

# Przełom w technologii FRAM

## Nowe pamięci nieulotne firmy Ramtron



Zelektronizowany współczesny świat wymaga stosowania coraz „mądrzejszych“ podzespołów, wśród których szczególnie szybko rozwijają się pamięci półprzewodnikowe. Jednym z istotnych przełomów na rynku pamięci było wprowadzenie do sprzedaży pamięci nieulotnych Flash i EEPROM, które od chwili powstania są coraz doskonalsze. Jednak niektóre ich wady, wynikające przede wszystkim z zasady działania, wymusiły na producentach poszukiwania alternatywnych technologii, za pomocą których można by stworzyć idealną pamięć nieulotną: umożliwiającą nieograniczoną liczbę wpisów i szybką jak SRAM, mogącą jednocześnie przechowywać zapisane dane bez żadnego zasilania przynajmniej przez kilka lat. Oto są! Pamięci FRAM (ang. Ferroelectric RAM) są już masowo (od kilkunastu tygodni) produkowane!

### Jak działa FRAM?

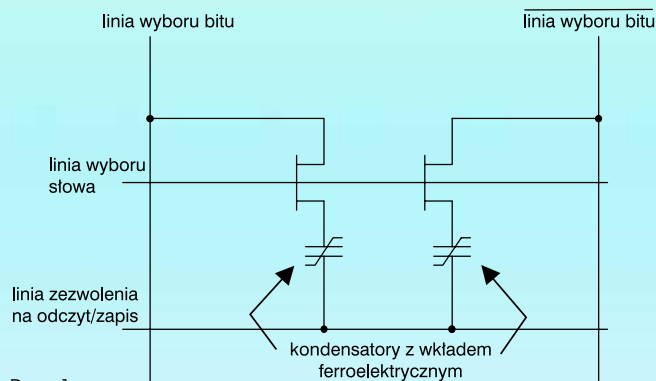
Istota działania pamięci FRAM jest - jak to zazwyczaj bywa z genialnymi pomysłami - niezwykle prosta i przypomina swoim działaniem znane od lat pamięci DRAM (budowę jednobitowej komórki pamięciowej typu 2T2C pokazano na rys. 1). Informacja o stanie komórki jest przechowywana w dwóch kondensatorach, w których klasyczny dielektryk zastąpiono cienką folią, zbudowaną z krystalicznych cząsteczek mających zdolność zapamiętywania kierunku wektora ostatnio oddziaływającego pola elektrycznego. Na rys. 2 pokazano budowę takiej cząsteczki, która jest podstawowym elementem pamięciowym pamięci FRAM. Ponieważ zapisanie bitu wymaga zmiany położenia tylko jednego atomu, wymagań do przeprowadzenia tej operacji energia jest mała, a proces zapisu trwa bardzo krótko. Z tego wynikają podstawowe przewagi pamięci FRAM na konkurencyjnymi pamięciami EEPROM lub Flash:

*Kilka lat temu pisaliśmy w EP o próbach prowadzonych przez ówczesną firmę Siemens, Xicora i mało znaną w Polsce firmę Ramtron z pamięciami nieulotnymi nowej generacji - FRAM. Po 30 miesiącach można je już kupić, o czym z zadowoleniem informujemy Czytelników.*

- brak długiego czasu „zapisu“, który w najdoskonalszych wysokonakładowych pamięciach wynosił ok. 5ms, a standardowo 10..50ms, w wyniku czego pamięć FRAM zachowuje się z punktu widzenia użytkownika jak SRAM,
  - radykalne obniżenie poboru mocy, ponieważ zmiana położenia atomu w cząsteczce krystalicznej nie wymaga podwyższonego napięcia programującego,
  - radykalne zwiększenie liczby cykli zapisu, która dla pamięci FRAM wynosi od 1mld. do 10mld., a najnowszych (tylko niektórych) pamięciach EEPROM nie przekracza 10mln.
- Jak z pewnością zauważą Czytelnicy znający budowę komórek pamięci DRAM, komórka pokazana na rys. 1 nie jest

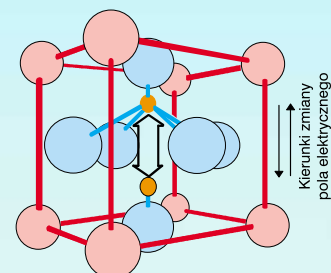
zować potencjalne negatywne dla użytkownika skutki niedoskonałości wdrażanej wtedy technologii. Obecnie lider rynku - firma Ramtron - wprowadza pamięci, w których budowa komórki jest niemal ścisłym odpowiednikiem komórki pamięciowej pamięci DRAM ponieważ składa się z zaledwie jednego tranzystora i jednego kondensatora (1T1C). Jej budowę pokazano na rys. 3. Pamięci z komórkami 1T1C wykonywane są w technologii 0,35µm.

