注意: この日本語版文書は参考資料としてご利用ください。
最新情報は必ずオリジナルの英語版をご参照願います。

AT24CM02

I²C互換(Two-Wire)
シリアルEEPROM 2 Mbit (262,144 x 8)

特長

- 低電圧動作と標準電圧動作:
  - V_{CC} = 1.7～5.5 V
  - V_{CC} = 2.5～5.5 V
- 内部で262,144 x 8 (2 Mbit)として構成
- 産業用温度レンジ: –40～+85°C
- I²C互換(Two-Wire)シリアル インターフェイス:
  - 100 kHz標準モード、1.7～5.5 V
  - 400 kHzファストモード、1.7～5.5 V
  - 1 MHzファストモード プラス(FM+)、2.5～5.5 V
- ノイズ低減のためのシュミットトリガ、フィルタ付き入力
- 双方向データ転送プロトコル
- フルアレイ ハードウェア データ保護のための書き込み保護ピン
- きわめて低いスタンバイ電流(最大3µA)と動作時電流(最大3mA)
- 256バイトのページ書き込みモード:
  - バイト書き込みとページ内部分書き込みが可能
- ランダム読み出しモードとシーケンシャル読み出しモード
- 自己タイマによる書き込みサイクル:
  - 書き込み動作は全て最長10 ms以内に完了
- 誤り検出/訂正機能を内蔵
- 高信頼性:
  - 書き込み耐性: 1,000,000サイクル
  - データ保持寿命: 100年
- 低環境負荷パッケージ オプション(鉛フリー/ハロゲンフリー/RoHS準拠)
- ダイ供給オプション: ウェハー形態、バンプ付きウェハー

パッケージ

- 8ピンSOICと8ボールWLCSP

© 2023 Microchip Technology Inc.
and its subsidiaries

目次

特長 1

パッケージ 1

1. パッケージタイプ....4

2. ピンの説明 5
   - 2.1 デバイスアドレス入力(A2) 5
   - 2.2 グランド 5
   - 2.3 シリアルデータ(SDA) 5
   - 2.4 シリアルクロック(SCL) 5
   - 2.5 書き込み保護(WP) 6
   - 2.6 デバイス電源 6

3. 概要 7
   - 3.1 Two-WireシリアルEEPROMを使ったシステム構成 7
   - 3.2 ブロック図 8

4. 電気的特性 9
   - 4.1 絶対最大定格 9
   - 4.2 DC/AC動作レンジ 9
   - 4.3 DC特性 9
   - 4.4 AC特性 10
   - 4.5 電気的仕様 11

5. デバイスの動作と通信 13
   - 5.1 クロックとデータの遷移要件 13
   - 5.2 スタート条件とストップ条件 13
   - 5.3 ACK応答とNAK応答 14
   - 5.4 スタンバイモード 14
   - 5.5 ソフトウェア リセット 14

6. メモリ構成 16
   - 6.1 デバイスアドレスの指定 16

7. 書き込み動作 17
   - 7.1 バイト書き込み 17
   - 7.2 ページ書き込み 17
   - 7.3 内部書き込み動作 18
   - 7.4 ACK応答ポーリング 18
   - 7.5 書き込みサイクルのタイミング 19
   - 7.6 書き込み保護 19

© 2023 Microchip Technology Inc.
and its subsidiaries

8. 読み出し動作 21
8.1 現在アドレス読み出し 21
8.2 ランダム読み出し 21
8.3 シーケンシャル読み出し 22

9. Microchip社によるデバイスの既定値条件 23

10. パッケージ情報 24
10.1 パッケージのマーキング情報 24

11. 改訂履歴 29

Microchip社のウェブサイト 30

製品変更通知サービス 30

お客様サポート 30

製品識別システム 31

Microchip社のデバイスコード保護機能 31

法律上の注意点 32

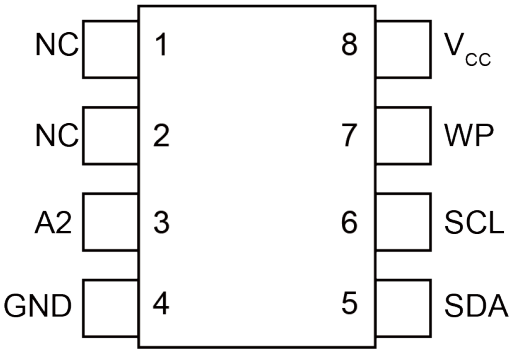
商標 32

品質管理システム 33

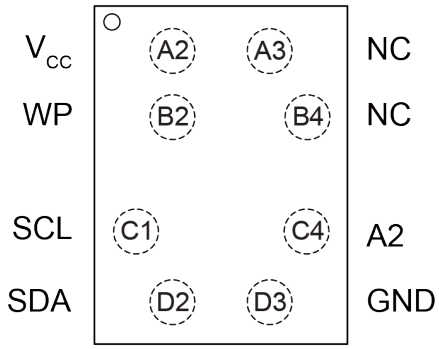
各国の営業所とサービス 34

1. パッケージタイプ(原寸大ではない)

8-Lead SOIC
(Top View)



8-Ball WLCSP
(Top View)



2. ピンの説明

ピンの説明を表2-1に示します。

表2-1. ピン割り当て表

名称	8ピンSOIC	8ボールWLCSP	機能
NC	1	A3	未接続
NC	2	B4	未接続
A2(1)	3	C4	デバイスアドレス入力
GND	4	D3	グランド
SDA	5	D2	シリアルデータ
SCL	6	C1	シリアルクロック
WP(1)	7	B2	書き込み保護
VCC	8	A2	デバイス電源

Note:

1. A2ピンとWPピンは非駆動時、内部でGNDへプルダウンされています。幅広いアプリケーション環境で動作できるよう、このプルダウン メカニズムは意図的にある程度強く設計されています。これらのピンのバイアス電圧がCMOS入力バッファのトリップポイント(約0.5 x V_{CC})を上回ると、プルダウン メカニズムは解除されます。Microchip社ではこれらのピンを可能な限り既知の状態に接続する事を推奨しています。

2.1 デバイスアドレス入力(A2)

A2ピンは、他のTwo-WireシリアルEEPROMデバイスとの互換性を確保するために(GNDまたはV_{CC}に直接)ハード結線されているデバイスアドレス入力です。このピンがハード結線されていると、バスシステム1つにつき最大2つのデバイスをアドレス指定できます。対応するA2ピンの状態とデバイスアドレスバイト内のA2が一致する場合、デバイスが選択されます。フロート状態の場合、A2ピンは内部でGNDにプルダウンされます。ただし、お客様のアプリケーションで容量性カップリングが発生する可能性があるため、Microchip社ではアドレスピンを常に既知の状態に接続する事を推奨します。プルアップ抵抗を使う場合、10 kΩ以下にする事を推奨します。

2.2 グランド

電源の参照グランドです。GNDはシステムグランドに接続する必要があります。

2.3 シリアルデータ(SDA)

SDAピンはオープンドレインの双方向(入出力)ピンであり、シリアルデータ転送用に使います。SDAピンは外付けプルアップ抵抗(10 kΩ以下)を使ってHighへプルアップする必要があります。このピンは、同一バス上の他のデバイスのオープンドレイン ピンまたはオープンコレクタ ピンと並列に接続(wire-ORed)できます。

2.4 シリアルクロック(SCL)

SCLピンは、デバイスへのクロック供給と、デバイスとのデータの流れの制御に使われます。SDAピンに入力されるコマンドと入力データは常にSCLの立ち上がりエッジでラッチされ、SDAピンの出力データはSCLの立ち下がりエッジに同期して出力されます。SCLピンはシリアルバスがアイドル中に強制的にHighにする、または外部プルアップ抵抗を使ってHighにする必要があります。

2.5 書き込み保護(WP)

書き込み保護入力は、GNDに接続した時、通常の書き込み動作が可能になります。WPピンをV_{CC}に直接接続すると、保護されたメモリに対する書き込み動作が全て禁止されます。

ピンをフロート状態にすると、WPピンは内部でGNDにプルダウンされます。ただし、お客様のアプリケーションで容量性カップリングが発生する可能性があるため、Microchip社ではWPピンを常に既知の状態に接続する事を推奨します。プルアップ抵抗を使う場合、10 kΩ以下にする事を推奨します。

