

Przewodnik po pamięciach flash

Przenośne pamięci flash dla komputerów, aparatów cyfrowych, telefonów komórkowych i innych urządzeń

Firma Kingston®, największy na świecie niezależny producent pamięci, oferuje szeroki asortyment kart pamięci flash, pamięci USB flash oraz dysków SSD (nazywanych urządzeniami pamięci flash), w których do zapisywania danych wykorzystuje się układy pamięci flash. Przewodnik objaśnia różne stosowane w tych urządzeniach technologie oraz prezentuje dostępne urządzenia pamięci flash.

Uwaga: Ze względu na zmiany technologii flash dane techniczne podane w tym dokumencie mogą zostać zmienione bez powiadomienia.

1.0 Pamięć flash: podstawa nowej generacji urządzeń pamięci flash

Pamięć flash została wynaleziona przez firmę Toshiba w latach 80-tych ubiegłego wieku. Była to nowa technologia budowy pamięci, dzięki której zapisane dane nie były usuwane nawet po odłączeniu pamięci od zasilania. Od tamtej pory technologia pamięci flash osiągnęła status najczęściej stosowanej w nośnikach magazynowania danych w wielu urządzeniach przeznaczonych dla klientów indywidualnych i dla przemysłu.

W urządzeniach adresowanych do nabywców indywidualnych pamięci flash są często stosowane w:

- komputerach przenośnych
- tabletach
- urządzeniach GPS
- cyfrowych odtwarzaczach muzyki, takich jak odtwarzacze MP3
- przenośnych i stacjonarnych konsolach do gier wideo
- komputerach stacjonarnych
- aparatach cyfrowych
- telefonach komórkowych
- elektronicznych instrumentach muzycznych
- telewizorach

Pamięci flash znajdują również zastosowanie w wielu urządzeniach przemysłowych, w przypadku których niezawodność i przechowywanie danych po utracie zasilania mają znaczenie krytyczne, na przykład w:

- systemach bezpieczeństwa/kamerach IP
- komputerach wbudowanych
- urządzeniach sieciowych i telekomunikacyjnych
- urządzeniach do zarządzania sprzedażą detaliczną (np. w sklepach)
- systemach wojskowych
- dekodernach cyfrowych
- bezprzewodowych urządzeniach komunikacyjnych
- urządzeniach

Uwaga: Większość pamięci flash firmy Kingston jest projektowana i testowana z myślą o kompatybilności z urządzeniami klasy konsumenckiej. W przypadku zastosowań przemysłowych lub specjalnych odbiegających od standardowego użytkowania konsumenckiego należy kontaktować się bezpośrednio z firmą Kingston. Może być wymagana specjalna konfiguracja, w szczególności w zastosowaniach wpływających na trwałość komórek pamięci flash (patrz sekcja 3.0).

2.0 Pojemność dysków SSD, kart pamięci flash i pamięci flash USB

Część podanej pojemności urządzenia pamięci flash jest wykorzystywana do obsługi formatowania i innych funkcji, co powoduje jej niedostępność do przechowywania danych.

Podczas projektowania i produkcji urządzenia pamięci flash podejmowane są pewne czynności mające na celu zagwarantowanie jego niezawodnego działania i umożliwienie urządzeniu hostującemu (komputerowi, aparatowi cyfrowemu, tabletowi, telefonowi komórkowemu itp.) uzyskiwanie dostępu do komórek pamięci, czyli zapisywanie i odczytywanie danych w urządzeniu pamięci flash. Formatowanie obejmuje następujące operacje:

1. Przetestowanie każdej komórki pamięci w urządzeniu pamięci flash.
2. Zidentyfikowanie wszystkich wadliwych komórek i podjęcie działań uniemożliwiających zapisywanie i odczytywanie danych w takiej komórce.
3. Zarezerwowanie pewnych komórek jako „zapasowych”. Komórki pamięci flash charakteryzują się długim, lecz skończonym okresem eksploatacji. Dlatego niektóre komórki służą jako obszary rezerwowe zastępujące komórki, które zostaną po pewnym czasie wyłączone z użycia.
4. Utworzenie tablicy alokacji plików (File Allocation Table – FAT) lub innego katalogu. Aby zapewnić możliwość wygodnego przechowywania plików w urządzeniach pamięci flash i uzyskiwania dostępu do nich, konieczne jest utworzenie systemu zarządzania plikami, co pozwala urządzeniom lub komputerom identyfikować pliki zapisane w pamięci. Najbardziej rozpowszechnionym systemem zarządzania plikami w urządzeniach pamięci flash jest system FAT, używany również w przypadku dysków twardech.
5. Zarezerwowanie niektórych komórek do użytku kontrolera urządzenia pamięci flash, np. do zapisywania aktualizacji oprogramowania sprzętowego lub innych danych niezbędnych do działania kontrolera.
6. W pewnych przypadkach – zarezerwowanie niektórych komórek dla funkcji specjalnych. Na przykład specyfikacja kart typu Secure Digital (SD) wymaga zarezerwowania określonych obszarów z myślą o obsłudze specjalnych funkcji zabezpieczeń i ochrony przed kopiowaniem.

3.0 Cechy urządzeń pamięci flash firmy Kingston

Urządzenia pamięci flash firmy Kingston udostępniają wiele korzyści.

- Gwarancja na urządzenie pamięci flash: Firma Kingston gwarantuje, że oferowane urządzenia pamięci flash będą wolne od wad materiałowych lub produkcyjnych przez podany poniżej okres.

Gwarancja wieczysta: Gwarancja na cały okres eksploatacji obejmuje następujące produkty firmy Kingston: moduły pamięci, w tym ValueRAM®, HyperX®, pamięci sprzedawane klientom detalicznym oraz pamięci dedykowane firmie Kingston; karty pamięci flash (np. Secure Digital, Secure Digital HC i XC, CompactFlash, MultiMediaCard, SmartMedia) oraz adaptery kart Flash.

Pięć lat gwarancji: Następujące produkty firmy Kingston są objęte gwarancją przez pięć lat od daty zakupu dokonanego przez klienta, który jest pierwszym użytkownikiem końcowym: pamięci USB DataTraveler® i dyski SSDNow KC100 (dyski półprzewodnikowe).

Trzy lata gwarancji: Następujące produkty firmy Kingston są objęte gwarancją przez trzy lata od daty zakupu dokonanego przez klienta, który jest pierwszym użytkownikiem końcowym: dyski SSDNow (dyski półprzewodnikowe) z wyjątkiem dysków SSDNow KC100, SSDNow S200/30GB oraz SSDNow SMS200/30GB.

