

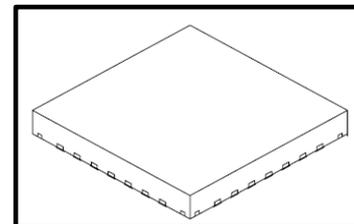
Bi-CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

TB9120AFTG

車載用 クロック入力方式 バイポーラステッピングモータドライバ

1 概要

TB9120AFTG は、クロック入力方式の定電流 PWM 制御 2 相バイポーラステッピングモータドライバです。車載用に使用される小型ステッピングモータの駆動に幅広く使用可能です。



P-VQFN28-0606-0.65-002

製品重量: 0.10g (typ.)

2 用途

車載用小型ステッピングモータ全般

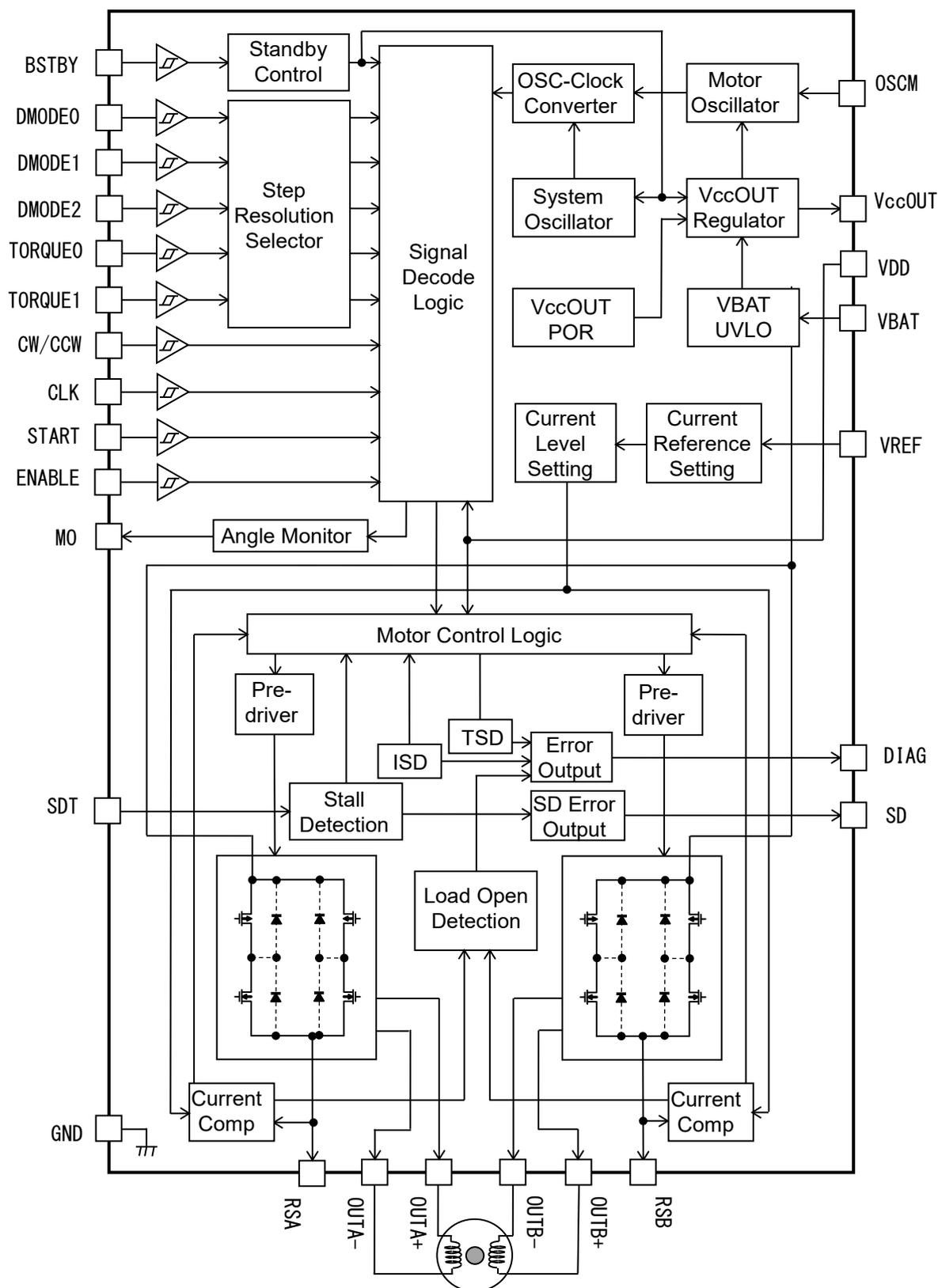
HUD 用凹面鏡角度調整、二輪用バルブ駆動、HVAC 用バルブ/ダンパ、等

3 特長

- バイポーラ型 2 相ステッピングモータを 1 チップにて駆動可能
- 定電流 PWM チョッピング制御方式採用
- ミックスディケイモード内蔵
- 2 相、1-2 相、W1-2 相、2W1-2 相、4W1-2 相、8W1-2 相の励磁駆動に対応
- 出力 MOSFET オン抵抗 : $R_{on}(H+L) = 0.8 \Omega$ (typ.)
- 電源電圧入力 (VBAT) : 40V (max)
- 最大駆動出力電流 : 過電流検出値 (2.0A (typ.))
- 内部 5V 電圧 (V_{ccOUT})
- 異常検出機能 : 過熱検出、過電流検出、負荷オープン検出、低電圧検出
- DIAG 出力 (過熱検出、過電流検出、負荷オープン検出)
- ストール検出機能及び検出時フラグ出力機能
- スタンバイ機能
- 動作電源電圧範囲 : $V_{BAT}(\text{opr.}) = 7V \sim 18V$ (4.5V~7V は一部の機能保証のみ)
- 最大クロック入力周波数 : $f_{CLK}(\text{max}) = 100\text{kHz}$
- 動作周囲温度 : $T_a(\text{opr.}) = -40 \sim 125^\circ\text{C}$
- パッケージ : VQFN28 (0.65)
- AEC-Q100 適合

製品量産開始時期
2020-04

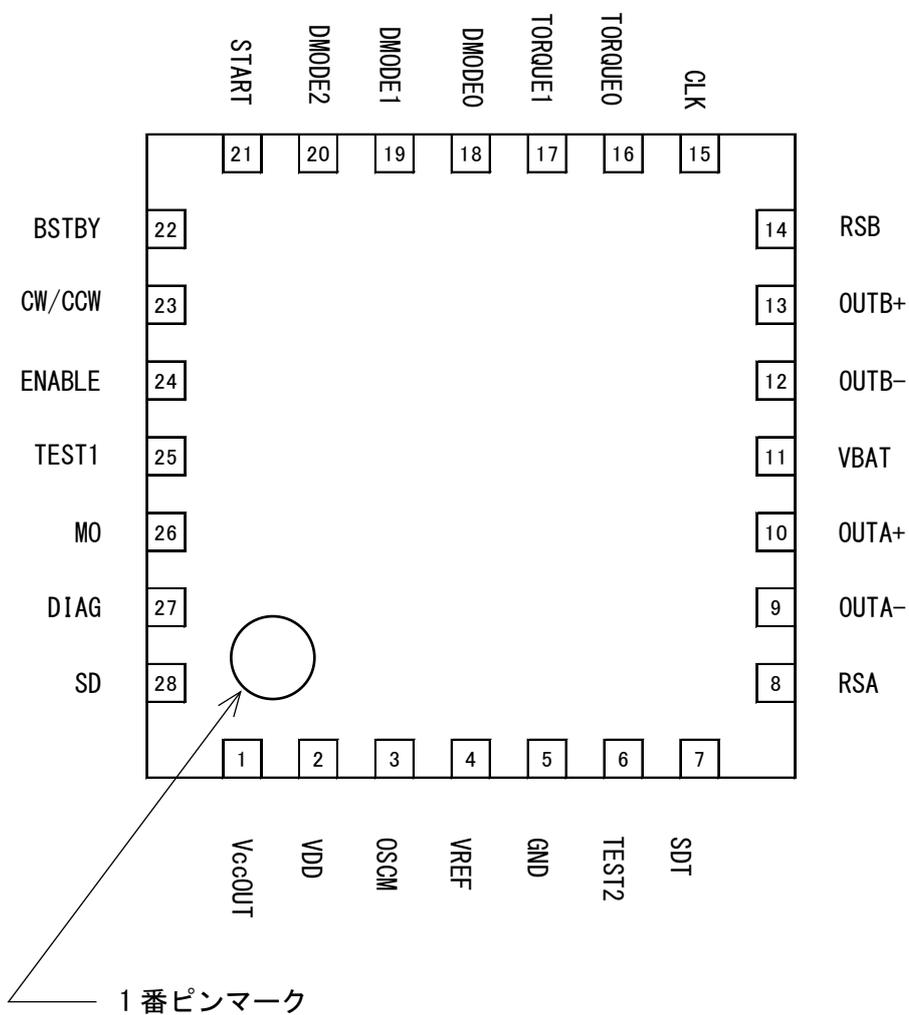
4 ブロック図



上記の他に、出荷検査でのテスト用端子として、TEST1、TEST2 があります。

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。

5 ピン配置図 (TOP View)



6 端子説明

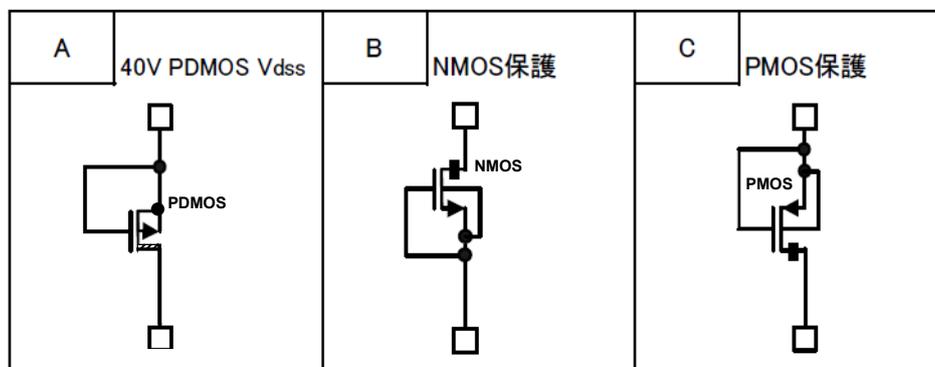
6.1 端子説明表

端子番号	端子名	端子説明
1	VccOUT	内部 5V 出力端子。電源平滑化コンデンサを接続
2	VDD	5V 入力端子。外部にて VccOUT 端子と接続
3	OSCM	出力 PWM 周波数設定用抵抗接続端子
4	VREF	出力電流値を設定するために電圧を印加する端子
5	GND	GND 端子
6	TEST2	テスト用端子。オープンで使用
7	SDT	ストール検出閾値設定用抵抗接続端子。ストール機能を使わない場合オープンで使用
8	RSA	A 相出力電流検出抵抗接続端子
9	OUTA-	モータ A 相-端子
10	OUTA+	モータ A 相+端子
11	VBAT	バッテリー電源端子
12	OUTB-	モータ B 相-端子
13	OUTB+	モータ B 相+端子
14	RSB	モータ B 相出力電流検出抵抗接続端子
15	CLK	ステップクロック入力端子 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
16	TORQUE0	定電流設定用入力端子 0 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
17	TORQUE1	定電流設定用入力端子 1 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
18	DMODE0	励磁モード設定用入力端子 0 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
19	DMODE1	励磁モード設定用入力端子 1 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
20	DMODE2	励磁モード設定用入力端子 2 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
21	START	電気角初期化用入力端子 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
22	BSTBY	スタンバイ入力端子 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
23	CW/CCW	回転方向設定用入力端子 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
24	ENABLE	モータ駆動出力用イネーブル入力端子 (プルダウン抵抗 100k Ω 内蔵)
25	TEST1	テスト用端子。GND に接地して使用
26	MO	電気角モニタ信号出力端子 (オープンドレイン出力端子)
27	DIAG	異常検出フラグ信号出力端子 (オープンドレイン出力端子)
28	SD	ストール検出フラグ信号出力端子 (オープンドレイン出力端子)
-	E-PAD	IC チップマウントベッド裏面、GND へ接地

6.2 保護素子配列

端子名称	プルダウン/ プルアップ抵抗	I/O	絶対最大定格 上限 (V)	保護素子タイプ		保護素子接続先	
				電源側	GND側	電源側	GND側
VccOUT	—	0	6.0	A	B	VBAT	GND
VDD	—	電源	6.0	A	B	VBAT	GND
OSCM	—	0	6.0	C	B	VccOUT	GND
VREF	—	電源	6.0	—	B	—	GND
GND	—	GND	—	—	—	—	—
TEST2	—	0	6.0	C	B	VccOUT	GND
SDT	—	0	6.0	C	B	VccOUT	GND
RSA	—	—	1.0	C	B	VccOUT	GND
OUTA-	—	0	40	—	—	—	—
OUTA+	—	0	40	—	—	—	—
VBAT	—	電源	40	—	A	—	GND
OUTB-	—	0	40	—	—	—	—
OUTB+	—	0	40	—	—	—	—
RSB	—	—	1.0	C	B	VccOUT	GND
CLK	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
TORQUE0	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
TORQUE1	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
DMODE0	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
DMODE1	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
DMODE2	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
START	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
BSTBY	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
CW/CCW	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
ENABLE	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
TEST1	プルダウン抵抗	I	6.0	—	B	—	GND
MO	—	0	6.0	—	B	—	GND
DIAG	—	0	6.0	—	B	—	GND
SD	—	0	6.0	—	B	—	GND

保護素子タイプ



7 動作説明

7.1 BSTBY ファンクション

BSTBY 端子をLにすることでスタンバイ状態となります。

BSTBY 端子	ファンクション
L	スタンバイモード (内部発振回路 (OSCS と OSCM) 停止、モータ駆動出力 MOSFET 動作停止)
H	アクティブモード

注：スタンバイモードからアクティブモードとする場合、IC 内部回路 (5V 電圧) が安定するために最大 0.5ms を必要とします。(7.2 参照)

真理値表

CLK	入力				出力状態	モード
	CW/CCW	START	ENABLE	BSTBY		
	H	L	H	H	CW (正転)	通常動作
	L	L	H	H	CCW (逆転)	通常動作
X	X	H	H	H	電気角初期化	イニシャル (注 1)
X	X	X	L	H	ハイインピーダンス	イネーブルオフ (注 2)
X	X	X	X	L	ハイインピーダンス	スタンバイ (注 3)

X : Don' t care.

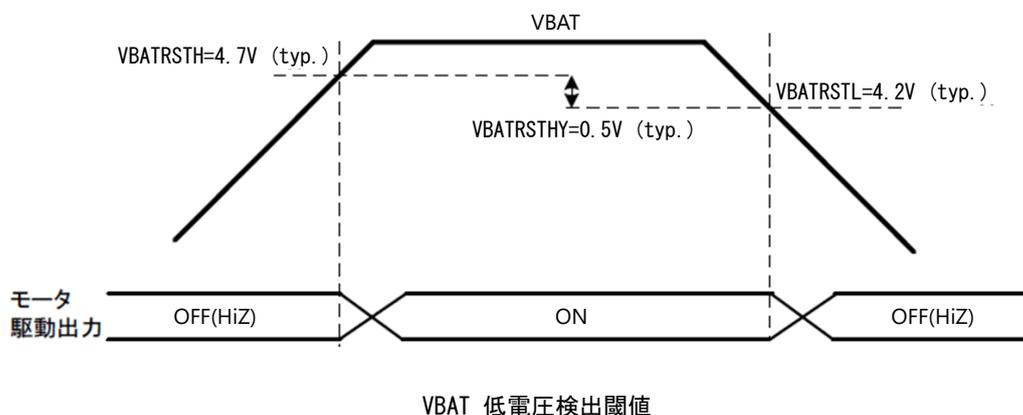
- 注 1. イニシャル：START ファンクションで示す初期電気角に固定された電流レベルが出力されます。
- 注 2. イネーブルオフ：出力はハイインピーダンス状態になりますが、START=L の状態のまま CLK に信号が入力されると内部カウンタは進行します。
- 注 3. スタンバイ：BSTBY は ENABLE より優先度が高いため、BSTBY=L の場合には ENABLE の状態に関係なく IC の状態はスタンバイとなります。

7.2 電源

VBAT 端子はバッテリー電源の供給端子、VccOUT 端子は内部生成電源 (5V) の出力端子です。本 IC は、電源監視機能を内蔵しております。

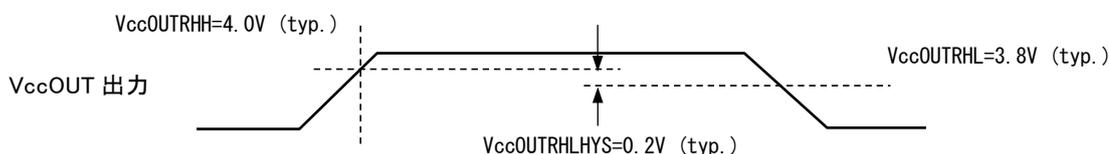
VBAT 低電圧検出回路

VBAT 電圧が低下し検出電圧以下 (4.2V (typ.)) となった場合、各出力端子 (OUTA+, OUTA-, OUTB+, OUTB-) をオフ (ハイインピーダンス状態) します。また、0.5V (typ.) のヒステリシスを有しており、4.7V (typ.) にて復帰します。

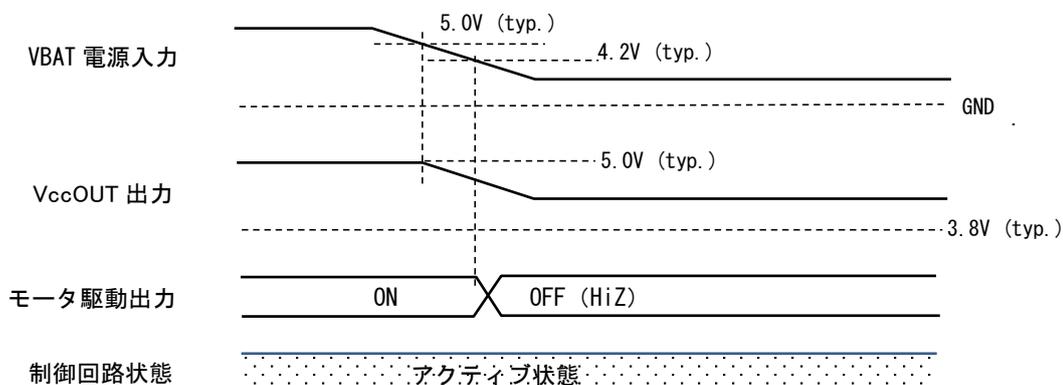


VccOUT 低電圧検出回路

VccOUT 出力電圧が低下し検出電圧 (VccOUTRH=3.8V (typ.)) 以下になった場合、各出力端子 (OUTA+, OUTA-, OUTB+, OUTB-) はオフ (ハイインピーダンス状態) になりロジック回路を含むすべての制御回路はリセットされます。0.2V (typ.) のヒステリシスを有しており VccOUTRHL=4.0V (typ.) を超えると復帰します。