表2-2. 書き込み保護

WPピンのステータス	アレイの保護対象部分
V_{CC}	アレイ全体
GND	通常の書き込み動作

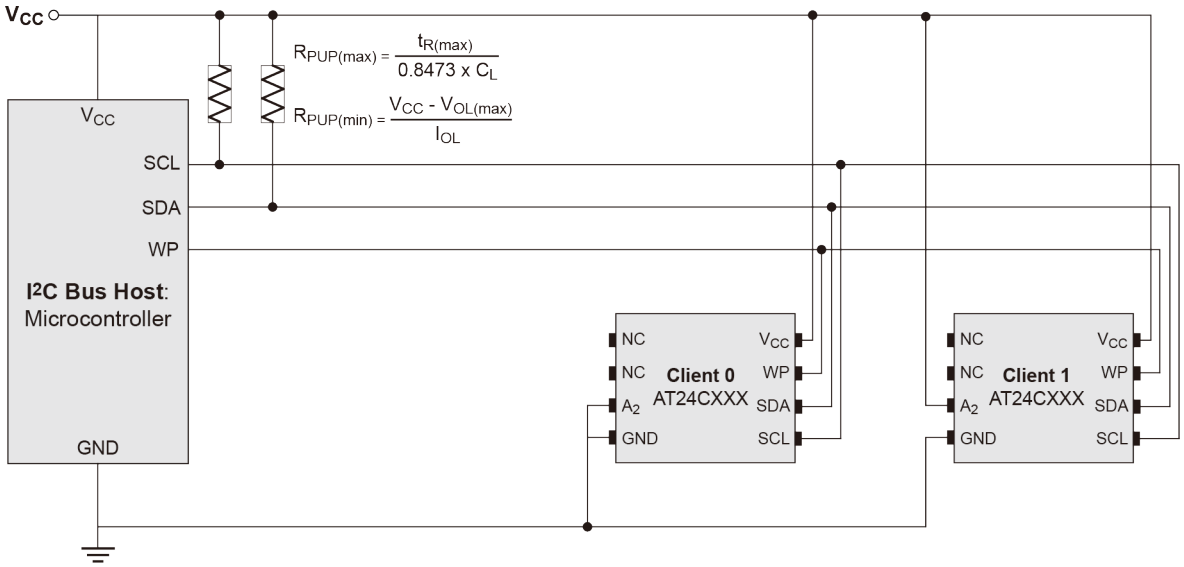
2.6 デバイス電源

V_{CC}ピンはデバイスに電源電圧を供給するために使われます。不正な結果が生成される可能性があるため、無効なV_{CC}電圧で動作させてはなりません。

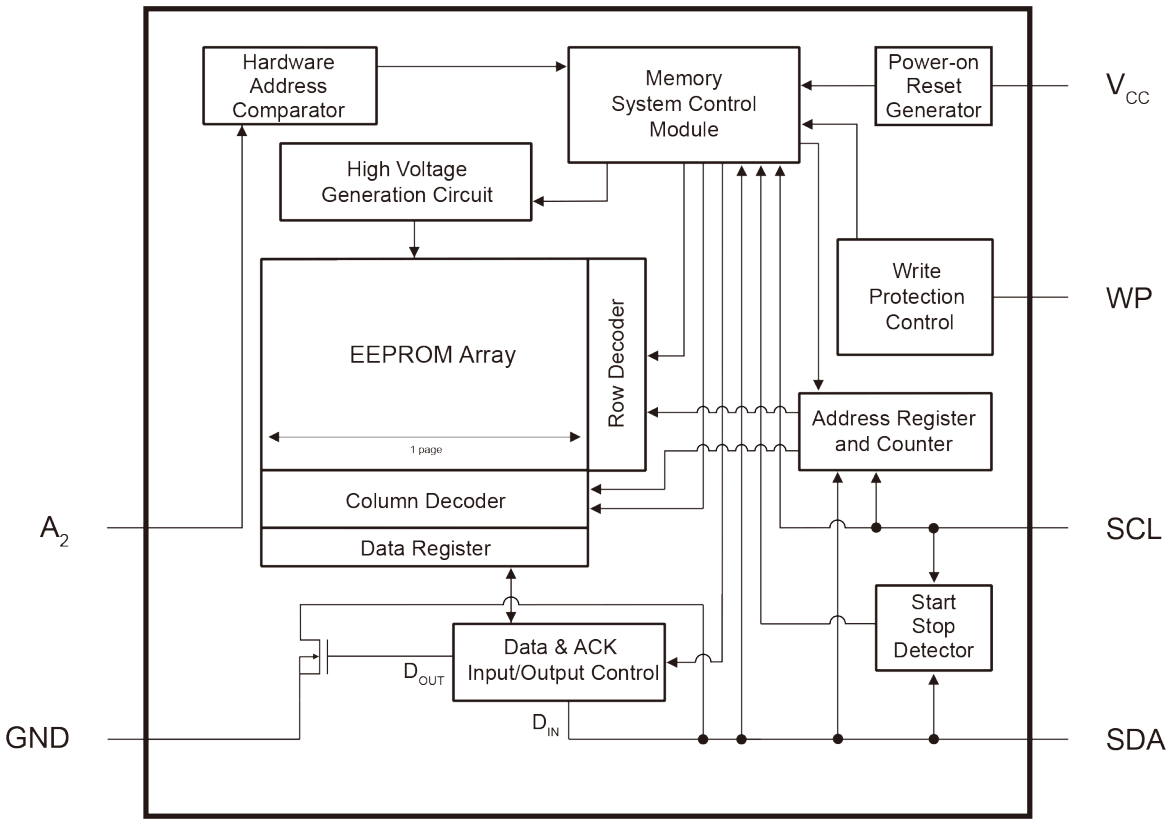
3. 概要

AT24CM02は、8ビット x 262,144ワードで構成された2,097,152ビットのシリアルEEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)を提供します。デバイスのカスケード機能により最大2個のデバイスで共通のTwo-Wireバスを共有できます。このデバイスは低消費電力動作と低電圧動作が不可欠な多くの産業用および商業用アプリケーション向けに最適化されています。本デバイスは小型の8ピンSOICパッケージと8ボールWLCSPパッケージで提供されます。全てのパッケージは1.7～5.5 Vで動作します。

3.1 Two-WireシリアルEEPROMを使ったシステム構成



3.2 ブロック図


Hardware Address Comparator
Memory System Control Module
Power-on Reset Generator
V_{CC}
High Voltage Generation Circuit
Write Protection Control
WP
EEPROM Array
1 page
Row Decoder
Address Register and Counter
Column Decoder
Data Register
A_2
SCL
Start Stop Detector
Data & ACK Input/Output Control
D_{OUT}
D_{IN}
GND
SDA

4. 電気的特性

4.1 絶対最大定格

通電中の温度	-55～+125 °C
保管温度	-65～+150 °C
V_{CC}	6.25 V
グランドを基準とする各ピンの電圧	-1.0～+7.0 V
DC出力電流	5.0 mA
ESD保護	>3 kV

Note: この「絶対最大定格」を超える条件は、デバイスに恒久的な損傷を生じさせる可能性があります。これは定格条件に過ぎません。本仕様書の動作表に示されている条件または上記とは異なる条件でのデバイスの機能的動作を意味するものではありません。絶対最大定格条件を超えて長期間暴露させるとデバイスの信頼性に影響が及ぶ可能性があります。

4.2 DC/AC動作レンジ

表4-1. DC/AC動作レンジ

AT24CM02		
動作温度(°C)	産業用温度レンジ	-40～+85 °C
V_{CC}電源	低電圧グレード	1.7～5.5 V
	標準電圧グレード	2.5～5.5 V

4.3 DC特性

表4-2. DC特性

パラメータ	記号	Min.	Typical(1)	Max.	単位	試験条件
電源電圧、1.7 Vオプション	V_{CC1}	1.7	–	5.5	V	
電源電圧、2.5 Vオプション	V_{CC2}	2.5	–	5.5	V	
消費電流、読み出し	I_{CC}	–	0.1	0.5	mA	V_{CC} = 1.8 V(2)、400 kHzで読み出し
		–	0.3	1.0	mA	V_{CC} = 5.0 V、1 MHzで読み出し
消費電流、書き込み(3)	I_{CC}	–	0.4	1.0	mA	V_{CC} = 1.8 V(2)、t_{WR}中の平均値
		–	1.7	3.0	mA	V_{CC} = 5.0 V、t_{WR}中の平均値

.....(続き)						
パラメータ	記号	Min.	Typical(1)	Max.	単位	試験条件
スタンバイ電流	I_{SB}	–	0.08	1.0	µA	V_{CC} = 1.8 V(2)、 V_{IN} = V_{CC}またはV_{SS}
		–	0.08	2.0	µA	V_{CC} = 2.5 V、 V_{IN} = V_{CC}またはV_{SS}
		–	0.15	3.0	µA	V_{CC} = 5.5 V、 V_{IN} = V_{CC}またはV_{SS}
入力リーク電流	I_{LI}	–	0.10	3.0	µA	V_{IN} = V_{CC}またはV_{SS}
出力リーク電流	I_{LO}	–	0.05	3.0	µA	V_{OUT} = V_{CC}またはV_{SS}
入力Lowレベル電圧	V_{IL}	-0.6	–	V_{CC} x 0.3	V	Note 2
入力Highレベル電圧	V_{IH}	V_{CC} x 0.7	–	V_{CC} + 0.5	V	Note 2
出力Lowレベル	V_{OL1}	–	–	0.2	V	V_{CC} = 1.7 V、I_{OL} = 0.15 mA
出力Lowレベル	V_{OL2}	–	–	0.4	V	V_{CC} = 3.0 V、I_{OL} = 2.1 mA

Note:

1. 特に明記しない限り、Typical値はT_A = +25 °Cでの特性です。
2. このパラメータは特性評価で検証していますが、製造時の検査は実施していません。
3. t_{WR}中の平均値

4.4 AC特性

表4-3. AC特性(1)

パラメータ	記号	標準モード		ファストモード		ファストモードプラス		単位
		V_{CC} = 1.7～5.5 V		V_{CC} = 1.7～5.5 V		V_{CC} = 2.5～5.5 V		
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
クロック周波数、SCL	f_{SCL}	–	100	–	400	–	1000	kHz
クロックLowパルス幅	t_{LOW}	4,700	–	1300	–	500	–	ns
クロックHighパルス幅	t_{HIGH}	4,000	–	600	–	400	–	ns
入力フィルタによるスパイク抑止(SCL、SDA)(2)	t_I	–	100	–	100	–	50	ns
クロックLowからデータ出力確定までの時間	t_{AA}	–	4500	–	900	–	450	ns
STOPとSTARTの間のバスフリー時間(2)	t_{BUF}	4,700	–	1300	–	500	–	ns
スタートホールド時間	$t_{HD.STA}$	4,000	–	600	–	250	–	ns
スタート セットアップ時間	$t_{SU.STA}$	4,700	–	600	–	250	–	ns
データ入力ホールド時間	$t_{HD.DAT}$	0	–	0	–	0	–	ns
データ入力セットアップ時間	$t_{SU.DAT}$	200	–	100	–	100	–	ns
入力立ち上がり時間(1)	t_R	–	1000	–	300	–	100	ns
入力立ち下がり時間(1)	t_F	–	300	–	300	–	100	ns
ストップ条件セットアップ時間	$t_{SU.STO}$	4,700	–	600	–	250	–	ns

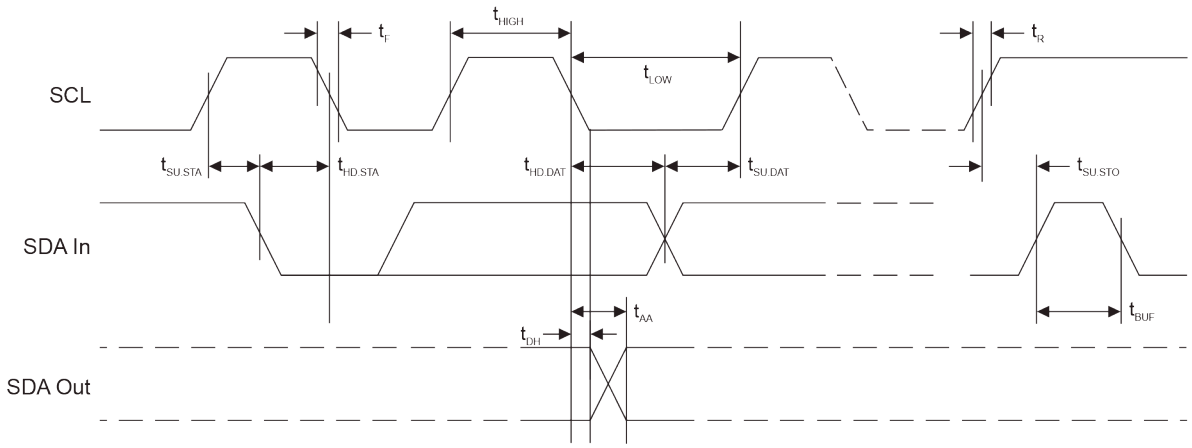
.....(続き)

