

TB67S128FTG

使用上の注意点

製品の主な仕様

品番	TB67S128FTG
制御 I/F	CLOCK-IN / Serial
絶対最大定格	50 V、5 A
パッケージ	QFN64
励磁モード	2 相、1-2 相、W1-2 相、2W1-2 相、4W1-2 相、8W1-2 相、16W1-2 相、32W1-2 相
その他・特長	128Step の高分解能マイクロステップ AGC+ADMD+ACDS 採用 異常検出機能(過熱/過電流検出、低電圧監視、負荷オープン検出) 異常検出フラグ出力機能内蔵 単一電源駆動による電源投入シーケンスフリー 部品レス自動発振回路内蔵

東芝デバイス&ストレージ株式会社

これは参考資料です。本資料での最終機器設計はしないでください。

目次

1. IC の概略	6
2. モーター駆動用電源電圧	6
2.1. 電源電圧と動作範囲	6
3. 電源シーケンス	7
4. 出力電流	8
5. 制御 LOGIC 入力	8
6. 定電流制御について	8
6.1. 定電流 PWM しきい値の設定	8
6.2. 内部発振周波数(f_{OSCM})と定電流 PWM(チョッピング)周波数(f_{chop})の設定	9
6.3. チョッピング周波数を変化させた際の定電流波形について(ADMD 時)	10
7. 出力スイッチング特性	11
8. IC ファンクション説明 1 (CLK モード、IF_SEL 端子 = L のとき)	12
8.1. CLK のファンクション	12
8.2. ENABLE のファンクション	12
8.3. CW/CCW のファンクションおよび出力端子のファンクション (Charge スタート時の出力論理)	12
8.4. RESET のファンクション	13
8.5. トルクファンクション	13
8.6. RS ファンクション	14
8.7. ゲインファンクション	14
8.7.1. 外付けセンス抵抗モード時	14
8.7.2. RS レスモード (ACDS)時	14
8.8. Selectable Mixed Decay ファンクション	15
8.9. MO(Monitor Output: 電気角出力)のファンクション	16
8.9.1. 励磁設定について	16
8.10. AGC(Active Gain Control)について	18
8.10.1. AGC 端子のファンクション	18
8.10.2. CLIM(電流低下時の下限値リミッター機能)のファンクション	19
8.10.3. BOOST(電流補正)のファンクション	20
8.10.4. FLIM(周波数リミッター)のファンクション	21
8.10.5. LTH(AGC 検出しきい値)のファンクション	21
8.11. LO1、LO2(Error Output: 異常検出フラグ出力)のファンクション	22
9. IC ファンクション説明 2 (シリアルモード、IF_SEL 端子 = H のとき)	23
9.1. BANK_EN 端子 = H のときのレジスター説明	24
9.1.1. PHx (x = A または B)	24
9.1.2. Cx0 ~ Cx9 (x = A または B)	24

9.2. モーター駆動時のシリアル設定例	25
10. 応用回路例	26
11. 各外付け部品について	27
11.1. 電源端子ラインなどのコンデンサーについて	27
11.2. OSCM 発振周波数について	28
11.3. モニター端子用抵抗	30
11.4. 電源/GND 用配線パターン	30
11.5. ヒューズ	30
11.6. 異常検出機能	31
11.6.1. 過熱検出機能 (TSD)	31
11.6.2. 過電流検出機能 (ISD)	31
12. IC の消費電流	32
13. 許容損失	33
ご参考	33
14. 参考フットパターン例	34
15. 基板図面(当社オリジナル評価基板の例)	35
15.1. 入出力関連	35
15.2. 主要部品関連	36
15.3. 基板オプション関連	37
15.4. 基板回路図	38
記載内容の留意点	39
使用上のご注意およびお願い事項	40
使用上の注意事項	40
使用上の留意点	41
製品取り扱い上のお願い	42

図目次

図 3.1	電源シーケンス	7
図 6.1	OSCM 波形と内部波形の関係	9
図 6.2	チョッピング周波数(100 kHz の場合)	10
図 6.3	チョッピング周波数(72 kHz の場合)	10
図 7.1	スイッチング特性	11
図 8.1	Selectable Mixed Decay ファンクション	15
図 8.2	MO ファンクション等価回路	16
図 8.3	CW/CCW 動作時の MO 信号幅	16
図 8.4	LO ファンクション等価回路	22
図 9.1	LATCH 信号のタイミング	23
図 10.1	応用回路例(RS 抵抗モード)	26
図 11.1	R_{OSC} - f_{OSCM} 相関グラフ(参考値、実測例)	29
図 11.2	R_{OSC} - f_{chop} 相関グラフ(参考値、実測例)	29
図 13.1	許容損失/周囲環境温度の関係について	33
図 14.1	QFN64 フットパターン	34
図 15.1	入出力関連	35
図 15.2	主要部品関連	36
図 15.3	基板オプシオン関連	37
図 15.4	基板回路図	38

表目次

表 2.1	電源電圧の動作範囲 (Ta=-20 ~ 85°C)	6
表 7.1	スイッチング特性	11
表 8.1	CLK ファンクション	12
表 8.2	ENABLE ファンクション	12
表 8.3	CW/CCW ファンクション	12
表 8.4	RESET ファンクション	13
表 8.5	RESET 時の各相電流	13
表 8.6	トルクファンクション	13
表 8.7	RS ファンクション	14
表 8.8	ゲインファンクション	14
表 8.9	Selectable Mixed Decay ファンクション	15
表 8.10	MO ファンクション	16
表 8.11	DMODE のファンクション	17
表 8.12	AGC ファンクション	18
表 8.13	CLIM ファンクション	19
表 8.14	BOOST ファンクション	20
表 8.15	FLIM ファンクション	21
表 8.16	FLIM(周波数リミッター)のしきい値	21
表 8.17	LTH ファンクション	21
表 8.18	LO1、LO2 のファンクション	22
表 9.1	BANK_EN 端子 = L: 初期設定	23
表 9.2	BANK_EN 端子 = H: モーター制御	23
表 9.3	PHx (x = A または B)	24
表 9.4	モーター駆動時のシリアル設定例	25
表 10.1	部品定数参考例	26
表 11.1	電源端子用コンデンサー推奨値	27
表 11.2	外付け抵抗 R と OSCM 発振周波数の関係(参考データ)	28
表 11.3	モニター端子用抵抗推奨値	30

1. IC の概略

TB67S128FTG は、2 相バイポーラーステッピングモーターを 1 個駆動できるモーターコントロールドライバ IC です。

50 V 耐圧のモノリシックアナログプロセス(BiCD: Bipolar CMOS DMOS)により製造されたこの IC は、モーター電源の電圧として 12 V 系から 42 V 系までをカバーし、同時に大電流にも対応している IC です。

128Step のマイクロステップ対応 CLK-In Decoder を内蔵し、CLK 信号を入力することにより正弦波電流でモーターを駆動することが可能になっており、ADMD(Advanced Mixed Decay Mode)による高速電流追従性による正確な電流追従性を実現しています。また、従来の Mixed Decay 制御に切り替えも可能になっております。

ACDS(Advanced Current Detection System)や、内部発振回路の部品レスモードによる外付け部品の省略も可能であり、最大の特長である AGC(Active Gain Control: 脱調防止機能)アーキテクチャにより、モーター脱調を防止しながら高効率で駆動できるシステムを備えた IC になっています。

以下にこの IC を使用するにあたっての使用法と、注意点を記載します。

2. モーター駆動用電源電圧

2.1. 電源電圧と動作範囲

TB67S128FTG を使用する際は、ドライバ IC に対し VM、VREF 端子へ電圧を印加してください。

本製品はドライバ内部の回路動作にレギュレーターを内蔵しており、VM 単一電源での動作が可能です。(外部から VCC 電圧を印加する必要はありません。VM 電源電圧の絶対最大定格は 50 V ですが、動作範囲である 6.5 ~ 44V の範囲内で使用してください。

同様に、定電流値を決定する VREF 端子への入力電圧は、端子の絶対最大定格は 5 V ですが、モーターを動作させるときに印加する電圧範囲は、0 ~ 3.6 V の範囲でご使用ください。

なお、VREF 電圧は内蔵レギュレーターの電圧(VCC) の出力を使用し、抵抗分圧などによって設定することも可能です。

ただし、内蔵レギュレーターの出力能力以上に電流を流した場合、VCC の電圧レギュレーションを保持できなくなる可能性があります。

したがって VREF 電圧を VCC から分圧して使用する場合は、分圧(VCC-GND 間)抵抗の合計が 10 k Ω ~100 k Ω の範囲となるよう調整して使用してください。

表 2.1 電源電圧の動作範囲 (Ta=-20 ~ 85°C)

項目	記号	絶対最大定格	動作範囲	単位	備考
モーター電源電圧	VM	50	6.5 ~ 44	V	-
定電流しきい値設定電圧	VREF	5.0	0 ~ 3.6	V	-
内部回路電源	VCC	6.0	4.75 ~ 5.25	V	内部生成

3. 電源シーケンス

TB67S128FTG は内蔵レギュレーターによる単一電源駆動を実現しています。このため、電源の立ち上げ/立ち下げ時に異電源間の特別な制御や手順を必要としません。また、低電圧監視機能(UVLO/POR: パワーオンリセット)を搭載しているため、UVLO/POR しきい値以下の誤動作を防止します。なお POR 動作中は内部ロジックが初期状態となります。UVLO/POR の検出しきい値は、 $6\text{ V} \pm 0.3\text{ V}$ に設定されています。

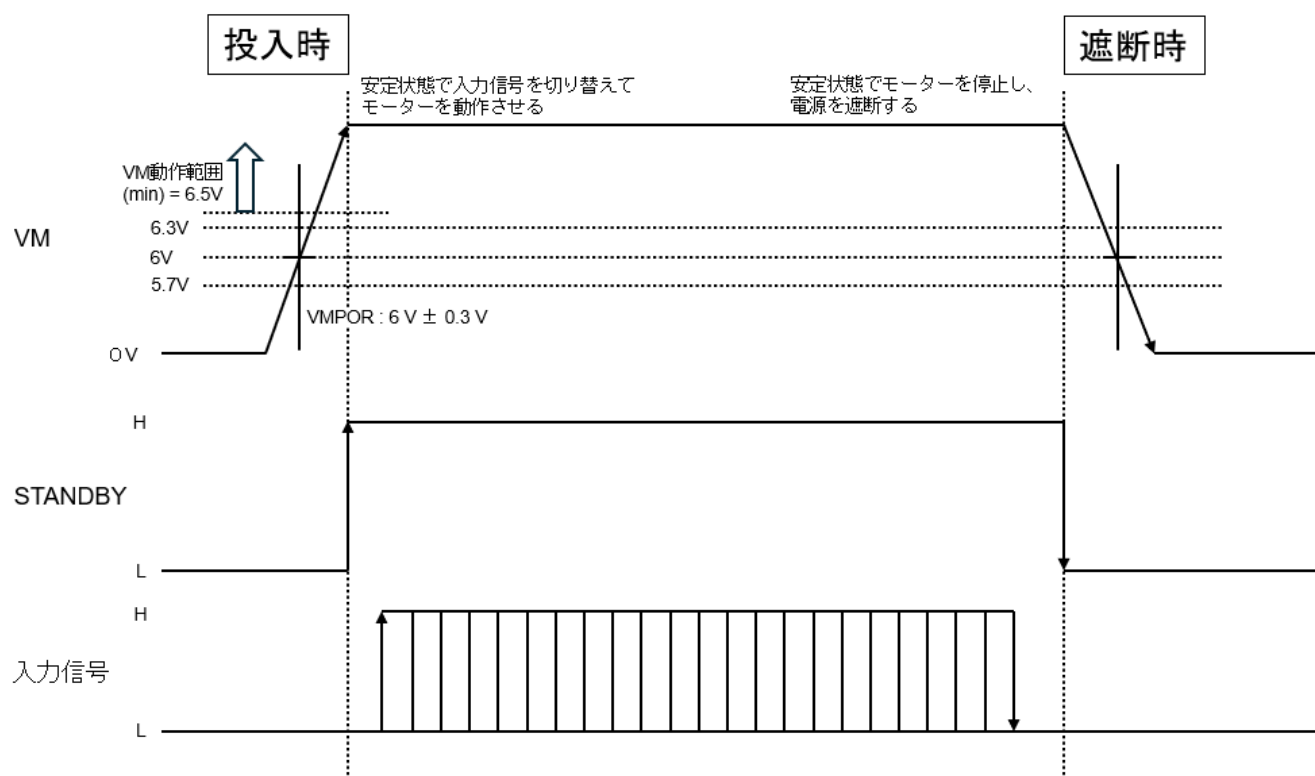


図 3.1 電源シーケンス

4. 出力電流

モーターへの出力電流は、出力回路のオン抵抗での電圧ドロップを基点とした消費電力によって使用できる電流が決まります。その前提として、最大定格電流: 5A になっており、この値は必ず越えないように使用してください。

