

Karta pamięci microSDXC Nośnik pamięci flash

1. Wprowadzenie

Odporne na skrajne temperatury karty microSDXC są projektowane, produkowane i testowane tak, aby zachować odporność na ekstremalne warunki. Nadają się one do zastosowań poza pomieszczeniami, np. w kioskach multimedialnych, dystrybutorach paliw, bankomatach, bramach mediów i branżach motoryzacyjnej czy stoczniowej. Kolejnym obszarem, w którym te karty doskonale się sprawdzają jest Internet rzeczy wykorzystywany w najnowszych rozwiązaniach dla przemysłu.

Karta microSD o podwyższonej pojemności jest funkcjonalnie kompatybilna ze specyfikacją karty SD, z tą różnicą jednak, że ma mniejsze wymiary. Tę kartę pamięci microSDXC można także umieścić w adapterze karty pamięci microSDXC i wykorzystać jak kartę pamięci standardu Secure Digital.

2. Numer katalogowy

SDHC Class	UHS	Pojemność	Numer katalogowy
Class 10	U1	64 GB	SDCIT/64GB

3. Cechy karty pamięci microSDXC

Tabela 1: Cechy karty microSDXC

Cechy	Standard	
Kategorie główne	Brak (dostępne projekty OEM)	
Funkcje zabezpieczeń	Zgodność ze Specyfikacją zabezpieczeń SD wer. 3.00 (opartą na specyfikacji CPRM) *CPRM: Contents Protection for Recording Media Specification (Specyfikacja ochrony zawartości nośników do zapisu)	Zaprogramowane ID, MKB
Format logiczny	Zgodność ze specyfikacją systemu plików SD wer. 3.00 (formatowanie bazujące na exFAT)	
Parametry elektryczne	Napięcie robocze: od 2,7 do 3,6 V (praca pamięci) Interfejsy: interfejs karty SD, (SD: 4 lub 1 bit) Zgodność z trybem SPI Zgodność ze specyfikacją warstwy fizycznej SD wer. 3.01	
Parametry fizyczne	L: 15, S: 11, W: 1,0 (mm), waga: 0,5 g (typowa) Zgodność ze specyfikacją kart pamięci microSDHC wer. 3.01 (dokładne wymiary podane w: Załączniku)	
Wytrzymałość	Zgodność ze specyfikacją warstwy fizycznej SD wer. 3.01 Zgodność ze specyfikacją kart pamięci microSDHC wer. 3.01	
ROHS	Zgodność z dyrektywą ROHS	

- Zastosowanie zarówno statycznego, jak i dynamicznego równoważenia zużycia.
- Technologia MLC NAND podnosząca wytrzymałość

4. Zgodność

Zgodność ze specyfikacjami

Specyfikacje karty pamięci SD

- Zgodność ze SPECYFIKACJĄ WARSTWY FIZYCZNEJ Ver. 3.01. (Część 1)
- Zgodność ze SPECYFIKACJĄ SYSTEMU PLIKÓW Ver. 3.00. (Część 2)
- Zgodność ze SPECYFIKACJĄ ZABEZPIECZEŃ Ver. 3.00. (Część 3)
- Zgodność ze specyfikacją kart pamięci microSDHC ver. 3.01

5. Właściwości fizyczne

5.1. Temperatura

1) Warunki pracy

Zakres temperatur: T_a = od -40 °C do +85 °C

2) Warunki przechowywania

Zakres temperatur: T_{stg} = od -40 °C do +85 °C

5.2. Wilgotność (niezawodność)

1) Warunki pracy

Temperatura 25°C / wilgotność względna 95%

2) Warunki przechowywania

Temperatura 40°C / wilgotność względna 93% / 500 godz.

5.3 Zastosowania

1) Wymiana podczas pracy

- a. Kartę pamięci microSDXC firmy Kingston można odłączać i/lub podłączać bez wyłączenia systemu hosta.

2) Mechaniczny przełącznik zabezpieczenia przed zapisem

- a. Karta pamięci microSDXC nie posiada mechanicznego przełącznika zabezpieczenia przed zapisem.

5.4 Konfiguracja

Kontroler: PS8210DF

NAND: Toshiba 15 nm MLC 64 Gb

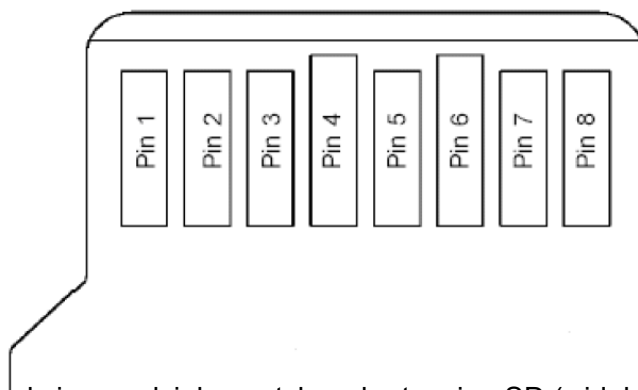
6. Rysunki interfejsów elektrycznych

6.1. Styki karty microSD

Tabela 2 opisuje funkcje przydzielone poszczególnym stykom karty microSD.

Rys. 1 przedstawia lokalizację poszczególnych styków karty microSD.

Szczegółowy opis zawiera specyfikacja warstwy fizycznej karty SD.



Rys. 1: Funkcje przydzielone stykom karty microSD (widok karty z tyłu)

Tabela 2: Funkcje przydzielone stykom karty microSD

Pins	SD Mode			SPI Mode		
	Name	IO type ¹	Description	Name	IO Type	Description
1	DAT2	I/O /PP	Data Line[Bit2]	RSV		
2	CD/ DAT3	I/O/PP	Card Detect / Data Line[Bit3]	CS	I	Chip Select (neg true)
3	CMD	PP	Command/Response	DI	I	Data In
4	V _{dd}	S	Supply Voltage	V _{dd}	S	Supply Voltage
5	CLK	I	Clock	SCLK	I	Clock
6	V _{SS}	S	Supply voltage ground	V _{SS}	S	Supply voltage ground
7	DAT0	I/O /PP	Data Line[Bit0]	DO	O/PP	Data Out
8	DAT1	I/O /PP	Data Line[Bit1]	RSV	-	Reserved (*)

1) S: Zasilanie, I: Wejście, O: Wyjście, I/O: Dwukierunkowe, PP: IO z użyciem sterowania push-pull

(*) Te sygnały powinny być pobierane przez stronę hosta przy rezystancji 10-100 kiloomów w trybie SPI.

Nie używać styków NC.

6.2. Topologia magistrali karty microSD

Karta pamięci microSD obsługuje dwa alternatywne protokoły komunikacyjne: tryb magistrali SD i SPI. System hosta może wybrać dowolny z tych trybów. Te same dane na karcie microSD mogą być odczytywane i zapisywane w obu trybach.

Tryb SD umożliwia wydajny 4-bitowy transfer danych. Tryb SPI udostępnia łatwy w użyciu i powszechnie stosowany interfejs kanału SPI. Wadą tego trybu jest spadek wydajności w porównaniu do trybu SD.