パラメータ	記号	標準モード		ファストモード		ファストモードプラス		単位
		V_{CC} = 1.7～5.5 V		V_{CC} = 1.7～5.5 V		V_{CC} = 2.5～5.5 V		
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
書き込み保護セットアップ時間	$t_{SU.WP}$	4,000	–	600	–	250	–	ns
書き込み保護ホールド時間	$t_{HD.WP}$	4,000	–	600	–	250	–	ns
データ出力ホールド時間	t_{DH}	100	–	50	–	50	–	ns
書き込みサイクル時間	t_{WR}	–	10	–	10	–	10	ms

Note:

1. AC計測条件:
   - C_L: 100 pF
   - R_{PUP} (V_{CC}へのSDAバスライン プルアップ抵抗): 1.3 kΩ (1000 kHz)、4 kΩ (400 kHz)、10 kΩ (100 kHz)
   - 入力パルス電圧: 0.3 x V_{CC}～0.7 x V_{CC}
   - 入力立ち上がり/立ち下がり時間: ≤50 ns
   - 入出力タイミング参照電圧: 0.5 x V_{CC}
2. これらのパラメータは製品の特性評価で決定されたものであり、製造時の全数検査は実施していません。

図4-1. バスタイミング



4.5 電気的仕様

4.5.1 電源投入要件とリセット挙動

電源投入シーケンス中にAT24CM02に供給されるV_{CC}電圧は、GNDから最小V_{CC}レベルまで0.1 V/µs以下のスルーレートで単調に増加する必要があります(表4-1内で指定の通り)。

4.5.1.1 デバイスリセット

電源投入シーケンス中に不用意な書き込み動作またはその他の誤ったイベントが発生する事を防ぐため、AT24CM02はパワーオン リセット(POR)回路を備えています。電源投入中は、V_{CC}レベルが内部電圧しきい値(V_{POR})を超えるまで本デバイスはコマンドに応答しません。V_{CC}がV_{POR}を超えると、本でデバイスはリセット状態からスタンバイモードへ移行します。

V_{CC}電圧が安定値(最小V_{CC}レベル以上)に達するまで、本デバイスへ命令を送信しないようにシステムを設計する必要があります。V_{CC}が最小V_{CC}レベルに達した後、バスホストは最初のコマンドを本デバイスへ送信する前にt_{PUP}以上の時間が過ぎるまで待機する必要があります。電源投入に関連するこれらのパラメータを表4-4に示します。

表4-4. 電源投入条件(1)

記号	パラメータ	Min.	Max.	単位
t_{PUP}	V_{CC}が安定してから本デバイスがコマンドを受け付け可能になるまでの時間	100	—	µs
V_{POR}	パワーオン リセットしきい値電圧	—	1.5	V
t_{POFF}	電源遮断から次の電源投入サイクルを開始するまでにV_{CC} = 0 Vを維持する必要がある最小時間	1	—	ms

Note:

1. これらのパラメータは特性評価で検証していますが、製造時の全数検査は実施していません。

AT24CM02に供給されるV_{CC}のレベルが指定された最大V_{POR}レベルを下回るイベントが発生した場合、フルパワーサイクル シーケンスを実行する事を推奨します。まず、V_{CC}ピンをGNDに駆動し、少なくともt_{POFF}時間待機してから、このセクションで定義される要件に従って新しい電源投入シーケンスを実行します。

4.5.2 ピンの静電容量

表4-5. ピンの静電容量(1)

記号	試験条件	Max.	単位	条件
$C_{I/O}$	入出力静電容量(SDA)	8	pF	$V_{I/O}$ = 0 V
C_{IN}	入力静電容量(A2とSCL)	6	pF	V_{IN} = 0 V

Note:

1. このパラメータは特性評価で検証していますが、製造時の検査は実施していません。

4.5.3 EEPROMセルの性能特性

表4-6. EEPROMセルの性能特性

動作	試験条件	Min.	Max.	単位
書き込み耐性(1)	T_A = 25 °C、V_{CC}(min.) < V_{CC} < V_{CC}(max.)、バイト(2)またはページ書き込みモード	1,000,000	–	書き込みサイクル
データ保持期間(1)	T_A = 55 °C	100	–	年

Note:

1. 書き込み耐性は、特性計測と検査プロセスにより決定しています。
2. メモリアレイのアーキテクチャ上の理由により、書き込み耐性の値は4データバイトずつの書き込みに対する値です。4バイト領域の開始アドレスは4の倍数(4 x N、Nは任意の整数)です。4バイト領域の終了アドレスは開始アドレス + 3 (4 x N + 3)です。この実装の詳細は内部書き込み動作を参照してください。

5. デバイスの動作と通信

AT24CM02はクライアント デバイスとして動作し、単純なI2C互換Two-Wireデジタルシリアル インターフェイスを介してホスト コントローラ(通常バスホストと呼ぶ)と通信します。ホストは、シリアルバス上のクライアント デバイスに対する全ての読み書き動作を開始して制御します。ホストもクライアント デバイスもバス上でデータを送受信できます。

シリアル インターフェイスはシリアルクロック(SCL)ラインとシリアルデータ(SDA)ラインの2つの信号ラインのみで構成されます。SCLピンはホストからクロック信号を受信するために使われます。一方、双方向SDAピンはホストからコマンドおよびデータ情報を受信し、データをホストに送り返すために使われます。データは常にSCLの立ち上がりエッジでAT24CM02にラッチされ、常にSCLの立ち下がりエッジでデバイスから出力されます。SCLピンとSDAピンにはスパイク抑制フィルタとシュミットトリガが内蔵されており、入力スパイクやバスノイズの影響を最小化できます。

全てのコマンドおよびデータ情報は、最上位ビット(MSb)から順番に送信されます。バス通信中に、1クロックサイクルあたり1個のデータビットが送信されます。8ビット(1バイト)のデータが送信された後、ホストが生成した9番目のクロックサイクル(ACK/NACK応答クロックサイクル)の間に、受信デバイスはACKまたはNACKビットで応答する必要があります。従って、転送するデータ1バイトあたり9クロックサイクルが必要です。読み書き動作中は、全てのクロックサイクルが途切れる事なく使われます。従って、各データバイトの転送中とACK/NACKクロックサイクル中に割り込みまたはブレークが発生しない事が必要です。

データ転送中、SDAピンのデータはSCLがLowの間のみ変化し、SCLがHighの間は安定している必要があります。SCLがHighの間にSDAピンのデータが変化した場合、スタート条件またはストップ条件が発生します。スタート条件とストップ条件は、ホストとクライアント デバイス間の全てのシリアルバス通信を開始、終了するために使われます。スタート条件からストップ条件までの間に転送されるデータバイト数に制限はなく、ホストによって決定されます。シリアルバスがアイドルに移行するには、SCLピンとSDAピンが同時に論理Highの状態である必要があります。

5.1 クロックとデータの遷移要件

SDAピンはオープンドレイン端子のため、外部プルアップ抵抗によってHighにプルアップされる必要があります。SCLは入力ピンで、Highに駆動するか外部プルアップ抵抗によってHighにプルアップできます。SDAピンのデータはSCLがLowの間のみ変化できます。SCLがHighの間にデータが変化した場合、5.2項で定義するスタート条件またはストップ条件の発生に解釈されます。AT24CM02のSCLとSDAに対するACタイミング パラメータの関係を図4-1のタイミング波形に示します。ACタイミング特性および仕様の概要をAC特性にまとめます。

5.2 スタート条件とストップ条件

5.2.1 スタート条件

SCLピンが論理「1」で安定している状態でSDAピンがHighからLowに変化するとスタート条件が発生し、デバイスはスタンバイ状態から復帰します。ホストはスタート条件を使ってデータ転送シーケンスを開始します。そのため、全てのコマンドはスタート条件で開始する必要があります。デバイスはSDAピンとSCLピンを継続的に監視してスタート条件を検出しようとしますが、検出されない限り応答しません。詳細は図5-1を参照してください。

5.2.2 ストップ条件

SCLピンが論理「1」で安定している状態でSDAピンがLowからHighに変化するとストップ条件が発生します。

ホストはストップ条件を使ってAT24CM02とのデータ転送シーケンスを終了させる事ができます。すると、デバイスはスタンバイモードに戻ります。また、ホストはストップ条件を使う代わりにスタート条件を繰り返し使って現在のデータ転送を終了させて別の操作を行う事もできます。詳細は図5-1を参照してください。

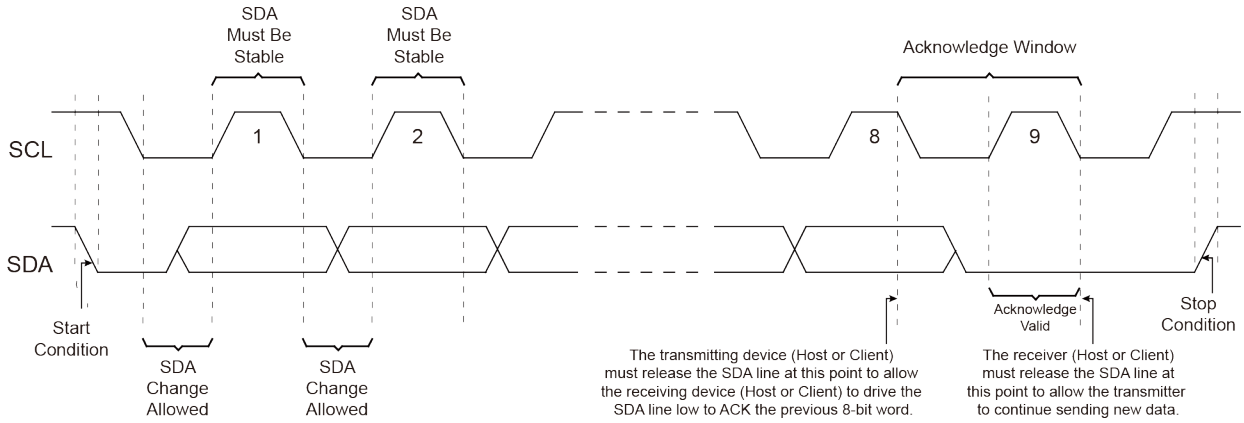
5.3 ACK応答とNAK応答

データの各バイトを受信した後、受信側デバイスは送信側デバイスにACK応答と呼ばれる応答を返す事によってデータバイトを正常に受信した事を確認する必要があります。ACKは、送信側デバイスがまず8番目のクロックの立ち下がりエッジでSDAラインを解放し、受信側デバイスが9番目のクロックのHigh期間全体を通して論理「0」で応答する事で実現されます。

AT24CM02がホストへデータを送信している時、ホストは9番目のクロックサイクル中にACK応答ではなく論理「1」応答をAT24CM02に返す事により、データの受信が終了したため動作を終了する旨を示す事ができます。これをNACK応答と言います。これは、9番目のクロックサイクル中にホストがロジック「1」応答を返す事で実現されます。ここでAT24CM02がSDAラインを解放すると、ホストはストップ条件を生成できます。

