

車載向け 40 V 耐圧 ステッピングモータドライバ

BD63800MUF-C

●概要

BD63800MUF-C は、電源定格 40 V、出力電流定格 1.35 A の低消費パイポーラ PWM 定電流駆動ドライバです。入力インターフェースは CLK-IN 駆動方式と SPI-IN 駆動方式を採用しています。励磁モードは Full step、1/2 step、1/4 step、1/8 step、1/16 step、1/32 step モードに対応しています。電流減衰方式においては Fast decay / Slow decay の比率を自由に設定することができる Mix decay モード、Fast decay / Slow decay を自動選択する Auto decay モードを実装し、あらゆるモータに対して最適な制御状態を実現することが可能です。また、電源も 1 系統で駆動することができ、セット設計の容易化に貢献します。

●特長

- AEC-Q100 対応 (Note 1)
- 低 ON 抵抗 DMOS 出力
- CLK-IN 駆動方式対応
- PWM 定電流制御 (他励方式)
- スパイクノイズブランピング機能内蔵 (外付けノイズフィルタ不要)
- Full step、1/2 step、1/4 step、1/8 step、1/16 step、1/32 step 機能
- 励磁モード切り換えタイミングフリー
- 電流減衰方式切り換え機能
Mix Decay: Fast Decay / Slow Decay 比率リニア可変
Auto Decay: Fast Decay / Slow Decay 自動切り替え
- 正転・逆転切り換え機能
- パワーセーブ機能
- ロジック入力プルダウン抵抗内蔵
- パワーON リセット機能
- 電源未印加時誤動作防止機能 (Ghost Supply Prevention 機能)
- 温度保護機能 (TSD)
- 温度警告機能 (TW)
- 過電流保護機能 (OCP)
- 過電圧時出力 OFF 機能 (OVLO)
- 低電圧時誤動作防止機能 (UVLO)
- 低電圧時モータ保持機能
- オープン検知機能
- ストール検知機能
- 隣接ピンショート保護

(Note 1) Grade1

●用途

- ヘッドアップディスプレイ、LED ヘッドライト他

●重要特性

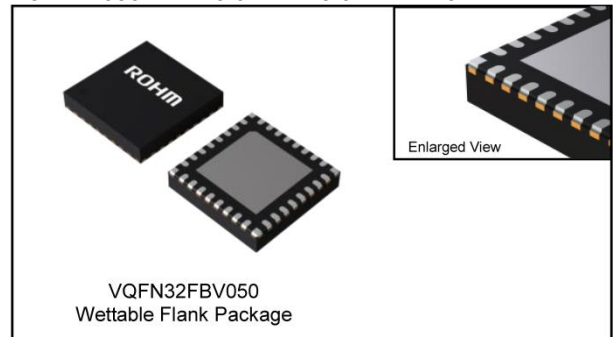
- 電源電圧範囲 6.0 V ~ 28.0 V
- 出力電流定格 (ピーク) 1.35 A
- 出力電流定格 (DC) 1.21 A
- 出力オン抵抗 (上下合計) 0.75 Ω
- 動作温度範囲 -40 °C ~ +125 °C

●パッケージ

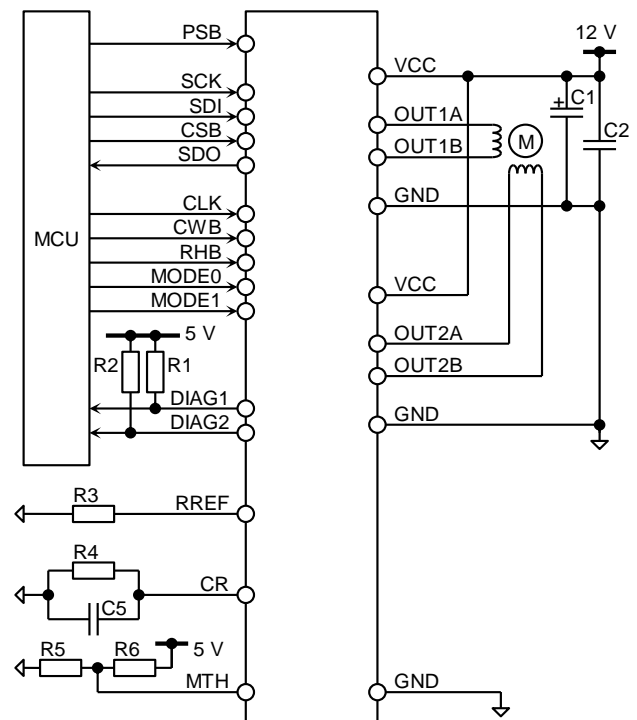
VQFN32FBV050

W(Typ) x D(Typ) x H(Max)

5.0 mm x 5.0 mm x 1.0 mm



●基本アプリケーション回路

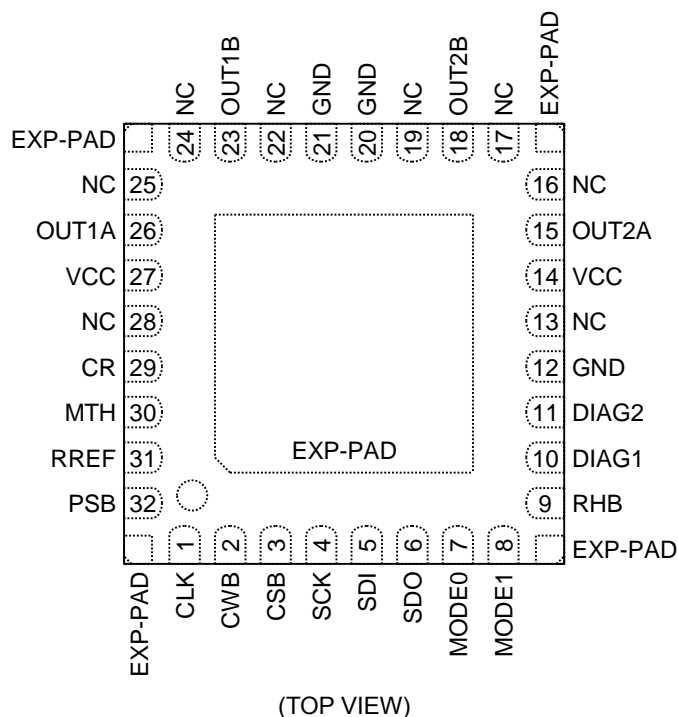


●目次

●概要	1
●特長	1
●用途	1
●重要特性	1
●パッケージ	1
●基本アプリケーション回路	1
●目次	2
●端子配置図	4
●端子説明	4
●ブロック図	5
●機能説明	6
■端子機能詳細説明	6
OCLK (進相クロック入力端子)	6
OMODE0・MODE1 (モータ励磁モード設定端子)	6
OCWB (モータ回転方向設定端子)	7
ORHB (出力駆動/保持モード切換え端子)	7
OPSB (パワーセーブ端子)	7
OVCC (電源端子)	8
OGND (グラウンド端子)	8
OOUT1A・OUT1B・OUT2A・OUT2B (Hブリッジ出力端子)	8
ORREF (出力電流値設定端子)	8
OCR (チョッピング周波数設定端子)	9
OMTH (電流減衰方式設定端子)	9
ONC 端子	9
OIC 裏面メタル	9
■PWM 定電流制御	10
O電流減衰方式について	11
OSlow Decay Mode	11
OFast Decay Mode	11
OMix Decay Mode	12
OAuto Decay Mode	12
■トランスレータ回路動作	13
Oリセット動作	13
・電源投入時の初期化(イニシャライズ)シーケンスについて	13
・モータ動作中の初期化 (イニシャライズ)シーケンスについて	13
O制御入力タイミング	14
・CWB の切り換えについて	14
・モータ励磁モードの切り換えについて	15
・CWB と励磁モード (MODE0、MODE1) の切り換えを両方行う場合の注意点	15
Oステップシーケンス	16
・Full step 時のステップシーケンス	16
・1/2、1/4、1/8、1/16、1/32 step モードのステップシーケンス	17
■駆動モードと保持モード	21
■SPI インタフェース	22
OSPI 入出力シーケンス例	23
OSPI ビット数エラー検知	24
O複数 IC の接続方法の一例	24
■保護/検知機能	25
O電源未印加時誤動作防止機能 (Ghost Supply Prevention 機能)	25
O温度保護機能 (TSD)	25
O温度警告機能 (TW)	25
O過電流保護機能 (OCP)	25
O過電圧時出力 OFF 機能 (OVLO)	25
O低電圧時誤動作防止機能(UVLO)・低電圧時モータ保持機能	26
Oオープン検知機能	26
Oストール検知機能	27
ODIAG 出力選択機能	29
■制御レジスタ	30
O制御レジスタマップ	30
O制御レジスタの各ビットの定義	31

• CR1 (0x01)	31
• CR2 (0x02)	31
• CR3 (0x03)	31
• CR5 (0x05)	31
• CR6 (0x06)	31
• CR7 (0x07)	32
• CR1A (0x11)	32
• CR2A (0x12)	32
• CR5A (0x15)	33
• CR6A (0x16)	33
■ 状態レジスタ	34
○ 状態レジスタマップ	34
○ 状態レジスタの各ビットの定義	35
• SR1 (0x08)	35
• SR2 (0x09)	35
• SR3 (0x0A)	36
• SR5 (0x0C)	36
• SR6 (0x0D)	36
• SR7A (0x1E)	37
• SR8A (0x1F)	37
● 起動シーケンス	38
● 熱損失について	39
■ 熱計算について	39
● 絶対最大定格	40
● 推奨動作条件	40
● 熱抵抗	40
● 電気的特性	41
● 入出力等価回路図	43
● 使用上の注意	44
1. 電源の逆接続について	44
2. 電源ラインについて	44
3. グラウンド電位について	44
4. グラウンド配線パターンについて	44
5. 推奨動作条件について	44
6. ラッシュカレントについて	44
7. セット基板での検査について	44
8. 端子間ショートと誤装着について	44
9. 未使用の入力端子の処理について	44
10. 各入力端子について	45
11. セラミック・コンデンサの特性変動について	45
12. 温度保護回路について	45
13. 過電流保護回路について	45
● 発注形名情報	46
● 標印図	46
● 外形寸法図と包装・フォーミング仕様	47
● 改訂履歴	48

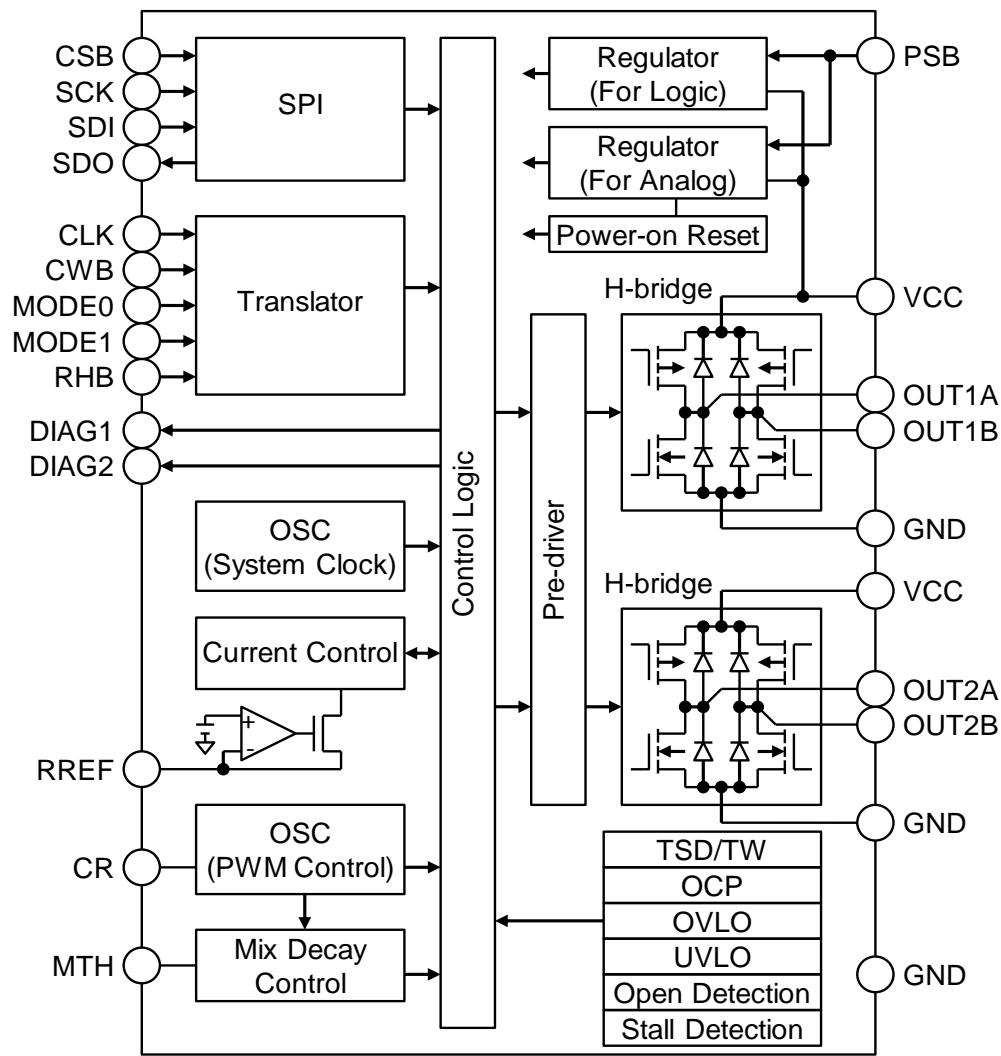
●端子配置図



●端子説明

端子番号	端子名	P/G/I/O	機能
1	CLK	Input	進相クロック入力端子
2	CWB	Input	モータ回転方向設定端子
3	CSB	Input	シリアルインタフェースチップセレクト入力端子
4	SCK	Input	シリアルインタフェースクロック入力端子
5	SDI	Input	シリアルインタフェースデータ入力端子
6	SDO	Output	シリアルインタフェースデータ出力端子
7	MODE0	Input	モータ励磁モード設定端子
8	MODE1	Input	モータ励磁モード設定端子
9	RHB	Input	出力駆動/保持モード切替え端子
10	DIAG1	Output	異常検知出力端子
11	DIAG2	Output	異常検知出力端子
15	OUT2A	Output	Hブリッジ出力端子
18	OUT2B	Output	Hブリッジ出力端子
23	OUT1B	Output	Hブリッジ出力端子
26	OUT1A	Output	Hブリッジ出力端子
29	CR	Output	チョッピング周波数設定端子
30	MTH	Input	電流減衰方式設定端子
31	RREF	Input	出力電流値設定端子
32	PSB	Input	パワーセーブ端子
14, 27	VCC	Power	電源電圧入力
12, 20, 21	GND	Ground	グラウンド端子
13, 28	NC	-	ノンコネクション(隣接する VCC 端子とショートし、破壊する恐れがありますので、オープンにしてください)
16, 17, 19, 22, 24, 25	NC	-	ノンコネクション
-	EXP-PAD	Ground	中央の EXP-PAD は、GND に接続してください 中央の EXP-PAD とコーナーの EXP-PAD は、パッケージ内部でショートしています

●ブロック図



●機能説明

■端子機能詳細説明

○CLK(進相クロック入力端子)

立ち上がりエッジで動作し、1クロックパルス毎に電気角が1つ進みます。また、制御レジスタのCLKPに'1'を入力した時も電気角が1つ進みます。

CLK 端子にノイズが混入するとモータミsstepsの原因となりますので、ノイズの飛び込みなどが無いようパターン設計してください。

○MODE0・MODE1(モータ励磁モード設定端子)

モータ励磁モードを設定します。また、制御レジスタ SM[2:0]でも励磁モードを設定することが可能です。

励磁モードの設定変更は CLK 端子へのクロックパルスの入力の有無に関係なく強制的に反映されます ([P15 ・モータ励磁モードの切り換えについて](#)参照)。

レジスタ設定を使用しない (SM[2:0] = '000') の場合

MODE1	MODE0	励磁モード
L	L	Full step
L	H	1/2 step
H	L	1/8 step
H	H	1/16 step

MODE1、MODE0 端子を使用しない (MODE1、MODE0 = L) の場合

SM2	SM1	SM0	励磁モード
0	0	0	Full step
0	0	1	1/2 step
0	1	0	1/8 step
0	1	1	1/16 step
1	0	0	Full step
1	0	1	1/2 step
1	1	0	1/4 step
1	1	1	1/32 step