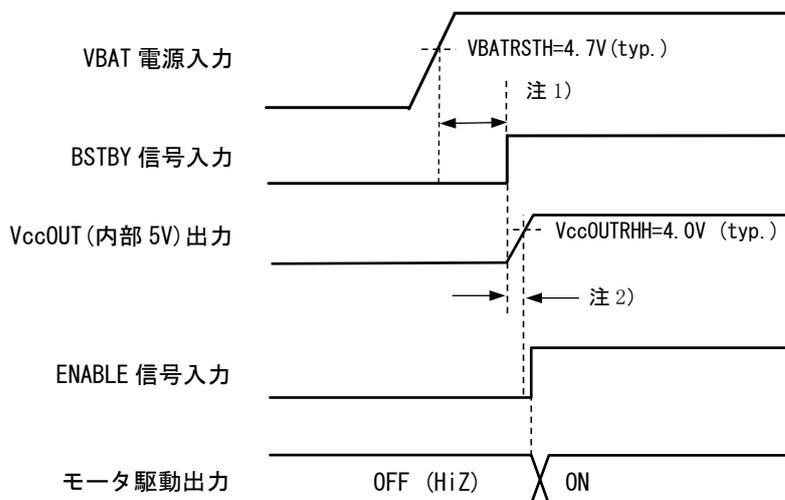
また、VBAT 低電圧閾値 (4.2V (typ.)) 以下で且つ VccOUT 電圧が POR 閾値以上 (3.8V (typ.)) のとき、入力制御信号が入る度に反映されます。但し VBAT 電圧が低下し検出設定電圧 (4.2V (typ.)) 以下である限り、各出力端子 (OUTA+, OUTA-, OUTB+, OUTB-) は、オフ (ハイインピーダンス) が維持されます。



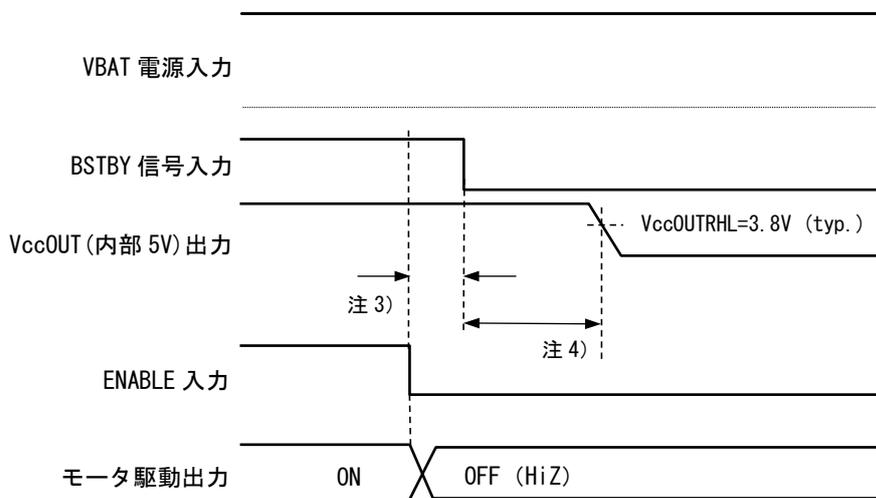
タイミングチャートは、機能・動作を説明するため単純化してあります。

7.3 電源／制御信号入力シーケンス

(1) 立ち上げ時



(2) 立ち下げ時



- 注3) ENABLE 信号入力によりモータ駆動出力を OFF とした後に BSTBY 信号入力によりスタンバイ状態に移行してください。
- 注4) BSTBY 信号入力切替 (H→L) 後、VccOUT 出力が 3.8V 以下 (内部ロジック OFF) となるまで 5ms かかりますのでご注意ください。

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。

7.4 CLK 入力

入力 CLK の 1 パルス毎に電気角が 1 つ進みます。アップエッジで信号が反映されます。

CLK 入力	ファンクション
	アップエッジで次のステップへ
	変化なし(前状態を保持)

7.5 ENABLE 回路

モータ駆動出力の ON/OFF を切り替えます。スタンバイ解除の上 (BSTBY=H) ENABLE 入力を H→L とすることで定電流動作が開始され CLK 入力に同期して内部カウンタが進みモータが回転します。

電源の立ち上げ/立ち下げ時は、ENABLE 端子は L レベルとしてください。

なお、ENABLE はモータ駆動出力の ON/OFF のみ制御します。ENABLE=L (モータ駆動出力 OFF) の期間でも内部ロジックカウンタは動作しているため、内部カウンタは進行します。

ENABLE 入力	出力 MOSFET
H	ON
L	OFF

また、過電流/過熱により DIAG 端子出力が L レベルにラッチされた場合 (7.10 参照)、ENABLE 端子に L (0.2ms 以上 (注)) を挿入することでラッチ状態が解除されます。過電流/過熱が継続している場合、再び DIAG 出力は L レベルを出力します。(7.18、7.19 参照)

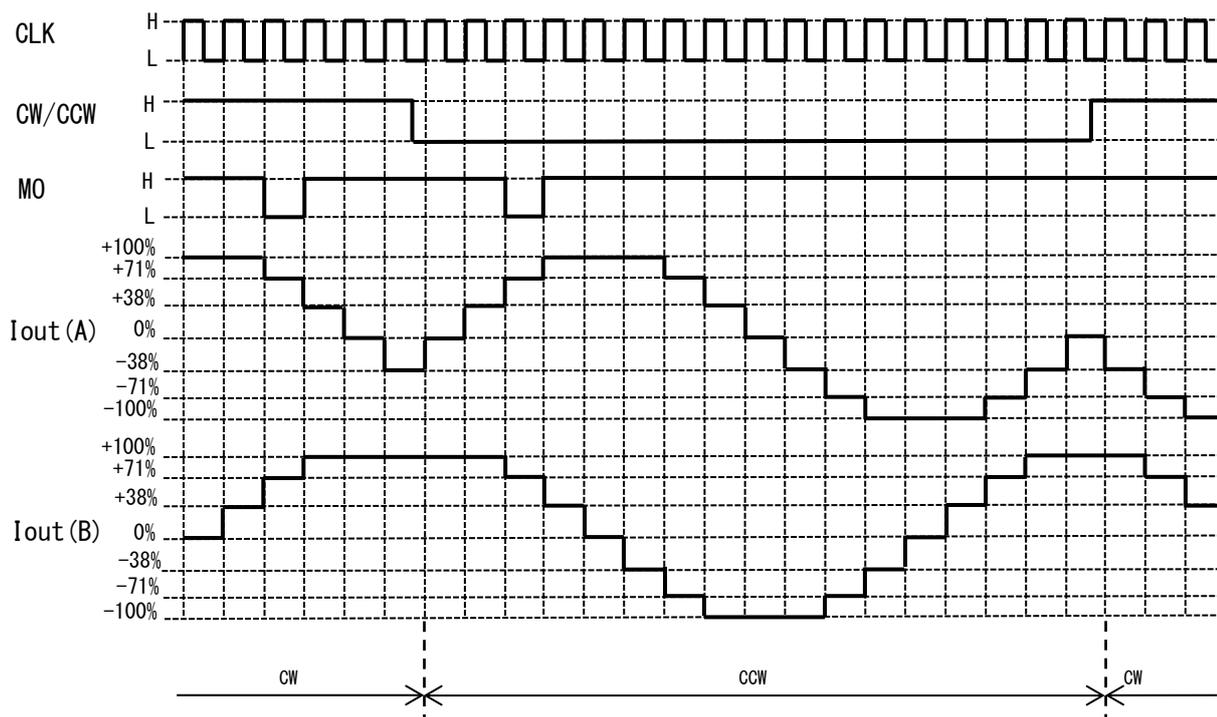
注) 出荷検査項目に含まれておりません。

7.6 CW/CCW 制御回路

ステッピングモータの回転方向を切り替えます。CW/CCW=H のとき A 相電流が B 相電流より位相が 90° 進んで出力されます（正転 (CW) と定義）。CW/CCW=L のとき B 相電流が A 相電流より位相が 90° 進んで出力されます。（逆転 (CCW) と定義）

CW/CCW 端子入力	ファンクション
H	正転 (CW)
L	逆転 (CCW)

例) W1-2 相励磁において CW/CCW 端子を切り替えた場合



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。

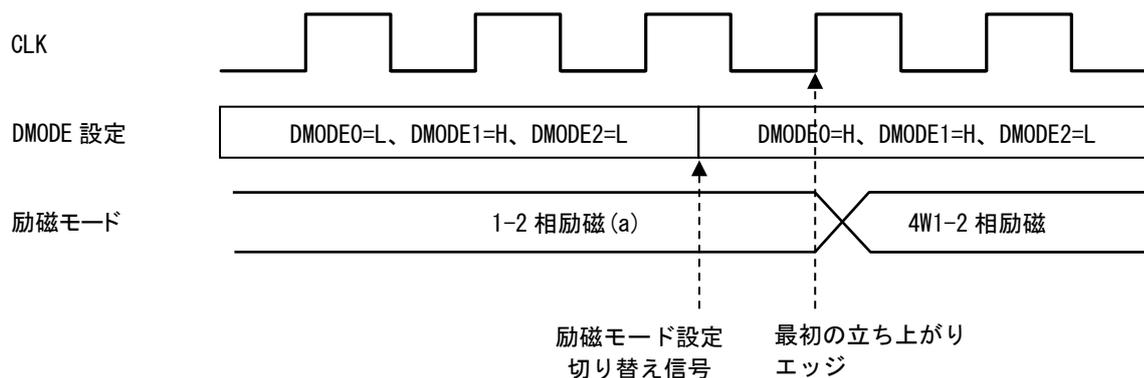
7.7 励磁モード設定 (DMODE)

DMODE0、DMODE1、DMODE2 により、ステップ分解能を切り替えます。

DMODE0=DMODE1=DMODE2=L に設定すると、電流設定は A 相 71%、B 相 71% になります。このとき、MO 端子から L レベルが出力されます。

DMODE0 入力	DMODE1 入力	DMODE2 入力	ファンクション
L	L	L	A 相 71%、B 相 71%
L	L	H	2 相励磁設定
L	H	L	1-2 相励磁 (a) 設定
L	H	H	W1-2 相励磁設定
H	L	L	1-2 相励磁 (b) 設定
H	L	H	2W1-2 相励磁設定
H	H	L	4W1-2 相励磁設定
H	H	H	8W1-2 相励磁設定

下図の通り、DMODE 端子でステップ分解能を切り替えた場合、切り替え後の最初の CLK の立ち上がりエッジで反映されます。



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。

7.8 START 機能

内部カウンタにおいて電気角を初期化して初期位置に設定。

START 入力	入力ファンクション
H	電気角初期化 (イニシャル位置に設定)
L	通常動作

START=H では電気角はイニシャル位置にあり、M0 端子が L レベルを出力します。

START=H における各相の電流設定は、以下の通りです。

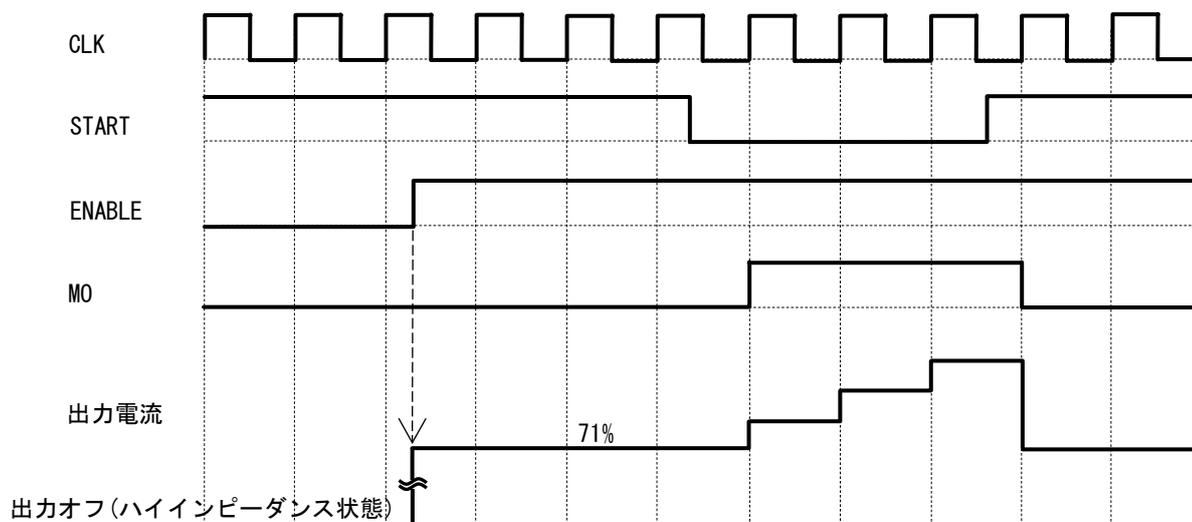
励磁モード	A 相電流設定	B 相電流設定	初期電気角 (イニシャル位置)
2 相励磁	100%	100%	45°
1-2 相励磁 (a)	100%	100%	45°
1-2 相励磁 (b)	71%	71%	45°
W1-2 相励磁	71%	71%	45°
2W1-2 相励磁	71%	71%	45°
4W1-2 相励磁	71%	71%	45°
8W1-2 相励磁	71%	71%	45°

表の初期電気角の位置をイニシャル位置と定義し、モータ回転中にイニシャル位置になると M0 端子より L レベルを出力します。

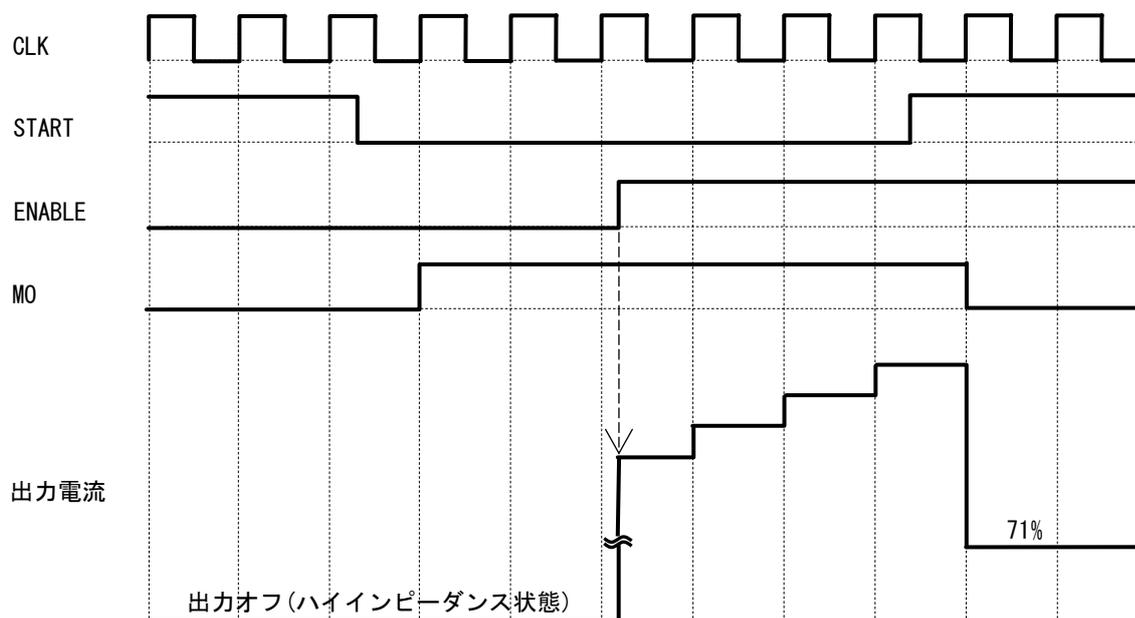
また、START 端子の状態の変更は CLK 入力信号に同期して出力に反映されます。

モータファンクション動作の例

① タイミングチャート (ENABLE→START の場合)



② タイミングチャート (START→ENABLE の場合)



上記①、②について、出力電流の立ち上がり開始は ENABLE 端子を L⇒H へ切り替えた後出力 PWM チョッピング周期のチャージモードのタイミングで出力されます。出力 PWM チョッピング周期は CLK 入力信号には同期していません。

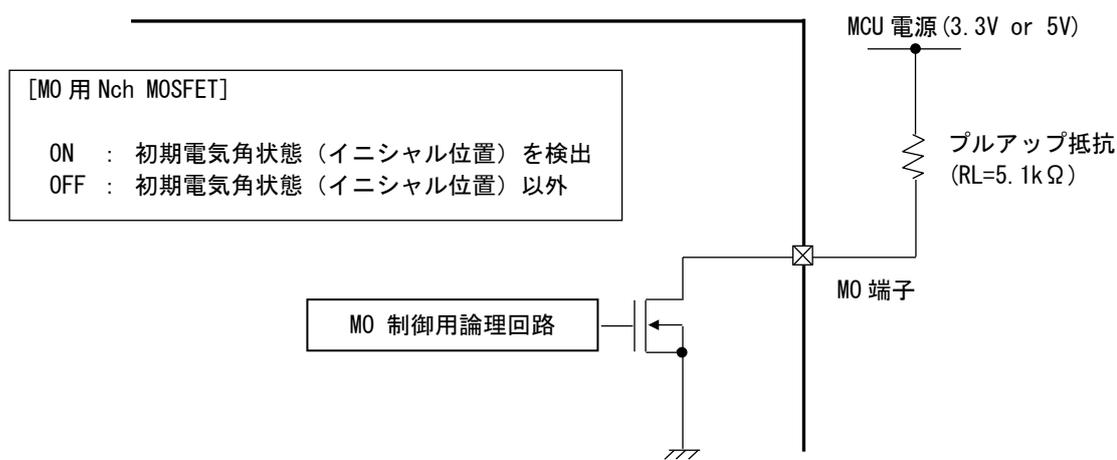
タイミングチャートは、機能・動作を説明するため単純化してあります。

7.9 MO 出力

電気角をモニタし初期電気角状態（イニシャル位置）において MO 端子より L 出力します。

電気角状態	MO 出力
初期状態（イニシャル位置）以外	ハイインピーダンス
初期状態（イニシャル位置）	L

MO 端子出力は Nch MOSTFET のオープンドレインとなっており、MCU と同電位電源（3.3V または 5.0V）へ抵抗でプルアップしてください。初期電気角状態（イニシャル位置）以外では本端子はハイインピーダンスとなり、初期電気角状態（イニシャル位置）を検出した場合、内部の Nch MOSFET が ON となります。MO 端子を使用しない場合、端子をオープンとしてください。



