ユニポーラ方式ステッピングモータドライバ

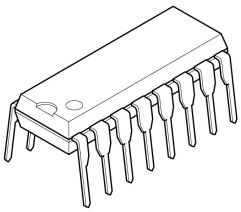
■概要

NJW4350は高効率を特徴とするユニポーラ駆動方式のステッピングモータドライバです。駆動段をDMOSトランジスタで構成したことにより、モータ駆動回路を高効率、低発熱で構成することができます。

モータの制御信号にはパルス列入力形式を採用し、シリアルデータで回転ステップ数と回転方向を制御することができます。このため、マイコンでの制御が容易にできます。

制御性の向上のため、相原点モニタ出力、INH(出力部全OFF)機能、RESET機能を内蔵しており、多様なアプリケーションへの応用が可能です。

■外形

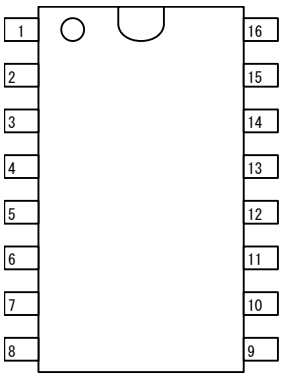


NJW4350D

■特徴

- モータ電圧　5～50V
- 低消費電流　I_{DD}＝2.0mA
- 出力ON抵抗　R_{ON}=0.9Ωtyp @Io=±500mA
- サーマルシャットダウン内蔵
- RESET 機能内蔵
- INH(全 OFF)機能内蔵
- Full/Half-STEP 切替モード
- 相原点モニタ(MO)端子
- BCD 構造
- 外形　DIP16