Dwa lata gwarancji: Następujące produkty firmy Kingston są objęte gwarancją przez dwa lata od daty zakupu dokonanego przez oryginalnego klienta, który jest użytkownikiem końcowym: dyski SSDNow S200/30GB, dyski SSDNow SMS200/30GB, pamięć DataTraveler Workspace, urządzenie MobileLite Wireless – Gen 2, czytnik MobileLite, czytnik microSD, zestaw słuchawkowy HyperX Cloud (z wyłączeniem wszelkich

bezpłatnych promocyjnych produktów zawartych w opakowaniu), podkładka pod mysz HyperX Skyn oraz produkty oferowane w ramach programu personalizacji produktów firmy Kingston. W przypadku produktów oferowanych w ramach programu personalizacji produktów firmy Kingston bezpłatna wymiana lub zwrot równowartości są dostępne tylko w dwuletnim okresie gwarancyjnym. W niektórych sytuacjach firma Kingston może, wedle własnego uznania, wybrać opcję wymiany wadliwych produktów zamówionych w ramach programu personalizacji firmy Kingston na produkty o równoważnej funkcjonalności.

Rok gwarancji: Następujące produkty firmy Kingston są objęte gwarancją przez rok od daty zakupu dokonanego przez klienta, który jest pierwszym użytkownikiem końcowym: bezprzewodowy czytnik MobileLite Wireless – Gen.1, czytnik MobileLite, zestaw akcesoriów DataTraveler, dysk Wi-Drive®, czytnik kart SD/MMC Travellite i wentylator HyperX.

Więcej informacji znaleźć można na stronie kingston.com/company/warranty.asp

- Układy półprzewodnikowe: Budowa urządzeń pamięci flash bazuje na układach półprzewodnikowych, czyli nie stosuje się w nich żadnych ruchomych części i nie grożą im awarie mechaniczne typowe dla klasycznych dysków twardych. Oferowane przez te pamięci ogólne bezpieczeństwo i niezawodność danych spowodowały, że zdominowały one rynek prostych w obsłudze urządzeń pamięci. Inną ważną zaletą tych pamięci jest ich bezgłośna praca.
- Niewielkie wymiary: Urządzenia pamięci flash są projektowane z myślą o wygodzie ich przenoszenia. Wygoda jest ważnym kryterium, w szczególności w przypadku użytkowników indywidualnych i korporacyjnych.
- Wysoka niezawodność danych: Pamięci flash charakteryzuje wysoka niezawodność, a w wielu urządzeniach pamięci flash stosuje się kontrole kodów korekcji błędów (Error Correction Code – ECC) oraz zaawansowane równoważenie zużycia.

Na przykład nominalny współczynnik błędów bitowych dysków SSD firmy Kingston wynosi mniej niż jeden bit na 1.000.000.000.000.000 odczytanych bitów (1 bit na 10^{15} odczytanych bitów).

- Przechowywanie danych w pamięciach flash firmy Kingston: W urządzeniach pamięci flash firmy Kingston wykorzystywane są głównie układy pamięci typu MLC/TLC. Okres przechowywania danych w pamięciach flash ma charakter dynamiczny, ponieważ wpływa na niego liczba cyklicznego zapisu/kasowania. W celu przechowywania długookresowego należy zawsze sporządzać kopie zapasowe ważnych danych na innych nośnikach.
- Technologia równoważenia zużycia: Urządzenia pamięci flash firmy Kingston wyposażone są w kontrolery wykorzystujące zaawansowaną technologię równoważenia zużycia, która pozwala równomiernie rozłożyć liczbę cykli programowania/kasowania w całej przestrzeni adresowej pamięci flash. W ten sposób technologia równoważenia zużycia wydłuża okres eksploatacji karty pamięci flash (więcej szczegółów przedstawiono w następnej sekcji Trwałość komórek pamięci flash).
- Trwałość komórek pamięci flash: Komórki nieulotnej pamięci flash charakteryzuje skończona liczba cykli programowania/kasowania. Mówiąc prościej, każda operacja zapisu lub usunięcia danych w urządzeniu pamięci flash powoduje zmniejszenie dostępnej liczby cykli programowania/kasowania. Liczba cykli zostaje wreszcie wyczerpana i pamięć flash przestaje być użyteczna.
- W przypadku pamięci flash z komórkami wielopoziomowymi (Multi-Level Cell – MLC) do 3.000 cykli zapisu na sektor fizyczny uzyskiwany w obecnie stosowanym procesie litograficznym (19 nm i 20 nm) w chwili powstawania tego tekstu. W przypadku pamięci flash z komórkami jednopoziomowymi (Single-Level Cell – SLC) do 30.000 cykli

zapisu na sektor fizyczny. W przypadku pamięci flash z komórkami trzypoziomowymi (Triple-Level Cell – TLC) do 500 cykli zapisu na sektor fizyczny. Proces litograficzny, w którym powstaje płytka pamięci flash ma zasadnicze znaczenie dla uzyskiwanej trwałości komórek, która zmniejsza się wraz z redukcją rozmiarów płytki.

- Technologia pamięci flash: W technologii komórek wielopoziomowych (MLC) wykorzystuje się wiele poziomów na komórkę, co pozwala przechowywać więcej bitów przy zachowaniu takiej samej liczby tranzystorów. Komórki pamięci flash uzyskiwane w technologii MLC NAND mają cztery możliwe stany. Natomiast komórki pamięci flash produkowanych z wykorzystaniem technologii komórek jednapoziomowych (SLC) mają dwa możliwe stany. W przypadku komórek trzypoziomowych (TLC) bity można zapisywać w ośmiu możliwych stanach. Proces litograficzny, w którym powstaje płytka pamięci flash ma zasadnicze znaczenie dla uzyskiwanej trwałości komórek, która zmniejsza się wraz z redukcją rozmiarów płytek.
- Współczynnik wzmocnienia zapisu: Współczynnik wzmocnienia zapisu (Write Amplification Factor – WAF) jest stosowany dla wszystkich urządzeń pamięci flash. Współczynnik wzmocnienia zapisu to stosunek ilości danych zapisanych przez hosta do rzeczywistej ilości danych zapisanych w układach pamięci flash. Zapis we wszystkich urządzeniach flash odbywa się z użyciem pełnych bloków, co oznacza, że operacja zapisu w bloku zawierającym już pewne dane zmusza kontroler pamięci flash do przeniesienia (zazwyczaj do pamięci) danych zapisanych już w tym bloku, połączenia ich z nowymi danymi, a następnie ponownego zapisania tak połączonych danych w pamięci flash. Na przykład w pamięci flash może zostać zapisany plik o rozmiarze 2 MB, jednak łączna ilość danych zapisanych w celu zakończenia operacji zapisu może wynieść 4 MB. W takim przypadku współczynnik wzmocnienia zapisu jest równy 2. Zdarza się, że współczynnik ten osiąga wartość równą nawet 20 lub 30.
- Automatyczne ponowne mapowanie uszkodzonych sektorów: Kontrolery stosowane w pamięciach flash firmy Kingston automatycznie wyłączają z użytku sekcje zawierające uszkodzone komórki pamięci („uszkodzone bloki”) i przenoszą z nich dane do innych sekcji („bloków zapasowych”), co pozwala uniknąć uszkodzenia danych. Bloki zapasowe zostają wyznaczone podczas operacji formatowania fabrycznego urządzenia pamięci flash (opisanej w sekcji 2). W trakcie pracy urządzenia zastępują one uszkodzone sektory, dzięki czemu wydłuża się okres eksploatacji i niezawodności urządzenia pamięci flash.
- Wysokiej jakości złącza: W urządzeniach pamięci flash firmy Kingston stosowane są zawsze złącza o najlepszych parametrach roboczych, gwarantujące długą i niezawodną pracę urządzeń.
- Temperatury robocze i wilgotność:
Dyski SSD: 0 – 70°C, wilgotność: 85% RH
Pamięci flash USB: 0 – 60°C, wilgotność: 85% RH
Karty SD i Micro SD: -25°C – 85°C, wilgotność: 95% RH
Karta CF: 0 – 60°C, wilgotność: 95% RH
Czytniki kart: 0 – 60°C, wilgotność: 85% RH

