

TB67S579FTG

使用上の注意点

概要

TB67S579FTG は PWM チョッパー型 2 相バイポーラー駆動、クロックインデコーダー内蔵の 40 V / 2.0 A のステッピングモータードライバーです。Advanced Current Detect System(ACDS)機能を搭載しており、外付けの電流検出抵抗レスによる PWM 定電流駆動が可能です。また、Advanced Micro-stepping Technology として、「Active Gain Control (AGC2)」と「Automatic Wave Generation System (AWGS)」、および「Continuous Micro-stepping」の 3 つの機能を搭載し、高効率なモーター駆動、低振動、低騒音な駆動が可能です。

注：アプリケーションノートに記載されている内容は製品評価を行う上で参考としていただくためのものです。

そのため、記載している内容については保証をするものではありません。

詳細資料につきましてはデータシートをご確認ください。

目次

概要	1
1. 電源電圧	5
1.1. 電源電圧の動作範囲	5
1.2. 電源シーケンス	5
2. 出力電流	5
3. 制御入力	5
3.1. ファンクション説明	6
3.1.1. SLEEP_X のファンクション	6
3.1.2. CLK ファンクション	6
3.1.3. ENABLE ファンクション	7
3.1.4. CW/CCW ファンクション	7
3.1.5. DMODE0, DMODE1,DMODE2 ファンクション	7
3.1.6. Selectable Mixed Decay ファンクション	8
3.1.7. ADMD (Advanced Dynamic Mixed Decay)ファンクション	9
3.1.8. RESET ファンクション	9
3.1.9. MO ファンクション	10
3.1.10. LO(エラー検出フラグ出力)ファンクション	11
3.1.11. 出力 Open 検知ファンクション	11
3.2. Automatic Wave Generation System(AWGS) ファンクション	12
3.3. Active gain control ファンクション	13
3.3.1. Active gain control 設定ファンクション	13
3.3.2. Active gain control 時間自動設定ファンクション	13
3.3.3. Charge 用 tblank 設定ファンクション(CTBALNK 端子)	13
3.3.4. Slow 用 tblank 設定ファンクション(STBLANK 端子)	14
3.3.5. モーターM 結用 tblank 設定ファンクション(MTBLANK 端子)	14
3.3.6. NF 検知のヒステリシス設定ファンクション(NFHYS 端子)	15
3.3.7. モーター位相遅れ設定ファンクション(TARGET_ANGLE 端子)	15
3.3.8. Active Gain Control 制御ゲイン設定ファンクション(ACG_KP 端子、AGC_KI 端子)	15
3.3.9. Active Gain Control 減衰設定ファンクション(VSP_MIN 端子)	16
3.3.10. 低速時 Active Gain Control OFF 設定ファンクション(FREQ_MIN 端子)	16
3.3.11. Active Gain Control ゼロクロス位置特定時間設定ファンクション(AGC_TIME 端子)	17
3.4. Continuous Micro-stepping ファンクション	18
3.4.1. Continuous Micro-stepping 設定ファンクション	18
3.4.2. Continuous Micro-stepping 制御ゲイン設定ファンクション(KPKI_NANO 端子)	19
3.4.3. AGC_OUT ファンクション	19
3.5. シリアル入力制御	20
3.5.1. アドレス 1	21
3.5.2. アドレス 2	21

3.5.3. アドレス 3	22
3.5.4. アドレス 4	23
3.5.5. アドレス 5	24
3.5.6. アドレス 6	25
3.5.7. アドレス 7	26
3.5.8. アドレス 8	26
3.5.9. アドレス 9	27
3.5.10. アドレス 10	27
3.5.11. アドレス 11	28
3.5.12. アドレス 12	29
3.5.13. アドレス 13	30
3.5.14. アドレス 14	31
3.5.15. アドレス 15	32
3.5.16. アドレス 16	33
3.5.17. アドレス 17	33
3.5.18. アドレス 18	34
3.5.19. アドレス 19	34
3.5.20. アドレス 20	34
3.5.21. アドレス 21	35
3.5.22. アドレス 22	35
3.5.23. アドレス 23	35
4. 定電流制御について	36
4.1. 設定電流の計算式について	36
4.2. 出力設定電流補正について	36
4.3. OSCM 発振周波数とチョッピング周波数について	37
4.4. 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	38
5. Active Gain Control(AGC)設定方法	39
5.1. Active Gain Control (AGC)設定フロー	39
5.2. AGC_TIME 設定方法	40
5.2.1. 実測する場合	40
5.2.2. AGC_AUTO 機能を使用する場合	41
5.2.3. 計算で求める場合	41
5.3. VSP_MIN 設定方法	41
5.4. TARGET_ANGLE 設定方法	42
5.5. AGC_KP、AGC_KI 設定方法	42
5.6. FREQ_MIN 設定方法	42
6. 異常検出回路	43
7. IC の消費電力	45
7.1.1.1. パワートランジスター部の消費電力	45
7.1.1.2. ロジックと IM 系の消費電力	45

7.1.1.3. 消費電力	45
8. 応用回路例	46
8.1. 電源端子用コンデンサー	47
8.2. 電源 / GND 用配線パターン	47
8.3. ヒューズ	48
9. 参考ランドパターン	49
記載内容の留意点	50
使用上のご注意およびお願い事項	50
製品取り扱い上のお願い	52

1. 電源電圧

1.1. 電源電圧の動作範囲

TB67S579FTGをご使用頂くにあたり、ICへはVM, VREF端子へ電圧印加が必要になります。VM電源電圧の絶対最大定格は40V(アクティブ時)ですが、動作範囲:4.5~34Vの範囲内でご使用ください。電源の投入におけるスルーレートは、0.05V/ μ s以下を目安にご使用ください。VREF端子は動作範囲:0~3.6Vでご使用ください。

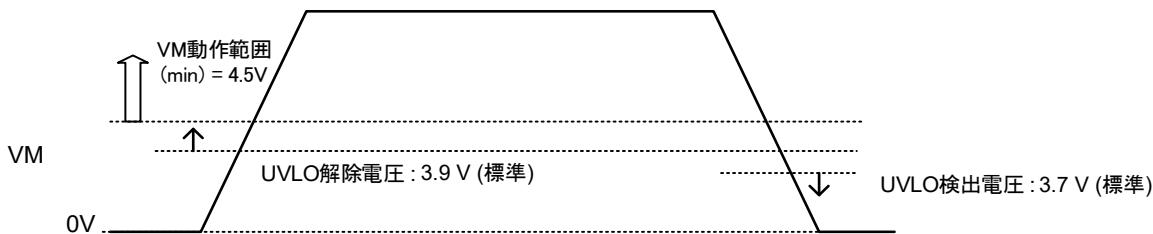


図 1.1 VM 動作範囲と UVLO しきい値

1.2. 電源シーケンス

本IC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。また、低電源電圧検出(UVLO)を内蔵しているため、低電源電圧時の誤動作を防止します。

なお、VM電圧の不安定な電源立ち上げ/立ち下げ(過渡領域)時にはモーター動作をOFF状態にすることを推奨いたします。電源電圧が安定な状態になってから入力信号を切り替えてモーターを動作させてください。また、同様にモーターが停止してから、電源を遮断することを推奨いたします。

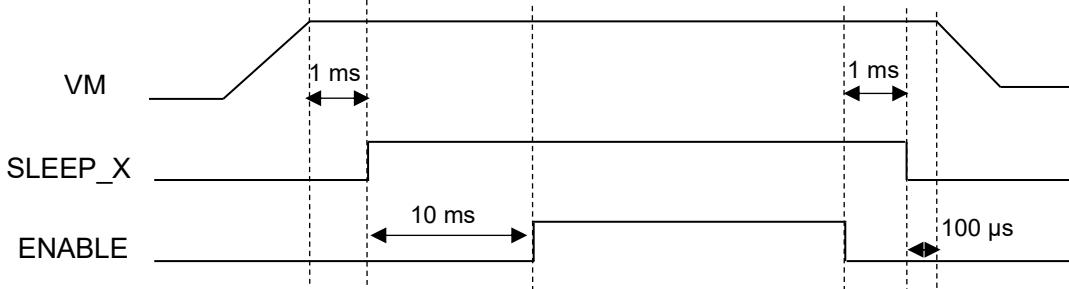


図 1.2 VM 電圧、SLEEP_X、ENABLE 信号タイミングチャート

2. 出力電流

モーターの電流は動作範囲:1.8A以下(1相あたり)でご使用ください。また使用条件(周囲環境温度や基板配線、放熱経路など)によって実際に使用可能な最大電流値が制限されます。動作環境下で熱計算/実評価の上、許容損失を超えない範囲で、最適な電流値に設定いただきますようお願い致します。

3. 制御入力

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でも、信号入力による起電力は発生しない構成となっておりますが、電源投入前は入力信号もLowレベルに設定頂くことを推奨します。

アナログ入力端子も同様に、GNDレベルに設定して頂くことを推奨します。未使用時についてもGNDに接続をお願い致します。

ロジック入力信号はVIN(H)=2.0V(最小)、VIN(L)=0.8V(最大)で3.3V系の入力信号でも制御が可能です。プルダウン抵抗100kΩ(標準)を内蔵しております。

3.1. ファンクション説明

3.1.1. SLEEP_X のファンクション

一度スリープに設定の上、再度通常動作モードに設定することで、過熱検出回路(TSD)、過電流検出回路(ISD)の動作による出力強制 OFF 状態から復帰させることができます。SLEEP_X = Low にすることで、100 μ s 後に Sleep モードとなります。SLEEP_X = High を入力後、10 ms(最大)で通常動作へ復帰します。

表 3.1.1 SLEEP_X ファンクション

SLEEP_X	ファンクション
L	Sleep モード(チャージポンプ停止、VCC Reg 停止)
H	通常動作

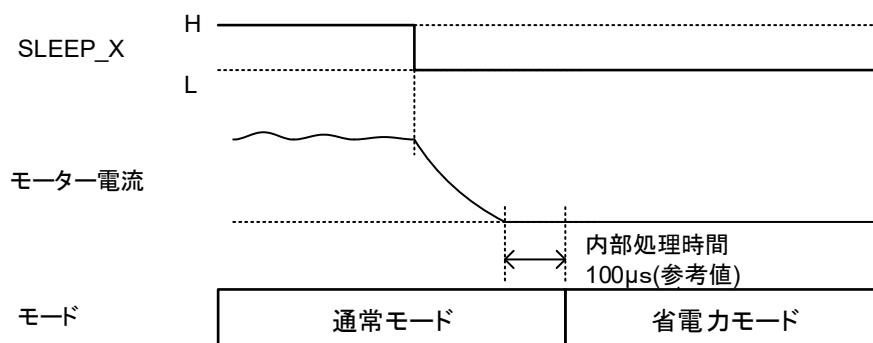


図 3.1 SLEEP_X タイミング

注：SLEEP_X 端子は、MCU などの Logic 信号から制御をお願いします。特に 5 V や 3.3 V などの電源に抵抗を介して Pullup するような場合には、信号の立ち上がり時間を 0.1 ms 未満で立ち上がるよう調整をお願いします。

3.1.2. CLK ファンクション

CLK ごとに電気角が 1 つ進みます。立ち上がりエッジで信号が反映されます。

表 3.1.2 CLK ファンクション

CLK	ファンクション
↑	立ち上がりエッジで次のステップへ
↓	- (前状態を保持)

3.1.3. ENABLE ファンクション

ステッピングモーター駆動の ON/OFF を切り替えます。モーター駆動 ON にすることで通常の定電流制御が開始され、OFF に設定することで MOSFET が OFF し、出力はハイインピーダンスとなります。

表 3.1.3 ENABLE ファンクション

ENABLE	ファンクション
H	出力 MOSFET 動作 : ON(通常動作)
L	出力 MOSFET 動作 : OFF (動作停止、ハイインピーダンス)

3.1.4. CW/CCW ファンクション

ステッピングモーターの回転方向を切り替えます。

表 3.1.4 CW/CCW ファンクション

CW/CCW	ファンクション
H	正転(CW)
L	逆転(CCW)

3.1.5. DMODE0, DMODE1, DMODE2 ファンクション

ステップ分解能を切り替えます。モーター駆動中の励磁モード切り替えにも対応しています。切り替え後は、次の外部 CLK の Up エッジでモードが切り替わります。切り替え後は、進行方向の最も近い電気角へ移行します。

表 3.1.5 DMODE0, DMODE1, DMODE2 ファンクション

DMODE0	DMODE1	DMODE2	ファンクション
L	L	L	2 相励磁設定
L	L	H	1-2 相励磁(a)設定
L	H	L	1-2 相励磁(b)設定
L	H	H	W1-2 相励磁設定
H	L	L	2W1-2 相励磁設定
H	L	H	4W1-2 相励磁設定
H	H	L	8W1-2 相励磁設定
H	H	H	8W1-2 相励磁設定

3.1.6. 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になります。

Mixed Decay 制御自体は、Charge、Slow、Fast の 3 つの制御を切り替えることで実現します。DECAY 端子により、この定電流制御を 4 つの設定から選択することが可能となります。定電流動作中に本設定を切り替えた場合は、次のチョッピング周期より切り替え後の設定が反映されます。

表 3.1.6 Selectable Mixed Decay ファンクション

DECAY2 端子	DECAY1 端子	ファンクション
L	L	Mixed Decay
L	H	Slow Decay only
H	L	Fast Decay only
H	H	ADMD