■ピン配置図



1.	PB1	16.	VDD
2.	PB2	15.	MO
3.	PGND	14.	SGND
4.	PA1	13.	NC
5.	PA2	12.	RESET
6.	DIR	11.	INH
7.	STEP	10.	HSM
8.	NC	9.	NC

図1　ピン配置図

■ブロック図

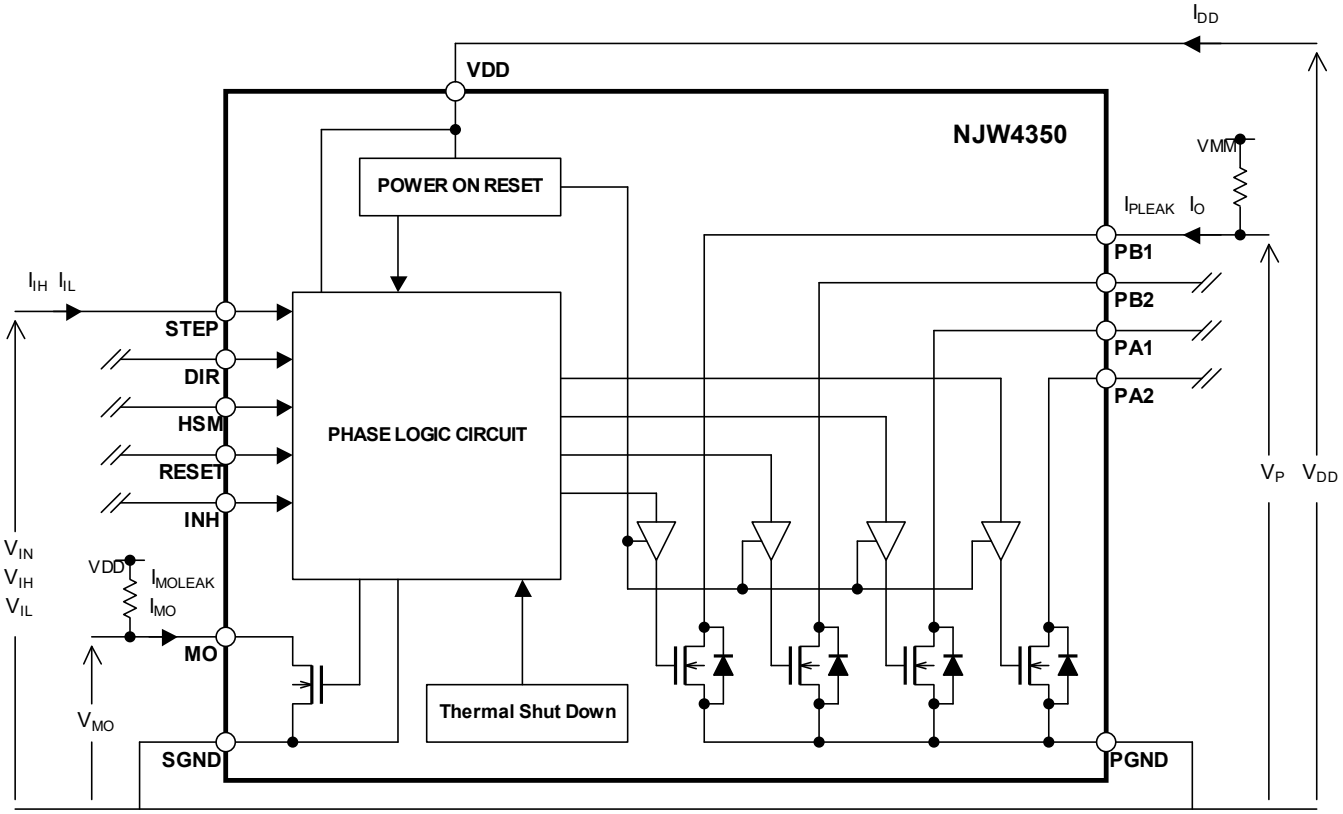


図2 ブロック図

■端子説明

端子番号	端子名	説明
1	PB1	B1 フェーズ出力。オープンドレイン出力。
2	PB2	B2 フェーズ出力。オープンドレイン出力。
3	PGND	パワーグランド。モータ電源 VMM のGND電源端子。
4	PA1	A1フェーズ出力。オープンドレイン出力。
5	PA2	A2フェーズ出力。オープンドレイン出力。
6	DIR	方向指令入力。モータの回転方向を決定します。
7	STEP	モータのステッピング用のパルス入力。STEP信号の各ネガティブエッジで内部フェーズロジックが動作します。
8	NC	未接続
9	NC	未接続
10	HSM	ハーフ/フルステップモード切替入力。 Hでフルステップモード、Lでハーフステップモードとなります。
11	INH	フェーズ出力OFF入力。Hですべてのフェーズ出力がOFFになります。
12	RESET	フェーズロジックイニシャライズ入力。
13	NC	未接続
14	SGND	ロジックグランド。ロジック電源 VDD の GND 端子。
15	MO	フェーズ出力イニシャル状態検出出力。
16	VDD	ロジック部電源電圧端子。

■絶対最大定格 (Ta=25℃)

項　目	定 格 値	記号 (単位)	その他
フェーズ出力電圧	55	V_P(V)	
ロジック電圧	7.0	V_{DD}(V)	
出力電流(定常時)	0.7	I_O(A)	
出力電流(瞬時)	1.5	I_O(A)	
ロジック入力電圧	−0.3～V_{DD}+0.3	V_{ID}(V)	
MO 出力電流	20	I_{MO}(mA)	
動作温度範囲	−40～+85	Topr (℃)	
保存温度範囲	−50～+150	Tstg (℃)	
消費電力	1.6(DIP)	P_D (W)	

■推奨動作範囲 (特記無い場合 Ta=25℃, V_{DD}=5V)

項 目	記号	条　件	最小	標準	最大	単位
ロジック電圧範囲	V_{DD}		4.5	5.0	5.5	V
フェーズ出力電圧	V_P		5	−	50	V
接合部温度範囲	T_j		−40	−	125	℃
出力電流(定常時)	I_O		−	−	0.5	A
セットアップタイム	ts		−	0.5	−	μs
ステップパルス持続時間	tp		−	1.0	−	μs

■電気的特性 （特記無い場合 Ta=25°C, V_{MM}=24V, V_{DD}=5V）

項　目	記号	条　　件	最小	標準	最大	単位
■全体						
消費電流	I_{DD}	V_{IN}= 5V	−	2.0	3.0	mA
過熱保護温度	TSD		−	180	−	°C
過熱保護ヒステリシス	T_{HYS}		−	50	−	°C
■ロジック部						
入力 H 電圧	V_{IH}		3.5	−	−	V
入力 L 電圧	V_{IL}		−	−	1.5	V
入力電流（High）	I_{IH}	V_{IN}= 5V	−	0.1	0.5	μA
入力電流（Low）	I_{IL}	V_{IN}= 0V	50	100	200	μA
MO 出力飽和電圧	V_{MO}	I_{MO}= 10mA	−	0.3	0.5	V
MO 出力リーク電流	$I_{MO\ LEAK}$	V_{MO}=7V	−	0.1	0.5	μA
■出力部						
出力抵抗	R_{ONL}	Io= 500mA	−	0.9	−	Ω
出力リーク電流	$I_{P\ LEAK}$	V_P=50V	−	1.0	5.0	μA
出力ターン ON 時間	t_{ON}	Io= 500mA, L=1mH	−	100	−	ns
出力ターン OFF 時間	t_{OFF}	Io= 500mA, L=1mH	−	100	−	ns