レジスタ設定と MODE1、MODE0 端子両方を使用する場合

SM2	MODE1 xor SM1	MODE0 xor SM0	励磁モード
0	0	0	Full step
0	0	1	1/2 step
0	1	0	1/8 step
0	1	1	1/16 step
1	0	0	Full step
1	0	1	1/2 step
1	1	0	1/4 step
1	1	1	1/32 step

■端子機能詳細説明 — 続き

○CWB(モータ回転方向設定端子)

モータ回転方向を設定します。CWB 端子の設定変更は、CLK 端子へ入力される次のクロックパルスの立ち上がりエッジのタイミングで反映されます。(P14・CWBの切り換えについて参照)

CWBP レジスタ = '1' のときは CWB 端子論理を反転します。

CWBP	CWB	回転方向
0	L	Clockwise (CH1 の電流が CH2 の電流に対して 90°位相が進んで出力されます。)
0	H	Counter Clockwise (CH1 の電流が CH2 の電流に対して 90°位相が遅れて出力されます。)
1	L	Counter Clockwise (CH1 の電流が CH2 の電流に対して 90°位相が遅れて出力されます。)
1	H	Clockwise (CH1 の電流が CH2 の電流に対して 90°位相が進んで出力されます。)

○RHB(駆動/保持モード切換え端子)

出力駆動する駆動モード、電気角を保持する保持モードを切換えます。保持モードでは CLK 端子へのクロックパルス入力を遮断するため、内部トランスレータ回路の進相動作は停止します。また RHP レジスタ = '1' のときは RHB 端子論理を反転します。各設定に関しては下表を参照ください。

保持モード期間中にモータ励磁モード設定(MODE0 端子、MODE1 端子のレベル、SM[2:0]の値)を変更した場合、実際の励磁モードは保持モードから駆動モードに切り替わるタイミングで反映されます。

RHP	RHB	モータ出力
0	L	保持モード
0	H	駆動モード
1	L	駆動モード
1	H	保持モード

○PSB(パワーセーブ端子)

スタンバイ状態にし、モータ出力を OPEN にすることができます。スタンバイ状態に入ると、トランスレータ回路は RESET (イニシャライズ) され電気角は初期化されます。

PSB = L→H 時、スタンバイ状態から通常状態へ復帰するまで 40 μs (Max) の遅延があるのでご注意ください。(P13 オリセット動作参照)

PSB	状態
L	スタンバイ状態(RESET)
H	ACTIVE

RESET 直後の各励磁モードにおける電気角(初期電気角)は以下の通りです。(P16 ステップシーケンス参照)

励磁モード	初期電気角
Full step	45°
1/2 step	45°
1/4 step	45°
1/8 step	45°
1/16 step	45°
1/32 step	45°

■端子機能詳細説明 — 続き

OVCC(電源端子)

モータの駆動電流が流れるため、太く短い低インピーダンス配線にしてください。モータ逆起電力・PWM スイッチングノイズなどで VCC 電圧が大きく振れる可能性があるため、バイパスコンデンサ 100 μ F ~ 470 μ F を極力端子近くに必ず配置し、VCC 電圧が安定するように調整してください。

特に、大電流使用時や逆起電力の大きいモータを使用される際には必要に応じてコンデンサの容量を追加してください。また、広い周波数帯域で電源のインピーダンスを下げる目的からバイパスコンデンサと並列に 0.01 μ F ~ 0.1 μ F 程度の積層セラミック・コンデンサなどを配置することを推奨いたします。

くれぐれも VCC 電圧が瞬時たりとも定格を超えることのないようにご注意ください。

VCC は IC 内部でショートされていますが、VCC は必ず外部でショートしてご使用ください。ショートせずに使用した場合、電流経路の集中などが起こり誤動作や破壊の可能性がありますので必ずショートしてご使用ください。

なお、電源端子には静電破壊防止用のクランプ素子が内蔵されています。

絶対最大定格以上のサージなどの急峻なパルス信号や電圧が印加された場合、このクランプ素子が動作し、破壊に至る恐れがありますので、絶対最大定格は絶対に超えないでください。

絶対最大定格程度のツェナーダイオードを付けることも有効です。また、VCC 端子と GND 端子間には静電破壊防止用のダイオードが挿入されており、VCC 端子と GND 端子に逆電圧が印加された場合、IC は破壊に至る恐れがありますのでご注意ください。

OGND(グラウンド端子)

スイッチング電流によるノイズの低減や IC の内部基準電圧の安定化のために、この端子からの配線のインピーダンスはできるだけ低くし、いかなる動作状態においても最低電位になるようにしてください。また、他の GND パターンと共通インピーダンスを持たないようにパターン設計をしてください。

OOUT1A・OOUT1B・OOUT2A・OOUT2B(Hブリッジ出力端子)

モータの駆動電流が流れるため、太く短い低インピーダンス配線にしてください。大電流使用時など、出力が大きく正や負に振れる場合、例えば逆起電圧などが大きい場合、ショットキーダイオードを追加することも有効です。

なお、出力端子には静電破壊防止用のクランプ素子が内蔵されています。絶対最大定格以上のサージなどの急峻なパルス信号や電圧が印加された場合、このクランプ素子が動作し、破壊に至る恐れがありますので絶対最大定格は絶対に超えないでください。

ORREF(出力電流値設定端子)

出力電流値を設定する端子です。RREF 電圧と電流検出用抵抗 (RREF 抵抗) によって出力電流値 (最大値) を設定することができます。

$$I_{OUT} = \frac{V_{RREF}}{R_{RREF}} \times 14,900 \quad [\text{A}]$$

I_{OUT}	: 出力電流の最大値
V_{RREF}	: RREF 電圧[V] 0.457 V (Typ)
R_{RREF}	: RREF 抵抗[Ω] 6.2 k Ω to 43 k Ω

RREF 端子がオープンの場合、出力電流は 700 mA に設定されます。RREF 抵抗により制御できる最小電流は PWM 駆動に最小 ON 時間があるため、モータコイルの L、R 値と最小 ON 時間により決まります。

■端子機能詳細説明 — 続き

○OCR(チョッピング周波数設定端子)

出力チョッピング周波数を設定する端子です。外付け C (470 pF ~ 1500 pF) 、R (10 kΩ ~ 200 kΩ) を対 GND に接続してください。

チョッピング周波数設定方法は [P10 ■PWM 定電流制御](#) の「(3)CR タイマについて」をご参照ください。

外付けから GND への配線は他の GND パターンと共通インピーダンスを持たないようにしてください。また、矩形波などの急峻なパルスの配線に近づけないようにし、ノイズの飛び込みなどの少ない配線になるようにパターン設計をしてください。

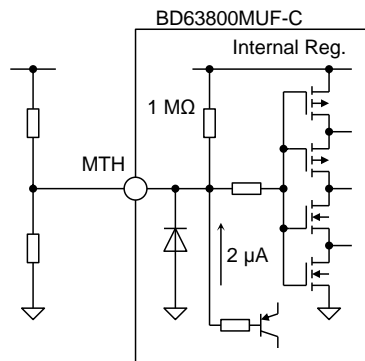
外部よりバイアスされた場合、正常な PWM 定電流制御ができなくなるため、PWM 定電流制御でご使用される場合は必ず C、R の両部品を付けてください。

○OMTH(電流減衰方式設定端子)

電流減衰方式を設定する端子です。入力電圧に応じて電流減衰方式を任意に設定することができます。

MTH 端子入力電圧	電流減衰方式
0.0 V ~ 0.3 V	Slow Decay
0.4 V ~ 1.0 V	Mix Decay
1.5 V ~ 2.0 V	Fast Decay
2.5 V 以上 もしくはオープン	Auto Decay

Slow Decay でのご使用の場合は、GND 接続で使用してください。また MTH 電圧が抵抗分割で入力される場合、流出電流(最大 2 μA)、内部 Pull-up 抵抗値(1 MΩ)を考慮して抵抗値を選択してください。各電流減衰方式については、[P11 ○電流減衰方式について](#)を参照してください。



○NC 端子

ノンコネクション端子で IC 内部回路とは電氣的に接続されていません。

○IC 裏面メタル

VQFN32FBV050 パッケージは IC 裏面に放熱用メタルを設けておりますが、このメタルに放熱処理を施して使用することが前提となっておりますので、必ず基板上の GND プレーンとはんだにて接続し、できるだけ GND パターンを広くとり放熱面積を十分確保しご使用ください。

また、裏面メタルは IC チップの裏面とショートしており、GND 電位となっています。GND 以外の電位とショートされると誤動作や破壊の可能性がありますので、IC 裏面に GND 以外の配線パターンは絶対に通さないでください。

●機能説明 — 続き

■PWM 定電流制御

1) 電流制御動作

出力トランジスタが ON することにより出力電流が増加し、出力電流が RREF 端子接続抵抗と IC 内部の DAC によって決定される電流値に達すると、電流検出コンパレータ (Current Limit Comp) が働き電流減衰モードに入ります。その後 CR タイマによる減衰時間を経て出力を再び ON します。これを繰り返します。

2) ノイズキャンセル機能

出力 ON 時に起こるスパイクノイズによる電流検出コンパレータの誤検出を避けるため、最小 ON 時間 t_{ONMIN} (ブランクタイム) を設けており、出力トランジスタが ON してから最小 ON 時間の間は電流検出を無効にします。

3) CR タイマについて

外付けの C、R によって CR 端子は VCRH 電圧と VCRL 電圧の間で充放電を繰り返します。

VCRL で充電が開始されから VCRH になるまでの区間では、電流検出コンパレータの検出を無効にします。

この充電区間が最小 ON 時間 t_{ONMIN} となります。

VCRH に到達後、放電開始となり、この放電区間で出力電流が設定電流値に達すると電流減衰モードに入ります。

その後、放電され VCRL に達すると、電流減衰モードから出力 ON モードに復帰し、それと同時に充電開始となります。

CR 充電時間すなわち最小 ON 時間 t_{ONMIN} 及び CR 放電時間 $t_{DISCHARGE}$ は、外付けの C、R により以下の式 (Typ) で決定され、この 2 つの時間の和が、チョッピング周期 t_{CHOP} となります。

$$t_{ONMIN} \approx C \times \frac{R \times R'}{R + R'} \times \ln \left(\frac{VCR - 0.4}{VCR - 1.0} \right) \quad [s]$$

$$t_{DISCHARGE} \approx C \times R \times \ln \left(\frac{1 + \alpha}{0.4} \right) \quad [s]$$

$$t_{CHOP} \approx t_{ONMIN} + t_{DISCHARGE} \quad [s]$$

R : CR 端子外付け抵抗

C : CR 端子外付け容量

V : 内部 regulator 電圧 5 V (Typ)

R' : CR 端子内部インピーダンス 5 kΩ (Typ)

α : 右図グラフ参照

$$VCR = \frac{R}{R + R'} \times V$$

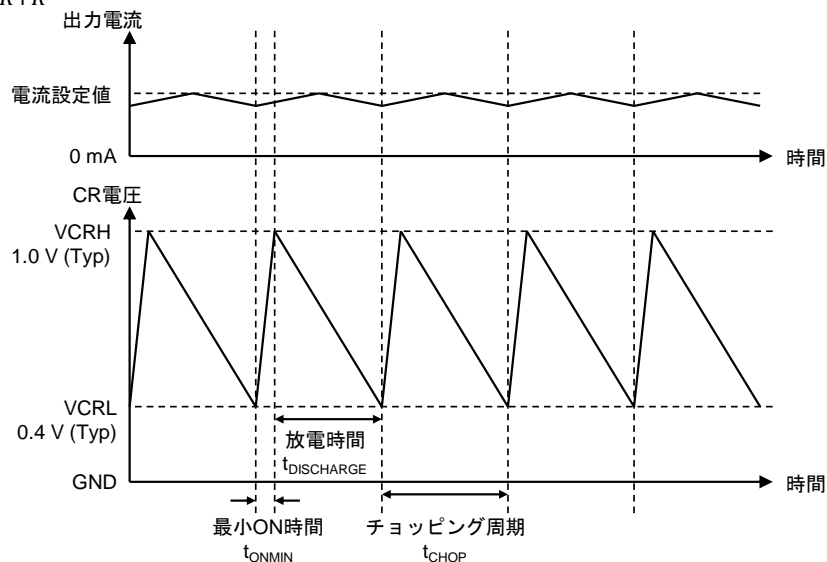
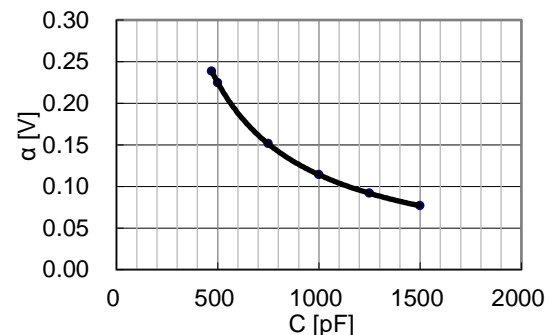


Figure 1. CR 電圧、出力電流タイミングチャート

CR 端子の抵抗は、抵抗値が低いと VCRH 電圧に達しないため、10 kΩ 以上を使用してください (10 kΩ ~ 200 kΩ 推奨)。容量に関しては、数千 pF を越えるコンデンサを使用する場合最小 ON 時間 t_{ONMIN} が長くなり、モータコイルの L、R 値によっては出力電流が電流設定値より多く流れる恐れがあるのでご注意ください (470 pF ~ 1,500 pF 推奨)。

またチョッピング周期 t_{CHOP} を長く設定しすぎた場合、出力電流のリプルが大きくなり、平均電流を低下させ、回転効率を低下させることがありますのでご注意ください。モータ駆動音、出力電流波形の歪みなどが最小限に抑えられるよう CR 端子に取り付ける抵抗、容量の最適な値を選定してください。

■PWM 定電流制御 — 続き

○電流減衰方式について

BD63800MUF-C では 2 種類の減衰状態(Fast decay/Slow Decay)で PWM 定電流駆動を実現しています。以下に各 Decay モードにおける電流減衰中の出力トランジスタの状態とモータ回生電流の経路を示します。

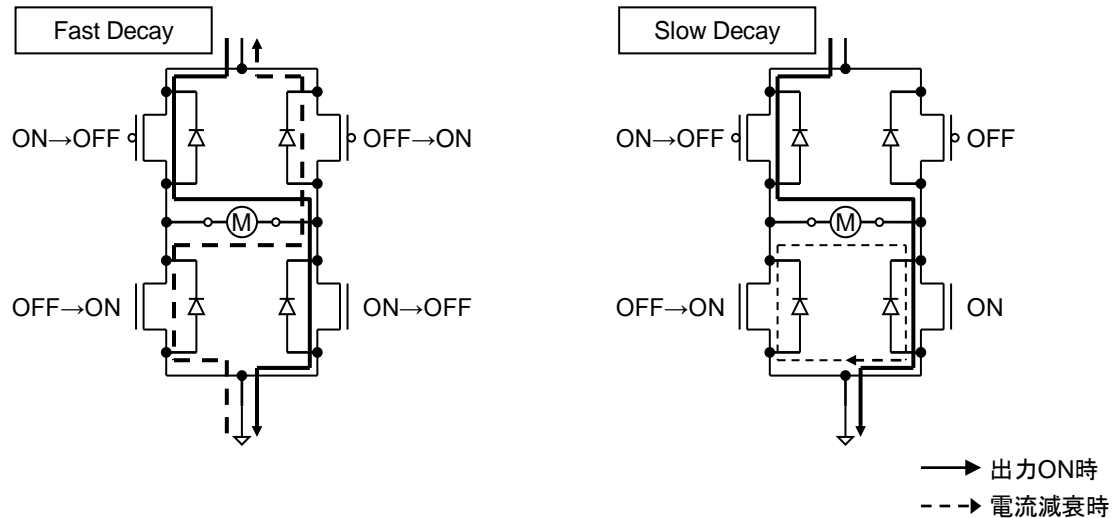


Figure 2. 電流減衰時の回生電流経路

BD63800MUF-C では、モータの特性、励磁方式やパルスレートに応じて、最適な駆動を実現するため、これらを組み合わせた 4 つの減衰モードを実装しています。各減衰モードの特長は以下のとおりです。

○Slow Decay Mode

電流減衰時、モータコイル間にかかる電圧が小さく、回生電流が穏やかに減少するため、電流リップルは小さくなりモータトルクには有利です。

しかし、①小電流領域においては、電流制御性の悪化により出力電流が増加します。また②1/2 step ~ 1/32 step モードにおいて高パルスレートで駆動された場合には、モータ逆起電圧が大きくなるため電流制限値の変化に追従できなくなり、結果として電流波形が歪みモータ振動が増加します。

