

HB288032MM1

MultiMediaCard™
32 MByte

HITACHI

ADJ-203-536A (Z)
'00. 10. 5
Rev. 1.0

概要

マルチメディアカード (MultiMediaCard™) HB288032MM1 は、シリアルアクセスおよびランダムアクセス機能を持った高集積フラッシュメモリです。MultiMediaCard システムは、高速で信頼性の高い伝送用に最適化された専用シリアルインターフェースを通じてアクセスすることができます。このインターフェースでは、各カードの端子を並列に接続し、複数カードの使用が可能です。HB288032MM1 は、MultiMediaCard システムスタンダードへの完全互換性を提供しています。この MultiMediaCard システムスタンダードというのは新しいコンシューマ向けの標準規格 (consumer standard) で、MultiMediaCard システム仕様で定義されているものです[1]。MultiMediaCard システムは、技術革新と半導体技術に基づいて開発された新型の大容量記憶システムです。MultiMediaCard システムは、安価で、物理的にも頑強な保存メディアを提供し、マルチメディアアプリケーション用にカード形式で提供されます。MultiMediaCard は、駆動部品なしで、安価なプレイヤーやドライブのデザインを可能にします。MultiMediaCard の特徴である低消費電力と広範囲な電源電圧により、オーディオプレイヤー、オーガナイザー、パームトップコンピュータ、電子ブック、電子百科事典および電子辞書などのモバイルやバッテリー駆動のアプリケーションに最適です。MPEG などの効率的なデータ圧縮技術を使うことにより、ソフトウェア/プログラム、テキスト、音楽、音声、イメージ、ビデオなどすべての種類のマルチメディアデータに対して十分なメモリ容量を提供します。

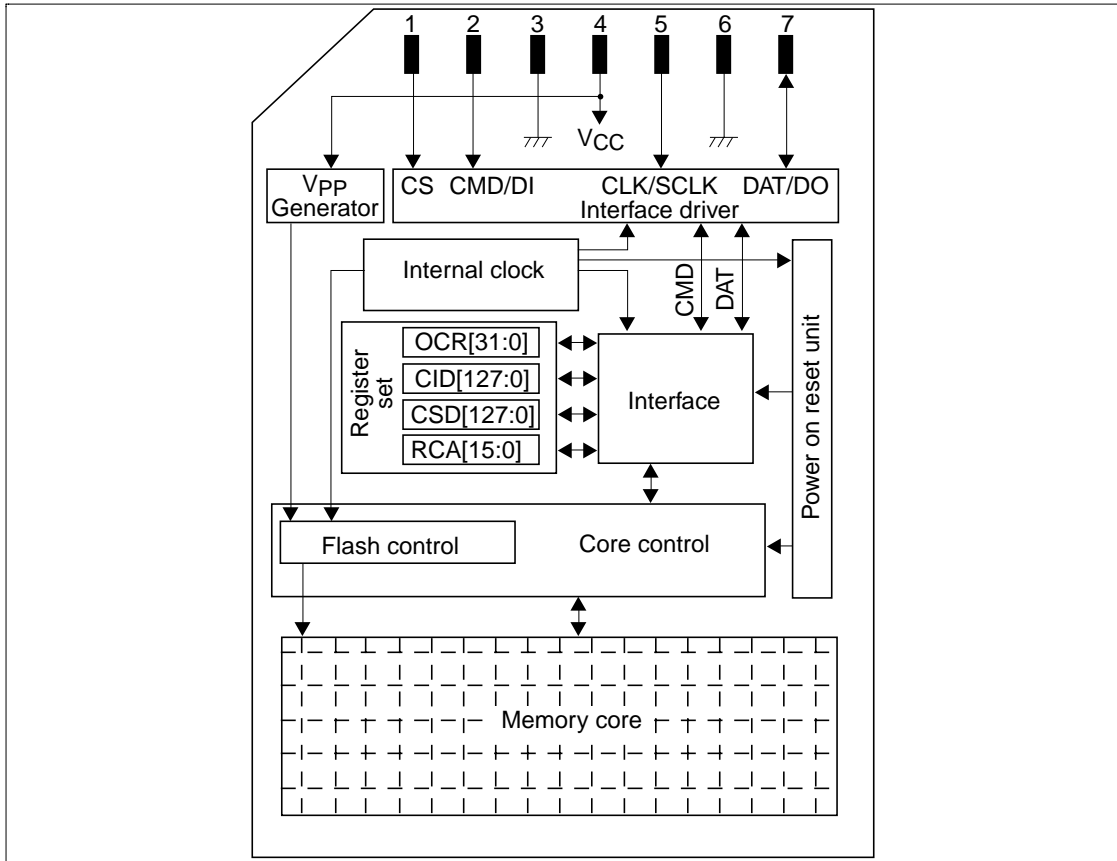
【注】 MultiMediaCard™は Infineon Technologies AG の商標です。

特長

- メモリ容量, 32MByte
- エラー訂正内蔵
- MultiMediaCard システムスタンダード互換
 - システム仕様バージョン 2.11 準拠
 - SPI インターフェースサポート
 - ブロックおよびパーシャルブロックリードサポート (コマンドクラス 0, 2)
 - ストリームリードサポート (コマンドクラス 1)
 - ブロックライトおよびイレースサポート (コマンドクラス 4, 5)
 - グループライトプロテクト (コマンドクラス 6)
 - ストリームライトサポート (コマンドクラス 3)
 - パスワードデータアクセスプロテクト

- イレースブロックサイズ：512 バイト/タグイレースサポート
- リードブロックサイズ：1 から 2048 バイトの間でプログラマブル
- 動作電圧範囲： $V_{CC}=2.7V \sim 3.6V$ (インターフェース： $V_{CC}=2.0V \sim 3.6V$)
- 外部プログラミング電圧不要
- ダメージフリーの活線抜挿
- 4kV ESD 保護
- 高速シリアルインターフェース (ランダムアクセス)
 - リードスピード： 平均：13.7Mbit/s (マルチブロックリード)
バースト (1 ブロック)：20Mbit/s
 - ライトスピード： 平均：2.8Mbit/s (事前にイレースされたセクターへのマルチブロックライト)
バースト (1 ブロック)：20Mbit/s
 - 20MHz で最高 10 枚までカードをスタックして使用可能 ($V_{CC}=2.7 \sim 3.6V$)
 - アクセスタイム：300 μ s (typ) (20MHz で $V_{CC}=2.7 \sim 3.6V$, ランダムバイトアクセス)
- 低消費電力
 - 高速：95mW (最大) (20MHz で $V_{CC}=2.7V$)

ブロックダイアグラム



HB288032MM1 のすべてのユニットは、内部クロックジェネレータによってクロックを供給されています。インターフェースドライバユニットは、外部から供給される CLK 信号に同期した DAT 信号と CMD 信号を内部で使用されているクロック信号に同期します。カードは、CMD、CLK、DAT 信号という 3 つの信号線で構成された MultiMediaCard インターフェースによって制御されています。バスに複数の MultiMediaCard が接続している場合に、HB288032MM1 を識別するため、カード識別 (CID: Card Identification) レジスタと相対カードアドレス (RCA: Relative Card Address) レジスタを使用します。これらのレジスタに加えて、種々の動作パラメータを収納するためのレジスタがあります。このレジスタは、CSD (Card Specific Data) レジスタと呼ばれています。MultiMediaCard インターフェースを使ってメモリアドレスまたはレジスタにアクセスする手順は、MultiMediaCard スタンドによって定義されています。カードは、電源の投入を検出する回路を内蔵しています。電源投入後にカードを初期化するために、他のマスタリセット信号を必要としません。MultiMediaCard システムに電源が供給されている場合でも、カードの挿入および取り出し時の短絡に対してカードは保護されています。外部プログラミング電圧電源は必要ありません。プログラミング電圧はカード上で生成されます。HB288032MM1 は、第二のインターフェース動作モードとして、SPI インターフェースモードをサポートしています。SPI モードは、CS 信号がリセットコマンド (CMD0) の受信中にアサート (L レベル) された場合に起動されます。

インタ - フェ - ス

HB288032MM1 インターフェースは 2 種類の異なるモードで機能します。

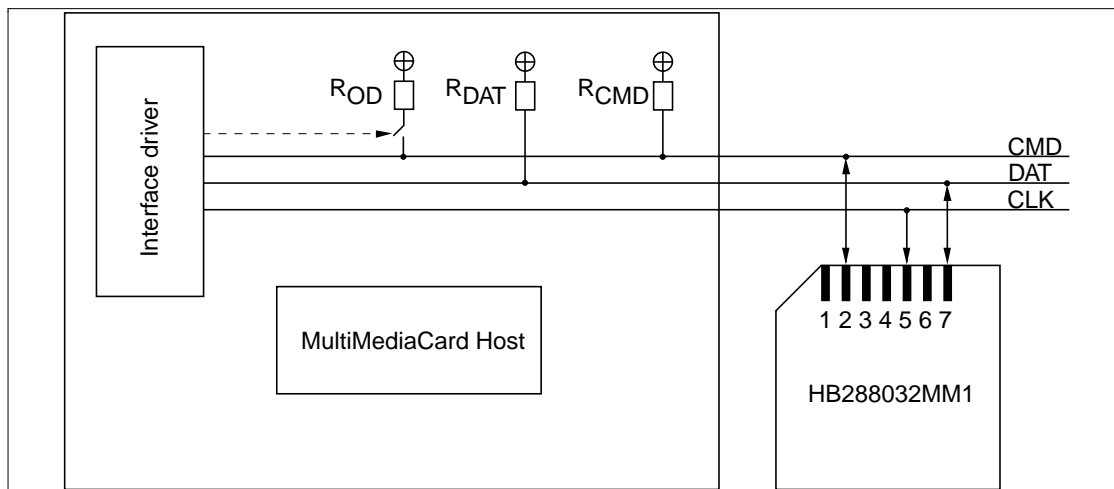
- MultiMediaCard モード
- SPI モード

両モードとも同じピンを使います。デフォルトモードは、MultiMediaCard モードです。SPI モードは、CS 信号がリセットコマンド (CMD0) の受信中にアサート (Lレベル) された場合に起動されます。SPI モードを使用しない場合には、CS 信号 (Pin1) を非接続または V_{CC} に接続してください。

MultiMediaCard モード

HB288032MM1 において、すべてのデータは 3 本の信号線を使って転送されます。

- CLK: この信号の各周期で、コマンドラインとデータラインでの 1 ビット転送が行われます。その周波数は、ゼロから最高クロック周波数の間となります。ホストは 0 から 20MHz の範囲で自由に周波数を選べます。
- CMD: この信号は双方向コマンドチャンネルで、コマンドの送信、またはコマンドに対するレスポンスの送信に使われます。CMD 信号は 2 種類の動作モードを持っています。それらは、初期化モード用のオープンドレイン (open drain) と高速コマンド転送用のプッシュ・プル (push pull) です。コマンドは、ホストから、HB288032MM1 へ送信され、レスポンスはその逆に送信されます。
- DAT: この信号は 1bit の双方向データチャンネルです。HB288032MM1 の DAT 信号は、プッシュ・プル (push pull) モードで動作します。



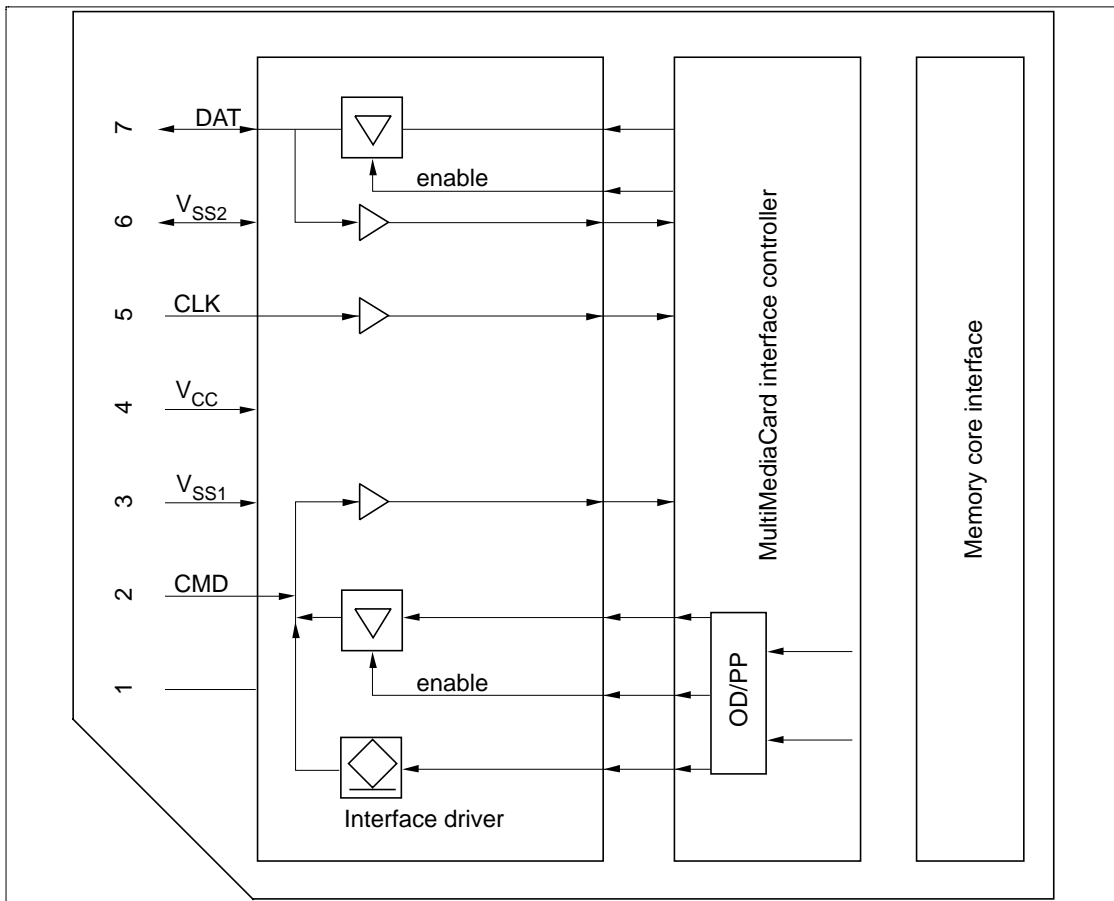
MultiMediaCard モ - ドインタ - フェ - ス

すべての MultiMediaCard は、MultiMediaCard バスのラインに、直接、接続されます。以下の表はパッド機能を定義しています。

MultiMediaCard モ - ドパッド機能

Pin No.	Name	Type*1	Description
1	RSV	NC*2	No connection
2	CMD	I/O/PP/OD	Command/Response
3	V _{SS1}	S	Ground
4	V _{CC}	S	Power supply
5	CLK	I	Clock
6	V _{SS2}	S	Ground
7	DAT	I/O/PP	Data

- 【注】 1. S：電源，I：入力，O：出力，PP：プッシュ・プル（push-pull），
 OD：オープンドレイン（open-drain）
 2. NC：接続なしまたは V_{IH}



MultiMediaCard モ - ド I/O ドライバ

SPI モ - ド

SPI (Serial Peripheral Interface) は、汎用同期シリアルインターフェースです。MultiMediaCard の SPI インターフェースは、市場で提供されている SPI ホストと互換性があります。他の SPI デバイスのように、MultiMediaCard SPI インターフェースも以下のような 4 種類の信号から構成されています。

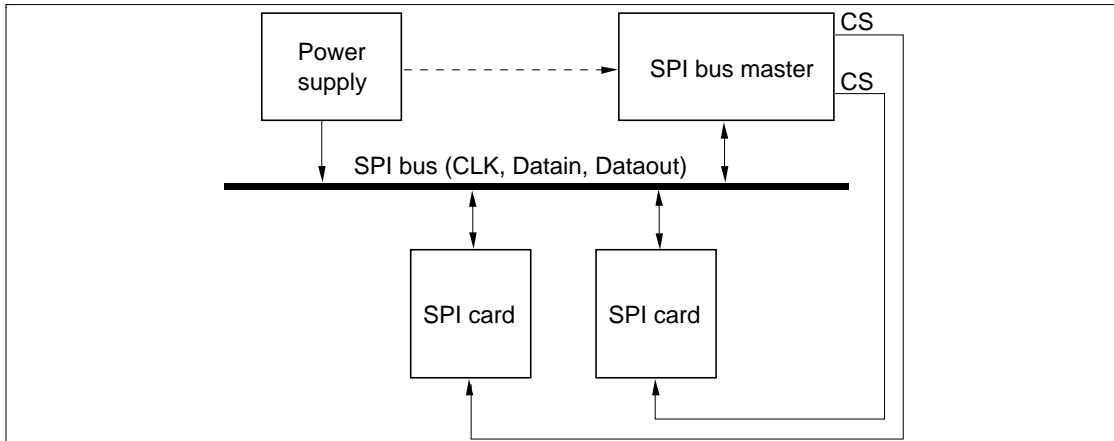
CS: Host to card Chip Select signal (ホストからカードへのチップ選択信号)

CLK: Host to card clock signal (ホストからカードへのクロック信号)

Data in: Host to card data signal (ホストからカードへのデータ信号)

Data out: Card to host data signal (カードからホストへのデータ信号)

MultiMediaCard モードのカード識別方法とアドレッシング方法は、ハードウェアの Chip Select (CS) 信号によって置きかえられます。ブロードキャストコマンドはありません。それぞれのコマンドに対して、特定のカードへの CS 信号をアサート (active low) することにより、対象となるカードが選択されます。CS 信号は、SPI モ - ド動作 (コマンド、レスポンス、そして、データ転送) の間、継続してアクティブでなければなりません。唯一の例外は、カードプログラミング中に発生します。これは、ホストが、プログラミングプロセスに影響することなく、CS 信号をネゲートすることができる場合です。MultiMediaCard モ - ドにおける双方向 CMD ラインと DAT ラインは、単方向 data in 信号と data out 信号によって置きかえられます。



SPI バスシステム

以下の表に MultiMediaCard モ - ドと SPI モ - ドのパッド機能を比較して示します。

SPI インタ - フェ - スピンコンフィギュレ - ション

Pin No.	MultiMediaCard mode			SPI mode		
	Name	Type*1	Description	Name	Type	Description
1	RSV	NC*2	Reserved for future use	CS	I	Chip select (neg true)
2	CMD	I/O/PP/OD	Command/Response	DI	I	Data in
3	V _{SS1}	S	Ground	V _{SS}	S	Ground
4	V _{CC}	S	Power supply	V _{CC}	S	Power supply
5	CLK	I	Clock	SCLK	I	Clock
6	V _{SS2}	S	Ground	V _{SS2}	S	Ground
7	DAT	I/O/PP	Data	DO	O/PP	Data out

【注】 1. S : 電源, I : 入力, O : 出力, PP : プッシュ・プル (push-pull) ,
OD : オープンドレイン (open-drain)

2. NC : 接続なしまたは V_{IH}

レジスタ

HB288032MM1 は以下の情報レジスタを搭載しています。

Name	Width	Type	Description
OCR	32	メ - カによりプログラムされている。ユ - ザにはリ - ドオンリ	カ - ド動作可能電圧範囲, パワ - アップ/リセット 手続き中のビジ - ビット。
CID	128	メ - カによりプログラムされている。ユーザにはリードオンリ	識別用のカード ID 番号, カード個別番号。
RCA	16	初期化中にプログラムされる。 リード不可能。	初期化中にホストにより割り当てられる相対的カ ードアドレス, カードのローカルシステムアドレ ス。
CSD	128	メ - カによりプログラムされて いる。ユーザにより部分的プロ グラム可能。	カード動作条件に関するカード特有データ, 情報。

CID と RCA は, HB288032MM1 を識別し, そして, アドレッシングを行うために使われます。CSD はカード特有のデータレコードを含んでいます。このレコードは, 一連の情報フィールドで, HB288032MM1 の動作条件を定義しています。

ユーザに対して, CID はリードオンリレジスタ, CSD はユーザによってプログラム可能な一部の領域を除いてリードオンリーレジスタです。これらのレジスタは, 特別なコマンドにより読み出されます。RCA レジスタは, ライトオンリーレジスタです。CID や CSD と異なり, RCA は, カードの電源を切ると, その内容を失います。その値は, 初期化サイクルの度に再度割り当てられます。SPI モードでの MultiMediaCard レジスタの使用については, 表「SPI モードにおける MultiMediaCard レジスタ」にまとめられています。

SPI モードにおける MultiMediaCard レジスタ

Name	Available in SPI mode	Width (Bytes)	Description
CID	Yes	16	カード識別データ (シリアル番号, メーカー ID など)
RCA	No		
CSD	Yes	16	カード動作条件に関するカード特有データ, 情報

CID (Card Identification : カード識別)

このレジスタは、カード識別手続中に使われるカード識別情報を含んでいます。これは、128 ビット幅のレジスタで、プロバイダによって1回だけプログラムすることができます。CIDは8つの領域に分割されます。

CID フィールド

Name	Field	Width	CID-slice
Manufacturer ID	MID	8	[127:120]
OEM/Application ID	OID	16	[119:104]
Product name	PNM	48	[103:56]
Product revision	PRV	8	[55:48]
Product serial number	PSN	32	[47:16]
Manufacturing date	MDT	8	[15:8]
CRC checksum	CRC	7	[7:1]
not used, always 1	—	1	[0:0]

CIDはエラーフリーである必要があります。CIDの正しさを確保するために、CRCチェックサムがCIDの後に付加されます。CRCチェックサムは、以下の式で計算されます。

$$\text{CRC 計算: } G(x) = x^7 + x^3 + 1$$

$$M(x) = \text{CID}[127] \cdot x^{119} + \dots + \text{CID}[8] \cdot x^0$$

$$\text{CRC}[6\dots 0] = \text{Remainder} [(M(x) \cdot x^7) / G(x)]$$

RCA (Relative Card Address : 相対カードアドレス)

この16ビットの相対カードアドレスレジスタは、カード識別中にホストにより割り当てられる相対カードアドレスを保持します。このアドレスはカード識別プロシジャの後に、アドレスを使ったホスト-カード間の通信を行うために使われます。RCAレジスタのデフォルト値は、0x0001です。0x0000という値は、SELECT_DESELECT_CARD (CMD7)コマンドにより、同一カードバスにつながるすべてのカードをStand-by (スタンバイ)ステートに設定するために予約されています。RCAは、初期化手続中にSET_RELATIVE_ADDRESS (CMD3)コマンドでプログラムされます。このレジスタの内容は、カードの電源が切られると失われてしまいます。デフォルト値は、HB288032MM1の電源投入検出回路により内部リセットが行われた場合に割り当てられます。

CSD (Card Specific Data : カード固有データ)

このカード固有データレジスタは、カードの内容にどのようにアクセスするかを指定します。CSDは、最大データアクセス時間、データ転送スピードなどのカード動作パラメータを定義します。

CSD フィールド

Name	Field	Width	CSD-slice	Value	Type
CSD structure	CSD_STRUCTURE	2	[127:126]	1	read only
Spec version	SPEC_VERS	4	[125:122]	2	read only
Reserved	—	2	[121:120]	0	read only
Data read access-time-1	TAAC	8	[119:112]	0x0E (1 ms)	read only
Data read access-time-2 in CLK cycles (NSAC*100)	NSAC	8	[111:104]	0x01 (100 cycles)	read only
Max. data transfer rate	TRAN_SPEED	8	[103:96]	0x2A (20 Mbit/s)	read only
Card command classes	CCC	12	[95:84]	0x0FF (class 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)	read only
Max. read data block length	READ_BLK_LEN	4	[83:80]	0x9 (512 bytes)	read only
Partial blocks for read allowed	READ_BLK_PARTIAL	1	[79:79]	'1' (Enabled)	read only
Write block misalignment	WRITE_BLK_MISALIGN	1	[78:78]	'0' (Disabled)	read only
Read block misalignment	READ_BLK_MISALIGN	1	[77:77]	'0' (Disabled)	read only
DSR implemented	DSR_IMP	1	[76:76]	'0' (Disabled)	read only
Reserved	—	2	[75:74]	0	read only
Device size	C_SIZE	12	[73:62]	0x7A7 (32 MByte)	read only
Max. read current at V _{DD} min	VDD_R_CURR_MIN	3	[61:59]	0x5 (35 mA)	read only
Max. read current at V _{DD} max	VDD_R_CURR_MAX	3	[58:56]	0x4 (35 mA)	read only
Max. write current at V _{DD} min	VDD_W_CURR_MIN	3	[55:53]	0x5 (35 mA)	read only
Max. write current at V _{DD} max	VDD_W_CURR_MAX	3	[52:50]	0x4 (35 mA)	read only
Device size multiplier	C_SIZE_MULT	3	[49:47]	3 (32 MByte)	read only
Erase sector size	SECTOR_SIZE	5	[46:42]	0 (512 Bytes)	read only
Erase group size	ERASE_GRP_SIZE	5	[41:37]	0x0F (8 kByte)	read only
Write protect group size	WP_GRP_SIZE	5	[36:32]	0x01 (16 kByte)	read only
Write protect group enable	WP_GRP_ENABLE	1	[31:31]	'1'	read only
Manufacturer default ECC	DEFAULT_ECC	2	[30:29]	0	read only
Write speed factor	R2W_FACTOR	3	[28:26]	2 (4)	read only
Max. write data block length	WRITE_BLK_LEN	4	[25:22]	9 (512 Bytes)	read only
Partial blocks for write allowed	WRITE_BLK_PARTIAL	1	[21:21]	'0'	read only
Reserved	—	5	[20:16]	0	read only