受信側デバイスがSDAラインを論理「0」に駆動して前の8ビットワードをAcknowledge(肯定)するには、送信側デバイス (バスホストまたはシリアルEEPROM)は8番目のクロックサイクルの立ち下がりエッジでSDAラインを解放する必要があります。トランスミッタが新しいデータの送信を続けられるよう、受信側デバイスは9番目のクロックでSDAラインを解放する必要があります。これらの要件を分かりやすく説明するため、図5-1にタイミング図を示します。

図5-1. スタート条件、データの切り換え、ストップ条件、ACK応答



5.4 スタンバイモード

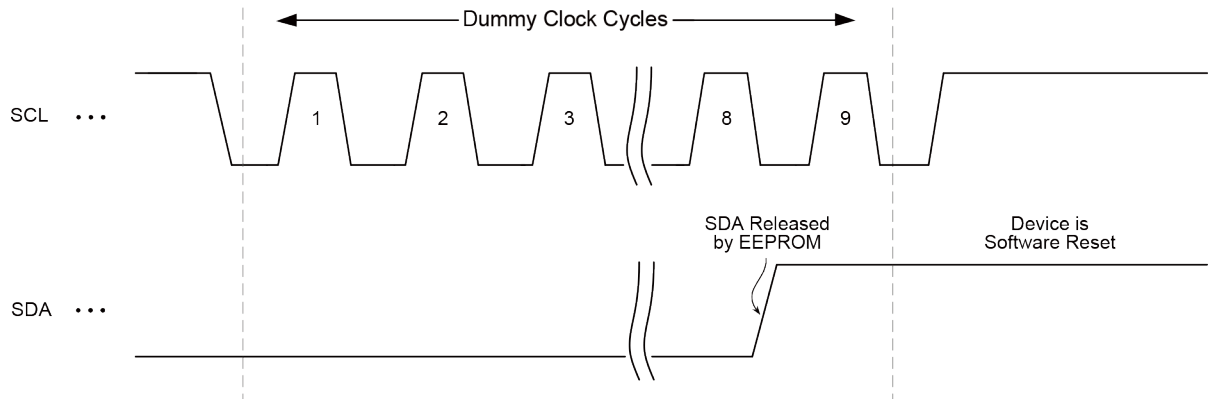
AT24CM02は低消費電力スタンバイモードを備えています。スタンバイモードは、以下のいずれかが発生した時に有効になります。

- 電源投入シーケンスが正常に完了した(電源投入要件とリセット挙動参照)。
- 内部書き込みサイクル中ではない時にストップ条件を受信した(書き込み動作参照)。
- 内部書き込みサイクルが完了した(書き込み動作参照)。

5.5 ソフトウェア リセット

プロトコルの中断、停電、システムリセットが発生した場合、SDAがEEPROMから解放されてHighへ遷移するまでSCLクロックを生成し続ける事により、Two-Wireデバイスをプロトコル リセットできます。SDAがEEPROMから解放されるまでのクロックサイクル数は一定ではありません。ソフトウェア リセット シーケンスは9ダミー クロックサイクル以内に完了する必要があります。ソフトウェア リセット シーケンスが完了した後、スタート条件に続けてプロトコルをデバイスへ送信する事により、新しいプロトコルを開始できます。図5-2を参照してください。

図5-2. ソフトウェア リセット



9クロックサイクル中にデバイスが応答しない(SDAバスを解放しない)場合、電源を再投入する事によりデバイスをリセットする必要があります(電源投入要件とリセット挙動参照)。

6. メモリ構成

AT24CM02は内部で1,024ページ(各ページは256バイト)として構成されます。

6.1 デバイスアドレスの指定

デバイスにアクセスするには、スタート条件の後に8ビットのデバイスアドレス バイトが必要です。これにより、デバイスで読み取りまたは書き込み動作が可能になります。バス上には複数のクライアント デバイスが存在できます。ホストが特定のクライアント デバイスを選択してアクセスできるようにするため、各クライアント デバイスには一意のアドレスを割り当てる必要があります。

デバイスアドレス バイトの上位4ビットはデバイスタイプIDと呼ばれます。デバイスタイプID「1010」(Ah)はデバイスアドレス バイトのビット7～4に必要です(表6-1参照)。

4ビットのデバイスタイプIDの後にあるのがハードウェア クライアント アドレスビットA2です。このビットを使う事で、シリアルEEPROMデバイスを最大2個までバスに接続してアドレス空間を拡張できます。ハードウェア クライアント アドレスビットは、対応するハードウェア デバイスアドレス入力ピンA2の電圧レベルと関連している必要があります。A2ピンは、ピンがフロート状態の時内部の独自回路を使って自動的に論理「0」にバイアスをかけます。幅広いアプリケーション環境で動作できるよう、このプルダウン メカニズムは意図的にある程度強く設計されています。ピンのバイアス電圧がCMOS入力バッファのトリップポイント(約0.5 x VCC)を上回ると、プルダウン メカニズムは解除されます。Microchip社ではA2ピンを可能な限り既知の状態に接続する事を推奨しています。

A2ハードウェア クライアント アドレスビットの次にあるのはA17とA16です(デバイスアドレス バイトのビット2とビット1)。これらはメモリアレイ ワードアドレスの最上位ビットです(表6-1参照)。

デバイスアドレス バイトの第8ビット(ビット0)は読み/書き選択ビットです。このビットがHighであれば読み出し動作が開始され、Lowであれば書き込み動作が開始されます。

デバイスアドレス バイトの比較が成功するとAT24CM02はACKを返し、有効な比較結果が得られなければNACKを返します。

表6-1. デバイスアドレス バイト

パッケージ	デバイスタイプID				ハードウェア クライアント アドレスビット	ワードアドレスの最上位ビット		R/$\overline{W}$ 選択
	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0
全てのパッケージ	1	0	1	0	A_2	A17	A16	R/$\overline{W}$

現在のアドレスの読み出しを除く全ての動作において、デバイスアドレス バイトの直後に2つの8ビット ワードアドレス バイトをデバイスへ送信する必要があります。ワードアドレス バイトには下位16ビットの重要なメモリアレイアドレスビットが含まれており、EEPROMのどの位置から読み出しまたは書き込みを開始するかを指定するために使われます。これらのビット位置については表6-2と表6-3を参照してください。

表6-2. 第1ワードアドレス バイト

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0
A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8

表6-3. 第2ワードアドレス バイト

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0
A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

7. 書き込み動作

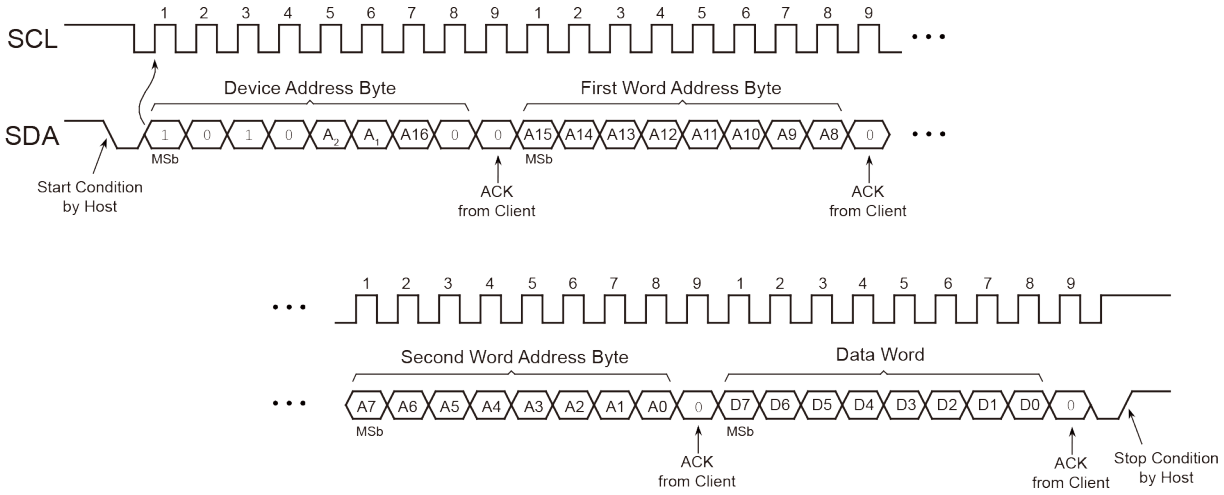
AT24CM02に対する全ての書き込み動作は、ホストがスタート条件に続いてデバイスアドレス バイト(R/$\overline{W}$ ビットは論理「0」に設定)とワードアドレス バイトを送信する事によって始まります。ワードアドレス バイトに続けて書き込みデータ値を格納したデータバイトを送信します。

7.1 バイト書き込み

AT24CM02は単一バイト(8ビット)の書き込みをサポートします。AT24CM02内のデータワードを選択するために、18ビットのワードアドレスが必要です。

有効なデバイスアドレス バイトとワードアドレス バイトの受信後にデバイスがACK応答を送信した時点で、8ビット データワードの受信が可能になります。この後、8ビットのデータワードを受信すると、デバイスはACKで応答します。アドレスを指定したデバイス (バスホスト等)は、ストップ条件によって書き込み動作を終了する必要があります。ストップ条件が発生するデバイスは自己タイミング内部書き込みサイクルを開始し、受信したデータワードを不揮発性EEPROMに書き込みます(t_{WR}以内に完了)。この書き込みサイクル中は全ての入力が無視されます(EEPROMは書き込みが完了するまで応答しません)。