Full step モード時や低パルスレート駆動の 1/2 step ~ 1/32 step モードに最適です。

○Fast Decay Mode

回生電流が急激に減少するため高パルスレート駆動における電流波形の歪みを軽減できます。

一方、出力電流のリップルが大きくなるため平均電流が低下し、①モータトルクの低下 (電流制限値を大きくすることで対策できますが、出力定格電流の考慮が必要です)、②モータの損失が大きくなり発熱が増加します。

特に①②に問題が無ければ高パルスレート駆動の 1/2 step ~ 1/32 step モードに最適です。

■PWM 定電流制御 — 続き

○Mix Decay Mode

上記 Slow Decay、Fast Decay にて発生する問題を改善する方法として、Mix Decay 方式があります。電流減衰中に Slow Decay と Fast Decay を切り換えることで電流リップルを大きくせずに電流制御性を改善できます。また、MTH 端子に入力する電圧によって Slow Decay と Fast Decay の時間比率を変えることができ、あらゆるモータに対して最適な制御状態を実現することが可能です。

Decay 中は、チョッピング周期 t_{CHOP} における CR 端子の放電区間の内、 $t_1 \sim t_2$ は Slow Decay、残りの $t_2 \sim t_3$ の区間は Fast Decay となります。ただし、 $t_1 \sim t_2$ の間に電流設定値に達しなかった場合は、Slow Decay は行わず Fast Decay のみとなります。

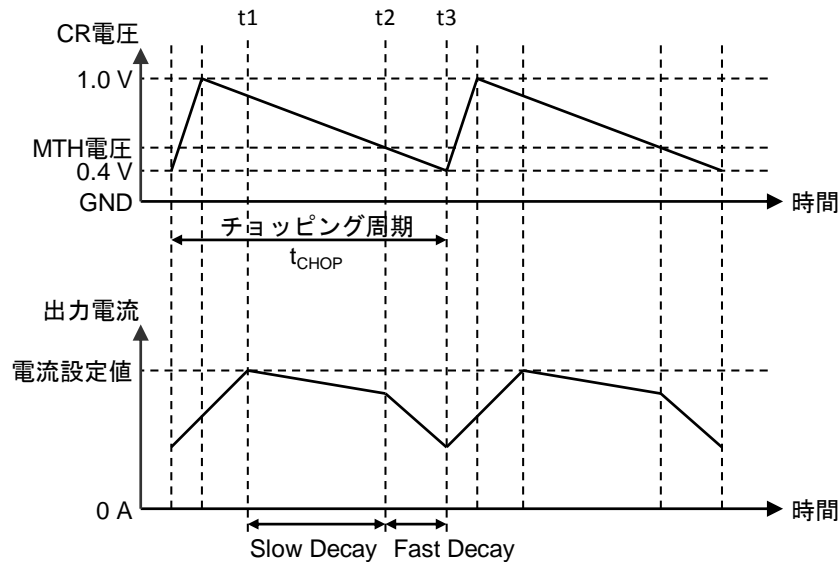


Figure 3. Mix Decay 時の CR 端子電圧と出力電流の関係

○Auto Decay Mode

Auto Decay Mode では電流設定値と出力電流の差に応じて、Decay 動作時に Fast Decay/Slow Decay を自動的に選択します。これにより、電流リップルを比較的小さく保ちつつ、電流制限値の変化には高速に追従します。例えば、設定電流値が減少した際に出力電流が設定電流値を上回っていた場合には、Fast Decay による電流減衰動作となります。

Auto Decay 動作時の波形を以下に示します。

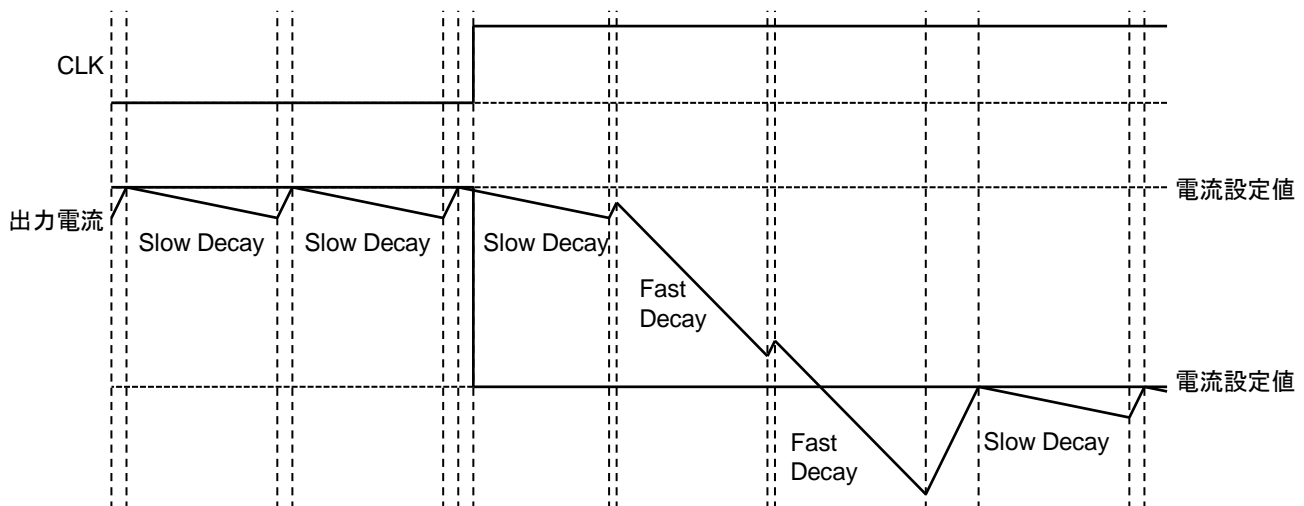


Figure 4. 電流設定値が減少した際の Auto Decay による電流減衰

●機能説明 — 続き

■トランスレータ回路動作

本製品は、トランスレータ回路を内蔵しており、CLK-IN 駆動もしくは SPI にてステッピングモータを駆動することができます。以下に、CLK-IN 駆動方式におけるトランスレータ回路について説明します。

○リセット動作

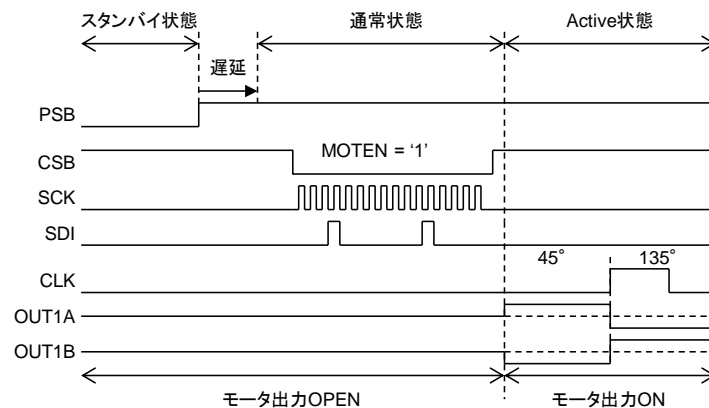
トランスレータ回路の初期化(イニシャライズ)は、パワーON リセット機能と PSB 端子によって行われます。

・電源投入時の初期化(イニシャライズ)シーケンスについて

(1) PSB = L にて電源投入する場合 (通常はこのシーケンスでご使用ください。)

電源投入時、IC 内部のパワーON リセット機能により初期化されます。PSB = Low 期間中、IC はスタンバイ状態となり、モータ出力は OPEN 状態となります。PSB = L→H になると、IC は通常状態となり、SPI によるコマンドを受け付けます。この状態で、SPI により制御レジスタ CR1 の MOTEN を '1' とすることにより、IC は Active 状態になり、モータ出力が ON することで初期電気角で励磁がかかります。

PSB = L→H 時、スタンバイ状態から通常状態へ復帰するまで 40 μ s (Max)の遅延があるのでご注意ください。



MODE0/MODE1/CWB = L、RHB = H

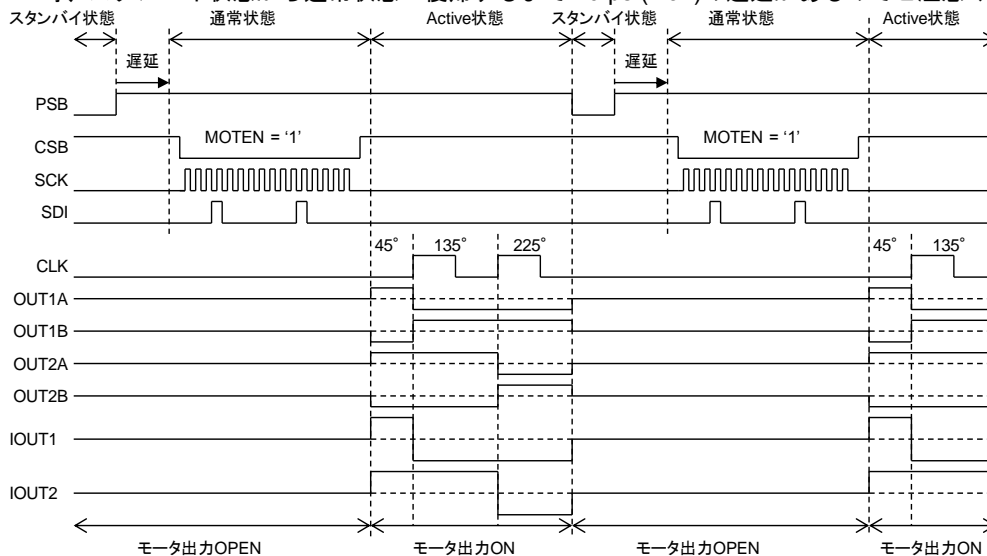
(2) PSB = H にて電源投入する場合

電源投入時に製品内部にてパワーON リセット機能が働いて初期化された後、SPI にて制御レジスタ CR1 の MOTEN に '1' を書き込むことでモータ出力は Active 状態になり初期電気角で励磁がかかります。ただし、VCC の波形が急峻に立ち上がる場合、パワーON リセットが動作せず、IC が正常に初期化されない可能性があります。この場合は VCC 立ち上げ後、PSB を一度 GND レベルにしてください。(P38 ●起動シーケンス、P14 ○制御入力タイミングを参照)

・モータ動作中の初期化 (イニシャライズ)シーケンスについて

モータ動作中にトランスレータ回路の初期化を行う場合は、PSB 端子にリセット信号を入力してください。他の入力信号に関係なくリセット動作を行います。IC 内部回路は通常状態に入り、モータ出力を OPEN にします。

PSB = L→H 時、スタンバイ状態から通常状態へ復帰するまで 40 μ s (Max)の遅延があるのでご注意ください。



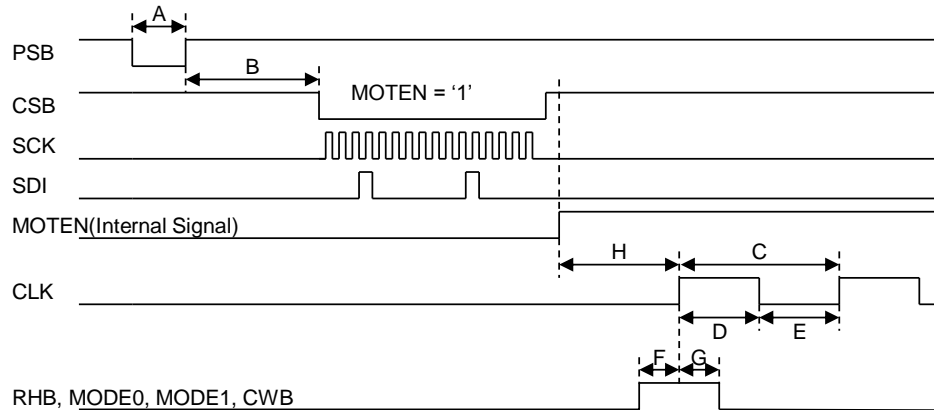
MODE0/MODE1/CWB = L、RHB = H

■トランスレータ回路動作 — 続き

○制御入力タイミング

トランスレータ回路は、CLK 信号の立ち上がりエッジにて動作するため、以下に示すような入力タイミングを守ってください。もし、このタイミングに違反して入力された場合トランスレータ回路が予期せぬ動作をする可能性がありますのでご注意ください。

また、PSB = L→H 時、スタンバイ状態から通常状態へ復帰するまで 40 μ s (Max) の遅延が存在します(区間 B)。この遅延区間では SPI コマンド受け付けませんのでご注意ください。

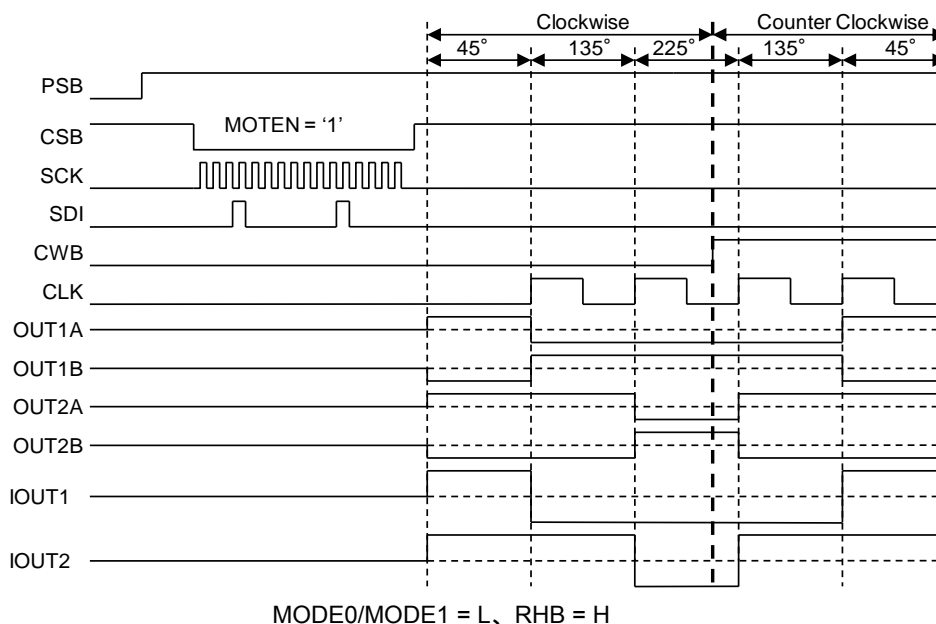


記号	説明	要求時間
A	PSB 入力 L パルス幅	20 μ s (Min)
B	PSB 立ち上がりエッジ ~ SPI コマンド入力開始時間	40 μ s (Max)
C	CLK 周期	4 μ s (Min)
D	CLK H パルス幅	2 μ s (Min)
E	CLK L パルス幅	2 μ s (Min)
F	RHB、MODE0、MODE1、CWB 対 CLK セットアップ時間	1 μ s (Min)
G	RHB、MODE0、MODE1、CWB 対 CLK ホールド時間	1 μ s (Min)
H	MOTEN 対 CLK セットアップ時間	1 μ s (Min)

・CWB の切り換えについて

CWB の切り換えは、CWB 信号が変化した直後の CLK の立ち上がりエッジで反映されます。

ただし、ドライバ IC 側での制御が対応していても CWB 切り換え時のモータの動作状態によっては、モータが追従できずにモータの脱調やミスステップなどがおこる可能性がありますので、切り換えのシーケンスについては十分評価を行ってください。



■ トランスレータ回路動作 — 続き

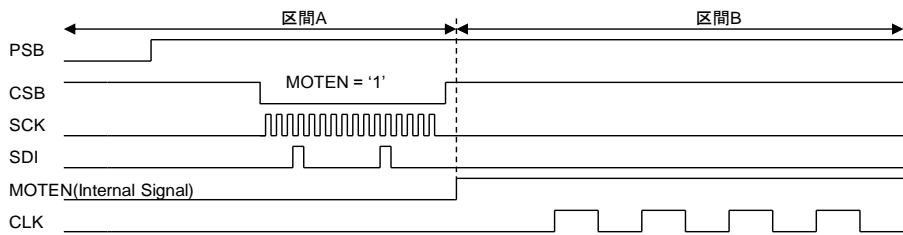
・ モータ励磁モードの切り換えについて

励磁モードの切り換えは、CLK 信号に関係なく MODE0、MODE1 信号の変化と同時に行われます。

本製品は、励磁モード切り換え時、遷移励磁間のトルクベクトルの不一致に起因するモータ脱調を防止する機能を内蔵しています。ただし、ドライバ IC 側での制御が対応していても MODE0、MODE1 信号の切り換え時のモータの動作状態によっては、モータが追従できずにモータの脱調やミスステップなどがおこる可能性もありますので、励磁モードの切り換えシーケンスに対しては十分評価し決定してください。