上記の回路図は、動作を説明するため一部省略・簡略化しています。

7.10 DIAG 機能 (異常状態診断)

異常状態 (モータ負荷オープン、過熱 (TSD)、過電流 (ISD)) を検出した場合、DIAG 端子より L 出力します。

異常検出	DIAG 出力
正常状態 (通常動作)	ハイインピーダンス
モータ負荷オープン	L
過熱 (TSD)	L
過電流 (ISD)	L

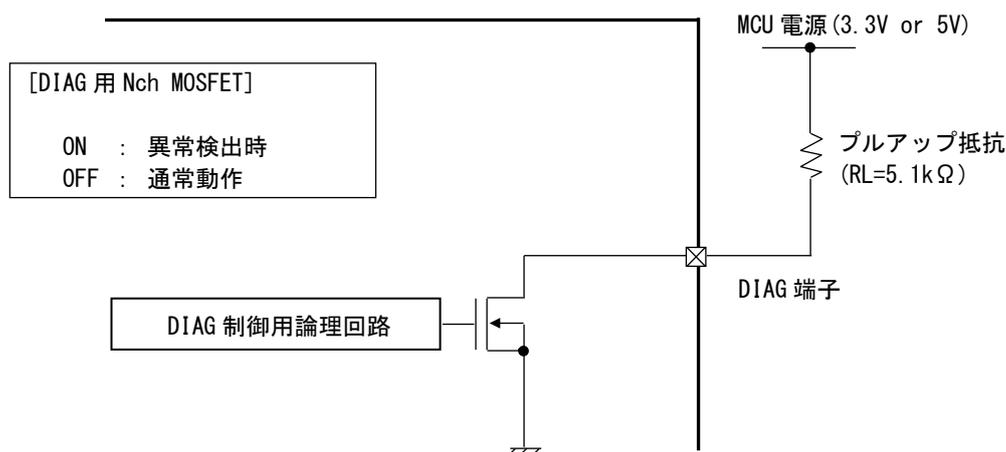
DIAG 端子出力は Nch MOSFET のオープンドレインとなっており、MCU と同電位電源 (3.3V または 5.0V) へ抵抗でプルアップしてください。通常動作時本端子はハイインピーダンスとなり、異常検出 (モータ負荷オープン、過熱 (TSD)、過電流 (ISD)) を検出した場合、内部の Nch MOSFET が ON となります。

過熱 (TSD)、過電流 (ISD) はラッチ状態となります。

VBAT 電源の再投入または ENABLE 端子への L 印加 (0.2ms 以上 (注)) によりラッチ状態は解除されます。

DIAG 端子を使用しない場合、端子をオープンとしてください。

注) 出荷検査項目に含まれておりません。



上記の回路図は、動作を説明するため一部省略・簡略化しています。

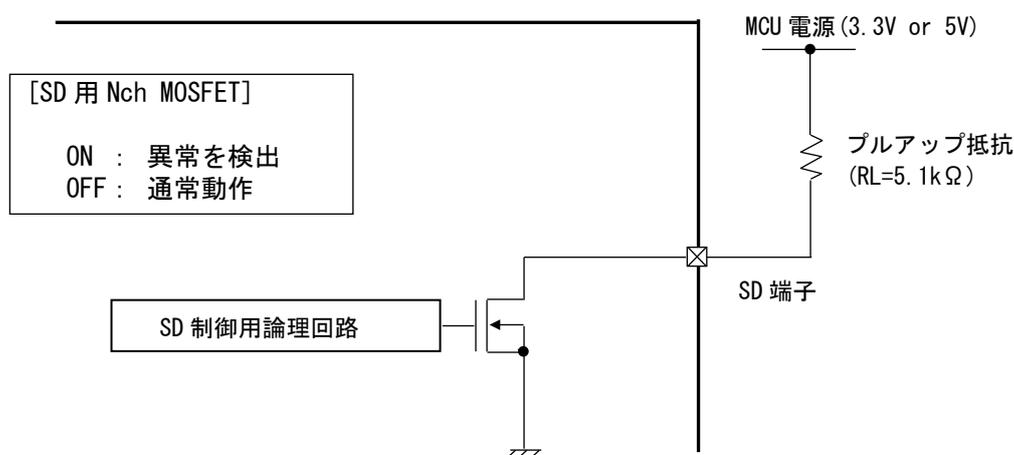
7.11 ストール検出 (SD : Stall Detection) 機能

モータのストール (脱調) を検出した場合、SD 端子より L 出力します。

状態	SD 出力
正常時 (通常動作)	ハイインピーダンス
ストール (脱調) 検出時	Lパルス (100 μ s (typ.))

SD 端子出力は Nch MOSFET のオープンドレインとなっており、MCU と同電位電源 (3.3V または 5.0V) へ抵抗でプルアップしてください。通常動作時本端子はハイインピーダンスとなり、モータストール検出時内部の Nch MOSFET が ON となります。(100 μ s (typ.) パルス出力、検出毎)

SD 端子を使用しない場合、端子をオープンとしてください。



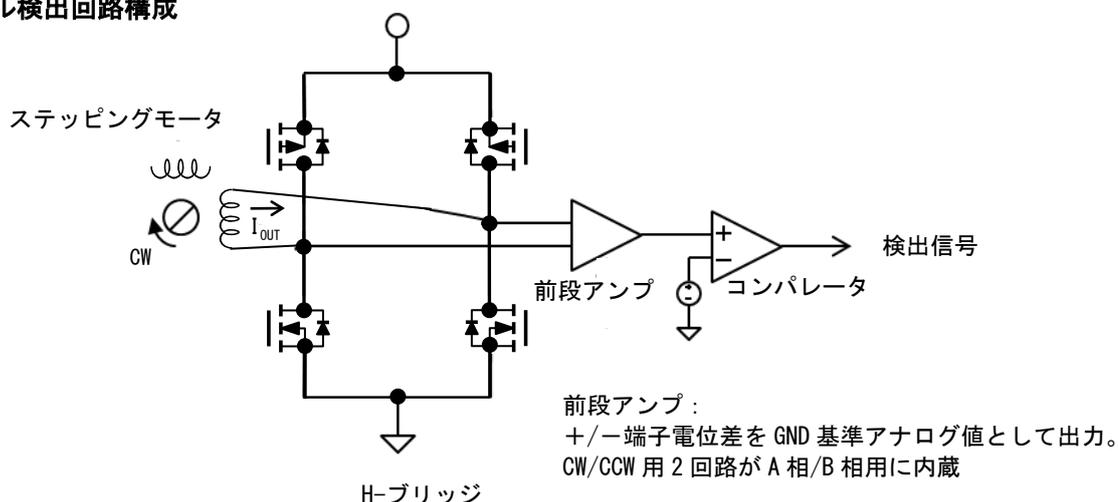
上記の回路図は、動作を説明するため、一部省略・簡略化しています。

動作説明

モータ回転動作時の電流レベル 0 (ゼロ) A 設定の期間において、モータコイルの両端 (すなわち OUTA+端子と OUTA-端子及び OUTB+端子と OUTB-端子) の電位差は通常誘起電圧により所定の電圧を発生しますが、モータが停止している場合モータは誘起電圧を発生しないためモータコイル両端には電圧は発生しません。

本機能では、同期間においてモータの誘起電圧が一定の電圧以上発生していない場合にモータの回転が停止しているとしてストールと判断します。

ストール検出回路構成



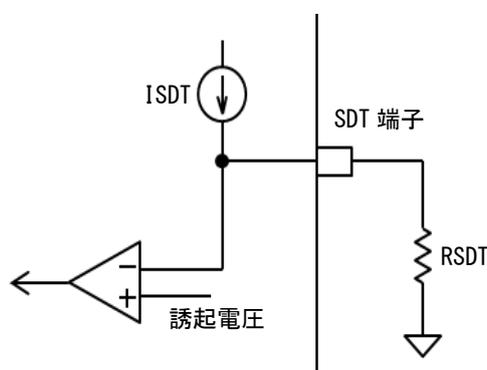
ストール検出閾値の設定

外付け抵抗 RSDT を SDT 端子-GND 間に接続、あるいは SDT 端子へ VSDT 電圧を印加することで設定します。

- ① 外付け抵抗 RSDT を SDT 端子-GND 間に接続する場合
 - ・ SDT 端子閾値設定電圧 VSDT は、SDT 端子外付け抵抗 RSDT と SDT 端子電流 ISDT の積となります。

$$VSDT (V) = RSDT (\Omega) \times ISDT (A)$$
 10.5 を参照。
 - ・ モータ誘起電圧は、IC 内部にて SDT 端子電圧 (VSDT) と直接比較されます。
 - ・ RSDT は、 $0k\Omega \leq RSDT \leq 230k\Omega$ にて設定してください。
- ② SDT 端子へ VSDT 電圧を印加する場合
 - ・ モータ誘起電圧は、IC 内部にて印加した VSDT 電圧と直接比較されます。
 - ・ SDT 端子印加電圧は、 $0V \sim 3.0V$ の範囲にて設定してください。

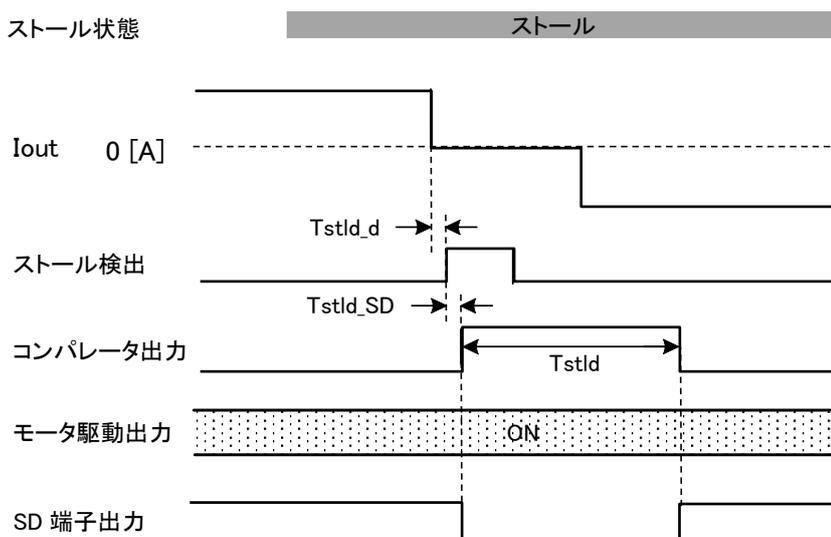
SDT 機能を使用しない場合、SDT 端子をオープンとしてください。



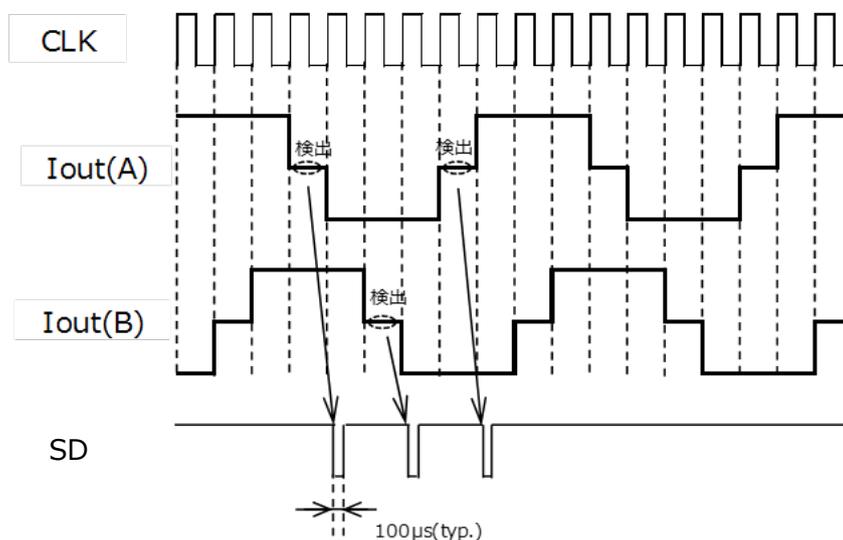
ストール検出機能使用に際して

- ・ 2相励磁におけるモータ回転時は、ストール検出機能は働きません。(2相励磁では電流レベル0(ゼロ)A設定の期間が存在しないため)
- ・ 低速回転時やモータの種類によって誘起電圧が十分に誘起されない場合、ストール検出機能が正しく働かない恐れがあります。事前にモータ特性/駆動条件など十分にご確認の上、閾値を設定してください。
- ・ 例えば、モータが停止からの始動時は低速であり誘起電圧が十分に誘起されない状態のためストール検出機能が正しく働かない可能性があります。ストール検出機能を有効にご使用いただくためにこの期間を除外する必要があります。
- ・ ストール検出した場合でも、モータ駆動出力は引き続き通電状態を続けます。ストール検出回路はモータ駆動出力状態を変化させることはありません。
- ・ ストール検出信号 (SD 端子出力) は、電流値が0A時にSD端子よりLパルス (100 μ s (typ.)) を出力し、それ以外はハイインピーダンスに戻ります。ストール検出中はこの動作を繰り返します。

タイミングチャート① (ストール検出時)



タイミングチャート② (ストール検出時)



SD 端子出力信号の立ち上がり及び立ち下りのタイミングは、CLK その他の信号と同期していません。

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。

7.12 OSC 回路

本 IC は内部に2つの発振回路 (OSCM、OSCS) を内蔵しており、各回路の基準クロックとして使用しています。

- ・ OSCM 発振回路 : PWM チョッピング周波数設定用クロック生成
- ・ OSGS 発振回路 : PWM チョッピング周波数以外の IC 内部回路動作用クロック生成

(1) OSCM 発振 (PWM チョッピング周波数設定用)

OSCM 発振周波数 (fOSCM) は OSCM 端子-GND 間へ接続する外付け抵抗 (ROSCM) 値により決定され、PWM チョッピング周波数 (fPWM) を決定します。

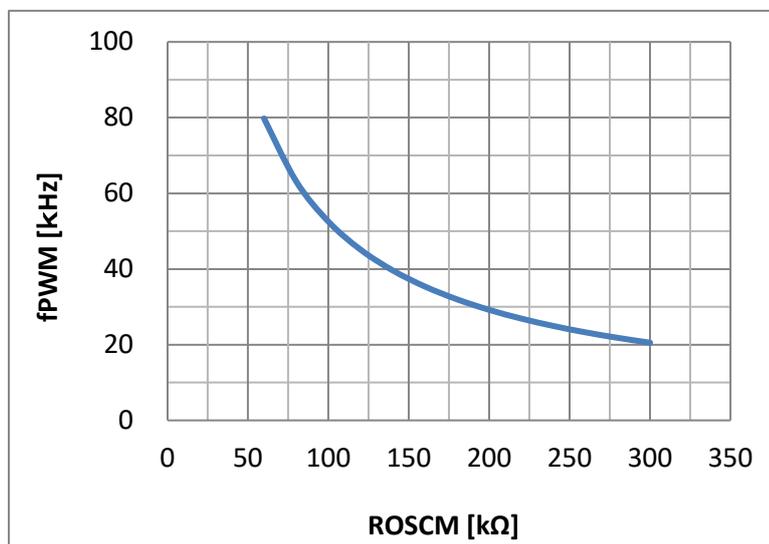
PWM チョッピング周波数 (fPWM)、OSCM 発振周波数 (fOSCM) は、それぞれ以下範囲となるよう設定して下さい。

- ・ $20\text{kHz} \leq f_{\text{PWM}} \leq 80\text{kHz}$
- ・ $640\text{kHz} \leq f_{\text{OSCM}} \leq 2560\text{kHz}$

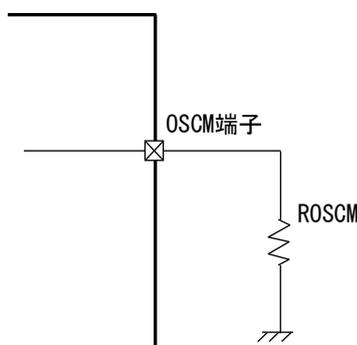
OSCM 発振周波数 (fOSCM) と PWM 周波数 (fPWM) は以下の式で決まります。

$$f_{\text{PWM}} = 1 / 32 \times f_{\text{OSCM}}$$

fPWM と ROSCM の関係は下図のとおりです。(下図は参考データであり諸条件で変動することがあります)



OSCM 端子は OSCM 端子-GND 間に外付け抵抗 (ROSCM) を接続します。



上記の回路図は、動作を説明するため一部省略・簡略化しています。

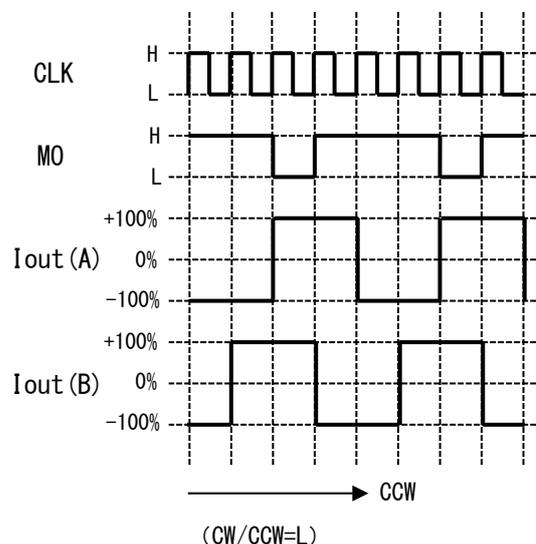
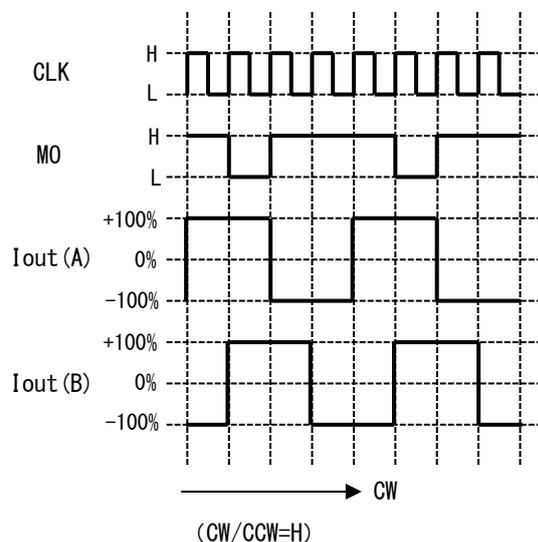
(2) OSGS 発振 (IC 内部回路動作用)

