

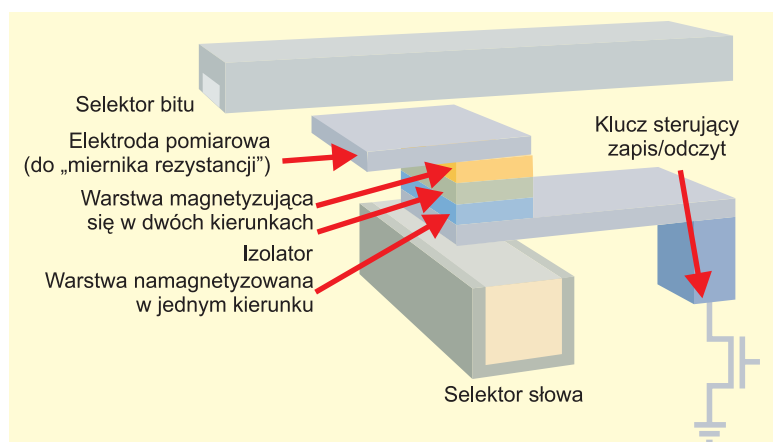
Mamy MRAM-y

Szczerze mówiąc nie spodziewałem się, że pamięć MRAM znajdzie się w sprzedaży w tym lub w przyszłym roku, zdecydowanie bardziej prawdopodobnym terminem był 2009 rok, który jako granicę wyznaczyła sobie firma IBM. Wyczekiwanie na pojawienie się na rynku pamięci MRAM wynika z ich nadzwyczajnej charakterystyki: łączą one bowiem w sobie zalety pamięci SRAM oraz Flash i – jak na razie – nie mają zbyt wielu wad. Dzięki swoim walorom użytkowym pamięci MRAM mają szansę zastąpić wszelkie inne rodzaje pamięci, bowiem z pewnością przydałyby się pamięć szybsza od SRAM, trwalsza i mniej energochłonna niż Flash lub FRAM oraz tańsza niż DRAM.

Zasada działania

Pamięć MRAM przechowuje informację w kanapce składającej się z dwóch cienkich warstw ferromagnetyka przedzielonych izolatorem (rys. 1). Opór elektryczny takiej kanapki zależy od tego, czy spiny w warstwach ferromagnetycznych są ułożone w tym samym kierunku, czy też są zorientowane przeciwnie. Zmiana kierunku magnetyzacji jednej z warstw odpowiada zmianie stanu pojedynczego bitu. Zmiana kierunku magnetyzacji odbywa się za pomocą impulsów prądu dostarczanego selektywnie do poszczególnych komór-

Półprzewodnikowe pamięci magnetyczne rodzą się od lat i to w dużych bólach. Wiele firm twierdzi, że technologię ich produkcji ma opanowaną (w tym roku po raz kolejny ogłosiły to Toshiba ora NEC, od lat chwali się takimi opracowaniami Infineon, IBM i kanadyjska firma Micromem), ale faktem jest, że to firma Freescale jako pierwsza wprowadziła pamięć MRAM do sprzedaży. Stało się to półtora miesiąca temu.



Rys. 1.

rek, natomiast odczyt stanu komórki wymaga zmierzenia jej rezystancji. Czas niezbędny do przemagnesowania pamiętającej warstwy magnetycznej ogranicza maksymalną prędkość zapisu danych, podobnie jak na czas odczytu ma znaczący wpływ sposób mierzenia rezystancji. Producenci i firmy prowadzące badania opracowa-

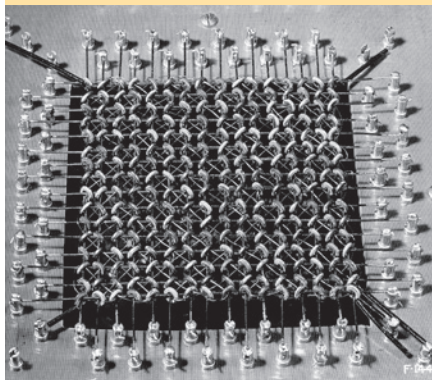
wali wiele różnych technik sterowania magnetycznymi komórkami pamięciowymi, które zapewniają czasy dostępu 20...40 ns, a eksperymentalne opracowania (jeszcze dalekie od skomercjalizowania) nawet 200 ps. Trudności z wdrożeniem takich układów do masowej produkcji wynikają z dużej złożoności zjawisk fizycznych, które trzeba uwzględnić w miniaturowych strukturach półprzewodnikowych – każdorazowy dostęp do pojedynczej komórki pamięci powoduje magnetyczne „poruszenie” komórek przypisanych rzędom i kolumnom, co niekorzystnie wpływa na czas dostępu do nich.