・ CWB と励磁モード (MODE0、MODE1) の切り換えを両方行う場合の注意点

下図のように、リセット解除 (PSB = L→H) 後 1 つ目のクロック信号が入力されるまでを区間 A、1 つ目のクロックが入力された以降を区間 B とします。



区間 A	CWB、励磁モードの切り換えに制約はありません。
区間 B	CLK の 1 周期中あるいは MOTEN = L 区間中は、CWB と励磁モードの切り換えはいずれか一方のみとしてください。本制約に違反した場合、ミスステップ（1 つ多く進相）が生じ、モータの脱調などがおこる可能性があります。

よって、CWB の切り換えと励磁モードの切り換えを両方行う場合は、必ず PSB 端子にリセット信号を入力し、区間 A の状態にしたうえで行ってください。

■ トランスレータ回路動作 — 続き

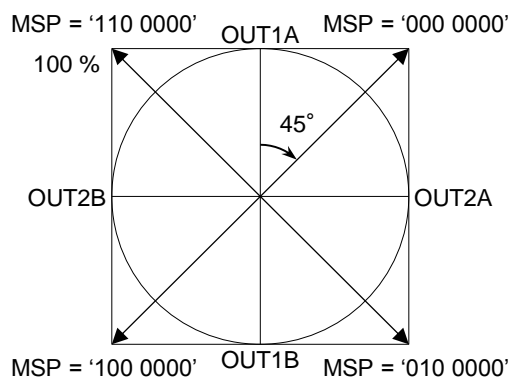
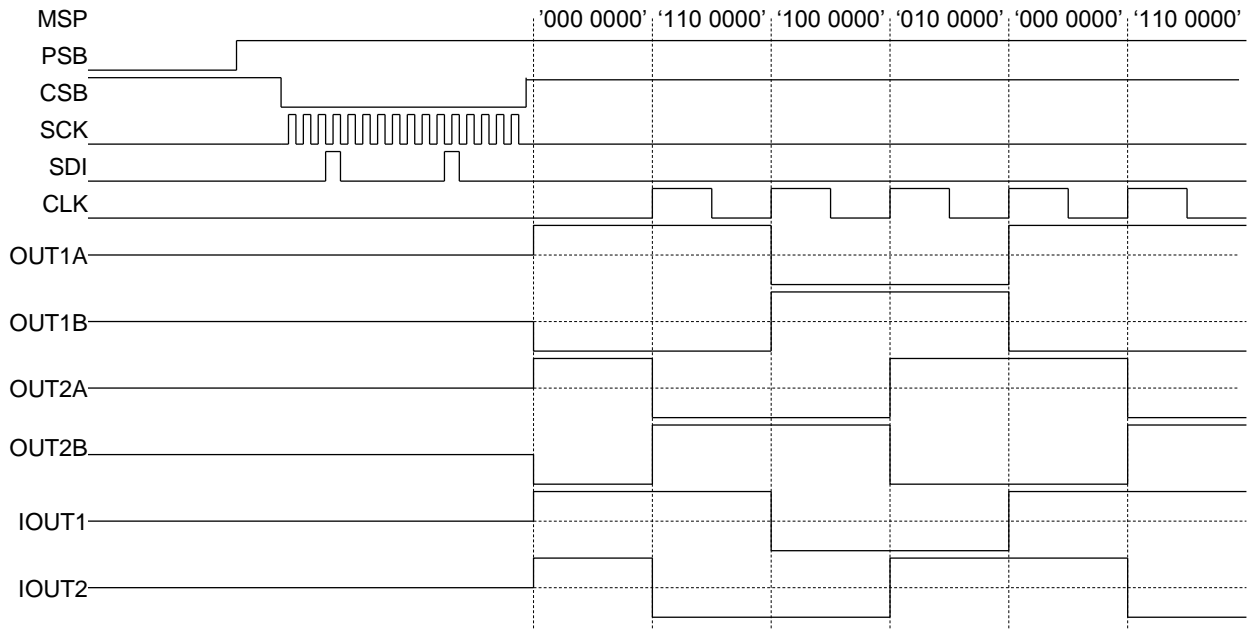
○ ステップシーケンス

各励磁モードに応じて、進相時の各ステップのマイクロステップ位置(MSP)、IOUT 電流比、角度が決まります。初期励磁位置は 45°となります。

・ Full step 時のステップシーケンス

Full step 時のタイミングチャート、MSP、IOUT 電流比、角度は下図の通りです。

({SM2, MODE1 xor SM1, MODE0 xor SM0} = '100' or '000', CWB = H)



○ステップシーケンス — 続き

・ 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32 step モードのステップシーケンス

1/2、1/4、1/8、1/16、1/32 step の各励磁方式の MSP、IOUT 電流比、角度は下表の通りです。(CWB = L)

MSP[6:0]	Step Mode {SM2, MODE1 xor SM1, MODE0 xor SM0}					% of I _{max}		Step angle [°]
	111	011	010	110	101 / 001	Coil 1	Coil 2	
	1/32	1/16	1/8	1/4	1/2			
111 0000	112	56	28	14	7	100.0	0.0	0.0
111 0001	113					99.9	4.9	2.8
111 0010	114	57				99.5	9.8	5.6
111 0011	115					98.9	14.7	8.5
111 0100	116	58	29			98.1	19.5	11.2
111 0101	117					97.0	24.3	14.1
111 0110	118	59				95.7	29.0	16.9
111 0111	119					94.2	33.7	19.7
111 1000	120	60	30	15		92.4	38.3	22.5
111 1001	121					90.4	42.8	25.3
111 1010	122	61				88.2	47.1	28.1
111 1011	123					85.8	51.4	30.9
111 1100	124	62	31			83.1	55.6	33.8
111 1101	125					80.3	59.6	36.6
111 1110	126	63				77.3	63.4	39.4
111 1111	127					74.1	67.2	42.2
000 0000	0	0	0	0	0	70.7	70.7	45.0
000 0001	1					67.2	74.1	47.8
000 0010	2	1				63.4	77.3	50.6
000 0011	3					59.6	80.3	53.4
000 0100	4	2	1			55.6	83.1	56.2
000 0101	5					51.4	85.8	59.1
000 0110	6	3				47.1	88.2	61.9
000 0111	7					42.8	90.4	64.7
000 1000	8	4	2	1		38.3	92.4	67.5
000 1001	9					33.7	94.2	70.3
000 1010	10	5				29.0	95.7	73.1
000 1011	11					24.3	97.0	75.9
000 1100	12	6	3			19.5	98.1	78.8
000 1101	13					14.7	98.9	81.5
000 1110	14	7				9.8	99.5	84.4
000 1111	15					4.9	99.9	87.2

・ 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32 step モードのステップシーケンス — 続き

MSP[6:0]	Step Mode {SM2, MODE1 xor SM1, MODE0 xor SM0}					% of I _{max}		Step angle [°]
	111	011	010	110	101 / 001	Coil 1	Coil 2	
	1/32	1/16	1/8	1/4	1/2			
001 0000	16	8	4	2	1	0.0	100.0	90.0
001 0001	17					-4.9	99.9	92.8
001 0010	18	9				-9.8	99.5	95.6
001 0011	19					-14.7	98.9	98.5
001 0100	20	10	5			-19.5	98.1	101.2
001 0101	21					-24.3	97.0	104.1
001 0110	22	11				-29.0	95.7	106.9
001 0111	23					-33.7	94.2	109.7
001 1000	24	12	6	3		-38.3	92.4	112.5
001 1001	25					-42.8	90.4	115.3
001 1010	26	13				-47.1	88.2	118.1
001 1011	27					-51.4	85.8	120.9
001 1100	28	14	7			-55.6	83.1	123.8
001 1101	29					-59.6	80.3	126.6
001 1110	30	15				-63.4	77.3	129.4
001 1111	31					-67.2	74.1	132.2
010 0000	32	16	8	4	2	-70.7	70.7	135.0
010 0001	33					-74.1	67.2	137.8
010 0010	34	17				-77.3	63.4	140.6
010 0011	35					-80.3	59.6	143.4
010 0100	36	18	9			-83.1	55.6	146.2
010 0101	37					-85.8	51.4	149.1
010 0110	38	19				-88.2	47.1	151.9
010 0111	39					-90.4	42.8	154.7
010 1000	40	20	10	5		-92.4	38.3	157.5
010 1001	41					-94.2	33.7	160.3
010 1010	42	21				-95.7	29.0	163.1
010 1011	43					-97.0	24.3	165.9
010 1100	44	22	11			-98.1	19.5	168.8
010 1101	45					-98.9	14.7	171.5
010 1110	46	23				-99.5	9.8	174.4
010 1111	47					-99.9	4.9	177.2

・ 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32 step モードのステップシーケンス — 続き

MSP[6:0]	Step Mode {SM2, MODE1 xor SM1, MODE0 xor SM0}					% of I _{max}		Step angle [°]
	111	011	010	110	101 / 001	Coil 1	Coil 2	
	1/32	1/16	1/8	1/4	1/2			
011 0000	48	24	12	6	3	-100.0	0.0	180.0
011 0001	49					-99.9	-4.9	182.8
011 0010	50	25				-99.5	-9.8	185.6
011 0011	51					-98.9	-14.7	188.5
011 0100	52	26	13			-98.1	-19.5	191.2
011 0101	53					-97.0	-24.3	194.1
011 0110	54	27				-95.7	-29.0	196.9
011 0111	55					-94.2	-33.7	199.7
011 1000	56	28	14	7		-92.4	-38.3	202.5
011 1001	57					-90.4	-42.8	205.3
011 1010	58	29				-88.2	-47.1	208.1
011 1011	59					-85.8	-51.4	210.9
011 1100	60	30	15			-83.1	-55.6	213.8
011 1101	61					-80.3	-59.6	216.6
011 1110	62	31				-77.3	-63.4	219.4
011 1111	63					-74.1	-67.2	222.2
100 0000	64	32	16	8	4	-70.7	-70.7	225.0
100 0001	65					-67.2	-74.1	227.8
100 0010	66	33				-63.4	-77.3	230.6
100 0011	67					-59.6	-80.3	233.4
100 0100	68	34	17			-55.6	-83.1	236.2
100 0101	69					-51.4	-85.8	239.1
100 0110	70	35				-47.1	-88.2	241.9
100 0111	71					-42.8	-90.4	244.7
100 1000	72	36	18	9		-38.3	-92.4	247.5
100 1001	73					-33.7	-94.2	250.3
100 1010	74	37				-29.0	-95.7	253.1
100 1011	75					-24.3	-97.0	255.9
100 1100	76	38	19			-19.5	-98.1	258.8
100 1101	77					-14.7	-98.9	261.5
100 1110	78	39				-9.8	-99.5	264.4
100 1111	79					-4.9	-99.9	267.2

・ 1/2、1/4、1/8、1/16、1/32 step モードのステップシーケンス — 続き

MSP[6:0]	Step Mode {SM2, MODE1 xor SM1, MODE0 xor SM0}					% of I _{max}		Step angle [°]
	111	011	010	110	101 / 001	Coil 1	Coil 2	
	1/32	1/16	1/8	1/4	1/2			
101 0000	80	40	20	10	5	0.0	-100.0	270.0
101 0001	81					4.9	-99.9	272.8
101 0010	82	41				9.8	-99.5	275.6
101 0011	83					14.7	-98.9	278.5
101 0100	84	42	21			19.5	-98.1	281.2
101 0101	85					24.3	-97.0	284.1
101 0110	86	43				29.0	-95.7	286.9
101 0111	87					33.7	-94.2	289.7
101 1000	88	44	22	11		38.3	-92.4	292.5
101 1001	89					42.8	-90.4	295.3
101 1010	90	45				47.1	-88.2	298.1
101 1011	91					51.4	-85.8	300.9
101 1100	92	46	23			55.6	-83.1	303.8
101 1101	93					59.6	-80.3	306.6
101 1110	94	47				63.4	-77.3	309.4
101 1111	95					67.2	-74.1	312.2
110 0000	96	48	24	12	6	70.7	-70.7	315.0
110 0001	97					74.1	-67.2	317.8
110 0010	98	49				77.3	-63.4	320.6
110 0011	99					80.3	-59.6	323.4
110 0100	100	50	25			83.1	-55.6	326.2
110 0101	101					85.8	-51.4	329.1
110 0110	102	51				88.2	-47.1	331.9
110 0111	103					90.4	-42.8	334.7
110 1000	104	52	26	13		92.4	-38.3	337.5
110 1001	105					94.2	-33.7	340.3
110 1010	106	53				95.7	-29.0	343.1
110 1011	107					97.0	-24.3	345.9
110 1100	108	54	27			98.1	-19.5	348.8
110 1101	109					98.9	-14.7	351.5
110 1110	110	55				99.5	-9.8	354.4
110 1111	111					99.9	-4.9	357.2

●機能説明 — 続き

■駆動モードと保持モード

本 IC は駆動モードと保持モードがあり、それぞれのピーク電流の割合を SPI により設定可能です。

駆動モード = Not (保持モード) となり、RHB とレジスタ RHBP の排他的論理和にて決まります。また、駆動ピーク電流はレジスタ IRUN[3:0]で決定され、保持ピーク電流はレジスタ IHOLD[3:0]で決定されます。以下にそれぞれのレジスタ値に対するピーク電流の割合を記載します。

IRUN[3:0]	Peak Motor Current IRUN [%]
0000	9.1
0001	10.1
0010	11.6
0011	13.0
0100	15.1
0101	17.4
0110	20.3
0111	24.0
1000	30.4
1001	36.1
1010	42.9
1011	50.0
1100	59.5
1101	70.8
1110	83.9
1111	100.0

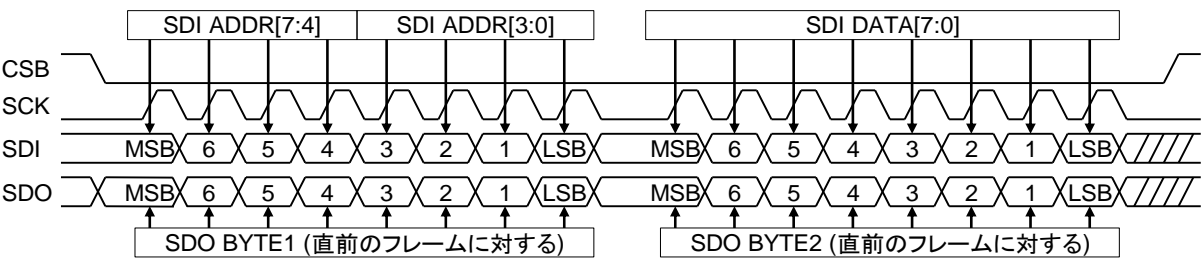
IHOLD[3:0]	Peak Motor Current IHOLD [%]
0000	0.0 (Note 1)
0001	9.1
0010	10.1
0011	11.6
0100	13.0
0101	15.1
0110	17.4
0111	20.3
1000	24.0
1001	30.4
1010	36.1
1011	42.9
1100	50.0
1101	59.5
1110	70.8
1111	83.9

(Note 1) この条件では OPEN 検知は無効となります。

●機能説明 — 続き

■SPI インタフェース

本 IC は SPI(シリアルペリフェラルインタフェース)を搭載しており、各種設定や IC の状態を出力することが可能です。
SPI フレーム構成は以下の通りです。



SPI の転送データサイズは 16 ビットです。
CSB が L のとき SPI はアクティブ状態となり、SCK の立ち上がりでデータ(SDI)を取り込みます。
CSB が L 区間での SCK の立ち上がり入力回数が 16 の倍数のときにのみデータ取り込みを行います。
CSB が L になってから、もしくはデータ取り込み後 SCK の立ち上がり入力回数が 16 回未満のときはデータ取り込みを行いません。