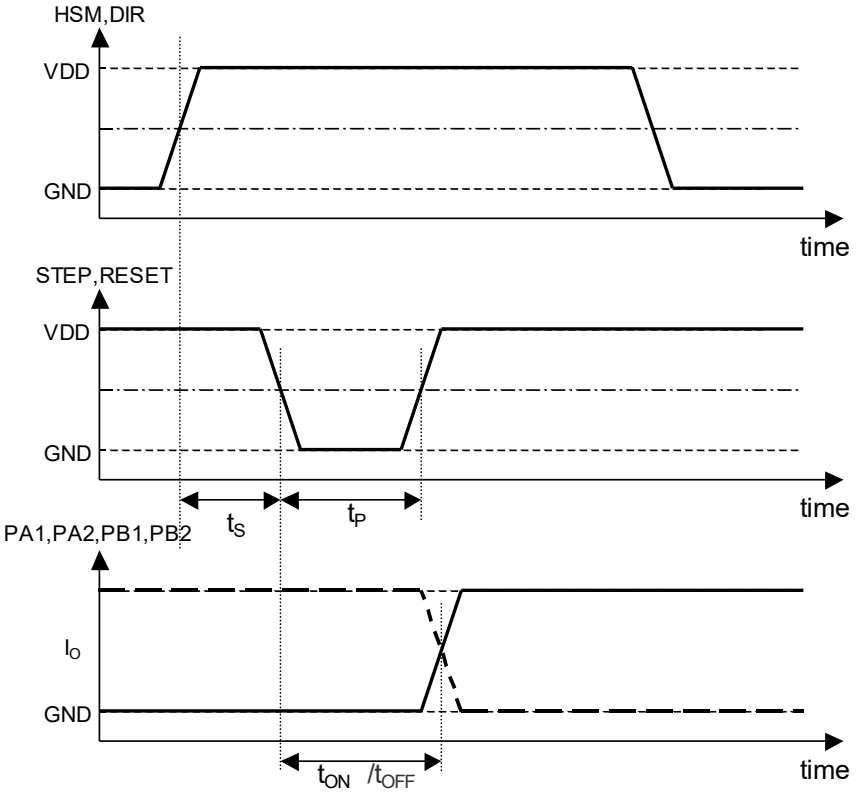


図3 タイミング定義図

■基本アプリケーション

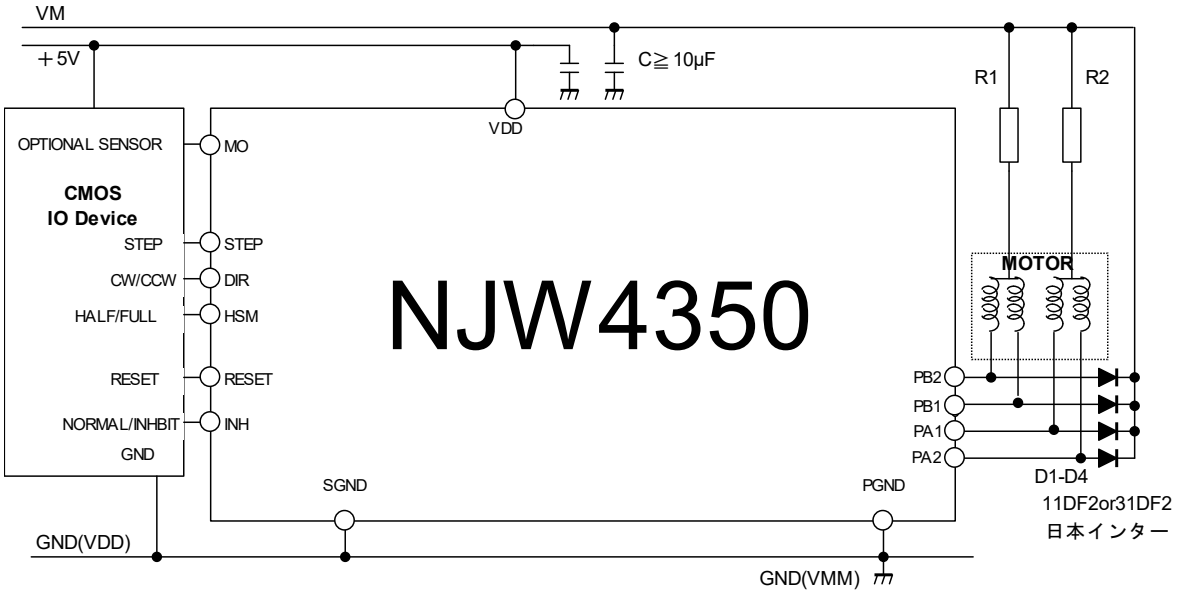


図4　基本アプリケーション回路例

■機能説明

NJW4350は、ユニポーラ巻線方式のステッピングモータを駆動するための、定電圧駆動方式の高性能モータドライバです。

モータのモーションコントロール方式として、汎用的なSTEP－DIR方式を採用しており、パルスジェネレータを用意頂くことにより、簡単にステッピングモータのコントロールができます。