Od strony użytkowej

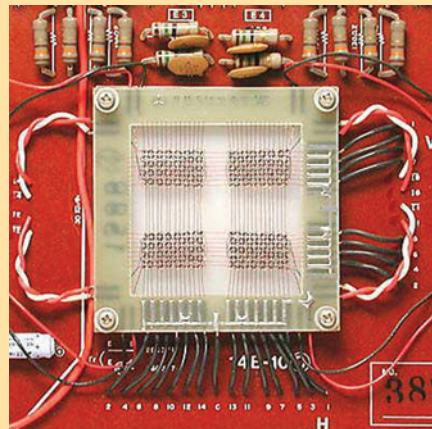
Oprócz dużej szybkości pracy i względnie niewielkiemu apetytowi na energię, najpoważniejszą zaletą pamięci MRAM jest nieograniczona liczba cykli zapisu danych (dla porównania: pamięci Flash mają żywotność 100000...1 mln cykli kasowanie-zapis).

Wprowadzona przez Freescale'a do sprzedaży pamięć MR2A16A ma pojemność 4 Mb i organizację 256kx16 (schemat blokowy pokazano na rys. 2). Jest ona przystosowana do

Pomysł z wykorzystaniem zjawisk magnetycznych do przechowywania cyfrowych danych nie jest nowy: pierwsze seryjne pamięci z rdzeniami magnetycznymi (szyte, jak na fot. 1) były używane w latach '40 ubiegłego wieku. Ich popularność trwała dość długo, bo jeszcze pod koniec lat '60 firma Casio produkowała kalkulatory z pamięcią podręczną tego typu (fot. 2).



Fot. 1. Już w latach '40 ubiegłego wieku były stosowane pamięci magnetyczne, „dziergane” cienkim drutem miedzianym na miniaturowych pierścieniach ferromagnetycznych



Fot. 2. Rdzeniowa pamięć magnetyczna z kalkulatora Casio AL1000 o pojemności 448 bitów

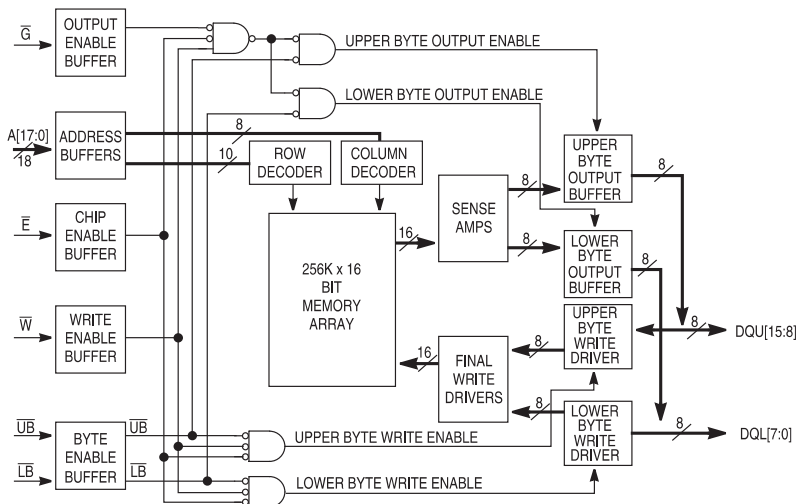
zasilania napięciem 3,3 V, przy czym linie I/O mogą współpracować z układami zewnętrznymi w standardzie napięciowym TTL. W nocie katalogowej prezentowanej pamięci pojawia się nowy, dotychczas niespotykany parametr, na który trzeba zwrócić uwagę: po ustaleniu się prawidłowej wartości napięcia zasilającego pamięć musi pozostać w stanie spoczynku przez co najmniej 1 μ s. Próby dostępu do matrycy pamięciowej są blokowane przez wewnętrzny układ zabezpieczający jej zawartość przed przypadkowym zamazaniem.