Name	Field	Width	CSD-slice	Value	Type
File format group	FILE_FORMAT_GRP	1	[15:15]	×	read/write
Copy flag (OTP)	COPY	1	[14:14]	× ¹	read/write
Permanent write protection	PERM_WRITE_PROTECT	1	[13:13]	×	read/write
Temporary write protection	TMP_WRITE_PROTECT	1	[12:12]	×	read/write /erase
File format	FILE_FORMAT	2	[11:10]	×	read/write
ECC code	ECC	2	[9:8]	×	read/write /erase
CRC	CRC	7	[7:1]	×	read/write /erase
Not used, always 1	—	1	[0:0]	1	read only

【注】 1. ×はユーザプログラマブルであることを意味します。

いくつかのCSDフィールドは、カスタムまたはプロバイダによって1回または複数回プログラマブルと なっています。他のすべてのフィールドは固定値です。以下の項で、CSD フィールドの説明と、 HB288032MM1でのそれらの値を記述します。

- CSD_STRUCTURE

CSD レジスタ構造

CSD_STRUCTURE	CSD register structure
'01'	CSD version No. 1.1

HB288032MM1のCSDバージョンは、“MultiMediaCard system specification, Version 2.11”に関連付けられて います。CSD_STRUCTUREパラメータは、固定値‘1’を持ちます。

- SPEC_VERS

このパラメータは、カードによってサポートされているMultiMediaCard system specificationのSpec(仕様)バージョンを定義します。カード識別プロシジャは、すべてのバージョンで共通です。

SPECバージョン

SPEC_VERS	System specification version number
'0010'	System specification version 2.11

HB288032MM1のSpec(仕様)バージョンは、“MultiMediaCard system specification, Version 2.11”に対応 しています。SPEC_VERSパラメータは固定値2を持ちます。

- TAAC

このパラメータは、非同期データアクセス時間を定義します。

TAAC アクセス時間定義

TAAC bit	Description	Values
2:0	time exponent	0 = 1 ns, 1 = 10 ns, 2 = 100 ns, 3 = 1 μ s, 4 = 10 μ s, 5 = 100 μ s, 6 = 1 ms, 7 = 10 ms
6:3	time mantissa	0 = reserved, 1 = 1.0, 2 = 1.2, 3 = 1.3, 4 = 1.5, 5 = 2.0, 6 = 2.5, 7 = 3.0, 8 = 3.5, 9 = 4.0, A = 4.5, B = 5.0, C = 5.5, D = 6.0, E = 7.0, F = 8.0
7	reserved	always '0'

HB288032MM1 の非同期遅延の値は 1ms です。コード化された TAAC 値は 0x0E (=1ms)です。

- NSAC

同期データアクセス時間のワーストケースを定義します。N_{AC} は、100*NSAC クロックサイクルとして定義されます。この場合、NSAC はバイナリ値を表します。データアクセス時間 N_{AC} の Max. 値は 25500 クロックサイクルです。合計のアクセス時間は、TAAC と N_{AC}*クロック周期の両方の合計です。HB288032MM1 の NSAC 値は 0x01 (N_{SAD} は 100cycles)です。

- TRAN_SPEED

以下の表は、最大データ転送レート TRAN_SPEED を定義します。

最大データ転送レート定義

TRAN_SPEED bit	Description
2:0	transfer rate exponent 0 = 100 kbit/s, 1 = 1 Mbit/s, 2 = 10 Mbit/s, 3 = 100 Mbit/s, 4...7 = reserved
6:3	time mantissa 0x0 = reserved, 0x1 = 1.0, 0x2 = 1.2, 0x3 = 1.3, 0x4 = 1.5, 0x5 = 2.0, 0x6 = 2.5, 0x7 = 3.0, 0x8 = 3.5, 0x9 = 4.0, 0xA = 4.5, 0xB = 5.0, 0xC = 5.5, 0xD = 6.0, 0xE = 7.0, 0xF = 8.0
7	reserved = '0'

HB288032MM1 は、0 から 20Mbit/s の間の転送レートをサポートしています。パラメータ TRAN_SPEED は 0x2A です。

- CCC

MultiMediaCard コマンドセットは、サブセット（コマンドクラス）に分割されます。カードコマンドクラスレジスタ CCC は、そのカードがどのコマンドクラスをサポートしているかを定義します。設定されている CCC ビットは、対応するコマンドクラスがサポートされていることを意味します。

サポートされているコマンドクラス

CCC bit	Supported card command classes
0	class0
1	class1
.....
11	class11

HB288032MM1 はコマンドクラス 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 をサポートします。パラメータ CCC には固定値 0x0FF が割り当てられています。

- READ_BLK_LEN

データブロック長は $2^{\text{READ_BLK_LEN}}$ として計算されます。

データブロック長

READ_BLK_LEN	Block length	Remark
0	$2^0 = 1$ byte	
1	$2^1 = 2$ bytes	
.....	
11	$2^{11} = 2048$ bytes	
12-15	reserved	

したがって、ブロック長は、1, 2, 4...2048 バイトの範囲になります。このパラメータは、READ_BLK_PARTIAL が設定されていない場合 (READ_BLK_PARTIAL='0')、ブロック長を定義します。READ_BLK_PARTIAL が設定されている場合 (READ_BLK_PARTIAL='1')、このパラメータは、ブロック長の最大許容値 (バイト) を表します。1 とこの値の間のすべてのブロック長が設定可能となります。実際のブロックサイズは、SET_BLOCKLEN (CMD16) コマンドによってプログラムされます。HB288032MM1 は、1 バイトから 2048 バイトまでのブロック長をサポートします。パラメータ READ_BLK_LEN には、固定値 0x9 が割り当てられています。

- READ_BLK_PARTIAL

READ_BLK_PARTIAL は、複数のブロックサイズがブロックリードコマンドで使用可能かどうかを定義します。READ_BLK_PARTIAL = '0' は、READ_BLK_LEN で定義されているブロックサイズのみが、ブロックデータ転送に使用可能であることを意味します。READ_BLK_PARTIAL = '1' は、より小さいブロックサイズも使用可能であることを意味します。最小ブロックサイズは、最小アドレス指定可能単位 (1 バイト) と同じになります。HB288032MM1 はパーシャルブロックリード (partial block read) をサポートします。パラメータ READ_BLK_PARTIAL には、固定値 '1' が割り当てられています。

- WRITE_BLK_MISALIGN

このパラメータは、1 つのコマンドでライトされるデータブロックが、メモリデバイスの複数の物理的ブロックにまたがってもよいかどうかを定義します。メモリブロックのサイズは、WRITE_BLK_LEN で定義されます。WRITE_BLK_MISALIGN には、固定値 '0' が割り当てられています。この値は、物理的ブロック境界線を越えることが許可されていないことを意味します。

- READ_BLK_MISALIGN

このパラメータは、1 つのコマンドでリードされるデータブロックが、メモリデバイスの複数の物理的ブロックにまたがってもよいかどうかを定義します。データブロックのサイズは、READ_BLK_LEN で定義されます。READ_BLK_MISALIGN = '0' は、物理的ブロック境界線を越えることは許可されていないことを意味します。READ_BLK_MISALIGN = '1' は、物理的ブロック境界線を越えることが許可されていることを意味します。HB288032MM1 は、境界線を越えてのリードブロック (read block) 操作をサポートしていません。パラメータ READ_BLK_MISALIGN には固定値 '0' が割り当てられています。

- DSR_IMP

このパラメータは、駆動能力を複数の値に設定可能な出力ドライバが、カードに搭載されているかどうかを定義します。もしそれが組み込まれている場合、ドライバステージレジスタ (DSR) も組み込まれています。

DSR インプリメンテーション

DSR_IMP	DSR type
0	no DSR implemented
1	DSR implemented

HB288032MM1 の出力ドライバは駆動能力を変更できません。パラメータ DSR_IMP には、固定値 '0' が割り当てられています。

- C_SIZE

このパラメータはカード容量を計算するのに使われます。カードのメモリ容量は、C_SIZE、C_SIZE_MULT および READ_BLK_LEN エントリから以下のように計算されます。

$$\text{memory capacity} = \text{BLOCKNR} * \text{BLOCK_LEN}$$

$$\text{BLOCKNR} = (\text{C_SIZE} + 1) * \text{MULT}$$

$$\text{MULT} = 2^{\text{C_SIZE_MULT} + 2} \quad (\text{C_SIZE_MULT} < 8)$$

$$\text{BLOCK_LEN} = 2^{\text{READ_BLK_LEN}}, \quad (\text{READ_BLK_LEN} < 12)$$

したがって、コード化可能な最大容量は、 $4096 * 512 * 512 = 1 \text{ GByte}$ となります。

例：BLOCK_LEN = 512 の 32 MByte カードは、C_SIZE_MULT = 3 および C_SIZE = 1959 でコード化されます。

カード容量は 32 MByte となります。

HB288032MM1 に対して、上記の式で使われているパラメータ C_SIZE の値は 0x7A7 です。

- VDD_R_CURR_MIN, VDD_W_CURR_MIN

最低供給電圧 V_{CC} (2.7V)での最大消費電流は以下のようにコード化されます。

$V_{CC}=2.7V$ での最大供給電流消費

VDD_R_CURR_MIN VDD_W_CURR_MIN	Code for current consumption at 2.7 V
2:0	0 = 0.5 mA; 1 = 1 mA; 2 = 5 mA; 3 = 10 mA; 4 = 25 mA; 5 = 35 mA; 6 = 60 mA; 7 = 100 mA

HB288032MM1 では、パラメータ VDD_R_CURR_MIN および VDD_W_CURR_MIN には、固定値 5 (35mA) が割り当てられています。

- VDD_R_CURR_MAX, VDD_W_CURR_MAX

最高供給電圧 V_{CC} (3.6V)での最大消費電流は以下のようにコード化されます。

$V_{CC}=3.6V$ での最大供給電流消費

VDD_R_CURR_MAX VDD_W_CURR_MAX	Code for current consumption at 3.6 V
2:0	0 = 1 mA; 1 = 5 mA; 2 = 10 mA; 3 = 25 mA; 4 = 35 mA; 5 = 45 mA; 6 = 80 mA; 7 = 200 mA

HB288032MM1 では、パラメータ VDD_R_CURR_MAX および VDD_W_CURR_MAX には、固定値 4 (35mA) が割り当てられています。

- C_SIZE_MULT

このパラメータは、カード容量を計算するための係数 MULT を計算するのに使われます。(参照:C_SIZE)
係数 MULT は $2^{C_SIZE_MULT+2}$ として定義されます。

カ - ドサイズの乗算係数

C_SIZE_MULT	MULT	Remark
0	$2^2 = 4$	
1	$2^3 = 8$	
2	$2^4 = 16$	
3	$2^5 = 32$	
4	$2^6 = 64$	
5	$2^7 = 128$	
6	$2^8 = 256$	
7	$2^9 = 512$	

カード容量は 32MByte です。HB 288032MM1 のカード容量を計算する式で使われるパラメータ C_SIZE_MULT の値は 3 です (multiplier (乗数) =32)。

- SECTOR_SIZE

これは、イレーズ可能なセクタサイズを示します。このレジスタの内容は、1 セクタ当たりのライトブロック (参照: WRITE_BLK_LEN) の数を定義するバイナリコード値です。HB 288032MM1 のセクタサイズは 0 (=one write block=512bytes) に設定されています。

- ERASE_GROUP_SIZE

これはイレーズ可能なグループサイズを示します。このレジスタの内容は、グループのセクタ数(参照: SECTOR_SIZE) を定義するバイナリコード値です。HB 288032MM1 では、このパラメータ値は 15 で、グループサイズは $(15+1)*512 \text{ bytes} = 8 \text{ kByte}$ です。

- WP_GRP_SIZE

これは、ライトプロテクトグループのサイズを示します。このレジスタは、グループのセクタ数(参照: SECTOR_SIZE) を定義するバイナリコード値です。HB288032MM1 では、このパラメータ値は 1 で、グループサイズが $(1+1)*(ERASE_GROUP_SIZE)=16\text{kByte}$ です。

- WP_GRP_ENABLE

HB288032MM1 では、値は '1' に設定されており、グループライトプロテクトが使用可能です。

- DEFAULT_ECC

これはカードメーカによって設定され、使用が推薦される ECC コード(例えばこの ECC コードの使用を前提にカードの試験が行われているものを)を定義します。HB288032MM1 では、この値は'0'に設定されており、特定の ECC の使用を推奨してはしません。

- R2W_FACTOR

これは、リードアクセスタイムの倍数として、典型的なプログラム時間を定義します。以下の表はフィールドフォーマットを定義しています。

R2W_FACTOR

R2W_FACTOR	Multiples of read access time
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6, 7	reserved

HB288032MM1 では、このパラメータ値は2となります。

- WRITE_BLK_LEN

データブロック長は、 $2^{\text{WRITE_BLK_LEN}}$ として計算されます。

データブロック長

WRITE_BLK_LEN	Block length	Remark
0	$2^0 = 1$ byte	
1	$2^1 = 2$ bytes	
.....	
11	$2^{11} = 2048$ bytes	
12-15	reserved	

したがって、ブロック長は1, 2, 4..2048バイトの範囲になります。WRITE_BLK_PARTIALが設定されていない場合(WRITE_BLK_PARTIAL='0'), このパラメータはブロック長を定義します。WRITE_BLK_PARTIALが設定されていると(WRITE_BLK_PARTIAL='1'), このパラメータは、ブロック長の最大許容値(バイト)を表します。1バイトからこの値の間のすべてのブロック長が設定可能です。実際のブロックサイズは、SET_BLOCKLEN (CMD16)コマンドによって設定されます。HB 288032MM1は長さが512バイトのブロックをサポートします。パラメータ WRITE_BLK_LENには、固定値 0x9 に設定されています。

- WRITE_BLK_PARTIAL

WRITE_BLK_PARTIAL は、複数のブロックサイズが、ブロックライトコマンドで使用可能かどうかを定義します。WRITE_BLK_PARTIAL = '0' は、WRITE_BLK_LEN によって定義されたブロックサイズのみがブロックデータ転送に使用可能であることを意味します。WRITE_BLK_PARTIAL = '1' は、より小さいブロックサイズも使用可能であることを意味します。最小ブロックサイズは、最小のアドレス指定可能単位(1 バイト)と同じになります。HB288032MM1 はパーシャルブロックライト (partial block write) をサポートしません。パラメータ WRITE_BLK_PARTIAL には、固定値 '0' に設定されています。

- FILE_FORMAT_GRP

このパラメータは、カードのファイルフォーマットのグループを表します。デフォルト値は '0' です。このフィールドの使い方は、表「ファイルフォーマット」に示してあります。

- COPY

このパラメータは、コンテンツがオリジナル (COPY='0') であるかコピー (= '1') であるかを定義します。COPY ビットは、1 回プログラムが可能なビットで、カスタマによって設定されます。

- PERM_WRITE_PROTECT

このパラメータは、カードのコンテンツ全体が上書きされたりイレースされたりすることから保護します (このカードに対するすべてのライトコマンドおよびイレースコマンドは恒久的にディスエーブルされます)。このパラメータは、カスタマによって 1 回プログラムが可能です。デフォルト値は '0' (プロテクトなし) です。

- TMP_WRITE_PROTECT

このパラメータは、カードのコンテンツ全体が上書きされたりイレースされたりしないよう一時的に保護します。(このカードに対するすべてのライトコマンドおよびイレースコマンドは一時的にディスエーブルされます。)このパラメータは、カスタマによってプログラムが可能です。デフォルト値は '0' (プロテクトなし) です。

- FILE_FORMAT

このパラメータは、カードのファイルフォーマットを表します。デフォルト値は '0' です。下記の表にあるフォーマットが、定義してあります。

ファイルフォーマット

FILE_FORMAT_GRP	FILE_FORMAT	Type
0	0	パ - ティションテ - ブルを持つ、HDD に準じたファイルシステム
0	1	(パ - ティションテ - ブルを持たず)ブ - トセクタのみを持つ DOS FAT (フロッピディスクに準じたファイルシステム)
0	2	ユニバ - サルファイルフォーマット (Universal File Format)
0	3	その他/未知のファイルフォーマット
1	0, 1, 2, 3	Reserved

- ECC

このパラメータは、カード内のデータを保存するのに使われた ECC コードを定義します。このフィールドの情報は、ユーザデータをデコードするために、ホスト（またはアプリケーション）によって使われます。以下の表はフィールドフォーマットを定義します。

ECC タイプ

ECC	ECC type	Maximum number of correctable bits
0	none (default)	none
1	BCH (542,512)	3
2-15	reserved	—

コンテンツプロバイダまたはカスタマは、HB 288032MM1 のコンテンツを保護するのにどの種類のエラー訂正が使われるかを定義します。この値はプログラマブルです。

- CRC

CRC レジスタは、CSD コンテンツのチェックサムを含んでいます。このチェックサムは、以下の式で計算されます。

ジェネレータ多項式：

$$G(x) = x^7 + x^3 + 1$$

$$M(x) = \text{CSD}[127] * x^{119} + \dots + \text{CSD}[8] * x^0 \text{ CRC}[6...0] = \text{Remainder} [(M(x) * x^7) / G(x)]$$

ユーザは、新しい CSD を定義した後、新しい CRC を再計算する必要があります。

MultiMediaCard コミュニケーション

ホストとカードの間のすべてのコミュニケーションはホストによって制御されます。ホストはコマンドを送り、いくつかのコマンドに対しては、選択されたカードから対応するレスポンスを受け取ります。この章では、HB 288032MM1 を制御するためのコマンド、カードレスポンス、そして、レスポンスに含まれるステータスの内容やエラーフィールドの内容が定義されています。

メモリ配列の区分

MultiMediaCard との間のデータ転送の基本的単位は 1 バイトです。ブロックサイズを必要とするすべてのデータ転送操作では、ブロック長をバイトの倍数で定義します。いくつかの特別な機能は他の区分単位 (partition granularity) を必要とします。ブロック転送コマンドについては、以下の定義が使われています。

- **ブロック (Block)** : これは、ブロック転送リードコマンドおよびライトコマンドに関連付けられている単位です。そのサイズはバイト数で表され、1 つのブロックコマンドがホストによって送信される場合、ブロックサイズと同じバイト数のデータが転送されます。ブロックのサイズは、プログラム可能か固定されています。許可されているブロックサイズに関する情報とそれがプログラム可能であるかどうかの情報は CSD に保存されています。

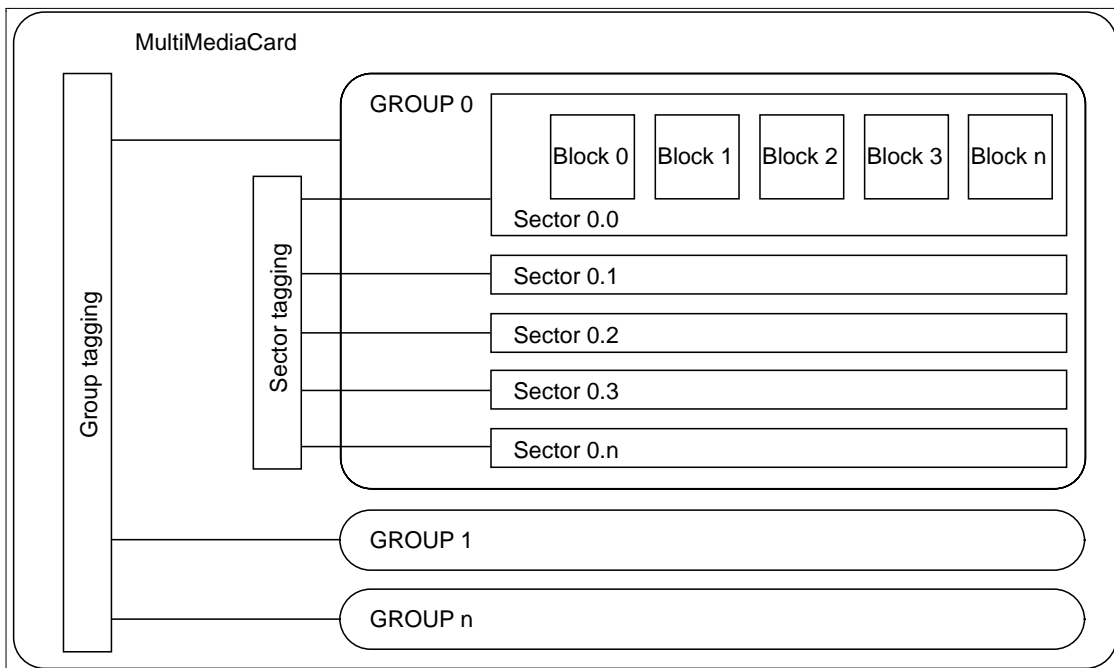
イレース可能なメモリセルを持っているカードに関しては、特別なイレースコマンドが定義されます。イレース可能なデータの最小単位は、通常、ブロック転送コマンドで使われる最小のブロックの大きさと同じではありません。

- **セクタ (Sector)** : これは、イレースコマンドに関連付けられている単位です。そのサイズはブロック数で表され、1 回にイレースできる最小のブロック数となります。セクタのサイズは、それぞれのカードに対して固有の値となっています。セクタサイズ (ブロック数) に関する情報は CSD に保存されています。
- **グループ (Group)** : これはセクタの数です。そのサイズは連続するセクタの数で、1 回でイレースできるセクタ数です。グループのサイズはそれぞれのカードに対して固有の値となっています。このサイズに関する情報は CSD に保存されています。

ライトプロテクト機能を使用可能なカードで使用する単位

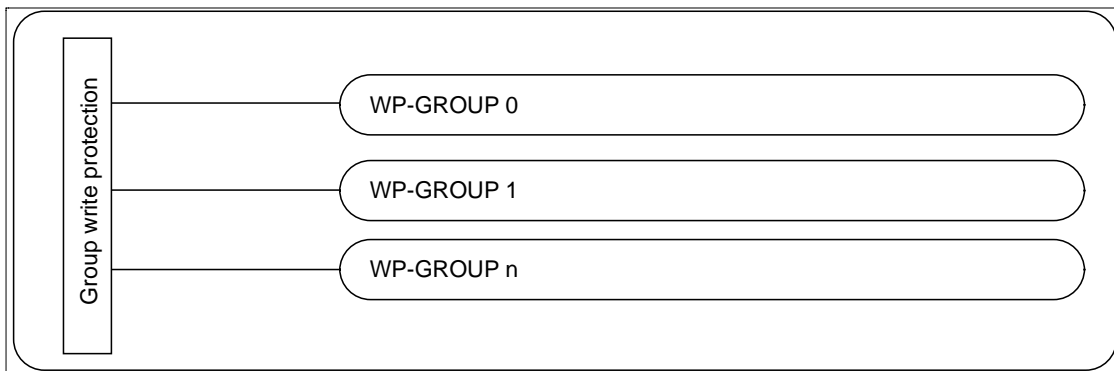
- **ライトプロテクトグループ (WP-Group)** : これは、個々にライトプロテクトができる最小単位です。そのサイズはセクタの数で、表されます。ライトプロテクトグループのサイズは、それぞれのカードに対して固有の値となっています。このサイズに関する情報は CSD に保存されています。