使用条件(周囲環境温度や基板配線、放熱経路、励磁設計など)によって実際に使用可能な最大電流値が制限されますので、動作環境下で熱計算/実評価の上、適切な電流値に設定いただきますようお願い致します。

また、本製品群は ACDS 技術による定電流制御を行っています。精度良く動作できる動作下限電流の目安として Vref:0.7V 以上をベースに使用してください。大電流の製品で電流を小さくするとモーターによってはオフセットなどの弊害が出る可能性があります。その場合は、RS 抵抗モードを使用し、センス抵抗値での調整をお願い致します。

5. 制御 LOGIC 入力

VM 電圧が供給されていない状態でロジック入力信号が入力された場合には、入力からの信号回り込みが発生し誤動作することはない回路の構成になっています。

ただし、VM 電圧が供給されていない期間は、制御用 LOGIC の入力信号も Low レベルに設定することを推奨します。

また、「図 3.1 電源シーケンス」記載の内容をご参考に電源立ち上げ/立ち下げ中は Low レベルに設定し、電圧が規定の範囲(動作電圧範囲)に到達後、駆動用の信号を入力してください。

6. 定電流制御について

6.1. 定電流 PWM しきい値の設定

TB67S128FTG は外部の電流検出抵抗を使用せず、VREF 端子への印加電圧のみで定電流 PWM しきい値を設定することができます。(ACDS 回路)

電流値は下記近似式で求めることができます。

$$I_{out} = VREF \times 1.56 \text{ (GAIN_SEL 端子=L 設定)}$$

$$I_{out} = VREF \times 0.78 \text{ (GAIN_SEL 端子=H 設定)}$$

よって、例えば GAIN_SEL=L 設定で VREF = 2 V を入力した場合の設定電流は

$$I_{out} = 2 \text{ V} \times 1.56 = 3.12 \text{ A となります。}$$

6.2. 内部発振周波数(f_{osc})と定電流 PWM(チョッピング)周波数(f_{chop})の設定

TB67S128FTG は、OSCM 端子へ接続する外付け部品の定数によって内部発振周波数(f_{osc}) とそれに伴う定電流 PWM(チョッピング)周波数 (f_{chop}) を調整することができます。

OSCM 端子に対しては、VCC-OSCM 間に抵抗(R_{osc})、OSCM-GND 間にコンデンサー(C_{osc})を接続することで周波数の設定が可能です。なお、周波数設定を行う場合、 C_{osc} は 270p F 固定とし、 R_{osc} の部品定数を変更することで合わせ込みを行ってください。

OSCM 発振周波数(f_{osc}) と外付け部品の関係式は以下のとおりです。($C_{\text{osc}} = 270 \text{ pF}$ 固定)

$$f_{\text{osc}} = 4.0 \times R_{\text{osc}}^{-0.8}$$

注: 上述式の f_{osc} 、 R_{osc} の単位はそれぞれ MHz と $k\Omega$ になります。

外付け部品と発振周波数の実測データ(参考値)につきましては後述グラフ(図 11.1, 図 11.2)も参照ください。

内部発振周波数(f_{osc}) と定電流 PWM(チョッピング)周波数(f_{chop}) の関係式は以下のとおりです。

$$f_{\text{chop}} = f_{\text{osc}} / 16$$

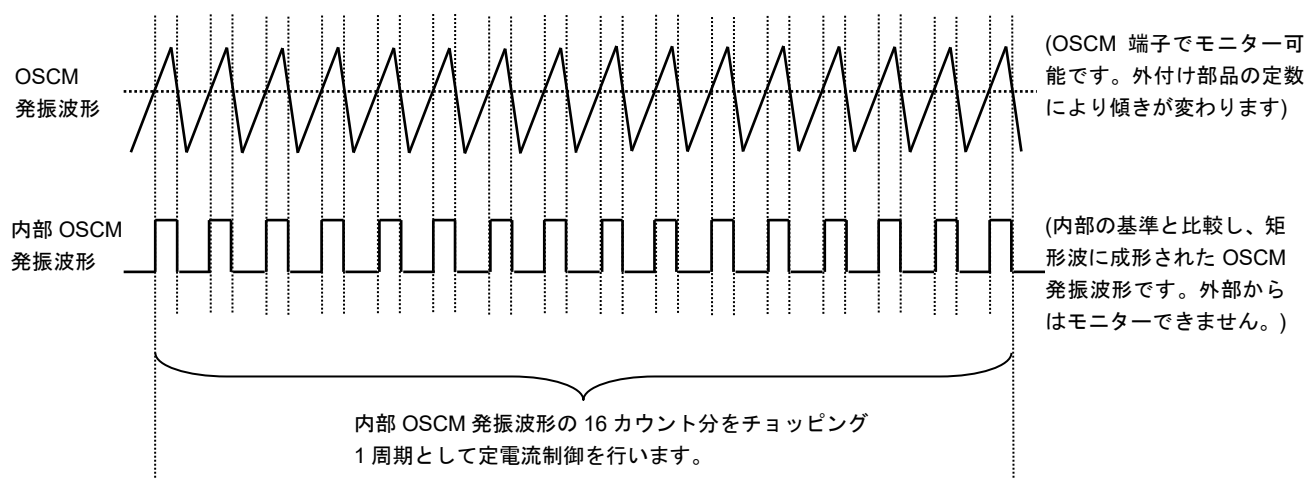


図 6.1 OSCM 波形と内部波形の関係

6.3. チョッピング周波数を変化させた際の定電流波形について(ADMD 時)

チョッピング周波数(f_{chop})は一般に 67 kHz 程度の周波数を標準として設定し使用することを推奨しています。これに対しチョッピング周波数を上げた場合は、モーター電流の脈流を小さくすることが出来、波形品位があがります。またチョッピング回数が増えるためスイッチング損失も大きくなり、発熱が大きくなります。波形品位を優先する場合はチョッピング周波数を上げ、発熱が気になる場合はチョッピング周波数を下げてください。

例 1: チョッピング周波数(f_{chop}) = 100 kHz の場合

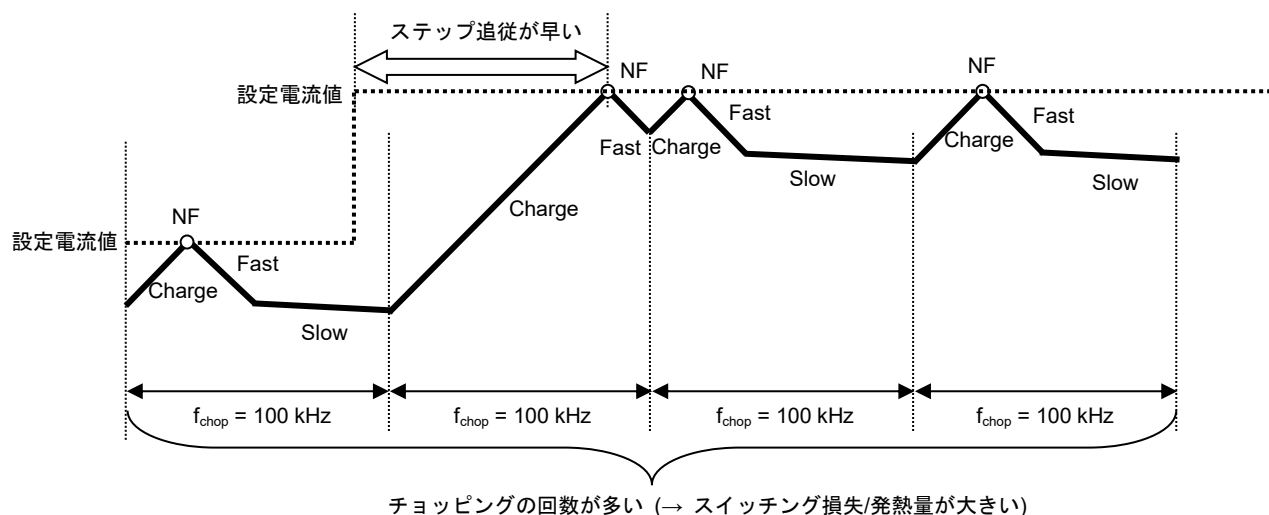


図 6.2 チョッピング周波数(100 kHz の場合)

例 2: チョッピング周波数(f_{chop}) = 72 kHz の場合

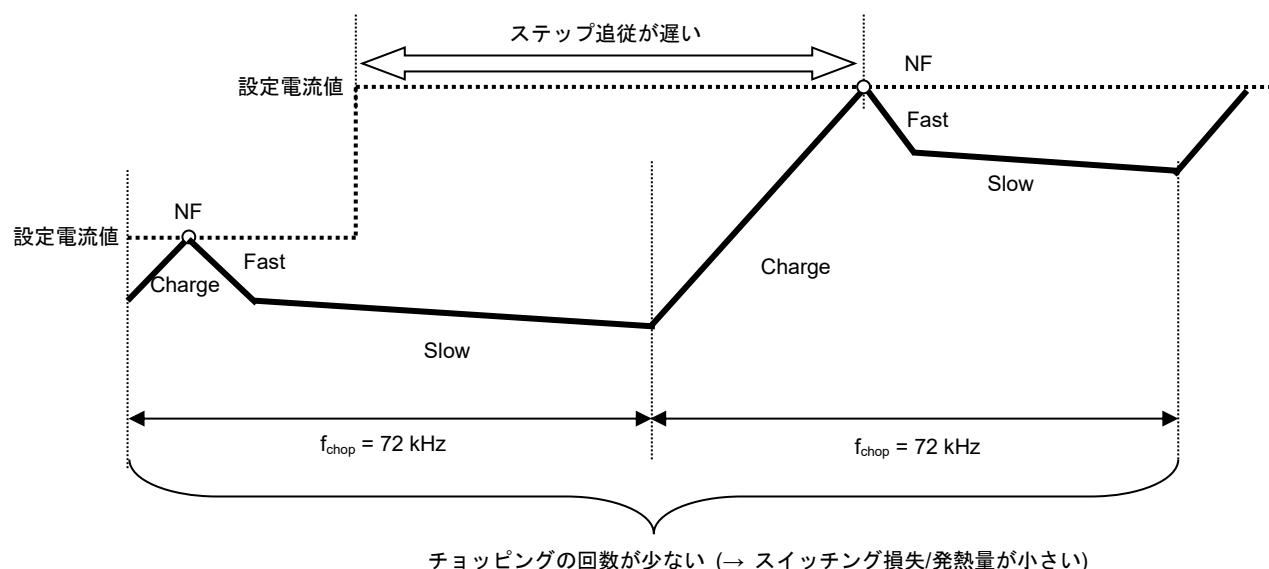


図 6.3 チョッピング周波数(72 kHz の場合)

一般的には 67 kHz 程度の周波数を標準にし、50 kHz から 120 kHz 程度の周波数範囲で設定し使用される事を推奨します。

7. 出力スイッチング特性

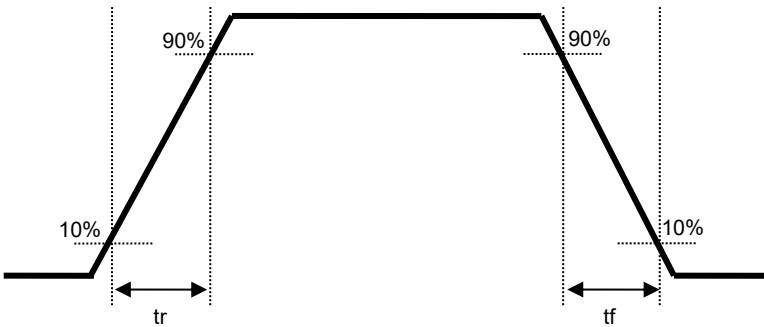


図 7.1 スイッチング特性

表 7.1 スイッチング特性

Ta = 25°C、VM = 24 V、無負荷

項目	標準値	単位
t_r	80	ns
t_f	90	ns

注：各数値については、データシートの電気的特性を確認ください。

8. IC ファンクション説明 1 (CLK モード、IF_SEL 端子 = L のとき)

この章では、ステッピングモーターの基本機能について説明します。

8.1. CLK のファンクション

CLK 信号を 1 パルス入力すると、そのパルスごとに設定された駆動モードで電気角が 1 つ進みます。CLK 信号のアップエッジで信号が反映されます。

CLK 端子には、ノイズの影響による誤動作を避けるために、IC 内部に 200 ns(±20%)のアナログフィルターが内蔵されています。

CLK 信号の Duty は 50%である必要はありませんが、アナログフィルターによる信号の遅延(200 ns)と CLK の最高周波数に制限を受けるため、最高周波数の規定に注意してください。