OSGS 発振周波数 (fOSGS) は IC 内部回路設定されており、4MHz (typ.) です。

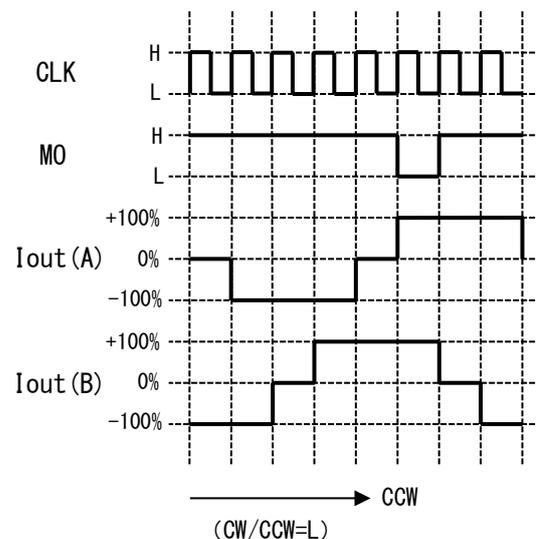
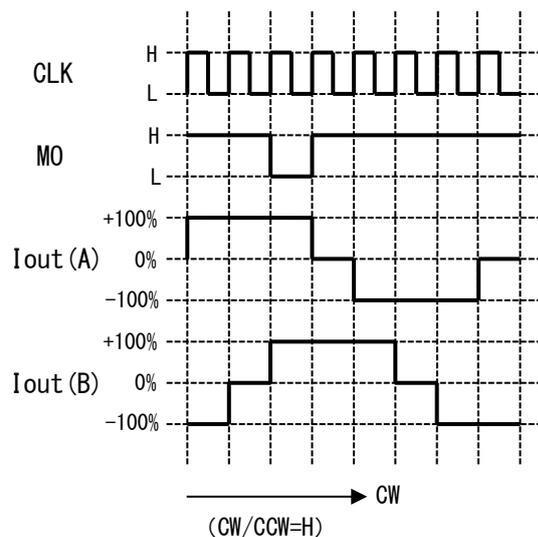
7.13 モータファンクション動作

励磁設定の電気角、イニシャル位置

[2相励磁設定] ENABLE=H、START=Lの場合



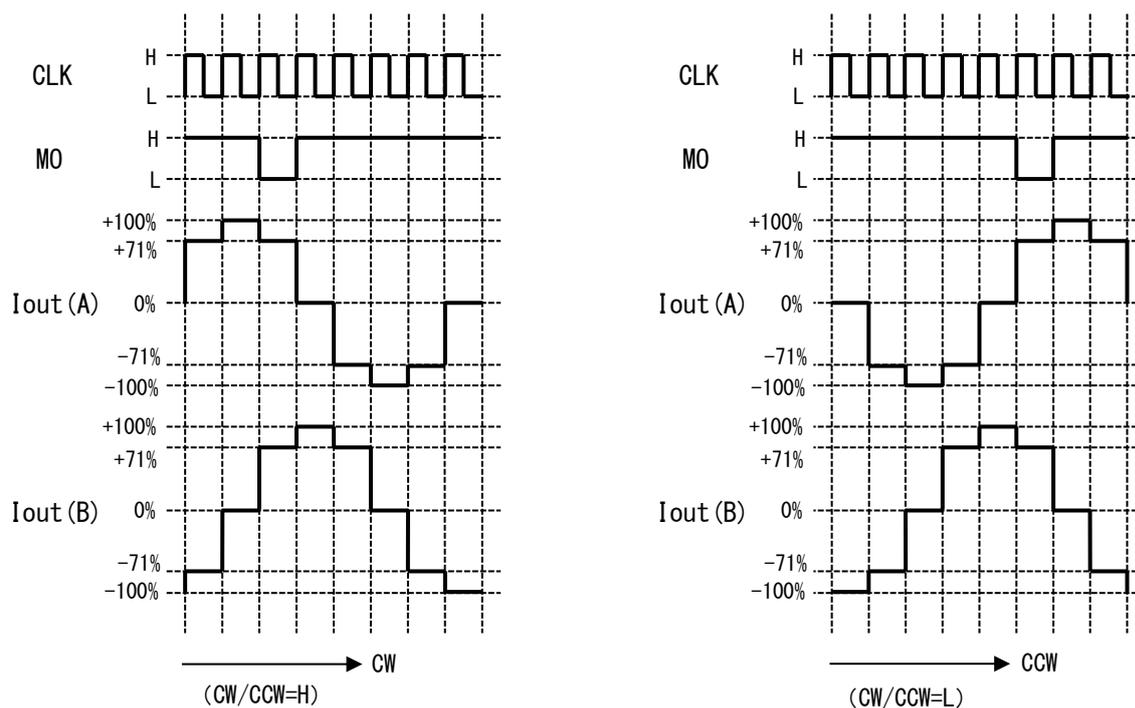
[1-2相励磁(a)設定] ENABLE=H、START=Lの場合



※MO出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

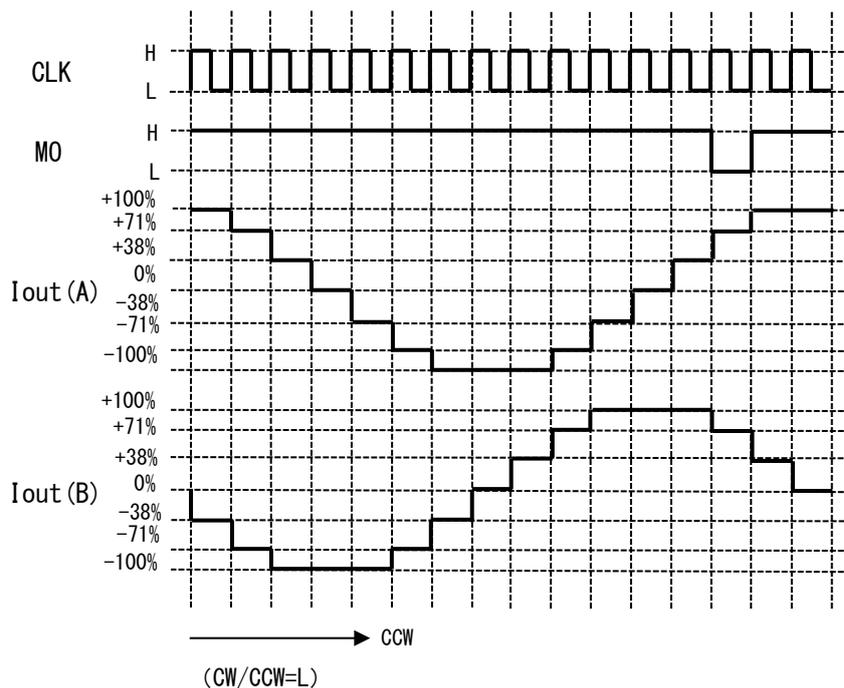
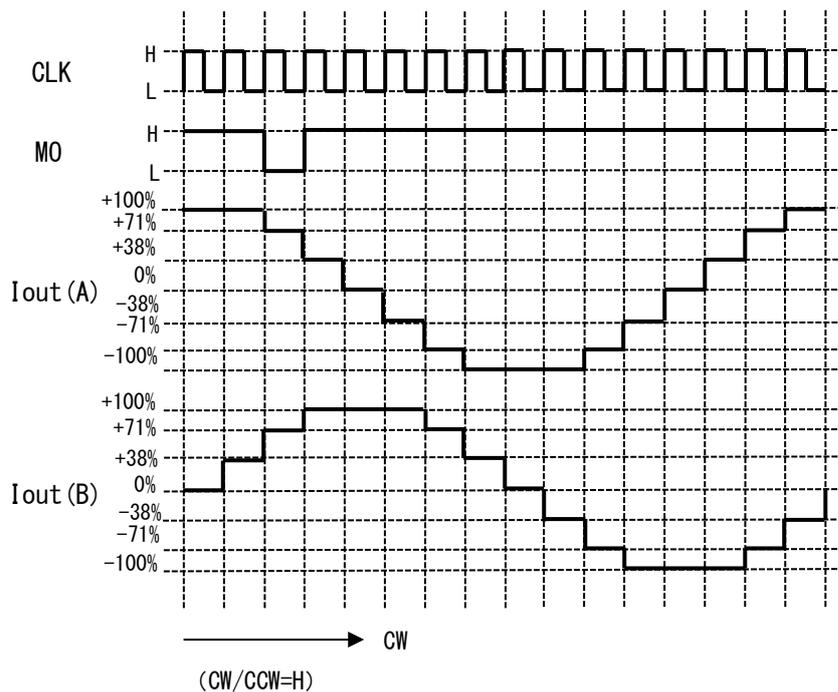
[1-2 相励磁 (b) 設定] ENABLE=H、START=L の場合



