

# SSD - BUDOWA I CHARAKTERYSTYKA

---

## Spis treści

|                                              |   |
|----------------------------------------------|---|
| SSD - SOLID STATE DRIVE.....                 | 2 |
| Kontroler .....                              | 3 |
| ZASTOSOWANIE .....                           | 3 |
| ZASADA DZIAŁANIA .....                       | 3 |
| PAMIĘCI NAND .....                           | 4 |
| PAMIĘCI NOR.....                             | 4 |
| Technologie zwiększające gęstość zapisu..... | 4 |
| SSD - BUDOWA .....                           | 5 |
| PAMIĘĆ FLASH .....                           | 5 |
| KONTROLER .....                              | 5 |
| PAMIĘĆ CACHE .....                           | 6 |
| ZŁĄCZE SATA.....                             | 6 |
| ZŁĄCZE ZASILANIA .....                       | 6 |
| INTERFEJSY .....                             | 6 |
| SATA SSD Interface .....                     | 6 |
| mSATA SSD Interface.....                     | 6 |
| SATA Express Interface.....                  | 6 |
| PCIE SSD Interface .....                     | 7 |
| M.2 Connectors .....                         | 7 |
| ZALETY .....                                 | 7 |
| WADY.....                                    | 7 |

## SSD - SOLID STATE DRIVE

Uwaga ! materiały zawarte tutaj dotyczące wad i zalet SSD mogą być kontrowersyjne

SSD opracowano początkowo dla komputerów, w których tradycyjne dyski okazywały się zbyt powolne lub zbyt wrażliwe, na przykład dla super wydajnych serwerów i dla armii. Pierwsze dyski SSD składały się ze zwykłych modułów pamięci, takich jakie służą każdemu komputerowi jako pamięć operacyjna. Bateria buforowa dbała o to, aby zawartość dysku pozostała zachowana również po wyłączeniu komputera.

Współczesne napędy SSD składają się natomiast prawie wyłącznie z pamięci typu flash. Ten rodzaj pamięci umożliwia przechowywanie zapisanych w niej danych bez konieczności dostarczenia zasilania. Jest to pamięć nieulotna, co odróżnia ją od pamięci RAM.



Standardem jest uniwersalny format 2,5 cala, dla napędów SATA 6 Gb/s oraz grubość obudowy 7 mm.

Pamięci NAND są głównym elementem dysku SSD i służą do przechowywania danych.

W SSD pamięci pogrupowane są w moduły (kości) i umieszczone na płycie PCB.



Technologia MLC (Multi Level Cell). Pamięci oparte na tym rozwiązaniu mają najlepszy stosunek wydajności do żywotności oraz przystępną cenę. W pojedynczej komórce pamięci MLC można zapisać 2 bity danych.

Na rynku można znaleźć również profesjonalne dyski z pamięciami SLC (Single Level Cell), gdzie pojedyncza komórka jest nośnikiem dla 1 bita danych. Cechuje je bardzo wysoka niezawodność, ale też wysoka cena. Stosunkowo nowym rozwiązaniem są pamięci TLC (Triple Level Cell) – o wysokiej gęstości zapisu danych, 3 bity w komórce. Są tanie, ale ich żywotność jest kilkukrotnie krótsza od cyklu życia pamięci MLC.

## Kontroler

Układ sterujący pracą dysku to kontroler. Realizuje on wszystkie zadania związane z zapisem, odczytem i kolejkowaniem danych. Niezawodność kontrolera jest w przypadku napędów SSD niezwykle istotna. Kontroler decyduje choćby o tym, do których komórek pamięci zapisywane są dane. Pozwala to na przedłużenie żywotności dysku, a więc gwarantuje jego bezawaryjną pracę przez wiele lat. Jedną z firm znanych z produkcji wysokiej jakości kontrolerów jest Marvell. Wykorzystuje je dość szeroko Plextor. W segmencie budżetowym znajdziemy również rozwiązania takich marek jak Silicon Motion czy Phison. Niektórzy producenci dysków SSD, choćby Intel, stosują również własne kontrolery.