また、意図しないノイズなどによりアップエッジ信号が入った状態が継続した場合、フィルター時間経過後にはアップエッジの信号が反映されます。この場合、IC 内部ではファンクションのとおり電気角が進行するため、モーターが脱調する可能性があります。IC の CLK 端子への配線はノイズの影響を極力受けにくいように設計してください。

また、高分解能マイクロステップにより、入力 CLK 周波数が速くなる場合に CLK の両エッジで電気角を進角させるように EDG_SEL 信号での切り替えも可能です。(MCU の負荷を低減可能。)

表 8.1 CLK ファンクション

CLK	ファンクション	
	EDG_SEL=L	EDG_SEL=H
アップエッジ	アップエッジで次のステップへ	アップエッジで次のステップへ
ダウンエッジ	-(変化なし、前状態を保持)	ダウンエッジで次のステップへ

8.2. ENABLE のファンクション

モーターへの出力回路の ON/OFF を切り替えます。ON にすることでモーター動作(電流の出力)が開始され、OFF に設定することでモーター動作が停止します。(OFF 状態では、出力 MOSFET が全て OFF し、ハイインピーダンスとなります。)なお、VM 動作電圧範囲外でのモーター動作を防ぐために、電源の立ち上げや立ち下げ時には ENABLE を Low に設定し、VM 電圧が実際に使用する電圧で安定した後、High に切り替えることを推奨します。

表 8.2 ENABLE ファンクション

ENABLE	ファンクション
High	モーター動作: ON(通常動作)
Low	モーター動作: OFF(出力 Hi-Z)

8.3. CW/CCW のファンクションおよび出力端子のファンクション (Charge スタート時の出力論理)

ステッピングモーターの回転方向を切り替えます。CW/CCW = High の場合、Charge スタート時は OUT(+)が High、OUT(-)が Low となり、CW/CCW = Low の場合、Charge スタート時は OUT(+)が Low、OUT(-)が High となります。

表 8.3 CW/CCW ファンクション

CW/CCW	ファンクション
High	正転(CW): A 相電流が B 相に対し 90° 位相が進んで出力されます
Low	逆転(CCW): B 相電流が A 相に対し 90° 位相が進んで出力されます

8.4. RESET のファンクション

内部の電気角を初期電気角に設定します。STANDBY 端子を Low に設定することでスタンバイモードに設定することができます。

注: RESET 端子には IC 内部で 0.625 μ s ($\pm 20\%$)のデジタルフィルタが設定されています。

表 8.4 RESET ファンクション

RESET	ファンクション
High	電気角の初期化
Low	通常動作

RESET 端子を High に設定し、電気角を初期化したときの A 相、B 相の電流と電気角の関係は以下のとおりです。なお、MO 端子はプルアップされた状態で使用した場合、電気角が初期電気角のときに Low(内部オープンドレインの MOSFET が ON)となります。

表 8.5 RESET 時の各相電流

ステップ分解能設定 (励磁モード)	A 相電流設定	B 相電流設定	初期電気角
1/1 ステップ設定 (2 相励磁)	100%	100%	45°
1/2 ステップ設定 (1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/4 ステップ設定 (W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/8 ステップ設定 (2W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/16 ステップ設定 (4W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/32 ステップ設定 (8W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/64 ステップ設定 (16W1-2 相励磁)	71%	71%	45°
1/128 ステップ設定 (32W1-2 相励磁)	71%	71%	45°

8.5. トルクファンクション

TORQE0、1、2 端子により Vref 電圧を変更せずにトルクを変更することができます。

表 8.6 トルクファンクション

TORQE2 端子入力	TORQE1 端子入力	TORQE0 端子入力	ファンクション
L	L	L	トルク設定: 100%
L	L	H	トルク設定: 85%
L	H	L	トルク設定: 70%
L	H	H	トルク設定: 60%
H	L	L	トルク設定: 50%
H	L	H	トルク設定: 40%
H	H	L	トルク設定: 25%
H	H	H	トルク設定: 10%

8.6. RS ファンクション

ACDS モードまたは外付け RS 抵抗モードの選択が可能です。出力電流が低いところでの精度を重視する場合は、外付け RS 抵抗モードの使用をお勧めします。

表 8.7 RS ファンクション

RS_SEL 端子入力	ファンクション
L	ACDS (RS 抵抗レス)モード
H	外付け RS 抵抗モード

注: RS 機能に応じて基板パターンを作成してください。

ACDS モード時は、RS 端子を GND に接続してください。外付け RS 抵抗モード時は設定電流に合わせた抵抗を接続してください。

8.7. ゲインファンクション

Vref(gain)値を 1/5 または 1/10 から選択が可能です。出力電流が最大 1A 以下となるような設定の場合には GAIN_SEL=H を設定することをお勧めします。

表 8.8 ゲインファンクション

GAIN_SEL 端子入力	ファンクション
L	Vref(gain) = 1/5
H	Vref(gain) = 1/10

8.7.1. 外付けセンス抵抗モード時

ピーク出力電流値（設定電流値）については、電流をセンスするためのセンス抵抗（RS）と、リファレンス電圧（Vref）を設定することによって、決定することができます。

$$I_{out}(\text{最大}) = Vref(\text{gain}) \times \frac{Vref(V)}{RS(\Omega)}$$

例: Vref 端子 = 3.0 V、Torque = 100%、RS = 0.22 Ω 、Vref(gain) = $\frac{1}{5}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = L) のとき、モーターのピーク出力電流値（設定電流値）は、以下の計算式で計算されます。

$$I_{out}(\text{最大}) = \frac{1}{5} \times \frac{3(V)}{0.22(\Omega)} = 2.73 A$$

8.7.2. RS レスモード (ACDS)時

モーターのピーク出力電流値（設定電流値）は、以下の計算式で計算されます。

Vref(gain) = $\frac{1}{5}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = L) のとき、

$$I_{out}(\text{最大}) = 1.56 \times Vref(V)$$

Vref(gain) = $\frac{1}{10}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = H) のとき、

$$I_{out}(\text{最大}) = 0.78 \times Vref(V)$$

8.8. Selectable Mixed Decay ファンクション

Selectable Mixed Decay とは、電流回生 (Decay)期間中の電流回生量を端子により調整できる機能です。

Mixed Decay 制御自体は、Slow Decay、Fast Decay の 2 つの Decay 制御を切り替えることで実現します。このファンクションで、MDT0、MDT1 の 2 端子によりこの Slow Decay、Fast Decay の比率を 4 つの設定から選択することが可能となります。一般的には、ADMD から評価をお勧めします。

表 8.9 Selectable Mixed Decay ファンクション

MDT1 端子入力	MDT0 端子入力	ファンクション
L	L	Fast Decay: 37.5% (Fast Decay = OSCM × 6)
L	H	Fast Decay: 50% (Fast Decay = OSCM × 8)
H	L	Fast Decay only
H	H	ADMD

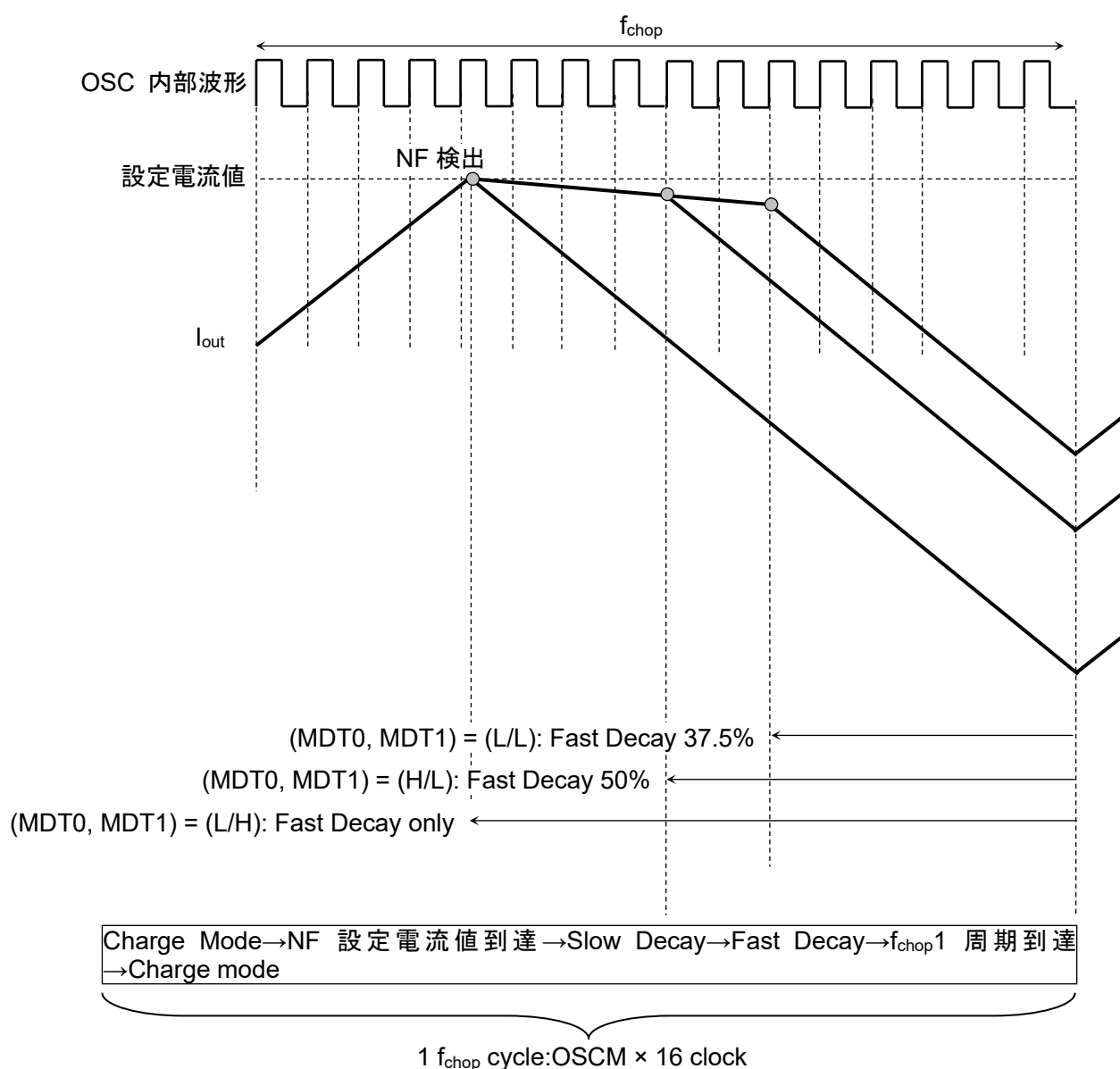


図 8.1 Selectable Mixed Decay ファンクション

注: タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化しています。

8.9. MO(Monitor Output: 電気角出力)のファンクション

MO は内部電気角の初期電気角を信号として出力する機能です。オープンドレイン端子のため、機能を使用する場合は MO の出力を VCC などの電源にプルアップして使用してください。(プルアップ抵抗は 10 k $\sim$ 100 k Ω の抵抗を使用してください。)

通常時は OFF(ハイインピーダンス)のため、プルアップされた状態で High が出力されます。内部電気角が初期電気角と一致した場合に、下記のとおり端子レベルが Low(内部のオープンドレインの MOSFET が ON)となります。