SPI のアドレス、データ入力及びデータ出力構造は以下の通りです。

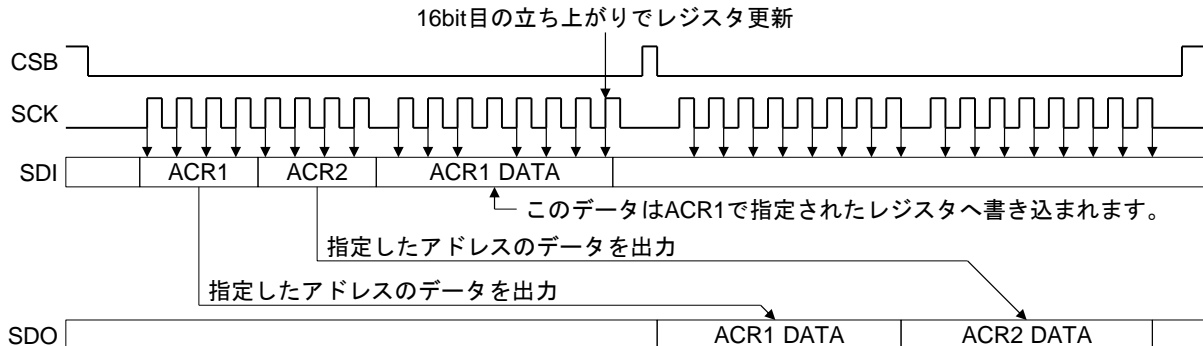
SDI ADDR[7:4]	SDI ADDR[3:0]	SDI DATA[7:0]	SDO BYTE1	SDO BYTE2	Comment on Use
ACR1	ACR2	SDICR1	SDOCR1	SDOCR2	制御レジスタ CR1 データ入力 CR1, CR2 データ出力
ACR1	ASR1	SDICR1	SDOCR1	SDOSR1	制御レジスタ CR1 データ入力 CR1, SR1 データ出力
ACR1	NOP	SDICR1	SDOCR1	00h	制御レジスタ CR1 データ入力 CR1 データ出力
ASR1	ACR1	XXh	SDOSR1	SDOCR1	SR1, CR1 データ出力
ASR1	ASR2	XXh	SDOSR1	SDOSR2	SR1, SR2 データ出力
ASR1	NOP	XXh	SDOSR1	00h	SR1 データ出力
NOP	ACR1	XXh	00h	SDOCR1	CR1 データ出力
NOP	ASR2	XXh	00h	SDOSR2	SR2 データ出力
NOP	NOP	XXh	00h	00h	Dummy/Placeholder

- ACR1、ACR2 : 制御レジスタアドレス。 [P30 ■制御レジスタ](#) 参照
- ASR1、ASR2 : 状態レジスタアドレス。 [P34 ■状態レジスタ](#) 参照
- SDICR1 : 制御レジスタデータ入力
- SDOCR_x、SDOSR_x : データ出力。(x = 1, 2)
- NOP : 範囲外のレジスタアドレス
- XXh : 指定なし

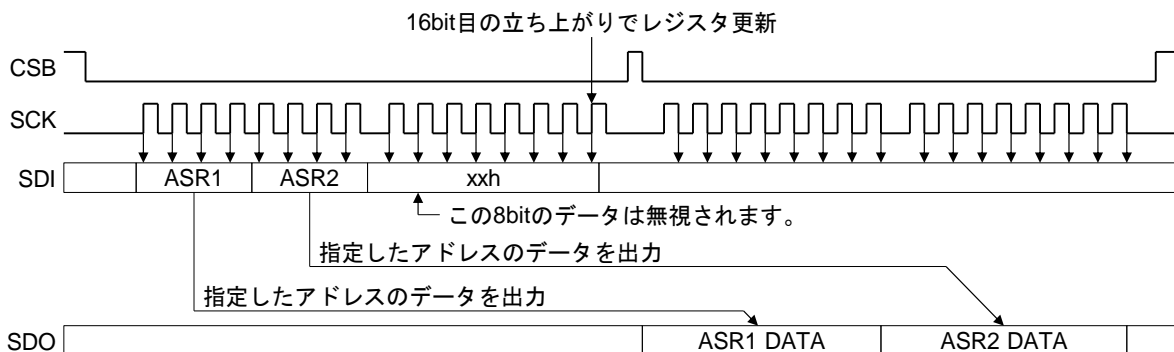
■SPI インタフェース — 続き

○SPI 入出力シーケンス例

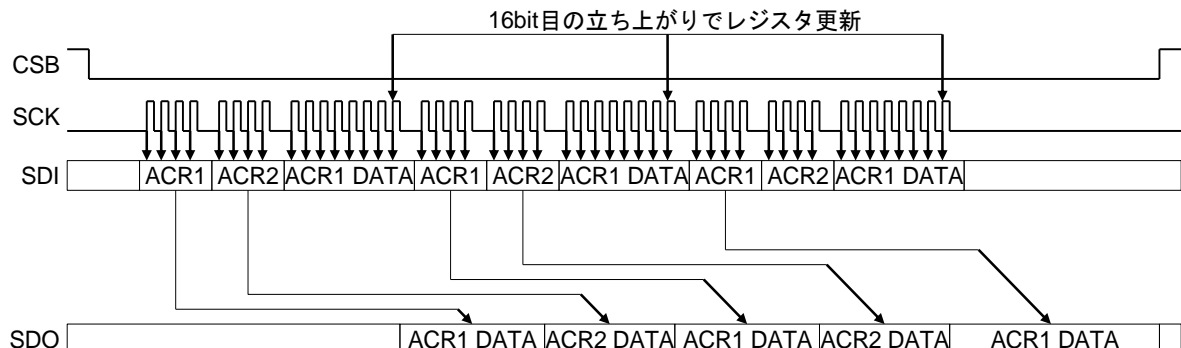
制御レジスタへデータを書き込む場合、先頭 4bit でアドレスを指定し、後半の 8bit でデータを入力します。
出力データは次のフレームの 16bit にて SDO から出力されます。先頭 4bit で指定したアドレスのデータが先頭の 8bit、次の 4bit で指定したアドレスのデータが後半の 8bit で出力されます。



状態レジスタのデータを読み込む場合、先頭の 4bit と次の 4bit にてアドレスを指定します。
後半 8bit のデータを入力する必要はありません。
データ出力 SDO は次の 16bit にて出力されます。先頭 4bit で指定したアドレスのデータが先頭の 8bit、次の 4bit で指定したアドレスのデータが後半の 8bit で出力されます。



本 IC はバースト転送に対応しています。MCU は、CSB を L にした状態で 16 の倍数で SCK 及び SDI を入力することで、レジスタの書き込みを連続で行うことが可能です。



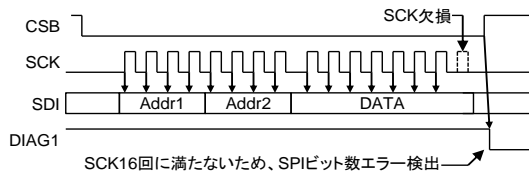
■SPI インタフェース — 続き

○SPI ビット数エラー検知

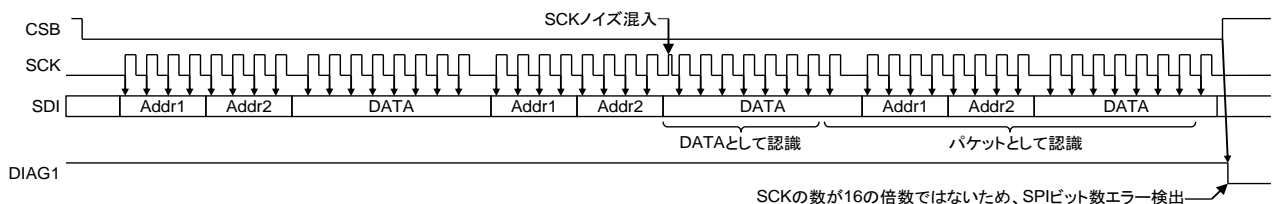
本 IC では SPI のエラーチェック機能を実装しています。CSB = L 期間における SCK の数をカウントし、CSB 立ち上がりの時点で 16 の倍数と異なる場合、SPI ビット数エラーを検知します。

(CSB = L 期間に SCK パルスがない場合、レジスタアクセスへの影響がありませんので、SPI ビット数エラーは検知しません。)

1 パケットの転送の場合



バースト転送の場合



○複数 IC の接続方法の一例

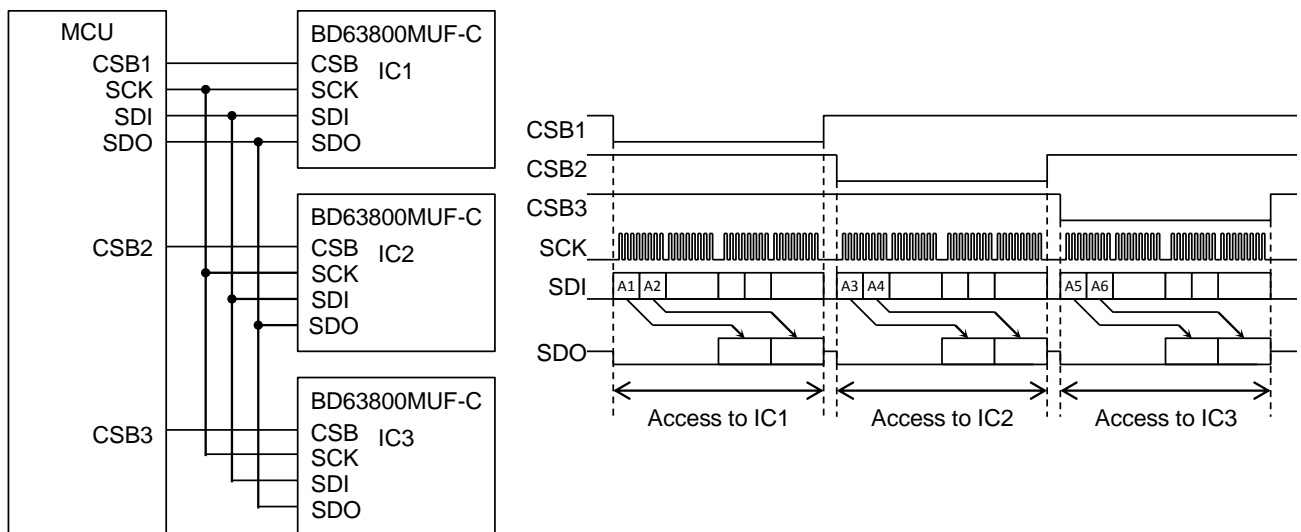


Figure 5. IC の複数接続例

Figure 5 は BD63800MUF-C を 3 つ並列に接続した図と波形になります。

SCK、SDI、SDO を共通にして CSB にて制御レジスタへの書き込み、状態レジスタからの読み出しを行う IC を選択することが可能です。

SDO 端子は CMOS 出力ですが、CSB が H のときは Hi-Z 状態となりますので、SDO 端子をショートしても特定 IC の状態レジスタを読み出すことが可能です。

ただし、MCU が 2 つ以上の IC に同時にコマンドを送るとそれぞれの IC から異なる電圧レベルが出力される場合があります。この場合、SDO 端子経由で貫通電流が発生する恐れがあるのでご注意ください。

また、すべての IC の CSB が H となると、MCU への入力 SDO が Hi-Z となります。各 IC の出力が重ならないよう、CSB = H の期間を十分に確保してください。(P41 ●電氣的特性の SPI タイミング表 tDCSBSDO1、tDCSBSDO2 参照)

●機能説明 — 続き

■保護/検知機能

○電源未印加時誤動作防止機能 (Ghost Supply Prevention 機能)

本 IC には電源が印加されていない状態で制御信号 (ロジック信号、MTH、RREF) が入力された場合、制御入力端子から VCC へ静電破壊防止用ダイオードを通じて本 IC もしくはセット上の他の IC の電源に電圧が供給されてしまう誤動作を防止する機能があります。したがって、電源が入っていない状態で制御入力端子に電圧が与えられた場合でも回路が誤動作することはありません。

○温度保護機能 (TSD)

本 IC には過熱保護対策としてサーマルシャットダウン回路を内蔵しています。IC のチップ温度が 175 °C (Typ) 以上になった場合、モータ出力を OPEN にします。また、150 °C (Typ) 以下になると通常動作に自動的に復帰します。ただし、TSD が動作している状態でも外部から更に熱が加え続けられると熱暴走し破壊に至ります。

○温度警告機能 (TW)

本 IC には過熱保護対策として温度警告回路を内蔵しています。IC のチップ温度が SPI で設定した温度以上になった場合、SDO 端子及び DIAG1/DIAG2 端子から温度警告を出力します。また、SPI で設定した温度以下になると温度警告を解除します。温度保護機能とは異なり、温度警告機能ではモータ制御動作を継続します。

TWThr[3:0]	TW Threshold Level ON/OFF [°C] (Typ)		
0000	65.7	/	33.8
0001	71.4	/	39.8
0010	77.1	/	45.9
0011	82.8	/	51.9
0100	88.4	/	58.0
0101	94.1	/	64.0
0110	99.8	/	70.1
0111	105.4	/	76.1
1000	111.1	/	82.2
1001	116.8	/	88.2
1010	122.4	/	94.2
1011	128.1	/	100.3
1100	133.8	/	106.3
1101	139.5	/	112.4
1110	145.1	/	118.4
1111	150.8	/	124.5

○過電流保護機能 (OCP)

本 IC にはモータ出力間ショート、天絡、地絡時の破壊対策として過電流保護回路を内蔵しています。この回路は規定値を越えた電流 (参考値 : 3 A、25 °C、Typ) が 4 μ s (Typ) 間流れるとモータ出力を OPEN 状態にラッチします。電源再投入あるいは PSB 端子によるリセットで復帰します。

過電流保護回路は、あくまでもモータ出力ショートなどの異常状態において、過電流による IC の破壊を防ぐことを目的とした回路であり、セットの保護及び保障を目的とはしておりません。よって、この回路の機能を利用したセットの保護設計はしないでください。過電流保護動作後、異常状態のまま電源再投入あるいはリセットによる復帰を行うと、ラッチ→復帰→ラッチというように過電流保護動作を繰り返す可能性があり、IC の発熱や劣化などが考えられますのでご注意ください。なお、天絡・地絡・ショート時の配線が長いなど配線の L 値が大きい場合は、過電流が流れた後、出力端子電圧が跳ね上がり、絶対最大定格を超えると破壊する恐れがあります。

また、出力電流定格以上 OCP 検知電流以下の電流が流れた場合、IC が発熱し、Tjmax = 150 °C を超えて IC が劣化する恐れがありますので、出力定格以上の電流は流さないようにしてください。

○過電圧時出力 OFF 機能 (OVLO)

本 IC には電源過電圧時の IC 出力及びモータの保護として過電圧時出力 OFF 回路を内蔵しています。

この回路は VCC 端子への印加電圧が 32 V (Typ) 以上になった場合、モータ出力を OPEN にします。また、ノイズなどの誤動作を防止するためこの切り換えり電圧には 1 V (Typ) のヒステリシスを、検知時間としては 4 μ s (Typ) のマスク時間を設けています。

なお、過電圧時出力 OFF 回路を内蔵していますが、電源電圧の絶対最大定格を超えた場合は破壊の可能性がありますので、絶対最大定格を超えないようにしてください。なお、スタンバイ状態はこの回路は動作しませんのでご注意ください。

■保護/検知機能 — 続き

○低電圧時誤動作防止機能(UVLO)・低電圧時モータ保持機能

本 IC には電源低電圧時の IC 出力などの誤動作を防止するために低電圧時誤動作防止回路を内蔵しています。VCC 端子への印加電圧が SPI で設定した電圧以下になった場合、モータ出力を OPEN にします。

また、低電圧時モータ保持機能も選択可能です。このモードでは低電圧検知すると DIAG1/DIAG2 や状態レジスタから検知フラグは出力されますが、モータは保持状態となります。

制御レジスタ(UVM3 ~ UVM0)を設定することにより上記 2 つのモードを選択可能です。

UVM3	UVM2	UVM1	UVM0	モード	動作
0	0	0	0	保護モード	低電圧検知後モータ OPEN
1	1	0	1	保持モード	低電圧検知後モータ状態保持
Others				設定禁止	_(Note 1)

(Note 1) IC の動作は継続しますが、下記のような現象が発生する可能性があります。ただし UVM3 ~ UVM0 を上表の保持・保護のいずれかに設定することで SDO は正常動作に復帰します。

- SDO が意図しない値を出力
- 保護・検知機能が OFF

切り換えり電圧はノイズなどの誤動作を防止するため、ヒステリシスを設けています。なお、スタンバイ時はこの回路は動作しませんのでご注意ください。

UVThr[3:0]	UV Threshold Level ON/OFF [V] (Typ)
0000	3.92 / 4.53
0001	4.29 / 4.96
0010	4.67 / 5.39
0011	5.04 / 5.82
0100	5.41 / 6.24
0101	5.78 / 6.67
0110	6.15 / 7.10
0111	6.52 / 7.53
1000	6.89 / 7.96
1001	7.26 / 8.39
1010	7.64 / 8.82
1011	8.01 / 9.24
1100	8.38 / 9.67
1101	8.75 / 10.10
1110	9.12 / 10.53
1111	9.49 / 10.96

