

11.5.3 MRAM

MRAM 是非揮發性的磁性隨機存取記憶體，其儲存資訊的方式與硬碟（Hard Disk）類似是利用具高敏感度的磁電阻材料製成，其擁有 **DRAM** 隨機存取的特質，記憶容量有潛力可與 **DRAM** 抗衡；資料寫入與讀取速度接近 **SRAM**；同時又具備低耗能、非揮發的特性，寫入次數又可達到無限次數，更重要的是其耗電量亦不會太大，並可以現有的 **CMOS** 製程生產，因此被公認為新一代的記憶體。總和來說，**MRAM** 含有快閃記憶體、**DRAM**、**SRAM** 與 **EEPROM** 的綜合能力。

MRAM 主要是以自旋電子（Spintronics）方式，透過磁化方向的不同來記錄 0 與 1，只要不增加外部磁場，磁化的方向就不會改變。其構造是在 2 個強磁性層中夾有一非強磁性層，2 層強磁性層的磁化朝相同方向（平行）時，是為 0，相反狀態（反平行）時則為 1，電阻將隨磁化方向平行或反平行呈現不同大小，如圖 11-26。

不過 **MRAM** 目前仍存在待解決的課題，方能將效能發揮極至，這些課題包括如何使磁電阻材料相容於標準 **CMOS** 製程技術以提高容量、及開發低溫製程等。

11.5.4 OUM

OUM 是利用 Ge、Sb 與 Te（ $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$, GST）等硫系三化合物為材質之薄膜來儲存資料。由於其是透過電晶體控制電源使其產生相變方式來儲存資料，因此，其在讀寫速度與次數上，都明顯落後 **MRAM** 與 **FeRAM**。但是 **OUM** 在記憶體細胞僅有 **MRAM** 與 **FRAM** 的 1/3，寫入電壓低，以及其易於 Logic 電路整合的優勢，使得 **OUM** 有相當發展的潛能。