それぞれのイレース可能単位 (グループおよびセクタ) は特別に「タグ」ビットを持っています。このビットは、その単位にタグをつけるための特別コマンドにより設定したりクリアされたりします。いくつかのタグコマンドによってタグがつけられた複数のイレース可能単位は、1 回のイレースコマンドにより全てイレースされます。すべてのタグビットは、タグコマンドまたはアンタグコマンド以外、のコマンドを入力することによりクリアされます。したがって、一連のタグコマンドの直後に、イレースコマンドがホストにより送信されなければなりません。タグコマンド、アンタグコマンドまたはイレースコマンド以外のコマンドは、タグ付けとそれに続くイレースというサイクルを中断します。



イレースタグ付け階層 (Erase Tagging Hierarchy)

それぞれのライトプロテクトグループはライトプロテクトビットを持っています。このライトプロテクトビットは、コマンド (参照: 「コマンド」章) を通じて設定可能です。
 ライトプロテクトグループが使えるかどうかという情報は CSD に保存されています。



ライトプロテクト

コマンド

MultiMediaCard システムのコマンドセットは、カードのタイプに応じたクラスに分類されます。(参照：[1]) HB288032MM1 は以下のコマンドクラスをサポートしています。

HB288032MM1 コマンドクラス(Class 0 to Class 2)

Card command class (CCC)	Class description	Supported commands															
		0	1	2	3	4	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	
Class 0	basic	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				
Class 1	stream read										+						
Class 2	block read														+	+	+

HB288032MM1 コマンドクラス(Class 3 to Class 7)

Card command class (CCC)	Class description	Supported commands																
		20	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38	42	
Class 3	stream write	+																
Class 4	block write		+	+	+	+												
Class 5	erase									+	+	+	+	+	+	+		
Class 6	write protection						+	+	+									
Class 7	lock card																+	

Class 0 はカード識別コマンドや初期化コマンドです。これらのコマンドは、同じバスラインで異なるカードや異なるカードタイプを処理することを目的としています。カードコマンドクラス (CCC: Card Command Class) は、CSD にコード化されており、したがって、ホストはそのカードにどのようにアクセスするかを知ることができます。MultiMediaCard パスでは以下のような 4 種類のコマンドが定義されています。

- ブロードキャストコマンド (bc: broadcast command) : CMD ラインで送信され、レスポンスはありません。
- レスポンス付きブロードキャストコマンド (bcr: broadcast commands with response) : CMD ラインで送信され、CMD ラインで (すべてのカードから同時に) レスポンスが返されます。
- アドレス指定 (point-to-point) コマンド (ac: addressed (point-to-point) commands) : CMD ラインで送信され、CMD ラインでレスポンスが返されます。
- アドレス指定 (point-to-point) データ転送コマンド (adtc: addressed (point-to-point) data transfer commands) : CMD ラインで送信され、CMD ラインでレスポンスが返されます。データ転送は DAT ラインで行われます。

コマンド送信は常に MSB から始まります。それぞれのコマンドは、スタートビットで開始され、(エンドビットが後に続く) CRC コマンドプロテクトフィールドで終わります。それぞれのコマンドフレームの長さは 48 ビット (20MHz で 2.4 μ s) に固定されています。

0	1	bit5...bit0	bit31...bit0	bit6...bit0	1
start bit	host	command	argument	CRC*1	end bit

Note: 1. (Cyclic Redundancy Check)

(ホストから MultiMediaCard へ送られる) コマンドフレームのスタートビットは常に '0' となります。ホストビットは、コマンドの場合は常に '1' となっています。コマンドフィールドはバイナリコード化されたコマンド番号を含んでいます。その引数はコマンドに依存します。HB 288032MM1 は、以下の MultiMediaCard コマンドをサポートします。

リード、ライト、イレース タイムアウト時間

リード、ライト、イレースのタイムアウト時間は、下記に示すアクセス/書き込み時間の 10 倍以上としてください。カードはこの時間内に処理を完了、または異常時のエラーメッセージを送信します。ホストがこのタイムアウト時間内にレスポンスを受け取れなかった場合、リセット動作 (CMD0, 電源再投入, カード挿抜など) を行ってください。

- リード: リード時のアクセス時間は CSD レジスタに記述されている TAAC パラメータと NSAC パラメータにより計算されます (レジスタ仕様参照)。この値はホストから送信されたリードコマンド列最後のエンドビットから、読み出されたリードデータブロック先頭のスタートビットまでの typ 時間です。実際の時間はカード、ホストの処理時間、ストリーム転送時のクロック周波数などに依存して変化します。
- ライト: ブロックライト書き込み時間の typ 値は、CSD レジスタに記述されている R2W_FACTOR をリードアクセス時間に乗ずることにより計算されます (レジスタ仕様参照)。この値はすべてのライト、イレースコマンドに適用されます。
- イレース: イレース時間の typ 値は、上記ブロックライト書き込み時間に消去セクタ数を乗ずることにより計算されます。

基本コマンド(class 0)およびストリ - ムコマンド(class 1)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD0	bc	[31:0] stuff bits	—	GO_IDLE_STATE	すべてのカードを Idle ステートにリセットする。
CMD1	bcr	[31:0] OCR without busy	R3	SEND_OP_COND	2.0V から 3.6V の範囲を完全にサポートしていないカードをチェックする。CMD1 受信後 ,カードは R3 レスポンスを送信する。
CMD2	bcr	[31:0] stuff bits	R2	ALL_SEND_CID	Ready ステートにある全カードに対して自身の CID*1 番号を CMD ラインを使って送信するよう要求する。
CMD3	ac	[31:16] RCA [15:0] stuff bits	R1	SET_RELATIVE_ADDR	Identification ステートでカードに相対アドレスを割り当てる。
CMD4	bc	[31:16] DSR [15:0] stuff bits	—	SET_DSR	Stand-by ステートでのすべてのカードの DSR をプログラムする。
CMD7	ac	[31:16] RCA [15:0] stuff bits	R1 (only the selected card)	SELECT/ DESELECT_CARD	Stand-by と Transfer ステートの間、または、Programming と Disconnect ステートの間でカードの状態を切り替える。両方の場合で、カードは、それ自身の相対アドレスで選択される。(それまでに選択されていたカードは非選択となる。) アドレス 0 はすべてのカードを非選択にする。
CMD9	ac	[31:16] RCA [15:0] stuff bits	R2	SEND_CSD	アドレス指定されたカードに、そのカード特有データ(CSD)*2を CMD ラインに送信するよう要求する。
CMD10	ac	[31:16] RCA [15:0] stuff bits	R2	SEND_CID	アドレス指定されたカードに、そのカード ID(CID)を CMD ラインに送信するよう要求する。
CMD11	adtc	[31:0] data address	R1	READ_DAT_UNTIL_STOP	STOP_TRANSMISSION コマンドが送られるまでの間、与えられたアドレスから始まるデータストリームを、カードよりリードする。
CMD12	ac	[31:0] stuff bits	R1b*3	STOP_TRANSMISSION	カードが送信を停止するよう強制する。
CMD13	ac	[31:16] RCA [15:0] stuff bits	R1	SEND_STATUS	アドレス指定されたカードにそのステータスレジスタを送信するよう要求する。
CMD15	ac	[31:16] RCA [15:0] stuff bits	—	GO_INACTIVE_STATE	カードスタックを通信故障から保護するため、カードの状態を Inactive ステートにする。

- 【注】
1. CIDレジスタは128ビットから構成されています。(これは、MSBで始まり、endビットで終了します。)
 2. CSDレジスタは128ビットから構成されています。(これは、MSBで始まり、endビットで終了します。)
 3. このコマンドを入力すると、MultiMediaCardはデータチャネル(DAT)を通して、カードのビジーステータスを送ってきます。(カードがビジーの間、DATラインをLレベルに維持します。)

ブロックリードコマンド(class 2)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD16	ac	[31:0] block length	R1	SET_BLOCKLEN	後続のすべてのブロックコマンド(リードおよびライト)に対してブロック長(バイト単位で)を選択する。*1
CMD17	adtc	[31:0] data address	R1	READ_SINGLE_BLOCK	SET_BLOCKLENコマンドによって選択されたブロックサイズのデータをカードから読み出す。*2
CMD18	adtc	[31:0] data address	R1	READ_MULTIPLE_BLOCK	STOP_TRANSMISSIONコマンドにより中断されるまで、カードは連続したブロックデータを送信し続ける。

- 【注】
1. デフォルトブロック長はCSDで指定されている通りです。HB288032MM1では、CSDでWRITE_BLK_PARTIAL='0'に設定されているため、ライト時のブロックサイズは固定値512バイトです。
 2. 送信されるデータは、CSDでRD_BLK_MISALIGNが設定されていないかぎり(RD_BLK_MISALIGN='0'の場合)、物理的ブロック境界線を越えることはできません。HB288032MM1では、CSDでRD_BLK_MISALIGNが設定されていないため(RD_BLK_MISALIGN='0')、送信されるデータは物理的ブロック境界線を越えることはできません。

ストリームライトコマンド(class 3)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD20	adtc	[31:0] data address	R1	WRITE_DAT_UNTIL_STOP	STOP_TRANSMISSIONコマンドが送られるまでの間、与えられたアドレスから始まるデータストリームを、カードへ書き込む。

ブロックライトコマンド(class 4)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD24	adtc	[31:0] data address	R1	WRITE_BLOCK	SET_BLOCKLEN コマンドによって選択されているブロックサイズのデータをカードへ書き込む。*1
CMD25	adtc	[31:0] data address	R1	WRITE_MULTIPLE_BLOCK	STOP_TRANSMISSION コマンドが来るまで、カードはホストから送られるブロックデータを連続して書き込む。
CMD26	adtc	[31:0] stuff bits	R1	PROGRAM_CID	CIDレジスタのプログラミング。このコマンドは、MultiMediaCardカード毎に1回だけ実行される。カードには、CIDレジスタへの2度目以降のプログラミングを防止するなんらかのハードウェアが搭載されている。通常、このコマンドは、メーカー使用に予約されている。
CMD27	adtc	[31:0] stuff bits	R1	PROGRAM_CSD	CSDレジスタ内のプログラマブルビットのプログラミング。

- 【注】 1. 送信されるデータは、CSDでWRITE_BLK_MISALIGNが設定されていないかぎり（WRITE_BLK_MISALIGN='0'の場合）、物理的ブロック境界線を越えることはできません。HB288032MM1では、CSDでWRITE_BLK_MISALIGNが設定されていないため（WRITE_BLK_MISALIGN='0'）、送信されるデータは物理的ブロック境界線を越えることはできません。

イレースコマンド(class 5)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD32	ac	[31:0] data address	R1	TAG_SECTOR_START	イレースグループ内の連続してイレースしたい範囲の最初のセクタのアドレスを設定する。
CMD33	ac	[31:0] data address	R1	TAG_SECTOR_END	イレース選択されたイレースグループ内の連続してイレースしたい範囲の最終セクタのアドレスを設定するか、あるいは、選択したい単一のセクタのアドレス (CMD32 で指定したセクタと同じアドレス) を設定する。
CMD34	ac	[31:0] data address	R1	UNTAG_SECTOR	イレースのためにあらかじめ選択しておいたセクタ群内の1つのセクタに対して選択を解除する。
CMD35	ac	[31:0] data address	R1	TAG_ERASE_GROUP_START	連続してイレースしたい範囲内にある最初のイレースグループのアドレスを設定する。
CMD36	ac	[31:0] data address	R1	TAG_ERASE_GROUP_END	連続してイレースしたい範囲内の最後のイレースグループのアドレスを設定する。
CMD37	ac	[31:0] data address	R1	UNTAG_ERASE_GROUP	イレースのために、あらかじめ選択しておいたイレースグループ群内の1つのイレースグループに対して選択を解除する。
CMD38	ac	[31:0] stuff bits	R1b	ERASE	あらかじめ選択しておいたすべてのセクタをイレースする。

ライトプロテクトコマンド(class 6)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD28	ac	[31:0] data address	R1b	SET_WRITE_PROT	カードがライトプロテクト機能を持っている場合、このコマンドは、アドレス指定されたグループのライトプロテクトビットを設定する。ライトプロテクトグループの大きさはカード特有データ(WP_GRP_SIZE)にコード化されている。
CMD29	ac	[31:0] data address	R1b	CLR_WRITE_PROT	カードがライトプロテクト機能を提供する場合、このコマンドは、アドレス指定されたグループのライトプロテクトビットをクリアする。
CMD30	adtc	[31:0] write protect data address	R1	SEND_WRITE_PROT	カードがライトプロテクト機能を提供する場合、このコマンドは、カードに、ライトプロテクトビットのステータスを送信するよう要求する。 ^{*1}

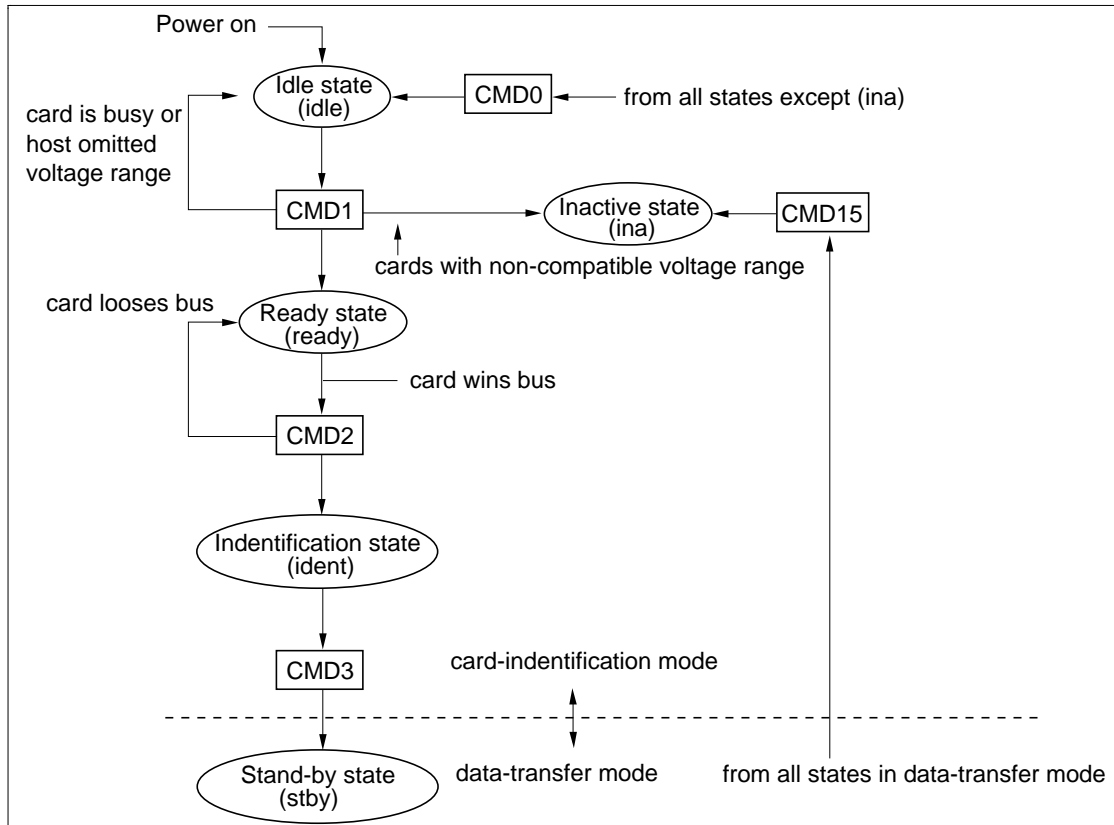
- 【注】 1. 32 個のライトプロテクトビット（各々のビットが指定されたアドレスから始まる連続した 32 のライトプロテクトグループの一つ一つに対応する）は、16 個の CRC ビットをその後に追加して、データラインを通じて、バイロードフォーマット（通常のブロックデータ転送と同じフォーマット）で転送されます。これらのライトプロテクトビットの最後のビット（最下位ビット）は、アドレス指定したライトプロテクトグループ群の最初のライトプロテクトグループ（最もアドレスの小さいライトプロテクトグループ）に対応します。アドレス指定したライトプロテクトグループ群の中に、アドレスが、カードアドレスの有効範囲外となるライトプロテクトグループが含まれる場合、有効範囲外となるライトプロテクトグループに対応するライトプロテクトビットはゼロに設定されます。

ロックカードコマンド(class 7)

CMD index	Type	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD42	adtc	[31:0] stuff bits	R1b	LOCK_UNLOCK	パスワードの設定/消去またはカードのロック/アンロックに使います。データブロックの大きさは、SET_BLOCK_LEN コマンドによって設定します。

カード識別 (Card identification) モード

カード識別 (card identification) モードでのすべてのデータ通信は CMD ラインのみを使います。



MultiMediaCard 状態遷移図(カード識別モード(Card Identification Mode))

ホストは、識別クロック周波数 f_{OD} を使い、オープンドレイン (open drain) モードでカード識別手続を開始します。CMD ラインをオープンドレインで駆動することにより、カード識別中に複数カードの並列動作を可能にします。バスが起動された後、ホストは、SEND_OP_COND (CMD1) コマンドで、カードに対して、カードの正しい動作条件を送信するよう要求します。このバスはオープンドレインモードになっているため、複数のカードが動作条件の制約を持っている場合、ホストは、CMD1 に対するレスポンスとして、それらのカードの動作条件の制約を“ワイヤ - ドア”した動作条件の制約を受け取ります。互換性を持たないカードは、Inactive ステートになります。CMD1 に対するレスポンス中のビジービットはカードによって使用され、カードはパワーアップ / リセット手続中 (例：メモリフィールドからレジスタ情報をダウンロードしている) であり、通信の準備ができていないことをホストに通知します。この場合、ホストはこのビジービットがクリアされるまで CMD1 を繰り返し送る必要があります。動作条件が確立されたら、ホストは、ブロードキャストコマンド ALL_SEND_CID (CMD2) を使って、すべてのカードに対して、それらの個別のカード ID (CID: Card IDentification) 番号を送信するよう要求します。まだ識別の終わっていないカード (つまり、Ready ステートにあるカード) は、CMD ラインに現れるビットストリームをビット単位でモニタしながら、すべて同時に自身の CID 番号をシリアルに送信開始します。出力される CID ビットが、いずれのビット期間 (bit period) でも、コマンドラインでの対応するビットにマッチしないようなカードは、直ちに CID の送信を停止し、次の識別サイクルを待たなければなりません (カードは Ready ステートのままとなります)。ホストに完全な CID 番号を送信できるのは 1 つのカードだけとなります。そして、このカードは、Identification ステートになります。ホストは (CMD3, SET_RELATIVE_ADDR を使って) このカードに相対的カードアドレス (RCA: CID より短い) を割り

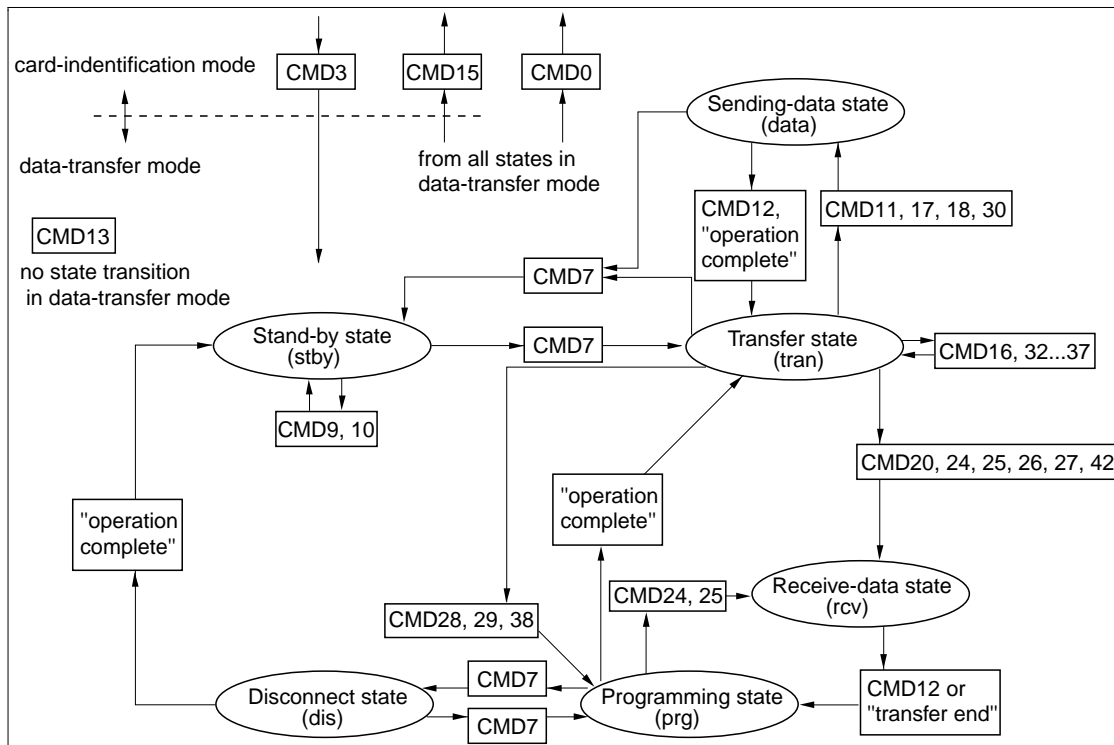
当てます。この相対的地址は、その後の通信でカードを指定するのに使われます（CID を使うより高速です）。いったん RCA を受信すると、カードは Stand-by ステートになり、その後の識別（identification）サイクルには反応しなくなります。また、このカードは、この状態で、出力ドライバを、オープンドレインからプッシュ・プルモードに切り替えます。ホストは、送信した識別コマンド（CMD2）に対してレスポンス（CID）を受信するかぎり、識別手を繰り返します。このコマンドにカードがレスポンスを返さなくなった場合、すべてのカードが識別されたこととなります。この状態を認識するためのタイムアウト条件は、CMD2 の送信後、5 クロック周期待っても、スタートビットを受信しないことです。

動作電圧範囲の確認

MultiMediaCard スタンドの動作範囲確認は、動作電圧範囲に制限を持つ MultiMediaCard をサポートするためのものです。HB288032MM1 は、2.7V から 3.6V の供給電圧の範囲をサポートしています。したがって、HB288032MM1 は、CMD1 に対して R3 レスポンスを送信します。この R3 レスポンスは、ビジーフラグが“ready”に設定されている場合は 0x80FF8000 の OCR 値を持ち、あるいは、ビジーフラグが“busy”の場合は 0x00FF8000 の値を持っています。

デ - タ転送 (Data Transfer) モ - ド

Stand-by ステートの場合, CMD ラインと DAT ラインはプッシュ・プルモードです。すべての CSD レジスタのコンテンツが知られていないかぎり, クロック周波数 f_{pp} はより低いクロック周波数 f_{od} と同じになります。SEND_CSD (CMD9)により, ホストは, Card Specific Data (CSD レジスタ) (例: ECC タイプ, ブロック長, カード容量, 最大クロック周波数など) を取得できます。



HB288032MM1 状態遷移図(デ - タ転送(Data Transfer)モ - ド)

コマンド SELECT_DESELECT_CARD (CMD7)は, 1 枚のカードを選択して, それを Transfer ステートにします。以前に選択されたカードが Transfer ステートにある場合, ホストとのそのカードの接続は開放され, そのカードは, Stand-by ステートに戻ります。Transfer ステートは, 常に, 1 枚のカードしかなることはできません。選択されたカードが CMD7 にレスポンスを返し, 選択をはずされたカードは, このコマンドにはレスポンスを返しません。予約済みの相対カードアドレス "0x0000" を含む CMD7 が送られると, すべてのカードは Stand-by ステートに変わります。このコマンドは, すでに識別されているカードをリセットすることなく新しいカードを識別するのに使われます。RCA がすでに割り当てられているカードは, Stand-by ステートでは識別コマンドフローにはレスポンスを返しません。データ転送 (Data Transfer) モードでのすべてのデータ通信は, ホストと (アドレスを指定するコマンドを使って) 選択されたカードの間の point-to point 通信となります。選択されたカードに送られるすべてのコマンドに対して, カードが CMD ラインでレスポンスを返すことにより, カード側でコマンドを認識したことを, ホスト側も知ることができます。