MO 端子を使用しない場合は、端子をオープンまたは GND へ接続としてください。

表 8.10 MO ファンクション

MO	ファンクション
High (Hi-Z)	初期電気角以外の電気角で動作しています
Low	初期電気角の電気角で動作しています



図 8.2 MO ファンクション等価回路

注：等価回路は回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

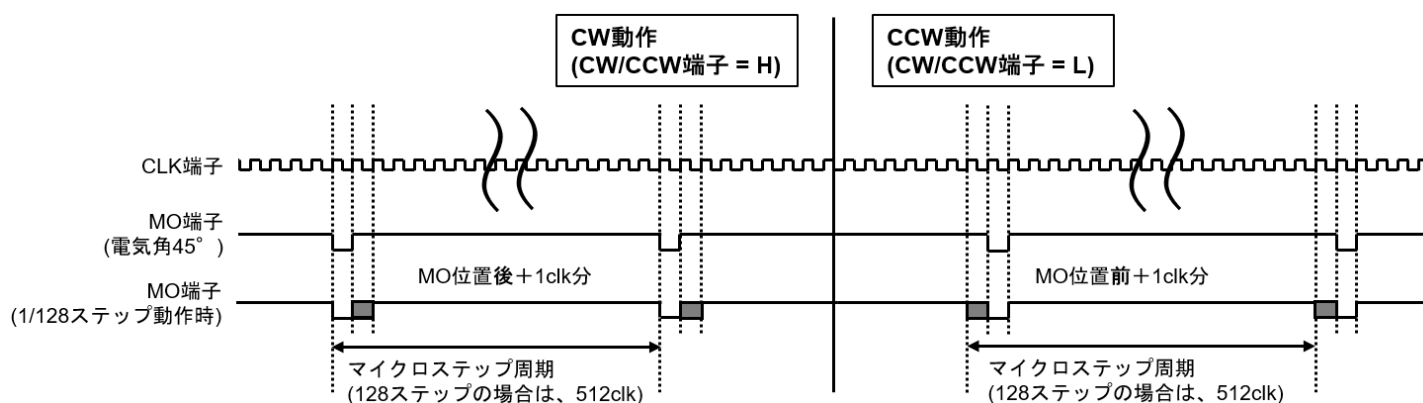


図 8.3 CW/CCW 動作時の MO 信号幅

注：1/128 ステップ時のみ、CW 動作では MO 出力が本来の位置から後方へ 1CLK 分延長され、MO 信号幅は CLK 信号の 2 周期分となります。また、CCW 動作では MO 出力が本来の位置から前方へ 1CLK 分延長され、MO 信号幅は CLK 信号の 2 周期分となります。

8.9.1. 励磁設定について

表 8.11 DMODE のファンクション

MODE2 端子入力	MODE1 端子入力	MODE0 端子入力	ファンクション
L	L	L	1/1 ステップ設定 (2 相励磁)
L	L	H	1/2 ステップ設定 (1-2 相励磁)
L	H	L	1/4 ステップ設定 (W1-2 相励磁)
L	H	H	1/8 ステップ設定 (2W1-2 相励磁)
H	L	L	1/16 ステップ設定 (4W1-2 相励磁)
H	L	H	1/32 ステップ設定 (8W1-2 相励磁)
H	H	L	1/64 ステップ設定 (16W1-2 相励磁)
H	H	H	1/128 ステップ設定 (32W1-2 相励磁)

注: スタンバイモード解除後、内部回路が安定するまでモーター駆動の信号入力を行わないようお願い致します(スタンバイモード解除後、1 ms 経過を目安に駆動信号を入力いただきますようお願い致します)。

8.10. AGC(Active Gain Control)について

AGC は Active Gain Control の略で、設定された定電流値に対して、モーターのトルクが掛からないときは電流値を下げることによって高効率な駆動を行い、トルクが必要と判定した場合には定電流の値を上昇させることにより脱調を防止して動作させるオリジナルシステムです。

8.10.1. AGC 端子のファンクション

AGC 端子により Active Gain Control (AGC)機能の ON/OFF を切り替えることが可能です。
AGC=High の場合に AGC が ON となり、VREF により設定される電流を上限に、負荷トルクに応じてドライバー側がモーター電流を段階的に引き下げます。
AGC=Low の場合に AGC が OFF となり、VREF により設定される電流値で動作するため、通常の定電流ドライバーと同様に使用することができます。
AGC は電流が 0 レベルを継続しているポイントで各出力端子の状態を IC がモニターリングして内部の判定信号のひとつとして使用します。しかし、2 相励磁駆動では電流が 0 レベルを維持する時間が原理的にありません。そのため、この IC ではこの判定に必要な時間を一定期間 0 レベルとして制御して、その間に信号を検出する機能を持たせています。この時間は IC が自動に生成しますので、ユーザーが時間を外部から制御する必要はありません。

表 8.12 AGC ファンクション

AGC 端子入力	ファンクション
L	AGC: OFF
H	AGC: ON

注: AGC 端子には IC 内部で 0.625 μ s ($\pm 20\%$)のデジタルフィルターが設定されています。

8.10.2. CLIM(電流低下時の下限値リミッター機能)のファンクション

AGC は VREF によって設定された定電流値に対し、トルクを判別することによって IC が電流値を引き下げる動作を行います。

したがって、モーターを含んだシステムとして脱調させないためには、この定電流値を十分なマージンを持った脱調しない電流値として設定します。

この設定した電流値に対して、モーターが実際に必要な電流値は概ね低い電流になるため、AGC 動作を有効にすると、モーター回転時に最低限必要な電流値(トルク値)まで、IC が判断して電流引き下げます。

ただし、負荷のトルクが非常に小さい場合は設定した電流自身が非常に小さくなり、負荷が変動し、トルクが必要になったときの電流との差が、非常に大きくなる可能性があります。

この場合、トルクが必要になったときに電流を必要レベルまで上昇させるまでに時間がかかることや、モーター特性などによりトルク追従が間に合わなくなり、脱調につながるときがあります。このため、設定された定電流値に対して、電流値が下がり過ぎないようにする機能が CLIM(Current limit)です。

CLIM0、CLIM1 端子により電流下限値リミッターを 8 段階に設定できます。CLIM0 は 2 ステート、CLIM1 は 4 ステート端子です。

通常は、CLIM の組み合わせで 80%の設定から評価を始めて、システム動作的にどの程度までマージンがあるかを、電流下限値を下げるにより評価し、値を決める方法が良い使いこなしです。

80%の値で使用しても、消費電力は I_{out} の 2 乗に比例するため、その消費電力削減効果は大きくなります。

CLIM0、CLIM1 端子には IC 内部で $0.625 \mu s(\pm 20\%)$ のデジタルフィルタが設定されています。

また、AGC を使わない設定では、この機能は無効です。

表 8.13 CLIM ファンクション

CLIM0	CLIM1	ファンクション
High	VCC ショート	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 80\%$
	VCC プルアップ(100 k Ω)	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 75\%$
	GND プルダウン(100 k Ω)	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 70\%$
	GND ショート	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 65\%$
Low	VCC ショート	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 60\%$
	VCC プルアップ(100 k Ω)	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 55\%$
	GND プルダウン(100 k Ω)	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 50\%$
	GND ショート	電流下限値リミッター: $I_{out} \times 45\%$

8.10.3. BOOST(電流補正)のファンクション

BOOST 端子は、負荷トルクが増加した際に電流を増加させる(元の定電流設定値に戻す)変化の量を決定する端子です。BOOST は 4 ステート端子で 100 kΩ の抵抗の有無の組み合わせでモード(補正量)を設定します。

下記表で VCC ショート: モード 1 がもっとも電流増加によるリカバリー動作が早く、モード 4 の GND 接続がもっとも緩やかに電流が上がる(戻る)設定になります。ファンクションにおける「段階」は、電流値の変化の分割数で、この値が少ない方が早く、急激に電流が上がる(リカバリーされる)ことを示しています。

この値を決定するには、その使用システムの負荷トルクの変化具合に合わせて、例えば急激なトルク変動が発生するシステムでは、急速な変化が可能なモード 1、トルクの変動がある程度ゆっくりなシステムではモード 3 やモード 4 の設定を使うといった方法があります。一般にはモード 1 を標準に設定し評価を行い、モード 2、モード 3 の設定に変えていったときにトルク追従が間に合うかを検証してみる事をお勧めします。

BOOST 端子には、IC 内部で 0.625 μs(±20%)のデジタルフィルタが設定されています。

表 8.14 BOOST ファンクション

モード	BOOST 設定	ファンクション	リカバリー動作
1	VCC ショート	最大 5 段階での補正 (設計値)	早い
2	VCC ブルアップ(100 kΩ)	最大 7 段階での補正 (設計値)	やや早い
3	GND プルダウン(100 kΩ)	最大 9 段階での補正 (設計値)	やや遅い
4	GND ショート	最大 11 段階での補正 (設計値)	遅い

8.10.4. FLIM(周波数リミッター)のファンクション

FLIM 端子は AGC が有効になる下限の周波数(Frequency Limit)を設定する端子です。AGC はモーターの誘起電圧をシステムの判定のひとつに使用しています。このため、モーターの回転が非常に遅い領域などはこの特性が安定しないモーターもあることや、モーター自身が持っている共振周波数などの影響を避けるため AGC に入る周波数を制限することを可能としています。一般的には、VCC ショートモードに設定し評価を行い、モード 2. 3 と変更した場合の出力電流の安定性を検証することをお勧めします。

FLIM 端子は 4 ステート端子で、IC 内部で 0.625 μ s($\pm 20\%$)のデジタルフィルタが設定されています。

表 8.15 FLIM ファンクション

モード	FLIM 設定	ファンクション
1	VCC ショート	周波数リミッター:ON、 $f_{CLK} < 675$ Hz は AGC 無効
2	VCC プルアップ(100 k Ω)	周波数リミッター:ON、 $f_{CLK} < 450$ Hz は AGC 無効
3	GND プルダウン(100 k Ω)	周波数リミッター:ON、 $f_{CLK} < 225$ Hz は AGC 無効
4	GND ショート	周波数リミッター: OFF

GND 接続にした場合には、IC のリミッター回路による動作制限は発生しませんが、AGC のシステムで使用しているモーターの誘起電圧は、モーターの回転によって発生するため、モーターによって十分な検出ができないことから AGC 動作に入る周波数はモーター固有の値となります。

AGC に入る表中の周波数は 1/1 ステップ(フルステップ: 2 相励磁)の場合を記載しています。マイクロステップなどを使用するときは、周波数リミッターのしきい値は変化します。マイクロステップ時は、概ねその 2 相励磁換算の回転速度に準ずる値になります。下記の表を参考にしてください。

表 8.16 FLIM(周波数リミッター)のしきい値

FLIM	1/1 (2 相)	1/2 (1-2 相)	1/4 (W1-2 相)	1/8 (2W1-2 相)	1/16 (4W1-2 相)	1/32 (8W1-2 相)	1/64 (16W1-2 相)	1/128 (32W1-2 相)
VCC ショート	675 Hz	1.35 kHz	2.7 kHz	5.4 kHz	10.8 kHz	21.6 kHz	43.2 kHz	86.4kHz
VCC プルアップ (100 k Ω)	450 Hz	900 Hz	1.8 kHz	3.6 kHz	7.2 kHz	14.4 kHz	28.8 kHz	57.6 kHz
GND プルダウン (100 k Ω)	225 Hz	450 Hz	900 Hz	1.8 kHz	3.6 kHz	7.2 kHz	14.4 kHz	28.8 kHz
GND ショート	周波数リミッター: OFF							

8.10.5. LTH(AGC 検出しきい値)のファンクション

LTH 端子により AGC の検出感度を調整することができます。

この接続する抵抗の値を変更することによって、トルクの検出感度を変更することができます。抵抗値を下げた場合、感度が上がりますが、使用されるモーターによっては定電流値が安定しないなどの状況が発生するため、注意が必要です。

10 k Ω 程度まで抵抗値を下げて接続することが可能です。通常の使用方法で調整する必要が無い場合は 100 k Ω のプルダウン抵抗を接続してご使用ください。

表 8.17 LTH ファンクション

LTH	ファンクション
100 k Ω プルダウン	トルクの検出感度標準設定
10 k Ω プルダウン	トルクの検出感度上限設定

8.11. LO1、LO2(Error Output: 異常検出フラグ出力)のファンクション

LO1、LO2 は、IC およびその環境に何かしらの異常が発生し、その検出機能が働いた際に、外部に信号として出力する機能です。この端子は MO 端子と同様、オープンドレイン端子のため、機能を使用する場合は LO1、LO2 の出力を VCC などの電源(3.3 V や 5 V)にプルアップしてください。

プルアップ抵抗は 10k ~ 100 kΩ の抵抗を使用してください。

通常時はハイインピーダンス(内部のオープンドレインの MOSFET が OFF、プルアップされている場合は High)となり、異常検出(過熱(TSD)、過電流(ISD)、または負荷オープン(OPD))機能が働いた場合は下記のとおりに端子レベルが Low(内部のオープンドレインの MOSFET が ON)となります。

VM 電源の再投入やスタンバイモードによる異常検出解除をした場合、LO1、LO2 端子は再度、正常状態(通常動作)に戻ります。LO1、LO2 端子を使用しない場合は、端子をオープンまたは GND へ接続としてください。

表 8.18 LO1、LO2 のファンクション

LO1	LO2	ファンクション
High (Hi-Z)	High (Hi-Z)	正常状態 (通常動作)
High (Hi-Z)	Low	負荷オープン状態を検出
Low	High (Hi-Z)	過電流状態を検出
Low	Low	過熱状態を検出