図7-1. バイト書き込み



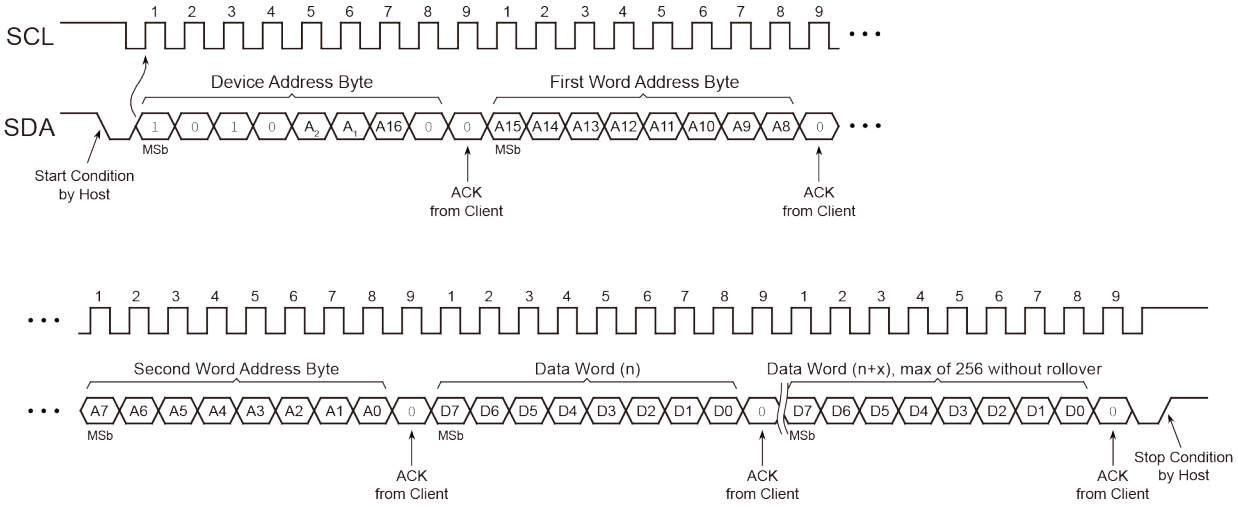
7.2 ページ書き込み

ページ書き込み動作では、最大256バイトを同じ書き込みサイクル内で書き込めます。ただし、全てのバイトをメモリアレイの同一行(アドレスビットA17～A8が同じ領域)内に書き込む必要があります。256未満のバイトを書き込む部分ページ書き込みも可能です。

ページ書き込みはバイト書き込みと同様の方法で開始します。ただし、バスホストは最初のデータワードをデバイスへ送信した後にストップ条件を送信しません。その代わり、デバイスが最初のデータワードの受信に対してACKで応答した後に、バスマスタは最大で256個のデータワードを送信できます。デバイスは各ワードを受信するたびにACKで応答します。全ての書き込みデータをデバイスへ送信した後、バスホストはストップ条件を生成する必要があります(図7-2参照)。この時、内部自己タイミング書き込みサイクルが開始されます。

ワードアドレスの下位8ビットは、1データワードを受信するたびに内部でインクリメントします。上位のアドレスビットはインクリメントせず、アドレスは同じメモリページ行内に維持されます。ページ書き込み動作は、実際に書き込むバイト数に関係なく、1物理ページ内のバイトへの書き込みに制限されます。インクリメントしたワードアドレスがページ境界に達すると、アドレスカウンタは同じページの先頭へ「ロールオーバー」します。しかし、ロールオーバー イベントは防ぐ必要があります。そうしないと、そのページに先に書き込まれたデータが書き換えられてしまう可能性があります。

図7-2. ページ書き込み



7.3 内部書き込み動作

信頼性を高めるため、AT24CM02はEDC(誤りの検出と訂正)ロジックスキームを内蔵しています。EEPROMアレイは、連続した4個のバイト(計32ビット)毎に6ビットのECC(誤り訂正コード) ビットを1つのグループとして内部で構成されます。これらのグループ(38ビット)を内部物理データワードと呼びます。読み出しシーケンス中に、EDCロジックは4バイト物理データワードと、対応する6個のECCビットを比較します。4バイト領域の中の1つのビットが正しく読み出されなかった場合、誤りのあるビットはEDCロジックによって検出され、正しい値に訂正された後に出力されます。このEDCロジックにより、AT24CM02の信頼性は大幅に向上します。

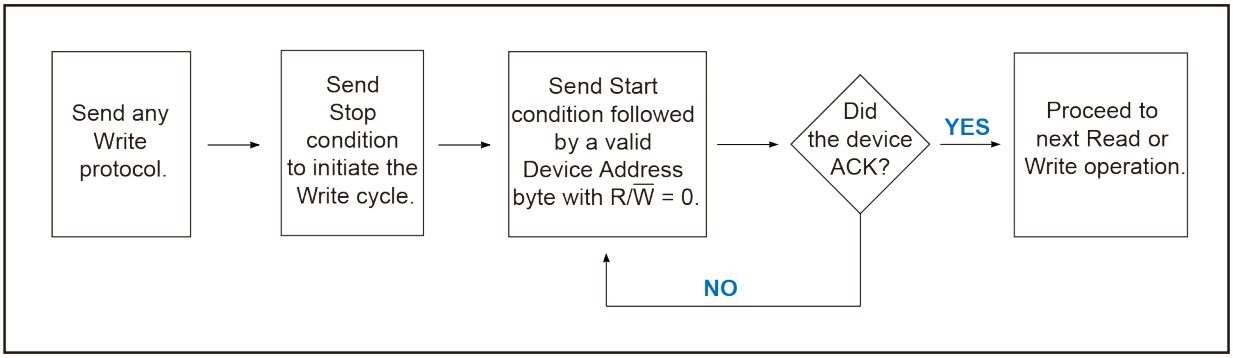
書き込みバイト数に関係なく、データは常に4バイトの内部物理データワード単位で物理的に本デバイスに書き込まれるという事に注意が必要です。バイト書き込み動作による単一バイトの書き込みは可能ですが、内部では書き込み先の4バイト領域内の他の3バイトと6個のECCビットも更新されます。このようなメモリアレイの構造からAT24CM02 EEPROMの書き込み耐性は、従来のページ単位ではなく内部物理データワード(4バイトワード)単位で規定されています。書き込み耐性の定格内で余裕を持てるように、データの配置を内部ワード境界に揃える等、書き込みアルゴリズムの最適化を図る必要があります。

7.4 ACK応答ポーリング

ACK応答ポーリング ルーチンを実装して、固定された最大書き込みサイクル時間(t_{WR})を待つ事が望ましくない場合、タイミングが重要なアプリケーションを最適化できます。この方法により、アプリケーションはシリアルEEPROMの書き込みサイクルが完了した事を即座に知り、その後の動作を開始できます。

内部自己タイミング書き込みサイクルが開始されると、ACK応答ポーリング ルーチングを開始できます。これには、スタート条件と有効なデバイスアドレス バイト(R/$\overline{W}$ ビットは論理「0」)を繰り返し送信する事が含まれます。書き込みサイクルが進行中の場合、デバイスはACKで応答しません。内部書き込みサイクルが完了すると、EEPROMはACKで応答し、新しい読み取りまたは書き込み動作を即座に開始できるようになります。この手法を分かりやすく説明するため、以下の図7-3にフローチャートを示します。

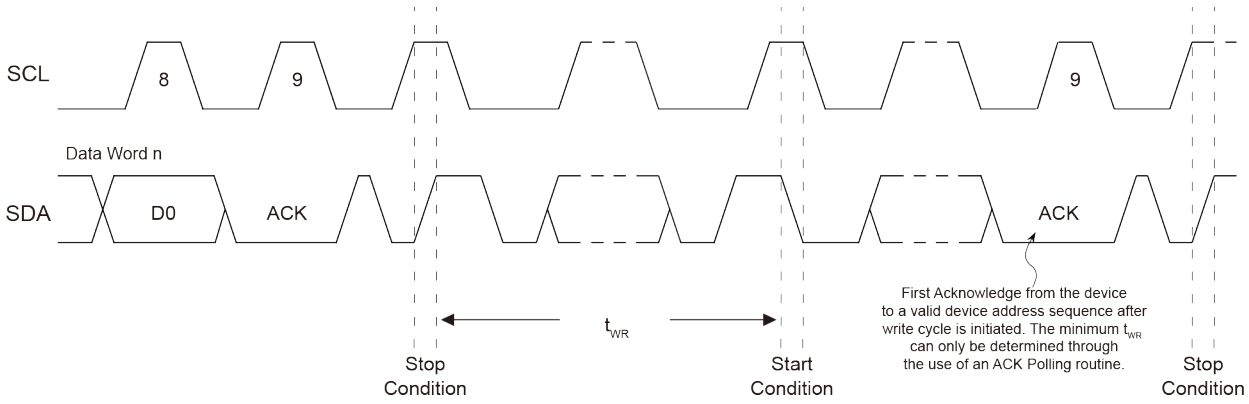
図7-3. ACK応答ポーリングのフロー



7.5 書き込みサイクルのタイミング

自己タイミング書き込みサイクルの期間(t_{WR})は、ストップ条件(これにより内部書き込みサイクルが始まる)からスタート条件の間に必要な時間として定義されます。最初のデバイスアドレス バイトに対してAT24CM02からACK応答を得るには、この時間が必要です。この計測を図7-4に示します。内部自己タイミング書き込みサイクル中は、メモリアレイから読み出しまたは書き込みをしようとしても処理されません。

図7-4. 書き込みサイクルのタイミング



7.6 書き込み保護

AT24CM02はハードウェア書き込み保護スキームを使います。これにより、WPピンがV_{CC}(または有効なV_{IH})の時にメモリ全体の内容が書き込みから保護されます。WPピンがGNDまたはフロート状態の場合、書き込み保護は無効となります。

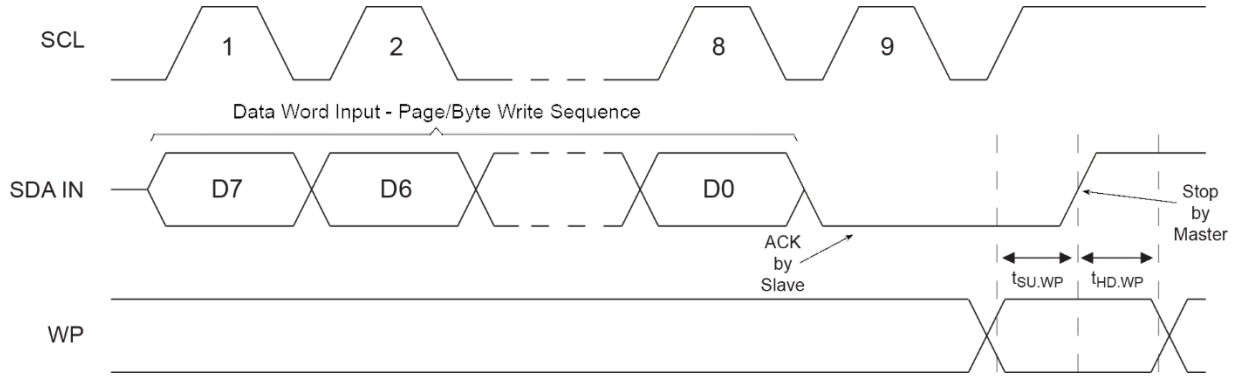
表7-1. AT24CM02の書き込み保護動作

WPピンの電圧	アレイの保護対象部分
V_{CC}	アレイ全体
GND	なし ー 書き込み保護が有効でない

WPピンの状態は、バイト書き込みまたはページ書き込み動作に対するストップ条件が発生した時、内部自己タイミング書き込みサイクルの開始前に検出されます。ストップ条件の送信後にWPピンの状態を変更しても書き込みサイクルの実行には影響しません(変更も中断もされません)。WPピンの状態は、以下の図7-5に示すように関連するセットアップ(tSU.WP)とホールド(tHD.WP)のタイミングについて有効である必要があります。WPセットアップ時間とは、ストップ条件を発行する前にWPの状態が安定していなければならない時間です。WPホールド時間とは、ストップ条の後、WPが安定してなければならない時間です(tHD.WPとtSU.WPのタイミング仕様は表4-3 AC特性を参照してください)。