すべてのリードコマンド (データは DAT ラインを通じてカードから送信される) は, ストップコマンドにより, 随時, 中断 (interrupt) 可能です。ストップコマンドによりデータ転送は終了し, カードは停止するか, または次のコマンドでの作業を開始します。DAT ラインの信号レベルは, データが転送されないと HIGH となります。転送されるデータブロックは, スタートビット (LOW) と, その後の連続したデータストリームから構成されています。データストリームは, 実質的有効データ (そして, カードの外で ECC が使われている場合, そのエラー訂正ビット) を含んでいます。データストリームはエンドビット (HIGH) で終了します。データ転送は, クロック信号に同期されています。ブロックデータ転送を

行う場合、有効データは、CRC チェックサムにより保護されています。

- ストリ - ムリ - ド

READ_DAT_UNTIL_STOP(CMD11)によって制御する、ストリームデータ転送方法があります。このコマンドは、カードに対して、ホストが STOP_TRANSMISSION コマンド(COM12: ストップコマンド)を送るまでの間、指定したアドレスから始まるカード内の有効データを送り続けるように指示します。ストップコマンドは、コマンドをシリアル転送しているために、実行までに遅延が発生します。データの転送は、ストップコマンドのエンドビットの後で止まります。

データの転送中、ホストがストップコマンドを送る前に、カード内のメモリ範囲の終わりに達した場合、以降のカード内に実在しないアドレスに対応するデータの内容は、不定となります。このとき、カードは、ステータスレジスタ内の OUT_OF_RANGE エラービットを‘1’に設定します。

ストリームリード動作での最大クロック周波数は、以下の式で与えられます。

$$\begin{aligned} \text{max. speed} &= \min(\text{TRAN_SPEED}, (8 \cdot 2^{\text{READ_BL_LEN}} - \text{NSAC}) / \text{TAAC}), \\ &= \min(20, (8 \cdot 2^9 - 100 [\text{cycles}]) / 1000 [\mu\text{s}]) [\text{MHz}] = \min(20, 3.996) [\text{MHz}] = 3.996 [\text{MHz}] \end{aligned}$$

この式で使われているパラメータは、CSD レジスタで定義されています。ホストがこの速度よりも速いデータ転送をしようと試みた場合、カードはデータの送り出しを続けることができなくなります。この場合、カードはステータスレジスタの UNDERRUN エラービットを‘1’に設定し、データの転送を打ち切ります。その後、カードは Sending-data ステートのままで、ストップコマンドを待ち続けます。

- ブロックリ - ド

データ転送の基本単位は、CSD (READ_BLK_LEN)で最大サイズが定義されているブロックです。HB288032MM1 では、READ_BLK_PARTIAL は‘1’に設定されています。したがって、開始アドレスと終了アドレスが両方とも1つの物理的ブロック (READ_BLK_LEN により定義されているサイズと同じです) 内に包括されているより小さいブロックも転送できます。CRC は、それぞれのブロックの最後に付加され、データ転送が正しく行われることを保証します。READ_SINGLE_BLOCK (CMD17)は、ブロックリードを開始し、そして、1ブロック分の転送を完了した後、カードは Transfer ステートに戻ります。READ_MULTIPLE_BLOCK (CMD18)は、いくつかの連続したブロックの転送を開始します。ブロックは、ストップコマンドが発行されるまで継続的に転送されます。

- ストリ - ムライト

ストリームライト(CMD20)は、ホストがストップコマンドを発行するまでの間、ホストからカードへと、開始アドレスから始まるデータを送り続けます。パーシャルブロックを使用できる場合(CSDパラメータの WRITE_BLK_PARTIAL が‘1’に設定されている時は、カードのアドレス空間内の任意のアドレスで、データストリームの開始と終了ができます。パーシャルブロックを使用できない場合は、データストリームの開始と終了のアドレスは、ブロックの境界と一致している必要があります。ライトを行うために送られてくるデータ容量が事前に分からないため、CRC を使うことはできません。データの転送中に、ホストがストップコマンドを送る前に、カード内のメモリ範囲の終わりに達した場合、以降に送られたカード内に実在しないアドレスに対応するデータは、廃棄されます。このとき、カードは、ステータスレジスタ内の OUT_OF_RANGE エラービットを‘1’に設定します。

ストリームライト動作での最大クロック周波数は、以下の式で与えられます。

$$\begin{aligned} \text{max. speed} &= \min(\text{TRAN_SPEED}, (8 \cdot 2^{\text{WRITE_BL_LEN}} - \text{NSAC}) / (\text{TAAC} \cdot \text{R2W_FACTOR})), \\ &= \min(20, (8 \cdot 2^9 - 100 [\text{cycles}]) / (1000 [\mu\text{s}] \cdot 4)) [\text{MHz}] = \min(20, 0.999) [\text{MHz}] = 0.999 [\text{MHz}] \end{aligned}$$

この式で使われているパラメータは、CSD レジスタで定義されています。ホストがこの速度よりも速いデータ転送をしようと試みた場合、カードはデータの処理を続けることができなくなり、書き込みを停止します。この場合、カードはステータスレジスタの OVERRUN エラービットを‘1’に設定し、それ以降に送られてくるデータをすべて無視して、(Receive-data ステートのままで)、ストップコマンドを待ち続けます。ライト動作は、ライトから保護されている領域を、ホストが上書きしようと試みた場合にも中断されます。この場合、カードは、ステータスレジスタの WP_VIOLATION ビットを‘1’に設定します。

- ブロックライト

ブロックライト(CMD24-27)を実行するという事は、1つまたは複数のデータブロックがホストからカードに転送されることを意味します。この場合、CRCがホストによりそれぞれのブロックの最後に付加されます。ブロックライトをサポートするカードは、常に、WRITE_BLK_LENによって定義された大きさのデータブロックを受け付けることができます。CRCが異常な場合、カードは、DATラインを通して異常を通知します。転送されたデータは破棄され、書き込まれません。(マルチブロックライトモードでは)、それ以後転送されるすべてのブロックは無視されます。ホストが、パーシャルブロックを使ってデータを送り、送られたデータを合わせた長さがブロック長の整数倍に一致しないとき、ブロックミスアラインが許可されていない場合は(CSDパラメータWRITE_BLK_MISALIGNが'0'に設定されている)、カードはブロックミスアラインエラーを検出し、最初のブロックミスアラインを起こしているブロックへのライトが始まる前に、ライトを中断します。カードは、ステータスレジスタのADDRESS_ERRORエラービットを'1'に設定し、その後のすべてのデータ転送を無視して、(Receive-dataステートで)ストップコマンドを待ちます。ホストが、ライトプロテクトエリア内に書き込みを行おうとする場合も、ライト操作が中止されます。しかし、この場合、カードはWP_VIOLATIONビットを'1'に設定します。CIDとCSDレジスタのプログラミングは、事前にブロック長の設定を必要としません。転送されるデータもCRCによって保護されています。

- イレ-ス

データのスループットを高めるためには、できるだけ1度に多くのセクタをイレ-スすることが望ましいとされています。イレ-スしたいセクタとイレ-スしたくないセクタの識別は、TAG_*コマンドで行うことができます。単一のイレ-スグループ内にあるセクタの任意のセット、または、任意に選択されているイレ-スグループのいずれかは、1度にイレ-スされますが、両方一度にはイレ-スされません。つまり、イレ-スをするべきかどうか判断する場合の単位は、セクタまたはイレ-スグループのどちらか一方だけです。しかし、それがセクタである場合、選択されているすべてのセクタは、同じイレ-スグループ内になければなりません。選択を容易にするため、開始アドレスを持つ最初のコマンドの後は、最後のアドレスを持つ2番目のコマンドが続き、そして、この範囲内のすべてのセクタがイレ-ス用に選択されます。範囲が選択された後、その範囲内にある個々のセクタ(またはグループ)は、UNTAGコマンドを使って非選択にすることができます。ホストは、次のコマンドシーケンスを守らなければなりません。TAG_SECTOR_START、TAG_SECTOR_END、UNTAG_SECTOR(16までのUNTAGコマンドが1回のイレ-スサイクルで送信されます)、そして、最後にERASE(あるいは、イレ-スグループタグ付けに対する同様のシーケンス)。次の例外条件がカードによって検出されます。

イレ-スまたはタグ/アンタグコマンドがシーケンス外で受信された場合。カードは、ステータスレジスタのERASE_SEQUENCEエラービットを'1'に設定し、シーケンス全体をリセットします。

シーケンス外コマンド(SEND_STATUSを除く)が受信された場合。カードは、ステータスレジスタのERASE_RESETステータスビットを'1'に設定し、イレ-スシーケンスをリセットし、最後に受信したコマンドを実行します。

イレ-ス範囲に、ライトプロテクトされているセクタが含まれている場合、ライトプロテクトされているセクタはそのままにされ、プロテクトされていないセクタだけがイレ-スされます。ステータスレジスタのWP_ERASE_SKIPステータスビットが'1'に設定されます。

タグコマンドのアドレスフィールドは、バイト単位でのセクタまたはイレ-スグループのアドレスです。カードは、アドレスフィールド内の、イレ-スグループまたはセクタの指定に必要な部分よりLSB側のビットフィールドの内容は、全て無視します。一回のイレ-スシーケンスで使われるアンタグコマンド(CMD34およびCMD37)の数は、最高16までに限定されています。カードは、DAT線をLレベルに維持することにより、イレ-スが進行中であることを示します。実際のイレ-ス時間は非常に長くなる場合があり、その場合、ホストはCMD7を使ってカードを非選択することも可能です。

● ライトプロテクト管理

カードデータは、イレースまたは書き込みに対してプロテクトすることができます。カード全体は、CSDレジスタ内のパーマネントまたはテンポラリライトプロテクトビットを‘1’に設定することにより、メーカーやコンテンツプロバイダによって恒久的にまたは一時的にライトプロテクトすることができます。(CSDで指定されている WP_GRP_SIZE セクタの単位で) データの一部も、プロテクトすることができます、そして、そのライトプロテクトはアプリケーションによって変更可能です。SET_WRITE_PROT コマンドは、コマンドでアドレスを指定したライトプロテクトグループのライトプロテクトを設定し、CLR_WRITE_PROT コマンドは、コマンドでアドレスを指定したライトプロテクトグループのライトプロテクトをクリアします。SEND_WRITE_PROT コマンドは、シングルブロックリードコマンドに類似しています。カードは、32 のライトプロテクトビット (指定されたアドレスで始まる連続した 32 個のライトプロテクトグループが各々ライトプロテクトされているかどうかを表す) とその後続く 16 個の CRC ビットを含むデータブロックを、ホストへ送信します。ライトプロテクトコマンドのアドレスフィールドは、バイト単位でのライトプロテクトグループのアドレスです。カードは、アドレスフィールド内の、ライトプロテクトグループの指定に必要な部分より LSB 側のビットフィールドの内容は、全て無視します。

● カ - ドロック/アンロック操作

パスワードによる保護機能により、ホストからパスワードを発行することで、ホストがカードをロックすることができます。ロック済みのカードは、アンロック操作を行うことにより、使用可能になります。パスワードは 128 ビット長の PWD レジスタに、パスワードの長さは 8 ビット長の PWD_LEN レジスタに、それぞれ保存されます。この二つのレジスタは不揮発性なので、電源投入操作によっては内容が消えません。

ロック済みのカードは、「基本」コマンドクラス(class 0)と「ロックカード」コマンドクラス(class 7)の、全てのコマンドに対してレスポンスを返します(コマンドの実行も行われます)。つまり、ホストはカードの初期化、識別、選択、状態の問い合わせ等を行うことができますが、カード内のデータのリード、イレース、ライト操作はできません。パスワードが既にセットしてあれば(PWD_LEN レジスタの値が“0”でない場合)、カードは電源投入操作後に自動的にロック済み状態となります。

CSD と CID レジスタへの書き込みコマンドと同じように、ロック/アンロックコマンドは、Transfer ステータスだけで使用可能です。ロック/アンロックコマンドには、引数としての相対的カードアドレスは必要ありませんが、対象とするカードが選択済みでないといえませんが。

カードロック/アンロックコマンドの構造とバスの状態遷移は、通常のシングルブロックのライトコマンドと同じ形式となります。カードに送るデータブロックには、コマンドの実行に必要な全ての情報(コマンドの動作モード、パスワードデータ、カードのロック/アンロック等)が含まれています。カードロック/アンロックコマンドを使用するときに送るデータブロックの構造を、下記の図に示します。

ロックカ - ドデ - タ構造 (Lock Card Data Structure)

Byte#	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	Reserved				ERASE	LOCK_ UNLOCK	CLR_ PWD	SET_ PWD
1	PWD_LEN							
2	Password data							
...								
PWD_LEN + 1								

- ERASE：強制イレース(強制的にカード内のデータを全てイレースする)を行う場合に、'1'に設定します(cmdバイトの残りのビットは全て'0'にする必要があります)。ホストは、cmdバイト(データブロックの1バイト目)だけが送りません。
- LOCK/UNLOCK：'1'=カードをロックします。'0'=カードをアンロックします。(このビットを、SET_PWDビットと同時にセットすることはできませんが、CLR_PWDビットと同時にセットすることは禁止している点に注意してください。)
- CLR_PWD：'1'=パスワードをクリアします。
- SET_PWD：'1'=新しいパスワードをPWDレジスタに設定します。
- PWD_LEN：パスワードの長さ(バイト単位)です。
- PWD：パスワードデータです。(設定済みで現在使用しているパスワードのみか、新規に設定するパスワードのみ、あるいは新規に設定するパスワードと設定済みで現在使用しているパスワード両方を含むかは、コマンドの内容に依存します。)

ホストは、カードにロック/アンロックコマンドを送る前に、カードのロック/アンロックに必要なデータブロックの大きさをカードに対して設定しておく必要があります。この仕様により、パスワードの長さを変えることができます。

以下に、さまざまな場合のロック/アンロック操作の手順を定義します。

- パスワードを設定する

—カードを選択していない場合は、カードの選択(CMD7)を行います。

—8ビットのカードロック/アンロックモード情報と、8ビットのパスワードの長さ(バイト単位)と、パスワードのバイト数から、データブロックの長さを決定し、そのデータブロック長を使うようにカードの設定を変えます(CMD16)。パスワードの置き換えが行われる場合には、コマンドといっしょに、古いパスワードに続けて新しいパスワードを送ります。このため、データブロック長の決定は、データブロックに新旧のパスワードが両方とも含まれることを考慮して行ってください。

—カードロック/アンロックコマンドと、データブロックをカードに送ります。データブロックは、適切なデータブロックサイズを使って、16ビットのCRCを付けてDATラインを通して送る必要があります。ホストは、データブロックを使って、モード(SET_PWD)、パスワードの長さ(PWD_LEN)、パスワード自体をカードに指示する必要があります。パスワードの置き換えが行われる場合には、PWDフィールドには古いパスワード(現在使用中)に続いて、新しいパスワードのデータが入っている必要があります、長さの数値(PWD_LEN)も新旧のパスワード両方を合わせた長さとする必要があります。

—送られてきた古いパスワードが正しくない場合(パスワードの長さ又はパスワード自体が一致しない時)、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを'1'に設定して、パスワードの変更を行いません。PWDと送られてきた古いパスワード部分の内容が一致した場合は、カードは送られてきた新しいパスワードをPWDレジスタに、新しいパスワードの長さ(バイト単位)をPWD_LENレジスタにそれぞれ保存します。

パスワード長レジスタ(PWD_LENレジスタ)の内容は、現在パスワードが設定されているかどうかを表すことに注意してください。この値が"0"の場合は、パスワードが設定されていません。PWD_LENレジスタの値が"0"でない場合、カードは電源投入操作後に自動的にロック済み状態となります。(パスワードの設定時に)cmdバイト中のLOCK/UNLOCKビットを'1'に設定するか、カードのロックのためにホストから追加のコマンドを発行することにより、電源をいったん落として再度電源投入操作をすることなしにカードをロックすることができます。

- ・ パスワードの設定を取り消す

—カードを選択していない場合は、カードの選択(CMD7)を行います。

—8ビットのカードロック/アンロックモード情報と、8ビットのパスワードの長さ(バイト単位)と、現在設定してあるパスワードのバイト数から、データブロックの長さを決定し、そのデータブロック長を使うようにカードの設定を変えます(CMD16)。

—カードロック/アンロックコマンドと、データブロックをカードに送ります。データブロックは、適切なデータブロックサイズを使って、16ビットのCRCを付けてDATラインを通して送る必要があります。ホストは、データブロックを使って、モード(CLR_PWD)、パスワードの長さ(PWD_LEN)、パスワード自体をカードに指示する必要があります。送られてきたパスワードの内容がPWDレジスタの内容と、送られてきたパスワードの長さが送られてきたPWD_LENレジスタの内容と各々一致した場合は、カードはPWDレジスタの内容をイレースし、PWD_LENレジスタの内容を“0”に設定します。送られてきたパスワードが正しくない場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定するだけです。

- ・ カードのロック

—カードを選択していない場合は、カードの選択(CMD7)を行います。

—8ビットのカードロック/アンロックモード情報と、8ビットのパスワードの長さ(バイト単位)と、現在設定してあるパスワードのバイト数から、データブロックの長さを決定し、そのデータブロック長を使うようにカードの設定を変えます(CMD16)。

—カードロック/アンロックコマンドと、データブロックをカードに送ります。データブロックは、適切なデータブロックサイズを使って、16ビットのCRCを付けてデータ線を通して送る必要があります。ホストは、データブロックを使って、モード(LOCK)、パスワードの長さ(PWD_LEN)、パスワード自体をカードに指示する必要があります。

送られてきたパスワードの内容がPWDレジスタの内容と、送られてきたパスワードの長さが送られてきたPWD_LENレジスタの内容と各々一致した場合は、カードはステータスレジスタのカードロック状態ビット(CARD_IS_LOCKEDビット)を‘1’に設定して、ロック済みの状態になります。送られてきたパスワードが正しくない場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定するだけです。

パスワードの設定と、カードのロックという二つの操作を、一度のコマンド発行で同時に行うことができることを、覚えておいてください。この場合、パスワードを設定するコマンドの発行時に、(前記の様に)パスワード設定時に必要な全ての操作手順に追加して、cmdバイト中のLOCKビットを‘1’に設定する必要があります。

パスワードが既に設定してある場合(PWD_LENレジスタの値が“0”ではない時)は、カードは電源投入操作後に自動的にロック済み状態となります。

既にロック済みの状態であるカードか、パスワードの設定をしていないカードを、ホストがロックしようとした場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定するだけです。

- ・ カ - ドのアンロック

- カードを選択していない場合は、カードの選択(CMD7)を行います。

- 8ビットのカードロック/アンロックモード情報と、8ビットのパスワードの長さ(バイト単位)と、現在設定してあるパスワードのバイト数から、データブロックの長さを決定し、そのデータブロック長を使うようにカードの設定を変えます(CMD16)。

- カードロック/アンロックコマンドと、データブロックをカードに送ります。データブロックは、適切なデータブロックサイズを使って、16ビットのCRCを付けてデータ線を通して送る必要があります。ホストは、データブロックを使って、モード(UNLOCK)、パスワードの長さ(PWD_LEN)、パスワード自体をカードに指示する必要があります。

- 送られてきたパスワードの内容がPWDレジスタの内容と、送られてきたパスワードの長さが送られてきたPWD_LENレジスタの内容と各々一致した場合は、カードはステータスレジスタのカードロック状態ビット(CARD_IS_LOCKEDビット)を‘0’に設定して、ロックを解除した状態になります。送られてきたパスワードが正しくない場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定するだけです。

(パスワードが設定してあるカードでは)ロックを解除した状態は、アンロック操作後も、カードに電源が接続されている期間内のみしか、維持されないことに注意してください。パスワードが設定してある限り、次の電源投入操作後は、カードは自動的にロック済み状態となります。電源投入操作後に、カードを必ずロックが解除してある状態にするには、パスワードを消す以外に方法はありません。

ロックのかかっていないカードに対して、ホストがロックを解除しようとした場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定するだけです。

- ・ データの強制イレース

カードのパスワード(PWDレジスタの内容)を喪失した場合、カード内の全てのデータと同時にPWDレジスタの内容を消すことができます。この操作を、強制イレースと呼びます。

- カードを選択していない場合は、カードの選択(CMD7)を行います。

- カードのデータブロック長を、1バイト(8ビットのカードロック/アンロックモード情報)に設定します(CMD16)。カードロック/アンロックコマンドと、データブロックをカードに送ります。データブロックは、適切なデータブロックサイズを使って、16ビットのCRCを付けてデータ線を通して送る必要があります。ホストは、データブロックを使って、モード(ERASE)をカードに指示する必要があります(cmdバイトの内、ERASEビットだけが‘1’に設定してある状態にしてください)。

ホストが送ったデータブロック内に、ERASEビット以外に‘1’となっているビットがある場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定して、イレース命令を受け付けません。強制イレース命令をカードが受け付けると、PWDレジスタと、PWD_LENレジスタの内容も含めて、カード内の全てのデータがイレースされ、ロックされていたカードは、ロックのかかっていない状態になります。

ロックのかかっていないカードに対して、ホストが強制イレースを行おうとした場合、カードはステータスレジスタのLOCK_UNLOCK_FAILEDエラービットを‘1’に設定するだけです。

- 状態遷移の概要

表「カードステート遷移表」は、受信したコマンドの関数としてのカードステート遷移を定義します。

カ - ドステ - ト遷移表

Command	Current state									
	idle	ready	ident	stby	tran	data	rcv	prg	dis	ina
CRC fail	—* ¹	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Commands out of the supported class(es)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Class0	CMD0	idle	idle	idle	idle	idle	idle	idle	idle	—
	CMD1, card V _{CC} range compatible	ready	—	—	—	—	—	—	—	—
	CMD1, card is busy	idle	—	—	—	—	—	—	—	—
	CMD1, card V _{CC} range not compatible	ina	—	—	—	—	—	—	—	—
	CMD2, card wins bus	—	ident	—	—	—	—	—	—	—
	CMD2, card loses bus	—	ready	—	—	—	—	—	—	—
	CMD3	—	—	stby	—	—	—	—	—	—
	CMD4	—	—	—	stby	—	—	—	—	—
	CMD7, card is addressed	—	—	—	tran	×* ²	×	×	×	prg
	CMD7, card is not addressed	—	—	—	—	stby	stby	—	dis	—
	CMD9	—	—	—	stby	—	—	—	—	—
	CMD10	—	—	—	stby	—	—	—	—	—
	CMD12	—	—	—	—	×	tran	prg	×	×
	CMD13	—	—	—	stby	tran	data	rcv	prg	dis
	CMD15	—	—	—	ina	ina	ina	ina	ina	ina
Class1	CMD11	—	—	—	—	data	—	—	—	—
Class2	CMD16	—	—	—	—	tran	×	×	×	—
	CMD17	—	—	—	—	data	×	×	×	—
	CMD18	—	—	—	—	data	×	×	×	—
Class3	CMD20	—	—	—	—	rcv	—	—	—	—

	Command	Current state									
		idle	ready	ident	stby	tran	data	rcv	prg	dis	ina
Class4	CMD24	—	—	—	—	rcv	×	×	rcv	—	—
	CMD25	—	—	—	—	rcv	×	×	rcv	—	—
	CMD26	—	—	—	—	rcv	×	×	×	—	—
	CMD27	—	—	—	—	rcv	×	×	×	—	—
Class5	CMD32	—	—	—	—	tran	×	×	×	—	—
	CMD33	—	—	—	—	tran	×	×	×	—	—
	CMD34	—	—	—	—	tran	×	×	×	—	—
	CMD35	—	—	—	—	tran	×	×	×	—	—
	CMD36	—	—	—	—	tran	×	×	×	—	—
	CMD37	—	—	—	—	tran	×	×	×	—	—
Class6	CMD38	—	—	—	—	prg	×	×	×	—	—
	CMD28	—	—	—	—	prg	×	×	×	—	—
	CMD29	—	—	—	—	prg	×	×	×	—	—
Class6	CMD30	—	—	—	—	data	×	×	×	—	—
	CMD42	—	—	—	—	rcv	—	—	—	—	—