Co istotne, pamięci są dostarczane w standardowych obudowach TSSOP-II-44 i mają układ wyprowadzeń zgodny ze standardem przemysłowym (z zasilaniem po środku). Dzięki podzieleniu słowa

wejściowego na dwa bajty z niezależnymi selektorami dla zapisu i odczytu, pamięć można wykorzystać jak 8- lub 16-bitową.

W b r e w wstępnym sugestiom, pamięci MR2A16A nie biją rekordów ani jeśli chodzi o szybkość pracy, ani jeśli chodzi o pobór energii. Z po-

równania danych katalogowych wynika, że klasyczne pamięci Flash (jak choćby M29W040B czy NAND04Gx3C2A) pobierają maksymalnie 20...35 mA przy zasilaniu 3,3 V, lecz są wolniejsze. Z kolei asynchroniczna pamięć SRAM



Rys. 2.

IS61LV25616AL pobiera 100 mA i ma znacznie krótsze czasy dostępu niż prezentowana pamięć MRAM (max. 150 mA/35 ns). Nie jest więc prawdą, że pamięć MRAM jest szybszy niż SRAM i pobiera mniej energii niż Flash, ale jest spora szansa, że kolejne generacje tych układów będą bliższe ideału.

Kolejnym, chyba najistotniejszym, problemem jest wysoka cena układów MR2A16A. Na stronie producenta znajduje się informacja, że cena dla ilości produkcyjnych wynosi 25 USD/szt., co dyskwalifikuje takie rozwiązanie dla większości znanych mi potencjalnych aplikacji. Krytycy technologii MRAM wątpią w możliwość uzyskania w technologii MRAM rozmiarów komórek porównywalnych do takich, jaknie uzyskuje się w pamięciach Flash. A to właśnie wymia-

ry struktury w znacznym stopniu decydują o cenie układu.

Podsumowanie

Pamięć MRAM oferowaną przez Freescale, ze względu na wysoką cenę, traktujemy na razie jako ciekawostkę. Jest to bez wątpienia sukces technologiczny producenta, bowiem dotychczas wiele firm – pomimo znacznego zaawansowania prac badawczych – zrezygnowało z dalszego inwestowania w technologię MRAM, co dowodzi skali trudności w dopracowaniu szczegółów implementowanych rozwiązań.

Tak więc, biorąc pod uwagę zalety pierwszej generacji pamięci MRAM, czekamy na kolejne, miejmy nadzieję, że tańsze i zadowalające się co najmniej 50 mA.

Andrzej Gawryluk






Gamma Sp. z o.o.
ul. Kacza 6 lok. A
01-013 Warsaw, Poland
tel. +48 22 862 75 00
fax +48 22 862 75 01
e-mail: info@gamma.pl
www.gamma.pl

**32 bitowa rodzina
Mikroprocesorów
Freescale**

www.freescale.com



MRAM (*Magnetoresistive Random Access Memory*) – pamięć nieulotna typu RAM, wykorzystująca w działaniu *tunelowy efekt magnetorezystancyjny* lub zjawisko *gigantycznego oporu magnetycznego*. Komórka pamięciowa jest zbudowana z trzech warstw: miękkiej warstwy ferromagnetycznej, niemagnetycznej bariery tunelowej (izolatora) i twardej warstwy ferromagnetycznej. Zapis bitu polega na przemagnesowaniu miękkiego materiału magnetycznego przez płynący prąd, co powoduje zmianę rezystancji złącza. Odczyt dokonywany jest przez pomiar rezystancji.

Pamięć MRAM jest pierwszym komercyjnym zastosowaniem spintroniki, czyli elektroniki wykorzystującej w działaniu nie tylko ładunek elektryczny, ale także spin, czyli wewnętrzny moment pędu elektronu.

Szczegółowy opis zasady działania pamięci 1T1MTJ (oficjalna nazwa zastosowanej technologii przechowywania informacji) można znaleźć pod adresem:

<http://www.research.ibm.com/journal/rd/501/maffitt.html>.

Artykuł ten publikujemy także w postaci PDF na CD-EP9/2006B