○オープン検知機能

本 IC はオープン検知機能を内蔵しています。

H ブリッジ出力端子 (OUT1A、OUT1B、OUT2A、OUT2B) のいずれかがオープンになった際に SDO 端子及び DIAG1/DIAG2 端子からオープン検知を出力します。

オープン状態が 5.12 ms(Typ)以上継続するとオープン検知します。ただし、下記条件ではオープン状態の時間を測定するタイマが停止するため、オープン状態を検知しません。各条件解消後にオープン状態が継続していれば、タイマが再開しオープン検知します。

- (1) TSD、OCP、UVLO^(Note 1)、OVLO の検知時
- (2) IHOLD = '0000' 設定状態での保持モード時
- (3) 0°/180° (OUT2 側のみ検知停止)、90°/270° (OUT1 側のみ検知停止)

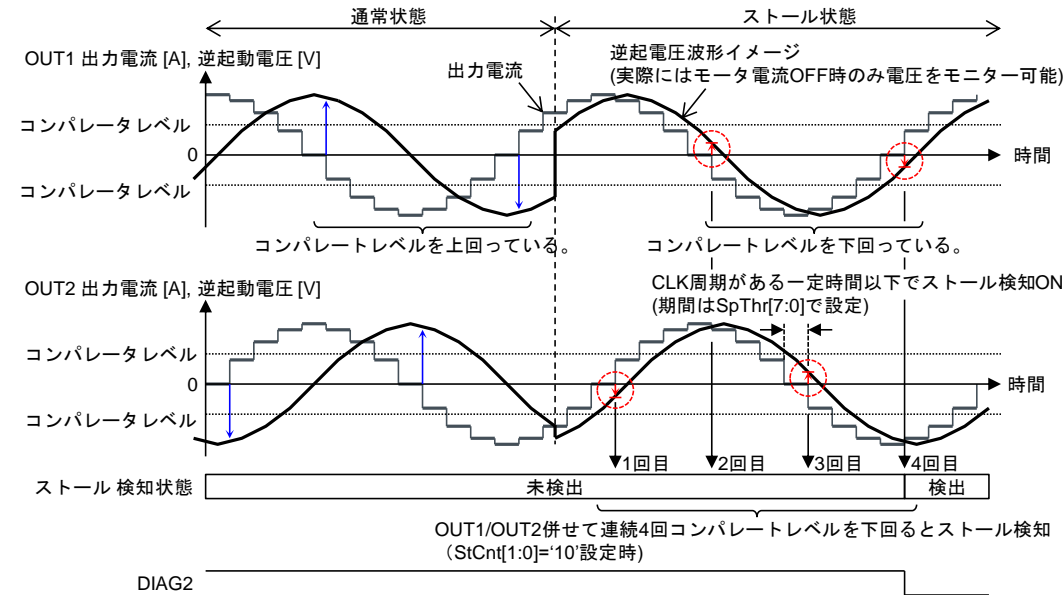
(Note 1) 低電圧時モータ保持機能選択時は OPEN 検知は有効となります。

オープン検知は、高速でモータを回転させる等のチョッピングが発生しない場合、出力端子がオープン状態でなくても検知します。

■保護/検知機能 — 続き

○ストール検知機能

本 IC はストール検知回路を内蔵しています。
電流ゼロクロス時の逆起電圧をモニタすることでストール状態か否かを判定します。
ストール状態になると、SDO 端子から SPI で状態レジスタ値を出力、及び DIAG1/DIAG2 端子からストール検知を出力します。



コンパレート電圧レベル：下表に従い StThr[7:0]、BeGain2/BeGain を設定してください。(すべて Typ 値)
単位[V]

StThr[7:0]	n	BeGain2/BeGain			
		'0'/'0'	'0'/'1'	'1'/'0'	'1'/'1'
0000 0000	0	ストール検知 OFF			
0000 0001	1	0.20	0.15	0.06	0.03
0000 0010	2	0.39	0.29	0.12	0.06
0000 0011	3	0.59	0.44	0.18	0.09
0000 0100	4	0.78	0.59	0.24	0.12
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1111 1110	254	49.80	37.35	14.94	7.47
1111 1111	255	50.00	37.50	15.00	7.50
計算式		$\frac{10}{51} \times n$	$\frac{5}{34} \times n$	$\frac{2}{34} \times n$	$\frac{1}{34} \times n$

コンパレータのヒステリシス：コンパレート電圧レベルに対する割合となります。下表に従い StHys[3:0]を設定してください。

StHys[3:0]	m	ヒステリシス(Typ)
0000	0	4 %
0001	1	8 %
0010	2	12 %
⋮	⋮	⋮
1110	14	60 %
1111	15	64 %
計算式		$4 \times (m + 1)$

○ストール検知機能 — 続き

ストール状態の検知が有効となる CLK-IN 周期：下表に従い SpThr[7:0]を設定してください。CLK-IN 周期が下記の設定値以下の時、ストール検知が有効となります。

SpThr[7:0]	CLK-IN 周期のストール検知用しきい値(Typ)
0000 0000	ストール検知無効
0000 0001	20 μ s
0000 0010	40 μ s
⋮	⋮
1111 1110	5,080 μ s
1111 1111	5,100 μ s

ストール検知するための検知回数：下表に従い StCnt[1:0]を設定してください。逆起電圧が下表の設定回数連続してコンパレータレベルを下回った時、ストール検知します。

StCnt[1:0]	ストール検知が有効となるストール状態の回数
00	1 回のストール状態
01	連続 2 回のストール状態
10	連続 4 回のストール状態
11	連続 8 回のストール状態

ストール検知は、1/2 step、1/4 step、1/8 step、1/16 step、1/32 step モードにて有効となります。

■保護/検知機能 — 続き

ODIAG 出力選択機能

本 IC は DIAG 出力機能を内蔵しています。

下記 8 種の検知結果を DIAG1/DIAG2 から出力可能です。

- (1) 過電流検知
- (2) オープン検知
- (3) 温度警告(TW)
- (4) 温度保護(TSD)
- (5) ストール検知
- (6) 低電圧時検知
- (7) 過電圧時検知
- (8) SPI ビット数エラー検知

Control Register CR5A/CR6A を設定することにより、DIAG1/DIAG2 より出力する保護・検知を選択可能です。

回路リセット後の初期設定の状態では、DIAG1：上記すべての検知結果の論理 OR、DIAG2：ストール検知結果のみを出力します。

[P33](#) ・ [CR5A \(0x15\)](#)、[CR6A \(0x16\)](#)参照

●機能説明 — 続き

■制御レジスタ

○制御レジスタマップ

制御レジスタの設定は以下の通りです（下段はリセット後のデフォルト値）。

5-bit Address	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
01h(CR1)	CWBP	RHBP	CLKP	MOTEN	StThr7	StThr6	StThr5	StThr4
	0	0	0	0	0	0	0	0
02h(CR2)	IHOLD3	IHOLD2	IHOLD1	IHOLD0	IRUN3	IRUN2	IRUN1	IRUN0
	0	0	0	0	0	0	0	0
03h(CR3)	-	-	EMC1	EMC0	UVM3	SM2	SM1	SM0
	0	0	1	0	0	0	0	0
05h(CR5)	SpThr7	SpThr6	SpThr5	SpThr4	SpThr3	SpThr2	SpThr1	SpThr0
	0	0	0	0	0	0	0	0
06h(CR6)	UVThr3	UVThr2	UVThr1	UVThr0	-	-	-	-
	0	0	0	0	0	0	0	0
07h(CR7)	AD4	BeGain	UVM2	UVM1	-	-	-	-
	0	0	0	0	0	0	0	0
11h(CR1A)	UVM0	BeGain2	StCnt1	StCnt0	TwThr3	TwThr2	TwThr1	TwThr0
	0	0	0	1	0	0	0	0
12h(CR2A)	StHys3	StHys2	StHys1	StHys0	StThr3	StThr2	StThr1	StThr0
	0	0	0	0	0	0	0	0
15h(CR5A)	SelSPI1	SelSHORT1	SelOPEN1	SelTW1	SelTSD1	SelSTALL1	SelUV1	SelOV1
	1	1	1	1	1	1	1	1
16h(CR6A)	SelSPI2	SelSHORT2	SelOPEN2	SelTW2	SelTSD2	SelSTALL2	SelUV2	SelOV2
	0	0	0	0	0	1	0	0

■制御レジスタ — 続き

○制御レジスタの各ビットの定義

制御レジスタの各ビットの定義は以下の通りです。

・ CR1 (0x01)

Symbol	Bit	Description
CWBP	7	モータ回転方向設定。CWBP = 1 のとき CWB 端子の論理を反転。 P7 ○CWB(モータ回転方向設定端子) 参照
RHBP	6	駆動/保持設定。RHBP = 1 のとき RHB 端子の論理を反転。 RHB xor RHBP = 0 の時、保持モード。 P7 ○RHB(駆動/保持モード切換え端子) 参照
CLKP	5	CLKIN 入力。'1'書き込み時に CLKIN 入力となります。また、次の SCK 立上りが来ると内部信号は自動的に'0'に戻ります。(その期間、外部 CLK 信号が無効となりますのでご注意ください。) P6 ○CLK(進相クロック入力端子)参照
MOTEN	4	Hブリッジイネーブル。'1'書き込み後、モータ駆動制御開始します。'0'書き込み後 Hブリッジはオープンとなります。 P13 ■トランスレータ回路動作参照
StThr[7:4]	[3:0]	ストール検知スレッシュヨルド設定。StThr[7:0]='0000 0000'を設定するとストール検知無効となります。それ以外でストール検知が有効となります。 P27 ○ストール検知機能参照

・ CR2 (0x02)

Symbol	Bit	Description
IHOLD[3:0]	[7:4]	保持モードの電流割合設定。 P21 ■駆動モードと保持モード参照 。
IRUN[3:0]	[3:0]	駆動モードの電流割合設定。 P21 ■駆動モードと保持モード参照 。

・ CR3 (0x03)

Symbol	Bit	Description
EMC[1:0]	[5:4]	モータドライバスイッチングスルーレート設定。 '00': 12 V/μs、'01': 24 V/μs、'10': 96 V/μs、'11': 192 V/μs。
SM[2:0]	[2:0]	励磁方式設定。 P6 ○MODE0・MODE1(モータ励磁モード設定端子) 参照
UVM3	3	低電圧検知時保護・保持モード選択用ビット。 P26 ○低電圧時誤動作防止機能(UVLO)・低電圧時モータ保持機能 参照

・ CR5 (0x05)

Symbol	Bit	Description
SpThr[7:0]	[7:0]	ストール検知進相速度しきい値設定。1 step = 20 μs (Typ)に相当します。CLKIN 周期がこの値より短い場合、ストール検知が有効となります。また SpThr[7:0]='0000 0000'の時、ストール検知は無効です。 P27 ○ストール検知機能参照

・ CR6 (0x06)

Symbol	Bit	Description
UVThr[3:0]	[7:4]	UVLO スレッシュヨルド電圧設定。 P26 ○低電圧時誤動作防止機能(UVLO)・低電圧時モータ保持機能 参照

○制御レジスタの各ビットの定義 — 続き

・ CR7 (0x07)

Symbol	Bit	Description
AD4	7	アドレス選択ビット。 AD4 = '0' のとき、CR1、CR2、CR3、CR5、CR6、SR1、SR2、SR3、SR5、SR6 へのアクセスが有効となる。AD4 = '1' のとき、CR1A、CR2A、CR5A、CR6A、SR7A、SR8A へのアクセスが有効となります。 ただし CR7 への書き込みは AD4 の値によらず有効ですが CR7 からの読み出しは AD4 = '0' でのみ有効となることにご注意ください。
BeGain	6	ストール検知用逆起電圧ゲイン設定。 P27 ○ストール検知機能 参照
UVM2,UVM1	[5:4]	低電圧検知時保護・保持モード選択用ビット。 P26 ○低電圧時誤動作防止機能(UVLO) ・ 低電圧時モータ保持機能 参照

・ CR1A (0x11)

Symbol	Bit	Description
UVM0	7	低電圧検知時保護・保持モード選択用ビット。 P26 ○低電圧時誤動作防止機能(UVLO) ・ 低電圧時モータ保持機能 参照
BeGain2	6	ストール検知用逆起電圧ゲイン設定。 P27 ○ストール検知機能 参照
StCnt[1:0]	[5:4]	ストール検知カウント設定。 P27 ○ストール検知機能 参照
TwThr[3:0]	[3:0]	温度警告スレッシュホールド設定 P25 ○温度警告機能 (TW) 参照

・ CR2A (0x12)

Symbol	Bit	Description
StHys[3:0]	[7:4]	ストール検知ヒステリシス設定。 P27 ○ストール検知機能 参照
StThr[3:0]	[3:0]	ストール検知スレッシュホールド設定。 P27 ○ストール検知機能 参照

○制御レジスタの各ビットの定義 — 続き

・ CR5A (0x15)

Symbol	Bit	Description
SelSPI1	7	DIAG1 SPI ビット数エラー検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelSHORT1	6	DIAG1 過電流検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelOPEN1	5	DIAG1 オープン検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelTW1	4	DIAG1 温度警告(TW)出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelTSD1	3	DIAG1 温度保護(TSD)出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelSTALL1	2	DIAG1 ストール検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelUV1	1	DIAG1 低電圧検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelOV1	0	DIAG1 過電圧検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG1 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。

・ CR6A (0x16)

Symbol	Bit	Description
SelSPI2	7	DIAG2 SPI ビット数エラー検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelSHORT2	6	DIAG2 過電流検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelOPEN2	5	DIAG2 オープン検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelTW2	4	DIAG2 温度警告(TW)出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelTSD2	3	DIAG2 温度保護(TSD)出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelSTALL2	2	DIAG2 ストール検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelUV2	1	DIAG2 低電圧検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。
SelOV2	0	DIAG2 過電圧時検知結果出力選択。 ‘1’設定時、DIAG2 より検知結果出力します。 P29 ODIAG 出力選択機能 参照。

●機能説明 — 続き

■状態レジスタ

○状態レジスタマップ

状態レジスタの設定は以下の通りです(下段はリセット後のデフォルト値)。

5-bit Address	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
08h(SR1) Errors1	PAR	SPI	SHORT	OPEN	TSD	TW	STALL	Reserved
	0	0	0	0	0	0	0	0
09h(SR2) Errors2	PAR	ORErr	OV	UV	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
	0	0	0	0	0	0	0	0
0Ah(SR3) Position	PAR	MSP6	MSP5	MSP4	MSP3	MSP2	MSP1	MSP0
	0	0	0	0	0	0	0	0
0Ch(SR5) Speed	Sp7	Sp6	Sp5	Sp4	Sp3	Sp2	Sp1	Sp0
	0	0	0	0	0	0	0	0
0Dh(SR6) StepLoss	PAR	SI6	SI5	SI4	SI3	SI2	SI1	SI0
	0	0	0	0	0	0	0	0
1Eh(SR7A) In&Short1	PAR	OPEN1	MODE0pin	MODE1pin	SHRT1AB	SHRT1BB	SHRT1AT	SHRT1BT
	0	0	0	0	0	0	0	0
1Fh(SR8A) In&Short2	PAR	OPEN2	RHBpin	CWBpin	SHRT2AB	SHRT2BB	SHRT2AT	SHRT2BT
	0	0	0	0	0	0	0	0

■状態レジスタ — 続き

○状態レジスタの各ビットの定義

状態レジスタの各ビットの定義は以下の通りです。

・ SR1 (0x08)

Symbol	Bit	Description
PAR	7	SR1 のパリティビット。SR1 中の‘1’の数が偶数となるパリティを付加します。
SPI	6	SPI 入力ビット数チェック結果。CSB = L 期間の入力ビット数が 16 の倍数以外になると‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。 P24 ○SPI ビット数エラー検知 参照
SHORT	5	過電流検知結果。過電流検知すると‘1’となる。PSB = L もしくは VCC の立ち下げにより‘0’にクリアされます。過電流検知の発生した箇所は SR7A[3:0]、SR8A[3:0]に出力されます。 P25 ○過電流保護機能 (OCP) 参照
OPEN	4	オープン検知結果。オープンを検知すると‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。オープンの発生した箇所(OUT1、OUT2)は SR7A[6]、SR8A[6]に出力されます。 P26 ○オープン検知機能 参照
TSD	3	過熱検知結果。過熱検知すると‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。 P25 ○温度保護機能 (TSD) 参照
TW	2	温度警告結果。IC のチップ温度が SPI で設定した閾値以上になった場合、‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。 P25 ○温度警告機能 (TW) 参照
STALL	1	ストール検知結果。ストール検知すると‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。 P27 ○ストール検知機能 参照