- 【注】
1. “—”はコマンドが無視され、ステート変更がなく、レスポンスもないことを意味します。
 2. “×”は、「不当コマンド」であり、ステート変更がなく、コマンドに対するレスポンスに含まれる、ステータスレジスタのビット 22 (ILLEGAL_COMMAND) が '1' に設定されることを意味します。

レスポンス

すべてのレスポンスは CMD ラインを通じて送信されます。すべてのデータは MSB から始まります。
フォーマット R1 (レスポンスコマンド) : レスポンス長 48 ビット

0	0	bit5...bit0	bit31...bit0	bit6...bit0	1
start bit	card	command	status	CRC	end bit

ステータスフィールドの内容は次章で説明されています。

フォーマット R1b

DAT ラインを通して、カードがビジー信号を送る以外は、R1 フォーマットのレスポンスと同様です。カードは、R1b レスポンスを返す必要のあるコマンドを受け取った場合、コマンドを受け付ける直前のカードのステートによっては、ビジーとなることがあります。

フォーマット R2 (CID, CSD レジスタ) : レスポンス長 136 ビット

【注】 CIDとCSDのビット127からビット1までが転送されます。予約ビット[ビット0]はエンド(end)ビット(値は'1')によって置きかえられます。

0	0	bit5...bit0	bit127...bit1	1
start bit	card	reserved	CID or CSD register including internal CRC	end bit

CID レジスタは、コマンド CMD2 および CMD10 のレスポンスとして送信されます。

CSD レジスタは CMD9 のレスポンスとして送信されます。

フォーマット R3 (OCR) : レスポンス長 48 ビット

0	0	bit5...bit0	bit31...bit0	bit6...bit0	1
start bit	card	reserved	OCR field	reserved	end bit

OCR は、CMD1 のレスポンスとして、カードが対応している電圧範囲を示すために送られます。HB288032MM1 は、2.7V から 3.6V の範囲をサポートします。HB288032MM1 の OCR フィールドの全ビットは 0x80FF8000 の値に設定されます。したがって、HB288032MM1 の R3 フレームは、カードがレディ (ready) の場合、0x3F00FF8000FF に設定され、カードがビジーの場合、0x3F80FF8000FF に設定されます。

ステータス

フォーマット R1 のレスポンスは、カードステータスと呼ぶ 32 ビットのフィールドを含んでいます。このフィールドは、それぞれのカードのローカルなステータスレジスタに保存されているステータス情報をホストに転送するためのものです。以下の表は、ステータスレジスタ構造を定義します。表での「タイプ」と「クリア条件」フィールドは以下のようにコード化されています。

- タイプ：
 - ・ E: エラ - ビット
 - ・ S: ステータスビット
 - ・ R: コマンド入力に対してステータスを検出し、このビットを設定する。
 - ・ X: コマンド実行中にステータスを検出し、このビットを設定する。ホストは、これらのビットを読み込むためにステータスコマンドを送信してカードをポーリングする必要があります。

- クリア条件：
 - ・ A: カードステータスに依存する。
 - ・ B: 常に前のコマンドに関連しています。正しいコマンドの受信がステータスをクリアします（コマンド 1 つ分の遅延があります）。
 - ・ C: リードによりクリアします。

ステータス

Bits	Identifier	Type	Value	Description	Clear condition
31	OUT_OF_RANGE	E R	'0'= no error '1'= error	コマンド引数がこのカードに対して許可されている範囲外であった。	C
30	ADDRESS_ERROR	E R X	'0'= no error '1'= error	ブロック長とミスアラインしたアドレスがコマンドで使われてた。	C
29	BLOCK_LEN_ERROR	E R	'0'= no error '1'= error	転送されたブロック長がこのカードに対しては不当であるか、転送されたバイトの数がブロック長と一致しない。	C
28	ERASE_SEQ_ERROR	E R	'0'= no error '1'= error	イレースコマンドのシーケンスでエラーが発生した。	C
27	ERASE_PARAM	E X	'0'= no error '1'= error	イレースをするための、セクタまたはグループの選択状況が不当である。	C
26	WP_VIOLATION	E R X	'0'= not protected '1'= protected	ライトプロテクトブロックにライトしようとした。	C
25	CARD_IS_LOCKED	S X	'0'= card unlocked '1'= card locked	'1'に設定されている時は、カードはホストによってロックされている。	A
24	LOCK_UNLOCK_FAILED	E R X	'0'= no error '1'= error	カードのロック/アンロック操作で、手順またはパスワードのエラーが発生した時か、ロックされたカードにアクセスしようと試みた場合に'1'に設定されます。	C
23	COM_CRC_ERROR	E R	'0'= no error '1'= error	直前のコマンドのCRCチェックが失敗した。	B
22	ILLEGAL_COMMAND	E R	'0'= no error '1'= error	現在のカードのステートではコマンドは不当である。	B
21	CARD_ECC_FAILED	E X	'0'= success '1'= failure	カード内部のECCが適用されたが、データ訂正が失敗した。	C
20	CC_ERROR	E R X	'0'= no error '1'= error	カードの内蔵コントローラのエラー	C
19	ERROR	E R X	'0'= no error '1'= error	オペレーション中に汎用エラーまたは不明エラーが発生した。	C
18	UNDERRUN	E X	'0'= no error '1'= error	ストリームリードモードで、カードがデータ転送を続けることができなくなった。	C
17	OVERRUN	E X	'0'= no error '1'= error	ストリームライトモードで、カードがデータのライトを続けることができなくなった。	C

Bits	Identifier	Type	Value	Description	Clear condition
16	CID_OVERWRITE/ CSD_OVERWRITE	E R X	'0'= no error '1'= error	以下のいずれかのエラーの可能性がある。 <ul style="list-style-type: none"> •CID レジスタはすでに書き込まれており、オーバーライトは不可能である。 •CSD のリードオンリセクションがカードコンテンツと一致しない。 •copyビット(コピー(COPY='1')と設定してあるものをオリジナル(COPY='0')と設定する)またはパーマネント WP ビット(ライトプロテクト済み(PERM_WRITE_PROTECT='1')と設定してあるものをライトプロテクト無し(PERM_WRITE_PROTECT = '0')と設定する)を、'1'から'0'に反転しようとした。 	C
15	WP_ERASE_SKIP	S X	'0'= not protected '1'= protected	ライトプロテクトされた WP ブロックがイレース対象領域に存在したため、アドレス空間の一部のみがイレースされた。	C
14	CARD_ECC_DISABLED	S X	'0'= enabled '1'= disabled	コマンドはカード内蔵の ECC を使わずに実行された。	A
13	ERASE_RESET	S R	'0'= cleared '1'= set	イレースシーケンス外のコマンドが受信されたため、イレースシーケンスが、実行前にクリアされた。	C
12:9	CURRENT_STATE	S X	0 = idle 1 = ready 2 = ident 3 = stby 4 = tran 5 = data 6 = rcv 7 = prg 8 = dis 9-15 = reserved	カードの現在のステート。	B
8	BUFFER_EMPTY	S X	'0'= not empty '1'= empty	バスのバッファ空きシグナルに相当する。	A
7:6	reserved		Permanently 0		

Bits	Identifier	Type	Value	Description	Clear condition
5	APP_CMD	S R	'0'= disabled '1'= enabled	カードが ACMD コマンド*1を受付可能かどうか、または受け取ったコマンドを、カードが ACMD コマンドだと解釈したかどうかを表す。	C
4:0	reserved		Permanently 0		
3:2	reserved for application specific commands				
1:0	reserved for manufacturer test mode				

コマンドレスポンスタイミング

すべてのタイミングダイアグラムは以下のスキマティックと略字を使います。

S : スタ - トビット (=0)

T : トランスマッタビット (ホスト=1, カ - ド=0)

P : 1 サイクルプルアップ (=1)

E : エンドビット (=1)

Z : 高インピ - ダンス状態 (->=1)

D : デ - タビット

* : 直前のビットの繰り返し

CRC : 循環冗長チェックビット (Cyclic redundancy check bits) (7ビット)

P ビットと Z ビットの違いは、P ビットがカードまたはホストの出力ドライバによってアクティブに HIGH に駆動され、Z ビットは、プルアップレジスタ R_{CMD} または R_{DAT} によって HIGH に駆動 (または維持) されるということです。アクティブ駆動の P ビットは、クロストークノイズによるビット反転エラーに対して Z ビットよりも耐性があります。HB 288032MM1 のタイミングに対しては、以下の値が定義されています。

タイミング値

Symbol	Value [clock cycles]		Description
	Min	Max	
N_{CR}	2	64	コマンドとレスポンスの間のサイクル数。
N_{ID}	5	5	カード識別またはカードオペレーション条件コマンドと、対応するレスポンスの間のサイクル数。
N_{AC}	2* ¹	TAAC + NSAC* ²	コマンドとコマンドに関連したデータブロックの開始の間のサイクル数。
N_{RC}	8	—	最後のレスポンスと新しいコマンドの間のサイクル数。
N_{CC}	8	—	2つのコマンドの間のサイクル数 (最初のコマンド (例: ブロードキャスト) の後にレスポンスが送信されない場合)。
N_{WR}	2	—	ライトコマンドに対するレスポンスと、関連データブロックの開始の間のサイクル数。

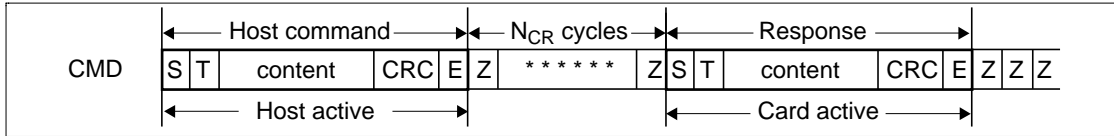
【注】 1. アクセスタイムに関する詳細は「電気的特性」章を参照してください。

2. 「Time-out Conditions」章を参照してください。

ホストコマンドとカードレスポンスは、ホストクロックの立ち上りエッジでデータの取り込みが行われます。コマンドレスポンスの後、またはデ - タの終了後には 8 サイクル以上のクロックを入力してください。例えば、レスポンスを返さないコマンド (CMD15 等) やライトデ - タに対する CRC レスポンス終了後にも入力してください。クロックを入力しないとカ - ドのピジ - 状態がクリアされない場合があります。

● カード相対アドレスの割付

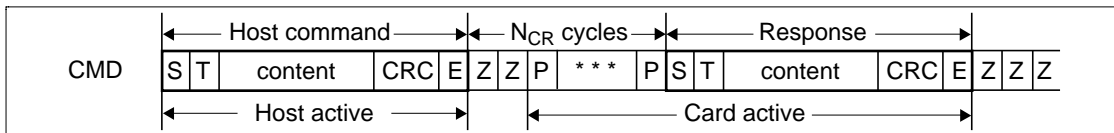
ホストコマンドとカードレスポンスの間の遅延は、 N_{CR} クロック周期です。以下のタイミングダイアグラムがホストコマンド CMD3 に関連しています。



コマンドレスポンスタイミング(カ - ド識別(Card Identification)モ - ド)

● デ - タ転送モ - ド

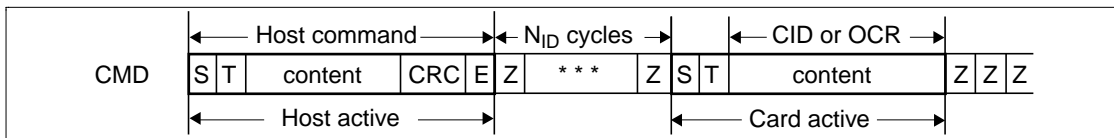
ホストからのコマンドの後に、2つの Z ビット期間があり、その後レスポンスを返すカードによってプッシュアップされる P ビットが続きます。以下のタイミングダイアグラムは、CMD1、CMD2 および CMD3 以外の、レスポンスが後に続くすべてのホストコマンドに関連しています。



コマンドレスポンスタイミング(デ - タ転送(Data Transfer)モ - ド)

● カード識別とカードオペレーション条件のタイミング

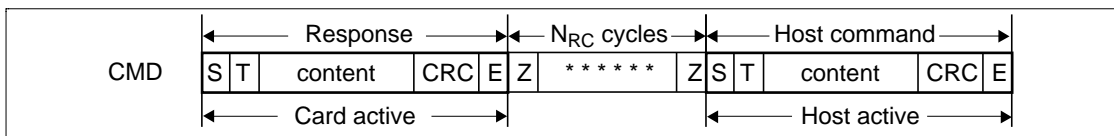
カード識別 (CMD2) とカードオペレーション条件 (CMD1) のタイミングダイアグラムでは、オープンドレーンモードで処理が進みます。ホストコマンドに対するカードからのレスポンスは、ちょうど N_{ID} クロック周期待ってから開始します。



識別タイミング(カ - ド識別(Card Identification)モ - ド)

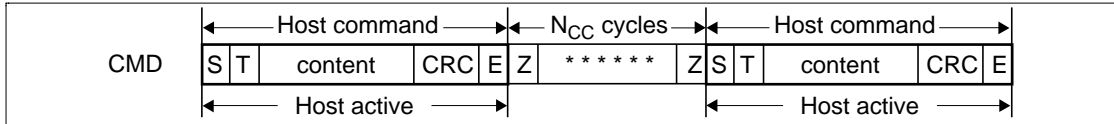
● 最後のカードレスポンスから次のホストコマンドまでのタイミング

最後のカードレスポンスを受信した後、ホストは、最低でも N_{RC} クロック周期待ってから、次のコマンドの転送を開始する必要があります。このタイミングはいずれのホストコマンドにも関連しています。



タイミングレスポンスの終わりから次の CMD スタ - ト(デ - タ転送(Data Transfer)モ - ド)

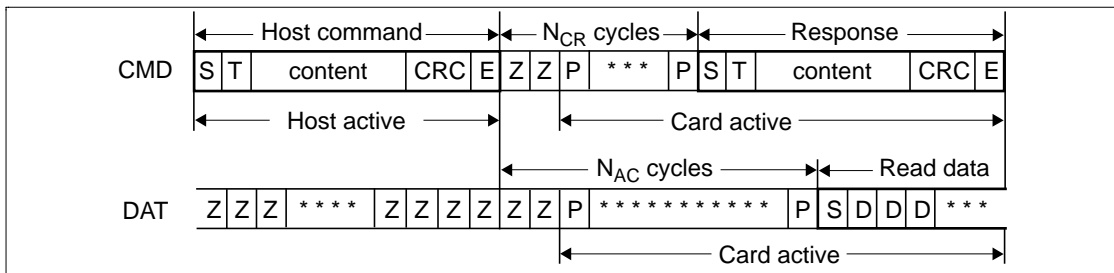
- 最後のホストコマンドから次のホストコマンドまでのタイミングダイアグラム
最後のコマンド（カードがレスポンスを返さない）が送信された後，ホストは，最低でも N_{CC} クロック周期待ってから，次のコマンドの送信を始める必要があります。



タイミング CMD_n の終了から CMD_{n+1} スタート(全モード)

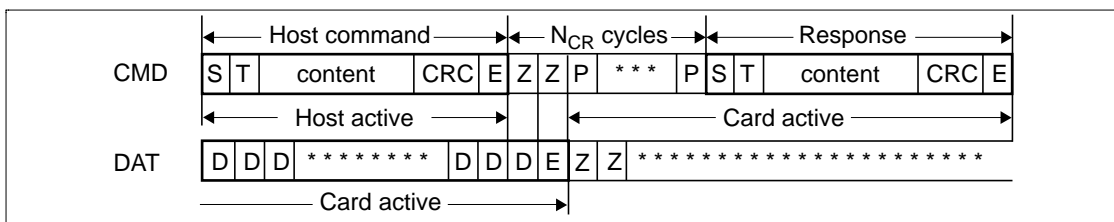
CMD_n コマンドが最後の識別コマンド（カードからもうレスポンスが送信されない）であった場合，次の CMD_{n+1} コマンドは，最低でも $N_{CC} + 136$ ($R2$ レスポンスの長さ) クロック周期待ってから，後に続けることができます。

- データアクセスタイミング
データ送信は，データアクセスコマンドのエンドビットから，アクセスタイム遅延 t_{AC} (N_{AC} に相当する) 待ってから開始されます。データ送信は，1 ブロック分のデータを転送した後自動的に停止するか（シングルブロックリード），あるいは，転送ストップ（transfer stop）コマンドにより停止されず（マルチブロックリード）。



データリードタイミング(データ転送(Data Transfer)モード)

- データ転送ストップ(data transfer stop)コマンドタイミング
カードからのデータ送信は，ストップコマンドを使って停止することができます。データ送信は，ストップコマンドのエンドビットで直ちに停止します。



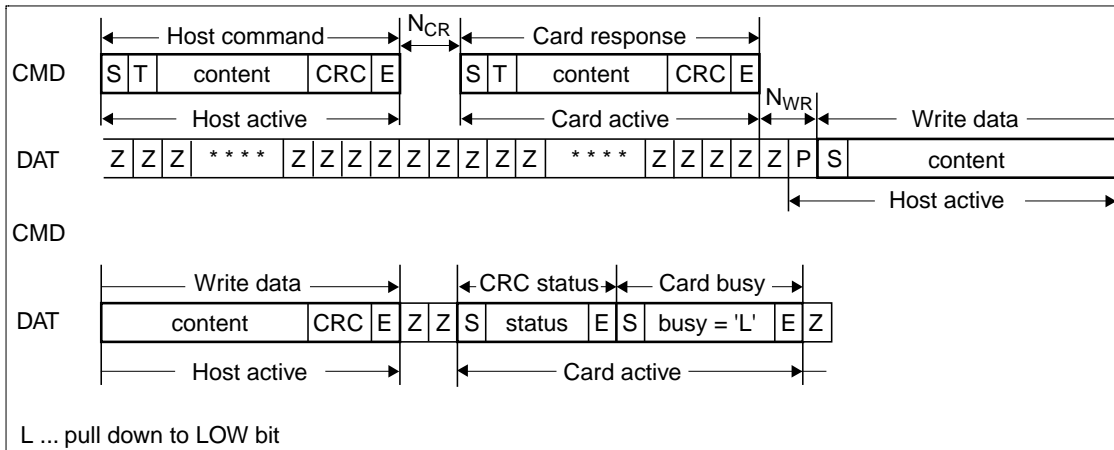
ストップコマンドのタイミング(CMD_{12} , データ転送(Data Transfer)モード)

● ストリ - ムリ - ド

カードからのデータの転送は、ホストからのコマンドのエンドビットの後、 N_{AC} クロック周期待ってから始まります。バスの状態遷移は、シングルブロックリードコマンドと同じです。（データリードタイミングの図を参照してください）データ転送がブロック単位ではないため、データストリーム中にはCRCチェックサムは含まれていません。このため、ホストは転送されたデータの正当性を検査できません。データストリームの送信はストップコマンドによって打ち切られます。この時のバスの状態遷移は、マルチブロックリードを実行している時にストップコマンドを送った場合と同じです（ストップコマンドのタイミング図を参照してください）。

● シングルまたはマルチブロックライト

ホストは、CMD7 によって、データライト操作を行う 1 つのカードを選択します。ホストは、CMD16 によって、ブロック転送のための正しいブロック長を設定します。ホストは、CMD24 と共にデータを転送します。データブロックのアドレスは、このコマンドの引数によって決定されます。カードは、このコマンドに対して、通常通り、CMD ラインを通してレスポンスを返します。ホストからのデータ転送は、カードレスポンスが受信された後、 N_{WR} クロック周期待ってから開始されます。ライトデータはCRCチェックビットを持っており、カードが転送されたデータに対して転送エラーがないかどうかを調べることが可能にしています。カードは、ホストに対して（DATラインを通して）、CRCステータスとして、CRCチェックを行った結果を送信します。CRCステータスは、ライトデータ転送（write data transfer）がエラーなし（CRCチェックは失敗しなかった）であったかどうかに関する情報を含んでいます。転送エラーの場合、カードは、CRCステータス（“101”：バイナリ）を送ります。これにより、ホストにデータを再送信させます。エラーなし送信の場合、カードは、CRCステータス（“010”：バイナリ）を送信し、データライト手続を開始します。

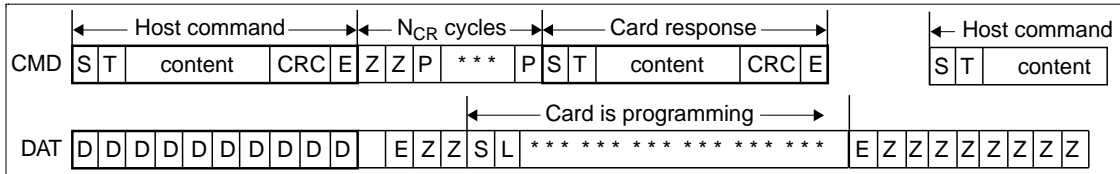


ブロックライトコマンドのタイミング

カードが、空のデータ受信バッファを持っていない場合、カードは、DATラインをLOWにプルダウンすることによりそのことを示します。カードは、定義されたデータ転送ブロック長のデータを収納できる受信バッファが、最低でも1つ空になると直ちに、DAT線のプルダウンを停止します。この通知方法（カードビジー通知）では、データライトステータスに関する情報は送られません。この情報を得るには、ステータスポーリング（status polling）コマンドによってポーリングする必要があります。

● ストリ - ムライト

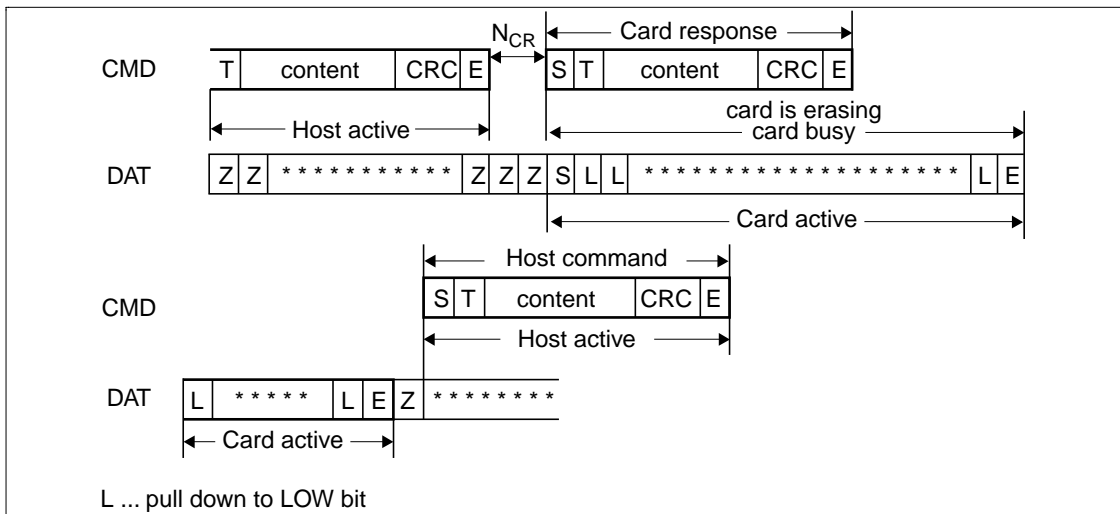
カードへのデータ転送は、ストリームライトコマンドに対するカードレスポンスから N_{CR} クロック周期待ってから始める必要があります。バスの状態遷移は、シングルブロックライトコマンドの場合と同じです。（ブロックライトコマンドのタイミング図を参照してください）データ転送がブロック単位ではないため、データストリーム中にはCRC チェックサムは含まれていません。このため、ホストはCRC チェックを行った結果を受け取ることができません。データストリームの送信はストップコマンドによって打ち切られます。この時のバスの状態遷移は、ブロックライト動作が、ストップコマンドによってデータブロックの転送中に中止された場合と同じです（ストップコマンドのタイミング（ホストからのデータ転送中）図を参照してください）。



ストップコマンドのタイミング（ホストからのデータ転送中）

● イレ - スブロックタイミング

ホストは、最初に、イレースするセクタにタグを付ける必要があります。タグが付けられたセクタはCMD38 を使い一度にイレースされます。ブロックライトの説明中にある、DAT ラインを L レベルにしてカードのビジーを通知する手法（カードビジー通知）が、イレース実行中であることを示すのに使われます。この場合、カードビジー通知が終ると（DAT ラインが H レベルになる）、タグがつけられたすべてのセクタのイレースが完了したことを示します。ホストはまた、CMD13 を使ってカードに実際のカード状態を送信するよう要求することもできます。