6.2.1 Protokół trybu magistrali SD

Magistrala SD umożliwia dynamiczną konfigurację kilku linii danych – od 1 do 4 dwukierunkowych sygnałów danych. Po dostarczeniu zasilania karta microSD domyślnie używa tylko DAT0. Po inicjacji host może zmienić szerokość magistrali. Host ma dostęp do powielonych połączeń z kartą microSD. W powielonym połączeniu dostępne są wspólne połączenia sygnałów V_{dd} , V_{ss} i CLK. Jednak linie Polecenie, Odpowiedź i Dane (DAT0-DAT3) każdej karty muszą zostać oddzielone od hosta. Ta funkcja jest podyktowana kompromisem między kosztem sprzętu i wydajnością systemu. Komunikacja przez magistralę microSD bazuje na strumieniu bitów poleceń i danych inicjowanym przez bit startowy i przerywanym przez bit końcowy.

Polecenie:

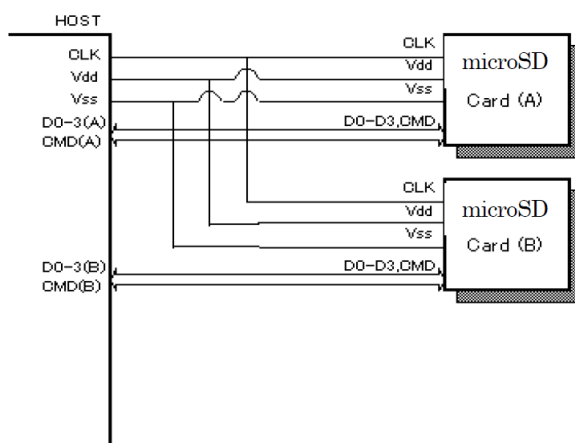
Polecenia są przekazywane szeregowo przez linię CMD. Polecenie jest sygnałem do rozpoczęcia operacji przesyłanym z hosta do karty. Polecenia są przesyłane do pojedynczej karty (polecenie adresowane) lub do wszystkich podłączonych kart (polecenie rozgłaszane).

Odpowiedź:

Odpowiedzi są przekazywane szeregowo przez linię CMD. Odpowiedź jest sygnałem przesyłanym w reakcji na wcześniej otrzymane polecenie. Odpowiedzi są przesyłane z pojedynczej karty adresowanej lub wszystkich podłączonych kart.

Dane:

Dane mogą być przesyłane z karty do hosta lub w przeciwną stronę. Dane są przekazywane przez linie danych.



CLK: Sygnał zegarowy karty hosta
 CMD: Dwukierunkowy sygnał Polecenie / Odpowiedź
 DAT0-DAT3: 4 dwukierunkowe sygnały danych
 V_{DD} : Zasilanie
 V_{SS} : Uziemienie

Rys. 2: Schemat połączenia karty microSD (tryb SD)

Tabela 3: Zestaw poleceń trybu SD
(+ : wdrożone; - : niewdrożone)

Indeks CMD	Skrót	Wdrożone	Uwagi
CMD0	GO_IDLE_STATE	+	
CMD2	ALL_SEND_CID	+	
CMD3	SEND_RELATIVE_ADDR	+	
CMD4	SET_DSR	-	Rejestr DSR nie został wdrożony.
CMD6	SWITCH_FUNC	+	
CMD7	SELECT/DESELECT_CARD	+	
CMD8	SEND_IF_COND	+	
CMD9	SEND_CSD	+	
CMD10	SEND_CID	+	
CMD11	VOLTAGE_SWITCH	+	
CMD12	STOP_TRANSMISSION	+	
CMD13	SEND_STATUS	+	
CMD15	GO_INACTIVE_STATE	+	
CMD16	SET_BLOCKLEN	+	
CMD17	READ_SINGLE_BLOCK	+	
CMD18	READ_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD19	READ_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD20	SPEED_CLASS_CONTROL	+	Dla SDHC/SDXC
CMD23	SET_BLOCK_COUNT	+	Dla UHS104 (nieobsługiwane przez polecenie CMD23)
CMD24	WRITE_BLOCK	+	
CMD25	WRITE_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD27	PROGRAM_CSD	+	
CMD28	SET_WRITE_PROT	-	Wewnętrzna ochrona przed zapisem nie została wdrożona.
CMD29	CLR_WRITE_PROT	-	Wewnętrzna ochrona przed zapisem nie została wdrożona.
CMD30	SEND_WRITE_PROT	-	Wewnętrzna ochrona przed zapisem nie została wdrożona.
CMD32	ERASE_WR_BLK_START	+	
CMD33	ERASE_WR_BLK_END	+	
CMD38	ERASE	+	
CMD42	LOCK_UNLOCK	+	
CMD55	APP_CMD	+	
CMD56	GEN_CMD	-	To polecenie nie zostało zdefiniowane.
ACMD6	SET_BUS_WIDTH	+	
ACMD13	SD_STATUS	+	
ACMD22	SEND_NUM_WR_BLOCKS	+	
ACMD23	SET_WR_BLK_ERASE_COUNT	+	
ACMD41	SD_APP_OP_COND	+	
ACMD42	SET_CLR_CARD_DETECT	+	
ACMD51	SEND_SCR	+	
ACMD18	SECURE_READ_MULTI_BLOCK	+	
ACMD25	SECURE_WRITE_MULTI_BLOCK	+	
ACMD26	SECURE_WRITE_MKB	+	
ACMD38	SECURE_ERASE	+	
ACMD43	GET_MKB	+	
ACMD44	GET_MID	+	
ACMD45	SET_CER_RN1	+	
ACMD46	SET_CER_RN2	+	
ACMD47	SET_CER_RES2	+	
ACMD48	SET_CER_RES1	+	
ACMD49	CHANGE_SECURE_AREA	+	

- CMD28, 29 i CMD30 są poleceniami opcjonalnymi.
- CMD4 nie zostało wdrożone ze względu na rejestr DSR (rejestr opcjonalny)
- CMD56 jest przeznaczone na polecenie określone przez dostawcę, które nie zostało zdefiniowane w standardowej karcie.

6.2.2 Protokół trybu magistrali SPI

Magistrala SPI udostępnia 2-kanałową 1-bitową linię danych (wejście i wyjście danych). Tryb zgodny z magistralą SPI umożliwia systemom hostom MMC pracę z kartą SD przy niewielkiej modyfikacji.

Zgodnie z protokołem trybu magistrali SPI przesyłane są bajty.

Wszystkie tokeny danych są wielokrotnościami bajtów (8 bitów), a bajty są zgrane z sygnałem CS.

Zaletą trybu SPI jest ułatwienie projektowania systemów hostów.

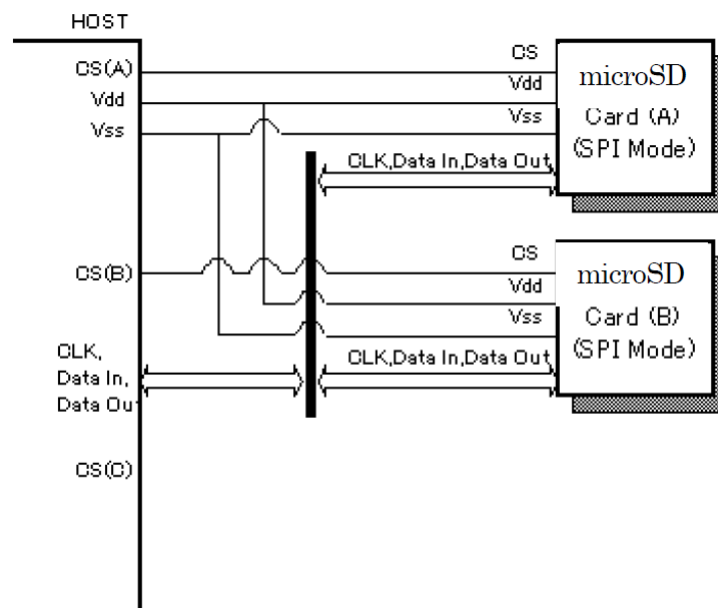
W szczególności host MMC można zmodyfikować z tylko niewielką zmianą.