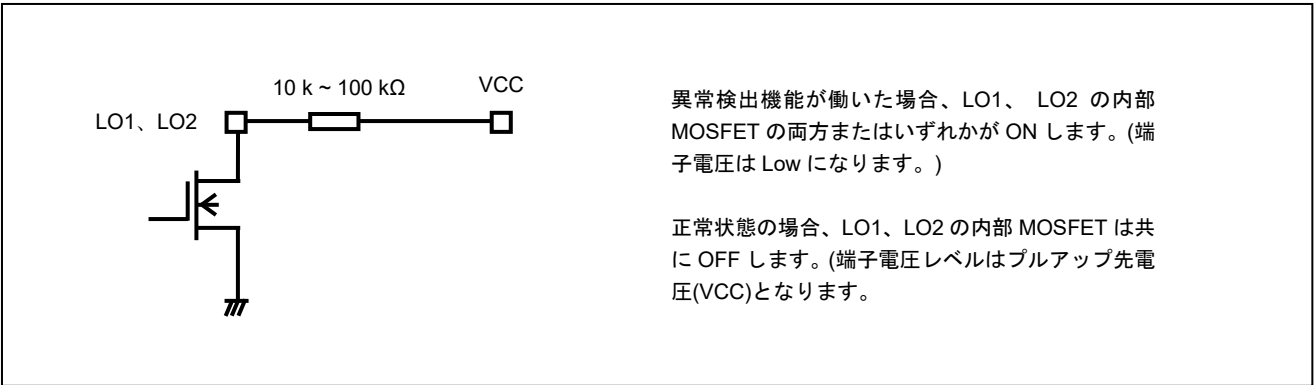


図 8.4 LO ファンクション等価回路

注：等価回路は回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。

9. IC ファンクション説明 2 (シリアルモード、IF_SEL 端子 = H のとき)

IF_SEL 端子 = H の場合に、インターフェースがシリアルモードとなります。データ設定とモーター制御は、以下の 32 ビットのシリアルフォーマットで行います。

BANK_EN 端子が”L”のときは初期設定が行われ、BANK_EN 端子が”H”のときはモーター制御となります。

モーター制御は、シリアル設定で各電流値を設定し、LATCH 信号のタイミングで設定された電流値に出力電流が更新されます。

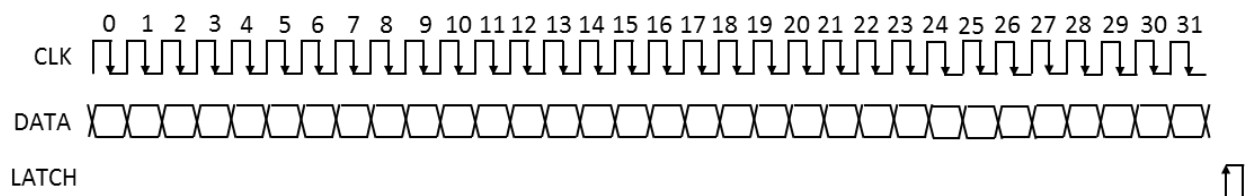


図 9.1 LATCH 信号のタイミング

表 9.1 BANK_EN 端子 = L: 初期設定

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	AGC	CLIM0	CLIM1	CLIM2	FLIM0	FLIM1	BST0	BST1	0	0	RSSEL	GAINSEL	0	0

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注: 初期セットアップの設定は、CLK モードでの端子設定と同じです。

表 9.2 BANK_EN 端子 = H: モーター制御

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	TORQE0	TORQE1	TORQE2	0	MDT_A0	MDT_A1	PHA	CA0	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
CA7	CA8	CA9	MDT_B0	MDT_B1	PHB	CB0	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5	CB6	CB7	CB8	CB9

注: コマンドが発行されるたびに、1 ステップずつ電流設定が転送されます。

9.1. BANK_EN 端子 = H のときのレジスター説明

BANK_EN 端子 = H のときのレジスターは下記のとおりです。

BANK_EN 端子 = L のときは、初期設定モードとなり、モーターの出力は OFF 状態となります。

9.1.1. PHx (x = A または B)

出力電流の極性をチャネルごとに選択することができます。

表 9.3 PHx (x = A または B)

PHx レジスター設定	ファンクション
L	出力電流極性をマイナス方向にする
H	出力電流極性をプラス方向にする

9.1.2. Cx0 ~ Cx9 (x = A または B)

電流制御のための DAC 出力をチャネルごとに設定することができます。

DAC の設定と電流の関係は、下記のとおりです。

A) 外付けセンス抵抗モード

$$I_{out}(\text{最大}) = V_{ref}(\text{gain}) \times \frac{V_{ref}(\text{V})}{RS(\Omega)} \times \frac{Cx[9:0]}{1023} \times \text{トルクファンクションのトルク設定}(\%)$$

(x = A または B)

B) RS レスモード (ACDS)

$V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{5}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = L) のとき、

$$I_{out}(\text{最大}) = 1.56 \times V_{ref}(\text{V}) \times \frac{Cx[9:0]}{1023} \times \text{トルクファンクションのトルク設定}(\%)$$

$V_{ref}(\text{gain}) = \frac{1}{10}$ (標準) (GAIN_SEL 端子 = H) のとき、

$$I_{out}(\text{最大}) = 0.78 \times V_{ref}(\text{V}) \times \frac{Cx[9:0]}{1023} \times \text{トルクファンクションのトルク設定}(\%)$$

(x = A または B)

9.2. モーター駆動時のシリアル設定例

モーターを駆動するときの設定例を下記に示します。

1. BANK_EN 端子を L に設定します。この状態で AGC など初期設定を実施します。
2. その後、BANK_EN 端子を H に設定します。この状態でモーター制御の設定をして、出力段トランジスターをオンにします。
3. BANK_EN 端子を H に設定したまま 1st～4th のコマンドを繰り返し発行することで、2 相励磁のシーケンスでモーターが駆動されます。

表 9.4 モーター駆動時のシリアル設定例

1st コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2nd コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

3rd コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4th コマンド

D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

10. 応用回路例

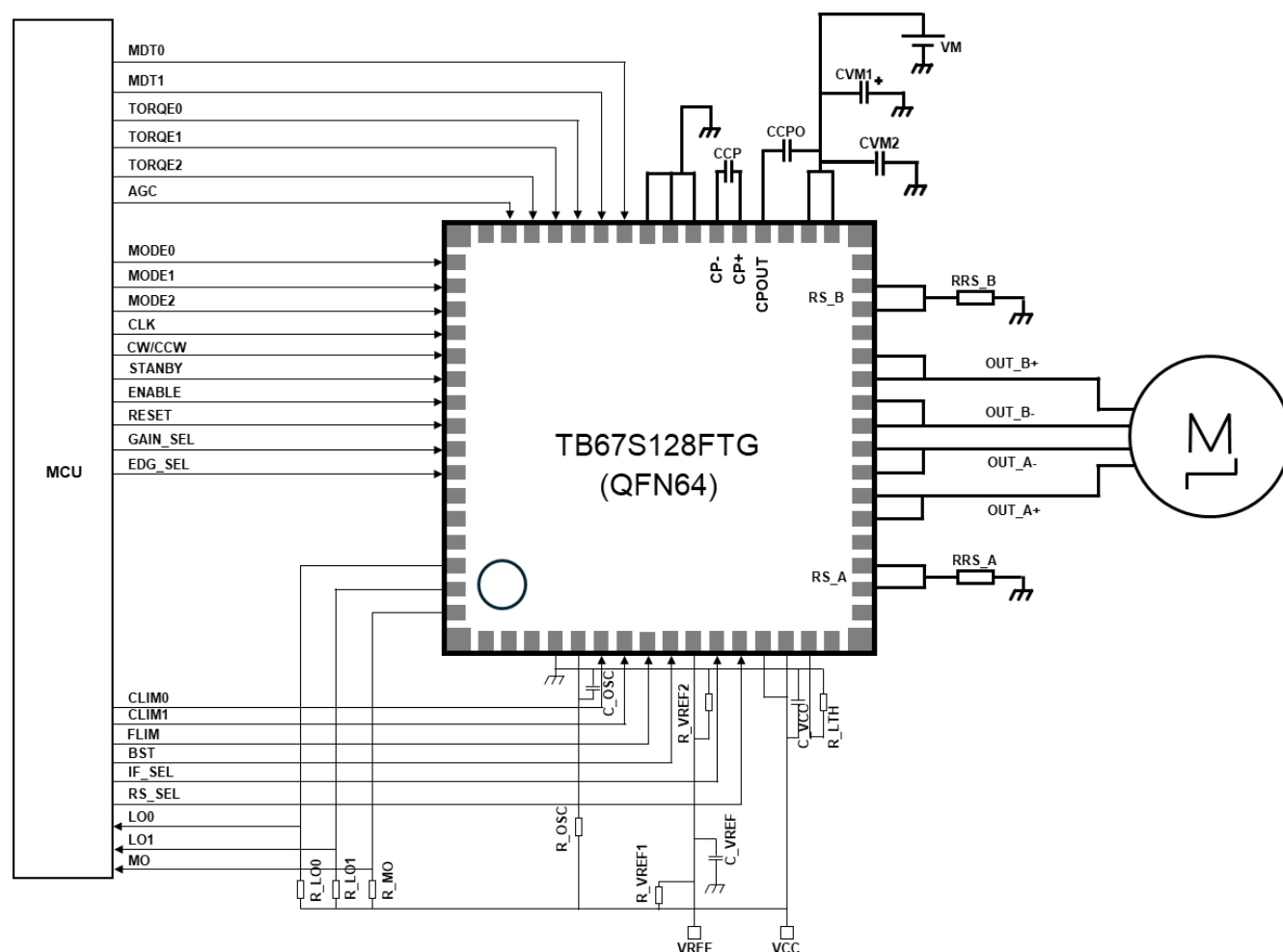


図 10.1 応用回路例(RS 抵抗モード)

注: ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化してあります。

注: 応用回路例は参考例であり、量産設計を保証するものではありません。

表 10.1 部品定数参考例

部品記号	部品	参考定数
CVM1	電解コンデンサー	100 μ F (CVM1 $\geq$ 10 μ F)
CVM2	セラミックコンデンサー	(0.1 μ F)
CCP	セラミックコンデンサー	0.022 μ F
CCPO	セラミックコンデンサー	0.22 μ F
C_VCC	セラミックコンデンサー	0.1 μ F
R_osc	抵抗	5.1 k Ω (1.8 k Ω ~ 8.2 k Ω)
C_osc	セラミックコンデンサー	270 pF
R_VREF1, R_VREF2	抵抗	所望の値 (10 k Ω $\leq$ R_VREF1+R_VREF2 $\leq$ 50 k Ω としてください。)
C_VREF	セラミックコンデンサー	(0.1 μ F)
R_MO	抵抗	10 k Ω (10 k Ω ~ 100 k Ω)
R_LO0, R_LO1	抵抗	10 k Ω (10 k Ω ~ 100 k Ω)
R_LTH	抵抗	100 k Ω

注: 表中の定数は参考例であり、使用条件によっては推奨範囲外の部品を使用いただくことも可能です。

11. 各外付け部品について

11.1. 電源端子ラインなどのコンデンサーについて

IC に印加される電源電圧の安定化、およびノイズ信号の低減のために、各端子への配線部分には適切な値のコンデンサーを接続してください。

なお、コンデンサーはできるだけ IC の近くで接続することが有効で、それを推奨します。

ただし、IC の発する熱などの影響には気をつけてください。

また、小容量のセラミックコンデンサー(バイパスコンデンサー)を IC 近傍に配置することは、特に高周波数の電源変動やノイズを抑えることに対して効果的です。この考え方は、一般的に CMOS LOGIC IC などの基板条件と同様な考え方が使用できます。

表 11.1 電源端子用コンデンサー推奨値

項目	部品	標準値	推奨範囲
VM 端子-GND 間	デカップリングコンデンサー (CVM1)	100 μ F	22 ~ 100 μ F
VCC 端子-GND 間	バイパスコンデンサー (C_VCC)	0.1 μ F	0.01 ~ 1 μ F
VREF 端子-GND 間	バイパスコンデンサー (C_VFER)	0.1 μ F	0.01 ~ 1 μ F

VREF 端子-GND 間のご使用環境に合わせ、必要に応じてコンデンサーの接続をご検討ください。

モーター負荷条件や基板パターンなどによっては、各部品を省く、推奨値以外のコンデンサーを使用することも可能です。例えば、モーターを複数使用するときに、ドライバーIC をモーターと同数使う場合などは、VM-GND 間のコンデンサーを間引くことも可能です。電源のリップルが大きくなり容量を総合的に確保してください。