イレ - スオペレ - ションのタイミング

リセット

GO_IDLE_STATE (CMD0)は、ソフトウェアリセット (software reset) コマンドで、HB 288032MM1 を、現在のステートとは関係なく、Idle ステートに設定します。Inactive ステートでは、HB 288032MM1 はこのコマンドによっては影響を受けません。パワーオン後、HB 288032MM1 は常に Idle ステートとなっています。パワーオンまたは GO_IDLE_STATE (CMD0)コマンドの後、HB 288032MM1 のすべての出力バスドライバは、高インピーダンス状態となっており、カードは、デフォルトの相対的カードアドレス (“0x0001”) で初期化されます。ホストは、識別クロック周波数 f_{OD} でバスを駆動します。

SPI コミュニケーション

SPI モードは MultiMediaCard のオプションコミュニケーションプロトコルです。このモードは、MultiMediaCard プロトコルのサブセットで、Motorola 系マイクロコントローラの SPI チャンネルと通信できます。SPI インターフェースは最初の電源立ち上げ後のリセットコマンド(CMD0)で選択され、一度電源立ち上げ時に選択されると変更することはできません。SPI スタンドは、完全なデータ転送プロトコルではなく、物理的リンクのみを定義します。MultiMediaCard に組み込まれた SPI は、MultiMediaCard プロトコルとコマンドセットのサブセットを使います。これは、少数（通常 1 つ）のカードから構成され、低いデータ転送レート（MultiMediaCard プロトコルベースのシステムと比較して）を持つシステムによって使用されるのを目的としています。アプリケーションの観点から見ると、SPI モードの利点は、市販のホストを使うことができ設計期間を短縮することができることです。欠点は、MultiMediaCard に対して、SPI システムのパフォーマンス損失です（より低いデータ転送レート、より少ないカードなど）。MultiMediaCard チャンネルはコマンドとデータビットストリーム（スタートビットにより起動され、そして、ストップビットによって終了される）に基づいていますが、SPI チャンネルはバイト指向です。各コマンドまたはデータブロックは、8 ビットバイトで構成されており、CS 信号にバイト整列されています。（つまり、長さは 8 クロックサイクルの倍数となります。）SPI メッセージは、MultiMediaCard プロトコルに類似しており、コマンド、レスポンスそしてデータブロックトークンから構成されています。ホストとカード間のすべての通信は、ホストによって制御されます。ホストは、CS 信号を low にアサートすることにより、各バストランザクションを開始します。SPI モードでのレスポンスは、以下の 3 つの点に関して、MultiMediaCard モードと異なっています。

- 選択されたカードは常にコマンドに応答する。
- 8 ビット幅のレスポンス構造が使われる。
- カードがデータ訂正で問題に遭遇すると、カードは、MultiMediaCard モードでのタイムアウトではなく、エラーレスポンス（データブロックの期待値の代わりに）で応答します。

SPI モードでは、シングルブロックのリードおよびライトオペレーションのみがサポートされています。コマンドレスポンスの他に、ライトオペレーションの間にカードに送信された各データブロックは、データレスポンストークンで応答されます。データブロックは、セクタの大きさや、単一バイトほどの小さなサイズになります。パーシャルブロックリード/ライトオペレーションは、CSD レジスタで指定されたカードオプションでイネーブルの場合は使用できます。

モード選択

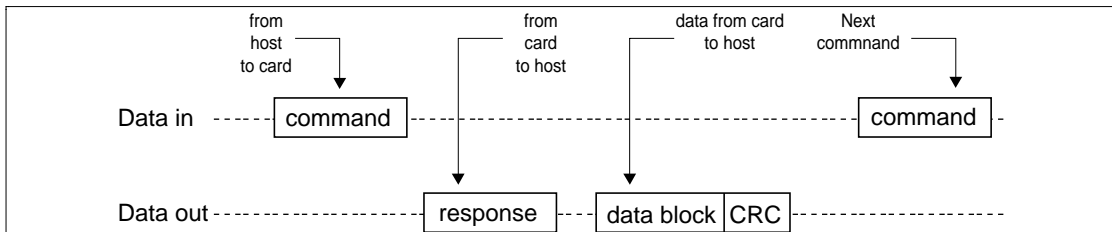
MultiMediaCard は、MultiMediaCard モードで起動します。MultiMediaCard は、リセットコマンド(CMD0)の受信中に CS 信号が Low にアサートされると、SPI モードに入ります。カードが MultiMediaCard モードとして選択されていることを認識すると、カードはコマンドには応答せず、MultiMediaCard モードを維持します。SPI モードとして選択されれば、カードは SPI モードに切り替わり、SPI モードの R1 レスポンスを返します。MultiMediaCard モードに戻る唯一の方法は、パワーサイクルに入ることです。SPI モードでは、MultiMediaCard プロトコルのステートはありません。SPI モードでサポートされているすべての MultiMediaCard コマンドは常に使用可能です。

バス転送プロテクト

バスで転送されるそれぞれの MultiMediaCard トークンは、CRC ビットによってプロテクトされています。SPI モードでは、MultiMediaCard は非プロテクトモードを提供し、それにより、CRC 生成機能および検証機能を構築するのに必要なハードウェアやファームウェアがなくても、システムが信頼性のあるデータリンクをできるようになります。非プロテクトモードでもコマンドの CRC ビット、レスポンス、そしてデータトークンはトークンとして必要とされます。しかし、それらは送信側に対しては“don't care”として定義され、受信側によって無視されます。SPI インターフェースは、非プロテクトモードで初期化されます。ホストは、CRC_ON_OFF コマンド (CMD59) を使って、このオプションをオン・オフすることができます。

データリード概略

SPI モードは、単一のブロックリードオペレーション (MultiMediaCard プロトコルの CMD17) のみをサポートします。正しいリードコマンドを受信すると、カードは、レスポンストークンを応答した後、前の SET_BLOCKLEN (CMD16) コマンドで定義された長さのデータトークンを応答します。

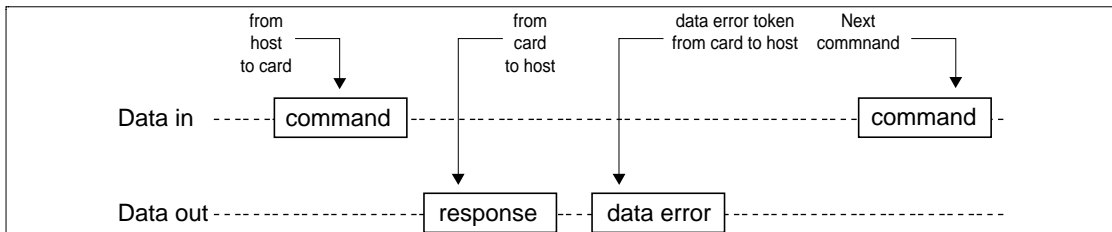


リードオペレーション

正しいデータブロックは、スタンダード CCITT 多項式により生成される 16 ビットの CRC がつけられます。

$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1.$$

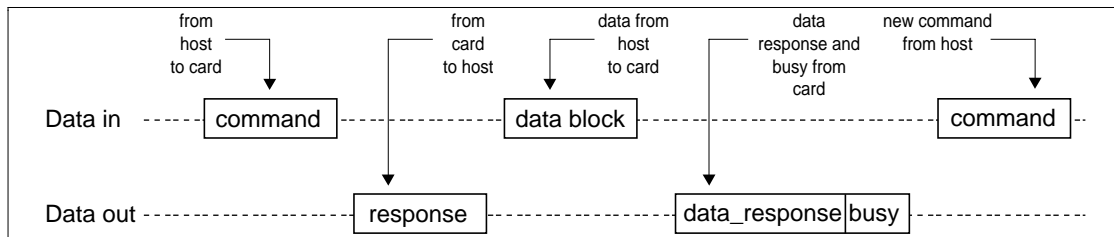
最大ブロック長は、CSD で定義されている READ_BL_LEN で指定されます。パーシャルブロックが許可されている場合 (つまり、CSD パラメータ READ_BL_LEN が 1)、ブロック長は、1 から最大ブロックサイズの間の値となります。許可されていない場合、データリードに対して正しいブロック長は、READ_BL_LEN によって指定されます。スタートアドレスは、カードの正しいアドレス範囲でのいずれかのバイトアドレスとなります。しかし、それぞれのブロックは、1 つの物理セクタに格納されなければなりません。データ読み出しエラーの場合、カードはいずれのデータをも送信しません。その代わりに、特別なデータエラートークンがホストに送信されます。図「リードオペレーション：データエラー」は、データブロックの代わりに、エラートークンで終了したデータリードオペレーションを示します。



リードオペレーション：データエラー

デ - タライト概略

リードオペレーションと同様に、SPI モードでは MultiMediaCard はシングルブロックライトコマンドのみをサポートしています。カードが、正しいライトコマンド（MultiMediaCard プロトコルでの CMD24）を受信すると、カードは、レスポンストークンを応答した後ホストからデータブロックが送られるのを待ちます。CRC 付加、ブロック長およびスタートアドレスに関する制限は、リードオペレーションと同じです（パースナルブロックライトオペレーションを制御する CSD パラメータ WRITE_BL_PARTIAL がイネーブルの場合は例外です）。

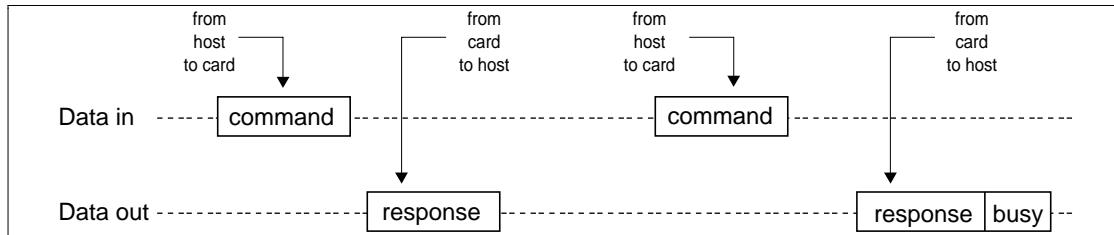


ライトオペレーション

データブロックが受信された後、カードはデータレスポンストークンで応答します。データブロックがエラーなしで受信された場合、そのデータブロックはプログラムされます。カードがプログラミングに専念しているかぎり、ビジートークンの継続的ストリームがホストに送信されます（實際上、DataOut ラインを Low に維持します）。いったんプログラミングオペレーションが完了すると、ホストは、SEND_STATUS コマンド(CMD13)を使って、プログラミングの結果を確認する必要があります。いくつかのエラー（例：範囲外アドレス、ライトプロテクト違反など）は、プログラミング中にのみ検出されます。データブロックが正しいことを検証する唯一の方法は、データレスポンストークンを通してホストに送信される CRC をチェックすることです。カードがビジーの間中の CS リセット信号では、プログラミングプロセスを終了しません。カードは、DataOut ライン（tri-state）をリリースし、プログラミングを継続します。カードが、プログラミング完了以前に再選択されると、DataOut ラインは、Low に強制的に戻され、すべてのコマンドは拒否されます。カードをリセットすることは（CMD0 を使って）、すべてのペンディングされているかアクティブなプログラミングオペレーションを終了します。これは、カードでのデータフォーマットを壊します。これを防止するのはホストの責任です。

イレースおよびライトプロテクトの管理

SPI モードでのイレースとライトプロテクトの管理プロシージャは、MultiMediaCard モードのものと同じです。カードは事前に定義されているセクタリストのライトプロテクトビットをイレースしたり変更したりしている間、カードはビジー状態になり、DataOut ラインを Low に維持します。図「No Data オペレーション」は、ビジー信号を返す場合とビジー信号を返さない場合のバスターンザクションを示しています。



‘No Data’オペレーション

CID/CSD レジスタリード

MultiMediaCard プロトコル（レジスタ内容はコマンドレスポンスとして送信される）とは異なり、SPI モードでのCSD レジスタおよびCIDレジスタの内容を読み込むことは単純なリードブロックランザクションです。カードは、標準のレスポンストークン（参照：図「リードオペレーション」）で応答します（後ろに 16 ビット CRC が付加された 16 バイトのデータブロックで応答します）。CSD コマンドのデータタイムアウトはTAACで規定することはできません。この値がCSDの中に書かれているためです。このため、標準のレスポンスタイムアウト値(NCR)がCSDレジスタの読み出しレイテンシに用いられません。

リセットシーケンス

MultiMediaCard は定義されたりセットシーケンスを必要とします。パワーオンリセットまたはCMD0（ソフトウェアリセット）の後、カードはアイドル（Idle）状態に入ります。この状態で、唯一合法的なホストコマンドはCMD1 (SEND_OP_COND)とCMD58(READ_OCR)です。しかし、SPIモードでは、CMD1はオペランドを持たず、OCRレジスタの内容を含んだレスポンスを返しません。その代わりにホストはCMD58（SPIモードのみで使用可）を使用してOCRレジスタを読み出すことができます。カードがサポートしていない電源電圧でのアクセスはホスト側で行わないようにしてください。CMD58は初期化の時にのみ制限されている訳ではなく、いつでもホストは発行することができます。カードレスポンスの‘in-idle-state’ビットにより、カードがその初期化プロセスを完了し、そして、次のコマンドに対してレディであることを示す（0に設定されることにより）まで、ホストはカードをポーリング（CMD1を繰り返して送信することにより）しなければなりません。

エラー - 条件

MultiMediaCard プロトコルとは異なり、SPI モードでは、コマンドに対してカードは常に応答します。そのレスポンスは、コマンドを受け付けたか否かを示します。コマンドは、サポートされていない場合、CRC チェックが失敗した場合、不当なオペランドを含んでいる場合、あるいは、イレースシーケンスの間シーケンス外であった場合に拒否されます。

メモリ配列の区分

MultiMediaCard モードと同じです。

カードロック・アンロック

SPI モードにおけるカードロック・アンロックは MultiMediaCard モードと同じです。どちらのモードもコマンドのレスポンスのタイプは R1b です。ピジー信号がクリアされた後、ホストは SEND_STATUS コマンドでロックコマンドの実行結果を調べてください。詳細は「カードロック・アンロック動作」章を参照してください。

コマンド

すべての MultiMediaCard コマンドは 6 バイトの長さです。コマンド送信は、常に、コマンドコードワードに対応するビットストリングの左側ビットで開始されます。すべてのコマンドは CRC によって保護されています。以下の表にコマンドと引数がリストされています。

Bit position	[47]	[46]	[45:40]	[39:8]	[7:1]	[0]
Width (bits)	1	1	6	32	7	1
Value	'0'	'1'	×	×	×	'1'
Description	start bit	transmission bit	command index	argument	CRC7	end bit

以下の表は、SPI バスコマンドを詳細説明しています。レスポンスは「レスポンス」章で定義されています。表「コマンドと引数」はすべての MultiMediaCard コマンドを示しています。SPI モード欄での“yes”は、コマンドが SPI モードでサポートされていることを示します。これらの制限の下で、CSD でのコマンドクラス説明は有効です。コマンドが引数を必要としない場合、このフィールドの値はゼロに設定されなければなりません。予約されているコマンドは、MultiMediaCard モードでも予約されます。コマンドのバイナリコードは、ニーモニックシンボルにより定義されます。例えば、CMD0 に対するコマンドインデックスフィールドの内容は (バイナリ) '000000' で、CMD39 に対しては '100111' です。

コマンドと引数

CMD index	SPI mode	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD0	Yes	None	R1	GO_IDLE_STATE	MultiMediaCard をリセットする。
CMD1	Yes	None	R1	SEND_OP_COND	カードの初期化プロセスを起動する。
CMD2	No				
CMD3	No				
CMD4	No				
CMD5	reserved				
CMD6	reserved				
CMD7	No				
CMD8	reserved				
CMD9	Yes	None	R1	SEND_CSD	選択されているカードにそのカード特有のデータ (CSD) を送信するよう要求する。
CMD10	Yes	None	R1	SEND_CID	選択されているカードにそのカード識別データ (CID) を送信するよう要求する。
CMD11	No				
CMD12	No				
CMD13	Yes	None	R2	SEND_STATUS	選択されているカードにそのステータスレジスタを送信するよう要求する。
CMD14	reserved				
CMD15	No				
CMD16	Yes	[31:0] block length	R1	SET_BLOCKLEN	すべての後続ブロックコマンド (リードおよびライト) に対してブロック長 (バイト単位) を選択する。* ¹
CMD17	Yes	[31:0] data address	R1	READ_SINGLE_BLOCK	SET_BLOCKLEN コマンドにより設定されているサイズのブロックを読み出す。* ²
CMD18	No				
CMD19	reserved				
CMD20	No				
CMD21...	reserved				
CMD23					

CMD index	SPI mode	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD24	Yes	[31:0] data address	R1b*3	WRITE_BLOCK	SET_BLOCKLEN コマンドにより設定されているサイズのブロックを書き込む。*4
CMD25	No				
CMD26	No				
CMD27	Yes	None	R1b	PROGRAM_CSD	CSD のプログラマブルビットのプログラミング。
CMD28	Yes	[31:0] data address	R1b	SET_WRITE_PROT	カードがライトプロテクト機能を持っている場合、このコマンドは、アドレス指定されたグループのライトプロテクトビットを設定する。ライトプロテクトの特性は、カード特有データ (WP_GRP_SIZE) でコード化されている。
CMD29	Yes	[31:0] data address	R1b	CLR_WRITE_PROT	カードがライトプロテクト機能を持っている場合、このコマンドはアドレス指定されたグループのライトプロテクトビットをクリアする。
CMD30	Yes	[31:0] write protect data address	R1	SEND_WRITE_PROT	カードがライトプロテクト機能を持っている場合、このコマンドは、カードにライトプロテクトビットのステータスを送信するよう要求する。*5
CMD31	reserved				
CMD32	Yes	[31:0] data address	R1	TAG_SECTOR_START	イレースグループの最初のセクタのアドレスを設定する。
CMD33	Yes	[31:0] data address	R1	TAG_SECTOR_END	選択されているイレースグループ内の連続した範囲にある最後のセクタのアドレスを設定するか、イレースに選択される単一のセクタのアドレスを設定する。
CMD34	Yes	[31:0] data address	R1	UNTAG_SECTOR	イレース選択から、以前に選択されている 1 セクタを削除する。
CMD35	Yes	[31:0] data address	R1	TAG_ERASE_GROUP_START	イレースに選択される範囲内にある最初のイレースグループのアドレスを設定する。
CMD36	Yes	[31:0] data address	R1	TAG_ERASE_GROUP_END	イレースに選択される連続範囲内にある最後のイレースグループのアドレスを設定する。
CMD37	Yes	[31:0] data address	R1	UNTAG_ERASE_GROUP	イレース選択から、以前に選択されている 1 つのイレースグループを削除する。
CMD38	Yes	[31:0] stuff bits	R1b	ERASE	以前に選択されているすべてのセクタをイレースする。
CMD39	No				
CMD40	No				

CMD index	SPI mode	Argument	Resp	Abbreviation	Command description
CMD41	reserved				
CMD42	Yes	[31:0] stuff bits	R1b	LOCK/UNLOCK	パスワードの設定・解除，カードロック・アンロックを行う。データブロックの詳細は「カードロック・アンロック」章を参照。データブロックのサイズは SET_BLOCK_LEN コマンドで設定する。
CMD43... CMD57	reserved				
CMD58	Yes	None	R3	READ_OCR	OCR レジスタリード
CMD59	Yes	[31:1] stuff bits [0:0] CRC option	R1	CRC_ON_OFF	CRC オプションをオン・オフにする。CRC オプションビットの'1'はオプションをオンにし，'0'はオフにする。
CMD60	No				

- 【注】
1. デフォルトのブロック長は CSD で指定されているものです。HB288032MM1 では，CSD で WRITE_BLK_PARTIAL が 0 に設定されており，ライト時のブロックサイズは 512 バイト固定です。
 2. 転送されるデータは，CSD で READ_BLK_MISALIGN が設定されていないかぎり，物理的ブロック境界線を越えることはできません。HB288032MM1 では，CSD で READ_BLK_MISALIGN が 0 に設定されており，物理ブロック境界線を越えることはできません。
 3. R1b: レスポンスの後にビジー信号を持つ R1 レスポンス。
 4. 転送されるデータは，CSD で WRITE_BLK_MISALIGN が設定されていないかぎり，物理的ブロック境界線を越えることはできません。
 5. 32 ライトプロテクトビット（指定されたアドレスで始まる 32 個のプロテクトグループを表す）とその後に続く 16 個の CRC ビットが，データラインを通じて，ペイロードフォーマットで転送されます。プロテクトビットの最後（最下位）のビットは，最初のアドレス指定されたグループに対応します。最後のグループのアドレスが，正しい範囲の外側になる場合，対応するライトプロテクトビットはゼロに設定されます。

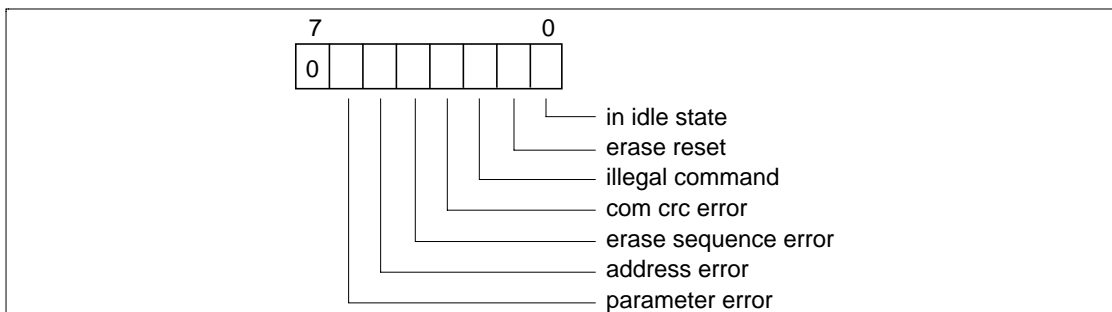
レスポンス

レスポンストークンにはいくつかの種類があります。MultiMediaCard モードのように、すべては MSB が最初に送信されます。

● フォ - マット R1

このレスポンストークンは、SEND_STATUS コマンド以外、それぞれのコマンドの後にカードから送信されます。レスポンストークンの長さは 1 バイトで、MSB は常にゼロに設定されています。他のビットはエラーを示すビットで、それぞれのエラーは '1' によって示されます。R1 フォーマットの構造は、図「R1 レスポンスフォーマット」で示されています。フラグの意味は以下のように定義されています。

- **In idle state** (アイドル状態にある)：カードはアイドル状態にあり、初期化プロセスを実行している。
- **Erase reset** (イレースリセット)：イレースシーケンス外のコマンドが受信されたため、実行前にイレースシーケンスがクリアされた。
- **Illegal command** (不当コマンド)：不当コマンドコードが検出された。
- **Communication CRC error** (通信 CRC エラー)：コマンドの CRC チェックが失敗した。
- **Erase sequence error** (イレースシーケンスエラー)：イレースコマンドのシーケンスでエラーが発生した。
- **Address error** (アドレスエラー)：ブロック長にマッチしなかったミスアラインアドレスがコマンドで使われている。
- **Parameter error** (パラメータエラー)：コマンドの引数 (例：アドレス、ブロック長) が、このカードの許容範囲外である。