WPピンがアサートされている時に本デバイスへの書き込みが試みられた場合、本デバイスはデバイスアドレス バイト、ワードアドレス バイト、データバイトに対してACKを返します。ただし、ストップ条件が送信されても書き込みサイクルは開始されません。デバイスは即座に新しい読み出しまたは書き込みコマンドを受け付け可能になります。

図7-5. 書き込み保護のセットアップとホールドのタイミング



8. 読み出し動作

読み出し動作は書き込み動作と同じ方法で開始しますが、デバイスアドレス バイト内の読み/書き選択ビットを論理「1」に設定する必要があります。以下の3種類の読み出し動作が使えます。

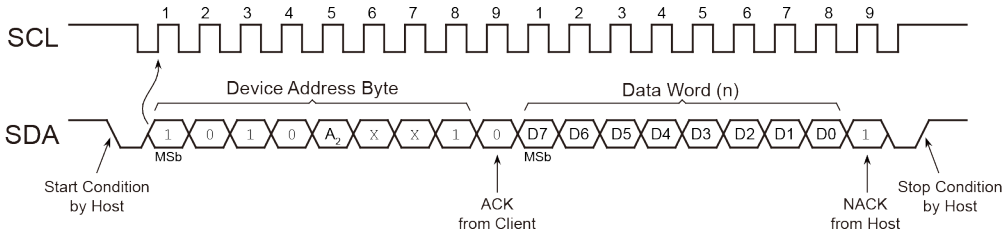
- 現在アドレス読み出し
- ランダムアドレス読み出し
- シーケンシャル読み出し

8.1 現在アドレス読み出し

内部データワード アドレスカウンタは、直前の読み出しまたは書き込み動作中にアクセスされた最終アドレスを保持し、1ずつインクリメントされます。このアドレスはV_{CC}がデバイスに保持されている限り複数の動作間で有効です。読み出し中のアドレスのロールオーバーはメモリの最終ページの最終バイトから最初のページの最初のバイトに向けて行われます。

現在アドレス読み出し動作は、内部データワード アドレスカウンタが指し示す位置に従ってデータを読み出します。この動作は、スタート条件と有効なデバイスアドレス バイト(R/$\overline{W}$ ビットは論理「1」)により開始します。本デバイスはこのシーケンスに対してACKを返し、現在アドレスのデータワードがSDAラインで出力されます。全てのタイプの読み出し動作は、9番目のクロックサイクル中にバスホストがACKで応答しなかった(NACKで応答した)場合に終了します。NACK応答の後、ホストはストップ条件を送信する事によってプロトコルを完了するか、スタート条件を送信する事によって次のシーケンスを開始できます。

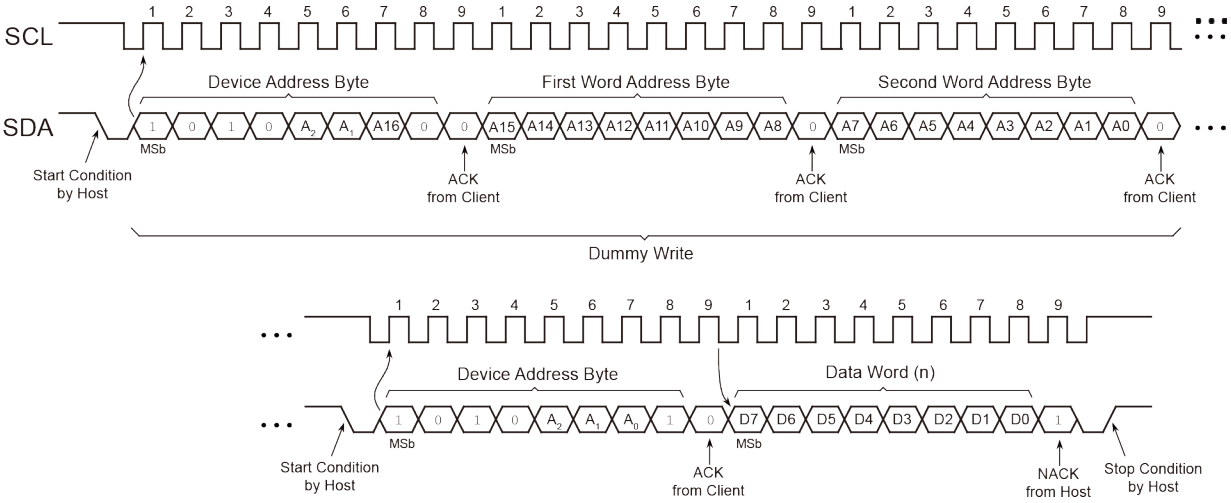
図8-1. 現在アドレス読み出し



8.2 ランダム読み出し

ランダム読み出しは、1バイト書き込み動作と同じ方法で新しいデータワード アドレスに読み込む事によって開始します。これは「ダミー書き込み」シーケンスとして知られています。ただし、デバイスが内部書き込みサイクルに入るのを防ぐため、データバイトとバイト書き込みのストップ条件は省略する必要があります。デバイスアドレスとワードアドレスがクロック入力され、EEPROMによってACK応答が返されると、バスホストはスタート条件をもう1つ生成する必要があります。バスホストは、スタート条件と有効なデバイスアドレス バイト(R/$\overline{W}$ ビットは論理「1」)を送信する事によって現在アドレス読み出しを開始します。EEPROMはデバイスアドレスに対してACKを返し、SDAライン上にデータワードをシリアルクロック出力します。全てのタイプの読み出し動作は、9番目のクロックサイクル中にバスホストがACKで応答しなかった(NACKで応答した)場合に終了します。NACK応答の後、ホストはストップ条件を送信する事によってプロトコルを完了するか、スタート条件を送信する事によって次のシーケンスを開始できます。

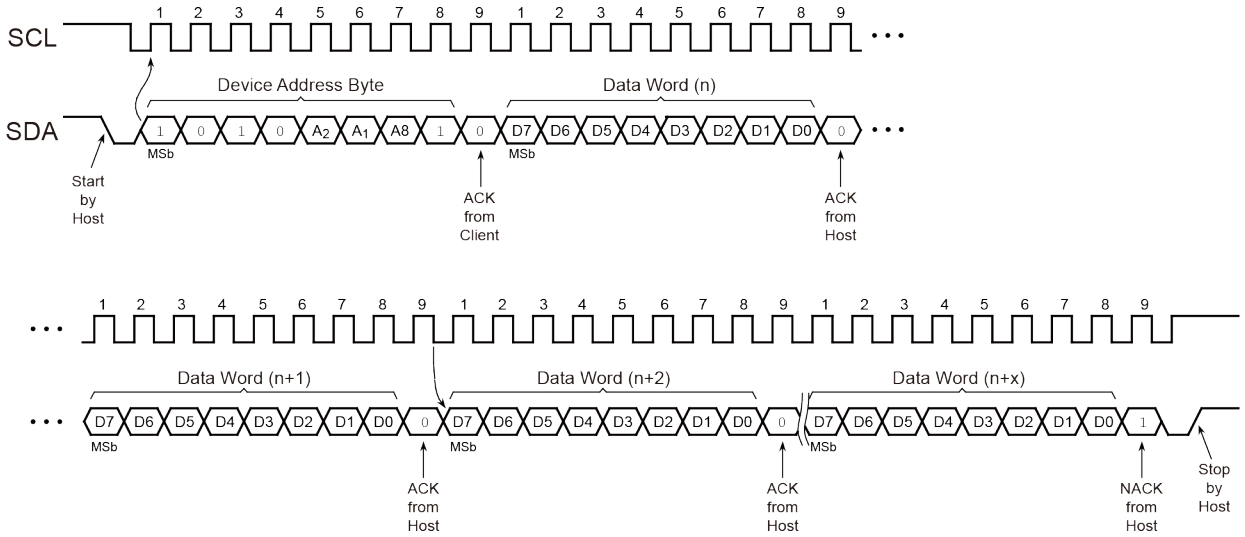
図8-2. ランダム読み出し



8.3 シーケンシャル読み出し

シーケンシャル読み出しは、現在アドレス読み出しまたはランダム読み出しによって開始します。バスホストは、1つのデータワードを受信した後にACKで応答します。デバイスがACKを受信するたびにワードアドレスは1つずつインクリメントし続け、データワードが順次出力されます。最大メモリアドレスに達すると、データワード アドレスはロールオーバーされ、メモリアレイの先頭からシーケンシャル読み出しが行われます。全てのタイプの読み出し動作は、9番目のクロックサイクル中にバスホストがACKで応答しなかった(NACKで応答した)場合に終了します。NACK応答の後、ホストはストップ条件を送信する事によってプロトコルを完了するか、スタート条件を送信する事によって次のシーケンスを開始できます。