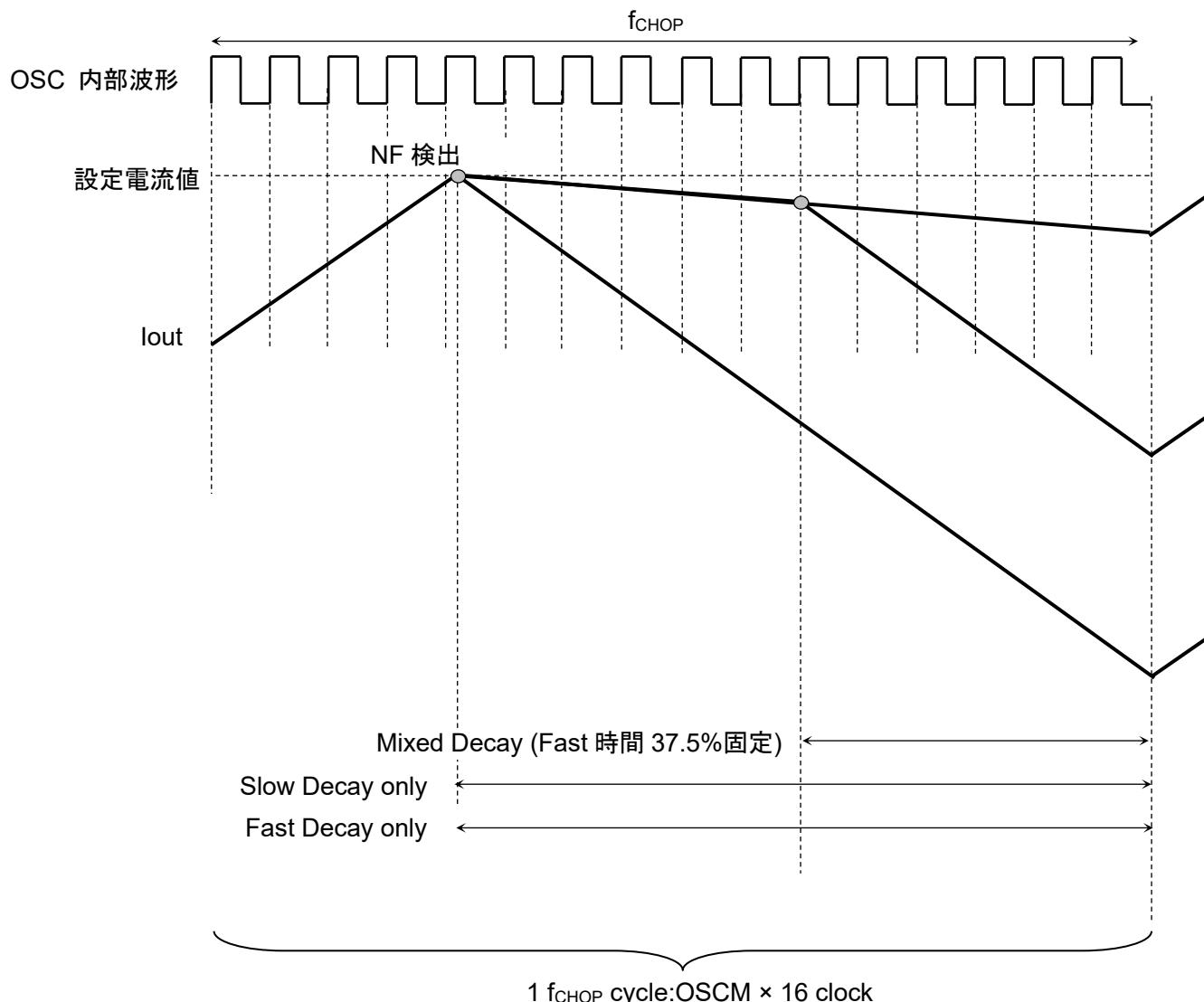


図 3.2 Mixed Decay タイミング

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。

3.1.7. ADMD (Advanced Dynamic Mixed Decay) ファンクション

ADMD は電源からモーターに流れる電流とモーターから電源へ回生する電流の両方を監視し、定電流 PWM 制御を行います。ADMD の基本シーケンスは下記のとおりです。

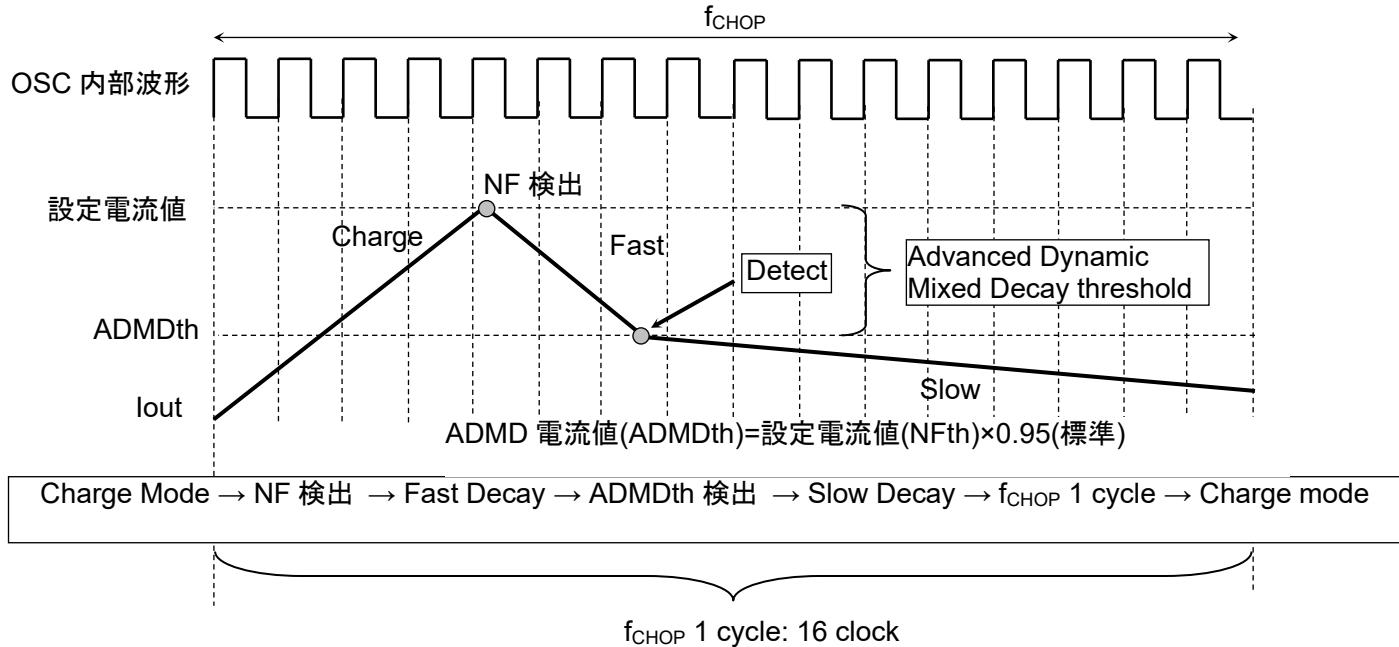


図 3.3 ADMD タイミング

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。

注：タイミングチャート内の値は参考値です。

外部からのノイズ飛び込みなどによる電流誤検出を防止するため、下記のとおり各種フィルターが設定されています。

使用するモーターの L 値が小さく、ADMDtblank 期間内に ADMDth(ADMD 電流値)に電流値が到達する場合は、ADMDtblank 期間経過後に、Slow 動作に切り替わります。この場合、ADMD 電流値(ADMDth)は、設定電流値(NFth)×0.95(標準)よりも小さくなります。

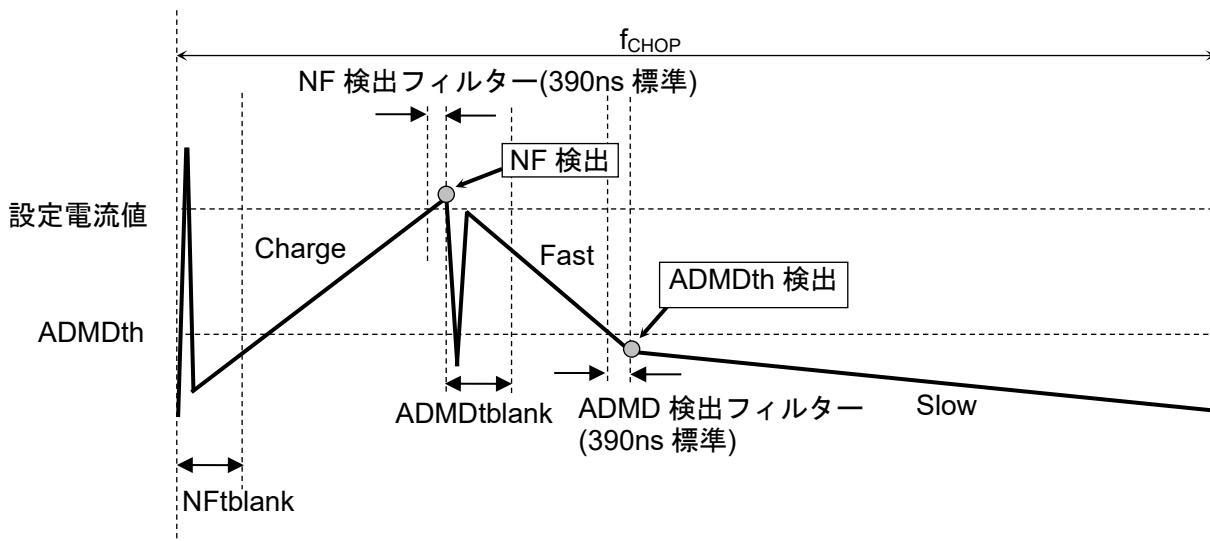


図 3.4 ADMD タイミング(ブランкиング時間)

注：各 tblank 時間は、CTBLANK 設定などで設定された時間となります。

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。

注：タイミングチャート内の値は参考値です。

3.1.8. RESET_X ファンクション

内部の電気角を初期化することができます。

表 3.1.8.1 RESET_X ファンクション

RESET_X	ファンクション
H	通常動作
L	電気角初期化

RESETをかけたときの各相電流は以下のとおりです。

表 3.1.8.2 電気角リセット後の初期電気角

励磁モード	A 相電流	B 相電流	初期電気角
2 相励磁	100%	100%	45°
1-2 相励磁(a)	100%	100%	45°
1-2 相励磁(b)	71%	71%	45°
W1-2 相励磁	71%	71%	45°
2W1-2 相励磁	71%	71%	45°
4W1-2 相励磁	71%	71%	45°
8W1-2 相励磁	71%	71%	45°

注 : AWGS、Continuous Micro-stepping を使用した場合、RESET 時の各相は 71% 固定になります。上記表は通常の μStep 時になります。RESET 中にモードを切り替えた場合も制御信号に同期して電流値が変わります。

3.1.9. MO ファンクション

内部の電気角を確認することができます。MO 端子の出力を 10 k ~ 100 kΩ のプルアップ抵抗で 3.3V もしくは 5V の電位に接続してください。

表 3.1.9 MO ファンクション

MO	ファンクション
H(プルアップ時)	電気角が初期値以外
L	電気角が初期値

3.1.10. LO(エラー検出フラグ出力)ファンクション

LO ファンクションはエラー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。LO 端子の復帰は、VM 電源の再投入または SLEEP_X 端子により通常動作に復帰します。(TSD 自動復帰モード時は、TSD に同期します。)オープンドレイン端子のため、機能を使用する場合は、LO0、LO1、LO2 端子の出力を $10\text{ k}\sim100\text{ k}\Omega$ のプルアップ抵抗で 3.3 V または 5 V の電位に接続してください。通常時は LO0 端子レベルが Hi-Z (内部の MOSFET が OFF)となります。エラー検出機能 (過熱 (TSD)、過電流 (ISD)など)が働いた場合は端子レベルが L (内部の MOSFET が ON)となります。VM 電源の再投入やスリープモードでエラー検出を解除をした場合、LO 端子は再度「正常状態 (通常動作)」に戻ります。LO 端子を使用しない場合は、端子をオープン、もしくは GND に接続してください。また、LO1、2 端子状態を確認することで検出したエラー状態を識別することができます。複数のエラーを同時に検出した場合は、優先順位の高いものが優先され出力されます。(エラー優先順位:ISD > TSD > OPD > STD)

表 3.1.10 LOファンクション

LO0	LO1	LO2	ファンクション	
H(プルアップ時)	H(プルアップ時)	H(プルアップ時)	正常状態 (通常動作)	優先度:高
L	H(プルアップ時)	H(プルアップ時)	ISD(モーター出力停止)	
L	H(プルアップ時)	L	TSD(モーター出力停止)	
L	L	H(プルアップ時)	出力オープン (モーター出力動作継続)	
L	L	L	ストール(モーター出力動作継続)	優先度:低