Szczegółowe dane na temat warunków pracy urządzeń firmy Kingston znaleźć można na stronach poszczególnych urządzeń oraz w ich kartach danych.

1 Komunikat prasowy firmy Toshiba „Toshiba America Electronic Components, Inc. Releases Performance Research on MLC NAND Flash Memory for Consumer Applications” z 10 maja 2004 r.

- Wysoka pojemność: Urządzenia pamięci flash oferują bardzo duże pojemności pomimo niewielkich rozmiarów. Takie połączenie cech sprawia, że stanowią one idealne rozwiązanie do zastosowań konsumenckich, takich jak nagrywanie filmów cyfrowych lub przechowywanie muzyki w formacie

MP3, w przypadku których ważne są poręczność i wygoda.

Uwaga: Część podanej pojemności jest wykorzystywana do obsługi formatowania i innych funkcji, co powoduje jej niedostępność do przechowywania danych. Szczegóły zawiera sekcja 2.

- Wysoka wydajność: Produkowane przez firmę Kingston karty pamięci flash klasy Ultra High Speed (UHS) oraz pamięci USB flash DataTraveler klasy Hi-Speed/SuperSpeed są szybsze od wielu standardowych urządzeń pamięci flash i konstrukcji oferowanych przez konkurencję. Inżynierowie firmy Kingston testują i wybierają wysokowydajne kontrolery, gwarantujące, że karty pamięci flash firmy Kingston plasują się wśród liderów wydajności. Informacje na temat wydajności urządzeń USB, Hi-Speed oraz SuperSpeed USB podano w Załączniku. Standardowe urządzenia pamięci flash firmy Kingston oferują umiarkowaną wydajność i nadają się do zastosowań ogólnych.
- Niski pobór energii: W przeciwieństwie do standardowych pamięci DRAM, w których przechowywanie danych wymaga nieprzerwanego zasilania, pamięć flash jest nieulotna i dane w niej zapisane nie wymagają zasilania. Niskie zapotrzebowanie na energię pamięci flash pozwala wydłużyć pracę urządzeń zasilanych z baterii.
- Obsługa Plug-and-Play: Urządzenia pamięci flash firmy Kingston obsługują funkcję Plug-and-Play. Dzięki tej technologii oraz kompatybilnym systemom operacyjnym urządzenia pamięci flash można podłączyć do komputera lub czytnika pamięci flash, gdzie zostają błyskawicznie rozpoznane i udostępnione użytkownikowi.
- Wymiana podczas pracy: W kompatybilnych komputerach lub czytnikach wymiana podczas pracy umożliwia podłączanie i odłączanie urządzeń pamięci flash przy włączonym zasilaniu i bez konieczności ponownego uruchamiania komputera. Ta cecha podnosi poręczność i wygodę korzystania z urządzeń pamięci flash w celu przenoszenia danych, zdjęć lub muzyki między dwoma komputerami lub urządzeniami.

4.0 NAND i NOR – technologie nieulotnej pamięci flash

W przeciwieństwie do pamięci dynamicznej (Dynamic Random Access Memory – DRAM) pamięć flash jest nieulotna. Przechowywanie danych w pamięci nieulotnej nie wymaga jej zasilania. Na przykład wyłączenie komputera powoduje utratę wszystkich danych znajdujących się w jego pamięci DRAM, jednak wyjęcie urządzenia pamięci flash z aparatu cyfrowego nie ma takich konsekwencji – żadne dane (i zdjęcia) zapisane w pamięci flash nie zostają utracone. Ta możliwość przechowywania danych bez zasilania ma kluczowe znaczenie w takich zastosowaniach urządzeń pamięci flash, jak rejestrowanie cyfrowych filmów i zdjęć, przechowywanie danych w telefonach komórkowych, tabletach i innych urządzeniach przenośnych.

Istnieją dwie najważniejsze technologie budowy pamięci flash: NOR i NAND. Każda z nich ma zalety sprawiające, że nadaje się lepiej do określonych zastosowań – patrz podsumowanie w poniższej tabeli:

	NOR Flash	NAND Flash
Szybki dostęp	Tak	Tak
Dostęp w trybie stronicowania	Nie	Tak
Swobodny dostęp na poziomie bajtów	Tak	Nie
Typowe zastosowania	Pamięć urządzeń sieciowych	Przemysłowe urządzenia pamięci

4.1 Pamięć flash typu NOR

Nazwa NOR wywodzi się ze specyficznego sposobu mapowania danych (ang. Not OR). Pamięci flash tego typu charakteryzuje wysoka prędkość pracy. Pamięć flash typu NOR umożliwia błyskawiczny swobodny dostęp do danych, czyli zapisywanie i odczytywanie danych w określonych lokalizacjach pamięci bez konieczności stosowania sekwencyjnego trybu dostępu do danych. W przeciwieństwie do technologii NAND pamięci flash typu NOR umożliwiają uzyskanie dostępu do jednostki danych tak małej jak pojedynczy bajt. Pamięci flash typu NOR nadają się najlepiej do zastosowań, w których wymagany jest swobodny zapis i dostęp do danych. Układy typu NOR stosuje się najczęściej w telefonach komórkowych (przechowują system operacyjny telefonu) i urządzeniach PDA. W komputerach wykorzystuje się je do przechowywania systemu BIOS, który służy do uruchamiania komputera.

4.2 Pamięć flash typu NAND

Pamięć flash typu NAND została wynaleziona po układach typu NOR. Nazwa NAND wywodzi się ze specyficznego sposobu mapowania danych (ang. Not AND). Pamięć flash typu NAND odczytuje i zapisuje dane w szybkim trybie sekwencyjnym, a dane są dzielone na niewielkie bloki (strony). Dane są odczytywane i zapisywane w formie pojedynczych stron, jednak nie jest możliwy dostęp do poszczególnych bajtów (jak w przypadku pamięci flash typu NOR).