Wadą trybu SPI jest obniżenie wydajności w porównaniu do trybu SD.

Przeostrogą: Należy korzystać ze specyfikacji karty SD. **NIE WOLNO używać specyfikacji MMC.**

Na przykład inicjowanie odbywa się z wykorzystaniem ACMD41, należy też zwracać uwagę na rejestry.

Definicja rejestrów jest inna niż w specyfikacji MMC, w szczególności rejestru CSD.



CS: Sygnał wyboru karty

CLK: Sygnał zegarowy karty hosta

Wejście danych: Linia danych z hosta do karty

Wyjście danych: Linia danych z karty do hosta

V_{DD}: Zasilanie

V_{SS}: Uziemienie

Rys. 3: Schemat połączenia karty microSD (tryb SPI)

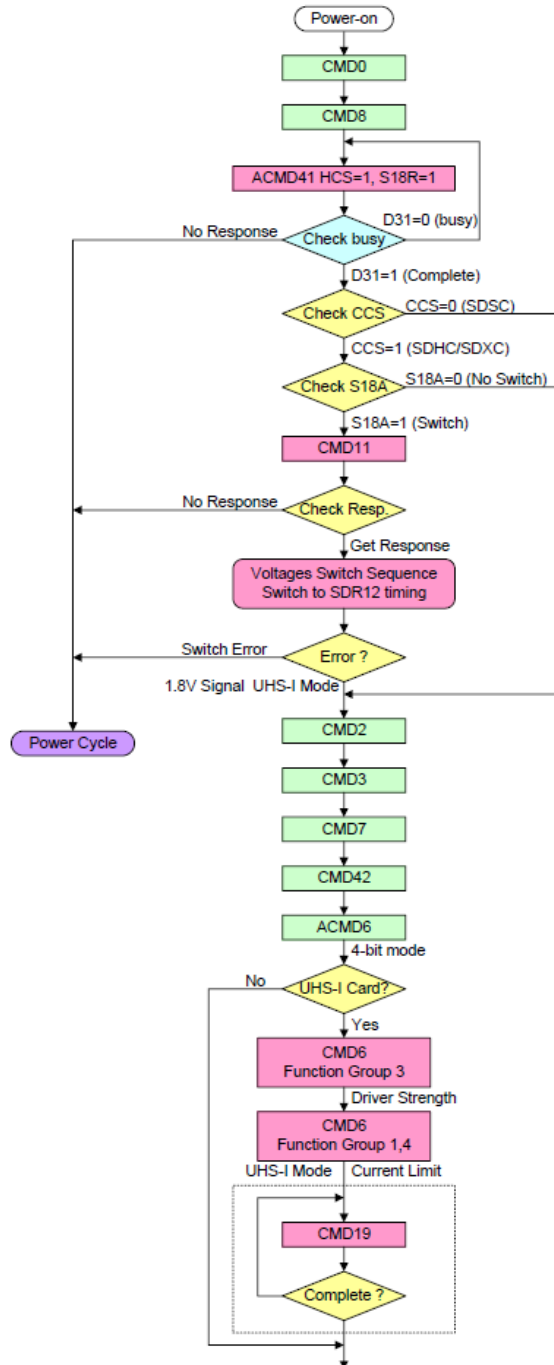
Tabela 4: Zestaw poleceń trybu SPI
(+ : wdrożone; - : niewdrożone)

Indeks CMD	Skrót	Wdrożone	Uwagi
CMD0	GO_IDLE_STATE	+	
CMD1	SEND_OP_CND	+	UWAGA: NIE UŻYWAĆ (patrz rys. 6 i 9.2)
CMD6	SWITCH_FUNC	+	
CMD8	SEND_IF_COND	+	
CMD9	SEND_CSD	+	
CMD10	SEND_CID	+	
CMD12	STOP_TRANSMISSION	+	
CMD13	SEND_STATUS	+	
CMD16	SET_BLOCKLEN	+	
CMD17	READ_SINGLE_BLOCK	+	
CMD18	READ_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD24	WRITE_BLOCK	+	
CMD25	WRITE_MULTIPLE_BLOCK	+	
CMD27	PROGRAM_CSD	+	
CMD28	SET_WRITE_PROT	-	Wewnętrzna ochrona przed zapisem nie została wdrożona.
CMD29	CLR_WRITE_PROT	-	Wewnętrzna ochrona przed zapisem nie została wdrożona.
CMD30	SEND_WRITE_PROT	-	Wewnętrzna ochrona przed zapisem nie została wdrożona.
CMD32	ERASE_WR_BLK_START_ADDR	+	
CMD33	ERASE_WR_BLK_END_ADDR	+	
CMD38	ERASE	+	
CMD42	LOCK_UNLOCK	+	
CMD55	APP_CMD	+	
CMD56	GEN_CMD	-	To polecenie nie zostało zdefiniowane.
CMD58	READ_OCR	+	
CMD59	CRC_ON_OFF	+	
ACMD6	SET_BUS_WIDTH	+	
ACMD13	SD_STATUS	+	
ACMD22	SEND_NUM_WR_BLOCKS	+	
ACMD23	SET_WR_BLK_ERASE_COUNT	+	
ACMD41	SD_APP_OP_COND	+	
ACMD42	SET_CLR_CARD_DETECT	+	
ACMD51	SEND_SCR	+	
ACMD18	SECURE_READ_MULTI_BLOCK	+	
ACMD25	SECURE_WRITE_MULTI_BLOCK	+	
ACMD26	SECURE_WRITE_MKB	+	
ACMD38	SECURE_ERASE	+	
ACMD43	GET_MKB	+	
ACMD44	GET_MID	+	
ACMD45	SET_CER_RN1	+	
ACMD46	SET_CER_RN2	+	
ACMD47	SET_CER_RES2	+	
ACMD48	SET_CER_RES1	+	
ACMD49	CHANGE_SECURE_AREA	+	

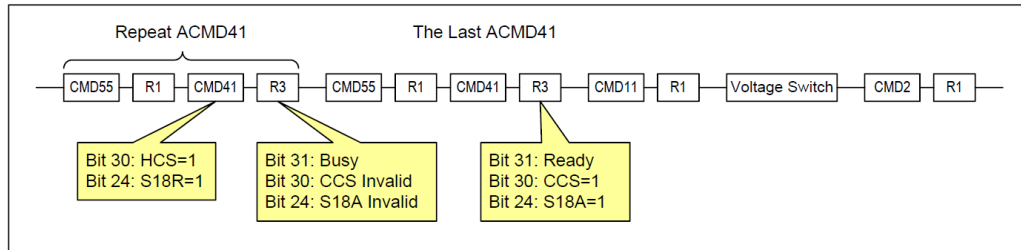
- CMD28, 29 i CMD30 są poleceniami opcjonalnymi.
- CMD56 jest przeznaczone na polecenie określone przez dostawcę, które nie zostało zdefiniowane w standardowej karcie.