11.2. OSCM 発振周波数について

OSCM 発振周波数の調整については、外付けのコンデンサー、抵抗の定数変更により、周波数の可変が可能です。調整の際はコンデンサーの値を固定(270 pF)し、抵抗値を変更することにより設定する方法を推奨しています。

OSCM の周波数を変更することにより、チョッピング周波数を変更することが出来ます。以下の表を参考にチョッピング周波数の調整を行ってください

基板 当社評価基板
電源電圧 24 V
COSC 270 pF

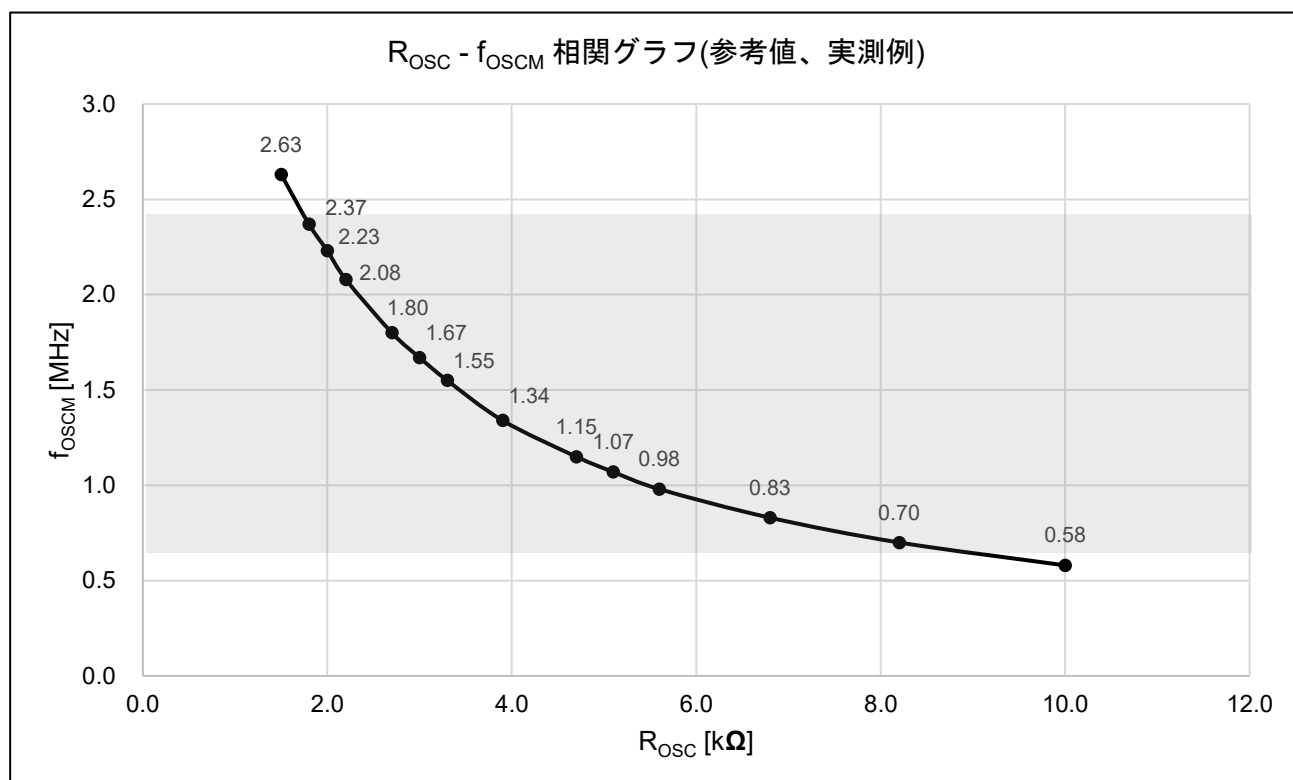
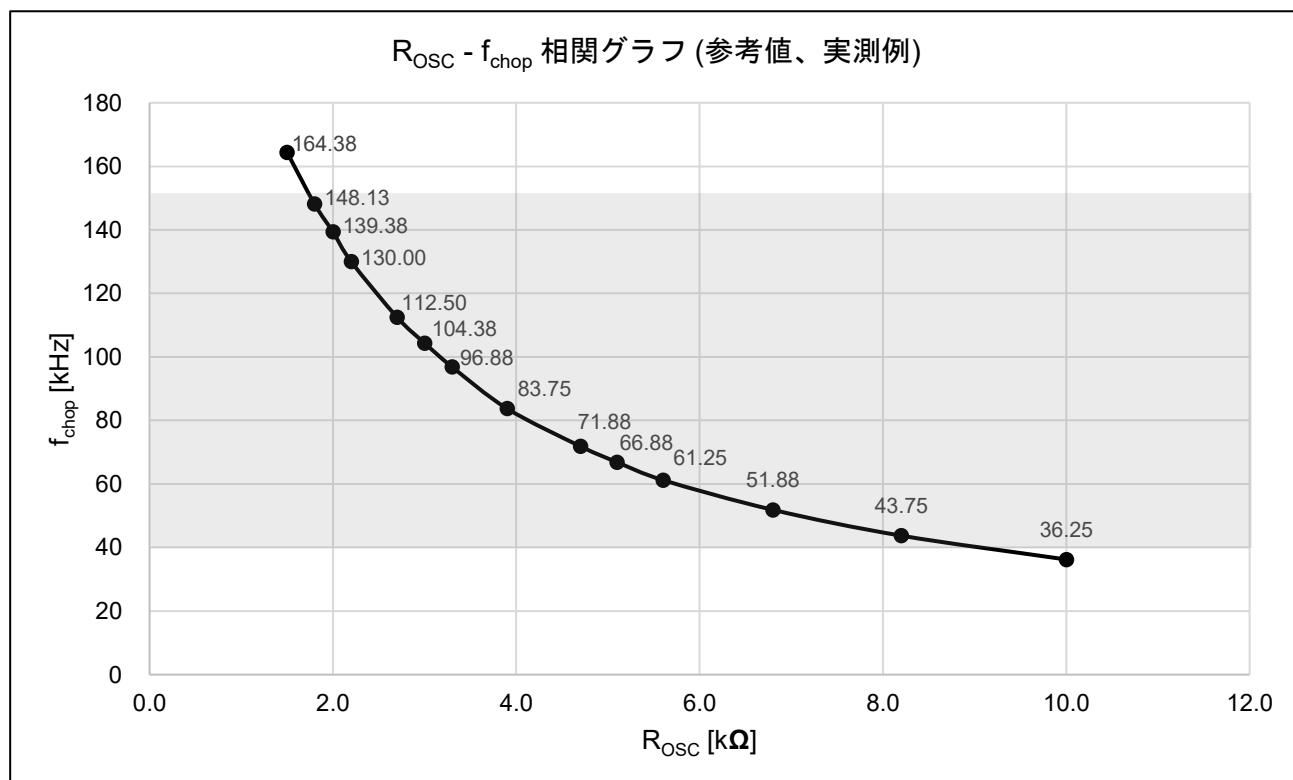
表 11.2 外付け抵抗 R と OSCM 発振周波数の関係(参考データ)

R _{osc}	f _{oscM}	f _{chop}
kΩ	MHz	kHz
1.5	2.63	164.38
1.8	2.37	148.13
2.0	2.23	139.38
2.2	2.08	130.00
2.7	1.80	112.50
3.0	1.67	104.38
3.3	1.55	96.88
3.9	1.34	83.75
4.7	1.15	71.88
5.1	1.07	66.88
5.6	0.98	61.25
6.8	0.83	51.88
8.2	0.70	43.75
10.0	0.58	36.25

設定周波数範囲
40 k ~ 150 kHz

←標準値

注: 表中に記載した値は参考値であり、保証をするものではありません。

図 11.1 R_{OSC} - f_{OSC} 相関グラフ(参考値、実測例)図 11.2 $R_{OSC} - f_{chop}$ 相関グラフ(参考値、実測例)

注: グラフ中に記載した値は参考値であり、保証をするものではありません。

11.3. モニター端子用抵抗

この IC では内部ステータスの一部を IC 外部に出力できるように、MO、LO1、LO2 のオープンドレイン端子を 3 つ設けています。内部のオープンドレインの MOSFET が OFF の場合、端子レベルとしてはハイインピーダンスとなります。本機能を使用する場合、プルアップ抵抗を使い端子を VCC など、5 V または 3.3 V の電源にプルアップしてください。なお本機能を使用しない場合、端子はオープンまたは GND へ接続として処理してください。

表 11.3 モニター端子用抵抗推奨値

項目	部品	標準値	推奨範囲
MO、LO1、LO2 端子 - 電源間	チップ/リード抵抗	10 k Ω	10 k ~ 100 k Ω

11.4. 電源/GND 用配線パターン

特に VM、OUT、GND 端子に接続されるパターンには大電流が流れることが前提になるため、配線インピーダンスなどの影響を受けないよう十分な配線パターン領域を確保してください。また、QFN パッケージのような面実装パッケージ品は、IC 裏面のコーナーパッドおよび裏面放熱パッドから基板 GND (放熱 Pad 実装エリア) へ熱を逃がすことが極めて重要になるため、熱設計を考慮したパターン設計をしてください。

11.5. ヒューズ

過電流の発生や IC が故障した場合などで、継続的に大電流が流れ続けることの無いよう、電源ラインへは適切なヒューズを挿入の上ご使用ください。

IC は、絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果 IC に大電流が流れ続けることで発煙や発火に至ることがあります。

破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。

この IC には出力に過大な電流が流れたことを検出し、出力を OFF にする過電流検出回路 (ISD) が内蔵されていますが、あらゆる条件で IC の保護を保証するものではありません。

異常検出回路動作後は速やかに過電流状態を解除するようお願いします。絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により過電流検出回路が正常に動作しないことや、動作する前に IC が破壊する可能性があります。

また、過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては IC が発熱などにより破壊することがあります。過電流状態が継続した場合に、2 次破壊が懸念されることや、ノイズによる誤動作を防止するため、過電流検出回路に不感帯時間を持つことから、出力負荷条件によって必ずしも動作しないことが懸念されます。

万が一のことを考慮し、異常状態が継続することを避けるため、電源へのヒューズ使用をお願い致します。

11.6. 異常検出機能

この IC は異常検出機能として、一般の UVLO 機能の他に、パワー系 IC に特有な、過熱検出機能 (TSD) と、過電流検出機能 (ISD) を内蔵しています。以下に各機能の説明を記載します。

11.6.1. 過熱検出機能 (TSD)

IC のチップにおける、ジャンクション温度があらかじめ設定された規定温度に達した場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。この検出回路にはスイッチングなどによる誤検出を避けるため、IC 内部で不感帯時間を設けています。TSD の動作状態では、IC はスタンバイモードになりその状態が保持されます。過熱状態の検出後の状態は、電源の再投入または STANDBY 端子でスタンバイモードに設定することで解除することが可能です。TSD 機能は IC が異常発熱した場合に検出する機能です。TSD 機能を積極的に活用するようなご使用方法は避けてください。

11.6.1.1. 過熱検出回路の不感帯時間について

異常検出機能などの不感帯時間をカウントアップするために、システムクロック ($f_{\text{OSCS}} = 6.4 \text{ MHz}$ (標準)) を内蔵しています。過熱検出回路には、このシステムクロックを使った誤検出防止用の不感帯時間を設定しています。

$$t_{\text{TSD}} = 5 \mu\text{s} (\text{標準})$$

11.6.2. 過電流検出機能 (ISD)

モーター出力に規定値以上の電流が流れた場合、出力部に内蔵された過電流検出回路が働き、出力部を OFF 状態に制御します。スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で不感帯時間を設けています。ISD の動作状態では、IC はスタンバイモードになりその状態が保持されます。過電流検出後の状態は、電源の再投入または STANDBY 端子でスタンバイモードに設定することで解除が可能です。

11.6.2.1. 過電流検出回路の不感帯時間

異常検出機能などの不感帯時間をカウントアップするために内部システムクロック ($f_{\text{OSCS}} = 6.4 \text{ MHz}$ (標準)) を内蔵しています。過電流検出回路には、このシステムクロックを使った誤検出防止用の不感帯時間を設定しています。

$$t_{\text{ISD}} = 1.25 \mu\text{s} (\text{標準})$$

12. IC の消費電力

IC が消費する電力は、大きく分けて 2 つ、モーター出力部で消費する電力(P(out))と、ロジック含む内部回路が消費する電力(P(bias))に分類することができます。