※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

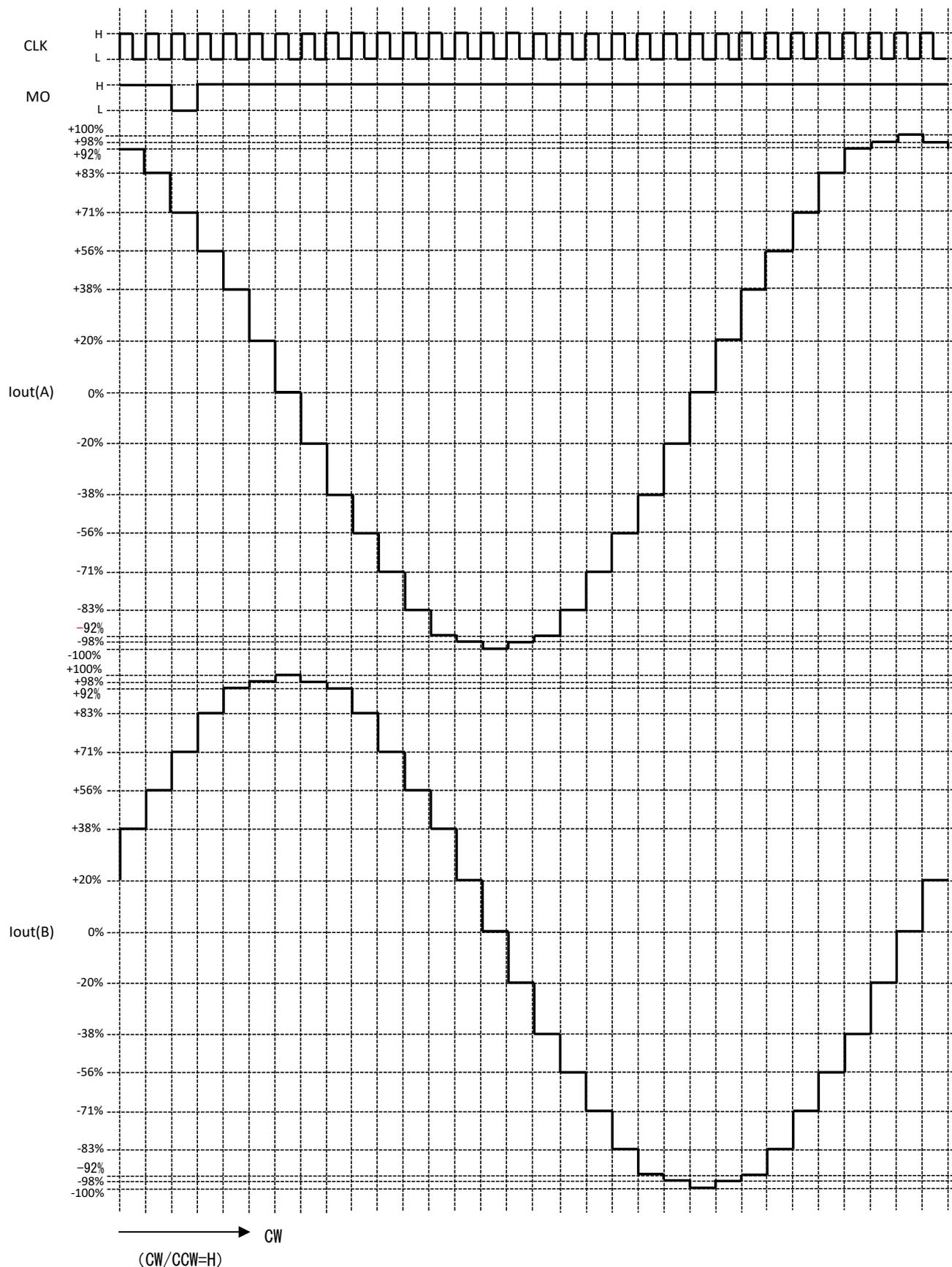
[W1-2 相励磁設定] ENABLE=H、START=L の場合



※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

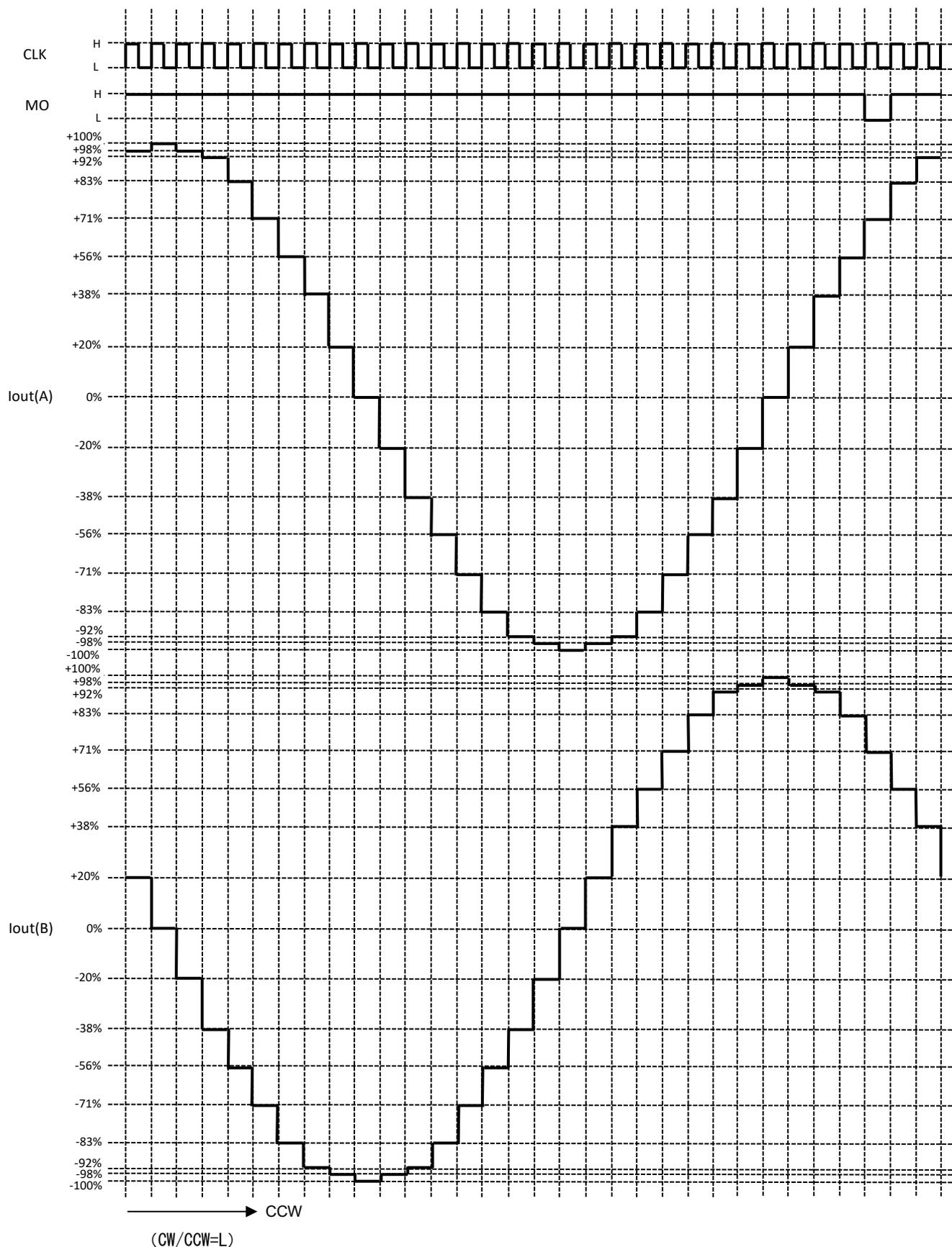
[2W1-2 相励磁設定] ENABLE=H、START=L の場合



※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

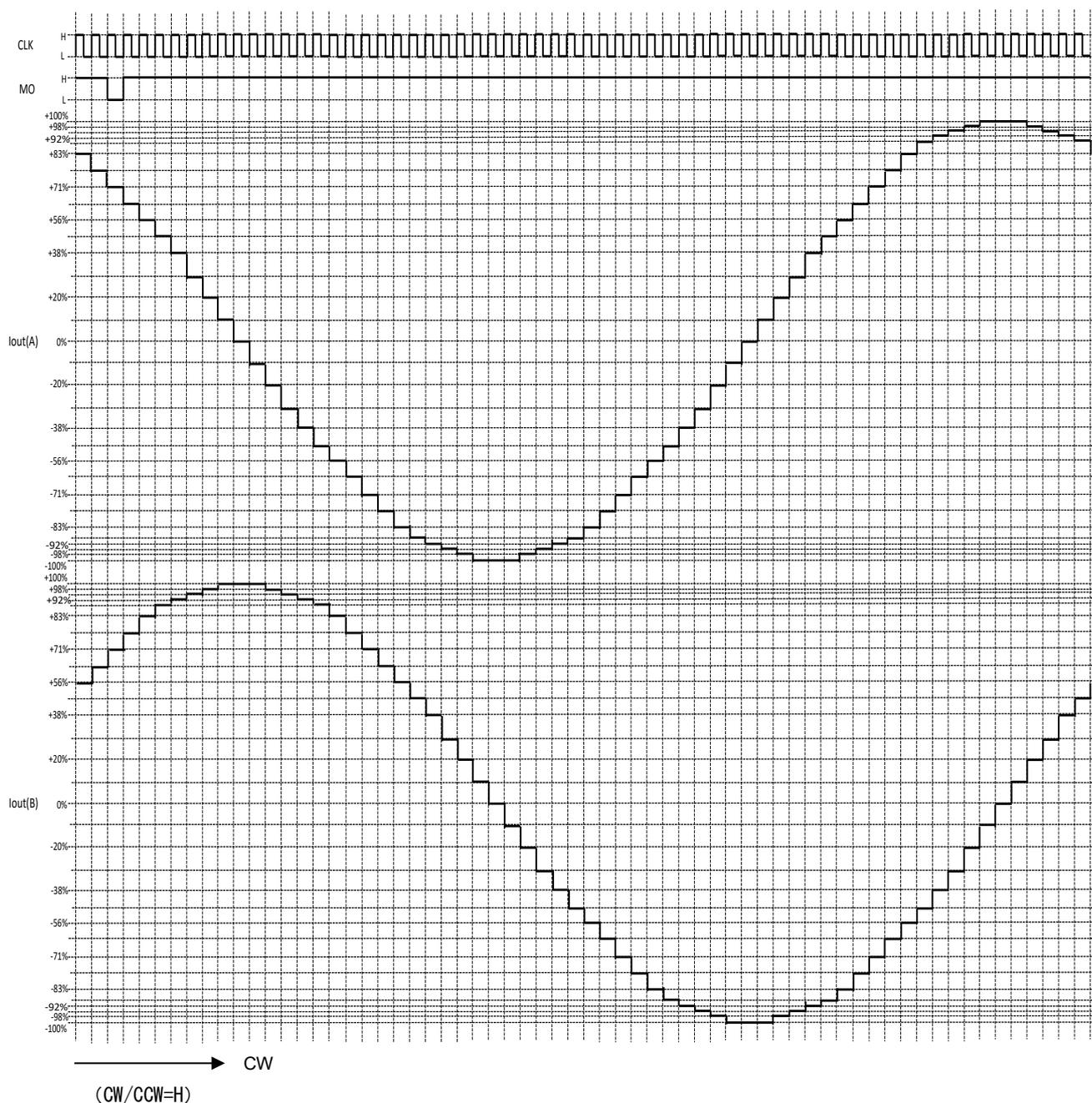
[2W1-2 相励磁設定] ENABLE=H、START=L のとき



※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形。

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。

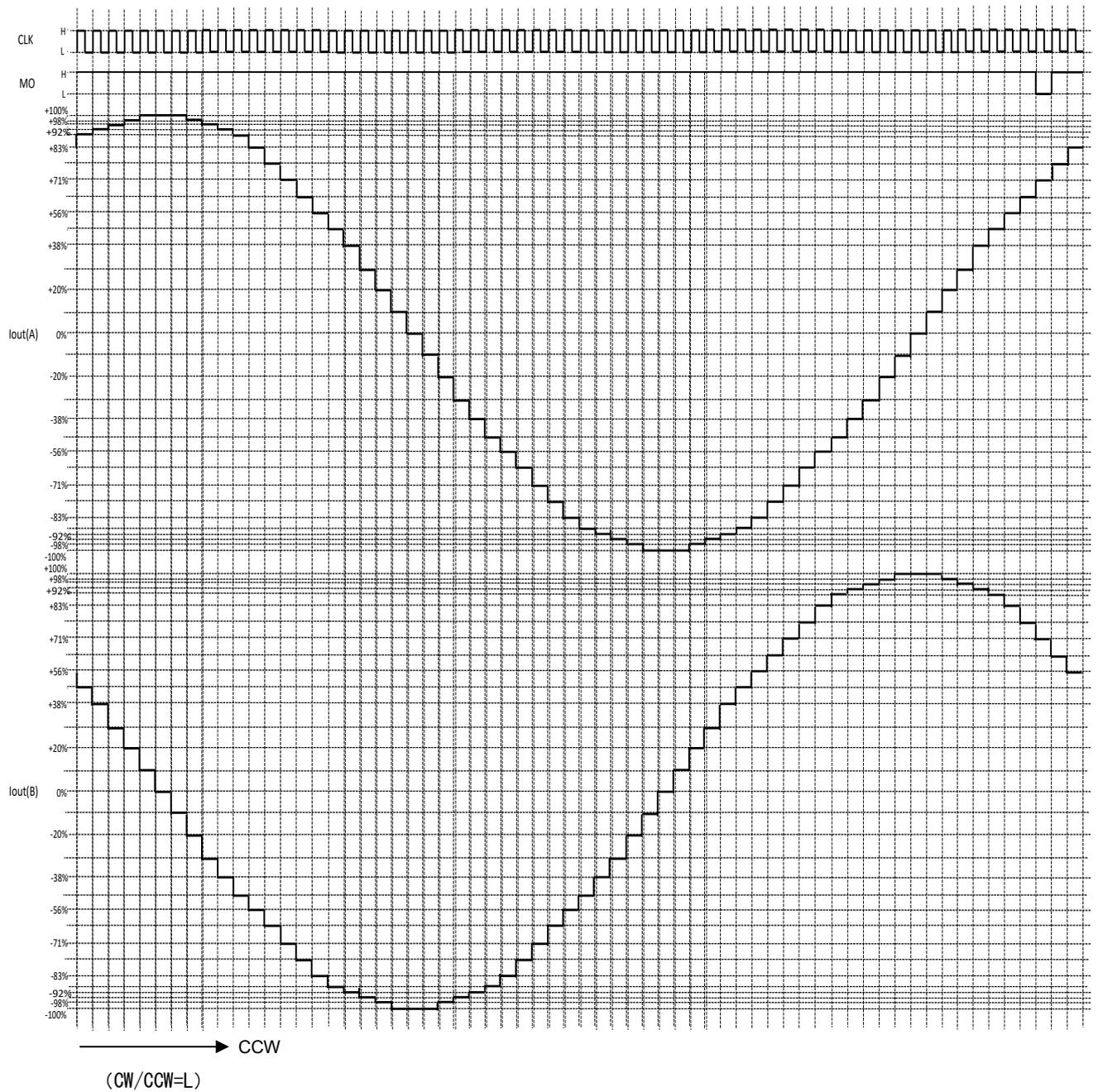
[4W1-2 相励磁設定] ENABLE=H、START=L の場合



※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

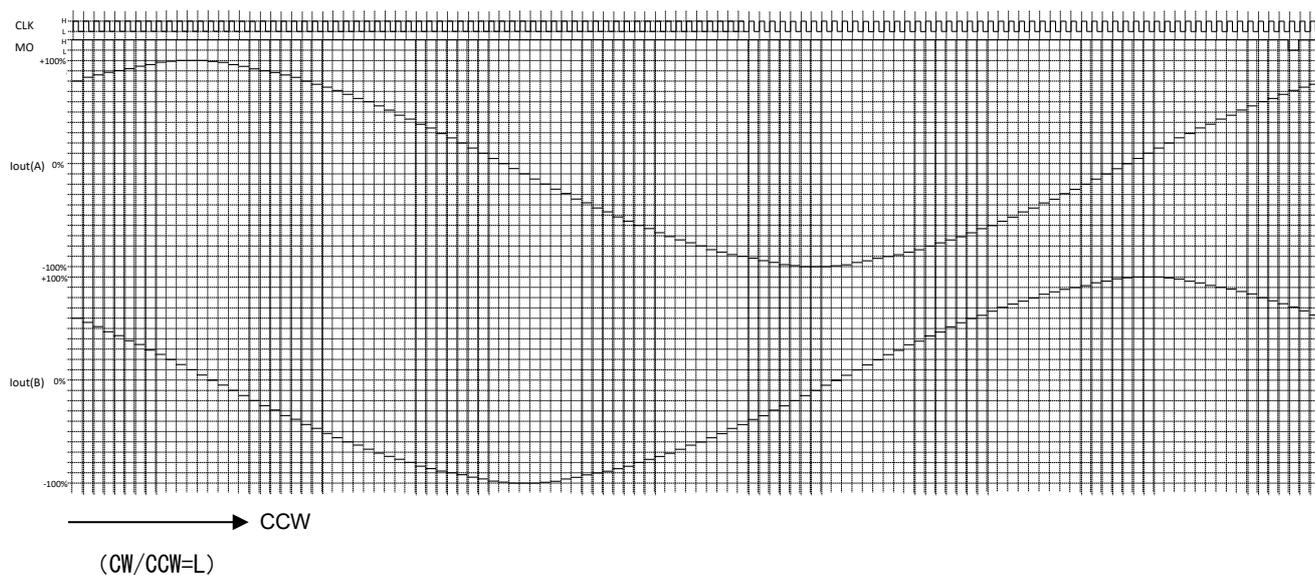
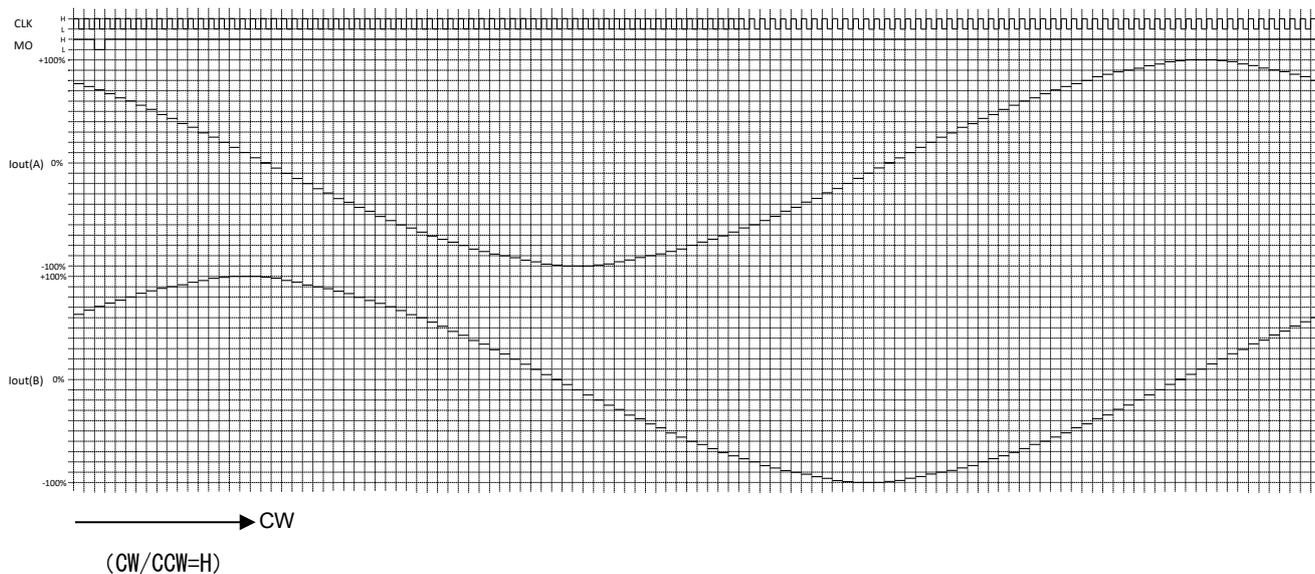
[4W1-2 相励磁設定] ENABLE=H、START=L のとき



※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

[8W1-2 相励磁設定] ENABLE=H、START=L のとき

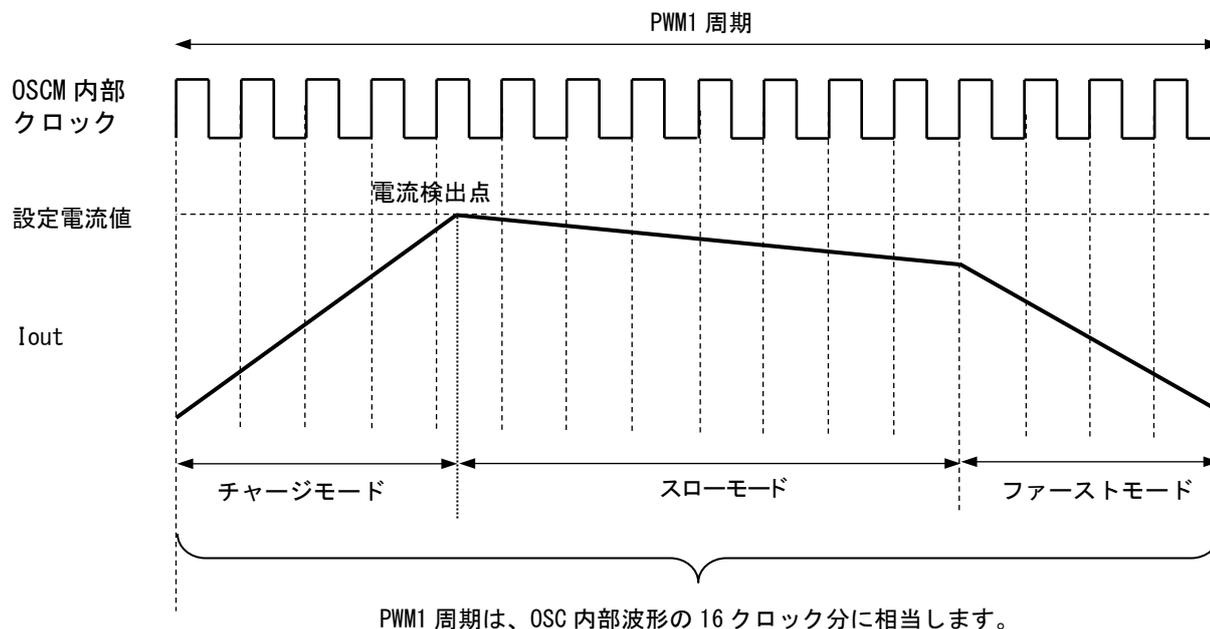


※MO 出力は、プルアップされた状態での端子波形となります。

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。

7.14 定電流 PWM 制御

ミックスディケイモードとゼロ点検出動作



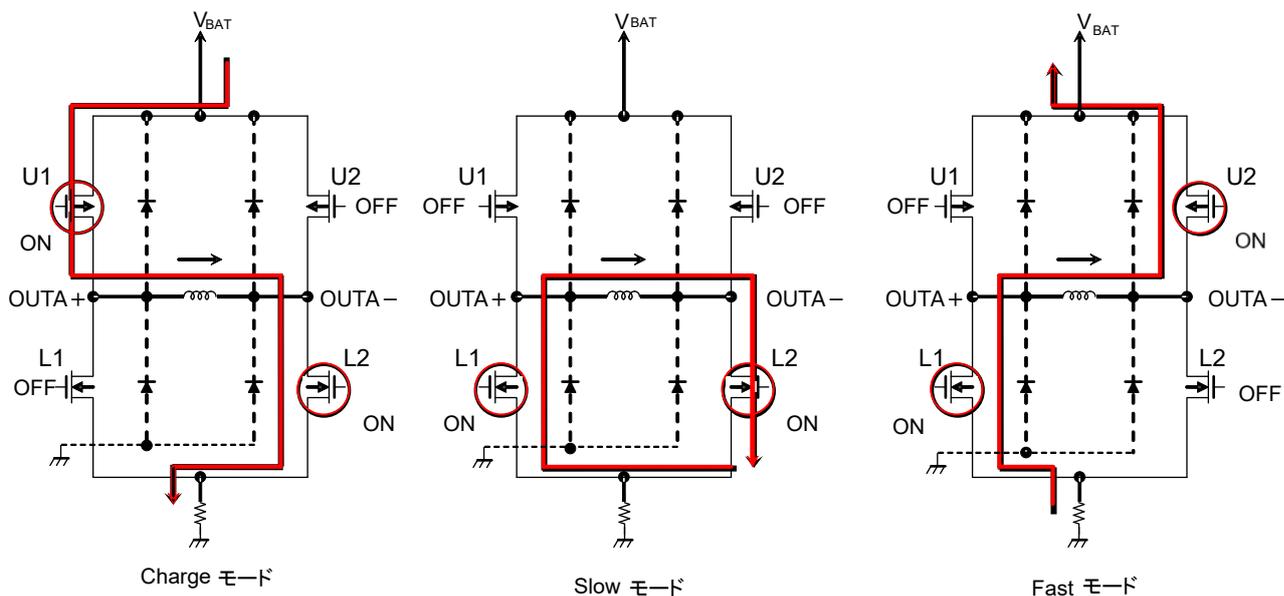
- チャージモード : OSCM 内部クロック同期にてチャージ開始
- スローモード : 出力電流 (I_{out}) が設定電流値に到達した時点でスローモードへ移行
- ファーストモード : チャージモード開始より 13~16 クロックの期間 (PWM1 周期の 25%)

注 : PWM1 周期 (OSCM 内部クロックの 16 クロック分) 内で出力電流 (I_{out}) がゼロ点 (0A) に到達した場合、出力はハイインピーダンスとなります。

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。

出力段トランジスタ動作モード (Mixed Decay Mode)

(Ach を例としています。Bch についても同様となります。)



※モード切替わりのタイミングでは、貫通電流を防止するため IC 内部において貫通防止時間を設けております。

等価回路は、回路を説明するため一部省略・簡略化しています。

出力段トランジスタ動作ファンクション

<Charge モード時のコイル電流経路が U1→L2 の場合>

モード	U1	U2	L1	L2
Charge	ON	OFF	OFF	ON
Slow decay	OFF	OFF	ON	ON
Fast decay	OFF	ON	ON	OFF

<Charge モード時のコイル電流経路が U2→L1 の場合>

モード	U1	U2	L1	L2
Charge	OFF	ON	ON	OFF
Slow decay	OFF	OFF	ON	ON
Fast decay	ON	OFF	OFF	ON

電流値設定

定電流制御用の 100%時電流値は、モータ電流センス用外付け抵抗 (RRS) と外部入力基準電圧 (Vref) により決まります。

RRS は RSA 端子および RSB 端子の対 GND 外付け抵抗であり、2 つの抵抗は同じ値として下さい。

また、外部入力基準電圧 (Vref) は IC 内部にて圧縮され、圧縮比 (Vrefgain) は 1/10 (typ.) です。

$$I_{out(Max)} = V_{refgain} \times \frac{V_{ref}(V)}{RRS(\Omega)}$$

例) RRS=0.4Ω/Vref=2.0V 入力/TORQUE = 100%の場合、100%設定電流値は下記となります。

$$\begin{aligned} I_{out(Max)} &= 1/10 \times 2.0 (V) / 0.4 (\Omega) \\ &= 0.5 (A) \end{aligned}$$