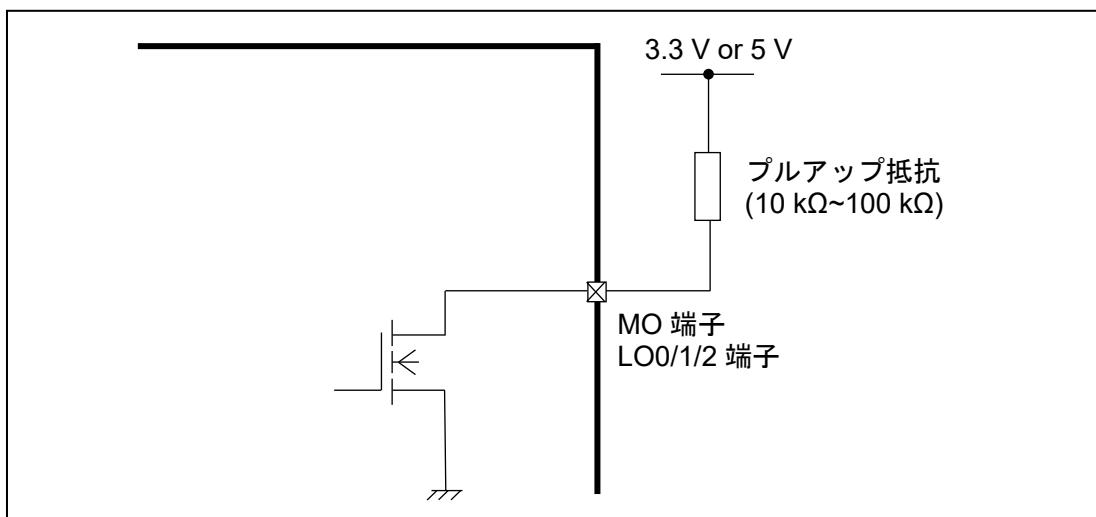


図3.1.10 LO端子回路

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。

3.1.11. 出力 Open 検知ファンクション

モーター出力が Open の場合に、エラーとして検出する機能となります。

モーターが接続されている場合でも、VREF で設定される設定電流と実電流差が大きいような場合 (VREF が大きく高回転の時) や 1 電気角中の電流変動が一定以下となる VREF に対して要求回転数が高い場合 (VREF が小さいときの高回転時) にもエラー検出が働きます。したがって、ご使用の際には十分ご評価の上、VREF を設定してください。

3.2. Automatic Wave Generation System(AWGS) ファンクション

AWGS は、2相励磁の入力 CLK でも疑似正弦波を実現する機能となります。通常の μ Step では、2相励磁時と同じ回転速度を維持する場合、Step 数に応じて CLK 周波数を上げる必要があります。本機能を使用することで、TB67S579FTG が入力 CLK を自動補完するため、2相励磁と同じ CLK でも μ Step 動作が可能となります。AWGS の切替はどの μ Step 状態からでも切替が可能となります。AWGS 選択時は、強制的に 1/32 の Step 動作となります。

表 3.2 Automatic Wave Generation System (AWGS) ファンクション

AWGS	ファンクション
L	通常の μ Step 動作
H	Automatic Wave Generation System(AWGS)動作(1/32Step)

注: AWGS 動作には 2clk 分の予備 clk が必要になります。Mode 設定が 2 相励磁には、AWGS に設定後 2CLK は、2 相励磁で動作します。

【通常の μ Step(2 相励磁動作)】

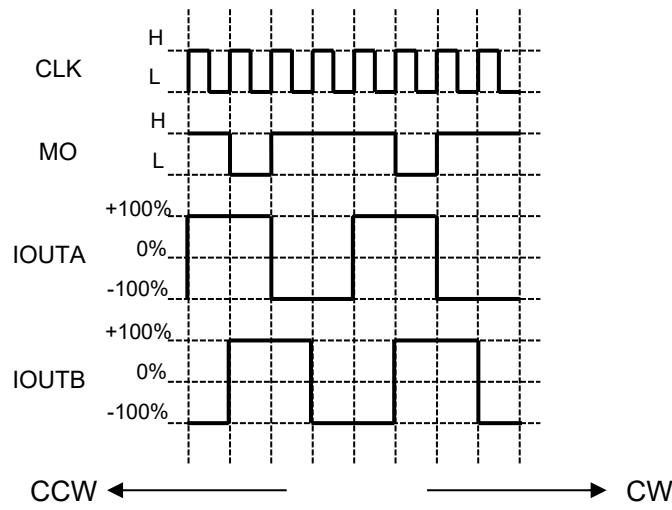


図3.2.1 通常の μ Step(2相励磁モード)

【AWGS(1/32):2 相励磁モード】

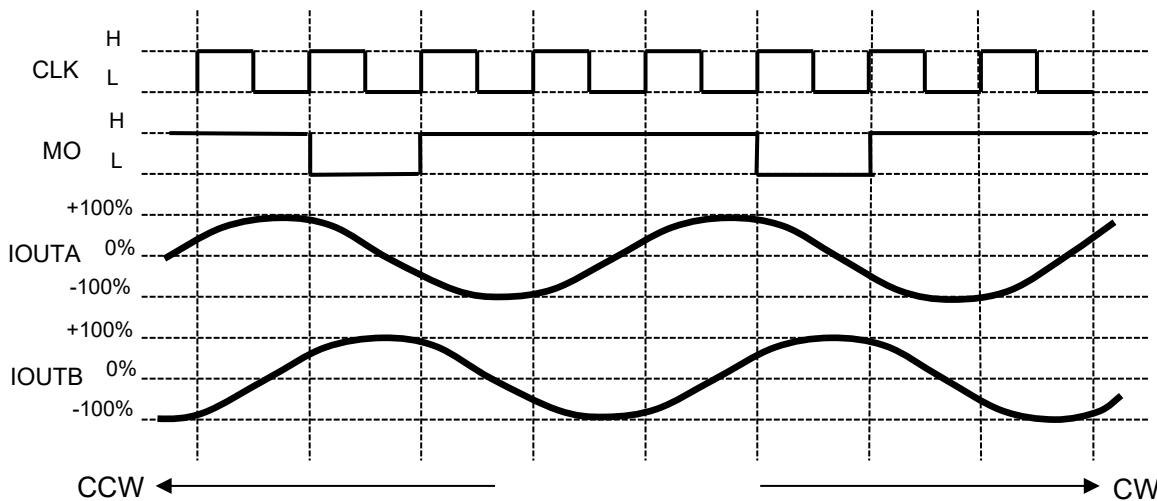


図3.2.2 AWGS動作(2相励磁モード)

注 : MO 出力は Pull Up された状態での端子波形です。AWGS 時の MO の幅は、 μ Step モードと同様に外部 CLK に同期した幅で出力されます。

注 : タイミングチャートは機能・動作を説明するため、単純化してあります。

3.3. Active gain control ファンクション

3.3.1. Active gain control 設定ファンクション

AGC_ON 端子によりアクティブゲインコントロールファンクションの ON/OFF を切り替えることが可能です。H の場合に ON となり、L の場合に OFF となります。アクティブゲインコントロールが ON のとき、VREF 端子により設定される電流を上限に、負荷トルクに応じて TB67S579FTG がモーター電流を段階的に引き下げます。減衰電流は、VSP_MIN 端子で設定される電流値が下限となります。アクティブゲインコントロールが OFF のとき、モーター電流は VREF 端子により設定される電流値となります。

表 3.3.1 Active gain control 設定ファンクション

AGC_ON 端子入力	ファンクション
L	AGC: OFF
H	AGC: ON

3.3.2. Active gain control 時間自動設定ファンクション

Active gain Control を使用する場合に、動作に必要な条件として内部設定を使用するか、TB67S579FTG が自動で判定し設定するかの選択が可能となります。内部自動測定モードに設定し、ENABLE = H、RESET_X = L で出力電流が 600 mA 以上通電した 84 ms 後に自動測定開始します。ただし、電源投入から 1 回のみ有効となります。自動測定モードを選択した場合には、VREF 電圧を上げてご使用ください。

表 3.3.2 Active gain control 時間自動設定ファンクション

AGC_AUTO	ファンクション
L	内部設定モード
H	内部自動測定モード

3.3.3. Charge 用 tblank 設定ファンクション(CTBALNK 端子)

モーター特性(L 値及び R 値)により、Charge 時の電流突き抜けが大きく、定電流制御が乱れる場合があります。そのため、Charge 期間の tbank 設定を変更することが可能です。
CTBLANK 端子に入力される電圧値によって、tblank 時間が変化します。

例：CTBLANK = 1 V 入力した場合、Charge 期間の tbank 時間は 1.875 μs となります。0.156 V ステップで設定が変わります。

注：CTBLANK 設定および STBLANK 設定については、Charge、Slow 不感帯時間の合計が ISD の不感帯時間(1.25 μs(標準))よりも長くなるように設定してください。ISD 不感帯時間より短い場合は、ISD を検出できない場合があります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

表 3.3.3 Charge 用 tblank 設定ファンクション

Val	tblank 時間 [μs]	Val	tblank 時間 [μs]
0	0.000	8	2.500
1	0.313	9	2.813
2	0.625	10	3.125
3	0.938	11	3.438
4	1.250	12	3.750
5	1.563	13	4.063
6	1.875	14	4.375
7	2.188	15	4.688

3.3.4. Slow 用 tblank 設定ファンクション(STBLANK 端子)

本端子設定により Slow の tblank 時間を設定します。STBLANK 端子に入力される電圧値によって、tblank 時間が変化します。

- 例：STBLANK = 1 V 入力した場合、Slow 期間の tblank 時間は 2.188 μs となります。0.156 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。
- 注：CTBLANK 設定および STBLANK 設定については、Charge、Slow 不感帯時間の合計が ISD の不感帯時間(1.25 μs(標準))よりも長くなるように設定してください。ISD 不感帯時間より短い場合は、ISD を検出できない場合があります。

表 3.3.4 Slow 用 tblank 設定ファンクション

Val	tblank 時間 [μs]	Val	tblank 時間 [μs]
0	0.313	8	2.813
1	0.625	9	3.125
2	0.938	10	3.438
3	1.250	11	3.750
4	1.563	12	4.063
5	1.875	13	4.375
6	2.188	14	4.688
7	2.500	15	5.000

3.3.5. モーターM 結用 tblank 設定ファンクション(MTBLANK 端子)

モーターの M 結の影響により、AGC 動作が不安定となる場合があります。本端子設定により Blank 時間を調整することで安定性を上げることが可能とあります。MTBLANK 端子に入力される電圧値によって、tblank 時間が変化します。

- 例：MTBLANK = 1 V 入力した場合、tbank 時間は 1.875 μs となります。0.156 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

表 3.3.5 モーターM 結用 tblank 設定ファンクション

Val	tblank 時間 [μs]	Val	tblank 時間 [μs]
0	0.000	8	2.500
1	0.313	9	2.813
2	0.625	10	3.125
3	0.938	11	3.438
4	1.250	12	3.750
5	1.563	13	4.063
6	1.875	14	4.375
7	2.188	15	4.688

3.3.6. NF 検知のヒステリシス設定ファンクション(NFHYS 端子)

出力電流は NF ポイントより電流の突き抜けが発生します。また Slow 電流の減衰は、出力電流が小さいほど少なく tblank 時間のみでは調整できないレベルで Slow 動作します。モーター駆動時に発生する誘起電圧の影響により、Slow 期間中に電流が持ち上がる場合があります。制御を安定させるため、NF に Hys を持たせる機能を搭載しています。

注：NF_HYS = 1 V 入力した場合、Val = 1 となります。0.625 V ステップで設定が変わります。
動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

表 3.3.6 NF 検知のヒステリシス設定ファンクション

Val	NF_HYS 設定	備考
0	0	変化なし
1	1	slow_hys の fuse に合わせて変更
2	2	DAC 値に合わせて slow_hys を変更
3	3	DAC 値に合わせて slow_hys を変更
4	シリアルレジスター	シリアルのレジスターを使用

3.3.7. モータ一位相遅れ設定ファンクション(TARGET_ANGLE 端子)

モーターの遅れ許容値を設定します。AGC 動作におけるモータ一位相遅れをどこまで許容するかを本端子で調整が可能です。PWM 制御にならない領域に設定すると、モーターの脱調が発生します。TARGET_ANGLE 端子に入力される電圧値によって、目標位相が変化します。変化量としては、1.406 [°] となり、0~88.594 [°]までの 64 段階の設定ができます。

注：0.039 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

3.3.8. Active Gain Control 制御ゲイン設定ファンクション(ACG_KP 端子、AGC_KI 端子)

AGC 動作時で、電流脈流、負荷応答の影響について、制御ゲインを調整する機能になります。電流脈流を抑えたいときは本設定端子によりゲイン下げる。負荷応答を上げたいときはゲイン上げてください。KP 端子、KI 端子に入力される電圧値によって、制御ゲインが変化します。変化量としては、8 [A/] となり、0~504 [A/]までの 64 段階の設定ができます。

注：0.039 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

3.3.9. Active Gain Control 減衰設定ファンクション(VSP_MIN 端子)

AGC 動作で、負荷が軽くトルクを必要としない場合に、出力電流を減衰させていきますが、減衰し過ぎることでモーターが脱調する場合があります。これを防止するため、AGC 動作における電流減衰の下限値を設定することが可能です。VSP_MIN 端子に入力される電圧値によって、減衰の下限値が変化します。

注：VSP_MIN が VSP_MIN > VREF 端子入力電圧の場合は、VREF 端子の値が有効となります。

注：0.156 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

表 3.3.9 Active Gain Control 減衰設定ファンクション

Val	下限電流値 [A]	Val	下限電流値 [A]
0	0	8	1.001
1	0.125	9	1.126
2	0.250	10	1.251
3	0.375	11	1.376
4	0.500	12	1.501
5	0.626	13	1.627
6	0.751	14	1.752
7	0.876	15	1.877

3.3.10. 低速時 Active Gain Control OFF 設定ファンクション(FREQ_MIN 端子)

低速時に AGC off する設定となります。AGC のシステム上、誘起電圧を検出し電流制御を切り替えています。モーターの低速回転時は、誘起電圧が正常に検出できないため、低速時に AGC 機能を OFF する周波数を設定する機能となります。切り替わりには Hys がありますので、設定周波数は以下表となります。FREQ_MIN 端子に入力される電圧値によって、AGC を OFF する周波数が変化します。

