

Kręcący się interes

Kłopoty z pamięcią, wcześniej czy później, dotyczą każdego. Nie jest od nich wolny przemysł elektroniczny. Pomimo ciągłego zwiększania pojemności i szybkości oraz zmniejszania ceny pojedynczej kości pamięci RAM (Random Access Memory) jest ona stale za mała, za wolna, za droga i zbyt energochłonna. W dodatku jej zawartość znika po odłączeniu źródła zasilania. Tej ostatniej wady nie ma pamięć typu flash, używana powszechnie w fotografii cyfrowej, telefonach komórkowych, pendrive'ach itp., ale jest za wolna i zbyt droga. Szybsze od najczęściej używanych DRAM (Dynamic Random Access Memory) są pamięci SRAM (Static Random Access Memory), ale ponieważ używają sześciu tranzystorów zamiast jednego, mają mniejszą pojemność na jednostkę objętości. Są jednak mniej energochłonne. Pamięć typu SRAM używana jest jako pamięć podręczna (cache) procesorów.

Widać wyraźnie, że przydałaby się pamięć szybsza od SRAM, trwalsza i mniej energochłonna niż flash oraz tańsza niż DRAM.

Prototyp takiego cudu techniki istnieje. Na przeszkodzie sukcesowi komercyjnemu stoi jeszcze cena, ale to chyba tylko kwestia czasu.

Tym cudownym urządzeniem jest MRAM (Magnetic Random Access Memory) i ma być pierwszym komercyjnym zastosowaniem spintroniki, czyli elektroniki, która do przetwarzania informacji wykorzystuje nie tylko ładunek, ale również spin, czyli wewnętrzny moment pędu elektronu (spin jest efektem czysto kwantowym).

MRAM przechowuje informację za pomocą dwóch bardzo cienkich warstw ferromagnetyka przedzielonych izolatorem. Opór takiej kanapki zależy bardzo silnie od tego, czy spiny w warstwach ferromagnetycznych są ułożone równolegle, czy antyrównolegle. Zmiana magnetyzacji w jednej z warstw na przeciwną odpowiada zmianie pojedynczego bitu informacji.

Na razie MRAM ustępuje jeszcze szybkością bardziej konwencjonalnym pamięciom. Działa z częstością około 100 MHz. Jest to spowodowane stosunkowo długim czasem relaksacji komórki pamięci po jej przełączeniu.

Istnieje jednak możliwość szybszego przełączania za pomocą tzw. impulsów balistycznych. Zamiast długiego stosunkowo słabego impulsu, po którym jeszcze trzeba poczekać na uspokojenie się stanu komórki, można zastosować odpowiednio dobrany krótki impuls, który prawie idealnie zmienia polaryzację warstwy o 180° .

To, co jest stosunkowo łatwe do uzyskania dla pojedynczej komórki w laboratorium, stanowi problem przy próbie praktycznego zastosowania na skalę przemysłową. W obecnie stosowanym rozwiązaniu komórki są ustawione w macierz. Pojedyncza komórka jest adresowana tak, jak w zabawie w okręty, przez podanie dwóch współrzędnych. Sygnał jest jednak wtedy podawany na cały szereg i na cały rząd komórek. Nawet jeżeli dobierze się parametry tak, żeby adresowana komórka przełączyła się bardzo szybko, to i tak trzeba będzie poczekać, aż pozostałe komórki z adresowanego rzędu i szeregu się uspokoją.

Przełom nastąpił dzięki pracy Schumachera [1]. Pomysł polega na takim dobraniu impulsów, żeby adresowana komórka zmieniła polaryzację o 180° , a komórki z adresowanego rzędu i szeregu zmieniły polaryzację o 360° , czyli tak naprawdę jej nie zmieniły!

Pomysł jest bardzo prosty, a jego realizacja jeszcze prostsza. To zresztą cecha charakterystyczna każdego genialnego pomysłu. Obydwa pulsy muszą mieć tę samą wysokość i ten sam czas trwania. W takim razie sygnał w adresowanej komórce ma tylko dwa razy większą amplitudę. Pomysł może działać ze względu na kształt zależności czasu potrzebnego na balistyczną zmianę polaryzacji od amplitudy impulsu. Kształt ten przypomina literę λ . Jeżeli narysuje się na jednym wykresie czas potrzebny do zmiany o 180° przy amplitudzie $2H$ (w zależności od H) i czas potrzebny do zmiany o 360° przy amplitudzie H , to okaże się, że pierwszy wykres jest przesunięty w lewo i istnieje punkt, w którym wykresy te się przecinają, a więc istnieje taka para czas-amplituda, która pozwala na dokonanie obydwu zmian w sposób balistyczny, czyli bez konieczności czekania na uspokojenie się komórek. Praktyczne testy tego rozwiązania właśnie w tej chwili (jesień 2005) się odbywają. Zrobiona według tego pomysłu pamięć ma działać z częstością rzędu 2,5 GHz.

Rozwiązanie jest już opatentowane. Bardzo możliwe, że dzięki temu sposobowi kręcenia spinami kolejny naukowiec pozbędzie się problemów materialnych.

Piotr ZALEWSKI

[1] H.W. Schumacher, *Ballistic bit addressing in a magnetic memory cell array* Appl. Phys. Lett. **87**(2005)042504