O ile sposób zapisu informacji do komórki pamięciowej z ferroelektrycznym kondensatorem wydaje się być dość oczywisty, to jej odczyt jest nieco utrudniony. Wynika to faktu, że nie ma możliwości bezpośredniego sprawdzenia położenia rucho-

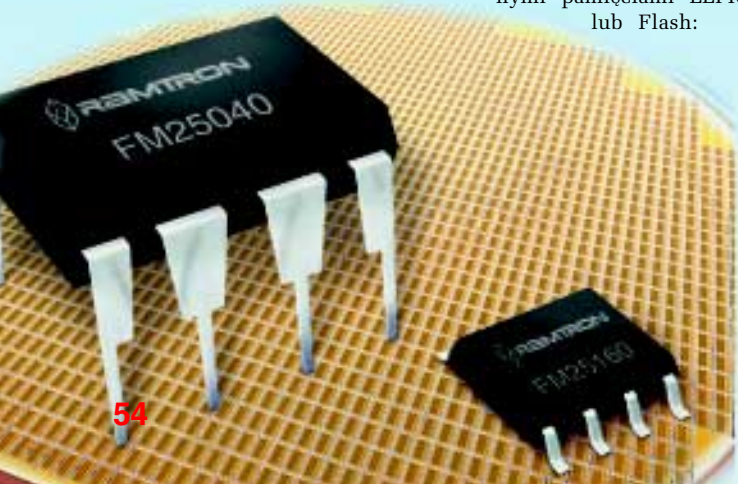


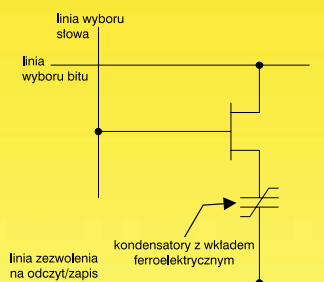
Rys. 1.

odpowiednikiem współcześnie stosowanych w nich komórek pamięciowych, ponieważ składa się z aż dwóch tranzystorów i dwóch kondensatorów (stąd nazwa 2T2C). Rozwiązanie to zastosowano w pamięciach FRAM na samym początku ich istnienia (pierwsze „seryjne“ układy pojawiły się w 1993 roku), aby zminimalizować



Rys. 2.





Rys. 3.

mego atomu w kryształ. Z tego powodu odczyt przebiega następująco:

- Do okładzin kondensatora przykładane jest napięcie o określonej polaryzacji, w wyniku czego ruchomy atom przemieszcza się lub nie, w zależności od poprzednio zajmowanej pozycji.
- Wbudowany w strukturę układu detektor spełniający jednocześnie rolę komparatora sprawdza, jak duży ładunek elektryczny emituje tak pobudzony kondensator. Jeżeli atom nie zmienił swojego położenia, to wy-

emitowany ładunek jest niewielki, w przeciwnym przypadku znacznie większy.

- Wbudowany w strukturę pamięci układ automatycznie odtwarza poprzednią zawartość komórek pamięciowych (bo część z odczytanych komórek zmienia stan na przeciwny!), co w najgorszym przypadku zabiera ok. 100..120ns.

Ten dość skomplikowany proces jest całkowicie „przezroczysty“ dla użytkownika.

### Dostępne pamięci FRAM

Ramtron jest jak na razie jedyną firmą produkującą pamięci FRAM, od niedawna, po pokonaniu trudności technologicznych, także na dużą skalę. Są wśród nich pamięci z interfejsem równoległym (8-bitowe), a także z interfejsami szeregowymi SPI i I<sup>2</sup>C, w tym szeregi odpowiedników układów tworzących standard przemysłowy (24Cxx/25xx itp.). Proces doskonalenia technologii produkcji pamięci FRAM posunął się tak daleko, że są już dostępne niskonapięciowe (2,7..3,6V) warianty dotychczas produkowanych pamięci.

W tab. 1 zawarto zestawienie podstawowych parametrów obecnie dostępnych pamięci FRAM.

**Andrzej Gawryluk, AVT**

*Szczegółowe informacje o układach FRAM firmy Ramtron są dostępne w Internecie pod adresem [www.ramtron.com](http://www.ramtron.com).*



**Tab. 1. Zestawienie podstawowych parametrów dostępnych pamięci FRAM.**

Pamięci FRAM z interfejsem szeregowym				
Typ	Pojemność	Interfejs	Częstotliwość taktowania	Napięcie zasilania
FM24C04	4kb	I <sup>2</sup> C	400KHz	5V
FM24C16	16kb	I <sup>2</sup> C	400KHz	5V
FM24CL16	16kb	I <sup>2</sup> C	1MHz	2,7..5,5V
FM24C64	64kb	I <sup>2</sup> C	1MHz	5V
FM24C256	256kb	I <sup>2</sup> C	1MHz	5V
FM25040	4kb	SPI mode 0	2,1MHz	5V
FM25160	16kb	SPI mode 0	2,1MHz	5V
FM25C160	16kb	SPI mode 0&3	5MHz	5V
FM25640	64kb	SPI mode 0&3	5MHz	5V
FM24CL64	64kb	I <sup>2</sup> C	1MHz	2,7..5,5V
Pamięci FRAM z interfejsem równoległym				
Typ	Pojemność	Interfejs	Czas dostępu	Napięcie zasilania
FM1608	64kb	Równoległy	120ns	5V
FM1808	256kb	Równoległy	70ns	5V
FM18L08	256kb	Równoległy	70ns	2,7..3,6V