・ SR2 (0x09)

Symbol	Bit	Description
PAR	7	SR2 のパリティビット。SR2 中の‘1’の数が偶数となるパリティを付加します。
ORErr	6	SR1 の Bit6 ~ Bit0 の OR 出力。
OV	5	過電圧検知結果。過電圧検知すると‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。 P25 ○過電圧時出力 OFF 機能 (OVLO) 参照
UV	4	低電圧検知結果。低電圧検知すると‘1’となります。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。 P26 ○低電圧時誤動作防止機能(UVLO)・低電圧時モータ保持機能 参照

○状態レジスタの各ビットの定義 — 続き

・ SR3 (0x0A)

Symbol	Bit	Description
PAR	7	SR3 のパリティビット。SR3 中の‘1’の数が偶数となるパリティを付加します。
MSP[6:0]	[6:0]	励磁位置。CLK-IN に従い、励磁方式、CW 設定に応じて励磁位置を更新します。ただし、TSD、OCP、OVLO、UVLO、オープン検知の状態では CLK-IN が入力された場合、モータが OFF しているため、励磁位置は更新されません。また、CLK-IN が無効となる保持モード(低電圧保持モード含む)でも同様に励磁位置は更新されません。 P16 ステップシーケンス 参照

・ SR5 (0x0C)

Symbol	Bit	Description
Sp[7:0]	[7:0]	CLK-IN の周期。直前の CLK-IN の立ち上がりエッジ間の時間を出力します。1step は 20 μ s(Typ)、最大値は Sp[7:0] = ‘1111 1111’のときで 5.1 ms(Typ)となります。それ以上の周期の場合、最大値を保持します。

・ SR6 (0x0D)

Symbol	Bit	Description
PAR	7	SR6 のパリティビット。SR6 中の‘1’の数が偶数となるパリティを付加します。
SI[6:0]	[6:0]	ステップロスカウンタ。TSD、OCP、UVLO、OVLO、オープン検知のいずれかの状態で CLK-IN が入力された場合、その数をカウントします。最大値は 127 回(SI[6:0] = ‘111 1111’)。それ以上の CLK 入力があった場合、最大値を保持します。CLK-IN が無効となる保持モードでは、上記検知状態にあってもステップロスレジスタは更新されません。CR1 の CLKP = ‘0’かつ MOTEN = ‘1’を書き込むとクリアされます。

○状態レジスタの各ビットの定義 — 続き

・ SR7A (0x1E)

Symbol	Bit	Description
PAR	7	SR7A のパリティビット。SR7A 中の'1'の数が偶数となるパリティを付加します。
OPEN1	6	OUT1 オープン検知結果出力。オープン検知時に'1'、検知状態解消されると'0'となります。
MODE0pin	5	MODE0 端子論理出力。
MODE1pin	4	MODE1 端子論理出力。
SHRT1AB	3	OUT1A 地絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。
SHRT1BB	2	OUT1B 地絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。
SHRT1AT	1	OUT1A 天絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。
SHRT1BT	0	OUT1B 天絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。

・ SR8A (0x1F)

Symbol	Bit	Description
PAR	7	SR8A のパリティビット。SR8A 中の'1'の数が偶数となるパリティを付加します。
OPEN2	6	OUT2 オープン検知結果出力。オープン検知時に'1'、検知状態解消されると'0'となります。
RHBpin	5	RHB 端子論理出力。
CWBpin	4	CWB 端子論理出力。
SHRT2AB	3	OUT2A 地絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。
SHRT2BB	2	OUT2B 地絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。
SHRT2AT	1	OUT2A 天絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。
SHRT2BT	0	OUT2B 天絡検知結果出力。ショート検知時に'1'となります。 PSB = L もしくは VCC 立ち下げ時にクリアされます。

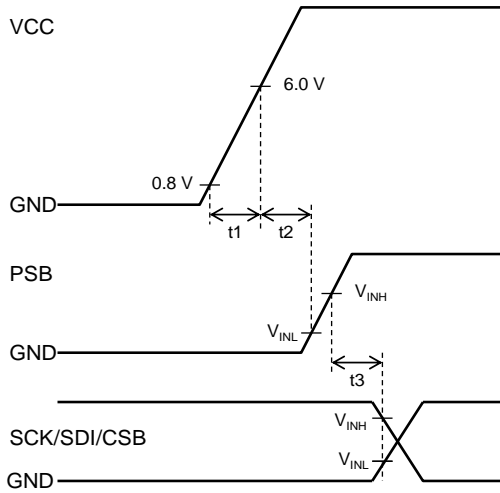
●起動シーケンス

IC 起動時に確実に初期化するため、下記のシーケンスにしたがってください。

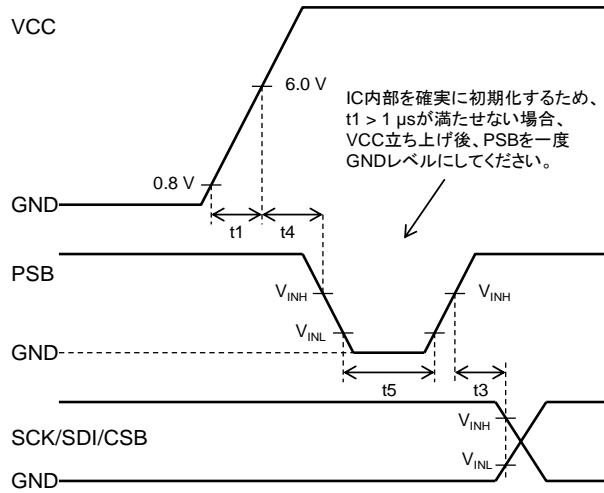
$t1 > 1 \mu\text{s}$ 、 $t2 > 0 \mu\text{s}$ 、 $t4 > 0 \mu\text{s}$ (すべて Typ 値)。 $t3$ 、 $t5$ については [P14 ○制御入力タイミング](#) を参照ください。

$t1 > 1 \mu\text{s}$ が満たせない場合、VCC の波形が急峻に立ち上がるにより、パワー-ON リセットが動作せず、IC が正常に初期化されない可能性があります。この場合は VCC 立ち上げ後、PSB を一度 GND レベルにしてください。

PSB = L で起動する場合



PSB = H で起動する場合



●熱損失について

IC の消費電力 (W)、熱抵抗値 (θ_{JA})、周囲温度 (T_a) を考慮して、IC のチップ温度 T_j が 150 °C を超えていないことを確認してください。 $T_j = 150$ °C を超えると半導体としての機能が働かなくなり、寄生、リークなどの問題が発生します。常時このような状況下で使用されますと、IC の劣化、更には破壊に至ります。いかなる状況下においても、 $T_{jmax} = 150$ °C は厳守してください。

■熱計算について

IC の概算消費電力を見積もる計算式は下記の通りです。ここでは FULL STEP 駆動、Slow Decay モードでの計算方法を示します。

VCC による自己消費電力:

$$V_{CC} \times I_{CC} \quad [W] \quad (1)$$

出力 DMOS 部の消費電力(出力 ON 時):

$$(R_{ONH} + R_{ONL}) \times I_{OUT}^2 \times 2 \times on_duty \quad [W] \quad (2)$$

出力 DMOS 部の消費電力(電流減衰(回生)時):

$$2 \times R_{ONL} \times I_{OUT}^2 \times 2 \times (1 - on_duty) \quad [W] \quad (3)$$

IC 全体の消費電力:

$$W_{TOTAL} = (1) + (2) + (3) \quad [W]$$

接合部温度:

$$T_j = T_a + \theta_{JA} \times W_{TOTAL} \quad [^{\circ}C]$$

Where

V_{CC}	電源電圧 [V]
I_{CC}	回路電流 [A](モータ負荷なし)
I_{OUT}	モータ出力電流値 [A]
R_{ONH}	上側 Pch DMOS ON 抵抗 [Ω] BD63800MUF-C では 0.45 Ω (Typ)
R_{ONL}	下側 Nch DMOS ON 抵抗 [Ω] BD63800MUF-C では 0.30 Ω (Typ)
on_duty	$= \frac{t_{ON}}{t_{CHOP}}$
t_{CHOP}	外付け CR によってきまるチョッピング周期 [s]。P10 ■PWM 定電流制御参照
t_{ON}	t_{CHOP} 期間中のうち CR 充電時間 [s]。モータコイルの L、R 値と電流設定値などで異なってきます。実測にてご確認いただくか、概算にて計算してください。
T_a	周囲温度 [$^{\circ}C$].
θ_{JA}	ジャンクションー周囲温度間熱抵抗 [$^{\circ}C/W$].

ただし、熱抵抗値 $\theta_{JA}[^{\circ}C/W]$ は基板条件によって大きく異なります。実際に使用される基板での熱抵抗値 θ_{JA} の測定なども行っておりますので弊社営業担当までお申し出ください。

上記はあくまでも理論上の計算値です。実際の熱設計では理論だけでなく使用されるアプリケーション基板での熱評価を十分行ったうえ、くれぐれも $T_{jmax} = 150$ °C を超えないよう十分マージンを持った熱設計をしてください。

なお、通常の使用方法では基本的には不要ですが、特に熱的に厳しい条件で使用される場合には、モータ出力端子にショットキーダイオードを対 GND・対 VCC に外付けすることにより、IC の発熱を軽減することもできますのでご検討ください。

●絶対最大定格

(Ta = 25 °C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V _{CC}	-0.2 ~ +40.0	V
制御入力電圧	V _{IN}	-0.2 ~ +7.0	V
制御出力電圧	V _{OUT}	-0.2 ~ +7.0	V
出力電流(連続)	I _{OUT}	1.21 ^(Note 1)	A/相
出力電流(ピーク) ^(Note 2)	I _{OUTPEAK}	1.35 ^(Note 1)	A/相
保存温度範囲	T _{stg}	-55 ~ +150	°C
最高接合部温度	T _{jmax}	+150	°C

(Note 1) T_{jmax} = 150 °C を超えないこと。

(Note 2) パルス幅 tw ≤ 1 ms, duty 20 % のパルスとする

注意 1 : 印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施して頂けるようご検討をお願いします。

注意 2 : 最高接合部温度を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。最高接合部温度を超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用するなど、最高接合部温度を越えないよう熱抵抗にご配慮ください。

●推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
動作温度	Topr	-40	+25	+125	°C
電源電圧	V _{CC}	6.0	12.0	28.0	V

●熱抵抗^(Note 1)

項目	記号	熱抵抗 (Typ)		単位
		1 層基板 ^(Note 3)	4 層基板 ^(Note 4)	
VQFN32FBV050				
ジャンクション—周囲温度間熱抵抗	θ_{JA}	89.20	30.80	°C/W
ジャンクション—パッケージ上面中心間熱特性パラメータ ^(Note 2)	Ψ_{JT}	10.00	7.00	°C/W

(Note 1) JESD51-2A(Still-Air)に準拠。

(Note 2) ジャンクションからパッケージ（モールド部分）上面中心までの熱特性パラメータ。

(Note 3) JESD51-3 に準拠した基板を使用。

(Note 4) JESD51-5,7 に準拠した基板を使用。

測定基板	基板材	基板寸法
1 層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.57 mmt

1 層目（表面）銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μm

測定基板	基板材	基板寸法	サーマルビア ^(Note 5)	
			ピッチ	直径
4 層	FR-4	114.3 mm x 76.2 mm x 1.6 mmt	1.20 mm	Φ0.30 mm

1 層目（表面）銅箔		2 層目、3 層目（内層）銅箔		4 層目（裏面）銅箔	
銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚	銅箔パターン	銅箔厚
実装ランドパターン + 電極引出し用配線	70 μm	74.2 mm□（正方形）	35 μm	74.2 mm□（正方形）	70 μm

(Note 5) 貫通ビア。全層の銅箔と接続する。配置はランドパターンに従う。

●電気的特性

(特に指定のない限り $V_{CC} = 8.0\text{ V} \sim 28.0\text{ V}$ 、 $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$)

項目	記号	規格値			単位	条件
		最小	標準	最大		
全体						
スタンバイ時回路電流	I _{CCST}	-	0.1	10.0	μA	PSB = L
回路電流	I _{CC}	-	3.5	-	mA	PSB = H, RREF = 6.2 kΩ
制御入力 (CLK、CWB、MODE0、MODE1、RHB、PSB、SCK、SDI、CSB)						
H レベル入力電圧	V _{INH}	2.0	-	-	V	
L レベル入力電圧	V _{INL}	-	-	0.8	V	
H レベル入力電流	I _{INH}	35	50	100	μA	V _{IN} = 5.0 V
L レベル入力電流	I _{INL}	-10	0	-	μA	V _{IN} = 0.0 V
出力 (OUT1A、OUT1B、OUT2A、OUT2B)						
出力オン抵抗	R _{ON}	-	0.75	1.50	Ω	I _{OUT} = ±0.5 A、上下合計
出力リーク電流	I _{LEAK}	-	0.1	10.0	μA	
出力立ち上がりスルーレート	t _r	-	2.0	-	μs	V _{CC} = 24 V
出力立ち下がりスルーレート	t _f	-	2.0	-	μs	EMC[1:0] = '00'
電流制御部						
最大出力電流	I _{OMAX}	0.99	1.10	1.21	A	RREF = 6.2 kΩ
PWM 周波数	f _{PWM}	-	25.0	-	kHz	C = 1000 pF, R = 39 kΩ
RREF 流出電流	I _{RREF}	-	74	-	μA	RREF = 6.2 kΩ
RREF 出力電圧	V _{RREF}	-	0.457	-	V	
MTH 流入電流	I _{MTH}	-10	-5	-	μA	MTH = 0 V
MTH 入力電圧範囲	V _{MTH}	0	-	3.5	V	
最小 ON 時間(ブランクタイム)	t _{ONMIN}	0.3	0.8	1.5	μs	C = 1000 pF, R = 39 kΩ
DIAG 出力 (DIAG1、DIAG2)						
出力 L 電圧	V _{OLD}	-	0.15	0.50	V	I _{LOAD} = -1 mA
出力リーク電流	I _{OD}	-	0	10	μA	V _{DG} = 5 V
SDO 出力						
出力 H 電圧	V _{OHS}	4.50	4.85	-	V	I _{LOAD} = +1 mA
出力 L 電圧	V _{OLS}	-	0.15	0.50	V	I _{LOAD} = -1 mA
出力リーク電流	I _{OS}	-	0	10	μA	V _{SDO} = 5 V
保護回路						
温度保護 ON 温度	T _{TSDON}	-	175.0	-	°C	
温度保護 OFF 温度	T _{TSDOFF}	-	150.0	-	°C	
温度警告 ON 温度	T _{TAON}	-	150.8	-	°C	TWThr = '1111'
温度警告 OFF 温度	T _{TAOFF}	-	124.5	-	°C	TWThr = '1111'
低電圧保護 ON 電圧	V _{UVON}	-	5.04	-	V	UVThr = '0011'
低電圧保護 OFF 電圧	V _{UVOFF}	-	5.82	-	V	UVThr = '0011'
過電圧保護 ON 電圧	V _{OVON}	-	32.0	-	V	
過電圧保護 OFF 電圧	V _{OVOFF}	-	31.0	-	V	
出力負荷オープン検知時間	t _{LOPEN}	-	5.12	-	ms	

●電気的特性 — 続き

(特に指定のない限り $V_{CC} = 8.0\text{ V} \sim 28.0\text{ V}$ 、 $T_a = -40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$)

項目	記号	規格値			単位	条件
		最小	標準	最大		
SPI タイミング						
SPI クロック周期	t _{SCK}	1	-	-	μs	
SPI クロック High 時間幅	t _{HSCK}	200	-	-	ns	
SPI クロック立ち上がり時間	t _{RSCK}	-	-	1	μs	
SPI クロック立ち下がり時間	t _{FSCK}	-	-	1	μs	
SPI クロック Low 時間幅	t _{LSCK}	200	-	-	ns	
SDI セットアップ時間(対 SCK)	t _{STSDI}	50	-	-	ns	
SDI ホールド時間(対 SCK)	t _{HDSDI}	50	-	-	ns	
CSB High 時間	t _{HCSB}	200	-	-	ns	
CSB Low セットアップ時間(対 SCK)	t _{STLCSB}	1	-	-	μs	
CSB High ホールド時間(対 SCK)	t _{HDHCSB}	200	-	-	ns	
SDO 遅延時間(対 CSB 立上り)	t _{DCSBSDO1}	-	-	250	ns	R _L = 1.5 KΩ, C _L = 10 pF
SDO 遅延時間(対 CSB 立下り)	t _{DCSBSDO2}	-	-	250	ns	R _L = 1.5 KΩ, C _L = 10 pF
SDO 遅延時間(対 SCK)	t _{DSCKSDO}	-	-	100	ns	R _L = 1.5 KΩ, C _L = 10 pF