$P(\text{total})$ = IC の消費電力

$P(\text{out})$ = モーター出力部(MOSFET 部)で消費する電力

$P(\text{bias})$ = 内部回路で消費する電力

$P(\text{total}) = P(\text{out}) + P(\text{bias})$

(1) モーター出力部の消費電力

モーター出力部で消費する電力(P(out))は、出力段の MOSFET にモーター電流が流れることで消費されます。ステッピングモーターを駆動する場合、H-SW を 2 つ(A 相、B 相の 2 相)同時に制御するため、そのことを考慮し、下記の数式で概算値を求めることができます。

$$P(\text{out}) = \text{H-SW 数}(= 2\text{ch}) \times \text{モーター電流値} \times \text{モーター電流値} \times \text{オン抵抗} \\ (P = V \times I = R(\text{on}) \times I(\text{out})^2 \text{ より}) \dots\dots\dots (1)$$

この計算式で求められる電力は、モーターに流れる電流が最大(設定電流)に到達した瞬間(電流ピーク)の値による計算値になります。ただし、実際のモーターでは PWM による定電流制御を行っていることから、常にピーク電流が流れ続けるわけではありません。定電流 PWM 中の電流リップルや、励磁相が切り替わる際の電流減衰などによりモーターに流れる平均電流は、一般的に設定電流よりも下がります。よって、上式で求められる消費電力はあくまで目安値として扱う必要があります。

例) モーター電流を 1 A、2 相励磁に設定した場合の P(out)は、

$$P(\text{out}) = 2 (\text{ch}) \times 1.0 (\text{A}) \times 1.0 (\text{A}) \times 0.35(\Omega) = 0.7 (\text{W})$$

となります。

(2) 内部回路の消費電力

ロジック部含む内部回路で消費する電力(P(bias))は、VM 電圧が印加され信号入力によりモーターが動作できる状態(スタンバイ解除状態)で、常に消費される電力です。概算値は下記式で求めることができます。

$$P(\text{bias}) = \text{電源電圧} \times \text{消費電流} = \text{VM} \times \text{IM} \dots\dots\dots (2)$$

例) 電源電圧 24 V を印加した場合の P(bias)は、

$$P(\text{bias}) = \text{VM} \times \text{IM3 より、} 24 (\text{V}) \times 0.0104(\text{A}) = 0.2496(\text{W})$$

以上より、IC が消費する電力の概算値は

$$P(\text{total}) = P(\text{out}) + P(\text{bias}) = 0.7 + 0.2496 = 0.9496 (\text{W}) \text{ となります。}$$

なお、待機電力(内部回路のバイアス電流をカットするスタンバイモードを使用した場合)は、(2)式の IM に IM1 の値を使用し概算値を求めることができます。

$$P(\text{bias}) = 24 (\text{V}) \times 0.0032 (\text{A}) = 0.0768 (\text{W}) \text{ となります。}$$

13. 許容損失

周囲環境温度 (T_a) とジャンクション温度 (T_j)、およびジャンクションから周囲温度間の熱抵抗 ($R_{th(j-a)}$)の関係式は以下のとおりです。

$$T_j = T_a + P \times R_{th(j-a)}$$

TB67S128FTG は面実装タイプの QFN64 パッケージを採用しています。QFN64 パッケージは主に、裏面の放熱パッドを介して熱を実装基板へ逃がすため、 $R_{th(j-a)}$ は基板パターンや GND エリアに依存します。

また、QFN の有効ピン以外の電極部(コーナーパッド)は IC 内部で放熱パッドに接続されています。この部分も、半田で基板に接続することによって主に基板の表面からの放熱を期待できるため、接続をお願いします。

熱計算の例: ガラスエポキシ 4 層基板に実装時の熱抵抗 $R_{th(j-a)}$ を $25^{\circ}\text{C}/\text{W}$ と仮定した場合、常温環境 ($T_a = 25^{\circ}\text{C}$)のジャンクション温度は下記のとおり求めることができます。(消費電力は前ページの条件同等とします。)

$$T_j = 25 (^{\circ}\text{C}) + 0.9496 (\text{W}) \times 25 (^{\circ}\text{C}/\text{W}) = 48.74 ^{\circ}\text{C}$$

ご参考

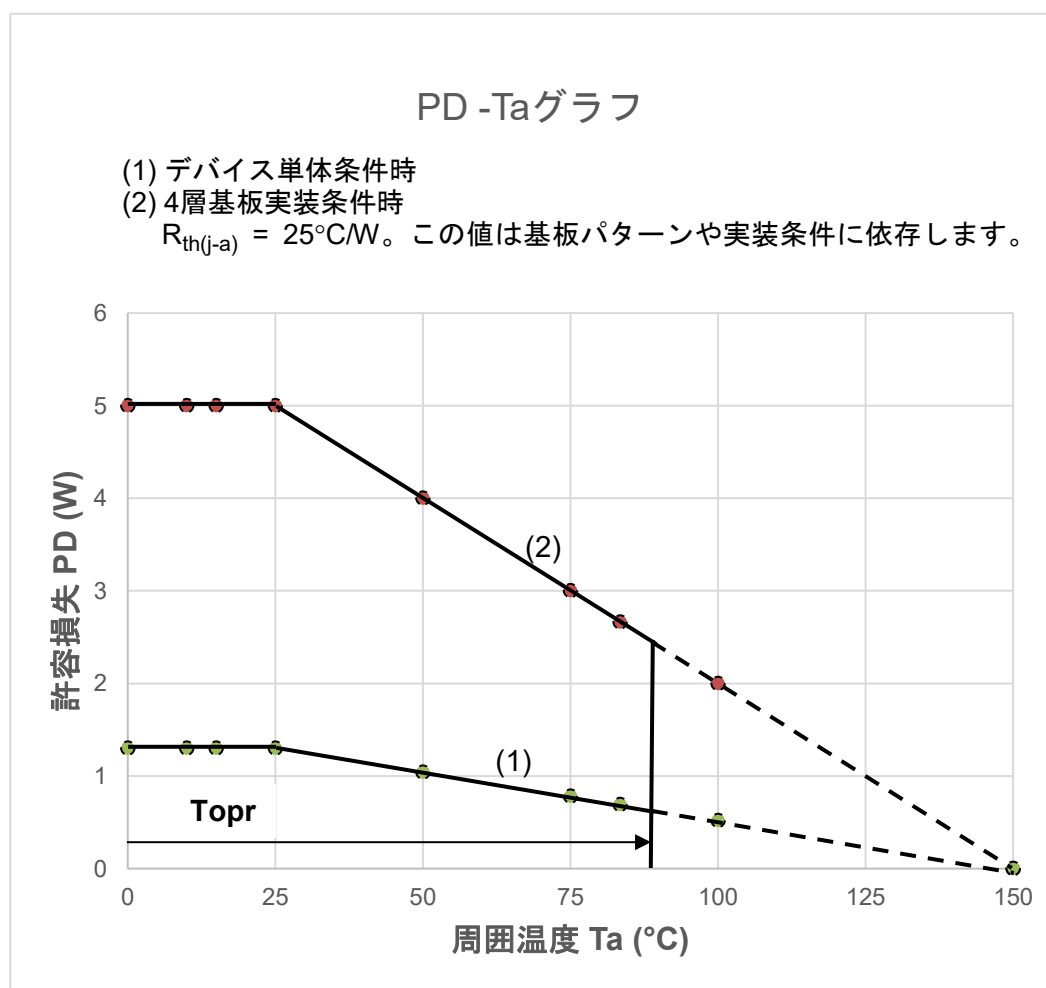


図 13.1 許容損失/周囲環境温度の関係について

注: T_a 、 $R_{th(j-a)}$ 、 $P(\text{total})$ は使用する環境に依存しますのでご注意ください。また、周囲温度が高い場合、許容可能な消費電力はその分小さくなります。

14. 参考フットパターン例

QFN64 フットパターン例

(単位: mm)

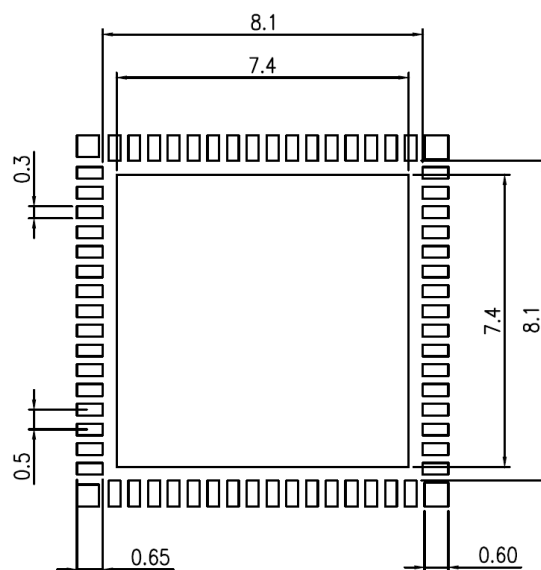


図 14.1 QFN64 フットパターン

注: フットパターン例は参考例であり、量産設計を保証するものではありません。実装基板の寸法設定の際には、半田ブリッジ/半田接合強度/基板製作時のパターン精度/IC 搭載機の搭載精度などを十分考慮頂き、最適パターンを決定ください。
サーマル Via の設計につきましては、実装ガイドラインを参照ください。

15. 基板図面(当社オリジナル評価基板の例)