例：FREQ_MIN = 1 V 入力した場合、Val = 6 となり、モーターの回転速度が 420-460 Hz 以下の場合、AGC が OFF します。

注：0.156 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

表 3.3.10 低速時 Active Gain Control OFF 設定ファンクション

Val	周波数[Hz]	Val	周波数[Hz]	Val	周波数[Hz]
0	1	6	420~460	12	840~920
1	66~88	7	488~536	13	920~996
2	140~152	8	560~616	14	967~1084
3	208~228	9	624~696	15	1038~1162
4	280~304	10	696~772	-	-
5	348~384	11	772~840	-	-

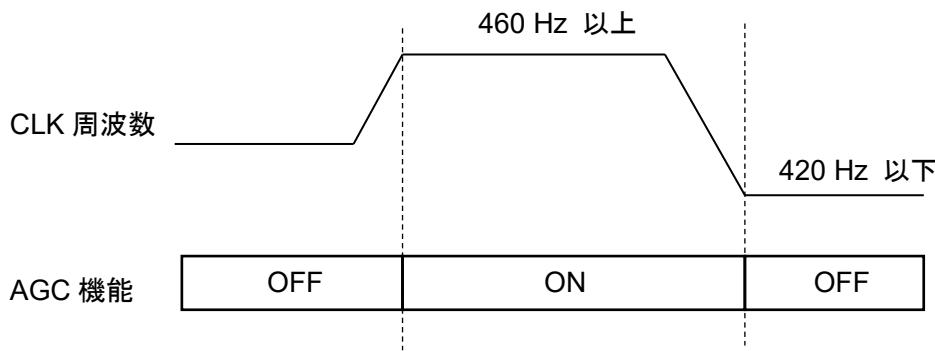


図 3.3.10 CLK 周波数と AGC 機能 ON と OFF の関係(設定: Val = 6 の場合)

3.3.11. Active Gain Control ゼロクロス位置特定時間設定ファンクション(AGC_TIME 端子)

ゼロクロス位置を特定する時間を本端子で設定することができます。ゼロクロスの Slow 時間を設定する機能となります。AGC_AUTO=H で、自動測定モードを使用する場合は、設定不要となります。AGC_TIME 端子に入力される電圧値によって、ゼロクロスの Slow 時間が変化します。変化量としては、0.625 μ s となり、0~319.375 μ s までの 512 段階の設定ができます。

注：0.005 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

3.4. Continuous Micro-stepping ファンクション

3.4.1. Continuous Micro-stepping 設定ファンクション

Continuous Micro-stepping 動作に設定するには、AGC_ON = H、AWGS = H、ADMD = L にすることで、Continuous Micro-stepping 設定が可能となります。通常の μ Step は疑似正弦波となるようにモーター電流をステップ状に変化させるのに対して、Continuous Micro-stepping では正弦波となるよう、IC がステップクロックを自動補完し、モーター電流を連続的に変化させる機能となります。 μ Step 駆動に対して、モーター駆動時の振動を低減する効果があります。Continuous Micro-stepping は、ENABLE = L の時にのみ設定が可能となります。Continuous Micro-stepping を選択する場合は、必ず ENABLE = L にしてください。その他励磁動作から Continuous Micro-stepping に切り替える場合や Continuous Micro-stepping からその他励磁動作へ切り替える場合、出力動作中に設定を変更しても反映されません。また、Continuous Micro-stepping 以外の動作中(チョッピング動作中)に ADMD 端子を切り替えた場合は次の Charge のタイミングで設定が反映されます。

表 3.4.1 Continuous Micro-stepping 設定ファンクション

AGC_ON	AWGS	ADMD	AGC_AUTO	ファンクション
L	L	L	X	通常の μ Step
L	L	H	X	Auto Decayモード(Charge \Rightarrow Slow \Rightarrow Charge(Fast))
L	H	L	X	AWGS動作
L	H	H	X	AWGS動作(Auto Decayモード)
H	L	L	X	通常の μ Step
H	L	H	L	AGC動作
H	L	H	H	AGC動作(内部自動測定モード)
H	H	L	X	Continuous Micro-steppingモード
H	H	H	L	AGC + AWGS
H	H	H	H	AGC + AWGS(内部自動測定モード)

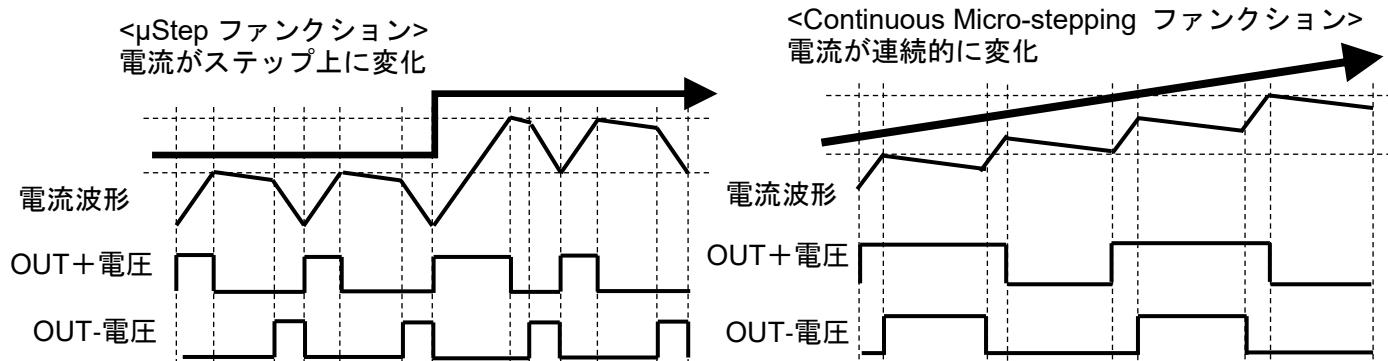


図 3.4.1 μ Step と Continuous Micro-stepping

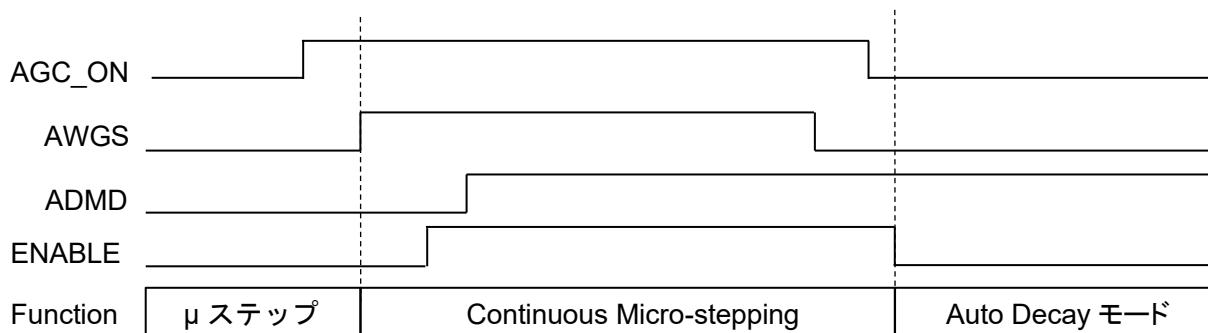


図 3.4.2 Continuous Micro-stepping 設定と ENABLE の関係

3.4.2. Continuous Micro-stepping 制御ゲイン設定ファンクション(KPKI_NANO 端子)

Continuous Micro-stepping 動作時で、負荷変動や誘起電圧の影響で動作が不安定になる場合があります。そのため、制御ゲインを調整する機能になります。KPKI_NANO 端子に入力される電圧値によって、制御ゲインが変化します。本端子への入力電圧により、組み合わせとして、10 設定が可能となります。0.313 V ステップで設定が変わります。動作範囲としては、0~2.49V になります。2.5V 以上を入力した場合は、IC の内部設定が有効となります。IC 内部設定はシリアルで設定が可能です。

表 3.4.2 Continuous Micro-stepping 制御ゲイン設定ファンクション

Val	Kp	Ki
0	128	160
1	128	304
2	128	608
3	256	160
4	256	304
5	256	608
6	512	160
7	512	304
8	512	608
9	IC 内部設定 (Kp_nano×2^4)	IC 内部設定 (Ki_nano×2^4)

3.4.3. AGC_OUT ファンクション

AGC 動作中に出力電流を制御している基準信号を AGC_OUT 端子から出力します。本端子をモニターすることで、出力電流を観測することなく、出力電流の増減状態を確認することができます。また、シリアル設定(m_dac_sel)で、AGC_OUT 端子に出力する信号が変わります。シリアル設定で、検出位置を選択した場合は、AGC 動作時にモーターのローター位相を出力します。トルク指令出力を選択した場合は、AGC_OUT 端子電圧 = $0.75 \text{ V} \times \text{出力電流}$ となります。出力位置信号出力を選択した場合は、AGC_OUT 端子電圧 = $0.0166 \text{ V} \times \text{電気角}$ となります。

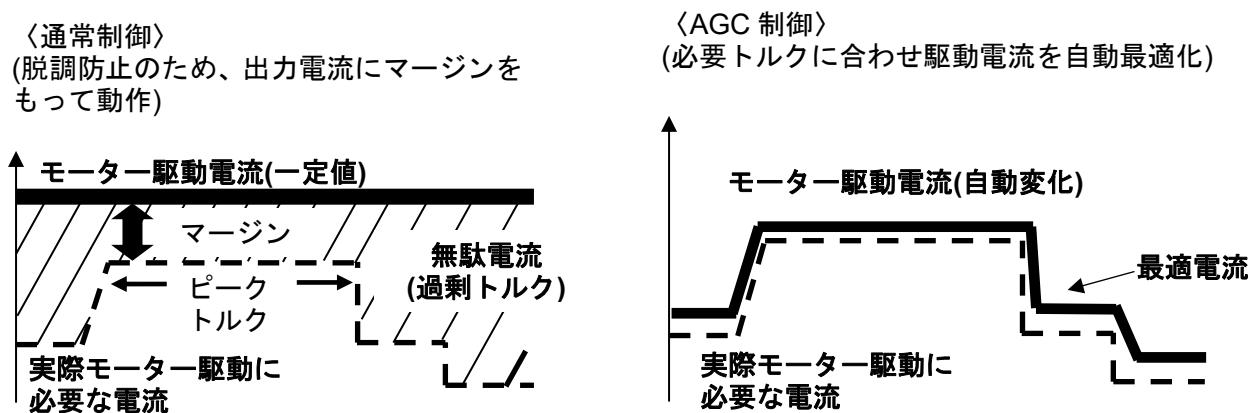


図 3.4.3 通常動作と AGC 制御

3.5. シリアル入力制御

AGC 動作や Continuous Micro-stepping 動作に必要な外部端子設定を SERIAL_IN, SERIAL_CLK の 2 端子の 2 線シリアルで設定が可能となります。シリアルで設定できるコマンドは以下。また、SERIAL_IN はシリアルデータの出力兼用端子になっております。I2C に似たフォーマットになっておりますが、アクノリッジビットはありません。スタートコンディション(SERIAL_CLK = H 中に SERIAL_IN の下がりエッジ)で通信を開始し、ストップコンディション(SERIAL_CLK = H 中に SERIAL_IN の上がりエッジ)で通信を終了します。

VM < 5V の場合は、SERIAL_IN の制御電圧は VM 以下としてください。なお、シリアル設定で変更した値を有効にする場合は、CTBLANK など各パラメーター端子に 5V 入力(VREG レベル)を入力してください。各パラメーター端子に VREG 端子出力以外の別電源の電圧を入力する場合は、必ず 2.5V 以上キープできる電圧を入力してください。また、未使用時は GND に接続してください。 LSB

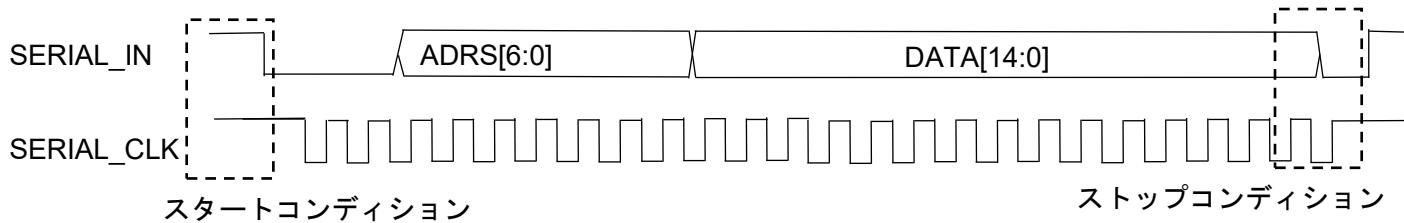


図 3.5 シリアルフォーマット

表 3.5 レジスター・マップ

Addr [6:0]	データ幅														
	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0															
1				tsd_err_clear	isd_err_clear	stall_err_clear	open_err_clear				crc_err	tsd_lat	isd_lat	stall_det	open_det
2														Ctblank	
3														Stblank	
4														Ftblank	
5														Mtblank	
6														VSP_min	
7														NF_hys	
8														Freq_min	
9														Calib_wait	
10													Agc_time		
11														Ki	
12														Kp	
13														Target_angle	
14														Err_delta	
15														Ki_nano	
16														Kp_nano	
17														ODET_NANO	
18														Wait_nano	
19														Ad_wait_nano	
20														Boost_sel	
21															RS
22															TSD_Auto
23														Odet_mask	m_dac_sel
														Dummy	

3.5.1. アドレス 1[RS-0045]

各異常状態(TSD、ISD、Stall、Open)をクリアします。

表 3.5.1 アドレス 1

DATA Bit				ファンクション
D11	D10	D9	D8	
tsd_err_clear	isd_err_clear	stall_err_clear	open_err_clear	
0	0	0	0	イニシャル値
-	-	-	1	OPEN エラークリア
-	-	1	-	Stall エラークリア
-	1	-	-	ISD エラークリア
1	-	-	-	TSD エラークリア