図8-3. シーケンシャル読み出し



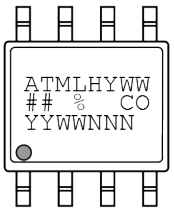
9. Microchip社によるデバイスの既定値条件

AT24CM02は、EEPROMアレイが論理「1」(すなわち全てのメモリ位置のデータがFFh)に設定された状態で出荷されます。

10. パッケージ情報

10.1 パッケージのマーキング情報

AT24CM02: Package Marking Information

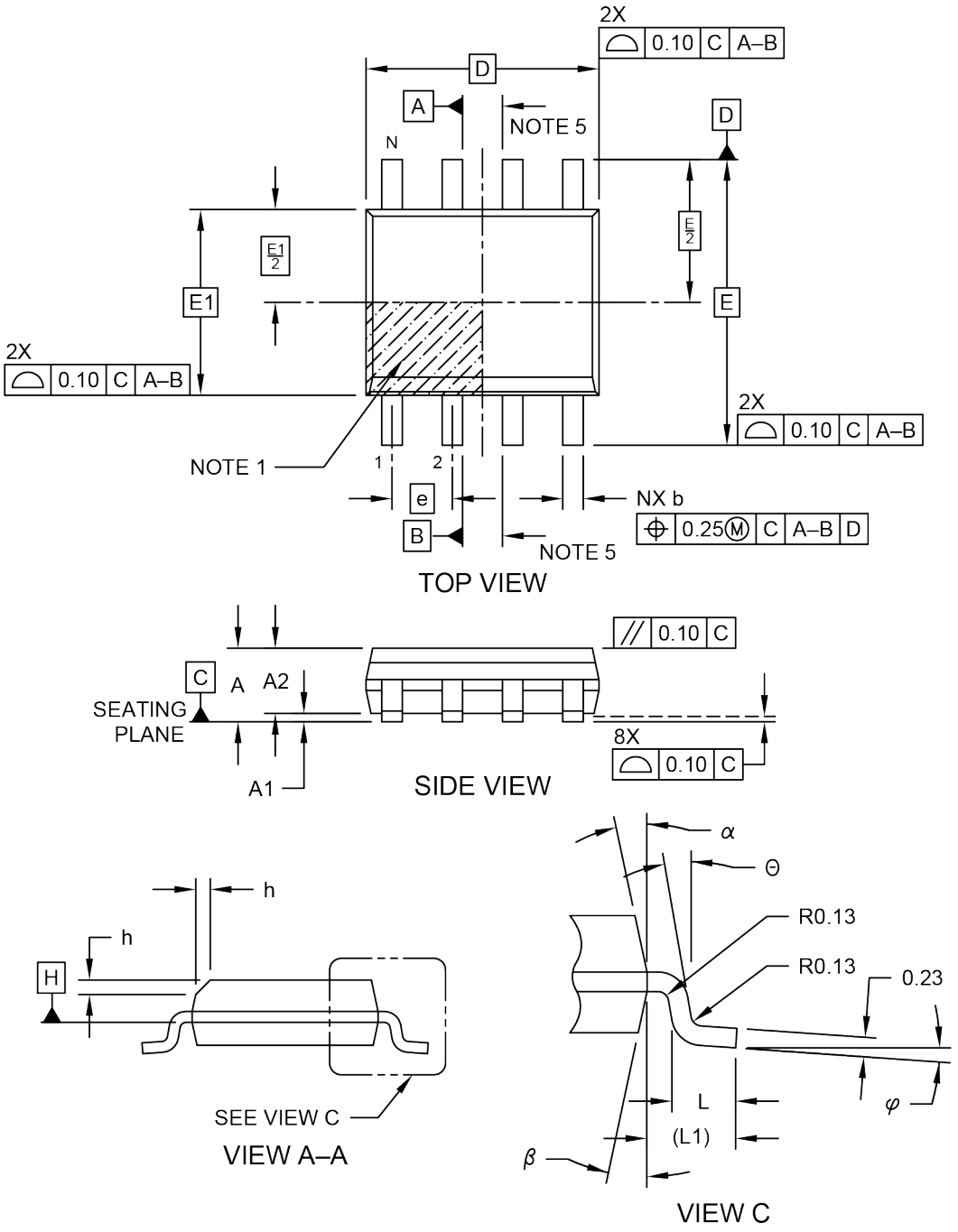
8-lead SOIC	8-ball WLCSP
	

Note 1: designates pin 1
Note 2: Package drawings are not to scale

Catalog Number Truncation		
AT24CM02	Truncation Code ##: 2H	
Date Codes		**Voltages**
YY = Year 15: 2015 19: 2019 16: 2016 20: 2020 17: 2017 21: 2021 18: 2018 22: 2022	WW = Work Week of Assembly 02: Week 2 04: Week 4 ... 52: Week 52	% = Minimum Voltage M: 1.7V min D: 2.5V min
Country of Origin	**Device Grade**	**Atmel Truncation**
CO = Country of Origin	H or U: Industrial Grade	AT: Atmel ATM: Atmel ATML: Atmel
Lot Number or Trace Code		
NNN = Alphanumeric Trace Code (2 Characters for small packages)		

8-Lead Plastic Small Outline (SN) - Narrow, 3.90 mm (.150 In.) Body [SOIC]

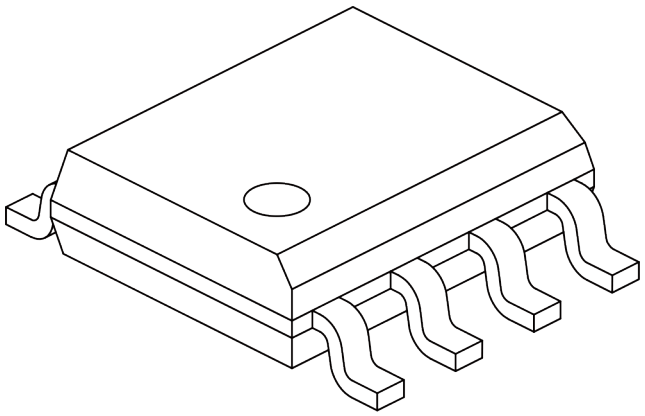
Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at http://www.microchip.com/packaging



Microchip Technology Drawing No. C04-057-SN Rev F Sheet 1 of 2

8-Lead Plastic Small Outline (SN) - Narrow, 3.90 mm (.150 In.) Body [SOIC]

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at http://www.microchip.com/packaging



Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N		8	
Pitch	e		1.27 BSC	
Overall Height	A	-	-	1.75
Molded Package Thickness	A2	1.25	-	-
Standoff §	A1	0.10	-	0.25
Overall Width	E		6.00 BSC	
Molded Package Width	E1		3.90 BSC	
Overall Length	D		4.90 BSC	
Chamfer (Optional)	h	0.25	-	0.50
Foot Length	L	0.40	-	1.27
Footprint	L1		1.04 REF	
Foot Angle	ϕ	0°	-	8°
Lead Thickness	c	0.17	-	0.25
Lead Width	b	0.31	-	0.51
Mold Draft Angle Top	α	5°	-	15°
Mold Draft Angle Bottom	β	5°	-	15°

Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. § Significant Characteristic
3. Dimensions D and E1 do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm per side.
4. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

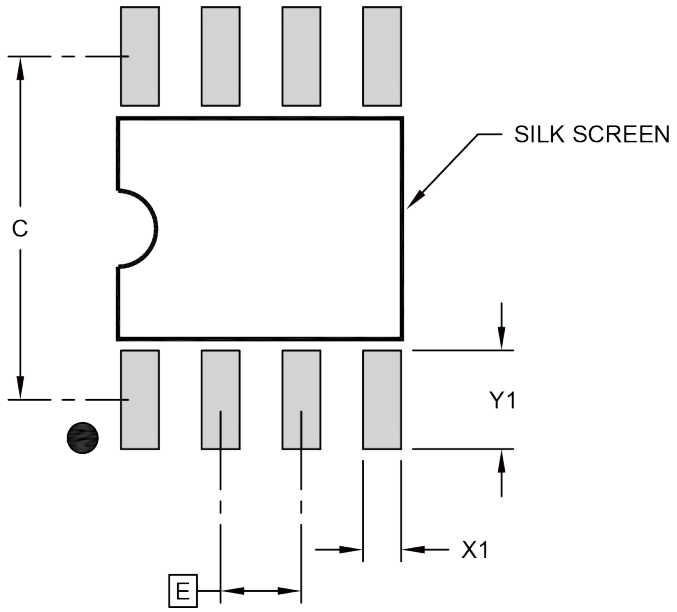
   BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

   REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.
5. Datums A & B to be determined at Datum H.

Microchip Technology Drawing No. C04-057-SN Rev F Sheet 2 of 2

8-Lead Plastic Small Outline (SN) - Narrow, 3.90 mm (.150 In.) Body [SOIC]

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at http://www.microchip.com/packaging



RECOMMENDED LAND PATTERN

Units		MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	1.27 BSC		
Contact Pad Spacing	C		5.40	
Contact Pad Width (X8)	X1			0.60
Contact Pad Length (X8)	Y1			1.55

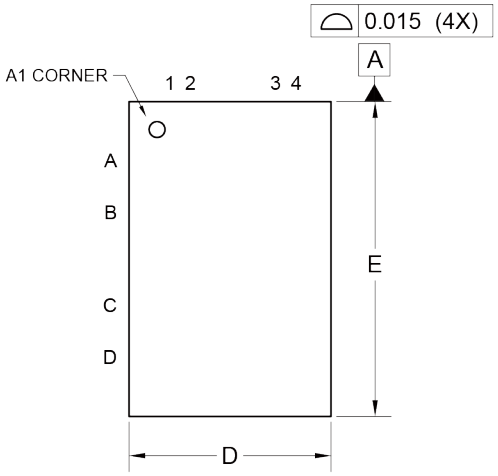
Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

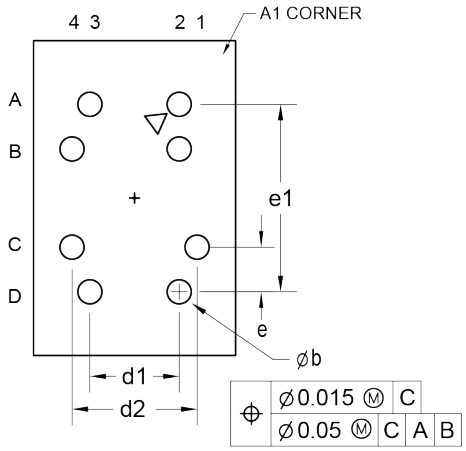
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-2057-SN Rev F

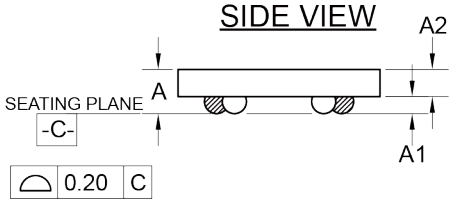
TOP VIEW



BOTTOM SIDE



SIDE VIEW



PIN ASSIGNMENT MATRIX

	1	2	3	4
A	n/a	V_{CC}	NC	n/a
B	n/a	WP	n/a	NC
C	SCL	n/a	n/a	A_2
D	n/a	SDA	GND	n/a

NC = Not Connected

COMMON DIMENSIONS
SEATING PLANE(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	TYP	MAX	NOTE
A	0.456	0.495	0.534	
A1	—	0.190	—	
A2	—	0.305	—	
D	Contact Microchip for details.			
d1	1.00 BSC			
d2	1.40 BSC			
E	Contact Microchip for details.			
e	0.50 BSC			
e1	2.10 BSC			
b	—	0.270	—	

Note: 1. Dimensions are NOT to scale.
2. Solder ball composition is 95.5Sn-4.0Ag-0.5Cu.

4/5/16

	TITLE	GPC	DRAWING NO.	REV.
	8U-18, 8-ball 4x4 Array, Custom Pitch Wafer Level Chip Scale Package (WLCSP)	GQA	8U-18	01

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at http://www.microchip.com/packaging.

