

Moduły Flash w ofercie dystrybucyjnej MSC

Historia pamięci Flash liczy sobie blisko 15 lat. Pierwsza karta Compact Flash Medium o pojemności czterech megabajtów została wprowadzona na rynek w 1994 roku przez firmę SanDisk. W roku 1998 firma Sony zaprezentowała pierwszą kartę pamięci Memory Stick, a dwa lata później IBM przedstawił pierwszą pamięć 8 MB z wbudowanym interfejsem USB.

Po upowszechnieniu się kart pamięci przeznaczonych do pracy jako nośniki danych w elektronice konsumenckiej, głównie w aparatach cyfrowych, przyszedł czas na półprzewodnikowe odpowiedniki dysków twardej SSD (Solid State Disc). Produkty te zapowiadane były już od roku 1999, ale ich właściwa premiera nastąpiła dopiero w roku 2005. Wtedy to zostały wprowadzone na rynek pierwsze dyski SSD w formatach 1,8" oraz 2,5" przez firmę Samsung, a w chwilę później przez inne firmy.

Dostępne na rynku pamięci Flash wykonywane są w jednej z dwóch technologii: SLC oraz MLC. Single-



Fot. 2. Dysk 32GB SSD z interfejsem SATA w obudowie aluminiowej

Level-Cell (SLC) to pamięć, w której jedna komórka przechowuje 1 bit informacji, Multi-Level-Cell (MLC) w zależności od wykonania może przechowywać od 2 do 4 bitów, co przekłada się na większą gęstość zapisu i lepszą cenę, ale niestety także na większy czas dostępu do danych i zwiększone prawdopodobieństwo wystąpienia błędu odczytu. Pamięci

typu SLC zapewniają szybki zapis i odczyt danych, są jednak droższe niż elementy typu MLC, które mogą kodować w jednej komórce więcej bitów pamięci.

Proces zapisu oraz kasowania danych

Kasowanie zawartości pamięci Flash polega na usunięciu ładunku elektrycznego z kanału tranzystora MOS z pływającą bramką, przechowującego informację i jest ono nieodłączną częścią operacji zapisu, podobnie jak było to w pamięciach EPROM. Operacja kasowania dotyczy bloków obejmujących wiele komórek, co wynika z podziału pamięci na strony.

Zapis danych polega na wprowadzeniu elektronów do kanału tranzystora MOS poprzez cienką warstwę tlenku izolacyjnego. Elektrony przenikają przez warstwę tlenkową, przez co podczas każdego procesu kasowania warstwa tlenkowa staje się trochę cieńsza, co z czasem prowadzi do całkowitego zaniku komórki. Dlatego producenci pamięci Flash podają w kartach danych określoną żywotność wyrażoną najczęściej w cyklach



Fot. 1. 32-megabajtowa karta Compact Flash z 1997 roku



Fot. 3. Pamięci Flash z interfejsem USB

zapisu/kasowania. W przypadku pamięci SLC wartość ta wynosi obecnie około 100000 cykli, przy układach MLC żywotność typowa wynosi znacznie mniej, czyli około 10000 cykli. Producenci gwarantują także, iż zapisane dane będą utrzymywane przez okres, typowo około 10 lat. Warto pamiętać, że wartości te są podawane przeważnie dla temperatury 25°C.

Na skutek istnienia podziału na strony i konieczności skasowania danych przed zapisem, szybkość zapisu jest mniejsza od odczytu. W niektórych przypadkach różnice między za-

pisem a odczytem są bardzo duże, co wynika z konstrukcji układu, a więc liczby układów pamięci składających się na dysk i ich organizacji bitowej. Układ zarządzający pracą pamięci rozpoznaje i ukrywa uszkodzenia poszczególnych komórek i protokołuje w zabezpieczonym obszarze, w tzw. obszarze zapasowym. Aby pamięć Flash służyła możliwie jak najdłużej, stosowany jest tzw. proces niwelacji zużycia *wear-leveling*. Zapewnia on równomierne wykorzystanie pamięci tak, że cykle kasowania/zapisu zaczynają się nie zawsze od adresu 0, lecz są rozdzielane możliwie równocześnie na cały obszar układu. Oznacza to, że nie da się dokładnie określić maksymalnej liczby cykli kasowania pamięci Flash, co jest pewną przeszkodą w upowszechnieniu się tych produktów w aplikacjach przemysłowych. Wielu producentów dostarcza narzędzia programowe pozwalające odczytać informacje na temat liczby uszkodzonych komórek, co daje możliwość oceny jakości pracy tych układów.

