

# てくのろじい 解体新書

このコーナーでは東芝製品を支える  
優れた技術や最新の研究成果を紹介します

2010年8月



## NAND型フラッシュメモリ

**ニャンダロー：**SDカード、USBメモリ、デジタルオーディオプレーヤー、SSDなどの中に入っている<sup>ナンド</sup>NAND型フラッシュメモリ。「四日市工場に新工場をつくる」とか、よく話題になるんだけど、直接目にするのが少ないだけに、どんなものなのかよくわからないニャ。ということで、今回思い切って聞いてみることにしました。永嶋先生、よろしくお願いします！

**永嶋先生：**ニャンダロー君こんにちは。NAND型フラッシュメモリの大きな特徴は電源を切っても情報が消えないこと。「不揮発性メモリ」と呼ばれているよ。この特徴のために、パソコンに入っている<sup>ディーラム</sup>DRAMなどと違って、電源を切ってもメモリの中に情報を保存しておけるんだ。

### 今月の先生



セミコンダクター社  
メモリ応用技術部

ながしま ひろゆき  
永嶋 宏行さん

### ■記憶の原理

**ニャ：**NAND型フラッシュメモリはどうやって情報を記憶しているんですか？

**先生：**メモリチップは人体における細胞のように、膨大な量の「メモリセル」と呼ばれる素子からできているんだ。「メモリセル」は配線が交わる点に位置し、制御ゲートとシリコン基板との間に「浮遊ゲート」という場所を持っている（図1）。

この「浮遊ゲート」の中に電子が「ある」もしくは「ない」という状態をつくり、その状態により情報を記憶しているんだ。「浮遊ゲート」は電気を通さない絶縁膜によって周りが囲まれているので、中の電子は外に出ないし、また新たに入ることもないので、電源を切っても記録データはそのまま中に保存されたままになる。

**ニャ：**フラッシュメモリでは、単に情報を記憶しておくだけじゃなくて、何回もその情報を消したり、また新たに書き込んだりすることができますよね？

**先生：**そうだね。「書き込み」や「消去」は、電子に電圧をかけるとプラス（+）とマイナス（-）が引き付けられるという現象を利用している。（図2）のように、「書き込み」の時は「制御ゲート」側に高電圧（+）をかけると、そちらに近づこうとして電子（-）は、通常は絶縁状態の「トンネル酸化膜」を通過し、「浮遊ゲート」に移動する。反対に「消去」の時は、シリコン基板側に高

電圧（+）をかけて、「浮遊ゲート」にある電子（-）をシリコン基板に移動させる。これらの一つひとつの動きによって、情報は記憶されているんだよ。

### ■多値化と微細化

**ニャ：**SDカードやUSBメモリなどは1つでどんどん保存できる情報の量が多くなって、価格も安くなっていますよね？

**先生：**NAND型フラッシュメモリは「多値化」と「微細化」という2つの技術によって、大容量化しているんだ。

まず「多値化」の話しよう。「多値」とは文字通り、多くの値をメモリに記憶させることだ。基本の「2値」と言われるメモリでは、「高電圧をかける/かけない(0V)」という動作で、「浮遊ゲート」に電子が「ある」と「ない」の2通りの情報（1bit）の記録ができたね。これに対し、書き込み時の電圧量を細かく制御することで、電子が「ない」「少しある」「もっとある」「たくさんある」の4通りに記憶できれば、2値の2倍の情報量（2bits）を1つの素子に記憶できることになる。このように多値化することで、同じ素子数を持つメモリの記憶容量を増やしているよ。（図3）

次に「微細化」。メモリチップの中には目には見えない配線が沢山あって、この線の幅を重ならないようにどんどん細くしていくことで、同じ面積の中で多くの配線を引けるようにしている。これにより、配線の交わる点であるNANDセルも同様に小さくなり、



微細化ができる。SDカードなどは規格の大きさが決まっているので、線の微細化が進めば、それだけ大容量の情報と同じ面積のままで記憶できるようになるんだ。32nmの配線幅にまで微細化が進んだ現在では、(図4)のように、NAND型フラッシュメモリのチップの配線は、野球場に、0.3mmのシャープペンシルの芯を接触しないように敷き詰めるのと同じくらいのことをしているんだよ。

**ニヤ:** へー、気が遠くなりそうだニヤ。携帯電話やスマートフォンに入るmicroSDカードなんて、本当に小さいですよ。

**先生:** そうだね。「微細化」が進んで素子と素子の間隔が狭くなると、どうしても隣の素子の影響を受けてエラーが起きやすくなるんだけど、東芝では書き込みや読み出しの制御を工夫することで、その影響を抑えてエラーが起こらないようにしているんだ。

**ニヤ:** めざましい進化の影に地道な工夫ありということですね。こんなに小さなメモリの中に、実はとっても沢山の素子が入っていて、その中の電子をちみつ緻密に制御することで、情報を記憶しているんだということがよくわかりました。先生どうもありがとうございました。

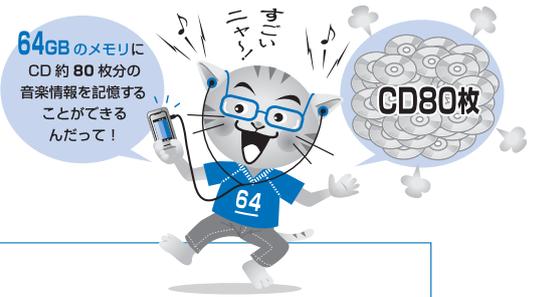


図1: NAND型フラッシュメモリの構造

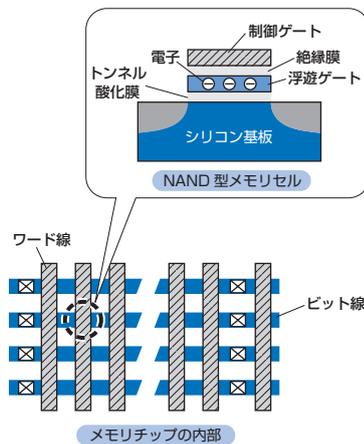


図3: 多値化技術

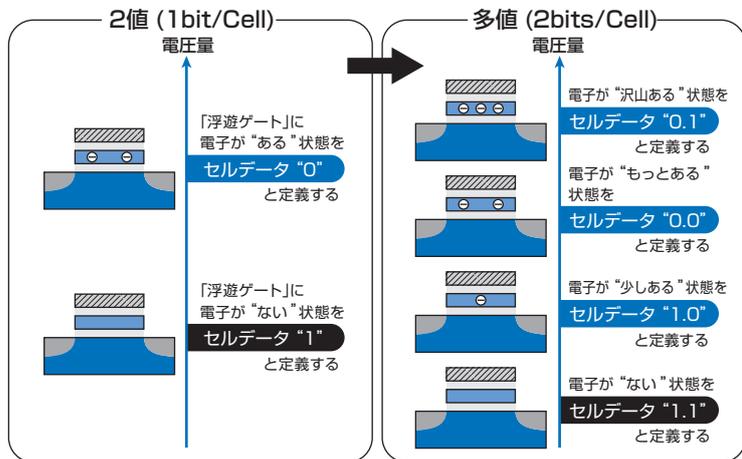


図2: NAND型フラッシュメモリの動作 (書き込みと消去)

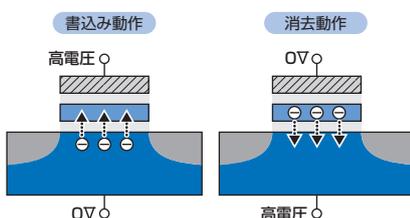


図4: 微細化技術