Pamięci flash typu NAND stosuje się najczęściej w dyskach SSD, cyfrowych urządzeniach audio i wideo, dekodernach telewizyjnych, aparatach cyfrowych, telefonach komórkowych (do przechowywania danych) i innych urządzeniach, w których zazwyczaj wymagany jest sekwencyjny zapis i odczyt danych.

Na przykład zdjęcia rejestrowane większością aparatów cyfrowych są zapisywane w układach typu NAND, ponieważ zdjęcia zwykle wykonuje się i zapisuje sekwencyjnie. Pamięć flash typu NAND jest również bardziej wydajna, gdy konieczne jest odczytanie zdjęć, ponieważ dane są błyskawicznie przesyłane jako całe strony. Jako nośnik pamięci o dostępie sekwencyjnym pamięć flash typu NAND nadaje się doskonale do przechowywania danych.

Pamięć flash typu NAND jest tańsza od pamięci flash typu NOR i jest w stanie pomieścić większą ilość danych na płycie o identycznej wielkości.

Pamięć flash, w której w jednej komórce przechowywany jest pojedynczy bit (czyli komórka ma wartość 1 lub 0) nazywa się pamięcią flash z komórkami jednopoziomowymi (Single-Level Cell – SLC).

5.0 Technologie warstwowego montażu płytek, komórek wielopoziomowych (Multi-Level Cell – MLC) i wielobitowych (Multi-Bit Cell – MBC)

Aby zwiększyć liczbę bitów przechowywanych w układzie pamięci flash w jak najbardziej oszczędny sposób, producenci wykorzystują technologie warstwowego montażu płytek, komórek wielopoziomowych lub wielobitowych. Dzięki tym technologiom pojedynczy układ pamięci flash jest w stanie przechować większą ilość danych.

5.1 Budowa warstwowa

Wielu producentów półprzewodników wykorzystuje technologie warstwowe, aby zwiększyć pojemność układów pamięci flash. Po zakończeniu procesu wytwarzania płytki półprzewodnikowej zostaje ona pocięta na mniejsze krzemowe płytki pamięci flash, które są następnie łączone warstwowo.

Na przykład dzięki warstwowemu połączeniu dwóch płytek o pojemności 32 gigabitów powstaje jeden układ pamięci flash o pojemności 64 gigabitów.

Warstwowa budowa pozwala zredukować koszty w stosunku do układów zbudowanych z pojedynczej płytki o większej pojemności (nazywanych układami „monolitycznymi”). Warstwowe połączenie np. dwóch układów o pojemności 32 gigabitów kosztuje zazwyczaj dużo mniej niż wytwarzany na niewielką skalę monolityczny układ o pojemności 64 gigabitów. Uzyskany w ten sposób układ o pojemności 64 gigabitów można następnie wykorzystać

do zbudowania karty pamięci flash o pojemności 8 GB (karty opartej na jednym układzie) lub karty pamięci flash o pojemności 16 GB (dwa układy na jednej karcie).

Ta technologia warstwowa jest bardzo podobna do stosowanej przez firmę Kingston technologii warstwowej budowy modułów pamięci DRAM przeznaczonych dla najszybszych serwerów. Dzięki temu karty pamięci flash o budowie warstwowej oferowane przez firmę Kingston są niezawodne i niezwykle wydajne.

5.2 Technologie komórek wielopoziomowych (Multi-Level Cell – MLC) / trzypoziomowych (Triple-Level Cell – TLC)

Każda komórka pamięci flash typu NAND i NOR przechowuje jedną wartość bitu (0 lub 1). Technologia wielopoziomowa budowy pamięci flash pozwala zapisać w każdej komórce dwie wartości. Technologia trzypoziomowa budowy pamięci flash pozwala zapisać w każdej komórce trzy wartości.

Firma Kingston stosuje oba rodzaje pamięci flash (MLC i TLC) w produkowanych standardowych kartach pamięci flash, dyskach SSD oraz pamięciach flash USB DataTraveler.

6.0 Wydajność urządzeń pamięci flash

Wydajność urządzeń pamięci flash zależy od opisanych poniżej trzech czynników:

- Zastosowanych układów pamięci flash: Zazwyczaj konieczny jest kompromis między szybkimi i droższymi układami pamięci flash z komórkami jednopoziomowymi (Single-Level Cell – SLC) oraz oferującymi standardową prędkość i bardziej przystępnymi cenowo układami pamięci flash z komórkami wielopoziomowymi (Multi-Level Cell – MLC)/ trzypoziomowymi (Triple-Level Cell – TLC).
- Kontrolera urządzenia pamięci flash: W oferowanych obecnie urządzeniach pamięci flash stosuje się kontrolery pamięci flash. Ten wyspecjalizowany układ zarządza interfejsem między pamięcią i urządzeniem hostującym oraz administruje wszystkimi operacjami zapisu i odczytu danych w układach pamięci flash w urządzeniu pamięci flash. Jeśli kontroler urządzenia hostującego potrafi obsługiwać wyższe prędkości przesyłania danych, zastosowanie zoptymalizowanych kontrolerów pamięci flash może znacząco skrócić czas niezbędny do odczytywania i zapisywania danych.
- Urządzenia, do którego podłączone jest urządzenie pamięci flash: Jeśli prędkość zapisu i odczytu danych przez urządzenie hostujące (komputer, aparat cyfrowy, telefon komórkowy itp.) jest ograniczona, zastosowanie szybszej pamięci flash nie spowoduje podniesienia wydajności. Na przykład pamięć flash USB 3.0 podłączona do komputera wyposażonego w port USB 2.0 nie pozwala przyspieszyć przesyłania danych. Ponadto konfiguracja sprzętowa i programowa komputera musi być odpowiednia i umożliwiać obsługę przesyłania danych z wyższymi prędkościami. Płyta główna komputera musi posiadać złącza SuperSpeed USB 3.0, natomiast w systemie operacyjnym (np. Windows) należy zainstalować odpowiednie sterowniki USB 3.0 umożliwiające obsłużenie wyższych prędkości przesyłania danych.

Szczegółowe informacje na temat wydajności urządzeń USB zawiera Załącznik A.

Producenci kart pamięci flash przypisują swoim produktom różne klasy prędkości w formacie x-PRĘDKOŚĆ. Jednak brak norm przemysłowych może powodować trudności w porównywaniu różnych urządzeń pamięci flash. Więcej informacji znaleźć można na stronie kingston.com/Flash/x-speed.

