

# Elektronika

## Ostatnich 15 lat rozwoju i co dalej?



15 lat istnienia naszego czasopisma to okres, w którym nastąpiły wielkie zmiany w elektronice, a zwłaszcza w mikroelektronice.

Mikroelektronika, będąc działem elektroniki zajmującym się działaniem, konstrukcją i technologią układów scalonych, dokonała olbrzymiego postępu. Szczególny postęp widać w przypadku techniki mikroprocesorowej. Wykorzystuje się ją obecnie w urządzeniach, w których jeszcze 15 lat temu nikt by się jej nie spodziewał. Ze względu na ceny mikrokontrolerów, ich dostępność, jak i łatwość wykorzystania są one chętnie używane jako zamienniki tradycyjnych sterowników sprzętu powszechnego użytku.

Jeszcze do niedawna obecność mikroprocesora w nieskomplikowanych aplikacjach wydawała się nonsensem czy marnotrawstwem, dziś sytuacja zmienia się diametralnie. Mikroprocesor, dotychczas używany w technice militarnej, pojawił się w domowej czujce alarmowej.

Wielkość rynku zbytu pchnęła duże korporacje, będące potentatami w dziedzinie mikroelektroniki, do wdrożenia do produkcji zróżnicowanych serii miniaturowych mikrokontrolerów. Pierwotnie były to mikrokontrolery 4-bitowe, obecnie już 32-bitowe. Przy-

kładem są takie firmy, jak ATMEL, MICROCHIP, STMICROELECTRONICS, TEXAS INSTRUMENTS, INTEL, ZILOG, HITACHI i MOTOROLA.

W efekcie ciągłego rozwoju mikroelektroniki, dużego popytu i konkurencji ceny mikrokontrolerów wciąż maleją, a ich możliwości – równie szybko rosną. Cena pojedynczego kontrolera 8-bitowego spadła w ciągu tych 15 lat stukrotnie.

Elastyczność i uniwersalność sterownika mikroprocesorowego, jego duże możliwości przy niskim poborze energii, niski koszt montażu i miniaturowe wymiary powodują, że mikrokontrolery spotykamy we wszystkich składnikach systemów alarmowych. Wykorzystuje się je szczególnie chętnie w urządzeniach produkowanych na małą i średnią skalę, gdzie koszty realizacji na zamówienie układu typu ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) byłyby zbyt duże. Często okazuje się również, że układ oparty na mikrokontrolerze może być tańszy (wliczając koszty montażu i serwisu) niż jego odpowiednik w postaci prostego układu wykonanego na bazie elementów dyskretnych.

Konsekwencją rozwoju mikroelektroniki jest też fakt, że coraz częściej dochodzi do

sytuacji, iż o cenie danego produktu decyduje warstwa software'u (oprogramowania), nie zaś hardware'u (sprzętu).

Do rozwoju mikroelektroniki przyczyniły się osiągnięcia fizyki ciała stałego (fizyki cienkich i grubych warstw), a także postęp w otrzymywaniu superczystych materiałów o pożądanej strukturze krystalograficznej i odpowiedniej koncentracji domieszek. Największe sukcesy osiągnięto w produkcji monolitycznych układów scalonych, co umożliwia ogromną miniaturyzację elementów. Ich produkcja charakteryzuje się małymi kosztami ze względu na rozbicie procesu technologicznego na operacje, w których jednocześnie poddaje się obróbce kilkadziesiąt płytek półprzewodnikowych.

Dalszy rozwój mikroelektroniki zmierza w kierunku zwiększenia gęstości upakowania elementów i wykorzystania zjawisk fizycznych zachodzących w materiałach pod wpływem różnorodnych czynników (pola elektromagnetycznego, fal akustycznych, temperatury). Rozwój skupia się na opracowywaniu nowych technologii i nowych materiałów. Podstawowym materiałem pozostanie jeszcze przez wiele lat krzem,

trwają jednak prace nad zastosowaniem nowych materiałów półprzewodnikowych, głównie arsenku galu (Ga-As), Jego właściwości umożliwiają zwiększenie o rząd wielkości szybkości działania układów scalonych.

Powstała nowa dziedzina mikroelektroniki – mikroelektronika molekularna. Wytwarzanie elementów elektronicznych techniką mikroelektroniki molekularnej polega na kolejnym nakładaniu warstw o grubości porównywalnej z wymiarami cząsteczek. Molekularna bramka NAND pobiera skrajnie małą moc, gdyż nośnikiem informacji binarnej jest pojedynczy elektron, a jej wymiary liniowe są ok. 100 razy mniejsze niż najmniejsze teoretycznie możliwe wymiary półprzewodnikowej bramki NAND.

Prawo Moore'a w oryginalnym sformułowaniu mówi, że ekonomicznie optymalna liczba tranzystorów w układzie scalonym podwaja się co 18 miesięcy. Obserwację tę przypisuje się Gordonowi Moore'owi, jednemu z założycieli firmy INTEL, byłemu dyrektorowi wykonawczemu, a obecnie emerytowanemu członkowi zarządu koncernu. Termin ten jest też używany do określenia praktycznie dowolnego postępu technolo-

gicznego. „Prawo Moore'a” mówiące, że „moc obliczeniowa komputerów podwaja się co 18 miesięcy”, jest nawet popularniejsze od oryginalnego sformułowania. Podobnie (jednak z innym okresem) mówi się o stosunku mocy obliczeniowej do kosztu, liczby tranzystorów w stosunku do powierzchni układu, rozmiarach RAM, pojemności dysków twardych, przepustowości sieci.

W listopadzie 2006 r. Moore oświadczył, że wg niego za 2–3 lata (w 2008 lub 2009 r.) przestanie ono obowiązywać. Tymczasem już w styczniu 2007 r. INTEL poinformował o wykorzystaniu dwóch zupełnie nowych materiałów do budowania ścian izolacyjnych i bramek w swoich 45-nanometrowych tranzystorach.

Zdaniem firmy stanowi to jeden z największych przełomów w technologii tranzystorowej – około 400 nowych 45-nanometrowych tranzystorów INTELA może zmieścić się na powierzchni ludzkiej czerwonej krwinki. Już pojawiły się pierwsze czterordzeniowe procesory Penryn (820 mln tranzystorów) wykorzystujące nową technologię – na rynku będą dostępne w drugim półroczu tego roku.

INTEL oznajmił, że opracował technologię, która sprawi, że prawo Moore'a będzie aktualne jeszcze przez co najmniej 10 lat. Oznacza to, że możliwa będzie produkcja procesorów osiągających prędkość nawet 20 GHz i zawierających około miliarda tranzystorów. Pierwszy „tranzystorowy” procesor IBM zawierał ich ok. 2000, Pentium 4 zbudowano na 42 mln tranzystorów.

Na 2008 r. zapowiadane jest wejście na rynek ośmiordzeniowych procesorów wykonanych w technologii 32 nm. W obliczu tych informacji Prawo Moore'a uległo dezaktualizacji,

Jedynym czynnikiem zapewniającym racjonalność zasady Moore'a jest miniaturyzacja. Rozmiary elementów układów scalonych nie mogą się jednak zmniejszać w nieskończoność. Jak twierdzi Moore, w ciągu 10 – 20 lat naukowcy powinni osiągnąć rozmiar atomu, będący granicą procesu miniaturyzacji.

Postęp jest coraz szybszy, a do czego prowadzi i jakie będą konsekwencje rozwoju technologii można dowiedzieć się z literatury sf (*science fiction*). Osobiście polecam książkę Stanisława Lema „Okamgnienie”, będącą księgą prorocत्व spełniających się na naszych oczach.