6.3. Inicjowanie karty microSD

Rys. 4-1 przedstawia diagram sekwencji inicjowania hostów UHS-I, natomiast rys. 4-2 pokazuje sekwencję poleceń powodującą przełączenie napięcia sygnału. Pola czerwone i żółte to nowa procedura inicjacji karty UHS-I.



Rys. 4-1: Diagram sekwencji inicjowania hosta UHS-I



Rys. 4-2: Sekwencja czasowa ACMD41, po której następuje sekwencja zmiany napięcia sygnału

1) POWER ON : napięcie zasilające inicjacji.

System hosta podaje napięcie robocze do karty.

Do karty microSD należy podać więcej niż 74 takty zegarowe.

2) Wybór trybu pracy (trybu SD lub SPI)

W przypadku pracy w trybie SPI host powinien ustawić styk 1 (CD/DAT3) karty SD I/F na poziom niski. Następnie należy wydać polecenie CMD0.

W przypadku pracy w trybie SD host powinien ustawić lub wykryć styk 1 karty SD I/F (rejestr styku 1 jest zazwyczaj podnoszony do poziomu wysokiego).

Karta zachowuje wybrany tryb pracy, poza przypadkami ponownego wydania polecenia CMD0 lub gdy włączenie zasilania następuje po procedurze inicjalizacji trybu SD.

3) Wysłanie polecenia stanu interfejsu (CMD8).

Gdy karta znajduje się w stanie bezczynności, host musi wydać polecenie CMD8 przed ACMD41.

W argumencie dostarczane napięcie zostaje ustawione na napięcie zasilania hosta, natomiast wzór kontrolny na wzór 8-bitowy.

Karta, która zaakceptowała dostarczane napięcie, przesyła odpowiedź R7.

W odpowiedzi karta kopiuje zarówno zakres napięcia, jak i wzór kontroli ustawiony argumentem.

Jeśli karta nie obsługuje napięcia dostarczanego przez hosta, wtedy nie zostaje zwrócona żadna odpowiedź i pozostaje ona w stanie bezczynności.

4) Wysłanie polecenia inicjowania (ACMD41).

Gdy poziom sygnału to 3,3 V, host powtarza polecenie ACMD41 z argumentami HSC=1 i S18R=1 do chwili uzyskania odpowiedzi potwierdzającej gotowość.

Argument (HCS i S18R) pierwszego polecenia ACMD41 jest skuteczny, jednak wszystkie kolejne polecenia ACMD41 muszą być wydawane z tym samym argumentem.

Jeśli bit 31 wskazuje na gotowość, host musi sprawdzić parametry CCS i S18A.

Karta wskazuje S18A=0, co oznacza, że przełączenie napięcia jest niedozwolone i host musi stosować obecny poziom sygnałów.

Tabela 5: Połączenia S18R i A18A

Current Signaling Level	18R	S18A	Comment
3.3V	0	0	1.8V signaling is not requested
	1	0	The card does not support 1.8V signaling
	1	1	Start signal voltage switch sequence
1.8V	X	0	Already switched to 1.8V

5) Wysłanie polecenia przełączenia napięcia (CMD11).

S18A=1 oznacza, że przełączenie napięcia jest dozwolone, a host wydaje polecenie CMD11, aby wywołać sekwencję przełączenia napięcia.

Po otrzymaniu polecenia CMD11 karta zwraca odpowiedź R1 i rozpoczyna sekwencję przełączenia napięcia.

Brak odpowiedzi na polecenie CMD11 oznacza, że parametr S18A wynosił 0 i z tego powodu host nie powinien był wysyłać polecenia CMD11.

Zakończenie sekwencji przełączenia napięcia jest kontrolowane przez wysoki poziom linii DAT[3:0].

To, który bit linii DAT[3:0] może być skontrolowany, zależy od możliwości hosta.

Po pomyślnym zakończeniu sekwencji przełączenia napięcia karta przechodzi w tryb UHS-I, a sekwencje czasowe wejścia i wyjścia karty zostają zmienione (SDR12 to wartość domyślna).

6) Wysłanie polecenia ALL_SEND_CID (CMD2) i odbiór identyfikatora karty (CID).

7) Wysłanie polecenia SEND_RELATIVE_ADDR (CMD3) i odbiór parametru RCA.

Wartość parametru RCA jest zmieniana przy dostępie losowo i różna od zera.

8) Wysłanie polecenia SELECT / DESELECT_CARD (CMD7) i przejście do stanu przesyłania.

Podczas przechodzenia do trybu przesyłania powinien zostać sprawdzony status CARD_IS_LOCKED w odpowiedzi R1 (zostaje wskazany w odpowiedzi polecenia CMD7).

Jeśli status CARD_IS_LOCKED w odpowiedzi polecenia CMD7 jest ustawiony na 1, przed poleceniem ACMD6 wymagane jest polecenie CMD42 w celu odblokowania karty.

(Jeśli karta jest zablokowana, do jej odblokowania wymagane jest polecenie CMD42.)

Jeśli karta jest odblokowana, polecenie CMD42 można pominąć.

9) Wysłanie polecenia SET_BUS_WIDTH (ACMD6).

W standardzie UHS-I obsługiwany jest wyłącznie tryb 4-bitowy. Host może wybrać tryb 4-bitowy wyłącznie z użyciem polecenia ACMD6.

Jeśli karta jest zablokowana, host musi ją odblokować z użyciem polecenia CMD42 w trybie 1-bitowym, następnie wydać polecenie ACMD6, aby zmienić tryb magistrali na 4-bitowy. Nie ma gwarancji pracy w trybie 1-bitowym.

10) Ustawienie siły wysterowania.

Tryb 0 polecenia CMD6 jest wykorzystywany do badania funkcji obsługiwanych przez kartę oraz identyfikacji bieżącego zużycia energii przez kartę przy wybranych funkcjach.

W przypadku karty UHS-I do wyboru odpowiedniej siły wysterowania (domyślnie jest to bufor Type-B) służy grupa funkcji 3 polecenia CMD6.

11) Ustawienie limitu prądu trybu UHS-I.

Tryby UHS-I (tryb prędkości magistrali) są wybierane z użyciem grupy funkcji 1 polecenia CMD6.

Limit prądu jest określany przez grupę funkcji 4 polecenia CMD6.

Maksymalne ustawienia dostępu:

SDR50 = (grupa funkcji 1 polecenia CMD6 = 2-h, grupa funkcji 4 polecenia CMD6 = 1-h)

Uwaga:

Grupa funkcji 4 jest zdefiniowana jako przełącznik limitu prądu dla trybu SDR50.

Limit prądu nie wpływa na kartę w trybach SDR12 i SDR25.

Domyślna wartość limitu prądu wynosi 200 mA (ustawienie minimalne).

Następnie, po wybraniu jednego z trybów SDR50 z użyciem grupy funkcji 1, host musi zmienić limit prądu, aby umożliwić pracę karty z wyższą wydajnością.