© 2023 Microchip Technology Inc. and its subsidiaries

11. 改訂履歴

リビジョンC (2021年3月)
SOICパッケージタイプの図面を修正しました。SOICパッケージの図面を更新しました。

リビジョンB (2020年12月)
改訂履歴を最新の書式に更新しました。薄型WLCSP製品を削除しました。用語「マスタ」を「ホスト」に、「スレーブ」を「クライアント」に置き換えました。

リビジョンA (2019年5月)
Microchip社の書式に更新しました。Microchip社のDS20006197はAtmel社文書8812に置き換わります。t_{LOW}の誤字を400 nsから500 nsに修正しました。t_{AA}の誤字を550 nsから450 nsに修正しました。デバイスのマーキング情報を更新しました。「ソフトウェア リセット」を更新しました。ESD定格を追加しました。リード端子仕上げを削除しました。パッケージ マーキング内のトレースコード フォーマットを更新しました。明確化のためにセクション全体の内容を更新しました。SOICパッケージ図をMicrochip社の書式に合わせて更新しました。

Atmel社文書8828リビジョンE (2017年1月)
「電源投入要件とリセット挙動」を更新しました。

Atmel社文書8828リビジョンD (2016年5月)
8U-18標準厚のWLCSPパッケージ オプションを追加しました。「クロックとデータの遷移要件」と「DC特性」の表を更新しました。

Atmel文書8828リビジョンC (2015年1月)
8ボールWLCSPのピン配置を修正しました。

Atmel社文書8828リビジョンB (2015年8月)
8U-11パッケージ図面、データ保持期間の相違点、8ボールのピン配置を更新しました。

Atmel社文書8828リビジョンA (2015年5月)
本書の初版です。

© 2023 Microchip Technology Inc.
and its subsidiaries

Microchip社のウェブサイト

Microchip社はウェブサイト(www.microchip.com)を通してオンライン サポートを提供しています。当ウェブサイトでは、お客様に役立つ情報やファイルを提供しています。以下を含む各種の情報をご覧になれます。

- **製品サポート** - データシートとエラッタ、アプリケーション ノートとサンプル プログラム、設計リソース、ユーザガイドとハードウェア サポート文書、最新のソフトウェアと過去のソフトウェア
- **技術サポート** – FAQ(よく寄せられる質問)、技術サポートのご依頼、オンライン ディスカッション グループ、Microchip社のデザイン パートナー プログラムおよびメンバーリスト
- **ご注文とお問い合わせ** - 製品セレクタと注文ガイド、最新プレスリリース、セミナー/イベントの一覧、お問い合わせ先(営業所/正規代理店)の一覧

製品変更通知サービス

Microchip社の製品変更通知サービスは、お客様にMicrochip社製品の最新情報をお届けする配信サービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

http://www.microchip.com/pcnにアクセスし、登録手続きをしてください。

お客様サポート

Microchip社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用頂けます。

- 正規代理店
- 技術サポート

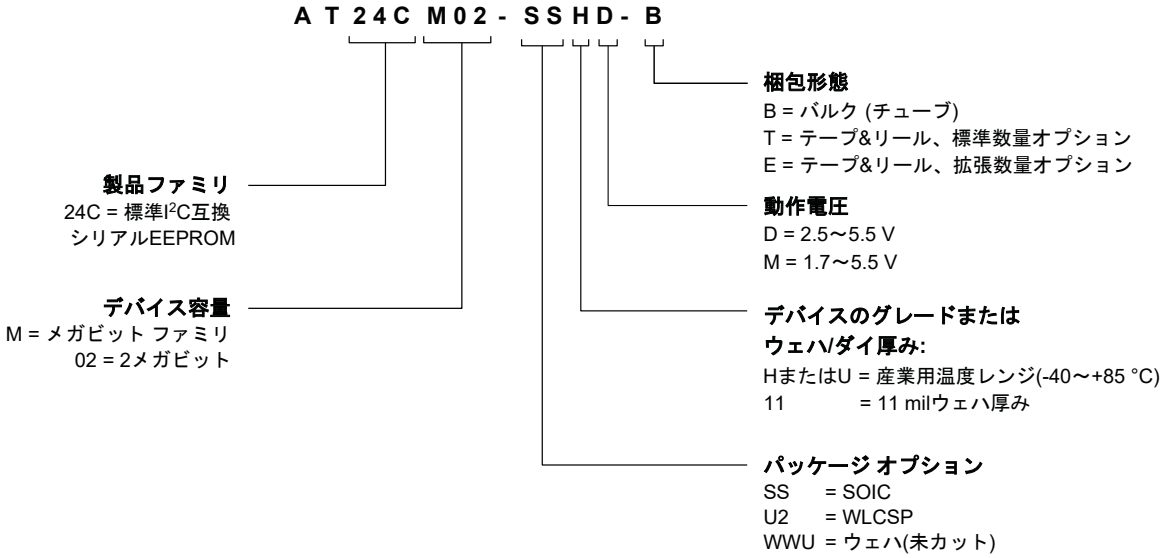
サポートは正規代理店にお問い合わせください。本書の最後のページに各国の営業所の一覧を記載しています。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用頂けます。www.microchip.com/support

© 2023 Microchip Technology Inc.
and its subsidiaries

製品識別システム

ご注文や製品の価格、納期につきましては正規代理店にお問い合わせください。



例

デバイス	パッケージ	パッケージ図面コード	パッケージオプション	電圧	梱包形態	デバイスグレード
AT24CM02-SSHM-B	SOIC	SN	SS	1.7～5.5 V	バルク (チューブ)	産業用温度 (-40～+85°C)
AT24CM02-SSHM-T	SOIC	SN	SS	1.7～5.5 V	テープ&リール	
AT24CM02-SSHD-B	SOIC	SN	SS	2.5～5.5 V	バルク (チューブ)	
AT24CM02-SSHD-T	SOIC	SN	SS	2.5～5.5 V	テープ&リール	
AT24CM02-U2UM-T(1)	WLCSP	8U-18	U2	1.7～5.5 V	テープ&リール	

Note:

1. **CAUTION:** 紫外線(UV)に曝露させると、EEPROMのセルに保存されているデータが劣化する可能性があります。そのため、WLCSPパッケージを使う、またはダイレベルで本製品を使うお客様は、紫外線への曝露が**発生しない**事を確認する必要があります。

Microchip社のデバイスコード保護機能

Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip社製品は、該当するMicrochip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進化しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

© 2023 Microchip Technology Inc. and its subsidiaries

法律上の注意点

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方法でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートはMicrochip 社正規代理店にお問い合わせ頂くか、https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-servicesをご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip 社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合もMicrochip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかんにかかわらず、またMicrochip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対するMicrochip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連してMicrochip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途にMicrochip社の製品を使う事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国とその他の国におけるMicrochip TechnologyIncorporated の登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control SolutionsCompany、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLightLoad、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、ZL は米国におけるMicrochip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、RippleBlocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、TotalEndurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENAは米国とその他の国におけるMicrochip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国におけるMicrochip Technology Incorporated のサービスマークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国におけるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

GestIC は、その他の国におけるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2023, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries. All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-1924-6

品質管理システム

Microchip社の品質管理システムについてはwww.microchip.com/qualityをご覧ください。

各国の営業所とサービス

南北アメリカ	アジア/太平洋	アジア/太平洋	欧州
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術サポート: http://www.microchip.com/support URL: www.microchip.com **アトランタ** Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 **オースティン、TX** Tel: 512-257-3370 **ボストン** Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 **シカゴ** Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 **ダラス** Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 **デトロイト** Novi, MI Tel: 248-848-4000 **ヒューストン、TX** Tel: 281-894-5983 **インディアナポリス** Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 **ロサンゼルス** Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 **ローリー、NC** Tel: 919-844-7510 **ニューヨーク、NY** Tel: 631-435-6000 **サンノゼ、CA** Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 **カナダ - トロント** Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	**オーストラリア - シドニー** Tel: 61-2-9868-6733 **中国 - 北京** Tel: 86-10 -8569-7000 **中国 - 成都** Tel: 86-28-8665-5511 **中国 - 重慶** Tel: 86-23-8980-9588 **中国 - 東莞** Tel: 86-769-8702-9880 **中国 - 広州** Tel: 86-20-8755-8029 **中国 - 杭州** Tel: 86-571-8792-8115 **中国 - 香港SAR** Tel: 852-2943-5100 **中国 - 南京** Tel: 86-25-8473-2460 **中国 - 青島** Tel: 86-532-8502-7355 **中国 - 上海** Tel: 86-21-3326-8000 **中国 - 瀋陽** Tel: 86-24-2334-2829 **中国 - 深圳** Tel: 86-755-8864-2200 **中国 - 蘇州** Tel: 86-186-6233-1526 **中国 - 武漢** Tel: 86-27-5980-5300 **中国 - 西安** Tel: 86-29-8833-7252 **中国 - 厦門** Tel: 86-592-2388138 **中国 - 珠海** Tel: 86-756-3210040	**インド - バンガロール** Tel: 91-80-3090-4444 **インド - ニューデリー** Tel: 91-11-4160-8631 **インド - プネ** Tel: 91-20-4121-0141 **日本 - 大阪** Tel: 81-6-6152-7160 **日本 - 東京** Tel: 81-3-6880-3770 **韓国 - 大邱** Tel: 82-53-744-4301 **韓国 - ソウル** Tel: 82-2-554-7200 **マレーシア - クアラルンプール** Tel: 60-3-7651-7906 **マレーシア - ペナン** Tel: 60-4-227-8870 **フィリピン - マニラ** Tel: 63-2-634-9065 **シンガポール** Tel: 65-6334-8870 **台湾 - 新竹** Tel: 886-3-577-8366 **台湾 - 高雄** Tel: 886-7-213-7830 **台湾 - 台北** Tel: 886-2-2508-8600 **タイ - バンコク** Tel: 66-2-694-1351 **ベトナム - ホーチミン** Tel: 84-28-5448-2100	**オーストリア - ヴェルス** Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 **デンマーク - コペンハーゲン** Tel: 45-4485-5910 Fax: 45-4485-2829 **フィンランド - エスポー** Tel: 358-9-4520-820 **フランス - パリ** Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 **ドイツ - ガーヒンク** Tel: 49-8931-9700 **ドイツ - ハーン** Tel: 49-2129-3766400 **ドイツ - ハイルブロン** Tel: 49-7131-72400 **ドイツ - カールスルーエ** Tel: 49-721-625370 **ドイツ - ミュンヘン** Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 **ドイツ - ローゼンハイム** Tel: 49-8031-354-560 **イスラエル - ラーナナ** Tel: 972-9-744-7705 **イタリア - ミラノ** Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 **イタリア - パドヴァ** Tel: 39-049-7625286 **オランダ - ドリューネン** Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 **ノルウェー - トロンハイム** Tel: 47-7288-4388 **ポーランド - ワルシャワ** Tel: 48-22-3325737 **ルーマニア - ブカレスト** Tel: 40-21-407-87-50 **スペイン - マドリッド** Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 **スウェーデン - ヨーテボリ** Tel: 46-31-704-60-40 **スウェーデン - ストックホルム** Tel: 46-8-5090-4654 **イギリス - ウォーキンガム** Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820