TORQUE 端子

TORQUE0 端子及び TORQUE1 端子入力により、弱励磁モードの設定が可能です。弱励磁モードを使わない場合、TORQUE0=TORQUE1=L にてご使用下さい。

TORQUE0	TORQUE1	ファンクション
L	L	設定電流値 × 100%
H	L	設定電流値 × 70%
L	H	設定電流値 × 50%
H	H	設定電流値 × 30%

7.15 負荷オープン検出

本 IC はモータ駆動出力端子（OUTA+、OUTA-、OUTB+、OUTB-）用に負荷オープン検出機能を内蔵しており、各出力端子に接続されたモータ負荷ラインが外れた場合出力端子のオープンを検出します。

動作説明

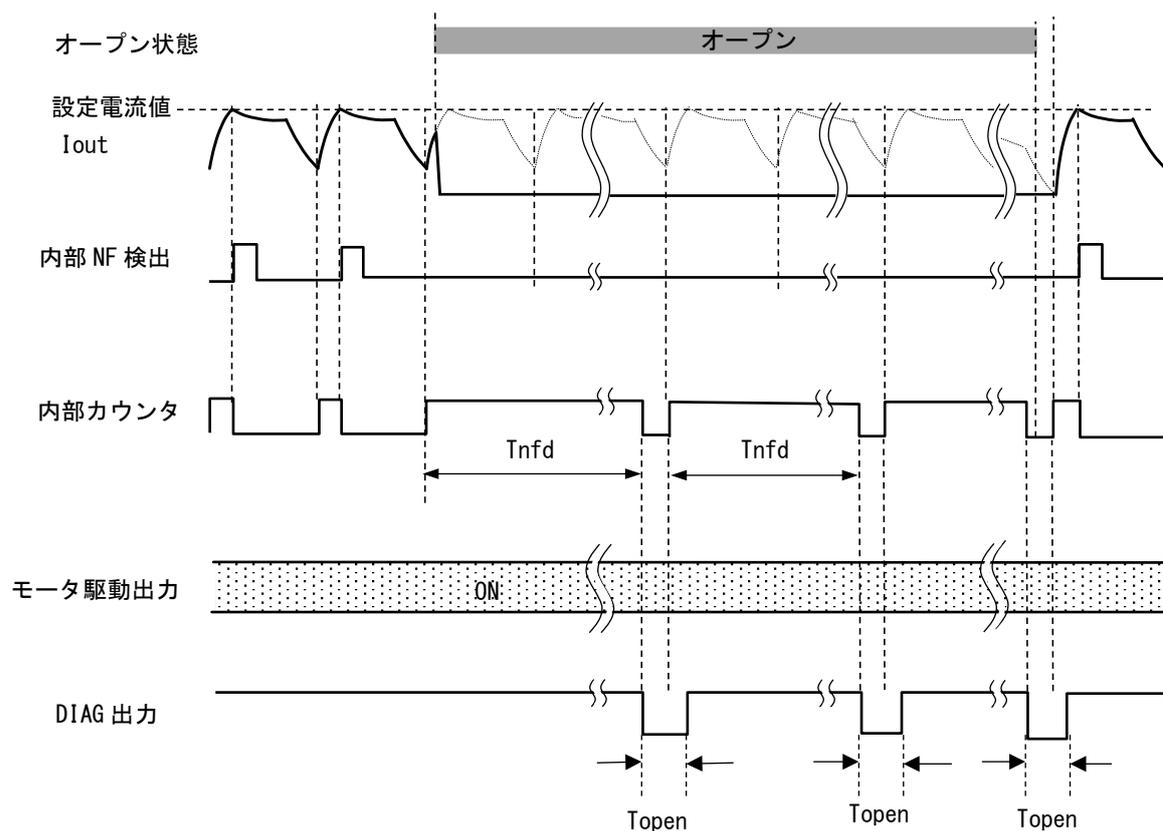
定電流 PWM 動作中、チャージモード開始のタイミングにて内部カウンタがカウントを開始、Tnfd 期間 (50ms (typ.)) 以内に出力電流 (Iout) が設定値に到達した場合内部 NF 検出信号が出力され、カウンタがリセットされます。

一方、負荷オープンとなり出力電流 (Iout) が設定電流に到達しない場合内部 NF 検出信号は出力されず、内部カウンタが Tnfd を経過した場合 DIAG 端子より L パルスが出力されます。(パルス幅 : Topen=100 μs (typ.))

定電流 PWM 動作 OSCM 内部クロックは継続して動作しており、チャージモード開始毎 (OSCM 内部クロック 16 周期毎、7.14 参照) に内部カウンタはカウント開始します。(Tnfd 期間中は除く)。従って、Tnfd 期間が終了した後負荷オープン状態 (出力電流が流れていない状態) が継続している場合、チャージモード開始のタイミングで再度内部カウンタが動作開始、Tnfd 後同様に DIAG 端子より L パルス出力されます。

負荷オープン状態から接続状態へ戻った場合、Tnfd 期間を過ぎたタイミングの最初のチャージモードから出力電流 (Iout) が流れ始め、元のシーケンスに復帰します。

<負荷オープン検出時タイミングチャート (1 相分) >



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。

注) 出力電流 (Iout) が 0A の期間に負荷オープンが生じた場合などは、PWM 周期カウントを初期状態からやり直すため、負荷オープン検出までの時間が 50ms (typ.) より長くなります。

7.16 過電流検出 (ISD)

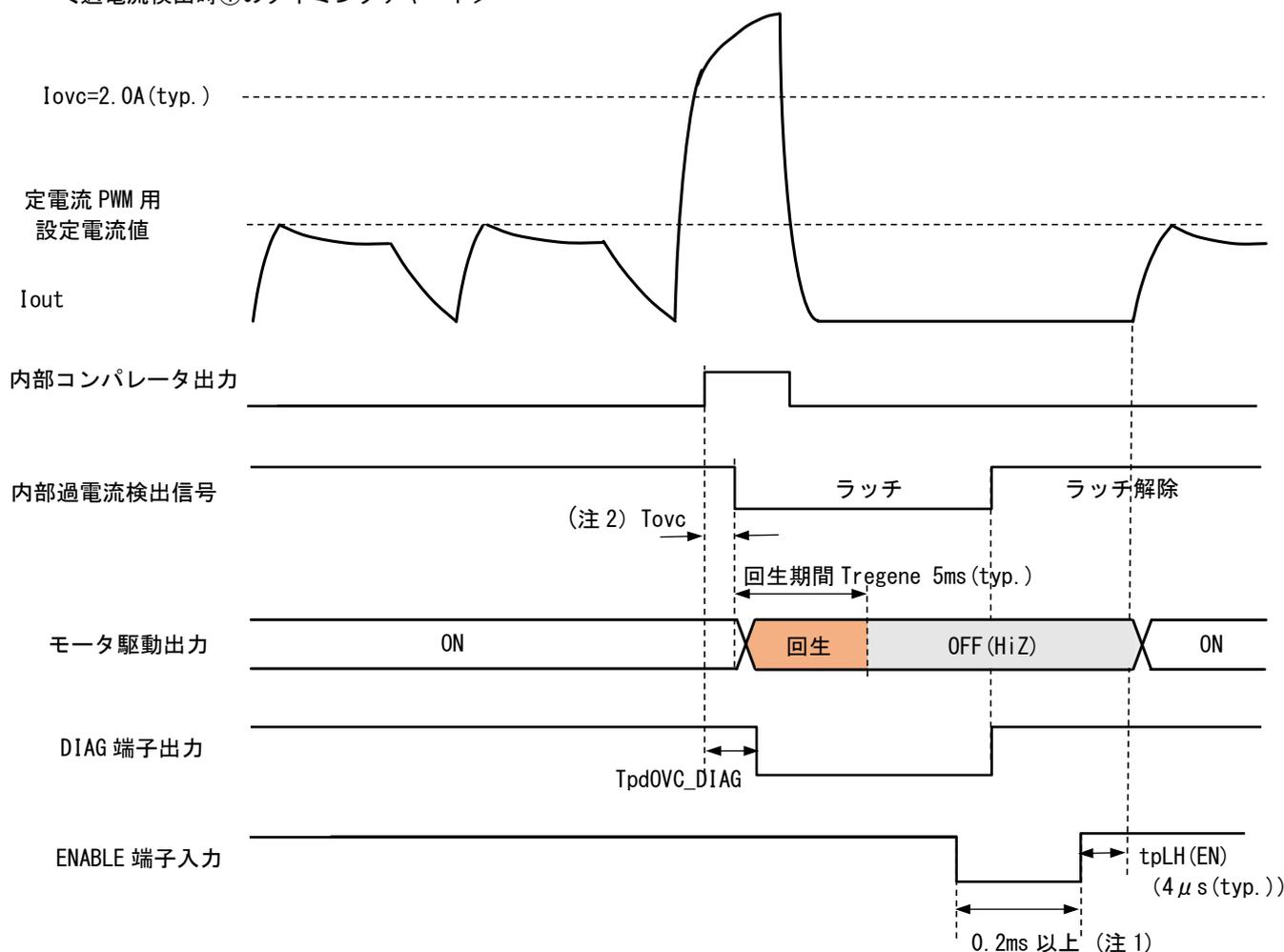
モータ駆動出力が天絡または地絡した場合、その際に流れる過電流を検出し DIAG 端子から L を出力します。本 IC は、過電流検出回路として以下を内蔵しております。

① 上側 Pch MOSFET ドレイン電流検出回路

上側 Pch MOSFET (A 相、B 相) に流れるドレイン電流が閾値 ($I_{ovc}=2A$ (typ.)) を超えた場合、モータ駆動出力を OFF します。

- 上側 Pch MOSFET に閾値を超える電流が流れた場合、モータ駆動出力を OFF し DIAG 端子より L 出力します。
- 過電流検出時モータ駆動出力は OFF しラッチしますが、ON 状態から OFF 状態へ移行する間に 5ms (typ.) の電流回生モード期間 Tregene を設けています。
- DIAG 端子出力は、内部コンパレータ出力のアップエッジから TpdOVC_DIAG (3.5 μ s (typ.)) 経過後に H→L へ切り替わります。
- ラッチ状態は ENABLE 端子へ L (0.2ms 以上 (注 1)) 入力もしくは電源再投入することで復帰します。ENABLE 端子への L 入力によるラッチ解除の場合 ENABLE 端子 L 期間において行われ、同時に DIAG 出力が L→H へ切り替わります。
- モータ駆動出力の OFF→ON タイミングは、ENABLE 端子入力 L の立ち上がりエッジから tpLH(EN) (4 μ s (typ.)) 後となります。
- 回生モードは天絡及び地絡により異なり天絡の場合には上側 Pch MOSFET : ON / 下側 Nch MOSFET : OFF による Slow decay モード、地絡の場合には上側 Pch MOSFET : OFF / 下側 Nch MOSFET : ON による Slow decay モード、となります。

<過電流検出時①のタイミングチャート>



注 1) 出荷検査項目に含まれておりません。

注 2) ノイズ検出による回路動作防止のため、過電流検出後マスク期間 T_{ovc} を設けています (1.2 μ s (typ.))。

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。

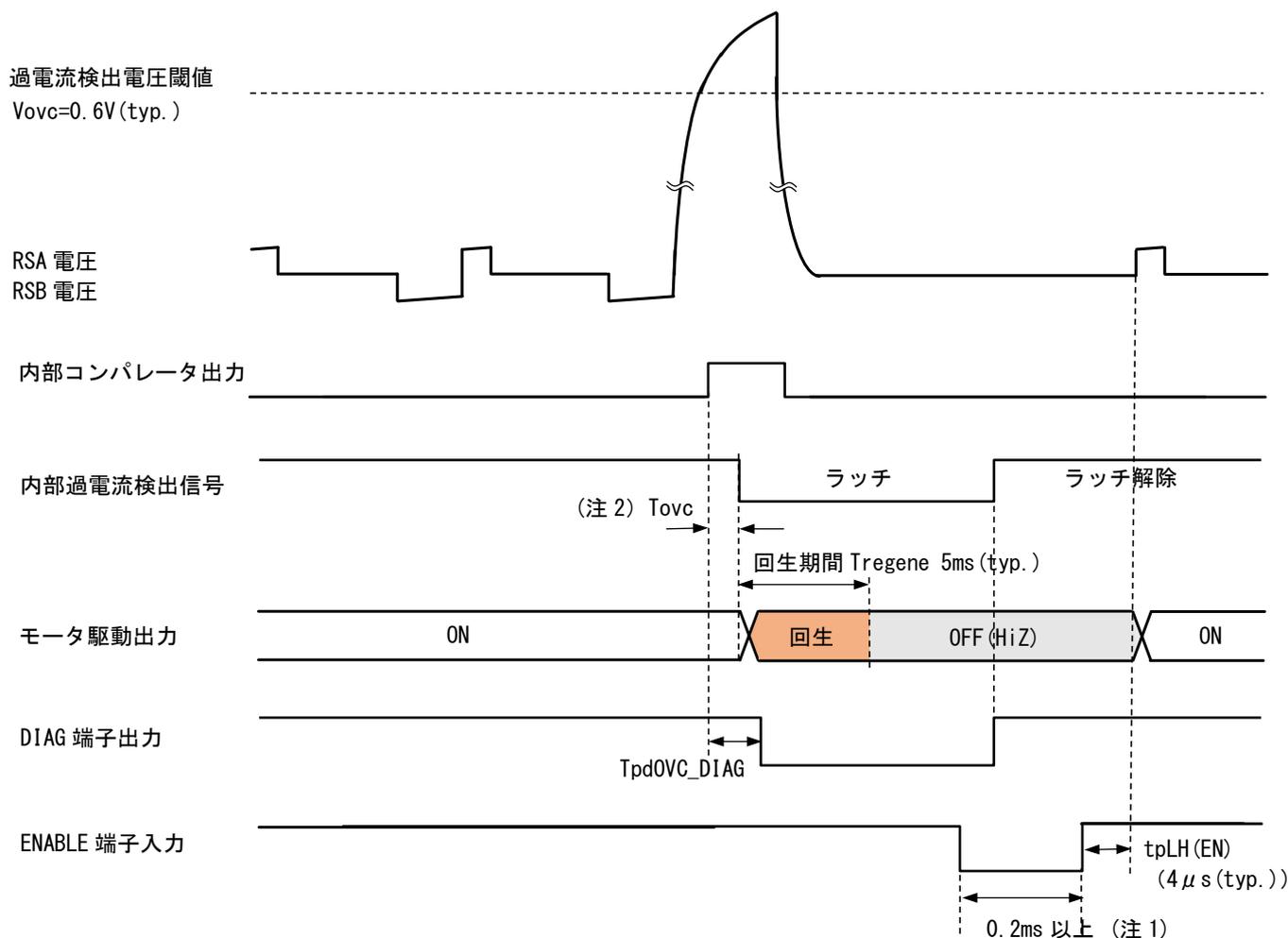
② 外付け RRS 電流検出回路

RSA 端子及び RSB 端子に接続する外付け抵抗 (RRS) に流れる電流によって発生した電圧が閾値 (600mV (typ.)) を超えた場合、モータ駆動出力を OFF します。

$$V_{ovc} \leq I_{out} \times RRS$$

- 外付け抵抗 (RRS) に電流が流れ端子電圧が閾値 ($V_{ovc}=0.6V$ (typ.)) を超えた場合、モータ駆動出力を OFF し DIAG 端子より L 出力します。
- 過電流検出時モータ駆動出力は OFF しラッチしますが、ON 状態から OFF 状態へ移行する間に 5ms (typ.) の電流回生モード期間 T_{regene} を設けています。
- DIAG 端子出力は、内部コンパレータ出力のアップエッジから T_{pdOVC_DIAG} (3.5 μs (typ.)) 経過後に H→L へ切り替わります。
- ラッチ状態は ENABLE 端子へ L (0.2ms 以上 (注 1)) 入力もしくは電源再投入することで復帰します。ENABLE 端子への L 入力によるラッチ解除の場合 ENABLE 端子 L 期間において行われ、同時に DIAG 出力が L→H へ切り替わります。
- モータ駆動出力の OFF→ON タイミングは、ENABLE 端子入力 L の立ち上がりエッジから $tpLH(EN)$ (4 μs (typ.)) 後となります。
- 回生モードは天絡及び地絡により異なり天絡の場合には上側 Pch MOSFET : ON / 下側 Nch MOSFET : OFF による Slow decay モード、地絡の場合には上側 Pch MOSFET : OFF / 下側 Nch MOSFET : ON による Slow decay モード、となります。

<過電流検出時②のタイミングチャート>



注 1) 出荷検査項目に含まれておりません。

注 2) ノイズ検出による回路動作防止のため、過電流検出後マスク期間 T_{ovc} を設けています (1.2 μs (typ.))。

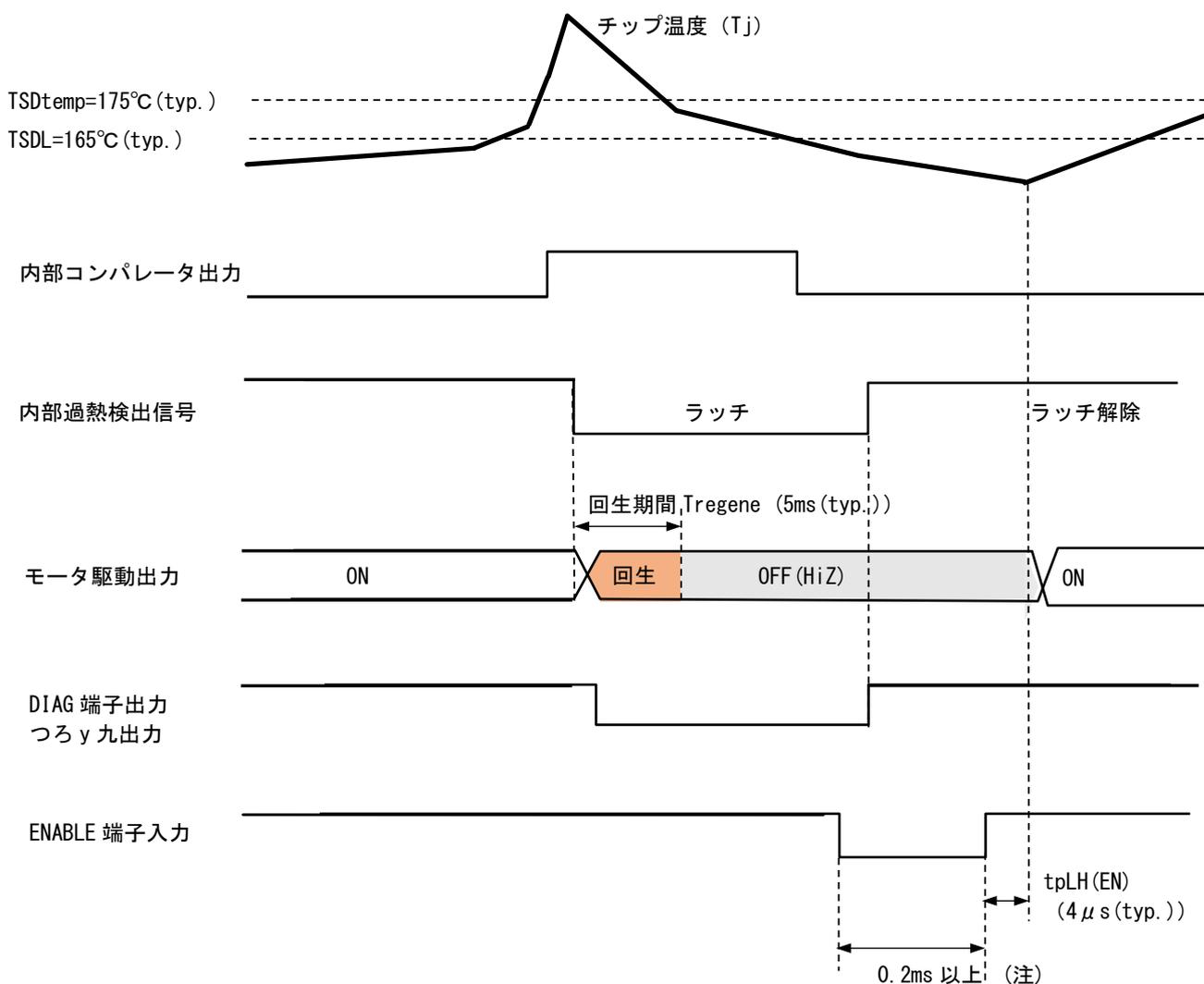
タイミングチャートは、機能・動作を説明するため単純化してあります。

7.17 過熱検出 (TSD)