Ta wartość jest uzależniona od wydajności zasilania karty przez hosta, metody uwalniania ciepła zastosowanej w hoście oraz maksymalnej wartości prądu na złączu.

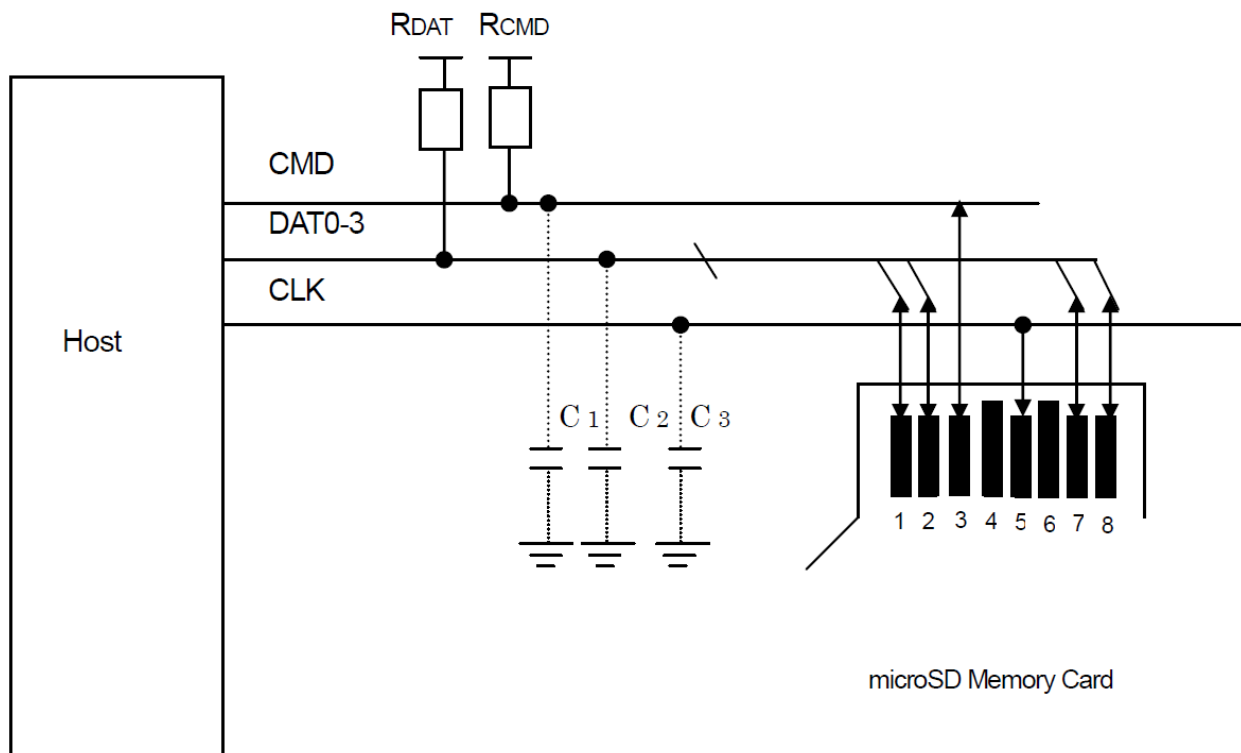
12) Strojenie punktu próbkowania

Polecenie CMD19 powoduje wysłanie do hosta bloku strojenia w celu ustalenia punktu próbkowania.

W trybach SDR50 i SDR104, jeśli wymagane jest strojenie punktu próbkowania, polecenie CMD19 jest wydawane wielokrotnie, do chwili zakończenia strojenia.

Następnie host może uzyskać dostęp do danych między kartą SD i urządzeniem magazynującym.

6.4. Charakterystyka elektryczna karty microSD



Rys. 5: Schemat połączeń karty microSD

6.4.1 Właściwości DC

Tabela 6-1: Właściwości DC (poziom progu dla wysokiego zakresu napięć)

Element	Symbol	Stan	Min.	Typ.	Maks.	Jednostka	Uwaga	
Napięcie zasilania	V_{DD}	-	2,7	-	3,6	V		
Napięcie wejściowe	Poziom wysoki	V_{IH}	-	$V_{DD} * 0,625$	-	-	V	
	Poziom niski	V_{IL}	-	-	-	$V_{DD} * 0,25$	V	
Napięcie wyjściowe	Poziom wysoki	V_{OH}	$I_{OH} = -2$ mA	$V_{DD} * 0,75$	-	-	V	
	Poziom niski	V_{OL}	$I_{OL} = 2$ mA	-	-	$V_{DD} * 0,125$	V	
Czas rozruchu		-	-	-	250	ms	od 0 V do V_{DD} min	

*) Prąd szczytowy: Wartość RMS przez okres 10 usek.

Tabela 6-2: Napięcie szczytowe i prąd upływowy

Parametr	Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Uwaga
Napięcie szczytowe na wszystkich liniach		-0.3	$V_{DD} + 0,3$	V	
Wszystkie wejścia					
Wejściowy prąd upływowy		-10	10	uA	
Wszystkie wyjścia					
Wyjściowy prąd upływowy		-10	10	uA	

Tabela 6-3: Właściwości DC (poziom progu dla sygnałów 1,8 V)

Element	Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Stan	
Napięcie zasilania	V_{DD}	2,7	3,6	V		
Napięcie stabilizatora	V_{DDIO}	1,7	1,95	V	Generowane od V_{DD}	
Napięcie wejściowe	Poziom wysoki	V_{IH}	1,27	2,00	V	
	Poziom niski	V_{IL}	$V_{SS} - 0,3$	0,58	V	
Napięcie wyjściowe	Poziom wysoki	V_{OH}	1,4	-	V	
	Poziom niski	V_{OL}	-	0,45	V	

Tabela 6-4: Wejściowy prąd upływowy dla sygnałów 1,8 V)

Parametr	Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Uwaga
Wejściowy prąd upływowy		-2	2	uA	Podwyższenie linii DAT3 jest odłączone

Tabela 6-5: Zużycie energii

Element	Symbol	Stan	Min.	Typ.	Maks.	Jednostka	Uwaga
Prąd w stanie czuwania	I_{CCS}	Zatrzymanie zegara 3,0 V	-	-	950	uA	przy 25°C
Prąd roboczy (szczyt)	I_{CCOP1} *1)	Limit prądu=400 mA $V_{DD}=3,6$ V	-	-	300	mA	przy 25°C
		Limit prądu=200mA $V_{DD}=3,6$ V	-	-	300		
		(HS lub DS) $V_{DD}=3,6$ V	-	-	300		
Prąd roboczy (średni)	I_{CCOP2} *2)	Limit prądu=400 mA $V_{DD}=3,6$ V	-	-	250	mA	przy 25°C
		Limit prądu=200mA $V_{DD}=3,6$ V	-	-	200		
		(SDR25 lub HS) $V_{DD}=3,6$ V	-	-	200		
		(SDR12.5 lub DS) $V_{DD}=3,6$ V	-	-	100		

*1) Prąd szczytowy: Wartość RMS przez okres 10 usek.

*2) Prąd średni: wartość przez okres 1 sek.