15.1. 入出力関連

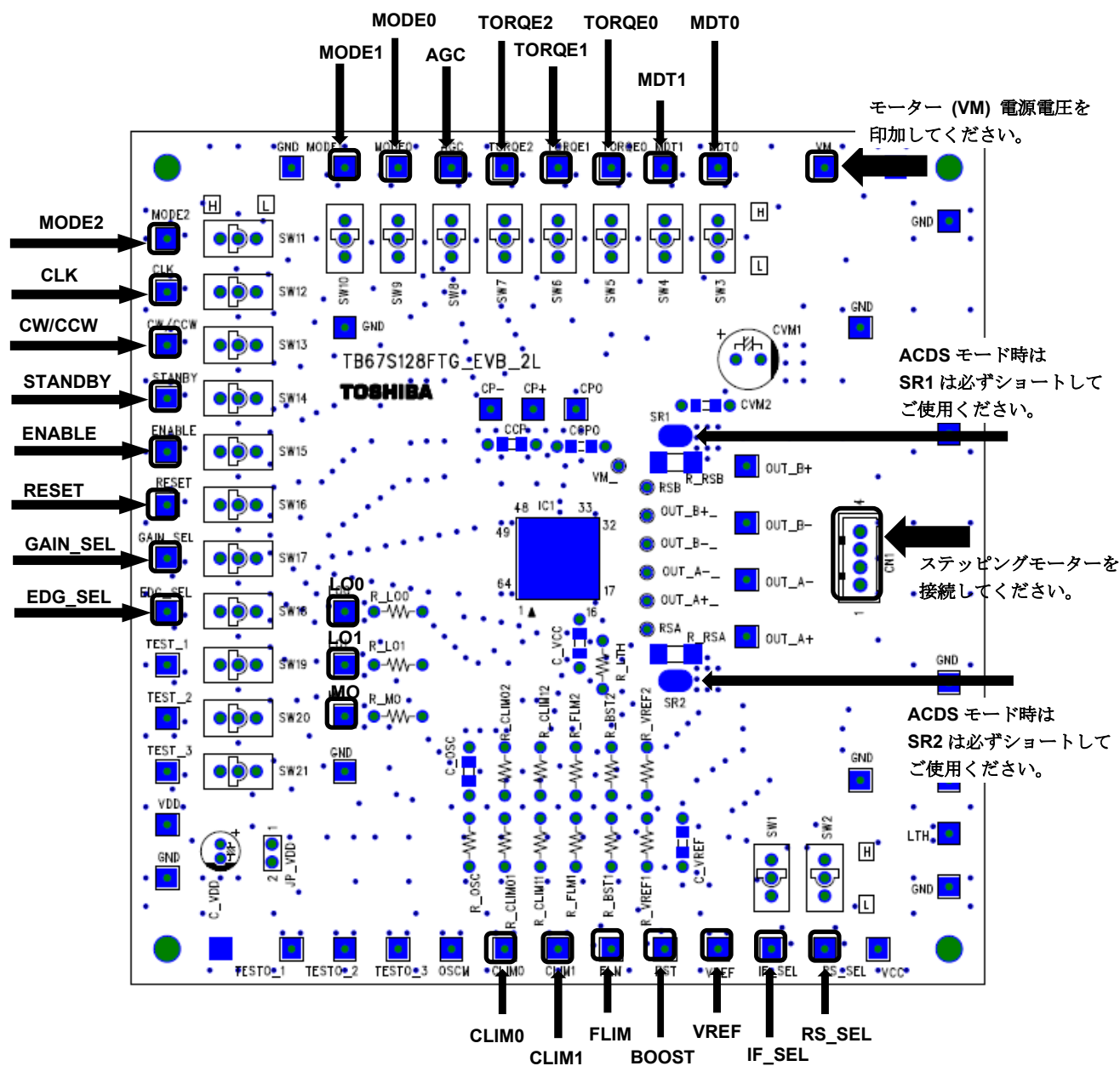


図 15.1 入出力関連

各電源、制御信号は、上図を参考にしてください。

15.2. 主要部品関連

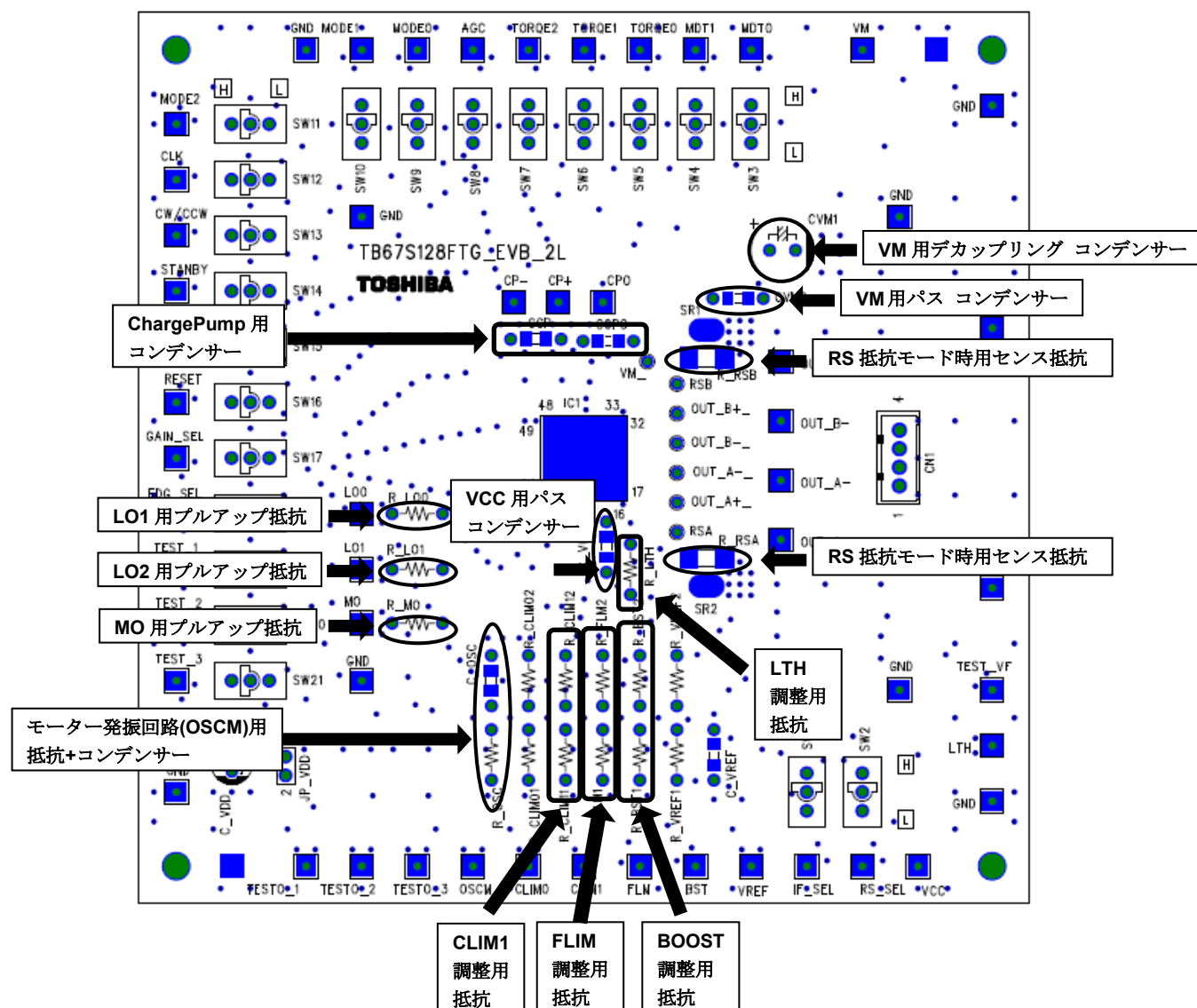


図 15.2 主要部品関連

「10 応用回路例」を参考に各部品を接続してください。

15.3. 基板オプション関連

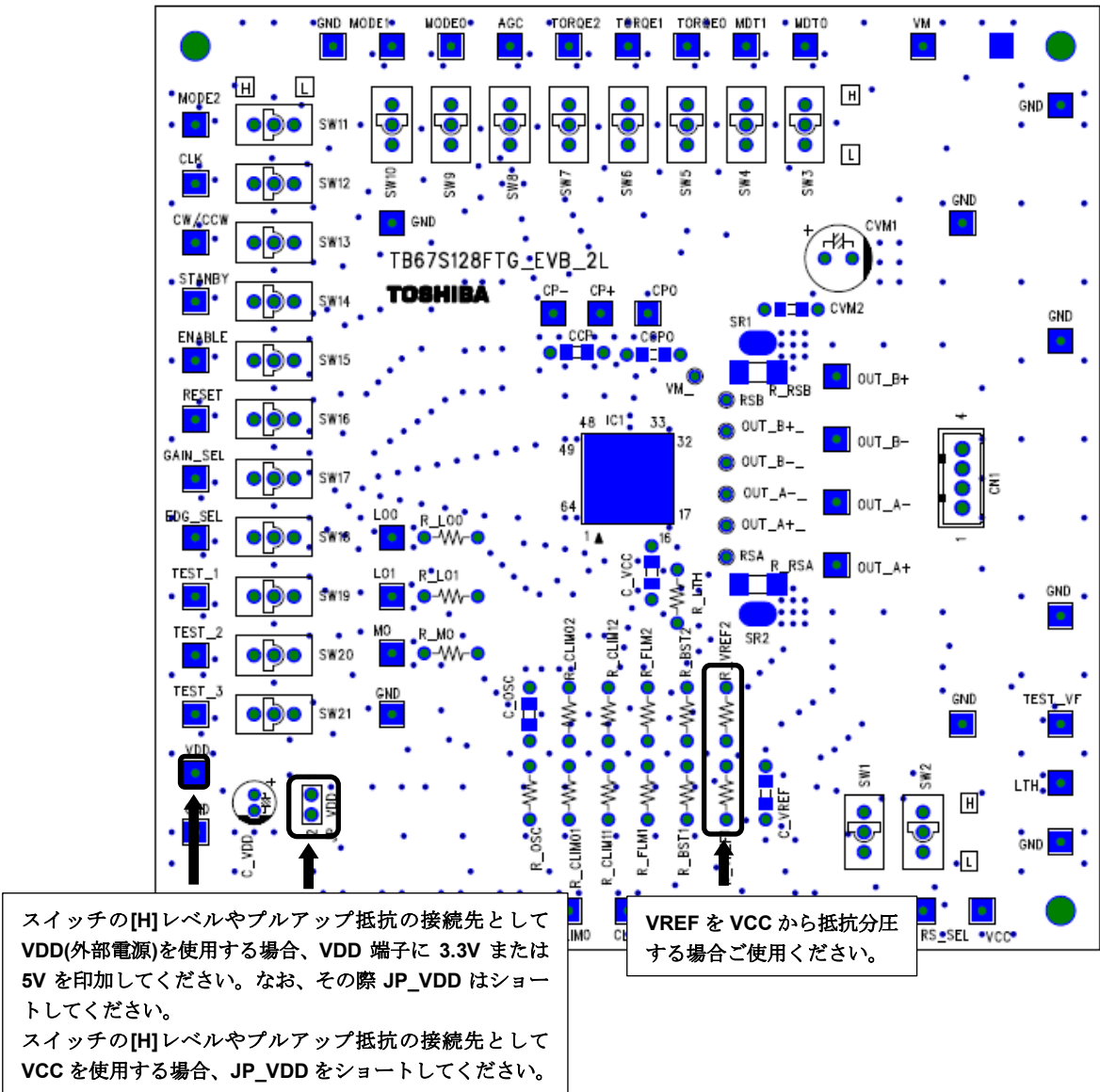


図 15.3 基板オプション関連

图 15.4 基板回路图

記載内容の留意点

1. ブロック図
ブロック図内の機能ブロック/回路/定数などは、機能を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
2. 等価回路
等価回路は、回路を説明するため、一部省略・簡略化している場合があります。
3. タイミングチャート
タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化している場合があります。
4. 応用回路例
応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。
また、工業所有権の使用の許諾を行うものではありません。
5. 測定回路図
測定回路内の部品は、特性確認のために使用しているものであり、応用機器の誤動作や故障が発生しないことを保証するものではありません。

使用上のご注意およびお願い事項

使用上の注意事項

- (1) 絶対最大定格は複数の定格の、どの1つの値も瞬時たりとも超えてはならない規格です。複数の定格のいずれに対しても超えることができません。絶対最大定格を超えると破壊、損傷および劣化の原因となり、破裂・燃焼による傷害を負うことがあります。
- (2) デバイスの逆差し、差し違い、または電源のプラスとマイナスの逆接続はしないでください。電流や消費電力が絶対最大定格を超え、破壊、損傷および劣化の原因になるだけでなく、破裂・燃焼により傷害を負うことがあります。なお、逆差しおよび差し違いのままに通電したデバイスは使用しないでください。
- (3) 過電流の発生や IC の故障の場合に大電流が流れ続けないように、適切な電源ヒューズを使用してください。IC は絶対最大定格を超えた使い方、誤った配線、および配線や負荷から誘起される異常パルスノイズなどが原因で破壊することがあり、この結果、IC に大電流が流れ続けることで、発煙・発火に至ることがあります。破壊における大電流の流出入を想定し、影響を最小限にするため、ヒューズの容量や溶断時間、挿入回路位置などの適切な設定が必要となります。
- (4) モーターの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、ON 時の突入電流や OFF 時の逆起電力による負極性の電流に起因するデバイスの誤動作あるいは破壊を防止するための保護回路を接続してください。IC が破壊した場合、傷害を負ったり発煙・発火に至ったりすることがあります。保護機能が内蔵されている IC には、安定した電源を使用してください。電源が不安定な場合、保護機能が動作せず、IC が破壊することがあります。IC の破壊により、傷害を負ったり発煙・発火に至ったりすることがあります。
- (5) パワーアンプおよびレギュレーターなどの外部部品（入力および負帰還コンデンサーなど）や負荷部品（スピーカーなど）の選定は十分に考慮してください。入力および負帰還コンデンサーなどのリーク電流が大きい場合には、IC の出力 DC 電圧が大きくなります。この出力電圧を入力耐電圧が低いスピーカーに接続すると、過電流の発生や IC の故障によりスピーカーの発煙・発火に至ることがあります（IC 自体も発煙・発火する場合があります）。特に出力 DC 電圧を直接スピーカーに入力する BTL (Bridge Tied Load) 接続方式の IC を用いる際は留意が必要です。

使用上の留意点

(1) 過電流検出回路

過電流検出回路 (ISD) はどのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過電流状態を解除するようお願いします。

絶対最大定格を超えた場合など、ご使用方法や状況により、過電流検出回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。また、動作後、長時間過電流が流れ続けた場合、ご使用方法や状況によっては、IC が発熱などにより破壊することがあります。

(2) 過熱検出回路

過熱検出回路 (TSD) は、どのような場合でも IC を保護するわけではありません。動作後は、速やかに過熱状態を解除するようお願いします。

絶対最大定格を超えて使用した場合など、ご使用法や状況により、過熱検出回路が正常に動作しなかったり、動作する前に IC が破壊したりすることがあります。

(3) 放熱設計

パワーアンプ、レギュレーター、ドライバーなどの、大電流が流出入する IC の使用に際しては、適切な放熱を行い、規定接合温度 (T_j) 以下になるように設計してください。これらの IC は通常使用時でも、自己発熱をします。IC 放熱設計が不十分な場合、IC の寿命の低下・特性劣化・破壊が発生することがあります。また、IC の発熱に伴い、周辺に使用されている部品への影響も考慮して設計してください。

(4) 逆起電力

モーターを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モーターの逆起電力の影響でモーターから電源へ電流が流れ込みますので、電源の Sink 能力が小さい場合、IC の電源端子、出力端子が定格以上に上昇する恐れがあります。逆起電力により電源端子、出力端子が定格電圧を超えないように設計してください。

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（生命直結機器）、車載・輸送機器、防衛関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他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。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>