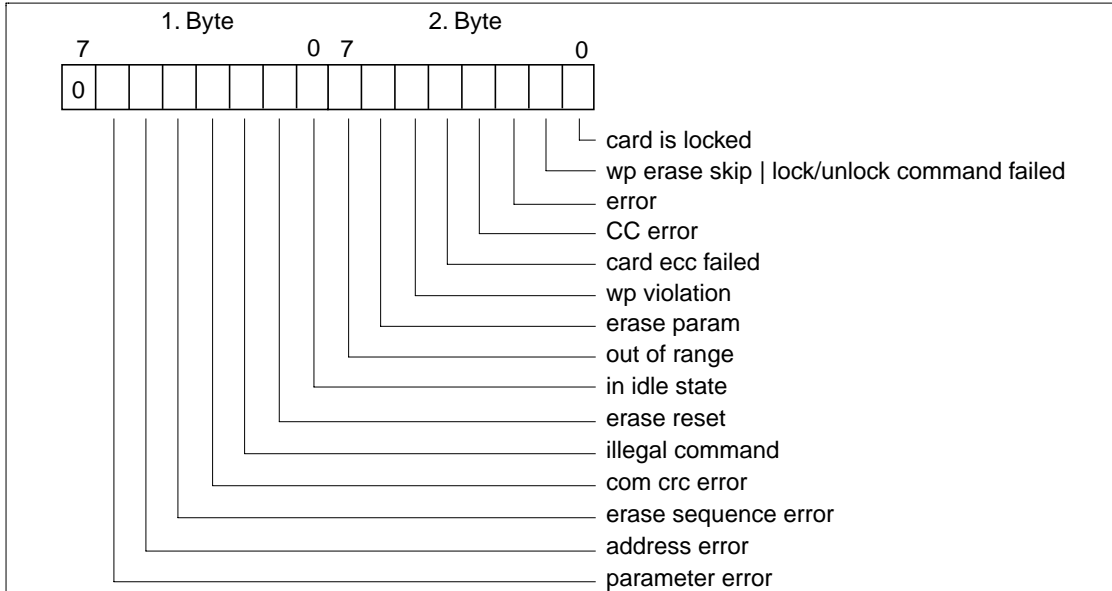
R1 レスポンスフォ - マット

● フォ - マット R1b

このレスポンストークンは、ビジー信号がレスポンストークンの後に追加されること以外、R1 フォーマットと同じです。ビジー信号トークンは任意のバイト数となります。'0' はカードはビジーであることを示します。'1' はカードが次のコマンドを受け入れる準備ができていることを示します。

● フォ - マット R2

このレスポンストークンは2バイト長で、SEND_STATUS コマンドに対するレスポンスとして送信されます。そのフォーマットが図「R2 レスポンスフォーマット」で示されています。



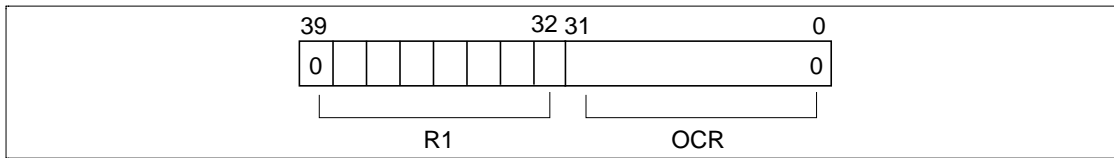
R2 レスポンスフォ - マット

最初のバイトはレスポンス R1 と同じです。2 番目のバイトの内容が以下に説明されています。

- **Out of range** (アウトオブレンジ): コマンドの引数がこのカードに対して許可されている範囲外であった。
- **Erase param** (イレースパラメータ): イレース時のセクタまたはグループ選択違反。
- **Write protect violation** (ライトプロテクト違反): ライトプロテクトされているブロックに書き込みを行おうとした。
- **Card ECC failed** (カード ECC フェイル): カード内部 ECC が適用されたが、データを訂正するのに失敗した。
- **CC error** (CC エラー): 内部カードコントローラエラー。
- **Error** (エラー): オペレーションに発生した汎用エラーまたは不明エラー。
- **Write protect erase skip | lock/unlock command failed** (ライトプロテクトイレーススキップ) | (ロック・アンロックコマンドフェイル): このビットは2つの機能があり、ホストがライトプロテクトされたセクタにイレースを行った時とカードロック・アンロック動作にシーケンスまたはパスワードにエラーが発生した時にセットされる。
- **Card is locked** (カードロック状態): ユーザーによってカードがロックされている時にセットされる。アンロックされるとこのビットはクリアされる。

● フォ - マット R3

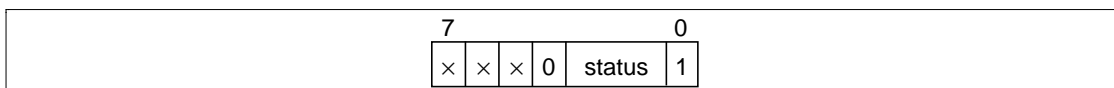
このレスポンストークンは READ_OCR コマンドを受信した時にカードから送られます。レスポンス長は5バイトです(図「R3 レスポンスフォーマット」参照)。最初のバイト(MSB)構造はR1 レスポンスと同じです。他の4バイトにOCRレジスタが含まれています。



R3 レスポンスフォーマット

● デ - タレスポンス

カードに書き込まれるそれぞれのデータブロックは、データレスポンストークンによってデータが受け取られたことが確認されます。これは1バイト長で、以下のフォーマットとなっています。



デ - タレスポンス

ステータスピットの意味は以下のように定義されています。

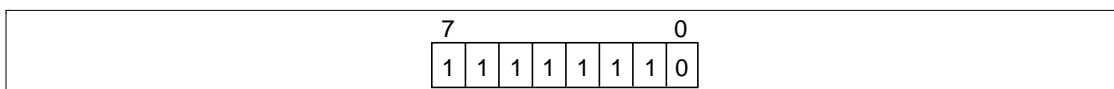
‘010’ - データが受け入れられた。

‘101’ - CRC エラーによりデータは拒否された。

デ - タト - クン

リードコマンドとライトコマンドは、デ - タト - クンとしてデータ転送を行います。すべてのデータバイトはMSBが最初に転送されます。データトークンは、4バイトから2051バイトの長さで、以下のフォーマットとなっています。

● 第1バイト：スタートバイト



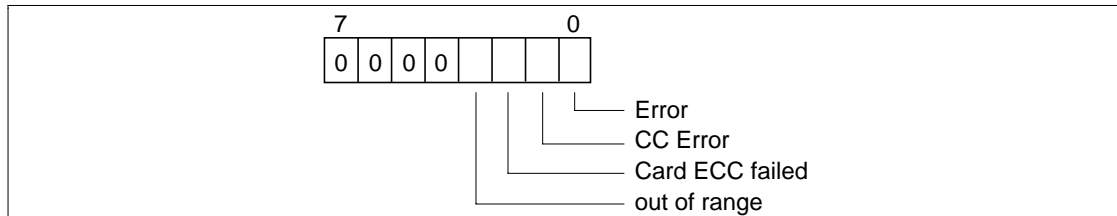
スタートバイト

● バイト2-2049(データブロック長に依存する)：ユーザデータ

● 最後の2バイト：16ビットCRC

データエラー - トークン

リードオペレーションが失敗し、カードが求められているデータを提供できない場合、カードはその代わりにデータエラートークンを送信します。このトークンは1バイトの長さで以下のフォーマットとなっています。



データエラー - トークン

4 個の最下位ビット (LSB) は、応答フォーマット R2 と同じエラービットです。

SPI バスタイミング

すべてのタイミングダイアグラムは以下のスキマティックと略語を使います。

H: 信号が high である。(論理'1')

L: 信号が low である。(論理'0')

X: Don't care

Z: 高インピーダンス状態 (->=1)

*: 直前のビットの繰り返し

Busy: ビジートークン

Command: コマンドトークン

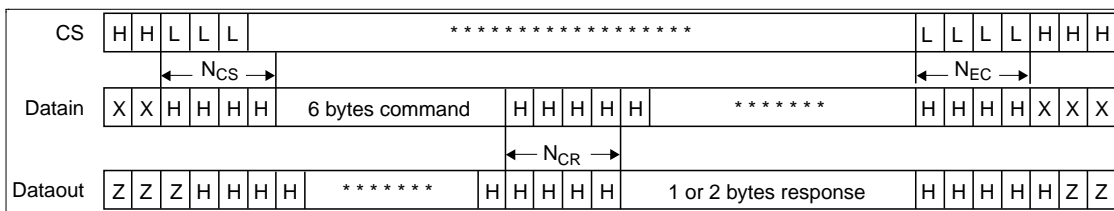
Response: レスポンストークン

Data block: データトークン

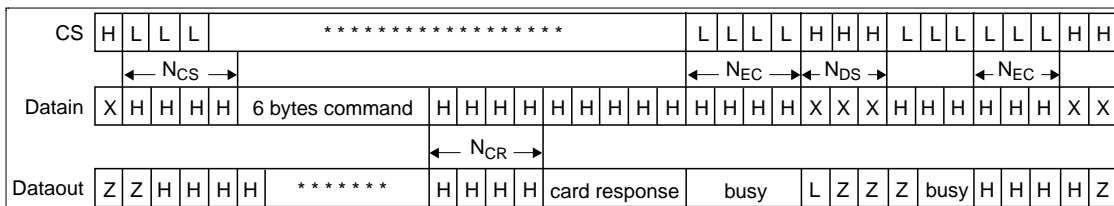
すべてのタイミング値は表「タイミング値」で定義されています。ホストは、カード応答を受信した後、最低 N_{CR} クロックサイクルの間、クロックを動かし続ける必要があります。この制限は、コマンドとデータレスポンストークンの両方に適用されます。

コマンド/レスポンス

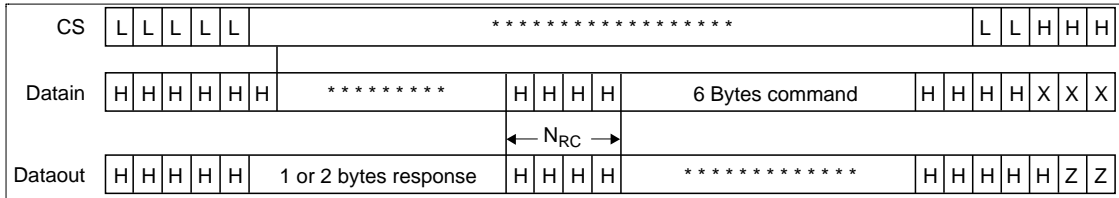
- ホストコマンドからカードレスポンス (カードがレディの場合)



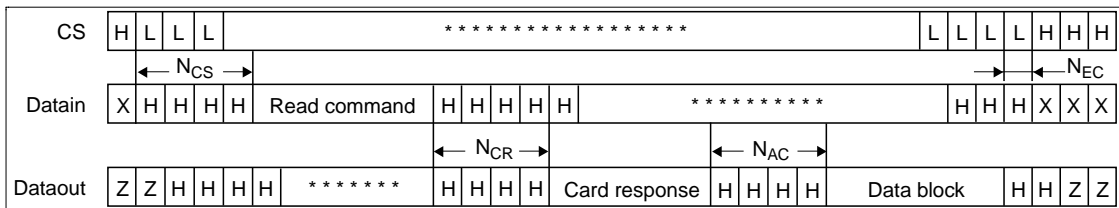
- ホストコマンドからカードレスポンス (カードがビジーの場合)



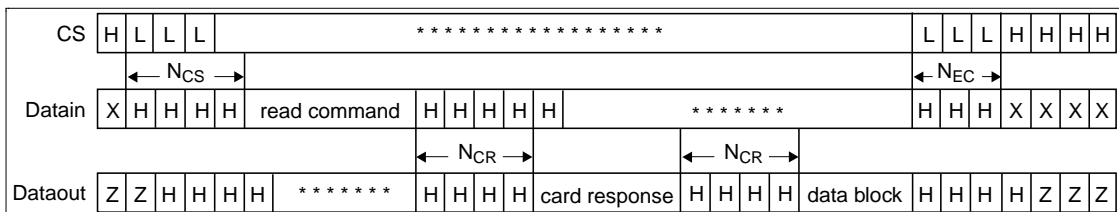
● カードレスポンスからホストコマンド



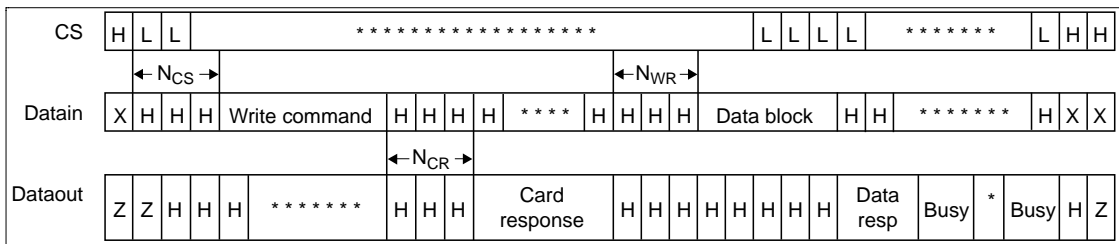
● デ - タリ - ド



● CSD レジスタリ - ド



● デ - タライト



タイミング値

Symbol	Min	Max	Unit
N_{CS}	0	—	8 clock cycles
N_{CR}	1	8	8 clock cycles
N_{RC}	1	—	8 clock cycles
N_{AC}	1	spec. in the CSD	8 clock cycles
N_{WR}	1	—	8 clock cycles
N_{EC}	0	—	8 clock cycles
N_{DS}	0	—	8 clock cycles

【注】 1. 「Time-out Conditions」章を参照してください。

エラー - 処理

カードのメモリフィールドでエラーを訂正するために、システムはペイロードデータにエラー訂正コード (ECC) を含ませる場合があります。この訂正は、スタティックエラーを訂正するためのものです。データ転送中に引き起こされるエラー (ダイナミックエラー) を検出するために、さらに 2 種類の方法が組み込まれます。このエラー検出方法は、循環冗長チェック (CRC: cyclic redundancy check) で行われます。

エラー - 訂正コード (ECC)

HB288032MM1 はスタティックエラーがありません。すべてエラーはカード内で対処されています。さらに、HB288032MM1 の起動中 (livelime) に発生するエラーもカード内で対処されています。ユーザが気づく唯一の影響は、メモリ総容量が、少数のブロック分少なくなることでしょう。フラッシュメモリとのデータのやりとりはすべてカード内で行われ、外部エラー訂正は必要ありません。

循環冗長チェック (CRC)

ECC の目的は、カードのメモリフィールドのエラーから HB288032MM1 を保護することです。MultiMediaCard バスでの転送 (ダイナミックトランスポート) 中に発生するエラーに対して、データを保護するために、さらに循環冗長チェック (Cyclic Redundancy Check (CRC)) 機能が組み込まれています。MultiMediaCard スタンダードに準拠して、HB288032MM1 は 2 種類の異なる CRC コードを使い、データを保護し、そして、カードとホストの間のコマンド / レスポンスを保護しています。ECC とは異なり、CRC は、転送エラーのみを探知するもので、エラーを“on the fly” (データ転送時) に訂正するものではありません。CRC エラーが探知されると、ホストはそれに対応しなければなりません。これは、通常、最後のコマンドを繰り返すことで行われます。最初の CRC コードは、コマンドフレームとレスポンスフレームを保護するためのものです。また、それらは、データストリームを同期するためにも使われます。この CRC は、以下の多項式で作成され、そして、チェックされます。

$$\text{CRC polynomial: } G(x) = x^7 + x^3 + 1$$

$$M(x) = (\text{start bit}) * x^{39} + \dots + (\text{last bit}) * x^0$$

$$\text{CRC}[6\dots 0] = \text{Remainder} [(M(x) * x^7) / G(x)]$$

それぞれのコマンドに対して、HB288032MM1 で 1 つの CRC がチェックされます。それぞれのレスポンスに対して、HB288032MM1 で CRC が生成されます。HB288032MM1 からリードされたそれぞれのデータブロックの後に、2 番目の CRC で生成された冗長ビットが続きます。コードは、2048 バイトまでのペイロード長に対して使用可能です。

$$\text{CRC polynomial: } G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1,$$

$$M(x) = (\text{start bit}) * x^n + x^{n-1} + \dots + (\text{last bit}) * x^0, \text{ with } n < 2048 * 8$$

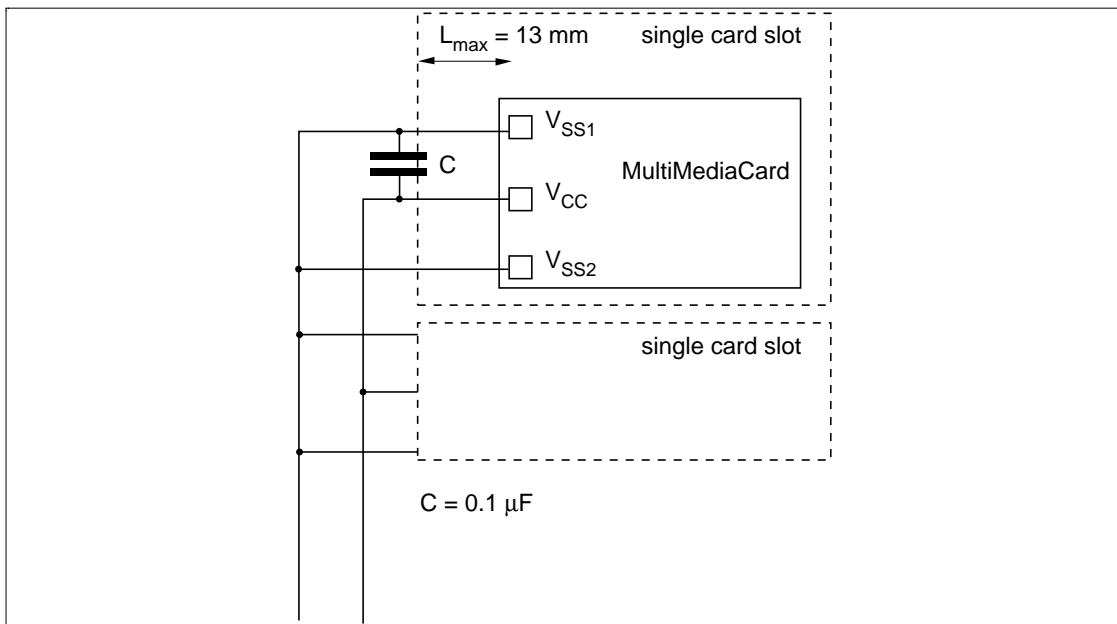
$$\text{CRC}[15\dots 0] = \text{Remainder} [(M(x) * x^{16}) / G(x)]$$

MultiMediaCard モードでは両方の CRC はカードとホストに対して必須です。

電源

電源デカップリング

V_{SS1} 、 V_{SS2} および V_{CC} ラインはカードに動作電圧を供給します。これに対して、電流ピークをバッファするためのデカップリングキャパシタが使われています。これらのキャパシタは、対応する図「電源デカップリング」でのバス側に配置されます。カード端子から 13mm 以内に 1 個以上の $0.1\mu\text{F}$ キャパシタを配置してください。

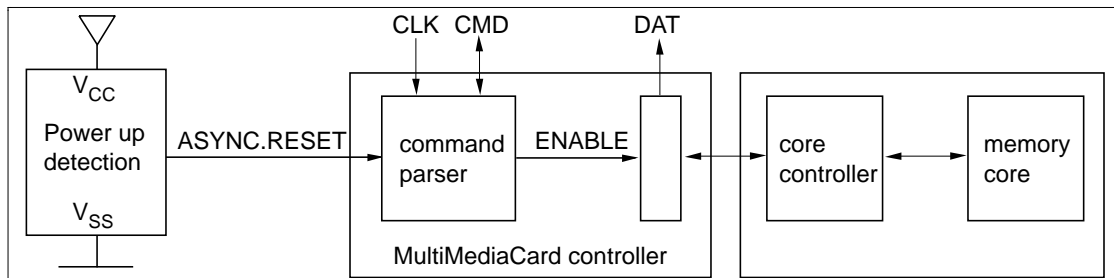


電源デカップリング

また、ホスト側にはカード 1 枚あたり $1\mu\text{F}$ 相当以上のキャパシタを接続してください。

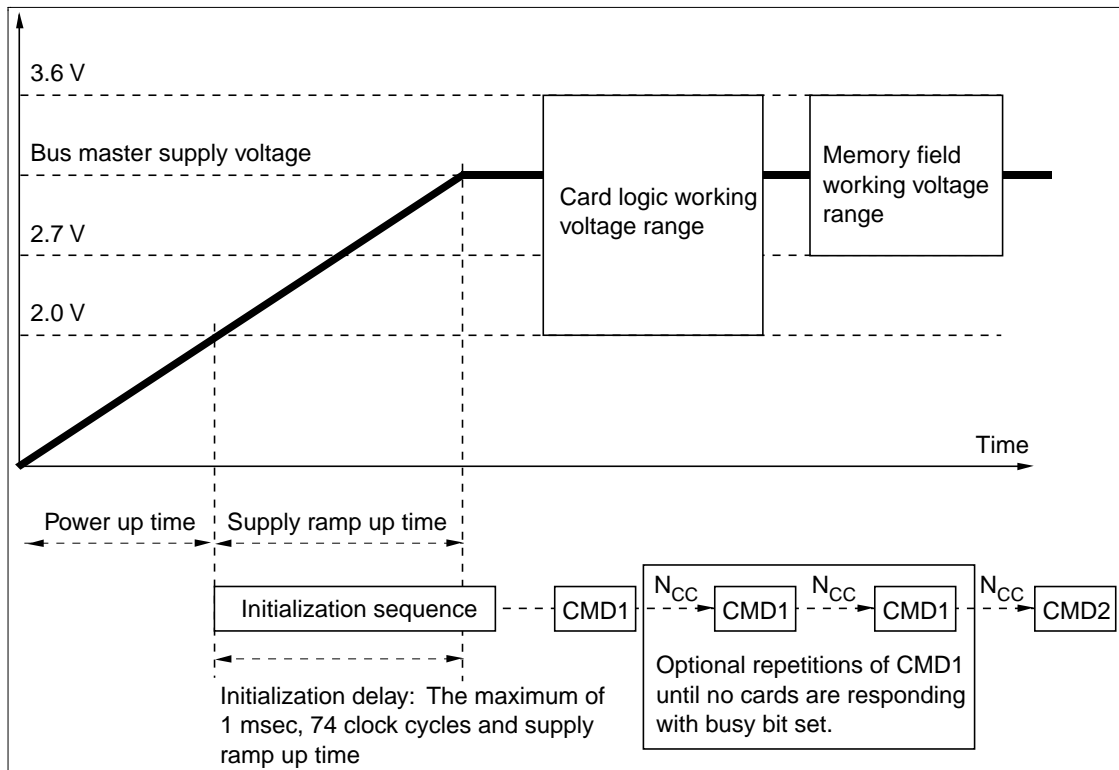
パワー - オン

各カードには電源検出回路があります。これにより、カードは、パワーオン後に定義されている状態になります。リセット信号は必要ありません。また、カードは、特別なソフトウェアコマンド (GO_IDLE_STATE (CMD0)) によってもリセット可能です。緊急時ホストは、電源をオフにして、再度オンに切り替えることによりカードをリセットすることもできます。



電源検出

パワーオンリセットは、 V_{CC} が特定の範囲内であるかぎり、オンチップで発生します。このリセットの後、HB288032MM1 のコマンド受け付けは正しく機能しますが、メモリアへのアクセスは保証されません。したがって、パワーアップフェーズで（あるいはHB288032MM1 がパワーアップ中に挿入された場合）、ホストは、SEND_OP_COND (CMD1)を送信した後、カードにより ALL_SEND_CID (CMD2)が受け付けられるまで、パワーアッププロセスの間待つ必要があります。必ず CMD1 に対するレスポンス (R3) がレディになってから CMD2 を発行してください。

