND 型)

4. フラッシュメモリの弱点

不揮発性というメリットがある反面、書き込み回数に制限があるというデメリットもある。電子が浮遊ゲートに注入、放出される際、通過する電子によって浮遊ゲートをコーティングしているシリコン酸化膜が劣化し、絶縁の役割を果たせなくなる現象が起こるためである。

5. おわりに

これまで述べたようにフラッシュメモリは HDD や DVD、CD 等の記憶装置とは全く原理が異なることがわかる。そのため、消費電力の低減、耐衝撃性が高いなどのメリットがあり、なじみの深い USB フラッシュメモリ以外にもさまざまな用途でも使われている。さらには HDD の代わりにフラッシュメモリで構成された SSD (Solid State Drive) を搭載した PC も発売されており、今後さらなる発展が見込まれる。

(注1) トンネル電流：電圧を印加した状態で電気を通す二つの物体（導体）を非常に接近させると、物体同士が接触していなくても流れる電流。

〈文責 メカライフ編修委員〉