Firma Kingston ściśle współpracuje z producentami półprzewodników i kontrolerów z całego świata, aby zagwarantować, że oferowane przez nią urządzenia pamięci flash udostępniają konsumentom najlepszy stosunek wydajności do ceny. Entuzjaści nowych technologii oraz klienci wymagający najwyższej wydajności znajdują

odpowiednie urządzenia wśród oferowanych przez firmę Kingston produktów linii Elite Pro/Ultimate, obejmującej karty pamięci UHS SD, pamięci flash SuperSpeed USB 3.0 DataTraveler oraz dyski SSD marki HyperX.

7.0 Linie urządzeń pamięci flash firmy Kingston

Firma Kingston oferuje kilka rodzajów urządzeń pamięci flash:

- pamięci flash USB (DataTraveler®)
- karty pamięci Secure Digital (SD, SDHC, SDXC, microSD, microSDHC, microSDXC)
- karty pamięci CompactFlash®
- pamięci eMMC
- dyski SSD

7.1 Pamięci flash USB

Pamięci flash USB, które trafiły na rynek w 2002 roku, oferują połączenie wysokiej pojemności, wysokiej prędkości przesyłania danych oraz doskonałej elastyczności w kompaktowym urządzeniu mieszczącym się w dłoni. Zapowiadane jako następczyni dyskietek i płyt CD pamięci USB udostępniają dużo większe pojemności niż standardowe dyskietki lub płyty CD. Dzięki tym pamięciom można łatwo i szybko przenosić pliki pomiędzy komputerami i innymi urządzeniami.

W pamięciach flash USB stosowane są układy typu NAND oraz kontroler zamknięte w jednej obudowie. Pamięci flash USB współpracują z większością komputerów i urządzeń posiadających interfejs Universal Serial Bus, czyli komputerami, tabletami, telewizorami i odtwarzaczami MP3.

Firma Kingston oferuje pełen wybór pamięci flash USB serii DataTraveler zgodnych ze standardami Hi-Speed i SuperSpeed USB. Niektóre pamięci DataTraveler obsługują także ochronę hasłem i sprzętowe szyfrowanie AES, co zwiększa bezpieczeństwo przechowywanych danych. Szczegółowe informacje znaleźć można na stronie kingston.com/Flash/dt_chart.asp.

7.2 Karty pamięci CompactFlash (CF)

Karty pamięci CF wyposażone są we własny kontroler i są wielkości zbliżonej do pudełka zapalek. W kartach pamięci tego typu stosuje się interfejs Integrated Device Electronics (IDE) przypominający interfejs wykorzystywany w dyskach twardych i kartach ATA PC. Firma Kingston jest członkiem organizacji CompactFlash Association, która określa parametry techniczne kart pamięci CF.

W ofercie firmy Kingston znajdują się standardowe karty pamięci CompactFlash oraz wysokowydajne karty linii Elite Pro i Ultimate.

Produkowane przez firmę Kingston karty CompactFlash linii Elite Pro/Ultimate znajdują się wśród najszybszych dostępnych na rynku. Szybkie przesyłanie danych sprawia, że karty te sprawdzają się w szczególności w nowszych urządzeniach, takich jak aparaty cyfrowe wysokiej rozdzielczości. Dzięki nim zdjęcia zostają błyskawicznie zapisane, a aparat jest natychmiast gotowy do rejestracji kolejnego ujęcia.

Karty pamięci CompactFlash dostępne są w rozmiarze typu I:

INTERFEJS	NAPIĘCIE	LICZBA STYKÓW	ROZMIAR W MM
CompactFlash	3.3 i 5 Volts	50	36.4 x 42.8 x 3.3 (Typ 1)

7.3 Karty pamięci Secure Digital (SD, SDHC, SDXC, microSD, microSDHC, microSDXC)

Wprowadzony w roku 2001 standard Secure Digital jest drugą generacją standardu opartego na specyfikacji MultiMediaCard (MMC) (patrz sekcja 7.4).

W formacie Secure Digital wprowadzono szereg ważnych udoskonaleń standardu MMC. Między innymi dodano zabezpieczenie kryptograficzne danych/muzyki chronionych prawami autorskimi. Organizacja SD Card Association, w której firma Kingston pełni jedną z wiodących ról, ustala standardy dotyczące kart pamięci Secure Digital.

Karty SD są nieco grubsze od swego pierwowzoru – kart MMC. Oznacza to, że urządzenia obsługujące karty pamięci SD mogą również obsługiwać karty pamięci MMC (jeśli tylko w urządzeniu nie wbudowano ograniczenia obsługi do kart pamięci SD ze względu na funkcje zarządzania ochroną praw autorskich). Jednak urządzenia obsługujące wyłącznie karty pamięci MMC nie obsługują grubszych kart pamięci SD.

W ofercie firmy Kingston znajdują się standardowe karty pamięci SD oraz wysokowydajne karty Ultimate SD przeznaczone do nagrywania filmów wysokiej rozdzielczości. Karty pamięci Secure Digital High Capacity (SDHC) o pojemności od 4 GB oraz karty pamięci Secure Digital Extended Capacity (SDXC) o pojemności od 64 GB umożliwiają przechowywanie dużej ilości danych oraz obsługują formaty plików FAT/FAT32/exFAT. Ponadto karty pamięci SDHC i SDXC firmy Kingston należą do kategorii klasyfikacji prędkości klasy 4 i 10 oraz klasy prędkości UHS 1 i 3, dzięki czemu oferują minimalną prędkość przesyłania danych gwarantującą optymalną wydajność urządzeń SDHC i SDXC. Nowe karty pamięci SDHC i SDXC nie różnią się wymiarami od standardowych kart SD, jednak są skonstruowane w inny sposób i są obsługiwane wyłącznie przez urządzenia SDHC i SDXC. Aby uzyskać gwarancję zgodności, należy zwrócić uwagę na logo SDHC i SDXC na kartach oraz urządzeniach (aparatach cyfrowych, kamerach itp.).

Ze uwagi na niewielki rozmiar karty pamięci microSD (SDC) są wersją kart pamięci SD przeznaczoną głównie do telefonów komórkowych i innych urządzeń przenośnych. Karty pamięci microSD są dużo mniejsze od standardowych kart pamięci SD, a dzięki zastosowaniu sprzedawanego razem adaptera można ich używać w standardowych gniazdach SD (na przykład w czytnikach pamięci flash).

Karty pamięci microSDHC umożliwiają przechowywanie większej ilości muzyki, zdjęć, filmów czy gier – wszystkich danych potrzebnych w dzisiejszym mobilnym świecie. Ponadto karty pamięci microSDHC firmy Kingston należą do nowej kategorii klasyfikacji prędkości klasy 4 i 10 oraz klasy prędkości UHS 1 i 3, dzięki czemu oferują minimalną prędkość przesyłania danych gwarantującą optymalną wydajność urządzeń microSDHC. Karty pamięci microSDHC udostępniają wystarczającą ilość miejsca na dane zapisywane w najnowocześniejszych urządzeniach mobilnych.