IC のチップ温度が設定温度 (TSDtemp) 以上になった場合、モータ駆動出力は OFF し、さらに IC はラッチ状態となり、DIAG 端子より L 出力します。過熱検出後、本出力は回生期間 Tregene (5ms (typ.)) を経て OFF 状態へ移行します。過熱検出シャットダウン温度 (TSDtemp) は 175°C (typ.) に設定されており、10°C (typ.) のヒステリシスを有しています。

チップ温度が復帰温度 (TSDL) 165°C (typ.) 以下となり、且つ ENABLE 端子へ L (0.2ms 以上 (注)) 入力もしくは電源再投入することで復帰します。ENABLE 端子への L 入力によるラッチ解除の場合 ENABLE 端子 L パルス期間において行われ、同時に DIAG 出力が L→H へ切り替わります。

<過熱検出時のタイミングチャート>



注) 出荷検査項目に含まれておりません。

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。

注意事項

保証保存温度範囲の絶対最大定格は 150°C (max) です。この温度を超えての保存/使用はその後の IC の正常動作を保証出来ないだけでなく発煙や発火を引き起こす場合もあります。如何なる場合もこの温度を超えての保存/使用は避け下さい。

また、本 IC は上述の通り過熱検出機能を内蔵していますが、この機能は本 IC の温度を過熱検出シャットダウン温度 (TSDtemp) 以下に抑えるものではなく、又動作保証範囲外の機能であり補助的なものとしてお考え下さい。本機能につきましては、出荷テストにおいて実温度での出荷検査はしておらず代替テストにて回路動作確認を行っております。

7.18 使用動作電圧範囲以外での動作

動作電圧 7V~18V については、本資料で記載している電気的特性の数値を保証しています。
 使用動作電圧範囲以外 4.5V~7V での動作については、下記のとおりです。
 ファンクション動作のみ保証しており、電気的特性の数値は保証しておりません。
 ここでのファンクション動作とは、入力端子への信号で真値表のとおりに出力が動作することです。

4.5V~7.0V で機能するファンクション、回路	動作
<ul style="list-style-type: none"> ・ VccOUT 回路 ・ OSC 回路 ・ 各制御論理回路 ・ MO 回路 ・ DIAG 回路 ・ SD 回路 ・ モータファンクション(正逆転、各励磁モード) ・ 各検出回路(過電流、過熱、負荷オープン、ストール) ・ 定電流チョッピング制御 	<p>正常なファンクション動作。 電気的特性の数値は保証なし。</p>

7.19 回生動作

次の場合、移行期間（回生期間：Tregene）として回生動作を行ったあとに出力端子をハイインピーダンス状態にします。

1. TSD、ISD のいずれかひとつが動作した場合
2. 負荷オープン発生後に TSD、ISD のいずれかひとつが動作した場合
3. ENABLE=H のとき、BSTBY端子がHレベルからLレベルになった場合
4. ENABLE端子がHレベルからLレベルになった場合

8. 絶対最大定格 (Ta = 25° C)

項目	記号	適用端子	条件	定格	単位
電源電圧	VBAT	VBAT	DC	-0.3~18	V
			I _{min} (注1)	30	V
			Transient 0.5s (注2)	40	V
入力電圧	VIN1	CLK、TORQUE0、TORQUE1、 DMODE0、DMODE1、 DMODE2、START、ENABLE、 CW/GCW、BSTBY、	DC	-0.3~6.0	V
		VREF	DC (注3)	-0.3~6.0	
		VDD	DC	-0.3~6.0	V
	VIN2	RSA、RSB	—	-0.3~1.0	V
出力電圧1	VOUT	V _{CC} OUT	DC	-0.3~6.0	V
出力電圧2		DIAG、SD、SDT	DC	-0.3~6.0	V
出力電圧3		SDT	DC	-0.3~6.0	V
出力電圧4		OUTA+、OUTA- OUTB+、OUTB-	DC (注4、5、6)	-VF~VBAT+VFか つVBAT+VF ≤ 40V	V
出力電流1	I _{out}	OUTA+、OUTA- OUTB+、OUTB-	(注7)	過電流検出値	A
出力電流2		DIAG、SD、MO	DC	2.5	mA
許容損失	PD	—	(注8)	3.9	W
動作周囲温度	Topr	—	—	-40~125	°C
保存温度	Tstr	—	—	-55~150	°C
接合部温度	T _j (max)	—	—	150	°C

※本 IC へのシンク電流は「+」、本 IC からのソース電流は「-」で表示しています。

※絶対最大定格の項目の一部は出荷検査を行っておりません。

注 1) 動作電圧範囲上限 (18V) を超える電圧は、ジャンプスタート時の印加のみを想定しています。18V 以上で使用する場合、熱設計には十分配慮下さい。

注 2) VBAT - GND 間電圧差は、最大 40V 以下にしてください。

注 3) V_{ref} - GND 間電圧差は、最大 6V 以下にしてください。

注 4) 逆起電圧を含め最大定格を超えないでください。

注 5) VF 値は、負荷ショート後に出力オフした後回生により出力 MOSFET のボディダイオードに流れる電流により発生する電圧値を想定しています。

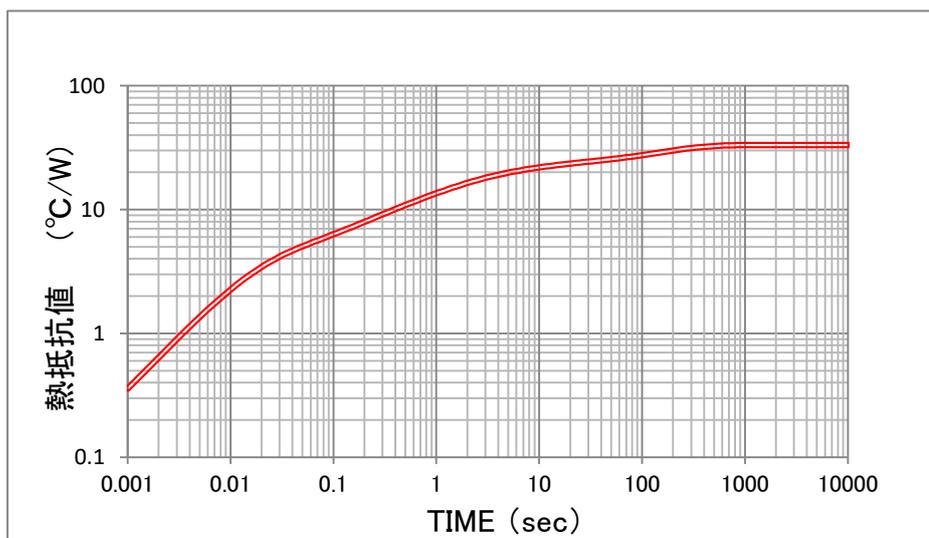
注 6) 各出力端子 (OUTA+、OUTA-、OUTB+、OUTB-) と GND 間の電圧差は、最大 40V 以下にしてください。

注 7) ジャンクション温度 (T_j) が 150°C 以内になるように十分に熱設計及び評価を行ってください。

注 8) 条件 (Ta=25°C/無風/JEDEC4 層基板実装 (IC 実装エリア内 Via ホール x9 個))

絶対最大定格は瞬時たりとも超えてはならない値となります。最大定格を超えると IC の破壊や劣化、損傷の原因となり、IC 以外にも損害を与えるおそれがあります。いかなる動作条件においても必ず絶対最大定格を超えないよう設計を行ってください。ご使用に際しては、記載された動作範囲内でご使用ください。

P-VQFN28-0606-0.65 熱抵抗データ (参考値)



<測定条件>

- ・ Ta (周囲温度) = 25°C
- ・ 1W 消費時
- ・ 無風時
- ・ JEDEC 4層基板 (ビアホール : 9個)

<飽和熱抵抗値 (参考)>

- ・ Rthj-a = 31.3°C/W

9. 動作範囲 (Ta=-40~125°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位	備考
モータ電源電圧 1	VBAT	4.5	—	7	V	ファンクション動作のみ (注)
モータ電源電圧 2	VBAT	7	13	18	V	—
クロック周波数入力範囲	fCLK	—	—	100	kHz	—
チョッピング周波数設定範囲	fPWM(range)	20	—	80	kHz	—
Vref 電圧入力範囲	Vref	0.3	1.5	3.0	V	—
電源スルーレート (立上がり)	VBSLEW	—	—	2	V/μs	—
電源スルーレート (立下り)	VBSLEW	-2	—	—	V/μs	—

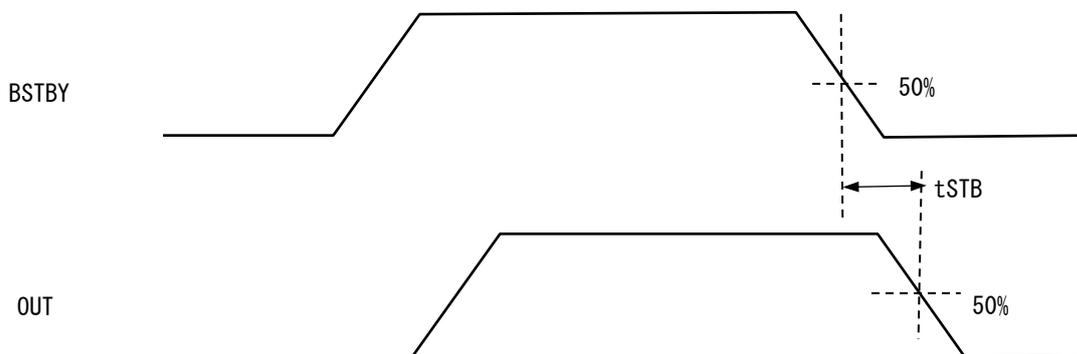
注) 「使用動作電圧範囲以外での動作」(7.18)を参照ください。

10 電気的特性

10.1 電気的特性1 (特に指定のない項目は、 $T_a=-40\sim 125^\circ\text{C}$ / $\text{VBAT}=7\sim 18\text{V}$)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位	
ロジック入力端子入力電圧1	HIGH	VIN1 (H)	CLK	—	2.0	—	5.5	V
	LOW	VIN1 (L)	TORQUE0	—	0	—	0.8	V
入力ヒステリシス1		VIN1 (HYS)	TORQUE1	—	0.1	—	1.0	V
ロジック入力端子入力電流1	HIGH	IIN1 (H)	CW/CCW	測定LOGIC系入力端子=5V	30	50	100	μA
	LOW	IIN1 (L)	DMODE0 DMODE1 DMODE2 START ENABLE	測定LOGIC系入力端子=0V	-5	—	5	μA
ロジック入力端子入力電圧2	HIGH	VIN2 (H)	BSTBY	—	2.2	—	5.5	V
	LOW	VIN2 (L)		—	0	—	0.5	V
入力ヒステリシス2		VIN2 (HYS)		—	0.1	—	1.2	V
ロジック入力端子入力電流2	HIGH	IIN2 (H)		BSTBY=5V	36	60	120	μA
	LOW	IIN2 (L)		BSTBY=0V	-5	—	5	μA
スタンバイ確定時間		tSTB		BSTBY H→L確定	—	5	—	ms
回生期間		Tregene	ISD、TSD後	—	5	—	ms	
MO端子出力電圧		VOL (MO)	MO	BSTBY=H、MO=L、 RL=5.1k Ω 、5Vでプルアップ時	—	0.2	0.5	V
DIAG端子出力電圧		VOL (DIAG)	DIAG	BSTBY=H、DIAG=L、 RL=5.1k Ω 、5Vでプルアップ時	—	0.2	0.5	V
SD端子出力電圧		VOL (SD)	SD	BSTBY=H、SD=L、 RL=5.1k Ω 、5Vでプルアップ時	—	0.2	0.5	V
消費電流		IBAT1	VBAT	出力:オープン、 スタンバイモード時	—	1	10	μA
		IBAT2		出力:オープン、 スタンバイ解除、ENABLE=L時	—	3	9	mA
		IBAT3		出力:オープン、 スタンバイ解除、ENABLE=H時	—	3	9	mA

※BSTBY 端子に入力する信号 BSTBY と、出力端子 OUTA+、OUTA-、OUTB+、OUTB-



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。

10.2 電気的特性 2 (特に指定のない項目は、 $T_a=-40\sim 125^\circ\text{C}$ / $\text{VBAT}=7\sim 18\text{V}$)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位	
MO端子出力 リーク電流	IMO	MO	VOL (MO)=5V、オフ時	—	1	3	μA	
DIAG端子出力 リーク電流	IDIAG	DIAG	VOL (DIAG)=5V、オフ時	—	1	3	μA	
SD端子出力 リーク電流	I _{SD}	SD	VOL (SD)=5V、オフ時	—	1	3	μA	
モータ出力リーク電流	上側	IOHout	OUTA+ OUTA- OUTB+ OUTB-	VBAT=18V、OUT A/B \pm =0V	—	1	10	μA
	下側	IOLout		VBAT= OUT A/B \pm =18V	—	1	10	μA
モータ出力電流 c h 間誤差	Δ Iout1			出力電流のch間の誤差	-10	0	10	%
モータ出力設定電流値誤差	Δ Iout2			Iout=0.5A以上 (TORQUE : 100%)	-10	0	10	%
モータ出力デッドタイム	TDEAD			—	100	400	700	ns
モータ出力オン抵抗 (上下和)	Ron (H+L)			Ta=25 $^\circ\text{C}$ 、VBAT=13.0V、Iout=0.5A	—	0.8	1.8	Ω
			Ta=125 $^\circ\text{C}$ 、VBAT=13.0V、Iout=0.5A	—	1.1	2.2	Ω	
			Ta=25 $^\circ\text{C}$ 、VBAT=7.0V、Iout=0.5A	—	0.8	1.8	Ω	

10.3 電気的特性 3 (特に指定がない項目は、 $T_a=-40\sim 125^\circ\text{C}$ / $\text{VBAT}=7\sim 18\text{V}$)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
Vref入力電流	Iref	Vref	Vref=2.0V	—	0	1	μA
VccOUT端子電圧	VccOUT	VccOUT	IccOUT=1mA	4.75	5.0	5.25	V
Vref減衰比	Vrefgain	Vref	Vref=2.0V	1/11	1/10	1/9	—

10.4 AC 電気的特性

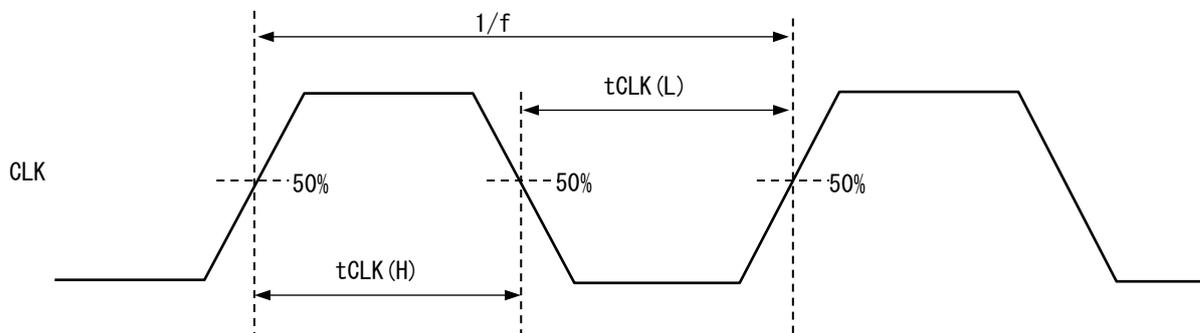
CLK 関連項目 (特に指定がない項目は、 $T_a=-40\sim 125^\circ\text{C}$ / $\text{VBAT}=7\sim 18\text{V}$ / $\text{ROSCM}=100\text{k}\Omega$)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
CLK入力パルス幅 (high)	tCLK (H)	CLK	CLK (H) パルス幅	2.5	—	—	μs
CLK入力パルス幅 (low)	tCLK (L)		CLK (L) パルス幅	2.5	—	—	μs
DMODEセットアップ時間	tDMODE (set)	CLK DMODE	—	2	—	—	μs
STARTセットアップ時間	tSTART (set)	CLK START	—	1	—	—	μs
STARTホールド時間	tSTART (hold)	CLK START	—	1	—	—	μs
出力トランジスタ スイッチング特性	tr	OUTA+ OUTA- OUTB+ OUTB-	出力端子間に27 Ω 、10%-90%	80	300	600	ns
	tf		出力端子間に27 Ω 、10%-90%	80	300	600	ns
	tpLH (CLK)		CLK - 出力電圧間	0.5	3	6	μs
	tpHL (CLK)		CLK - 出力電圧間	0.5	3	6	μs
	tpHL (EN)		ENABLE - 出力電圧間	1	4	7	μs
	tpLH (EN)		ENABLE - 出力電圧間	1	4	7	μs
ノイズ除去用不感帯時間	tBLK	RSGND	VBAT=12V、Iout=0.5A	0.5	3	5	μs