3.5.2. アドレス 2

モーター特性(L 値および R 値)により、Charge 時の電流突き抜けが大きく、定電流制御が乱れる場合があります。

そのため、Charge 期間の tbank 設定を変更することが可能です。

表 3.5.2 アドレス 2

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Ctblank				tblank 時間[μs]
0	1	0	0	イニシャル値(1.406)
0	0	0	0	0.156
0	0	0	1	0.469
0	0	1	0	0.781
0	0	1	1	1.094
0	1	0	0	1.406
0	1	0	1	1.719
0	1	1	0	2.031
0	1	1	1	2.344
1	0	0	0	2.656
1	0	0	1	2.969
1	0	1	0	3.281
1	0	1	1	3.594
1	1	0	0	3.906
1	1	0	1	4.219
1	1	1	0	4.531
1	1	1	1	4.844

3.5.3. アドレス 3

Slow のtblank 時間を設定します。

表 3.5.3 アドレス 3

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Stblank				tblank 時間[μs]
0	1	0	0	イニシャル値(1.563)
0	0	0	0	0.313
0	0	0	1	0.625
0	0	1	0	0.938
0	0	1	1	1.250
0	1	0	0	1.563
0	1	0	1	1.875
0	1	1	0	2.188
0	1	1	1	2.500
1	0	0	0	2.813
1	0	0	1	3.125
1	0	1	0	3.438
1	0	1	1	3.750
1	1	0	0	4.063
1	1	0	1	4.375
1	1	1	0	4.688
1	1	1	1	5.000

3.5.4. アドレス 4

Fast 中のtblank 時間を設定します。

表 3.5.4 アドレス 4

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Ftblank				tblank 時間[μs]
0	1	0	0	イニシャル値(1.406)
0	0	0	0	0.156
0	0	0	1	0.469
0	0	1	0	0.781
0	0	1	1	1.094
0	1	0	0	1.406
0	1	0	1	1.719
0	1	1	0	2.031
0	1	1	1	2.344
1	0	0	0	2.656
1	0	0	1	2.969
1	0	1	0	3.281
1	0	1	1	3.594
1	1	0	0	3.906
1	1	0	1	4.219
1	1	1	0	4.531
1	1	1	1	4.844

3.5.5. アドレス 5

モーターの M 結の影響により、AGC 動作が不安定となる場合があります。本設定により Blank 時間を調整することで安定性を上げることが可能となります。

表 3.5.5 アドレス 5

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Mtblank				tblank 時間[μs]
0	0	1	1	イニシャル値(0.938)
0	0	0	0	0.000
0	0	0	1	0.313
0	0	1	0	0.625
0	0	1	1	0.938
0	1	0	0	1.250
0	1	0	1	1.563
0	1	1	0	1.875
0	1	1	1	2.188
1	0	0	0	2.500
1	0	0	1	2.813
1	0	1	0	3.125
1	0	1	1	3.438
1	1	0	0	3.750
1	1	0	1	4.063
1	1	1	0	4.375
1	1	1	1	4.688

3.5.6. アドレス 6

AGC 動作で、負荷が軽くトルクを必要としない場合に、出力電流を減衰させていきますが、減衰し過ぎることでモーターが脱調する場合があります。これを防止するため、AGC 動作における電流減衰の下限値を設定することが可能です。

表 3.5.6 アドレス 6

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	下限電流[A]
vsp_min				イニシャル値(0.250)
0	0	1	0	0
0	0	0	0	0.125
0	0	1	0	0.250
0	0	1	1	0.375
0	1	0	0	0.500
0	1	0	1	0.626
0	1	1	0	0.751
0	1	1	1	0.876
1	0	0	0	1.001
1	0	0	1	1.126
1	0	1	0	1.251
1	0	1	1	1.376
1	1	0	0	1.501
1	1	0	1	1.627
1	1	1	0	1.752
1	1	1	1	1.877

3.5.7. アドレス 7

出力電流は NF ポイントより電流の突き抜けが発生します。また Slow 電流の減衰は、出力電流が小さいほど少なく tblank 時間のみでは調整できないレベルで Slow 動作します。モーター駆動時に発生する誘起電圧の影響により、Slow 期間中に電流が持ち上がる場合があります。制御を安定させるため、NF に Hys を持たせる機能を搭載しています。

表 3.5.7 アドレス 7

DATA Bit		ファンクション
D1	D0	
	nf_hys	
0	1	イニシャル値
0	0	変化なし
0	1	内部設定値
1	0	Ustep の指令値の大きさで 変化量が変化
1	1	

3.5.8. アドレス 8

低速時に AGC off する設定となります。AGC のシステム上、誘起電圧を検出し電流制御を切り替えてています。モーターの低速回転時は、誘起電圧が正常に検出できいため、低速時に AGC 機能を OFF する周波数を設定する機能となります。切り替わりには Hys がありますので、設定周波数は以下表となります。

表 3.5.8 アドレス 8

DATA Bit				ファンクション
D3	D2	D1	D0	
Freq_min				周波数[Hz]
0	0	0	1	イニシャル値(66~88)
0	0	0	0	1
0	0	0	1	66~88
0	0	1	0	140~152
0	0	1	1	208~228
0	1	0	0	280~304
0	1	0	1	348~384
0	1	1	0	420~460
0	1	1	1	488~536
1	0	0	0	560~616
1	0	0	1	624~696
1	0	1	0	696~772
1	0	1	1	772~840
1	1	0	0	840~920
1	1	0	1	920~996
1	1	1	0	967~1084
1	1	1	1	1038~1162

3.5.9. アドレス 9

agc_auto 検知用の待ち時間を設定します。

表 3.5.9 アドレス 9

DATA Bit			ファンクション
D2	D1	D0	
nf_hys			Wait 時間[ms]
1	0	0	イニシャル値(80.00~80.04)
0	0	0	5.00~5.04
0	0	1	10.00~10.04
0	1	0	20.00~20.04
0	1	1	40.00~40.04
1	0	0	80.00~80.04
1	0	1	100.00~100.04
1	1	0	120.00~120.04
1	1	1	160.00~160.04

3.5.10. アドレス 10

ゼロクロス位置を特定する時間を設定することができます。ゼロクロスの Slow 時間を設定する機能となります。変化量としては、 $0.625\mu\text{s}$ となり、 $0\sim319.375\mu\text{s}$ までの 512 段階の設定ができます。

表 3.5.10 アドレス 10

DATA Bit										ファンクション
D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Agc_time										ゼロクロスの Slow 時間[Hz]
0	0	0	1	1	0	0	1	0	イニシャル値(31.25)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.625	
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1.250	
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.875	
0	0	0	0	0	0	1	0	0	2.500	
										.
										.
1	1	1	1	1	1	0	0	1	315.625	
1	1	1	1	1	1	0	1	0	316.250	
1	1	1	1	1	1	0	1	1	316.875	
1	1	1	1	1	1	1	0	0	317.500	
1	1	1	1	1	1	1	0	1	318.125	
1	1	1	1	1	1	1	1	0	318.750	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	319.375	

3.5.11. アドレス 11

AGC 動作時で、電流脈流、負荷応答の影響について、制御ゲインを調整する機能になります。電流脈流を抑えたいときは本設定端子によりゲイン下げる。負荷応答を上げたいときはゲイン上げてください。変化量としては、8[A/°]となり、0～504[A/°]までの64段階の設定ができます。

表 3.5.11 アドレス 11

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Ki						A/°
0	1	0	0	0	0	イニシャル値(128)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	8
0	0	0	0	1	0	16
0	0	0	0	1	1	24
0	0	0	1	0	0	32
.						.
1	1	1	0	0	1	456
1	1	1	0	1	0	464
1	1	1	0	1	1	472
1	1	1	1	0	0	480
1	1	1	1	0	1	488
1	1	1	1	1	0	496
1	1	1	1	1	1	504

3.5.12. アドレス 12

AGC 動作時で、電流脈流、負荷応答の影響について、制御ゲインを調整する機能になります。電流脈流を抑えたいときは本設定端子によりゲイン下げる。負荷応答を上げたいときはゲイン上げてください。変化量としては、 $8[A/\degree]$ となり、 $0\sim504[A/\degree]$ までの 64 段階の設定ができます。

表 3.5.12 アドレス 12

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Kp						A/ \degree
1	1	1	1	1	1	イニシャル値(504)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	8
0	0	0	0	1	0	16
0	0	0	0	1	1	24
0	0	0	1	0	0	32
.						.
.						.
.						.
1	1	1	0	0	1	456
1	1	1	0	1	0	464
1	1	1	0	1	1	472
1	1	1	1	0	0	480
1	1	1	1	0	1	488
1	1	1	1	1	0	496
1	1	1	1	1	1	504

3.5.13. アドレス 13

モーターの遅れ許容値を設定します。AGC 動作におけるモーター位相遅れをどこまで許容するかを本端子で調整が可能です。PWM 制御にならない領域に設定すると、モーターの脱調が発生します。TARGET_ANGLE 端子に入力される電圧値によって、目標位相が変化します。変化量としては、1.406[°]となり、0~88.578[°]までの 64 段階の設定ができます。

表 3.5.13 アドレス 13

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
target_angle						目標電気角[°]
1	0	1	0	1	0	イニシャル値(59.052)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1.406
0	0	0	0	1	0	2.812
0	0	0	0	1	1	4.218
0	0	0	1	0	0	5.624
.						.
1	1	1	0	0	1	80.142
1	1	1	0	1	0	81.548
1	1	1	0	1	1	82.954
1	1	1	1	0	0	84.360
1	1	1	1	0	1	85.766
1	1	1	1	1	0	87.172
1	1	1	1	1	1	88.578

3.5.14. アドレス 14

ゼロクロス検知の差分電気角のエラーを設定します。変化量としては、 $1.406[^\circ]$ となり、0~ $88.578[^\circ]$ までの64段階の設定ができます。

表 3.5.14 アドレス 14

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Err_delta						差分電気角[$^\circ$]
1	1	0	0	0	0	イニシャル値(67.488)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1.406
0	0	0	0	1	0	2.812
0	0	0	0	1	1	4.218
0	0	0	1	0	0	5.624
						.
1	1	1	0	0	1	80.142
1	1	1	0	1	0	81.548
1	1	1	0	1	1	82.954
1	1	1	1	0	0	84.360
1	1	1	1	0	1	85.766
1	1	1	1	1	0	87.172
1	1	1	1	1	1	88.578

3.5.15. アドレス 15

Continuous Micro-stepping 動作時で、負荷変動や誘起電圧の影響で動作が不安定になる場合があります。そのため、制御ゲインを調整する機能になります。

表 3.5.15 アドレス 15

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ki_nano						Continuous Micro-stepping 用 ki [%/A]
0	0	1	0	1	0	イニシャル値(160)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	16
0	0	0	0	1	0	32
0	0	0	0	1	1	48
0	0	0	1	0	0	64
						⋮
1	1	1	0	0	1	912.000
1	1	1	0	1	0	928.000
1	1	1	0	1	1	944.000
1	1	1	1	0	0	960.000
1	1	1	1	0	1	976.000
1	1	1	1	1	0	992.000
1	1	1	1	1	1	1008.000

3.5.16. アドレス 16

Continuous Micro-stepping 動作時で、負荷変動や誘起電圧の影響で動作が不安定になる場合があります。そのため、制御ゲインを調整する機能になります。

表 3.5.16 アドレス 16

DATA Bit						ファンクション
D5	D4	D3	D2	D1	D0	
kp_nano						Continuous Micro-stepping 用 ki [%/A]
0	0	1	0	0	0	イニシャル値(128)
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	16
0	0	0	0	1	0	32
0	0	0	0	1	1	48
0	0	0	1	0	0	64
						⋮
						⋮
1	1	1	0	0	1	912.000
1	1	1	0	1	0	928.000
1	1	1	0	1	1	944.000
1	1	1	1	0	0	960.000
1	1	1	1	0	1	976.000
1	1	1	1	1	0	992.000
1	1	1	1	1	1	1008.000

3.5.17. アドレス 17

Continuous Micro-stepping 用のオープン検知幅を設定します。

表 3.5.17 アドレス 17

DATA Bit		ファンクション
D1	D0	
odet_nano		検知幅カウント
0	0	イニシャル値(9(9/設定電流値*511))
0	0	9(9/設定電流値*511)
0	1	5(最小電流:5/設定電流値*511)
1	0	18(最小電流:18/設定電流値*511)
1	1	27(最小電流:27/設定電流値*511)

3.5.18. アドレス 18

Continuous Micro-stepping 時の SW 制御開始までの Wait 時間を設定します。

表 3.5.18 アドレス 18

DATA Bit		ファンクション
D1	D0	
wait_nano		Wait 時間[μs]
1	0	イニシャル値(0.47)
0	0	0.00
0	1	0.23
1	0	0.47
1	1	0.78

3.5.19. アドレス 19

Continuous Micro-stepping 時の AD 変換までの Wait 時間を設定します。

表 3.5.19 アドレス 19

DATA Bit			ファンクション
D2	D1	D0	
ad_wait_nano			Wait 時間[μs]
0	0	0	イニシャル値(0.23)
0	0	0	0.23
0	0	1	0.47
0	1	0	0.78
0	1	1	1.25
1	0	0	1.48
1	0	1	1.72
1	1	0	1.95
1	1	1	2.27