Z pracą kontrolera bardzo ściśle związana jest kwestia pamięci podręcznej (cache) – dodatkowego modułu DRAM, umieszczonego na płycie PCB. Pełni ona rolę zasobnika, swoistej kieszeni, która ułatwia kontrolerowi kolejkovanie zadań. W powszechnej opinii, im cache jest większy tym lepiej. Nie jest to regułą. Więcej pamięci podręcznej znajdziemy zwykle w dyskach o większej pojemności, które oferują wyższą prędkość zapisu danych. Z drugiej strony, starsze napędy SSD oparte na popularnych kontrolerach SandForce, nie mają w ogóle pamięci podręcznej.

## ZASTOSOWANIE

- w komputerach przenośnych: napędy SSD są już stosowane w niektórych [notebookach](#) i w małych, ale bardzo szybkich, subnotebookach. Tańsze modele mają z reguły małe napędy SSD o pojemności 4 lub 8 GB, większe dyski trafiają tylko do bardzo drogich [netbooków](#).
- w serwerach: napędy SSD stosowane są przede wszystkim w tych urządzeniach, które muszą przetwarzać tysiące zapytań równocześnie, na przykład w serwerach z dużymi bazami danych.

## ZASADA DZIAŁANIA

Pamięci flash to rodzaj trwałej pamięci, która stanowi konstrukcyjne rozwinięcie pamięci EEPROM czyli pamięci programowanej i kasowanej na drodze czysto elektrycznej.

Zasada działania samej komórki pamięci jest analogiczna do komórki pamięci operacyjnej DRAM. Jednak w odróżnieniu od niej flash nie wymaga stałego zasilania bo zamiast kondensatora stosowany jest drugi tranzystor – bramka pływająca, która przy przyłożonym napięciu potrafi na stałe przechowywać elektrony.

Co więcej, potrafi to także wtedy, kiedy napięcie zostanie potem odłączone. W połączeniu z bramką sterującą tworzą komórkę pamięci przechowującą jeden bit informacji.

Komórki te mogą być ułożone na dwa sposoby, ale zawsze tworzą one wiersze i kolumny.

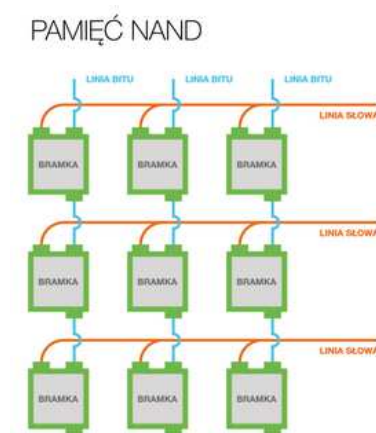
Pierwszy z nich wykorzystuje operator logiczny NOR, a same komórki połączone są ze sobą równolegle. Pozwala to odczytywać i zapisywać pojedyncze komórki pamięci.

Obecnie w większości SSD stosowane są pamięci typu NAND, gdzie linie bitu połączone są szeregowo, a odczyt odbywa się całymi wierszami.

Zastosowanie logiki NAND ma istotną przewagę nad teoretycznie bardziej precyzyjnymi pamięciami korzystającymi z logiki NOR – są one zdecydowanie mniej skomplikowane co odbija się na niższych kosztach ich produkcji.

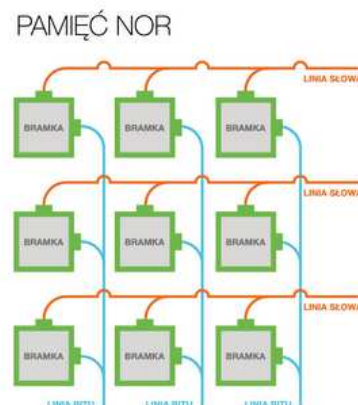
## PAMIĘCI NAND

W pamięciach typu NAND linie bitu połączone są szeregowo, a odczyt odbywa się całymi wierszami.