また、フェーズ出力が55Vmax. と高耐圧ですのでユニポーラ巻線方式駆動でしばしば問題となるモータ電源に対してのフェーズ出力の耐圧マージン余裕が増えるとともに、フェーズターンオフ時の電力抑制回路の設計が簡単になります。

■ロジック入力部

すべての入力部は5VCMOSロジック互換です。ロジック入力部がオープン状態の場合は、回路はそれをHレベルとして受け取ります。NJW4350には、ステッピングモータを適切に制御するのに必要なフェーズロジックが内蔵されています。

STEP－ステッピングパルス

STEP信号(パルス)の各ネガティブエッジ毎に、内蔵フェーズロジックのシーケンスがUPします。フルステップモードでは、このパルス信号でステッピングモータは基本ステップ角の角度を回転します。ハーフステップモードでは、基本ステップ角を移動するためには、2つのパルスが必要です。

DIR信号(方向)とHSM信号(ハーフ/フルモード) はSTEPのネガティブエッジ中にラッチされるため、ネガティブエッジの前に確立されている必要があります。図3のセットアップタイム ts に注意してください。

DIR－方向

DIRは、ステップを行う方向を決定します。実際のステッピングモータの回転方向は、NJW4350とモータ間の接続によって異なります。DIRはいつでも変更はできますがSTEPのネガティブエッジと同時は1パルス分のミスステップとなる可能性があるため、避けてください。 図3のタイミング図を参照してください。

HSM－ハーフ/フルステップモード切換

ステッピングモータがフルステップまたはハーフステップのどちらでコントロールするか決定します。

HSMがLレベルになると、内蔵フェーズロジックはハーフステップモードとなります。HSMはいつでも変更できますが、STEPのネガティブエッジと同時は1パルス分のミスステップとなる可能性があるため、避けてください。

図3のタイミング図を参照してください。

INHーフェーズ出力OFF

INHがHレベルになると、すべてのフェーズ出力がOFFになり、電流消費が減少します。

RESETーリセット

2相のステッピングモータは、基本ステップの倍数4の角度毎に同一巻線励磁シーケンスを繰り返します。これに対応して、フェーズロジックはフルステップモードでは4パルス毎、ハーフステップモードでは8パルス毎にフェーズロジックシーケンスを繰り返します。

RESETは強制的にフェーズロジックをシーケンススタート状態にイニシャライズします。

RESETがLレベルになると、フェーズロジックをイニシャライズするとともにフェーズ出力をOFFとします。

RESETがHレベルに復帰すると、フェーズ出力は、フェーズロジックのシーケンススタート状態の励磁パターン出力となります。 図5のリセットタイミング図を参照してください。