3.5.20. アドレス 20

ブーストを設定します。設定により AGC 動作時のエラーカウントでの電気角の差分設定値が変化します。

表 3.5.20 アドレス 20

DATA Bit			ファンクション									
D2	D1	D0	エラー連続回数									
boost_sel			0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0	0	1	イニシャル値(2047)									
0	0	0	1023									
0	0	1	2047									
0	1	0	4095									
0	1	1	1023				8191					
1	0	0	1023				4095					
1	0	1	2047				4095					
1	1	0	1023	2047	4095				8191			
1	1	1	1023	2047	4095				8191			

3.5.21. アドレス 21

内部 RS モード、外付け RS 抵抗モードを選択します。外付け RS モードは、通常の μ Step 動作のみ機能します。

表 3.5.21 アドレス 21

DATA Bit	ファンクション
D0	ファンクション
RS	
0	イニシャル値(内部 RS モード)
0	内部 RS モード
1	外付け RS 抵抗モード

3.5.22. アドレス 22

TSD 機能の自動復帰/ラッチモードを選択します。自動復帰は、温度状態により自動的に復帰します。ラッチモード時は一度 TSD を検出した場合、出力が停止状態のままとなります。

表 3.5.22 アドレス 22

DATA Bit	ファンクション
D0	ファンクション
TSD_Auto	
1	イニシャル値(ラッチ)
0	自動復帰
1	ラッチ

3.5.23. アドレス 23

`m_dac_sel` により、AGC_OUT 端子から出力する信号を選択します。`odet_mask` はオープン検知のマスク機能になります。オープン検知を無効にした場合は、LO 端子からはエラーが出力されません。

表 3.5.23 アドレス 23(D0)

DATA Bit	ファンクション
D0	ファンクション
<code>m_dac_sel</code>	
0	イニシャル値(トルク指令出力 (0.75 V × 出力電流))
0	トルク指令出力 (0.75 V × 出力電流)
1	検出位置信号出力 (0.0166 V × 電気角)

表 3.5.24 アドレス 23(D1)

DATA Bit	ファンクション
D1	ファンクション
<code>odet_mask</code>	
0	イニシャル値 (オープン検知有効)
0	オープン検知有効
1	オープン検知無効

4. 定電流制御について

4.1. 設定電流の計算式について

定電流 PWM 制御時の設定電流値については、リファレンス電圧(V_{REF})を設定することによって、決定することができます。
設定電流値(I_{OUT})は以下の式で計算できます。

$$I_{OUT} = V_{REF} \times 0.556$$

例 : $V_{REF} = 2.0 \text{ V}$ の場合、 $I_{OUT} = 1.11 \text{ A}$ となります。

RS 有モード時は、リファレンス電圧(V_{REF})、外付け RS 抵抗で設定電流値を決定することができます。

設定電流値(I_{OUT})は以下の式で計算できます。

$$I_{OUT} = V_{REF} / RS / 5$$

例 : $V_{REF} = 2.0 \text{ V}$ 、 RS 抵抗 = 0.22Ω の場合、 $I_{OUT} = 1.82 \text{ A}$ となります。

注 : 外付け RS 抵抗については、 $0.4 > I_{out} \times RS$ 抵抗値を満たすようにお願い致します。

4.2. 出力設定電流補正について

$I_{OUT} = 1.0 \text{ A}$ 以外の条件において、本 IC を使用する場合、補正係数を使用することで、回路オフセットによる誤差を低減することができます。

以下電流値でご使用される場合には、上記計算式で求められる V_{REF} に以下補正係数をかけた電圧を入力すること電流誤差を低減することができます。

例 : 0.2A 設定で使用する場合、 V_{REF} 電圧は 0.36V になりますが、 0.36V に以下補正係数の 0.864 をかけた $0.36 \times 0.864 = 0.311 \text{ V}$ を V_{REF} 電圧とすることで、補正が可能です。

注 : 補正係数は RS レスモード時の参考値になります。

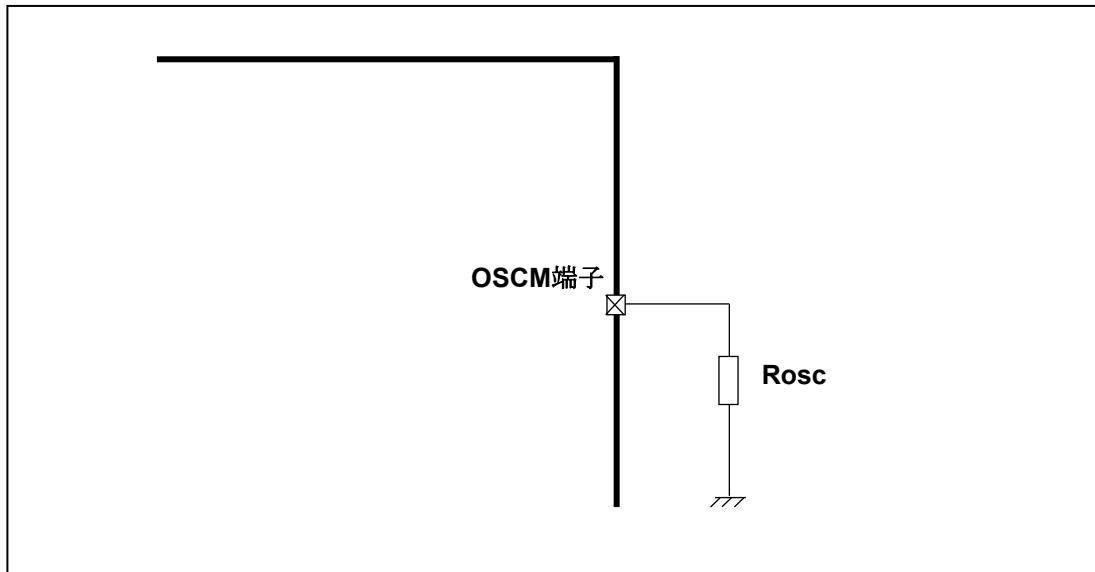
表 4.2 V_{REF} 補正係数

$I_{OUT}(\text{A})$	補正係数
0.2	0.864
0.5	0.988
1.0	1.00
1.5	1.001
2.0	1.013

注: 上記の値は参考値であり、保証値ではありません。

4.3. OSCM 発振周波数とチョッピング周波数について

TB67S579FTG は、OSCM 端子へ接続する外付け抵抗(R_{osc})の定数によって内部発振周波数 (f_{oscm}) とそれに伴うチョッピング周波数 (f_{chop}) を調整することができます。
また、OSCM 端子に外付け部品をつけず、固定値のチョッピング周波数で使用することも可能です。



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。

チョッピング周波数 (f_{chop}) は以下の式で計算できます。
一般的には 70 kHz 程度の周波数を基準にし、40 kHz から 100 kHz 程度の周波数範囲で設定される事を推奨します。

$$f_{chop} = f_{oscm} / 16$$
$$f_{oscm} = 1 / (\alpha \times R_{osc} + \beta) \quad [\text{MHz}] \quad \alpha = 1.7 \times 10^{-5}, \beta = 0.0285$$

例 : $R_{osc} = 47 \text{ k}\Omega$ の場合、 $f_{oscm} = 1.2 \text{ MHz}$ (標準)、 $f_{chop} = 75 \text{ kHz}$ (標準)

OSCM 端子がオープンまたは GND ショートした状態では、IC 内部で自動生成された周波数 $f_{oscm2} = 800 \text{ kHz}$ (標準)、 $f_{chop} = 50 \text{ kHz}$ (標準)で動作します。

チョッピング周波数を上げた場合、電流の脈流分が減少するため波形の再現性はあがりますが、IC 内部のゲート損失が上昇するため、発熱が大きくなります。チョッピング周波数を下げた場合、発熱の減少が期待できますが、電流脈流分が増える可能性があります。

4.4. 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

チョッピング周波数(fchop)は一般に 70 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(fchop) = 100 kHz の場合

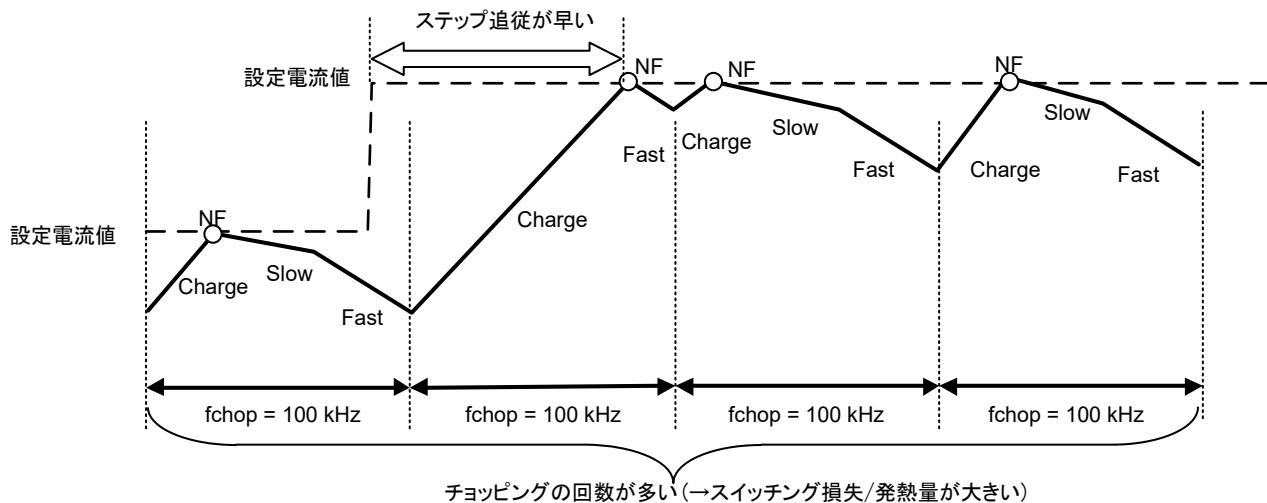


図 4.4.1 定電流波形 (fchop = 100 kHz の場合)

例 2: チョッピング周波数(fchop) = 50kHz の場合

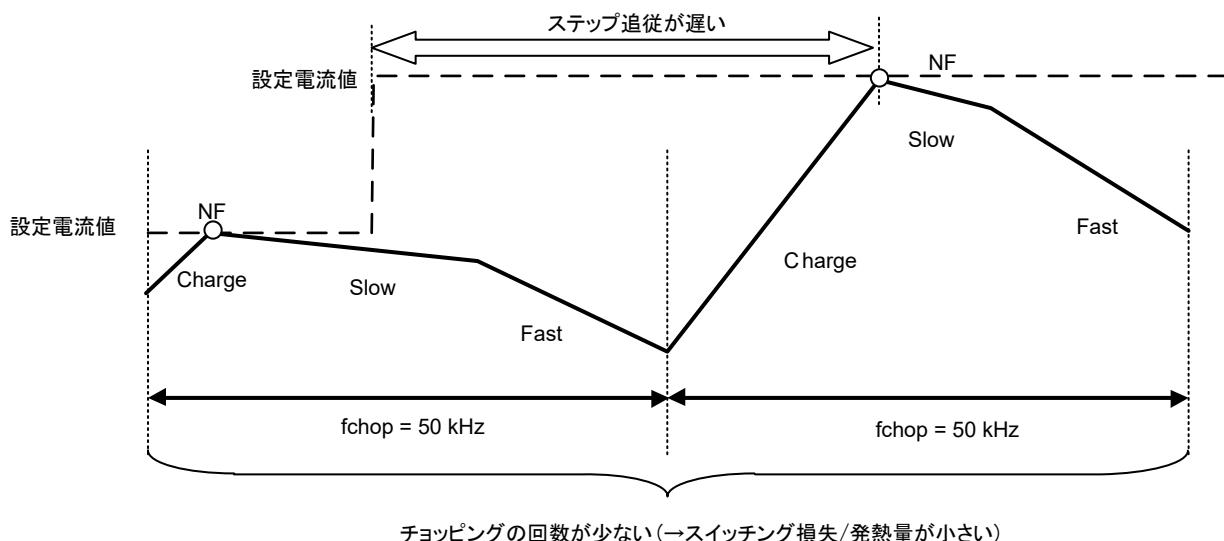


図 4.4.2 定電流波形 (fchop = 50 kHz の場合)