Jeżeli komórka pamięci Flash jest zapisywana wyjątkowo często, istotny staje się algorytm pracy sterownika, w jaki sposób dokonywana jest niwelacja zużycia i zarządzanie uszkodzonymi blokami, jaką temperaturę osiąga struktura podczas zapisu, ile rezerwowych bloków pamięci zostało już użytych, ile bitów nadmiarowych wykorzystują obwody korekcji błędów ECC, które wahają się w zależności od producenta od 2 aż do 7. W typowym przypadku dysku SSD rezerwowane jest 2% jego całkowitej pojemności na blok rezerwowany.

W przypadku dysków SSD niektórzy producenci implementują funkcję S.M.A.R.T. znaną z dysków HDD. S.M.A.R.T. jest stosowany dla monitoringu, analizy stanu dysku. Pozwala również na monitorowanie błędów, kontrolę wartości granicznych, kontrolę temperatury, zliczanie godzin roboczych.

Firma MSC oferuje kompletną gamę produktów Flash: karty pamięci, dyski z interfejsem USB lub SSD

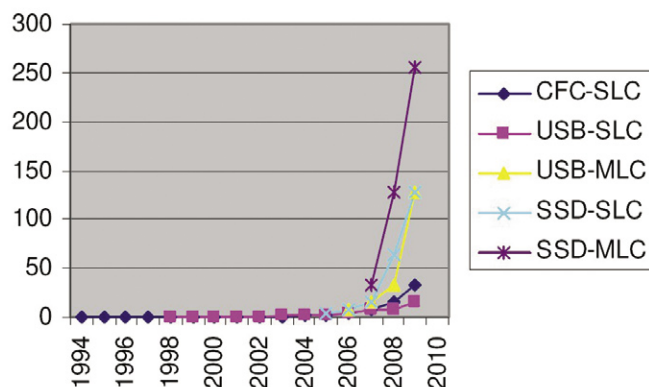
o różnym przeznaczeniu, o różnej dopuszczalnej liczbie cykli zapisu i kasowania, prędkości odczytu i zapisu, czasie dostępu, MTBF i zakresie temperatur pracy. Kryteria wyboru obejmują również wersję cenową układu pamięci.

MSC współpracuje z producentem sterowników do pamięci półprzewodnikowych, firmą Hyperstone oraz w zakresie pamięci Flash ze światowym liderem, firmą Samsung. Wysoka jakość produktów Flash firmy Samsung oraz doświadczenie firmy Hyperstone w dziedzinie sterowników pozwala optymalnie tworzyć wariantowe układy pamięci dla producentów OEM. MSC oferuje klientom ponadto usługi związane z programowaniem i etykietowaniem układów.

W ofercie dostępne są karty SD o pojemności od 256 MB do 2 GB i od 4 do 16 GB w przypadku kart SDHC. Obok własnych produktów firma MSC oferuje produkty producentów takich jak: SanDisk, Samsung, Kingmax, PQI oraz TRS-Star. Oferowane karty również w rozszerzonym zakresie temperatur oraz jako „industrial grade”.

Obecnie na rynku dostępne są dyski SSD o pojemności od 16 do 64 GB, wkrótce pojawią się wersje 128 GB. Ich cena z pewnością jest jeszcze wysoka, ale ta sytuacja zmieni się w ciągu najbliższych 1...2 lat, kiedy na rynku pojawią się dyski SSD z nowymi pamięciami MLC przeznaczone na rynek masowy. Większość dysków SSD oferowana jest w formacie 2,5”, ale dostępne są także wersje 1,8” oraz 3,5”. Oprócz wysokiej odporności mechanicznej produkty te pracują w szerszym zakresie temperatur i mają trwałość wynoszącą ponad 100 lat pracy. Warianty wykonania obejmują wersje o różnej budowie: z pamięcią SLC lub MLC, różnym oprogramowaniem, budowie, strukturze, systemach korekcji błędów, zakresie temperatur pracy, wielkości czasu MTBF itd. Przekłada się to na duże różnice w cenach przy tej samej pojemności. Przykładowy dysk SSD 16 GB wyposażony w pamięć MLC oraz wolniejszy sterownik (odczyt przy 30 MB/s, zapis 20 MB/s) może być 2 razy tańszy od dysku 16 GB z pamięcią SLC i szybkim sterownikiem (odczyt 100 MB/s, zapis przy 80 MB/s).

Robert Herth
MSC Vertriebs GmbH



Rys. 4. Wykres obrazuje jak zmieniła się w ostatnich latach pojemność (w GB) dla różnych nośników. Zgodnie z danymi wielkość rynku w 2007 roku wynosiła 13,9 mld dolarów, w 2008 już 15,2 mld