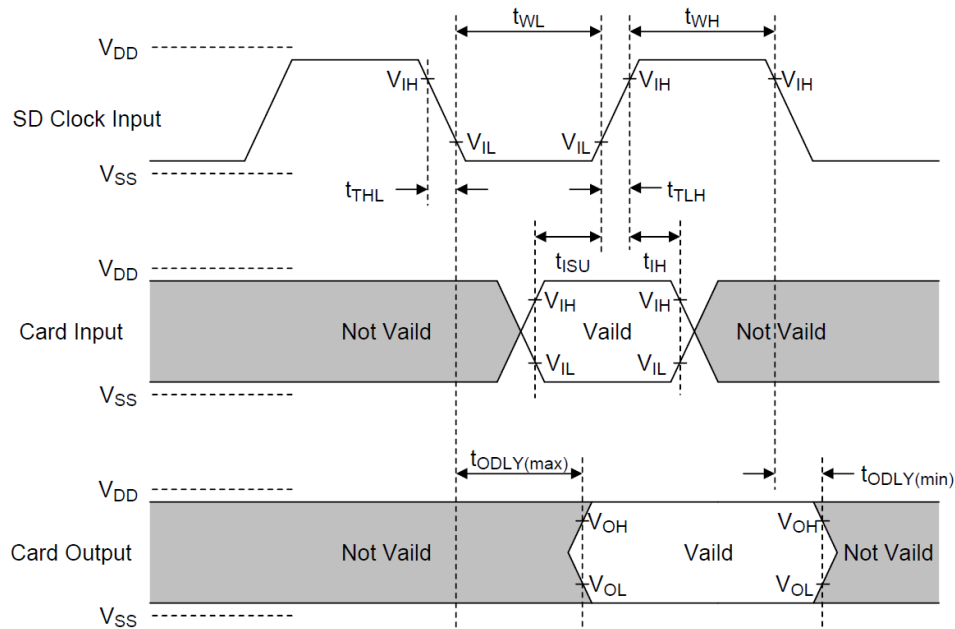
Tabela 6-6: Kapacytancja sygnałów

Łączna pojemność magistrali = $C_{HOST} + C_{BUS} + N \cdot C_{Card}$

Element	Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Uwaga
Rezystancja podwyższania	R_{CMD} R_{DAT}	10	100	kiloom	
Łączna pojemność magistrali dla każdej linii sygnałów	C_L	-	40	pF	1 karta $C_{HOST}+C_{BUS}$ nie może przekroczyć 30 pF
Kapacytancja karty dla każdego styku sygnałowego	C_{CARD}	-	10	pF	
Maksymalna indukcyjność linii sygnałów		-	16	nH	
Rezystancja podwyższania wewnątrz karty (styk 1)	R_{DAT3}	10	90	kiloom	Można wykorzystać do wykrywania karty.
Pojemność po podłączeniu do linii zasilania	C_C	-	5	uF	W celu zapobiegania nagłemu przyływowi prądu

Uwaga: Wartość podwyższenia WP (R_{wp}) jest uzależniona od obwodu zasilania interfejsu hosta.

6.4.2 Właściwości AC (domyślne)



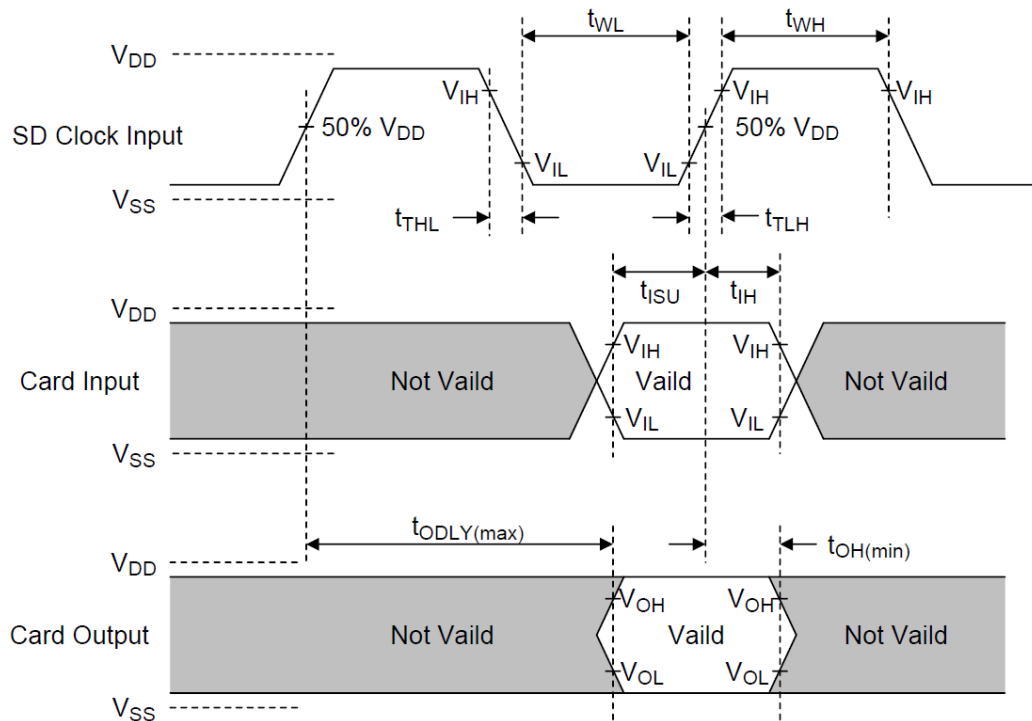
Rys. 6-1: Schemat czasowy AC (domyślny)

Tabela 7-1: Właściwości AC (domyślne)

Element	Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Uwaga
Częstotliwość zegara (w dowolnym stanie)	f _{STP}	0	25	MHz	C _{CARD} ≤ 10 pF (1 karta)
Częstotliwość zegara (Tryb przesyłania danych)	f _{PP}	0	25	MHz	
Częstotliwość zegara (Tryb identyfikacji karty)	f _{OD}	0/100(*1)	400	KHz	
Niski czas zegara	t _{WL}	10	-	ns	
Wysoki czas zegara	t _{WH}	10	-	ns	
Czas narastania zegara	t _{TLH}	-	10	ns	
Czas opadania zegara	t _{THL}	-	10	ns	
Czas konfiguracji wejścia	t _{ISU}	5	-	ns	
Czas utrzymywania wejścia	t _{IH}	5	-	ns	
Czas opóźnienia wyjścia (Tryb przesyłania danych)	t _{ODLY}	0	14	ns	
Czas opóźnienia wyjścia (Tryb identyfikacji)	t _{ODLY}	0	50	ns	

(*1) 0 Hz oznacza zatrzymanie zegara. Podany zakres minimalnych częstotliwości jest przewidziany dla zastosowań, w których wymagana jest stała dostępność zegara.

