

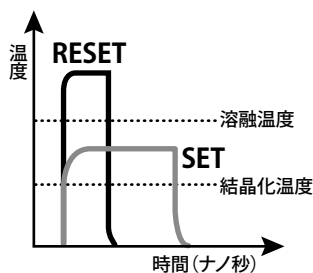
ストレージとしても使える新しい半導体メモリー 「ストレージ・クラス・メモリー」

IBMの研究所では、メモリーとストレージの間に位置する、新しいタイプのメモリー技術の研究・開発に取り組んでいます。研究されている複数の技術はいずれも不揮発性の半導体メモリーで、総称してストレージ・クラス・メモリー（以下、SCM）と呼ばれています。現在は不揮発性のメモリーとしてフラッシュ・メモリーが広く用いられていますが、読み出しに比べて書き込みが遅い、ブロック単位での消去が必要、書き換え回数に上限がある、などの弱点があります。SCMではこのような弱点を克服しフラッシュ・メモリーを置き換えるだけでなく、一部のDRAMやハードディスクを置き換えることも想定しています。当コラムでは、IBMが研究・開発しているSCMから代表的な2つをご紹介します。

■ 物質の結晶状態の変化を利用する「相変化メモリー」

相変化メモリー（Phase Change Memory：以下、PCM）では、相変化による抵抗値の変化を利用してデータの記録を行います。相変化とは、物質の状態が結晶状態（結晶質）と非結晶状態（非晶質、アモルファス）の間を変化することです。書き換え型のCDやDVDでは相変化による光の反射率の変化を記録・再生に利用していますが、PCMでは相変化による抵抗値の変化を利用して記録・再生を行います。PCMセルへの記録時の電圧、時間などを制御することによって相変化を起こさせます（図1）。

さらにPCMセルに抵抗値の変化が大きい物質を利用することにより、1つのセルに「0」「1」の2値ではなく多くの値を記憶させること、セルを多層に積み上げて製造することによる高密度化も研究されており、大容量、低価格となることが期待されています。



高温から急速に冷却させると非晶質となり、中温でしばらく保持すると結晶質となる。

図1. PCMの書き込み動作

■ 記録データがナノワイヤー上を移動する「Racetrackメモリー」

スピントロニクス技術を利用したRacetrackメモリー（Racetrack Memory）では、大別すると2種類のスピントロニクス技術が使われています。1つはデータの記録・再生技術、もう1つは記録（格納）されたデータを移動させることによる高密度化・大容量化の技術です。

データの記録にはスピン注入を利用し、再生には磁気トンネル接合（Magnetic Tunnel Junction：以下、MTJ）素子を利用しています。これらは、電荷の流れである「電流」ではなく、電子のスピンの流れである「電子スピン流」をMTJ素子の2層の磁性層の一方に注入することでその磁場方向を変化させ、その結果MTJ素子の抵抗値が変化することを利用したものです。これらは磁気抵抗ランダム・アクセス・メモリー（Magnetoresistive Random Access Memory：MRAM）の基盤の技術でもあります。

さらにRacetrackメモリーでは、磁性体で作られたナノワイヤー上の磁気領域（磁区）を、電子スピン流の注入で移動させることにより、複数ビットの

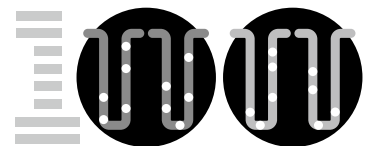


図2. IBM100周年記念のロゴの1つに採用されたRacetrackメモリー

データを1本のナノワイヤー上に記録することを可能としました。ビットデータが、競技用トラック（track）上を駆け巡る（race）ように移動することからRacetrackメモリーと名付けられました。ナノワイヤーを平面上に直線的に配置するのではなく、U字型に立体化することによって、単位面積当たりで記録できるビット数を増加させることに成功しており、大容量化、低価格化が期待されています（図2）。

当コラムでは2つのSCMをご紹介しました。これらが完成すれば、フラッシュ・メモリーやハードディスクに代わる、小型で省エネの大容量記憶装置が誕生することになります。また、一部のDRAMの代わりとしても使われるようになり、電源を入れるだけで、電源を落とす前の状態から即座に処理を再開できるコンピューターが実現できるかもしれません。