■PORーパワーオン・リセット機能

VDD に接続された内部パワーオン・リセット回路は、フェーズロジックをリセットし、電源投入中のフェーズ出力をOFFさせることでミスステップを防止します。

また電源投入毎にフェーズ出力は、フェーズロジックのシーケンススタート状態の励磁パターン出力となります。

■フェーズ出力部

フェーズ出力部は、4つのオープンコレクタトランジスタで構成されており、図4で示すようにステッピングモータに直接接続されています。

■MOー相原点モニタ

フェーズロジックのシーケンススタート位置またはPOR、外部RESET後に励磁シーケンスがイニシャル状態位置であることを外部に示すためにLレベルを出力します。

MOがLレベル位置でHSM入力の切替を行うことで、ミスステップなく励磁モードの変更が可能です。

ステッピングモータを使用したシステムで、機械原点位置の検出の際に、機械原点センサとMOのANDを原点とすることで、より分解能の高い機械原点位置が実現します。

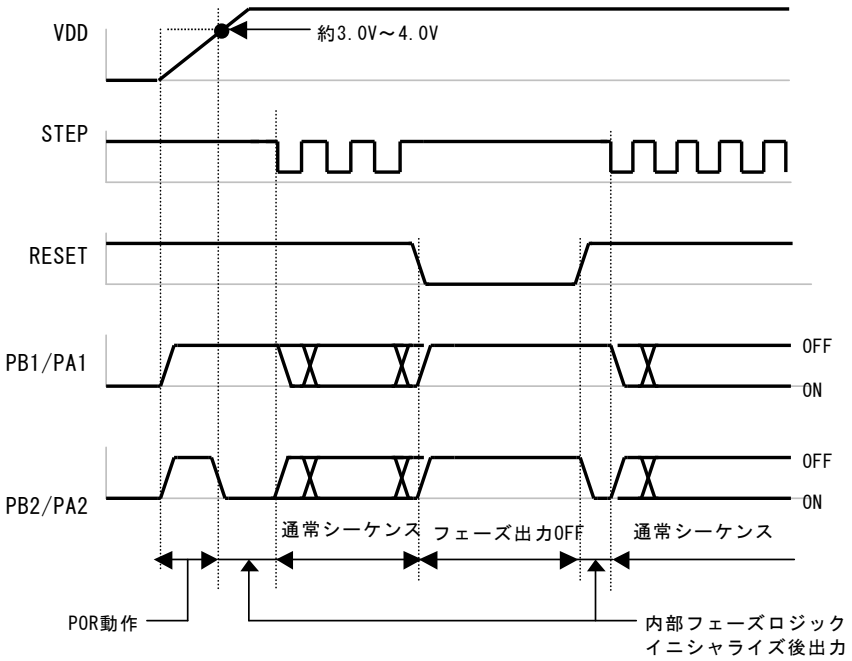
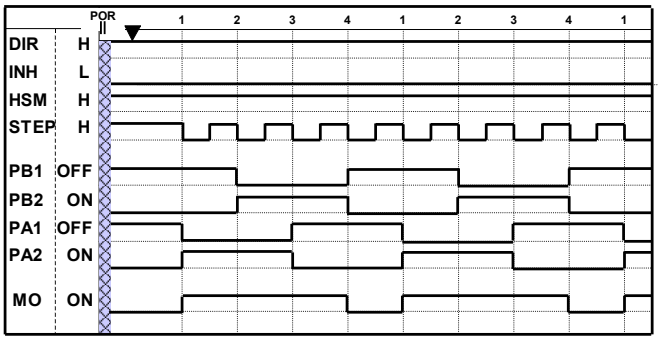
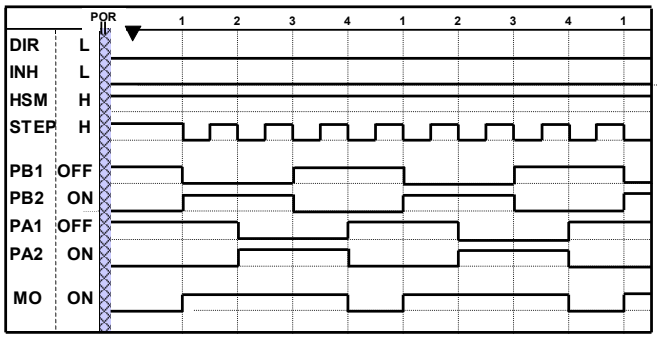


図5 POR、及びリセットタイミング



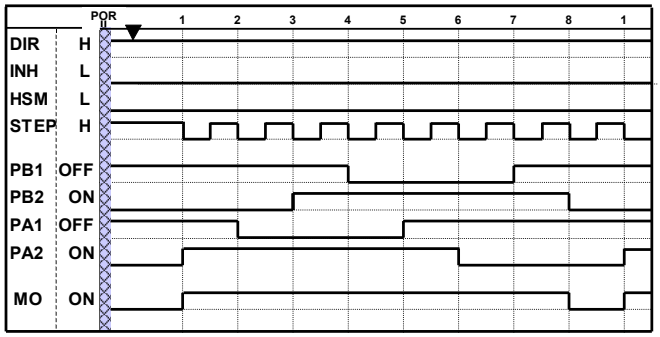
STEP	RESET 後	1	2	3	4
PB1	OFF	OFF	ON	ON	OFF
PB2	ON	ON	OFF	OFF	ON
PA1	OFF	ON	ON	OFF	OFF
PA2	ON	OFF	OFF	ON	ON