6.4.3 Właściwości AC (wysoka prędkość)

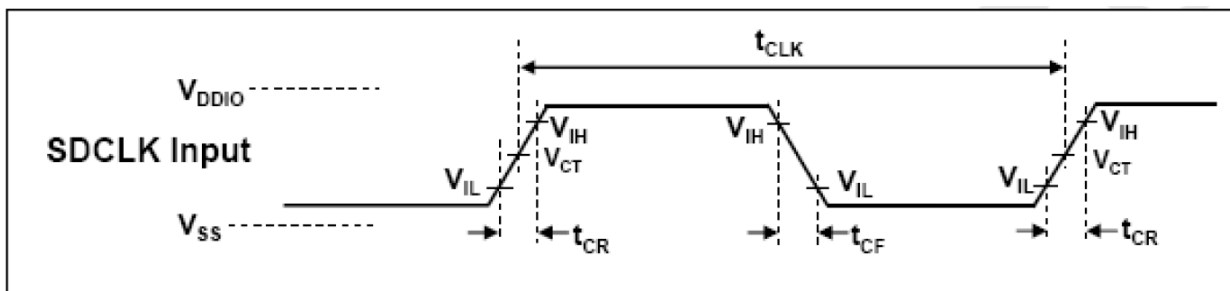


Rys. 6-2: Schemat czasowy AC (wysoka prędkość)

Tabela 7-2: Właściwości AC (wysoka prędkość)

Element	Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Uwaga
Częstotliwość zegara (Tryb przesyłania danych)	f_{PP}	0	50	MHz	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Niski czas zegara	t_{WL}	7	-	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Wysoki czas zegara	t_{WH}	7	-	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Czas narastania zegara	t_{TLH}	-	3	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Czas opadania zegara	t_{THL}	-	3	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Czas konfiguracji wejścia	t_{ISU}	6	-	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Czas utrzymywania wejścia	t_{IH}	2	-	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Czas opóźnienia wyjścia (Tryb przesyłania danych)	t_{ODLY}	-	14	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Czas utrzymywania wyjścia	T_{OH}	2,5	-	ns	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)
Łączna pojemność systemu	C_L	-	40	pF	$C_{CARD} \leq 10$ pF (1 karta)

6.4.4 Właściwości AC (tryby SDR12, SDR25, SDR50 i SDR104)



Rys. 6-3: Schemat czasowy AC (wejście w trybach SDR12, SDR25, SDR50 i SDR104)

Tabela 7-3: Właściwości AC (wejście w trybach SDR12, SDR25, SDR50 i SDR104)

Symbol	Min.	Maks.	Jednostka	Uwagi
t_{CLK}	4,80	-	ns	208 MHz (maks.), między narastającymi zboczami, $V_{CT}=0,975$ V
t_{CR}, t_{CF}	-	$0,2 \cdot t_{CLK}$	ns	$t_{CR}, t_{CF} < 2,00$ ns(maks.) przy 100 MHz, $C_{CARD} = 10$ pF
Cykl pracy zegara	30	70	%	

7. Wewnętrzne informacje o karcie

7.1. Informacje o zabezpieczeniach

MKB (Media Key Block) oraz Media ID są standardowymi informacjami wykorzystywanymi przez firmę Kingston. Informacje te spełniają wymagania określone w CPRM.

Uwaga: Informacje o zabezpieczeniach NIE stanowią informacji programistycznych przeznaczonych do oceny. Aby korzystać z informacji o zabezpieczeniach, system hosta musi spełniać wymagania określone w CPRM.

Informacje te uznaje się za poufne ze względu na przyczyny związane z bezpieczeństwem.

7.2. Rejestry karty SD

Urządzenie posiada sześć rejestrów i udostępnia dwa rodzaje informacji o stanie: OCR, CID, CSD, RCA, DSR, SCR oraz Card Status i SD Status identyczna z Card Status. Ta karta NIE OBSŁUGUJE DSR.

Istnieją dwa typy grup rejestrów.

Rejestry zgodne ze standardem MMC: OCR, CID, CSD, RCA, DSR oraz SCR Właściwe dla karty SD: SD Status i Card Status

Tabela 8: Rejestry karty SD

Nazwa rejestru	Szerokość bitowa (bit)	Opis
CID	128	Identyfikacja karty
RCA	16	Względny adres karty
DSR	16	Rejestr fazy wysterowania
CSD	128	Dane właściwe dla karty
SCR	64	Rejestr konfiguracji karty SD
OCR	32	Rejestr warunków pracy
SSR	512	Stan karty SD
CSR	32	Rejestr stanu karty

7.2.1 Rejestr OCR

Ten 32-bitowy rejestr opisuje zakres napięcia roboczego oraz zawiera bit stanu w zasilaniu.

Tabela 9: Definicja rejestru OCR

Pozycja bitu OCR	Definicja pól rejestru OCR		Wartość odpowiedzi	
			64 GB	
0-3	Okno napięcia VDD	Zarezerwowane	0	
4-6		Zarezerwowane	0	
7		Zarezerwowane dla zakresu niskiego napięcia	0	
8-14		Zarezerwowane	0	
15		2,8 ~ 2,7	1	
16		2,9 ~ 2,8	1	
17		3,0 ~ 2,9	1	
18		3,1 ~ 3,0	1	
19		3,2 ~ 3,1	1	
20		3,3 ~ 3,2	1	
21		3,4 ~ 3,3	1	
22		3,5 ~ 3,4	1	
23		3,6 ~ 3,5	1	
24 ¹		Przełączenie na 1,8 V zaakceptowane (S18A)	1	
25-29	Zarezerwowane	0		
30	Stan pojemności karty (CCS) ²	1		
31	Bit stanu rozruchu karty (zajętość) ³	0 = zajęta 1 = gotowa		

(1) Bit 24: ten bit obsługują wyłącznie karty UHS-I.

(2) Bit 30: ten bit jest prawidłowy wyłącznie po ustawieniu bitu stanu rozruchu karty.

(3) Bit 31: ten bit jest ustawiony na stan NISKI, jeśli karta nie zakończyła jeszcze procedury rozruchowej.

Bit 23-4: opisuje napięcie karty SD.

Bit 31 wskazuje stan rozruchu karty. Wartość „1” zostaje ustawiona po zakończeniu rozruchu i procedury inicjowania.

7.2.2 Rejestr CID

Rejestr CID (identyfikacja karty) ma szerokość 128 bitów i zawiera informacje identyfikacyjne karty. Wartość rejestru CID jest inna dla każdego dostawcy.

Tabela 10: 7.2.2 Rejestr CID

Nazwa	Pole	Szerokość	Wycinek CID	Wartość początkowa	
					64 GB
Identyfikator producenta	MID	8	[127:120]	41h	
Identyfikator OEM/zastosowania	OID	16	[119:104]	3432h	
Nazwa produktu	PNM	40	[103:64]	SDCIT	
Wersja produktu	PRV	8	[63:56]	30h	
Numer seryjny produktu	PSN	32	[55:24]	PSN ^A	
Zarezerwowane	--	4	[23:20]	--	
Data produkcji	MDT	12	[19:8]	MDT ^B	
Suma kontrolna CRC7	CRC	7	[7:1]	CRC ^C	
niewykorzystywana, zawsze 1	-	1	[0:0]	1	

(A), (B): zmieniane w produkcji dla poszczególnych kart SD.

(C) Suma końcowa dla rejestru CID.

7.2.3 Rejestr CSD

CSD to rejestr o szerokości 128 bitów zawierający dane właściwe dla danej karty.