5. Active Gain Control(AGC)設定方法

5.1. Active Gain Control (AGC)設定フロー

Active Gain Control (AGC)を使用する場合は、以下設定フローを参照頂き、設定をお願い致します。

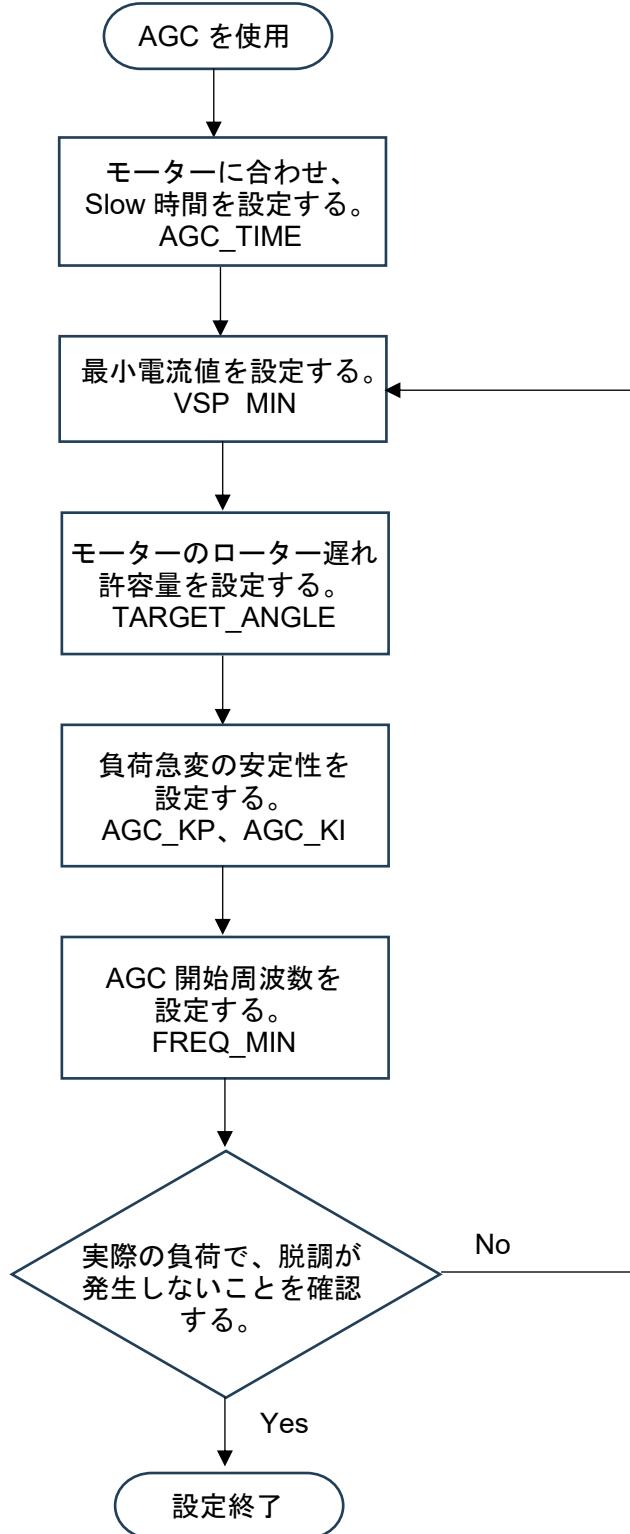


図 5.1 Active Gain Control (AGC)設定フロー

5.2. AGC_TIME 設定方法

AGC_TIME を設定するには、1.実測する場合、2.AGC_AUTO 機能を使用する場合、3.計算で求める場合の 3 つがあります。

5.2.1. 実測する場合

1. ADMD 端子=H、RESET_X=L、ENABLE=H で reset 状態で通電します。
2. 十分電流がながれて、Charge→Slow→Charge の pwm になっていることを確認します。 (図のように一端子側に PWM が入らない状態)
3. slow 時間を測定してください。 (例：図の場合 36.3μs)
4. 端子もしくはシリアルで Slow 時間に近くなる値を入力ください。

端子の場合：

$$\text{変換ゲイン} : 320 \mu\text{s} / 2.5 \text{ V} \text{ のため, } \\ \text{入力電圧} = 36.3 \mu\text{s} \times 2.5 / 320 \mu\text{s} \approx 0.28 \text{ V}$$

シリアルの場合：

$$\text{変換ゲイン} : 0.625 \mu\text{s} \times \text{ LSB} \\ \text{シリアル値} = 36.3 \mu\text{s} / 0.625 \mu\text{s} \approx 58$$

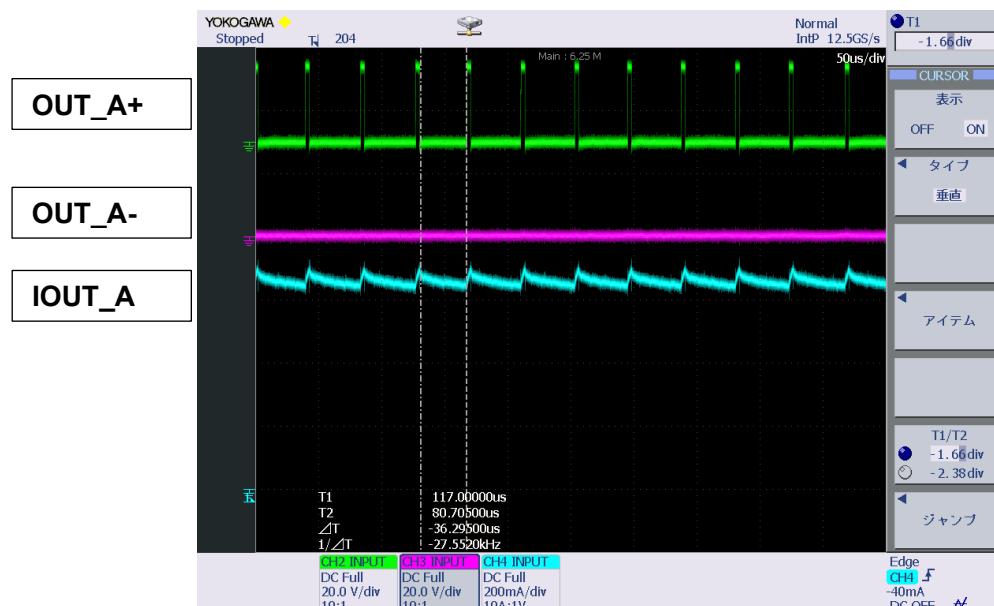


図 5.2.1 モーター出力波形

5.2.2. AGC_AUTO 機能を使用する場合

1. ADMD=H、RESET_X=L、AGC_AUTO=H、AGC_ON=H で入力します。
2. 十分電流が流れる電圧に Vref をセットします。
3. ENABLE=H で 160 ms 以上通電します。
ADR:9 で 5 ms ~ 160 ms を選択できます。160 ms 通電できない場合は調整ください。

注 1:自動学習モードでは、自動測定時に fast が入るような電流の小さい領域では、うまく学習できないため、十分電流を流してください。

注 2:学習時間は電流が定電流値に到達する時間を除いて 160 ms かかりますので、定電流値に到達する時間も考慮してください。

5.2.3. 計算で求める場合

1. モーター定数 L・R を測定ください。
L 値は周波数により変化するため通常電流時の PWM 周波数で測定することを推奨します。
2. モーターまでの配線インピーダンスがモーター定数により無視できない場合はご考慮ください。
3. 計算式

$$\text{AGC_TIME} = L / (R + \text{配線抵抗} + 0.6) \times 0.05 \text{ で概算できます。}$$

例：モーターインダクター L = 2.2 mH @30 kHz

モーター抵抗 R = 1.8 Ω

モーター配線 = 0.7 Ω の場合

$$\text{AGC_TIME} = 2.2 \text{ mH} / (1.8 + 0.7 + 0.6) \times 0.05 = 35.4 \mu\text{s}$$

モーター実測の場合と同様に、端子もしくはシリアルで上記値を設定ください。

5.3. VSP_MIN 設定方法

1. 実際の駆動環境につなげた上で無負荷状態でも安定して動作できる電流値以上に設定します。
2. 負荷急変が大きい場合、電流復帰が速くなるように設定電流を上記 1 の設定より大きくしてください。

端子の場合

変換ゲイン : 1.87 A / 2.5 V (16step)

シリアルの場合

変換ゲイン : 0.125 A / LSB

5.4. TARGET_ANGLE 設定方法

1. TAEGET_ANGLE はローターの遅れ許容値を設定します。
PWM が入らない領域は測定ができないため、1-2 相励磁では 75°、W1-2 相励磁では 82.5°より小さい値に設定する必要があります。2 相励磁以外は励磁モードに合わせ PWM 領域内で設定お願いします。
2. ADMD = H、AGC_ON、ENABLE = H、VREF は通常利用電圧に設定します。
3. シリアル、ADR = 23、DO = 1 を設定する。
4. AGC を利用したい回転数で AGC_OUT をモニタします。図は正常に位置検出ができる場合です。
5. 最大負荷を与えた際に AGC_OUT < 1.5 V となるように TARGET_ANGLE を小さくしてください。
(負荷急変に対しては、AGC_KP や AGC_KI とセットで調整ください)

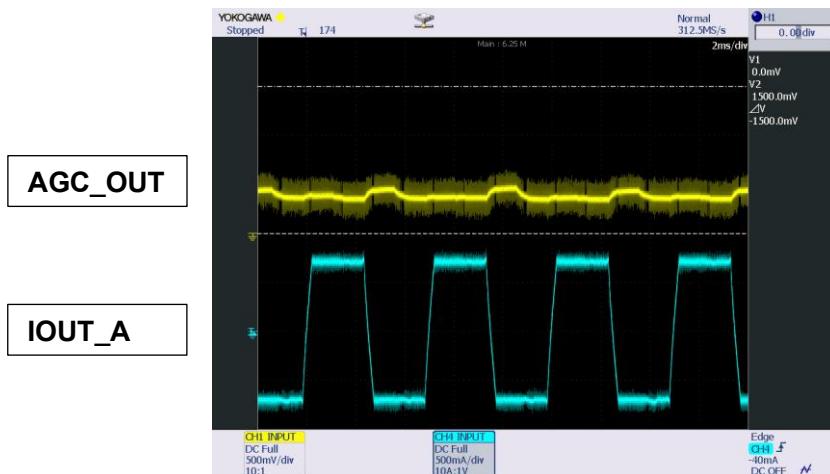


図 5.4 AGC_OUT とモーター出力

5.5. AGC_KP、AGC_KI 設定方法

AGC_KP、AGC_KI は PI 制御ゲインになりますので、あくまで設定参考です。必要な負荷急変対応、電流安定性等を考慮して設定してください。

負荷急変に対して脱調してしまう場合は、AGC_KP、AGC_KI を大きくしてください。

本設定の値を大きくしても、脱調してしまうような場合は、TARGET_ANGLE を小さくする、VSP_MIN を大きくする等の対応も併用して調整願います。

5.6. FREQ_MIN 設定方法

- ・TARGET_ANGLE 確認時の AGC_OUT 出力で 0 V 付近が出力される場合は、回転数による誘起電圧が不足していることが想定されます。
- ・図のように 0 V を含む状態が確認されている場合は、状態が解消される回転数まで FREQ_MIN の設定を上げてください。



図 5.6 AGC_OUT とモーター出力

6. 異常検出回路

・過熱検出回路 (TSD) について(ラッチモード)

IC のジャンクション温度が 160°C (標準)に達した場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にラッチします。外部からのノイズ飛込みによる誤検出を避けるため、IC 内部で $5\ \mu\text{s}$ (標準)の不感帯時間を設けております。過熱検出後は、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで解除することができます。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。

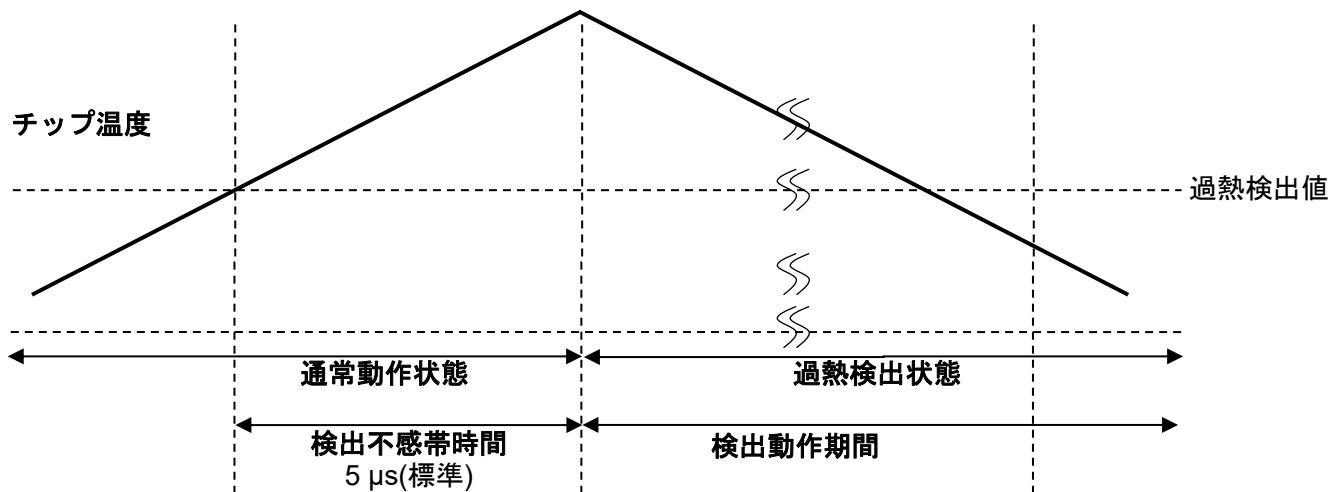


図 6.1 TSD 動作(ラッチモード)

注： 上記時間幅は、参考値であり保証値ではありません。

・過熱検出回路 (TSD) について(自動復帰モード)

IC のジャンクション温度が 160°C (標準)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。外部からのノイズ飛込みによる誤検出を避けるため、IC 内部で $5\ \mu\text{s}$ (標準)の不感帯時間を設けております。過熱検出後は、ジャンクション温度が 130°C (標準)以下になった場合、自動的に解除されます。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。