図6 フルステップ/順方向シーケンス



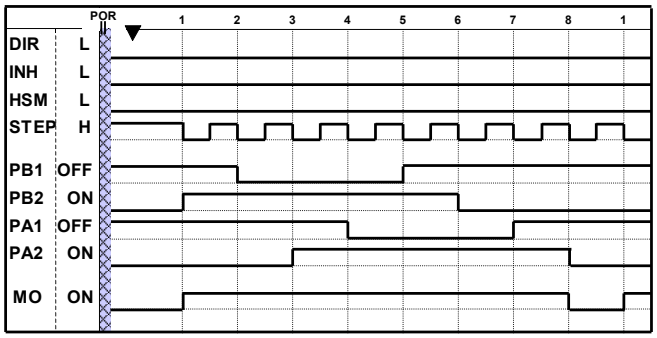
STEP	RESET 後	1	2	3	4
PB1	OFF	ON	ON	OFF	OFF
PB2	ON	OFF	OFF	ON	ON
PA1	OFF	OFF	ON	ON	OFF
PA2	ON	ON	OFF	OFF	ON

図7 フルステップ/逆方向シーケンス



STEP	RESET 後	1	2	3	4	5	6	7	8
PB1	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF
PB2	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
PA1	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
PA2	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON

図8 ハーフステップ/順方向シーケンス



STEP	RESET 後	1	2	3	4	5	6	7	8
PB1	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
PB2	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
PA1	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF
PA2	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

図9 ハーフステップ/逆方向シーケンス

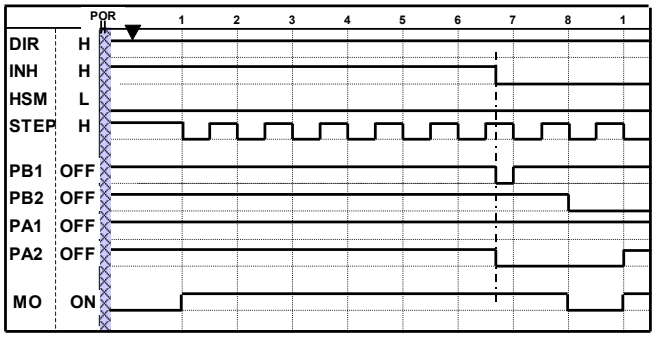


図10 ハーフステップ/INH シーケンス

■応用例

ロジック入力部

ロジック入力部はオープンになると、回路はそれをHレベルとして扱います。耐ノイズ性を最大にするために、未使用の入力部はV_{DD}レベルに固定する必要があります。

フェーズ出力部

フェーズ出力部は、ステッピングモータ巻線をユニポーラ駆動するために電力シンクとなっております。巻線のコモン線に接続される抵抗R1、R2は、最大モータ電流を決定します。

出力トランジスタをキックバック電力から保護するために、高速なフリーホイール・ダイオードを使用する必要があります。

■各駆動モードにおける入出力信号シーケンス

図6～図10は、各駆動モードにおける入出力信号のタイミングチャートです。左側にはPOR後の入力及び出力信号の状態を示しています。

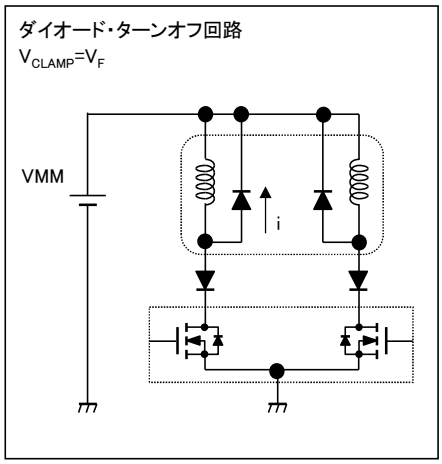
■使用上の注意

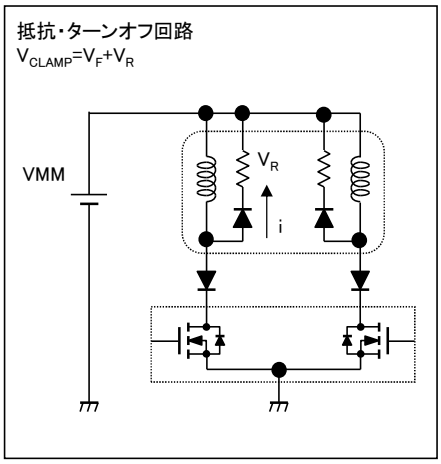
1. 電源が供給されているときは、ICまたはPCBを取り外さないでください。
2. フリーホイール・ダイオードを使用しても、ステッピングモータによっては過度の電圧が発生することがありますので注意してください。
3. 必要なトルクを得るために必要な定格電流のステッピングモータを選択してください。一般的にステッピングモータへの供給電圧が高電圧であればあるほど高速な回転性能が得られます。ステッピングモータの定格電圧より供給電圧が高い場合には、電流制限抵抗 R1,R2 をコモン巻線と供給電源間に接続する必要があります。この抵抗は L/R 時間定数を変化させて、ステッピングモータの高速回転性能を引き出します。
4. 直列ダイオードをもつモータ供給電源(出力コンデンサ無し)のご使用は避けてください。
   また、ロジックとモータ電源のGNDラインは共通インピーダンスを造らないレイアウトにする必要があります、ICのPGND端子(ピン3)とSGND端子(ピン14)は最短で接続して一点接地するのが理想的です。
5. DIR信号によらず実際のモータ回転方向を変更するには、PA1とPA2(またはPB1とPB2)でのステッピングモータの接続を交換します。
6. 駆動回路
   ステッピングモータから高性能を得たい場合は、フェーズターンオン時に急激に巻線が励磁され、ターンオフ時には急速に励磁が切れる必要があります。
7. フェーズターンオフの問題
   巻線励磁がオフになるとき(巻線電流が切れる)誘導される高電圧キックバック電圧を適切に抑えないと、駆動回路が破損する場合があります。次項のターンオフ回路の説明を参考にしてください。