INTERFEJS	NAPIĘCIE	LICZBA STYKÓW	ROZMIAR W MM
Secure Digital/SDHC/SDXC (non UHS and UHS-I)	2.7 – 3.3 V	9	32 x 24 x 2.1
Secure Digital/SDHC/SDXC (UHS-II)	2.7 – 3.3 V	17	32 x 24 x 2.1
microSD / microSDHC microSDXC	2.7 – 3.3 V	8	15 x 11 x 1

7.4 Embedded MultiMediaCard (eMMC)

Oferowane przez firmę Kingston pamięci eMMC są urządzeniami pamięci flash przeznaczonymi do integracji w telefonach komórkowych i urządzeniach elektronicznych powszechnego użytku. Urządzenia pamięci eMMC łączą w sobie wbudowany kontroler pamięci flash, pamięć flash typu NAND oraz standardowy interfejs eMMC.

Pamięci eMMC firmy Kingston udostępniają na przechowywane dane do 64 GB pamięci flash NAND. Inteligentny kontroler eMMC zarządza protokołem interfejsu, dostępem do przechowywanych danych, algorytmami kodów

korekcji błędów (Error Correction Code – ECC), diagnostyką defektów, zarządzaniem zasilaniem, sterowaniem zegarem oraz wieloma innymi procesami i funkcjami. Pamięci flash eMMC są wykorzystywane w wielu mobilnych zastosowaniach multimedialnych, takich jak rejestrowanie i odtwarzanie muzyki, zdjęć, filmów, transmisje telewizyjne, pozycjonowanie GPS, gry, poczta e-mail itp. Architektura pamięci flash eMMC w pełni emuluje dysk twardy urządzenia, w którym jest wbudowana, co umożliwi operacje odczytu/zapisu identyczne do standardowego dysku twardego podzielonego na sektory. Ponadto w celu zapewnienia najwyższej niezawodności danych i maksymalnej trwałości kontroler pamięci flash eMMC firmy Kingston wykorzystuje wirtualne mapowanie, dynamiczne i statyczne równoważenie zużycia oraz automatyczne zarządzanie blokami pamięci.

INTERFACE	PIN COUNT	SIZE IN MM
eMMC	153 BGA	11.5 x 13 x 1.0
eMMC	153 BGA	11.5 x 13 x 1.2
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.0
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.2
eMMC	169 BGA	12 x 16 x 1.4

7.5 Solid-State Drives (SSD)

Dyski SSD są urządzeniami pamięci, w których pamięć półprzewodnikowa jest wykorzystywana do pracy w sposób identyczny do tradycyjnych dysków twardych (HDD). Od roku 2007 w większości dysków SSD do zapisywania danych stosuje się nieulotne pamięci flash typu NAND. Dyski takie oczywiście nie zawierają żadnych ruchomych części. W porównaniu do klasycznych dysków HDD dyski SSD są zazwyczaj bardziej odporne na wstrząsy, są ciche, charakteryzują się szybszym dostępem i niższymi opóźnieniami oraz oferują znacznie wyższą wydajność. Dyski SSD mają taki sam interfejs i rozmiar jak tradycyjne dyski twarde, co sprawia, że można je z łatwością stosować w większości komputerów.

Firma Kingston oferuje szeroką gamę dysków SSD spełniających potrzeby profesjonalistów, użytkowników indywidualnych, integratorów systemów i entuzjastów nowych technologii. Dyski SSD firmy Kingston przeznaczone dla firm są jednymi z najszybszych dostępnych na rynku oraz objęte są dłuższym okresem gwarancyjnym. Dyski SSD klasy konsumenckiej i adresowane do projektantów systemów oferują doskonały stosunek ceny do wydajności, natomiast entuzjastom nowych technologii niewątpliwą radość sprawi wyśrubowana wydajność i stylowy wygląd dysków SSD serii HyperX.

Układy pamięci flash używane w dyskach SSD: W dyskach SSD stosuje się zazwyczaj dwa rodzaje pamięci flash – z komórkami wielopoziomowymi (Multi-Level Cell – MLC) oraz jednopoziomowymi (Single-Level Cell – SLC). Oba rodzaje pamięci flash oferują inne charakterystyki wydajności i trwałości. Ze względu na wysokie ceny pamięci flash typu SLC w dyskach SSD przeznaczonych do popularnych komputerów przenośnych i stacjonarnych dominować zaczynają pamięci flash typu MLC. Dyski SSD projektowane z myślą o serwerach korzystać będą z nowego rodzaju pamięci flash o nazwie Enterprise MLC (eMLC). Dzięki temu udostępnią będą większą trwałość i będą lepiej dostosowane do dużych obciążeń zaawansowanych serwerów.

Trwałość dysków SSD: Trwałość dysków SSD to oczekiwana ilość czasu normalnej pracy dysku SSD przy danym obciążeniu zapisem. Trwałość dysków SSD określa się zazwyczaj za pomocą całkowitej liczby bajtów zapisanych na dysku (Total Bytes Written – TBW). Jest to całkowita ilość danych, które można zapisać na dysku w okresie jego eksploatacji. Trwałość pamięci flash spada głównie z powodu zmniejszania rozmiarów płytek pamięci NAND oraz w wyniku zjawiska mierzonego za pomocą współczynnika wzmocnienia zapisu (Write Amplification Factor – WAF). Współczynnik WAF to różnica między ilością danych zapisywanych przez urządzenie hostujące w pamięci oraz całkowitą ilością danych zapisanych w pamięci NAND w ramach operacji zapisu. Zapis w wielu urządzeniach pamięci flash, a więc również w dyskach SSD, odbywa się z użyciem pełnych bloków. Zapisanie danych w bloku zawierającym już dane wymaga połączenia przydatnych danych zapisanych w tym bloku z nowymi danymi i ponownego ich

zapisania w pamięci flash. Na przykład w ramach operacji zapisu na dysku SSD 2 GB danych rzeczywista ich ilość może wynieść 4 GB. W takim przypadku współczynnik WAF jest równy 2. W zależności od kontrolera dysku SSD oraz rodzaju zapisywanych danych (losowego lub sekwencyjnego) wartości współczynnika WAF wahają się od 0,5 do nawet 20 lub 30.

Kontrolery dysków SSD: W dyskach SSD zastosowanie znajdują zaawansowane kontrolery pamięci flash. Kontrolery te zarządzają komunikacją pomiędzy kontrolerem hosta SATA urządzenia i układami pamięci flash w dysku SSD. Ten wyspecjalizowany kontroler zarządza wszystkimi operacjami zapisu i odczytu danych w układach pamięci flash dysku SSD. Kontroler dysku SSD zarządza również innymi ważnymi funkcjami, takimi jak równoważenie zużycia i usuwanie pozostałości danych, dzięki czemu wzrasta trwałość dysku, a jego wydajność pozostaje niezmienną w całym okresie jego eksploatacji.