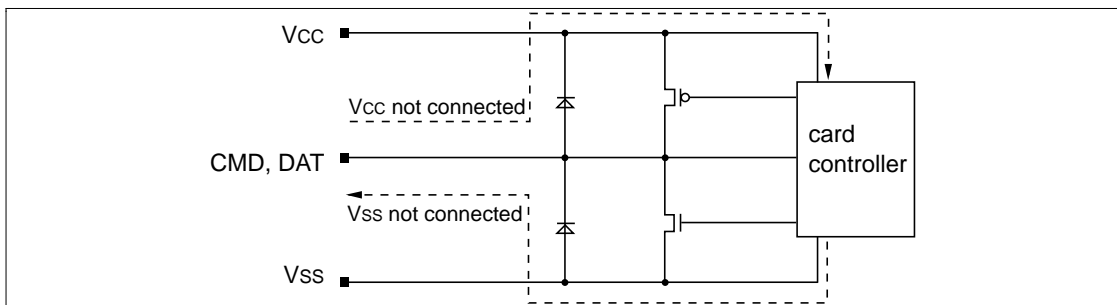


パワ - アップダイアグラム

- パワーアップ後（ホット挿入を含む（バスが動作している時のカード挿入））、MultiMediaCard はアイドル状態になります。この状態の間、MultiMediaCard は、CMD1 が受信されるまで、すべてのバストランザクションを無視します。
- CMD1 は特別な同期化コマンドで動作電圧範囲の確認とカードがパワーアップシーケンスを終了するまでカードをポーリングするのに使われます。カードの動作電圧プロファイルの他に、CMD1 へのレスポンスはビジーフラグを含みます。（このビジーフラグは、カードがそのパワーアッププロセスを行っている最中で、レスポンスにはまだレディではないことを示します。）このビットは、ホストに対して、最低でも 1 枚のカードがレディでないことを通知します。ホストは、このビットがクリアされるまで待つ（そして、カードのポーリングを継続する）必要があります。
- 個々のカード、そして MultiMediaCard システム全体をアイドル状態から抜け出させるのはホストの役割です。パワーアップ時間とサプライランプアップ（supply ramp up）時間は、MultiMediaCard の最大数、バス長および電源装置などのアプリケーションパラメータに依存するため、CMD1 を転送する前に、ホストは電源を動作レベル（CMD1 で指定されるのと同じレベル）に到達させなければなりません。
- パワーアップ後、ホストはクロックを開始し、CMD ラインで初期化シーケンスを送信します。このシーケンスは、論理‘1’の連続ストリームです。このシーケンスの長さは、最大 1msec で、74 クロック、または、サプライランプアップ時間（supply-ramp-up-time）となります。追加の 10 クロック（カードが通信にレディ（ready）になった後の 64 クロックを通じて）が、パワーアップ同期化プロセスでの問題をなくすために必要です。

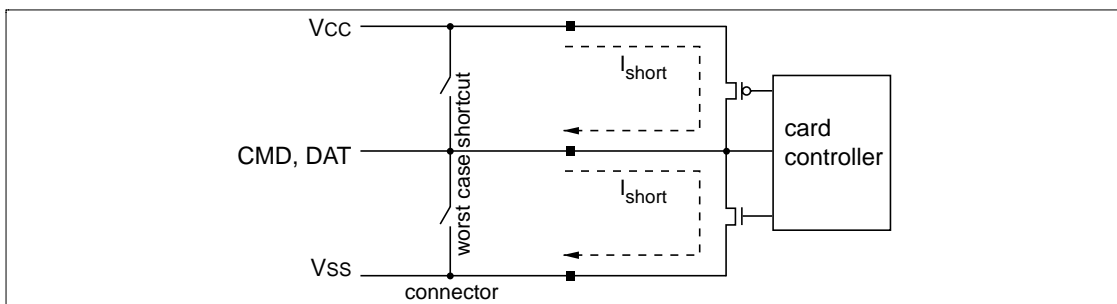
ショートカットプロテクション

HB288032MM1 は損傷を引き起こすことなく、バスに挿入したり、バスから取り外したりすることができます。ただし、動作中に挿抜した場合はカード内のデータが破壊されることがあります。電源供給ピン (V_{CC} または V_{SS}) の1つが正しく接続されていない場合、電流はコマンドラインまたはデータラインから流れ込んでしまいます。当然、カードはこの状態では正しく機能することができません。



不当な電源供給

HB288032MM1 の全ての出力はいずれの電源供給へのショートカットにも耐えるようになっています。



ショートカットプロテクション

特性

この章は、以下の特性を定義します。

- 温度特性
- 電気特性

温度特性

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Storage temperature		-40	85	°C
Operating temperature		-25	85	°C
Junction temperature		-20	95	°C

電気特性

この章では、HB288032MM1 の電気的特性が 3 段階で定義されています。

- パッド特性：外部コネクタの特性。
- 絶対最大定格：これを超えるとカードは損傷する可能性があります。
- 推奨動作条件：HB288032MM1 環境の特性モデル、動作特性に対する必要条件。
- 動作特性：HB288032MM1 の特性（測定可能な）（推奨動作条件下）。

パッド特性

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Input capacitance	C_{CARD}			7	pF

絶対最大定格

絶対最大定格は、その値を超えるとデバイスへの損傷が発生するとされる値です。これらの条件の下での、または、この仕様の動作の項で示されている値を超える他の条件の下での機能的オペレーションは行うことはできません。

Parameter	Symbol	Min	Max	Unit	Remark	
Supply voltage	V_{CC}	-0.5	4.6	V		
Total power dissipation			0.2	W		
ESD protection		-4	4	kV	Human body model	
Inputs	Input voltage	$V_{I\max}$	-0.5	$V_{CC} + 0.5$	V	$\leq \max(V_{CC})$
Outputs	Output voltage	$V_{O\max}$	-0.5	$V_{CC} + 0.5$	V	$\leq \max(V_{CC})$
	High-level output current	$I_{OH\max}$	-100		mA	short cut protected
	Low-level output current	$I_{OL\max}$		150	mA	short cut protected

推奨動作条件

推奨動作条件は、HB288032MM1の最適パフォーマンスと耐久性に対してパラメータ範囲を定義します。

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remark	
Supply voltage	V_{CC}	2.7	3.0	3.6	V		
Inputs	Low-level input current	V_{IL}	$V_{SS} - 0.3$		$0.25V_{CC}$	V	
	High-level input current	V_{IH}	$0.625V_{CC}$		$V_{CC} + 0.3$	V	
Outputs	High-level output current	I_{OH}	-2			mA	
	Low-level output current	I_{OL}			6	mA	
Clock input clk*1	Clock frequency data transfer mode (pp)	f_{PP}	0		20	MHz	$C_L < 100$ pF (10 cards)
	Clock frequency ident. mode (od)	f_{OD}	0		400	kHz	
	Clock cycle time data transfer mode (pp)	$t_{PP} = 1/f_{PP}$	50			ns	
	Clock cycle time ident. mode (od)	$t_{OD} = 1/f_{OD}$	2.5			μ s	
	Clock low time	t_{WL}	10			ns	$C_L < 100$ pF (10 cards)
	Clock high time	t_{WH}	10			ns	$C_L < 100$ pF (10 cards)
	Clock input rise time	t_{LH}			10	ns	$C_L < 100$ pF (10 cards)
	Clock input fall time	t_{HL}			10	ns	$C_L < 100$ pF (10 cards)
	Clock low time	t_{WL}	50			ns	$C_L < 250$ pF (30 cards)
	Clock high time	t_{WH}	50			ns	$C_L < 250$ pF (30 cards)
	Clock input rise time	t_{LH}			50	ns	$C_L < 250$ pF (30 cards)
	Clock input fall time	t_{HL}			50	ns	$C_L < 250$ pF (30 cards)

【注】 1. すべての値は $\min(V_{IH})$ および $\max(V_{IL})$ に参照されます。

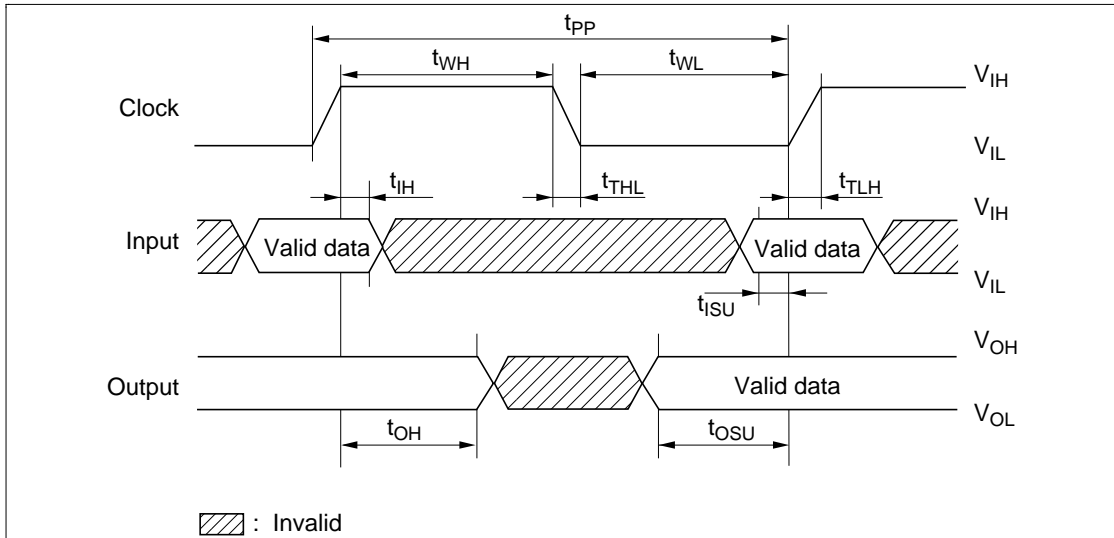
推奨バス条件

Parameter		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remark
Clock input clk	Pull-up resistance for CMD	R_{CMD}	4.7		100	k Ω	to prevent bus floating
	Pull-up resistance for DAT	R_{DAT}	50		100	k Ω	to prevent bus floating
	Bus signal line capacitance	C_L			250	pF	$f_{pp} \leq 5$ MHz, 30 cards
					100	pF	$f_{pp} \leq 20$ MHz, 10 cards
Maximum signal line inductance				16	nH	$f_{pp} \leq 20$ MHz	

動作特性

動作特性は、推奨動作条件を前提として、MultiMediaCard システムで測定されるパラメータです。（参照：「推奨動作条件」、「推奨バス条件」章）

Parameter		Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remark
High speed supply current					35	mA	at 20 MHz, 3.6 V
Minimal supply current					100	μ A	at 0 Hz, 3.6 V stby state
All digital inputs (Including I/O current)	Input leakage current		-10		10	μ A	
All outputs	High-level output voltage	V_{OH}	$0.75V_{CC}$			V	at min I_{OH}
	Low-level output voltage	V_{OL}			$0.125V_{CC}$	V	at max I_{OL}
Inputs: CMD, DAT (Referred to CLK), DI (Referred to SCLK), CS	Input set-up time	t_{ISU}	3			ns	
	Input hold time	t_{IH}	3			ns	
Outputs: CMD, DAT (Referred to CLK), DO (Referred to SCLK)	Output set-up time	t_{OSU}	5			ns	
	Output hold time	t_{OH}	5			ns	at $t_{LH} = 10$ ns



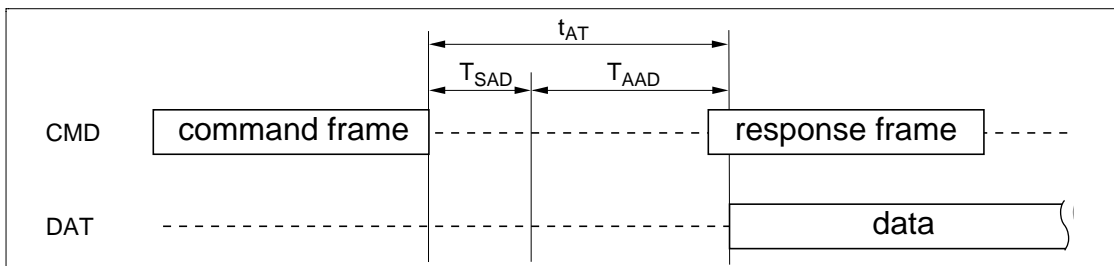
データ入力および出力のタイミングダイアグラム

アクセス時間 (t_{AT}) は2つの部分に分割されます。

- T_{SAD} : 同期アクセス時間。この時間は、メモリアドレスのバイトにアクセスするのに必要なサイクルの最大数を定義します。
- T_{AAD} : メモリアドレスからバイトを読み込む非同期アクセスタイム。

アクセス時間の同期部分は、コマンドフレーム長といくつかの追加内部サイクル ($N_{SAD}=16$ サイクル) の合計です。20MHz では、1 サイクルは 50ns ($1/f_{CLK}$) です。これは、 N_{SAD} で乗算されたもので、その結果のフレーム時間が $T_{SAD}=0.8\mu s$ となっています。HB 288032MM1 の非同期アクセス遅延は、max 値で $T_{AAD}=300\mu s$ となります。結果のメモリアドレス時間 t_{AT} は両方の部分の合計となります。

$$t_{AT} = T_{AAD} + T_{SAD} \quad \text{その場合} \quad T_{SAD} = N_{SAD}/f_{CLK}$$



アクセス時間

アクセス時間

Parameter	Symbol	Typ	Max	Unit	Remark
Synchronous access delay cycles	N_{SAD}	—	16	cycles	
Synchronous access delay	T_{SAD}	—	0.8	μs	at 20 MHz clock frequency
Asynchronous access delay	T_{AAD}	300	—	μs	
Memory access time	t_{AT}	300.8	—*1	μs	at 20 MHz clock frequency

【注】 1. 「Time-out Conditions」章を参照してください。

CSD では、非同期アクセス遅延時間と同期アクセス遅延時間をコードで示す 2 種類のフィールドがあります。

- TAAC：非同期アクセス遅延
- NSAC：コマンドフレームの受信と読み取り（解釈）するためのサイクルの最大数

CSD フィールド NSAC の値は、 N_{SAD} から計算されます。（これは、 N_{SAD} （最大：16 サイクル）を 100 で割り、小数点以下を整数まで切り上げるにより計算されます。）

$$NSAC = [N_{SAD}/100] = [16/100]$$

- NSAC = 0x01

CSD フィールド TAAC の値は 1ms です。

$$TAAC = [T_{AAD}] = 1 \text{ ms}$$

- TAAC = 0x0E

NSAC と TAAC の CSD 値に関する詳細は、「カード特有データ (CSD)」章を参照してください。

参考文献

[1] The MultiMediaCard, System Specification 2.11, MultiMediaCard Association

数字の表記

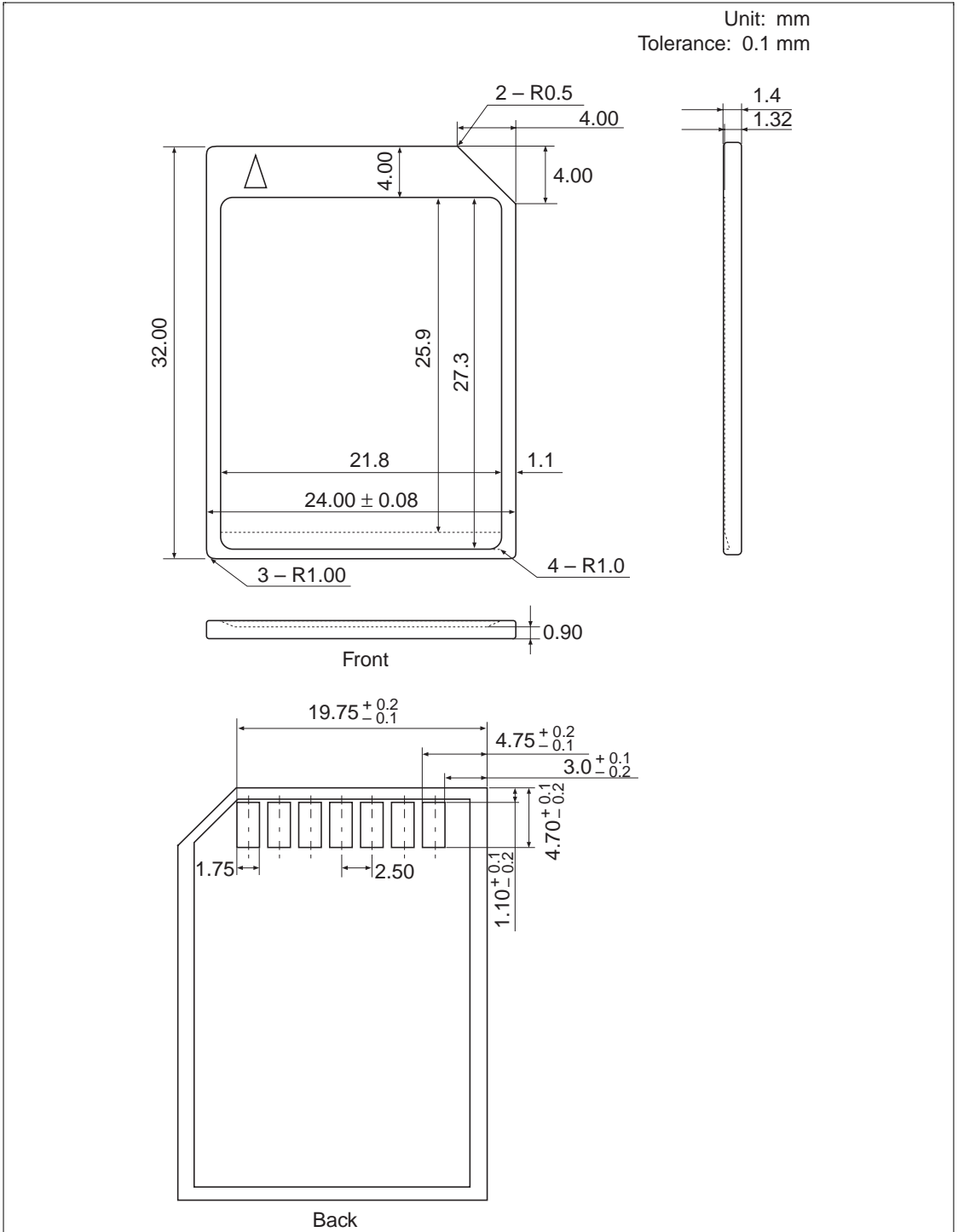
- 10 進法値：1234（特別な文字は使用されていません。）
- 16 進法値：0xAB（先行 0x で、各桁が 4 ビットを表します。）
- 2 進法値（単一ビット）：'0'
- 2 進法値（符号なしビットベクトル）：“100100”
- 1k=1024.
- 1M=1k*1k.

略語とその説明

Abbreviations	Terms
<n>	コマンドまたはデータフィールドの引数。
CMD<n>	MultiMediaCard バスコマンド<n>。参照：Command (コマンド)
PP	Push Pull (プッシュ・プル)。0 と 1 に対して低インピーダンス出力ドライバタイプ。
OD	Open Drain (オープンドレイン)。0 に対しては低インピーダンス出力ドライバタイプ。1 に対しては高インピーダンス出力ドライバタイプ。
CSD	Card specific data (カード特有データ)。動作パラメータを保存するための MultiMediaCard レジスタ。
CID	Card identification data (カード識別データ)。カード初期化プロシジャ用の MultiMediaCard レジスタ。
RCA	Relative card address (相対カードアドレス)。初期化された MultiMediaCard のカレントカードアドレスを含む MultiMediaCard レジスタ。
OCR	Operation condition register (オペレーション条件レジスタ)。MultiMediaCard によりサポートされている電圧ウィンドウを含む MultiMediaCard レジスタ。
DSR	Driver stage register (ドライバステージレジスタ)。プログラマブルドライバステージドライバ (PDS) 用のコントロールレジスタ。
PDS	Programmable driver stage driver (プログラマブルドライバステージドライバ)。これは、トライステート出力ドライバで、バスデザインにドライバ能力を最適化させるためにプログラマブルとなっています。
Command	MultiMediaCard ホストから 1 枚または複数の MultiMediaCard カードへ送信されるコマンド。
Response	レスポンスは、常にカードからホストに送信されます。レスポンスは、常にコマンドにより起動されます。(注意：すべてのコマンドに対してレスポンスが返される訳ではありません。)
Broadcast Com.	ブロードキャストコマンドとして、あるいは、アドレス指定されたコマンドとして送信されます。ブロードキャストコマンドは、MultiMediaCard バスに接続されているすべてのカードに同時に送信されます。
Addressed Com.	アドレス指定されたコマンド。アドレス指定されたコマンドは、選択された 1 枚の MultiMediaCard にのみ送信されます。通常、アドレス指定されるコマンドに対してはカードのレスポンスが返されます。
Point to point C.	point-to-point コマンド。これはアドレス指定されたコマンドと同じです。
DAT	MultiMediaCard のデータ (入力) / 出力信号。
CLK	MultiMediaCard の clk 入力信号。
CMD	コマンド / レスポンス (MultiMediaCard の入力 / 出力)。
$V_{SS1,2}$	MultiMediaCard のグラウンドライン。
V_{CC}	MultiMediaCard の電源ライン。
Memory core	MultiMediaCard のコアでのメモリセルの配列。
MultiMediaCard interface	MultiMediaCard コマンドインタプリタモジュール。
MID	メーカー識別子

Abbreviations	Terms
CIN	Card individual number (カード個別番号)
CRC	Cyclic redundancy check (循環冗長チェック)
ECC	Error correction code (エラー訂正コード)
G(x)	エラー訂正 / チェックコードの生成多項式
TAC	非同期アクセス遅延
NAC	アクセス遅延に付加される同期アクセスサイクルの数
f_{OD}	オープンドレインモードでの動作周波数 (最大 400kHz)
f_{PP}	プッシュ・プル (push pull) モードでの動作周波数 (最大 20MHz)
MSB	Most significant bit (最上位ビット)
LSB	Least significant bit (最下位ビット)
Human Body Model	人体モデル。人間が電気デバイスを取り扱ったり、触れたりすることにより生じる電気的狀態をシミュレートするための標準モデル。

外形寸法図



ご注意

1. 本書に記載の製品及び技術のうち「外国為替及び外国貿易法」に基づき安全保障貿易管理関連貨物・技術に該当するものを輸出する場合、または国外に持ち出す場合は日本国政府の許可が必要です。
2. 本書に記載された情報の使用に際して、弊社もしくは第三者の特許権、著作権、商標権、その他の知的所有権等の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。また本書に記載された情報を使用した事により第三者の知的所有権等の権利に関わる問題が生じた場合、弊社はその責を負いませんので予めご了承ください。
3. 製品及び製品仕様は予告無く変更する場合がありますので、最終的な設計、ご購入、ご使用に際しましては、事前に最新の製品規格または仕様書をお求めになりご確認ください。
4. 弊社は品質・信頼性の向上に努めておりますが、宇宙、航空、原子力、燃焼制御、運輸、交通、各種安全装置、ライフサポート関連の医療機器等のように、特別な品質・信頼性が要求され、その故障や誤動作が直接人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある用途にご使用をお考えのお客様は、事前に弊社営業担当迄ご相談をお願い致します。
5. 設計に際しては、特に最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件及びその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用いただきますようお願い致します。
保証値を越えてご使用された場合の故障及び事故につきましては、弊社はその責を負いません。
また保証値内のご使用であっても半導体製品について通常予測される故障発生率、故障モードをご考慮の上、弊社製品の動作が原因でご使用機器が人身事故、火災事故、その他の拡大損害を生じないようにフェールセーフ等のシステム上の対策を講じて頂きますようお願い致します。
6. 本製品は耐放射線設計をしておりません。
7. 本書の一部または全部を弊社の文書による承認なしに転載または複製することを堅くお断り致します。
8. 本書をはじめ弊社半導体についてのお問い合わせ、ご相談は弊社営業担当迄お願い致します。

 株式会社 日立製作所

半導体グループ	〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 (日本ビル) (03) 3270-2111(大代)	
北海道支社	(011) 261-3131 (代)	県央支店 (0462) 96-6800 (代)
東北支社	(022) 223-0121 (代)	沼津営業所 (0559) 51-3530 (代)
関東支社	(03) 3212-1111 (代)	金沢支店 (076)263-2351 (ダイヤル)
新潟支店	(025) 241-8161 (代)	中部支社 (052) 243-3111 (代)
茨城支店	(029) 271-9411 (代)	関西支社 (06) 6616-1111 (大代)
群馬支店	(027) 325-2161	中国支社 (082) 223-4111 (代)
半導体グループ電子統括営業本部	(03) 3270-2111 (代)	四国支社 (087) 831-2111 (代)
松本営業所	(0263) 36-6632	愛媛支店 (089) 943-1333 (代)
横浜支社	(045) 451-5000 (代)	九州支社 (092) 852-1111 (代)

資料のご請求は、上記の担当営業または下記へどうぞ。

株式会社 日立製作所 半導体グループ 電子統括営業本部 半導体ドキュメント管理室

〒100-0004 東京都千代田区大手町二丁目6番2号 (日本ビル) 電話 (03) 5201-5189 (直) FAX (03) 3270-3277

製品仕様は、改良のため変更することがあります。 Copyright © Hitachi, Ltd., 2000. All rights reserved. Printed in Japan.

(株)日立製作所 半導体グループのWWWにおいて、製品情報を豊富にお届けしております。ぜひご覧ください。

<http://www.hitachi.co.jp/Sicd/>

Colophon1.0