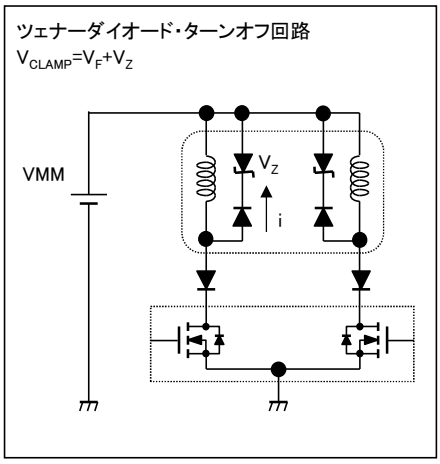
＜ターンオフ回路について＞

モータの速度性能を引き出す手法として、様々なターンオフ回路の応用があります。
モータ電流のターンオフ時間はターンオフ回路のクランプ電圧に依存します。
その為、モータ速度に応じて適切なターンオフ方式を選択する必要があります。
但し、ターンオフ回路のクランプ電圧が大きくなるほど、もう一方のコイルへ電磁誘導によって負電圧が発生しやすくなります。

方式	ダイオード・ターンオフ	抵抗・ターンオフ	ツェナーダイオード・ターンオフ
外付部品	小	中	大
速度性能	低速回転向き	高速回転向き	
負電圧値	小	中～大	

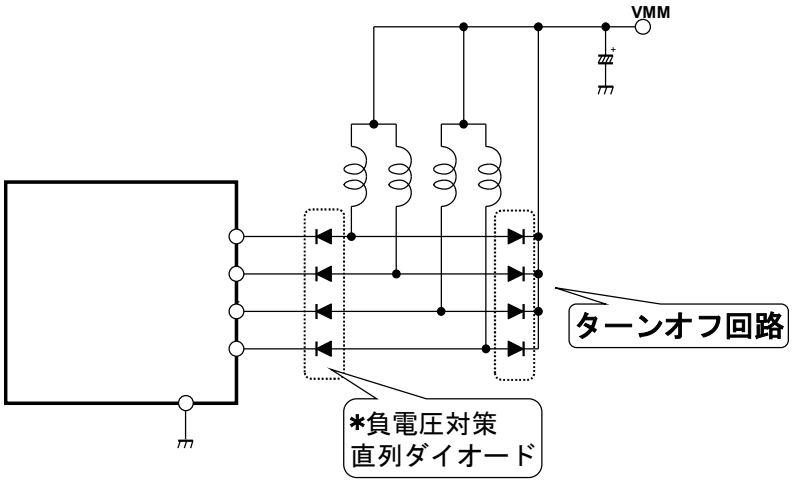






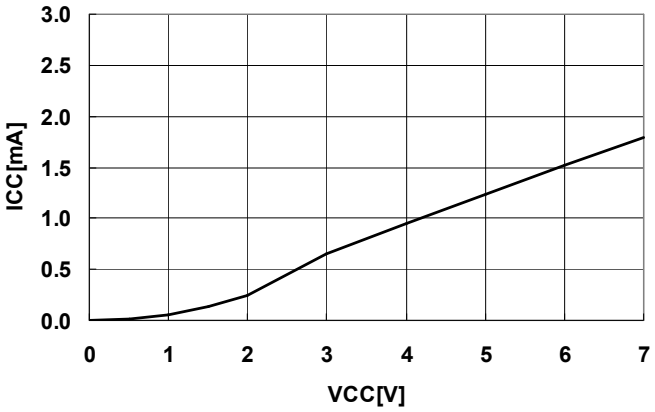
＜負電圧による誤動作対策＞

ユニポーラモータ駆動は各々電磁結合されたコイル電流を切替える際に、モータの配線が長い場合や実装基板の GND 配線の引き回し、ターンオフ回路などの影響で出力端子が GND 電位以下となる場合があります。
モノリシック構造 IC の性質上、出力端子へ大きな負電圧が印加された場合、IC 内部が不測の動作をすることにより、回路誤動作(ミスステップ)を引き起こす可能性があります。
そのため、負電圧による回路誤動作を確実に防ぐために出力端子には直列にダイオードを挿入して対策頂くことをお勧めします。