Interfejs hosta SATA: Wszystkie dyski SSD firmy Kingston obsługują interfejs hosta SATA, dzięki czemu można je montować w większości popularnych komputerów przenośnych, stacjonarnych i serwerów wyprodukowanych w ciągu ostatnich kilku lat. Dyski SSD firmy Kingston są kompatybilne z większością kontrolerów hosta SATA 2.0 (3 Gb/s) oraz SATA 3.0 (6 Gb/s). Większość kontrolerów hosta SATA jest kompatybilna ze starszymi wersjami, jednak zastosowanie szybszego dysku SSD z kontrolerem hosta SATA o ograniczonej prędkości odczytu i zapisu nie przyspieszy przesyłania danych. Na przykład po podłączeniu dysku SSD wyposażonego w kontroler SATA 3.0 do kontrolera hosta SATA 2.0 prędkość przesyłania danych będzie ograniczona parametrami kontrolera hosta.

INTERFEJS	Prędkość	NAPIĘCIE	LICZBA STYKÓW	ROZMIAR W MM
SATA 2.0	3 Gbps	5 V	22 Pin styki	69.85 x 100 x 9.5
SATA 3	6 Gbps	5 V	22 Pin styki	69.85 x 100 x 9.5

7.6 Dyski SSD mSATA (MO-300) i Half-Slim (MO-297) oraz M.2

Firma Kingston oferuje integratorom i projektantom systemów przeznaczone do zastosowań komercyjnych dyski SSD mSATA i Half-Slim SATA, które wyróżnia mniejszy rozmiar.

MO-300 – format mSATA (lub Mini-SATA) został zaprezentowany przez Serial ATA International Organization we wrześniu 2009 roku. Jego zastosowania obejmują netbooki, ultrabooki i inne urządzenia wymagające użycia dysków SSD o mniejszych wymiarach. Złącze przypomina wyglądem interfejs PCI Express Mini Card i jest elektrycznie kompatybilne, jednak sygnały danych muszą trafić do kontrolera hosta SATA a nie kontrolera hosta PCI-express. Nie wszystkie złącza mini PCIe obsługują standard SATA – więcej informacji udzieli producent systemu.

MO-297 – Slim SATA to dysk SSD przeznaczony do specjalnych zastosowań, który udostępnia doskonałą wydajność przy standardowych wymiarach, jednak bez obudowy – czyli mniejszych niż połowa rozmiaru dysku SSD 2,5 cala. W dyskach Slim SATA wykorzystuje się standardowe połączenie napędu i zasilania SATA identyczne jak w dyskach SSD 2,5 cala, są więc one kompatybilne z wieloma różnymi systemami hostów. Slim SATA jest formatem przemysłowym zgodnym ze standardem JEDEC MO-297, w którym przewidziano 4 otwory montażowe, zapewniając pewność mocowania w każdym systemie.

M.2 – M.2 to nowy format urządzeń pamięci przeznaczonych do ultra kompaktowych urządzeń bazujących na standardzie SATA. Standard M.2 został opracowany przez organizację PCI-SIG i stanowi nową, udoskonaloną wersję standardu MO-300. Charakteryzuje go format i złącze zgodne ze stosowanym powszechnie standardem PCI Express Mini Card, co umożliwi konstruowanie dłuższych modułów i obustronny montaż komponentów. Moduły formatu M.2 mają prostokątny kształt i różne szerokości i długości, jednak moduł M.2 dostępny w sprzedaży ma szerokość 22 mm, oraz następujące długości: 30, 42, 60, 80 oraz 110 mm. Nie wszystkie złącza mini PCIe obsługują standard SATA – więcej informacji udzieli producent systemu.

FORMAT	INTERFEJS	NAPIĘCIE	LICZBA STYKÓW	ROZMIAR W MM
MO-300	SATA	3.3 V	PCIe Mini Card 52 styki	50,8 x 30
MO-297	SATA	5 V	SATA 22 styki	54 x 39
M.2	PCI Express	3.3 V	PCIe M.2 75 styki	22 x 30, 42, 60, 80, 110

Firma Kingston ściśle współpracuje z producentami półprzewodników i kontrolerów z całego świata, aby zagwarantować, że oferowane przez nią dyski SSD udostępniają konsumentom najlepszy stosunek wydajności do ceny.

8.0 Czytniki pamięci flash firmy Kingston

Czytniki pamięci flash umożliwiają wykorzystanie urządzeń pamięci flash jako przenośnych urządzeń magazynujących współpracujących z komputerami oraz przesyłanie i pobieranie zdjęć, muzyki i innych danych bez konieczności wykorzystania i rozładowywania baterii urządzeń (takich jak aparaty cyfrowe lub odtwarzacze MP3), w których pamięci te są normalnie używane.

Czytniki pamięci flash mogą udostępniać wyższe prędkości przesyłania danych niż urządzenia macierzyste – na przykład czytnik USB jest znacząco szybszy niż urządzenie (takie jak aparat cyfrowy) wyposażone w interfejs szeregowy. Jeśli dane urządzenie nie obsługuje przesyłania danych z wysokimi prędkościami, szybszy czytnik pozwala oszczędzić wiele czasu.

Firma Kingston oferuje czytniki pamięci flash umożliwiające wygodne podłączanie urządzeń pamięci flash do komputerów stacjonarnych i przenośnych.

Do obsługi pamięci flash firma Kingston poleca wszechstronny i wygodny czytnik Media Reader kompatybilny z wieloma formatami kart pamięci flash i każdym komputerem wyposażonym w szybki port USB 2.0 lub USB 3.0. Firma Kingston oferuje czytnik USB 3.0 Media Reader, który obsługuje przesyłanie danych z wysokimi prędkościami, nawet dziesięciokrotnie wyższymi od czytników zgodnych ze standardem USB 2.0. W ofercie firmy Kingston znajdują się również wygodne czytniki przenośne – MobileLite G4 oraz czytnik microSD/SDHC, które obsługują szybkie przesyłanie danych do systemów zgodnych ze standardem Hi-Speed USB 2.0 lub SuperSpeed USB 3.0.

9.0 Informacje na temat kompatybilności elektromagnetycznej

9.1 OŚWIADCZENIE URZĘDU FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION (FCC)

Urządzenie spełnia wymagania części 15 przepisów komisji FCC. Działanie urządzenia podlega następującym dwóm warunkom: (1) urządzenie nie może powodować niepożądanych zakłóceń oraz (2) urządzenie musi przyjmować wszelkie odebrane zakłócenia, z uwzględnieniem zakłóceń, które mogą powodować niepożądane funkcjonowanie.