## PAMIĘCI NOR

W pamięciach typu NOR linie bitu połączone są równolegle, a odczyt odbywa się całymi wierszami.



## Technologie zwiększające gęstość zapisu

W dużym skrócie polegają one na tym, że w jednej komórce pamięci zapisać można więcej niż jeden stan jednocześnie.

Komórki zapisujące jeden bit informacji nazywane są SLC czyli Single Level Cell podczas gdy Multi Level Cell potrafią zapisać dwa stany.

Realizowane jest to za pomocą zastosowania różnych poziomów napięcia, która komórka poprawnie rozpoznaje. Aktualnie najbardziej popularną technologią stosowaną w popularnych urządzeniach jest właśnie MLC.

Układy SLC stosowane są przede wszystkim w dyskach do zastosowań profesjonalnych. Najnowszym rozwiązaniem są dyski korzystające z TLC (Triple Level Cell) czyli z układów rozpoznających osiem poziomów napięcia pozwalających, zgodnie z systemem dwójkowym, zapisać 3 bity informacji. Dla użytkownika końcowego są one najtańsze ponieważ do zapisania określonej ilości danych trzeba 3 razy mniej komórek niż w dyskach z SLC.

Nic nie ma jednak za darmo.

Układy wielokrotne mają znacznie mniejszą żywotność niż układy pojedyncze.

We wszystkich typach liczba odczytów nie jest niczym limitowana, jednak liczba zapisów potrafi różnić się diametralnie. Dla SLC jest to ok 100 000, dla MLC do 10 000 natomiast dla TLC wynosi on już tylko 1 000. Zwłaszcza ta ostatnia wartość jest dość przerażająca dla typowego użytkownika, jednakże bez obaw – dyski wykorzystujące MLC a nawet TLC nie są przesadnie awaryjne ponieważ ich ułomności kompensują układy sterujące ich pracą czyli kontrolery, realizujące wszystkie zadania związane z zapisem i odczytem danych. Stosowane są w nich algorytmy równoważące zużycie pamięci oraz obszerne bufora inteligentnie rozkładające informacje przed zapisaniem ich w komórkach pamięci.

## SSD - BUDOWA



## PAMIĘĆ FLASH

Najważniejszym i podstawowym jego elementem są kości pamięci flash.

## KONTROLER

Pracą pamięci flash zarządza **kontroler** współpracujący z pamięcią podręczną dysku (cache).

## PAMIĘĆ CACHE

Pamięć podręczna dysku (cache) pośrednicząca w komunikacji danych.

## ZŁĄCZE SATA

Na wspólnej płycie PCB zamontowane jest złącze komunikacyjne.

## ZŁĄCZE ZASILANIA

W obudowie znajduje się złącze zasilania SATA.

## INTERFEJSY

### SATA SSD Interface



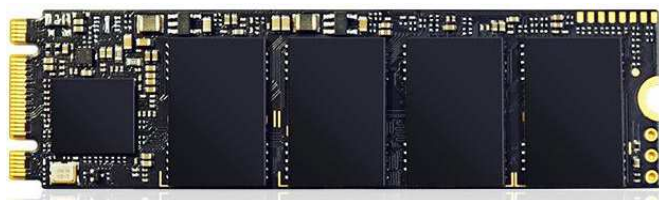
### mSATA SSD Interface



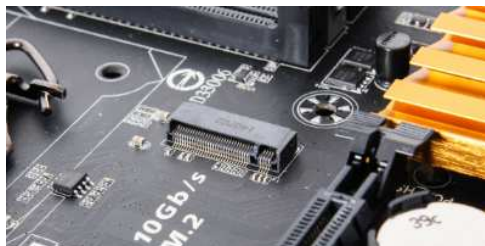
### SATA Express Interface



## PCIe SSD Interface



## M.2 Connectors



## ZALETY

- szybki dostęp do danych, znacznie wyższy niż w HDD.
- mała wrażliwość na uderzenia i wstrząsy.
- niskie zużycie energii.
- niski poziom hałasu eksploatacyjnego.