AC 特性タイミングチャート

- CLK 端子に入力する信号 CLK

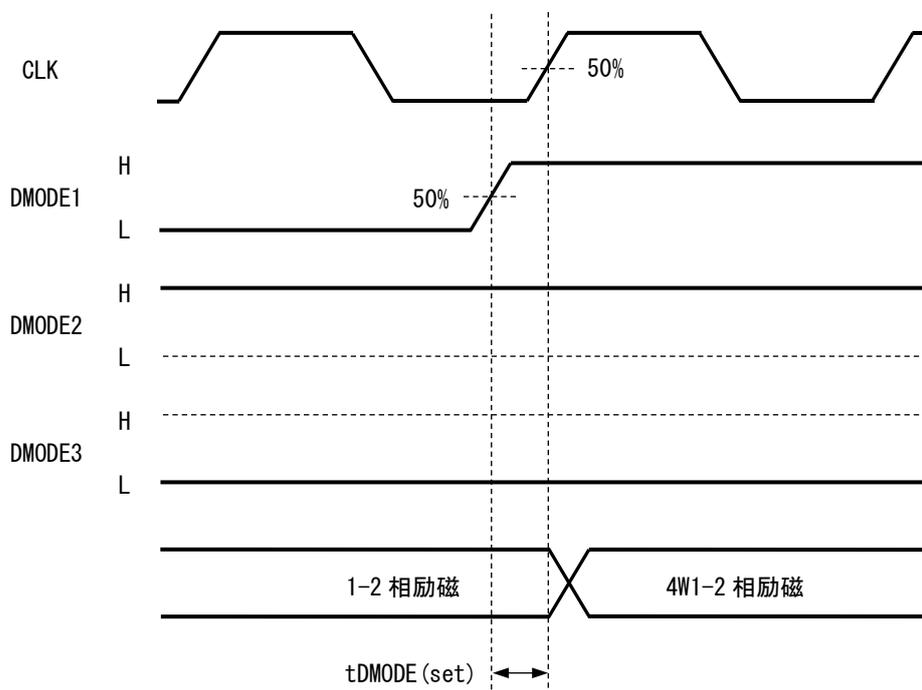
CLK 入力パルス幅 (H) $t_{CLK(H)}$
 CLK 入力パルス幅 (L) $t_{CLK(L)}$



- CLK端子に入力する信号CLKと、DMODE0/DMODE1/DMODE2の各端子に入力する信号

DMODE セットアップ時間 ($t_{DMODE(set)}$)

例) 1-2 相励磁から 4W1-2 相励磁へ変更する場合

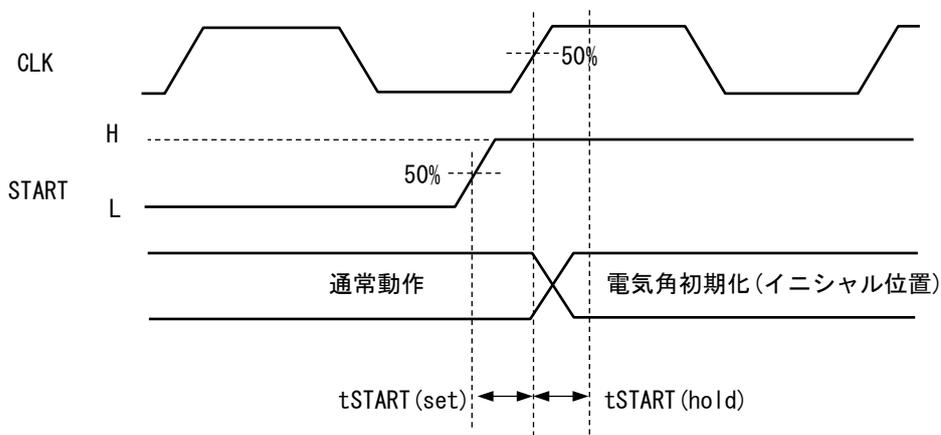


タイミングチャートは、機能・動作を説明するため単純化してあります。

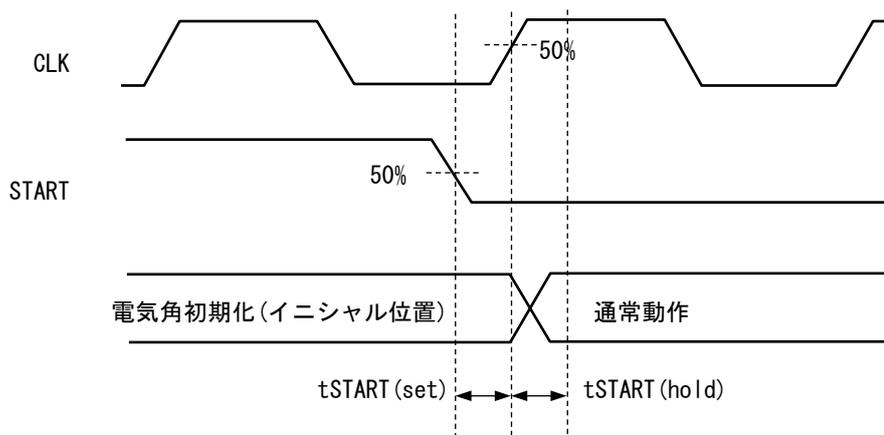
- CLK 端子に入力する信号 CLK と、START 端子に入力する信号

START セットアップ時間 $t_{START(set)}$
 START ホールド時間 $t_{START(hold)}$

(a) STARTがL→Hの場合



(b) STARTがH→Lの場合



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。

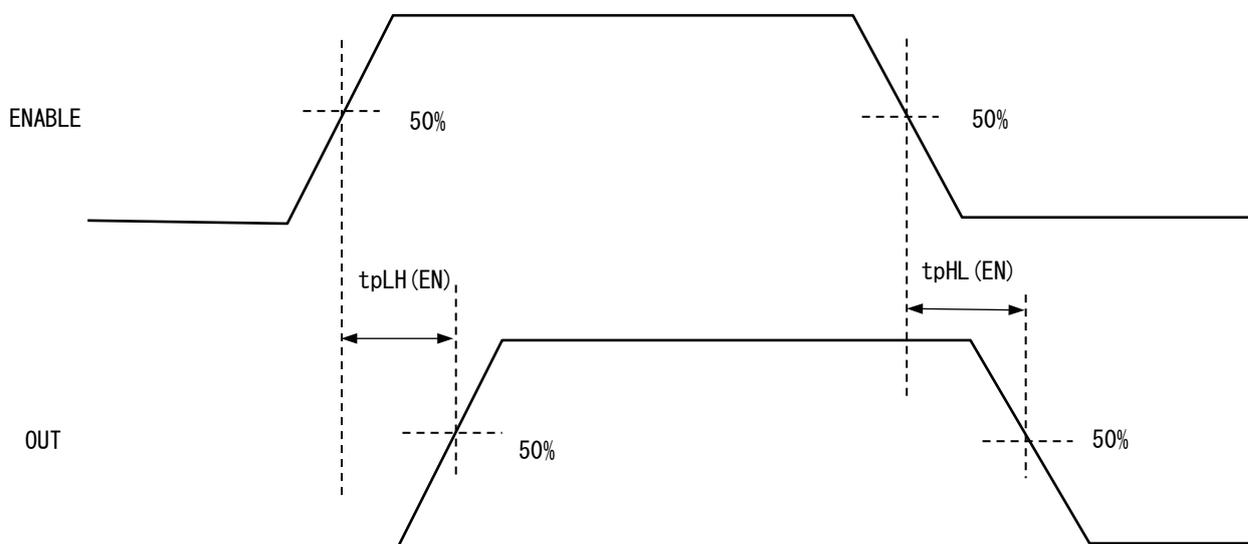
- 出力端子、OUTA+、OUTA-、OUTB+、OUTB-の t_r 、 t_f



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。

- ENABLE端子に入力する信号ENABLEと、出力端子OUTA+、OUTA-、OUTB+、OUTB-

$t_{pHL}(EN)$
 $t_{pLH}(EN)$



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。

OSCM (特に指定がない項目は、Ta=-40~125°C/VBAT=7~18V)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
OSCM 発振周波数精度	Δf_{OSCM}	OSCM	BSTBY=H、ROSCM=100k Ω	-25	—	25	%
OSCM 発振周波数	fOSCM			1200	1600	2000	kHz

fPWM (特に指定がない項目は、Ta=-40~125°C/VBAT=7~18V)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
チョッピング設定周波数	fPWM	OSCM	BSTBY=H、ROSCM=100k Ω 、 出力アクティブ (Iout=0.5A)	—	50	—	kHz

10.5 安全機能関連、電気的特性

電源監視 (特に指定がない項目は、Ta=-40~125°C/VBAT=7~18V/ROSCM=100k Ω)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
VBAT 低電圧検出電圧	VBATRSTL	VBAT	—	3.95	4.20	4.49	V
VBAT 低電圧解除電圧	VBATRSTH	VBAT	—	4.45	4.70	5.10	V
VBAT 低電圧検出 ヒステリシス幅	VBATRSTHY	VBAT	—	0.1	0.5	1.0	V
VccOUT 低電圧 POR 検出電圧	VccOUTRHL	VccOUT	—	3.55	3.80	3.95	V
VccOUT 低電圧 POR 解除電圧	VccOUTRHH	VccOUT	—	3.75	4.00	4.15	V
VccOUT 低電圧 POR 検出 ヒステリシス幅	VccOUTRHLHYS	VccOUT	—	0.1	0.2	0.3	V

ストール検出 (特に指定がない項目は、Ta=-40~125°C/VBAT=7~18V/ROSCM=100k Ω)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
SDT 端子外付け抵抗	RSDT	SDT	—	0	—	230	k Ω
SDT 端子閾値設定電圧	VSDT	SDT	—	—	0.5	3.0	V
SDT 端子電流	ISDT	SDT	VSDT=0V、3V	7	10	13	μ A
ストール検出誘起電圧差分誤差	$\Delta V_{induced}$	—	VSDT=3V	-0.4	—	0.4	V
ストール検出遅延	TstId_d	—	—	10	20	40	μ s
ストールアラート期間	TstId	SD	—	67	100	200	μ s
ストールアラート応答遅延	TstId_SD	—	—	0.5	3.5	6.5	μ s

※SDT 端子閾値設定電圧 VSDT は、SDT 端子外付け抵抗 RSDT と SDT 端子電流 ISDT の積で決まります。

$$VSDT (V) = RSDT (\Omega) \times ISDT (A)$$

負荷オープン検出 (特に指定がない項目は、Ta=-40~125°C/VBAT=7~18V/ROSCM=100k Ω)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
電流検出期間閾値	Tnfd	—	—	30	50	100	ms
負荷オープン DIAG 期間	Topen	DIAG	—	67	100	200	μ s

過電流検出(特に指定がない項目は、 $T_a=-40\sim 125^{\circ}\text{C}$ / $V_{BAT}=7\sim 18\text{V}$ / $R_{OSCM}=100\text{k}\Omega$)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
上側過電流閾値	Iovc	OUTA+ OUTA- OUTB+ OUTB-	—	1.5	2.0	2.5	A
下側過電流検出電圧	Vovc		—	450	600	750	mV
検出フィルタ時間	Tovc		—	0.8	1.2	2.4	μs
過電流検出 DIAG 出力応答遅延	TpdOVC_DIAG	DIAG	—	1	3.5	6.5	μs

過熱検出(特に指定がない項目は、 $T_a=-40\sim 125^{\circ}\text{C}$ / $V_{BAT}=7\sim 18\text{V}$ / $R_{OSCM}=100\text{k}\Omega$)

項目	記号	適用端子	測定条件	最小	標準	最大	単位
過熱検出シャットダウン温度	TSDtemp	—	—	155	175	195	$^{\circ}\text{C}$
過熱検出ヒステリシス温度	TSDhys	—	—	—	10	—	$^{\circ}\text{C}$
復帰温度	TSDL	—	—	150	165	185	$^{\circ}\text{C}$

注意事項

保証保存温度範囲の絶対最大定格は 150°C (max) です。この温度を超えての保存/使用はその後の IC の正常動作を保証出来ないだけでなく発煙や発火を引き起こす場合もあります。如何なる場合もこの温度を超えての保存/使用は避け下さい。

また、本 IC は上述の通り過熱検出機能を内蔵していますが、この機能は本 IC の温度を過熱検出シャットダウン温度 (TSDtemp) 以下に抑えるものではなく、又動作保証範囲外の機能であり補助的なものとしてお考え下さい。本機能につきましては、出荷テストにおいて実温度での出荷検査はしておらず代替テストにて回路動作確認を行っております。

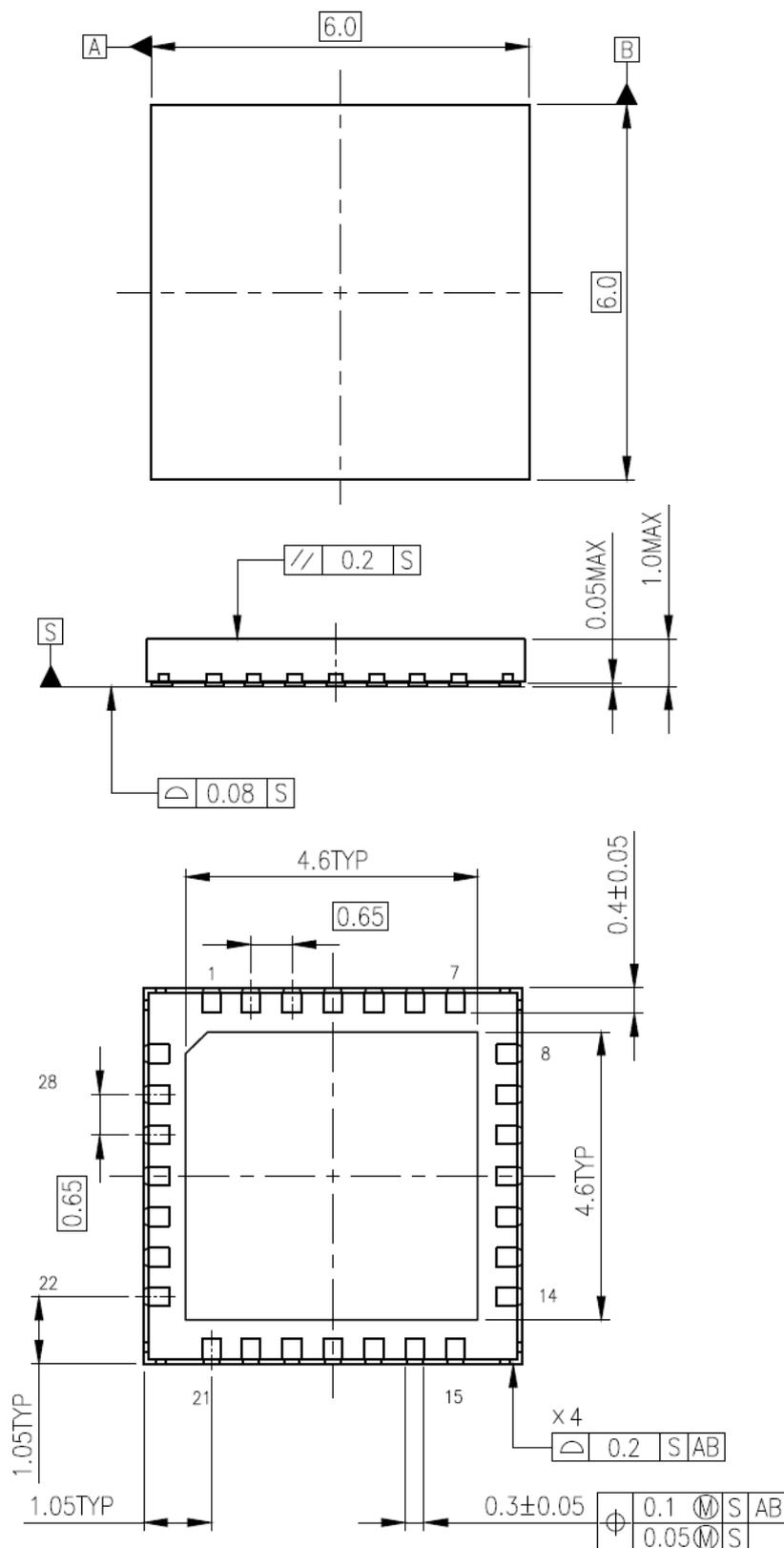
部品定数参考値

部品記号	参考値	備考
R1	「7.14 定電流 PWM 制御→電流値設定」で定める抵抗値	
R2	「7.14 定電流 PWM 制御→電流値設定」で定める抵抗値	
R3	0~230k Ω	
R4	60k Ω ~300k Ω	許容差 5%以内を推奨
R5	5.1k Ω	
R6	5.1k Ω	
R7	5.1k Ω	
C1	0.1 μ F	積層セラミックコンデンサ
C2	10 μ F~100 μ F	電解コンデンサ
C3	0.1 μ F	積層セラミックコンデンサ
C4	1000pF~0.1 μ F	積層セラミックコンデンサ

12. 外形図

P-VQFN28-0606-0.65-002

(単位: mm)



13. 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。

14. 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、どの一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) モータの駆動など、コイルのような誘導性負荷がある場合、オン時の突入電流やオフ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・発火に至ることがあります。
検出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、検出機能が動作せず、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・発火に至ることがあります。
- (5) パワーアンプおよびレギュレータなどの外部部品（入力および負帰還コンデンサなど）や負荷部品（スピーカなど）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に接続すると、過電流の発生や IC の故障によりスピーカの発煙・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に inputs 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
- (6) ISD、TSD などの異常検出機能は異常状態を一時的に検出または回避する機能であって、IC が破壊しないことを保証するものではありません。また、動作保証範囲外ではこれらの機能が動作せず、IC が破壊する恐れがあります。

15. 使用上の留意点

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。長時間短絡が続きますとオーバストレスとなり破壊する恐れがあります。過電流状態を速やかに解除するようにシステムを構成してください。

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。

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。

放熱設計

パワーアンプ、レギュレータ、ドライバなどの、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 は通常使用時においても、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。

逆起電力

モータを逆転やストップ、急減速を行った場合に、モータの逆起電力の影響でモータ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、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願います。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(ヘルスケア除く)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情報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/>