Urządzenie zostało poddane testom i spełnia normy dla urządzeń cyfrowych klasy B, zgodnie z wymogami części 15. przepisów amerykańskiej komisji FCC. Normy te ustalono w celu zapewnienia odpowiedniej ochrony przed niepożądanymi zakłóceniami w zastosowaniach domowych. Urządzenie wytwarza, wykorzystuje i emituje energię

fal radiowych i, jeśli nie zostało poprawnie zainstalowane oraz nie jest wykorzystywane zgodnie z instrukcją obsługi, może zakłócać transmisje radiowe. Nie istnieje jednak gwarancja, że zakłócenia nie pojawią się w przypadku danej instalacji. Jeśli pojawiają się niepożądane zakłócenia w odbiorze sygnału radiowego lub telewizyjnego, co można stwierdzić włączając i wyłączając urządzenie, zachęcamy do zastosowania jednego z następujących działań:

- Zmiana kierunku lub położenia anteny odbiorczej.
- Zwiększenie odległości między urządzeniem i odbiornikiem.
- Podłączenie urządzenia do gniazdka w obwodzie innym niż ten, do którego podłączony jest odbiornik.
- Skorzystanie z pomocy sprzedawcy lub doświadczonego instalatora radiowo-telewizyjnego.

*** Przewaga: Zmiany lub modyfikacje, które nie uzyskują wyraźnej zgody strony odpowiedzialnej za spełnienie norm, mogą unieważnić prawo użytkownika do korzystania z urządzenia.

9.2 OŚWIADCZENIE ORGANIZACJI INDUSTRY CANADA (IC)

Opisane urządzenie cyfrowe klasy B jest zgodne z kanadyjską normą ICES-003. Cet appareil numérique de la classe [B] est conforme à la norme NUM-003 du Canada.

10.0 Źródła informacji:




Więcej informacji o produktach firmy Kingston można znaleźć pod adresem: kingston.com/Flash.

Załącznik: Wydajność urządzeń USB

Interfejs Universal Serial Bus (USB) jest coraz częściej wybierany jako preferowany sposób podłączania czytników kart pamięci flash do komputerów.

Najnowsza wersja specyfikacji USB to USB 3.0. Starszą wersją jest USB 2.0. Wersja USB 3.0 jest zgodna z wersją USB 2.0 w celu zagwarantowania kompatybilności. Interfejs USB 2.0 jest zgodny z wersją USB 1.1, jednak urządzenia USB 3.0 nie współpracują z portami USB 1.1.

Zrozumienie tego, co wpływa na wydajność urządzenia pamięci flash wymaga wzięcia pod uwagę kilku czynników (patrz następna strona).

<p>Technologia układów pamięci flash</p> <p>Pamięci z komórkami jednopoziomowymi (SLC), wielopoziomowymi i trypoziomowymi (TLC)</p>	<p>Można przyjąć, że urządzenia pamięci flash typu NAND z komórkami wielopoziomowymi (MLC) oferują wyższą wydajność niż standardowe urządzenia pamięci flash typu NAND z komórkami trypoziomowymi (TLC) lub karty pamięci flash typu NAND lub pamięci DataTraveler.</p> <p>Standardowe karty pamięci flash lub pamięci USB DataTraveler stanowią najlepszą ofertę z punktu widzenia stosunku ceny do wydajności w przypadku użytkowników aparatów cyfrowych, tabletów, telefonów komórkowych i innych urządzeń elektronicznych.</p> <p>Karty pamięci UHS lub pamięci flash USB SuperSpeed DataTraveler 3.0 USB oferują wyższe prędkości odczytu i zapisu dostosowane od potrzeb zaawansowanych użytkowników, profesjonalnych fotografów i entuzjastów nowych technologii. Oczywiście korzystanie z wyższej wydajności oferowanej przez szybsze karty pamięci flash lub pamięci flash USB wymaga zastosowania kompatybilnych z nimi urządzeń i odpowiednio skonfigurowanych komputerów. Aby działać poprawnie, niektóre aparaty cyfrowe i inne urządzenia wymagają wysokowydajnych kart pamięci flash.</p>
<p>Urządzenia hostujące klasy konsumenckiej</p> <p>Aparaty cyfrowe, telefony komórkowe, urządzenia PDA, tablety, komputery i inne urządzenia</p>	<p>Stosowane w wielu urządzeniach klasy konsumenckiej kontrolery zarządzające połączeniem z kartami pamięci flash lub pamięciami flash USB mogą udostępniać ograniczoną przepustowość. Szczegółowe informacje znaleźć można w instrukcji obsługi lub uzyskać u producenta urządzenia.</p> <p>Jeśli wykluczymy wpływ wszystkich innych czynników, możliwa do osiągnięcia wydajność jest równa najmniejszej z prędkości przesyłania danych obsługiwanych przez kontroler hosta, kartę pamięci flash lub pamięć flash USB.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Podłączanie kart pamięci flash do komputerów z użyciem czytnika Media Reader, MobileLite lub microSD • Podłączanie pamięci flash USB bezpośrednio do portu USB komputera 	<p>Wersja USB 2.0 jest zgodna z wersją USB 1.1 w celu zagwarantowania kompatybilności. Najnowsza wersja specyfikacji USB to USB 3.0. Interfejs USB 3.0 jest zgodny z wersją USB 2.0, jednak urządzenia USB 3.0 nie współpracują z portami USB 1.1.</p> <p>Poziomy wydajności wskazują następujące logotypy umieszczone na pamięciach flash USB oraz czytnikach/rejestratorach nośników cyfrowych:</p> <p> Logo USB: przesyłanie danych z maksymalną prędkością 12 megabitów na sekundę (12 Mb/s lub 1,5 MB/s). Interfejs ten określa się jako oryginalne USB lub USB 1.1 i jest on zgodny ze standardem USB 2.0 Full-Speed, udostępniając maksymalną prędkość 12 Mb/s (lub 1,5 MB/s).</p> <p> Logo Hi-Speed USB: przesyłanie danych z maksymalną prędkością 480 megabitów na sekundę (480 Mb/s lub 60 MB/s). Interfejs ten określa się też jako USB 2.0 Hi-Speed. Interfejs Hi-Speed USB jest do 40 razy szybszy od interfejsu USB i w pełni z nim zgodny dzięki trybowi USB 2.0 Full-Speed udostępniającemu maksymalną prędkość 12 Mb/s (lub 1,5 MB/s).</p> <p> Logo SuperSpeed USB: przesyłanie danych z maksymalną prędkością 5 gigabitów na sekundę (5 Gb/s lub 625 MB/s). Interfejs SuperSpeed USB jest ponad dziesięciokrotnie szybszy od interfejsu USB 2.0 i w pełni z nim zgodny, udostępniając prędkość 480 Mb/s. Jednak urządzenia USB 3.0 nie współpracują z portami USB 1.1.</p>

Uwaga: Część podanej pojemności jest wykorzystywana do obsługi formatowania i innych funkcji, co powoduje jej niedostępność do przechowywania danych.