2013 年 10 月

SLA7080M シリーズ
アプリケーションノート

Ver. 1.52

部署名	MCD 事業部低圧モータグループ

本資料は、2 相ステッピングモーターユニポーラ駆動用 IC SLA7080M シリーズに関する情報をまとめたものです。
本資料には開発中の製品も含まれておりますので、暫定的な内容が含まれています。
最新情報に関しては、弊社担当部門までお問合せ願います。

〔目次〕

1. はじめに..... 2 頁
2. 特徴..... 2 頁
3. 製品名と機能／特性の相違について..... 3 頁
4. 製品仕様..... 3 頁
5. 減定格図..... 6 頁
6. 外形図＆捺印形状..... 7 頁
7. 内部ブロック図＆Pin 配列..... 8 頁
8. 応用回路例..... 9 頁
9. 真理値表..... 10 頁
10. 回路構成（個別回路）..... 11 頁
11. 機能説明..... 13 頁
12. ご使用に際して..... 19 頁
13. 熱設計資料..... 23 頁
14. 代表特性例..... 25 頁

1. はじめに

従来より、弊社 2 相ステッピングモーター・ユニポーラ駆動用モータードライバの各シリーズをご愛顧を賜わってまいりました。

この度、新たに「**SLA7080M シリーズ**」をリリースすることになりました。

本資料は、「**SLA7080M シリーズ**」に関する情報をまとめたものです。

2. 特徴

・主電源電圧 V_{BB}＝46V(max)，実仕様：10V～44V

・Logic 電源電圧 V_{DD}＝3V～5.5V 対応

・出力電流 Io(max)：1A，1.5A，2A，3A の 4 シリーズを用意

・***Phase 入力対応（Full step／Half Step 対応）***

・モーター電流を検出する「検出抵抗」を内蔵

・ZIP タイプ 23pin モールドパッケージを採用(SLA パッケージ)

・自励 PWM 制御(OFF 時間固定)

・PWM OFF 時の損失を低減する回路(同期整流回路)を搭載

・モーターホールド時に発生する異音を防止する同期 PWM 機能を搭載

・待機時のドライバ消費電流を低減する Sleep 機能を搭載

・モーターコイルオープン／ショートおよび過熱検知の「保護回路内蔵品」を用意

　→ 保護機能を外した「保護回路非内蔵品」も用意

・***ブランキング時間(Min オン時間)を外部信号で切替可能***

　→　3.2μs／5.2μs

3. 製品名称と機能／特性の相違について

SLA7080M シリーズの製品群を以下に示します。

表 3-1　SLA7080M シリーズ機能表

製品名称	機能／特性 相違点					
	検出抵抗内蔵「R」	保護機能内蔵※「P」	電流定格（最大設定電流値）			
			1A	1.5A	2A	3A
SLA7080MR	○		○			
SLA7081MR	○			○		
SLA7082MR	○				○	
SLA7083MR	○					○
SLA7080MPR	○	○	○			
SLA7081MPR	○	○		○		
SLA7082MPR	○	○			○	
SLA7083MPR	○	○				○

※モーターコイルオープン／ショートおよび過熱検知

4. 製品仕様

表 4-1 絶対最大定格　(Ta=25℃)

項　目	記号	規　格　値	単位	備　考	
モーター電源電圧	V_M	46	V		
主電源電圧	V_{BB}	46	V		
Logic 電源電圧	V_{DD}	6	V		
出力電流	Io	1.0	A	SLA7080MR SLA7080MPR	制御電流値
		1.5	A	SLA7081MR SLA7081MPR	
		2.0	A	SLA7082MR SLA7082MPR	
		3.0	A	SLA7083MR SLA7083MPR	
Logic 入力電圧	V_{IN}	- 0.3 ～ V_{DD}+0.3	V		
REF 入力電圧	V_{REF}	- 0.3 ～ V_{DD}+0.3	V		
許容損失	P_D	4.7	W	No Fin	
ジャンクション温度	Tj	150	℃		
動作周囲温度	Ta	- 20 ～ 85	℃		
保存温度	Tstg	- 30 ～ 150	℃		

表 4-2 推奨動作範囲

項　目	記号	規格値		単位	備考
		Min	Max		
モーター電源電圧	V_M		44	V	
主電源電圧	V_{BB}	10	44	V	
Logic 電源電圧	V_{DD}	3.0	5.5	V	V_{DD} サージ電圧は±0.5V 以下にして下さい。
ケース温度	Tc		90	℃	12pin リード部温度 No Fin 時

表 4-3 電気的特性 1

特に断りなき場合、Ta=25℃，V_{BB}=24V，V_{DD}=5V の条件となります

項目	記号	定格			単位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
主電源電流	I_{BB}			15	mA	動作時
	I_{BBS}			100	μA	Sleep 時
Logic 電源電流	I_{DD}			5	mA	
出力 MOS FET ON 抵抗	R_{DS}(on)		0.7	0.85	Ω	Io=1A 品
			0.45	0.6	Ω	Io=1.5A 品
			0.25	0.4	Ω	Io=2A 品
			0.18	0.24	Ω	Io=3A 品
出力 MOS FET Di 順電圧	V_F		0.85	1.1	V	Io=1A 品
			1.0	1.25	V	Io=1.5A 品
			0.95	1.2	V	Io=2A 品
			0.95	2.1	V	Io=3A 品
出力 MOSFET 耐圧	V_{DSS}	100			V	V_{BB}=44V，I_D=1mA
最大応答周波数	f_{clk}	250			KHz	Clock Duty=50%時
Logic 入力電圧	V_{IL}			0.25V_{DD}	V	
	V_{IH}	0.75V_{DD}			V	
Logic 入力電流	I_{IL}		±1		μA	
	I_{IH}		±1		μA	
REF 入力電圧	V_{REF}	0.04		0.3	V	Io=1A 品
		0.04		0.45	V	Io=1.5A 品 & 3A 品
		0.04		0.4	V	Io=2A 品
	V_{REFS}	2.0		V_{DD}	V	Sleep※1
REF 入力電流	I_{REF}		±10		μA	