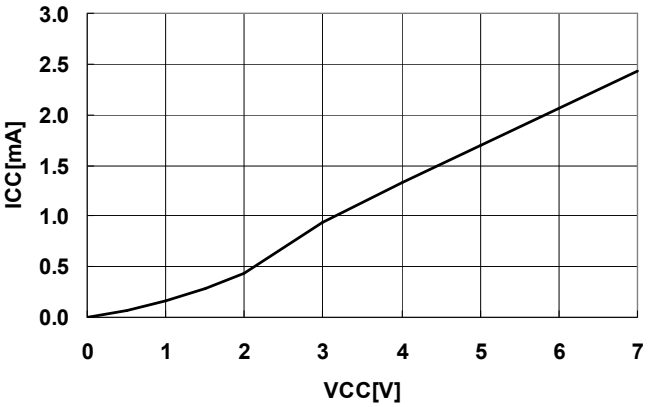


■特性例

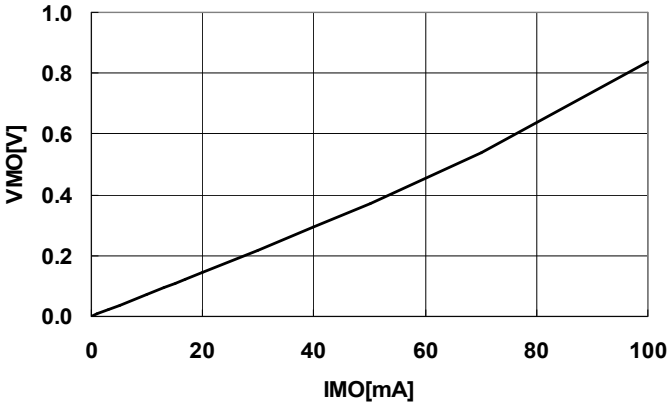
VDD VS. IDD1
INPUT=H ta=25[dg.C]



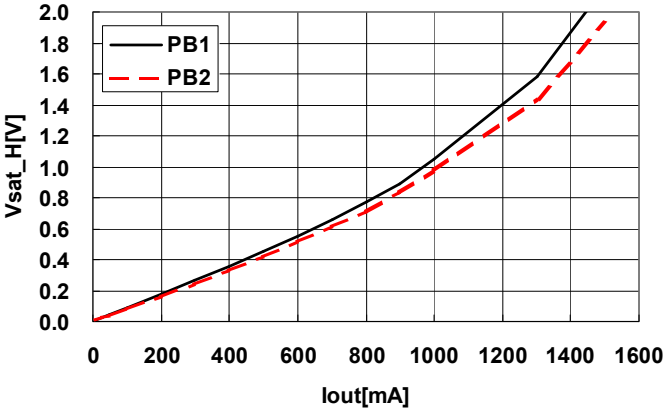
VDD VS. IDD2
INPUT=L Ta=25[dg.C]



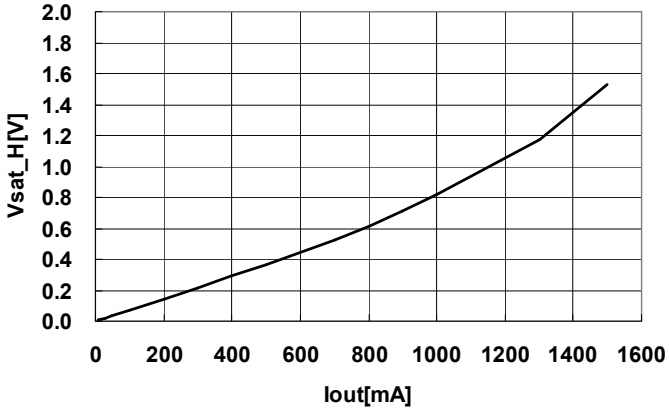
IMO VS. VMO
VDD=5V Ta=25[dg.C]



Iout VS. Vout
VDD=5V Ta=25[dg.C]



Iout VS. Vout
VDD=7V Ta=25[dg.C]



<注意事項>
このデータシートの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。