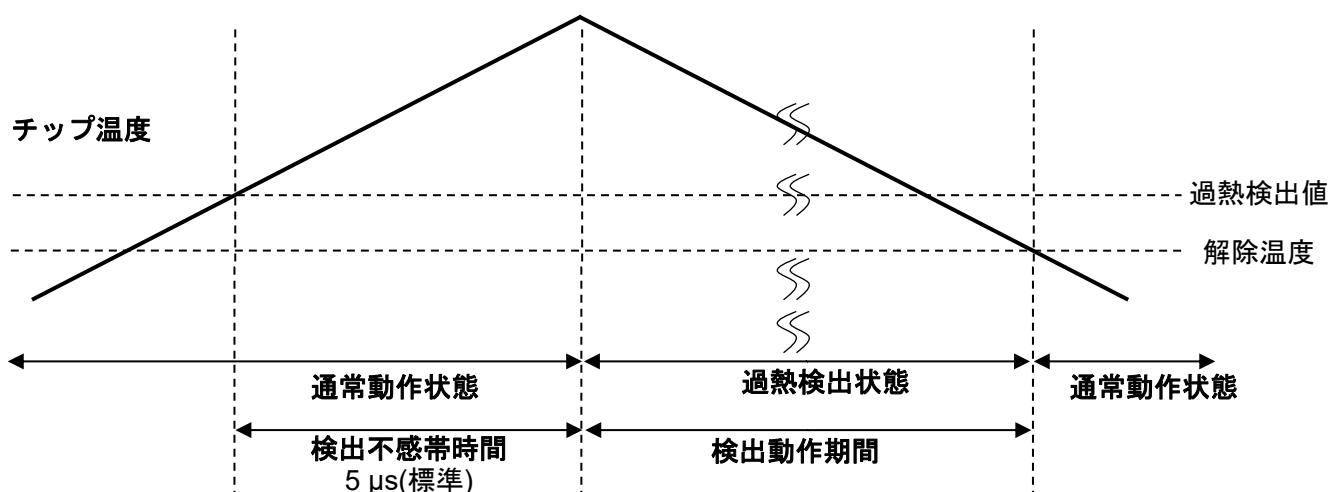


図 6.2 TSD 動作(自動復帰モード)

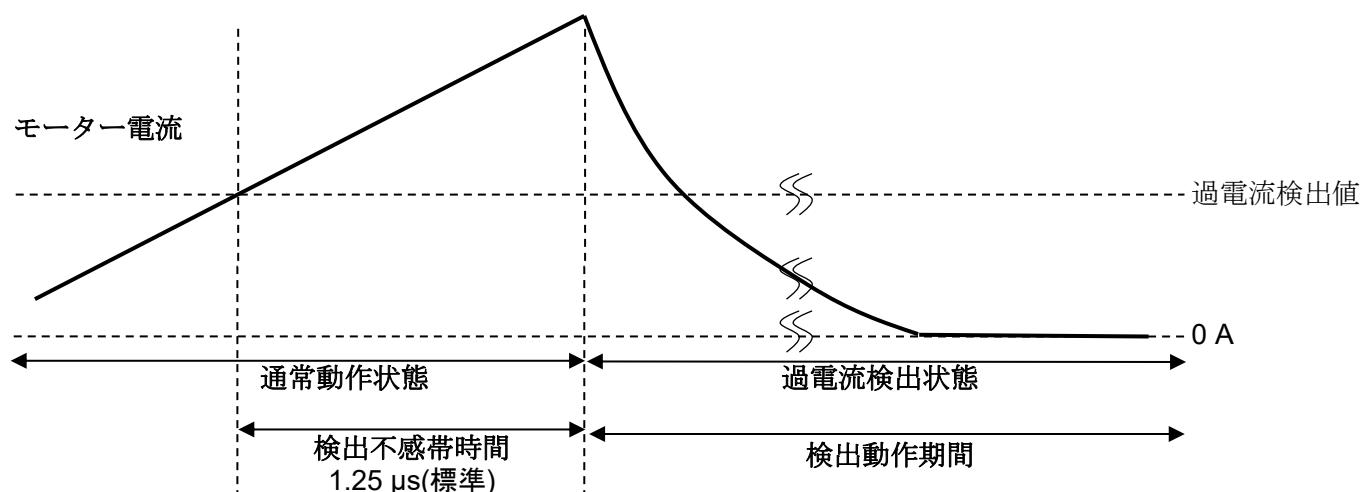
注： 上記時間幅は、参考値であり保証値ではありません。

・低電圧検出回路 (UVLO) について

VM 端子印加電圧が、3.7 V(標準)以下となった場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にします。UVLO 動作後は、VM 端子印加電圧を 3.9 V(標準)以上にすることで解除となります。

・過電流検出回路 (ISD) について

モーター出力に規定値以上の電流が流れた場合、内部検出回路が働き、出力部を OFF 状態にラッチします。スイッチングなどによる誤動作を避けるため、IC 内部で 1.25 μ s(標準)の不感帯時間を設けております。過電流検出後は、電源の再投入またはスタンバイモードに設定することで解除することができます。

**図 6.3 ISD 動作**

注：上記時間幅は、参考値であり保証値ではありません。

7. IC の消費電力

IC が消費する電力については、大枠、出力部のトランジスターが消費する電力とロジック部の消費する電力の 2 つの部分に分けることができます。

7.1. パワートランジスター部の消費電力

出力部の電力は H ブリッジ上下のトランジスターによって消費されます。

1 つの H ブリッジのトランジスター部の電力は以下の式で表すことができます。

$$P(\text{out}) = I_{\text{out}}(A) \times V_{\text{DS}}(V) = I_{\text{out}}(A)^2 \times R_{\text{on}}(\Omega) \dots \quad (1)$$

2 相励磁動作を行い、出力電流波形が方形波波形になる場合での出力の平均消費電力は、以下のように計算できます。

$R_{\text{on}} = 0.6\Omega$, $I_{\text{out}}(\text{peak : Max}) = 1.0\text{ A}$, $V_M = 24\text{ V}$ とすると下記のように計算できます。

$$P(\text{out}) = 2(\text{Tr}) \times 1.0(A)^2 \times 0.6(\Omega) \dots \quad (2)$$
$$= 1.2(\text{W})$$

7.2. ロジックと IM 系の消費電力

ロジックと IM 系の消費電力は動作時と停止時に分けて計算します。

$I(\text{IM3}) = 10.5\text{ mA (typ.)}$: 動作時
$I(\text{IM2}) = 7.5\text{ mA (typ.)}$: 停止時
$I(\text{IM1}) = 0.03\text{ }\mu\text{A (typ.)}$: スタンバイ

出力系は、 $V_M(24\text{V})$ に接続されています。(出力系 : V_M に接続される回路により消費される電流と出力段がスイッチングすることにより消費される電流の合計)

消費電力は以下のように見積もることができます。

$$P(\text{IM3}) = 24(V) \times 0.0105(A) \dots \quad (3)$$
$$= 0.252(\text{W})$$

7.3. 消費電力 [RS-0076]

1 と 2 の結果から、全体の消費電力 P は、以下のように計算できます。

$$P = P(\text{out}) + P(\text{IM3}) = 1.452(\text{W}) \text{ となります。}$$

また、スタンバイ時の 1 軸分の消費電力は以下のようになります。

$$P(\text{スタンバイ時}) = 24(V) \times 0.03(\mu\text{A}) = 0.72(\mu\text{W})$$

基板などにおける熱設計に関しては、十分実装評価を行った上、マージンをもって設定してください。

なお実際のモーター動作では、電流ステップの遷移時間や定電流 PWM によるリップルなどによって平均電流は計算値より低くなります。上記計算値をご参考に、基板などにおける熱設計に関して十分実装評価を行った上、マージンを持って設定していただきますようお願いします。

8. 応用回路例

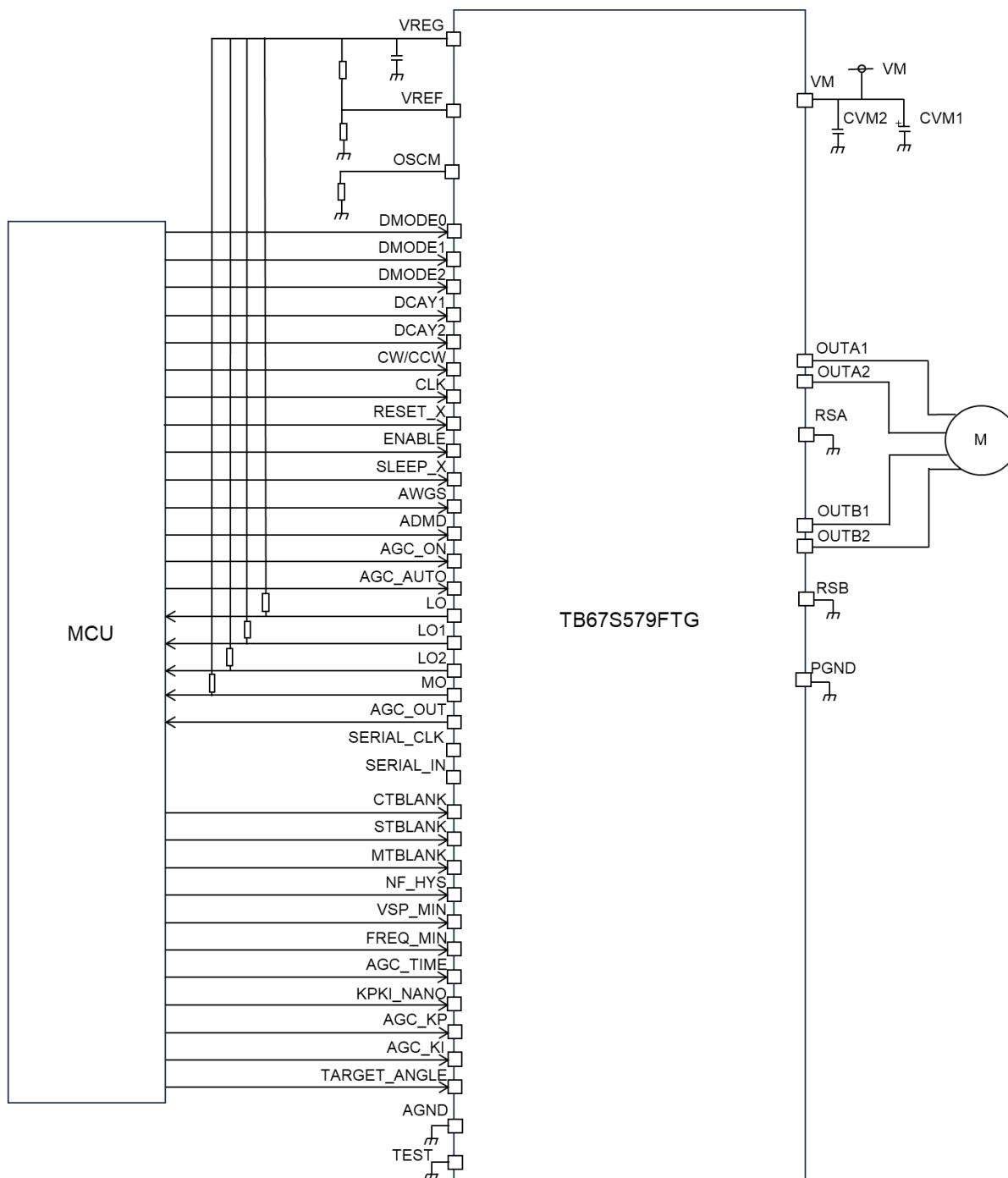


図 8 応用回路例

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。

8.1. 電源端子用コンデンサー

IC に印加頂く電源電圧安定化、およびノイズリジェクトのため各端子へ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 の近くに接続頂くことを推奨致します。特にセラミックコンデンサーを IC 近傍に配置頂くことで高周波数の電源変動やノイズを抑えることに効果的です。

表 8.1 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-GND 間	電解コンデンサー	100 μF	47 ~ 100 μF
	セラミックコンデンサー	0.1 μF	0.01 ~ 1 μF
VREG-GND 間	セラミックコンデンサー	0.1 μF	0.01 ~ 1 μF
VREF-GND 間	セラミックコンデンサー	0.1 μF	0.01 ~ 1 μF

注 : VREF-GND 間はご使用環境に合わせ、必要に応じてコンデンサー接続をご検討ください。

注 : 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なども可能です。

8.2. 電源 / GND 用配線パターン

この IC では、特に VM、AGND、PGND、OUT_x+、OUT_x-、RSx (x = A または B)) パターンへは大電流が流れることが想定されるため、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を確保いただきますようお願い致します。また面実装パッケージ品は、IC 裏面の放熱板から基板 GND 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。

8.3. 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入出を想定し、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。

9. 参考ランドパターン

P-VQFN48-0707-0.50-006

単位: mm

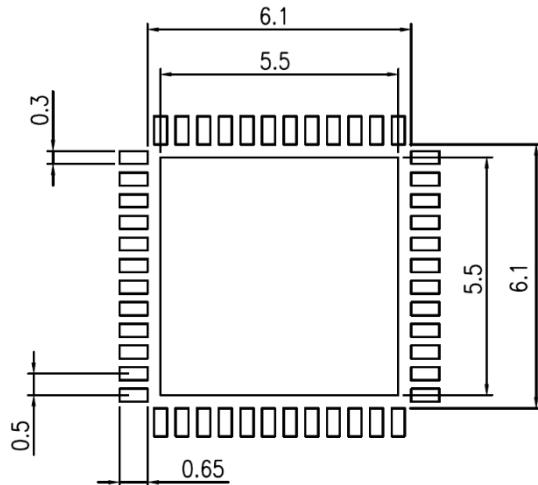


図 9 参考ランドパターン

注意

- 特に表示がない限り、寸法数字の単位はミリメートルです。
- 本資料は JEITA ET-7501 Level3 に準じた参考用の図です。
- 当社は、図および情報の正確性、完全性に関して一切の保証を致しません。
- お客様にて各種条件(はんだ付け条件など)を十分評価し、お客様の責任において調整を行ってください。
- 本資料の図は実際の形状や寸法を正確に示すものではありません。図から採寸などで現品の寸法を見積もるなど、その値で設計しないでください。
- 設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報および本製品が使用される機器の取扱説明書などをご確認の上、これに従ってください。

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。

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ると破壊、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で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るないように、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が破壊することができます。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。

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）に使用されることを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（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電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。