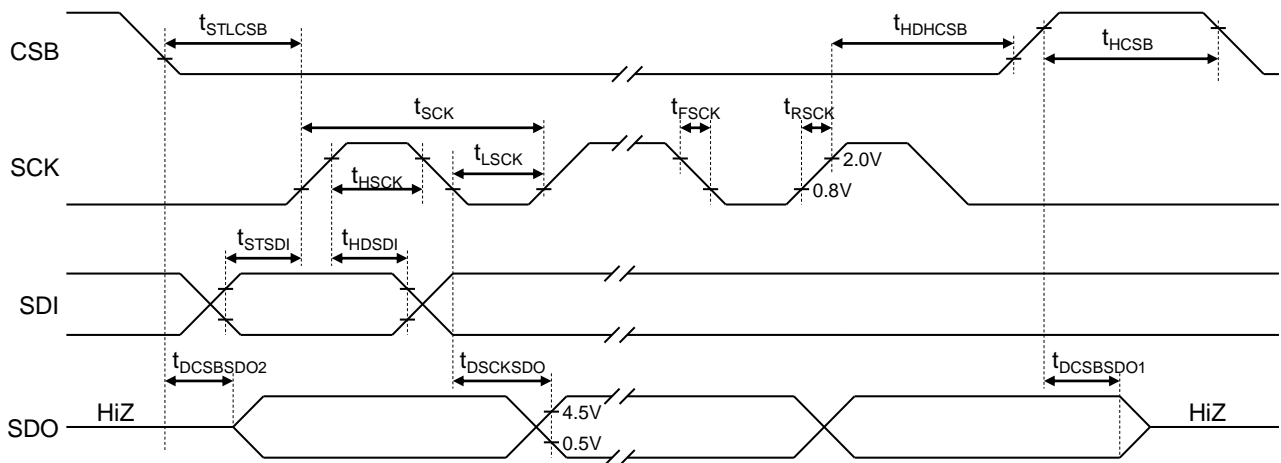


Figure 6. SPI タイミングチャート

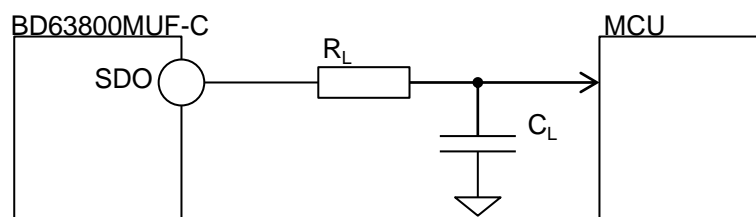
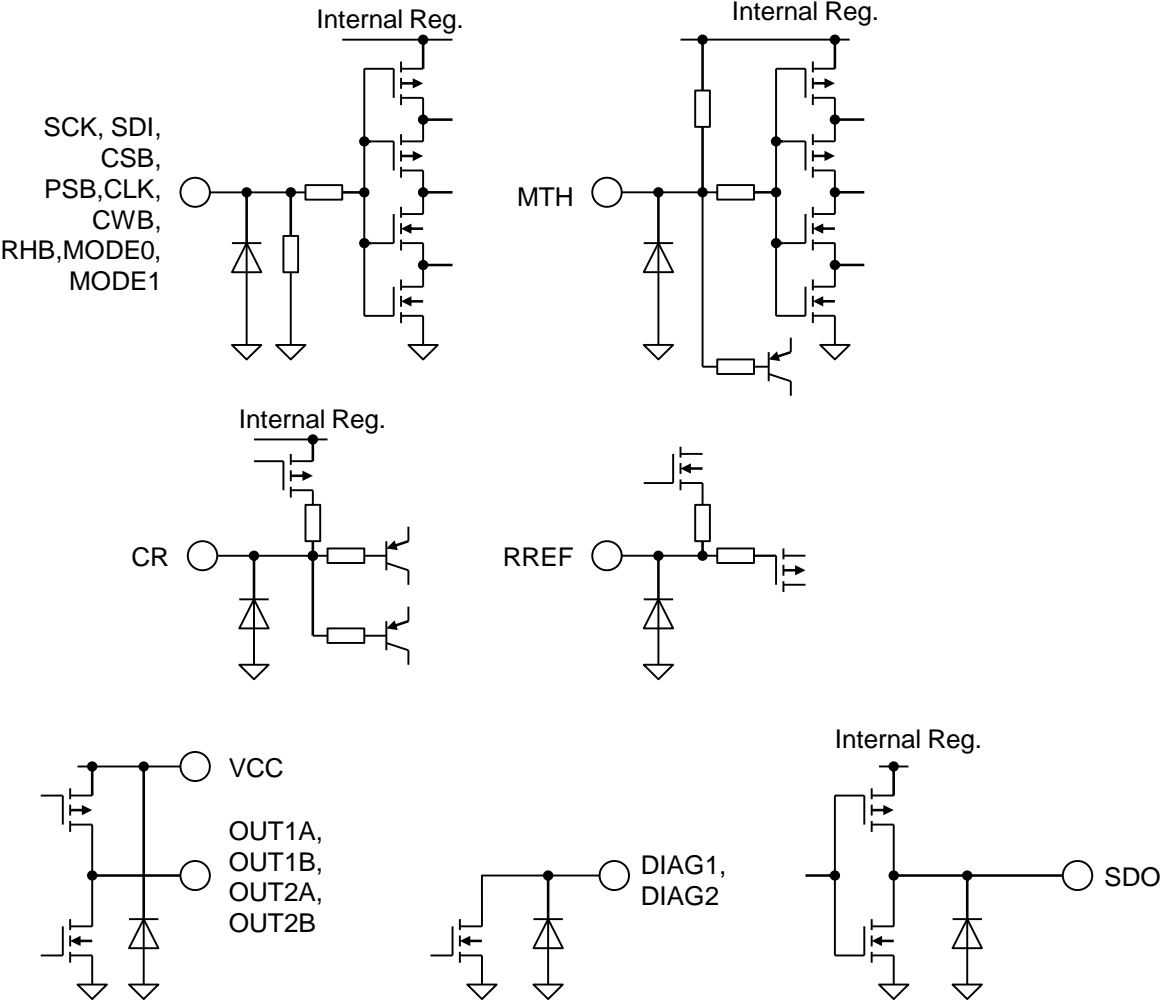


Figure 7. SDO 負荷モデル

●入出力等価回路図



●使用上の注意

1. 電源の逆接続について

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れるなどの対策を施してください。

2. 電源ラインについて

基板パターンの設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量低下が起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

3. グラウンド電位について

グラウンド端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。

4. グラウンド配線パターンについて

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

5. 推奨動作条件について

推奨動作条件で規定される範囲で IC の機能・動作を保証します。また、特性値は電気的特性で規定される各項目の条件下においてのみ保証されます。

6. ラッシュカレントについて

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

7. セット基板での検査について

セット基板での検査時に、インピーダンスの低い端子にコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

8. 端子間ショートと誤装着について

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けした場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

9. 未使用の入力端子の処理について

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また 論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でうたわれていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

使用上の注意 — 続き

10. 各入力端子について

本 IC はモノリシック IC であり、各素子間に素子分離のための P+アイソレーションと、P 基板を有しています。この P 層と各素子の N 層とで P-N 接合が形成され、各種の寄生素子が構成されます。

例えば、下図のように、抵抗とトランジスタが端子と接続されている場合、

○抵抗では、GND > (端子 A)の時、トランジスタ(NPN)では GND > (端子 B)の時、P-N 接合が寄生ダイオードとして動作します。

○また、トランジスタ(NPN)では、GND > (端子 B)の時、前述の寄生ダイオードと近接する他の素子の N 層によって寄生の NPN トランジスタが動作します。

IC の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的にできます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因ともなり得ます。したがって、入出力端子に GND(P 基板)より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分に注意してください。アプリケーションにおいて電源端子と各端子電圧が逆になった場合、内部回路または素子を損傷する可能性があります。例えば、外付けコンデンサに電荷がチャージされた状態で、電源端子が GND にショートされた場合などです。また、電源端子直列に逆流防止のダイオードもしくは各端子と電源端子間にバイパスのダイオードを挿入することを推奨します。

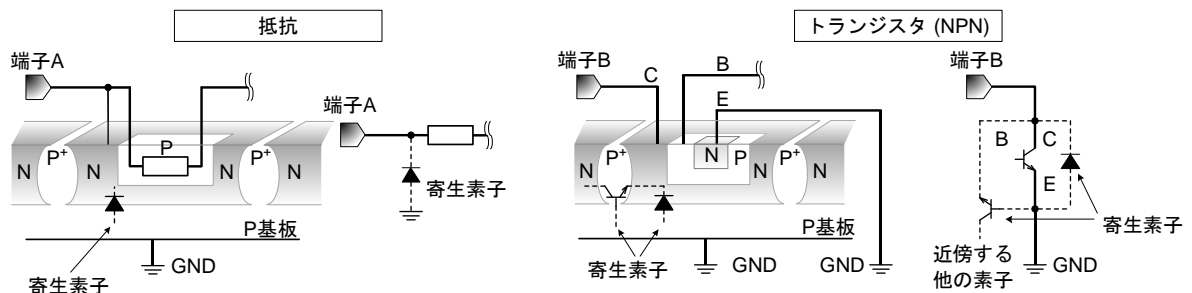


Figure 8. モノリシック IC 構造例

11. セラミック・コンデンサの特性変動について

外付けコンデンサに、セラミック・コンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、及び温度などによる容量の変化を考慮のうえ、定数を決定してください。

12. 温度保護回路について

IC を熱破壊から防ぐための温度保護回路を内蔵しております。最高接合部温度内でご使用いただきますが、万が一最高接合部温度を超えた状態が継続すると、温度保護回路が動作し出力パワー素子が OFF します。その後チップ温度 T_j が低下すると回路は自動で復帰します。なお、温度保護回路は絶対最大定格を超えた状態での動作となりますので、温度保護回路を使用したセット設計などは、絶対に避けてください。

13. 過電流保護回路について

出力には電流能力に応じた過電流保護回路が内部に内蔵されているため、負荷ショート時には IC 破壊を防止しますが、この保護回路は突発的な事故による破壊防止に有効なもので、連続的な保護回路動作、過渡時でのご使用に対応するものではありません。

●発注形名情報

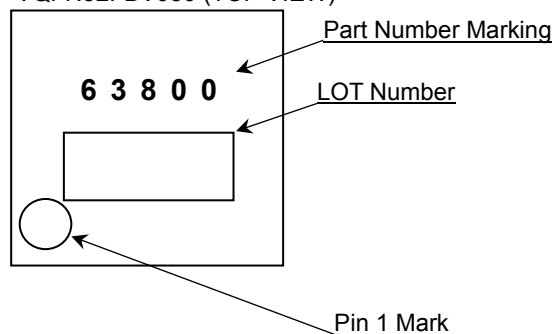
B	D	6	3	8	0	0	M	U	F	-	C	E	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

パッケージ
MUF: VQFN32FBV050

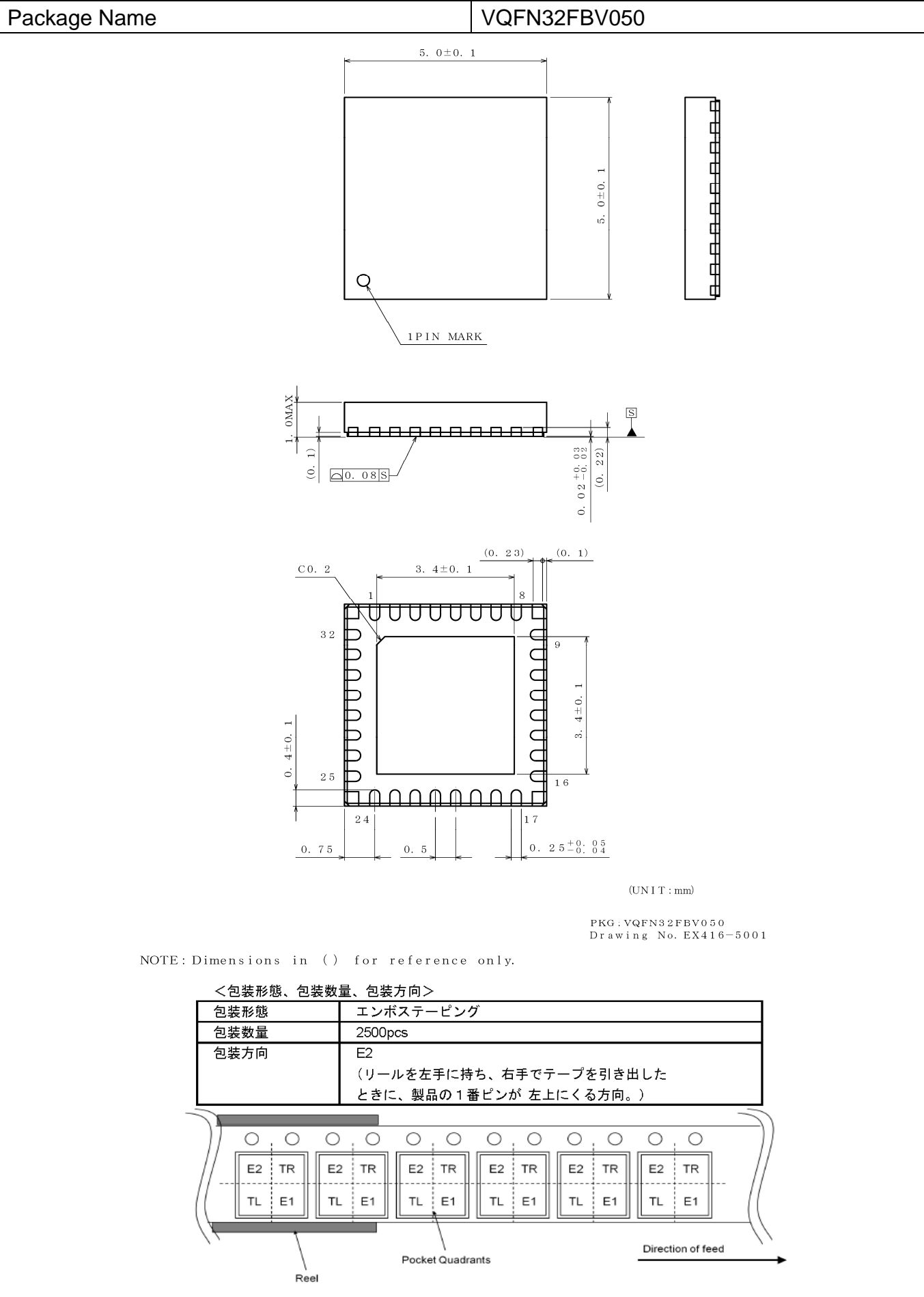
製品ランク
C: 車載ランク品
包装、フォーミング仕様
E2: リール状エンボステーパーピング

●標印図

VQFN32FBV050 (TOP VIEW)



●外形寸法図と包装・フォーミング仕様



●改訂履歴

日付	版	変更内容
2021.02.10	001	初版

ご注意

ローム製品取扱い上の注意事項

- 極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器^(Note 1)、航空宇宙機器、原子力制御装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

- 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
 - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
 - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
- 本製品は、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
 - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
 - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
 - ③潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
 - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
 - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合
 - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用
 - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合(無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。)又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
 - ⑧結露するような場所でのご使用
- 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
- 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
- パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
- 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
- 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
- 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

実装及び基板設計上の注意事項

- ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
- はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。
その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

応用回路、外付け回路等に関する注意事項

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

静電気に対する注意事項

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。（人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等）

保管・運搬上の注意事項

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
 - ① 潮風、Cl₂、H₂S、NH₃、SO₂、NO₂等の腐食性ガスの多い場所での保管
 - ② 推奨温度、湿度以外での保管
 - ③ 直射日光や結露する場所での保管
 - ④ 強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き（梱包箱に表示されている天面方向）で取り扱いください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

製品ラベルに関する注意事項

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

製品廃棄上の注意事項

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

外国為替及び外国貿易法に関する注意事項

本製品は、外国為替及び外国貿易法に定めるリスト規制貨物等に該当するおそれがありますので、輸出する場合には、ロームへお問い合わせください。

知的財産権に関する注意事項

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等（ソフトウェア含む）との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

その他の注意事項

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

一般的な注意事項

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。