Tabela 11: Rejestr CSD

Nazwa	Pole	Szerokość	Typ komórki	Wycinek CSD	Wartość początkowa	
					64 GB	
Struktura CSD	CSD_STRUCTURE	2	R	[127:126]	0x01	
Zarezerwowane	-	6	R	[125:120]	0x00	
Czas dostępu odczytu danych-1	TAAC	8	R	[119:112]	0x0E	
Czas dostępu odczytu danych-2 w cyklach CLK (NSAC*100)	NSAC	8	R	[111:104]	0x00	
Maks. szybkość przesyłania danych	TRAN_SPEED	8	R	[103:96]	0x5A	
Klasy poleceń karty	CCC	12	R	[95:84]	0x5B5	
Maks. długość odczytu bloku danych	READ_BLK_LEN	4	R	[83:80]	0x09	
Dozwolony odczyt niepełnych bloków	READ_BLK_PARTIAL	1	R	[79:79]	0x00	
Przesunięcie bloków zapisu	WRITE_BLK_MISALIGN	1	R	[78:78]	0x00	
Przesunięcie bloków odczytu	READ_BLK_MISALIGN	1	R	[77:77]	0x00	
Wdrożony DSR	DSR_IMP	1	R	[76:76]	0x00	
Zarezerwowane	-	6	R	[75:70]	0x00	
Rozmiar urządzenia	C_SIZE	22	R	[69:48]	0x01D27F	
Zarezerwowane	-	1	R	[47:47]	0x00	
Dopuszczaj wymazywanie pojedynczego bloku	ERASE_BLK_EN	1	R	[46:46]	0x01	
Rozmiar sektora wymazywania	SECTOR_SIZE	7	R	[45:39]	0x7F	
Rozmiar grupy ochrony przed zapisem	WP_GRP_SIZE	7	R	[38:32]	0x00	
Dopuszczaj grupę ochrony przed zapisem	WP_GRP_ENABLE	1	R	[31:31]	0x00	
Zarezerwowane (nie używać)	-	2	R	[30:29]	0x00	
Współczynnik prędkości zapisu	R2W_FACTOR	3	R	[28:26]	0x02	
Maks. długość zapisu bloku danych	WRITE_BLK_LEN	4	R	[25:22]	0x09	
Dozwolony zapis niepełnych bloków	WRITE_BLK_LEN	1	R	[21:21]	0x00	
Zarezerwowane	-	5	R	[20:16]	0x00	
Grupa systemu plików	FILE_FORMAT_GRP	1	R	[15:15]	0x00	
Flaga kopiowania	COPY	1	R/W ⁽¹⁾	[14:14]	0x00	
Stała ochrona przed zapisem	PERM_WRITE_PROTECT	1	R/W ⁽¹⁾	[13:13]	0x00	
Tymczasowa ochrona przed zapisem	TMP_WRITE_PROTECT	1	R/W	[12:12]	0x00	
System plików	FILE_FORMAT	2	R	[11:10]	0x00	
Zarezerwowane	-	2	R	[9:8]	0x00	
CRC	CRC	7	R/W	[7:1]	CRC	
Niewykorzystywane, zawsze „1”	-	1	-	[0:0]	0x01	

Typy komórki: R: tylko do odczytu, R/W: do odczytu i zapisu, R/W(1): do odczytu / zapisu jednorazowego

Uwaga: W tej karcie wymazywanie jednego bloku danych jest niedozwolone. Te informacje wskazuje parametr „ERASE_BLK_EN”. System hosta powinien sprawdzić tę wartość przed wymazaniem danych o rozmiarze jednego bloku.

7.2.4 Rejestr RCA

Zapisywalny rejestr względnego adresu karty o szerokości 16 bitów przechowuje adres karty w trybie karty SD.

7.2.5 Rejestr DSR

Ten rejestr nie jest obsługiwany.

7.2.6 Rejestr SCR

SCR (rejestr konfiguracji karty SD) udostępnia informacje na temat specjalnych funkcji karty pamięci SD.

Rozmiar rejestru SCR to 64 bity.

Tabela 12: Rejestr SCR

Opis	Pole	Szerokość	Typ komórki	Wycinek SCR	Wartość		
					64 GB		
Struktura SCR	SCR_STRUCTURE	4	R	[63:60]	0x00		
Wersja specyfikacji karty Wersja	SD_SPEC	4	R	[59:56]	0x02		
Stan danych po operacjach wymazywania	DATA_STAT_AFTER_ERASE	1	R	[55:55]	0x00		
Obsługa zabezpieczeń CPRM	SD_SECURITY	3	R	[54:52]	0x04		
Obsługiwane szerokości magistrali DAT	SD_BUS_WIDTHS	4	R	[51:48]	0x05		
Wersja specyfikacji 3.00 lub nowsza	SD_SPEC3	1	R	[47:47]	0x01		
Obsługa zabezpieczeń rozszerzonych	EX_SECURITY	4	R	[46:43]	0x00		
Wersja specyfikacji 4.00 lub nowsza	SD_SPEC4	1	R	[42:42]	0x00		
Zarezerwowane	-	6	R	[41:36]	0x00		
Bity obsługi poleceń	CMD_SUPPORT	4	R	[35:32]	0x03		
Zarezerwowane do użytku producenta	-	32	R	[31:0]	0x01 0x00 0x00 0x00		

7.2.7 Stan karty

Tabela 13: Stan karty

Pole	Szerokość	Wycinek SCR	Typ	Wartość		
				64 GB		
OUT_OF_RANGE	1	[31:31]	E R X	0		
ADDRESS_ERROR	1	[30:30]	E R X	0		
BLOCK_LEN_ERROR	1	[29:29]	E R X	0		
ERASE_SEQ_ERROR	1	[28:28]	E R	0		
ERASE_PARAM_ERROR	1	[27:27]	E R X	0		
WP_VIOLATION:PROTECTED	1	[26:26]	E R X	0		
CARD_IS_LOCKED	1	[25:25]	S X	0		
LOCK_UNLOCK_FAIL	1	[24:24]	E R X	0		
COM_ECC_ERROR	1	[23:23]	E R	0		
ILLEGAL_COMMAND	1	[22:22]	E R	0		
CARD_ECC FAILED	1	[21:21]	E R X	0		
CC_ERROR	1	[20:20]	E R X	0		
BŁĄD ogólny lub nieznan	1	[19:19]	E R X	0		
Zarezerwowane	1	[18:18]	-	0		
Zarezerwowane	1	[17:17]	-	0		
CSD_OVERWRITE	1	[16:16]	E R X	0		
WP_ERASE_SKIP:PROTECTED	1	[15:15]	E R X	0		
CARD_ECC_DISABLED	1	[14:14]	S X	0		
ERASE_RESET	1	[13:13]	S R	0		
CURRENT_STATE	4	[12:9]	S X	4		
READY_FOR_DATA	1	[8:8]	S X	1		
Zarezerwowane	1	[7:7]	-	0		
FX_EVENT	1	[6:6]	S X	0		
APP_CMD	1	[5:5]	S	0		
Zarezerwowane	1	[4:4]	R	0		
AKE_SEQ_ERROR	1	[3:3]	E R	0		
Zarezerwowane	1	[2:2]	-	0		
Zarezerwowane	1	[1:1]	-	0		
Zarezerwowane	1	[0:0]	-	0		

E: bit błędu, S: bit stanu, R: wykryty i ustawiony dla rzeczywistej odpowiedzi polecenia.
X: wykryty i ustawiony podczas wykonywania polecenia.

Załącznik: Wymiary karty microSC (jednostka: mm)