## WADY

Niestety słowa „mniejsza awaryjność dysków SSD” są często rozumiane przez klientów jako „brak awaryjności”. Tymczasem nie istnieją urządzenia, którym nie grożą usterki. Jest możliwe przegrzanie dysku SSD – jest on przecież złożony z elementów elektronicznych, a żadna elektronika nie lubi wysokich temperatur. Podobnie jest z uszkodzeniami mechanicznymi – wszystko jest kwestią siły wstrząsu lub upadku. Nie możemy tu mówić o braku awaryjności, a jedynie o mniejszej awaryjności – tłumaczy Konrad Aleksandrowicz, który profesjonalnie zajmuje się odzyskiwaniem danych m. in. z dysków twardych i SSD we wrocławskiej firmie HDLab.

- ograniczona ilość zapisów w każdej z komórek. Te z dysków, w których zastosowano technologię zapisu MLC (obecnie większość dysków SSD) zużywają się wraz z nagrywaniem kolejnych danych.
- dyski SSD są zawodne, a ze względu na to, że jest to nowa technologia, skutki tej zawodności mogą okazać się zaskakujące dla użytkowników. Ze swojej perspektywy przytoczyć mogę głośną niedawno sprawę jednego z producentów dysków SSD, którego urządzenia dosyć szybko się psuły (odmawiały dostępu do danych). Setki klientów na całym świecie oddało swoje nośniki do laboratoriów odzyskiwania danych, w nadziei, że uda się im odzyskać zdjęcia, dokumenty itp. Niestety, okazało się, że zastosowane w tych dyskach zabezpieczenia uniemożliwiają odzyskanie danych. Żadna z firm z branży data recovery na całym świecie nie jest w stanie przywrócić danych z dysków tego producenta, a nawet on sam do tej pory nie potrafi rozwiązać tego problemu. W USA niektórzy użytkownicy nośników wytoczyli procesy



ich producentowi. Niestety, i tak nie wpłynie to na możliwości odzyskania utraconych danych w tym przypadku – mówi Aleksandrowicz.

Do wad dysków SSD należy ich ograniczona żywotność wynikająca z ograniczonej liczby cykli zapisów danych. Z żywotnością dysku jest związany rodzaj pamięci:

- SLC (Single Level Cell) – 1 komórka zapisuje 1 bit danych,
- MLC (Multi Level Cell) – 1 komórka zapisuje 2 bity danych,
- TLC (Triple Level Cell) 1 komórka zapisuje 3 bity danych.

WNIOSEK OGÓLNY:

**Dane zawsze są najbezpieczniejsze, gdy znajdują się na kilku nośnikach, nawet jeśli jeden z nich uważany jest za znacznie mniej awaryjny.**

ADATA Ultimate SU800 128 GB



- Format dysku 2,5"
- Pojemność 128 GB
- Interfejs dysku SATA III
- Szybkość zapisu 300 MB/s
- Szybkość odczytu 560 MB/s
- Kości pamięci Micron 3D TLC NAND

Źródła:

<https://blog.silicon-power.com/index.php/guides/ssd-interface-types/>

<https://www.chip.pl/ranking/dyski-ssd/>

<https://www.chip.pl/2012/08/ostroznie-z-ssd-1/>

<https://lenovozone.pl/blog/poznajmy-technologie-jak-dziala-dysk-ssd/>



<http://www.komputerswiat.pl/jak-to-dziala/2010/01/jak-dziala-dysk-ssd.aspx>

<http://www.benchmark.pl/aktualnosci/ssd-budowa-i-charakterystyka-dysku-polprzewodnikowego.html>