※1 Sleep の状態は、「I_{BBS}」，「出力：OFF」の状態となります

表 4-3 電気的特性 1 (続き)

特に断りなき場合、Ta=25℃，V_{BB}=24V，V_{DD}=5V の条件となります

項目	記号	定格			単位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
SENSE 検出電圧	V_{SENSE}	V_{REF} - 0.03	V_{REF}	V_{REF} ＋0.03	V	
検出抵抗※2	Rs	0.296	0.305	0.314	Ω	Io=1A 品 & 1.5A 品
		0.199	0.205	0.211	Ω	Io=2A 品
		0.150	0.155	0.160	Ω	Io=3A 品
PWM 最小オン時間 (ブランキング時間)	$t_{on(min)}$		3.2		μs	B_SEL : Low
			5.2		μs	B_SEL : High
PWM オフ時間	t_{off}		13		μs	
Sleep - Enable 復帰時間	tSE	100			μs	Sleep
スイッチング時間	tcon		1.5		μs	Phase IN → Out ON
	tcoff		1.0		μs	Phase IN → Out OFF

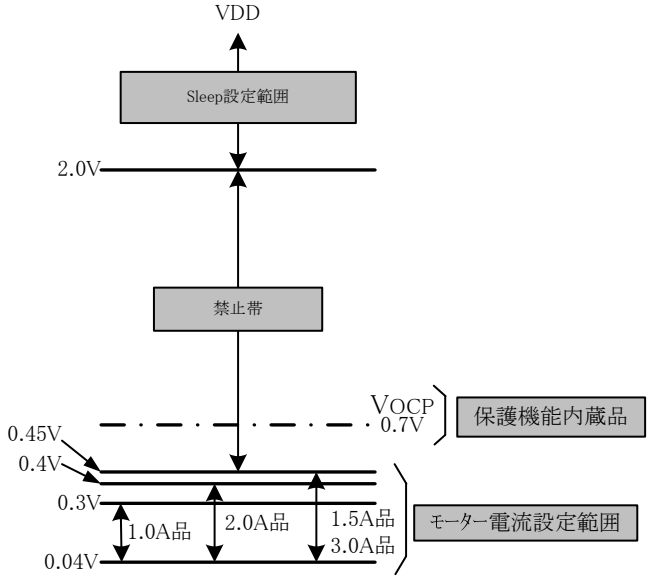
※2 上記の各検出抵抗には、内蔵しています抵抗単体の値に製品構成による抵抗値(約 5mΩ)が含まれております。

表 4-4 電気的特性 2 (保護機能内蔵品にのみ適用)

項目	記号	定格			単位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
過電流検知電圧	V_{OCP}	0.65	0.7	0.75	V	モーターコイルショート時
過電流検知電流 V_{OCP}÷Rs	I_{OCP}		2.3		A	1A 品 & 1.5A 品
			3.5		A	2A 品
			4.5		A	3A 品
負荷断線検知時間	topp	1.5	2.0	2.5	μs	
過熱保護温度	Ttsd		140		℃	ケース裏面(飽和温度時)
Flag 出力電圧	V_{FlagL}			1.25	V	I_{FlagL}=1.25mA
	V_{FlagH}	V_{DD}-1.25			V	I_{FlagH}=-1.25mA
Flag 出力電流	I_{FlagL}			1.25	mA	
	I_{FlagH}	-1.25			mA	

※V_{SENSE}≧V_{OCP} の条件で保護回路が働きます。

※基準電圧 V_{REF} の設定範囲図

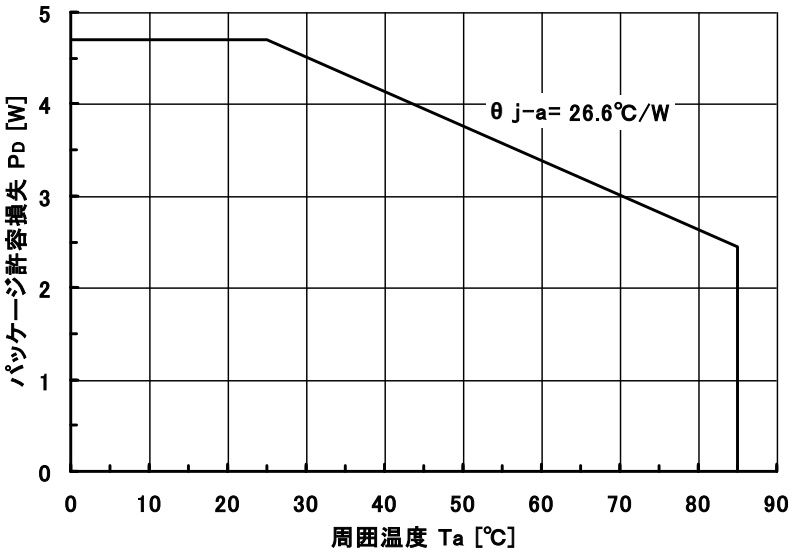


※モーター電流設定範囲は、内蔵する抵抗値により決まります。

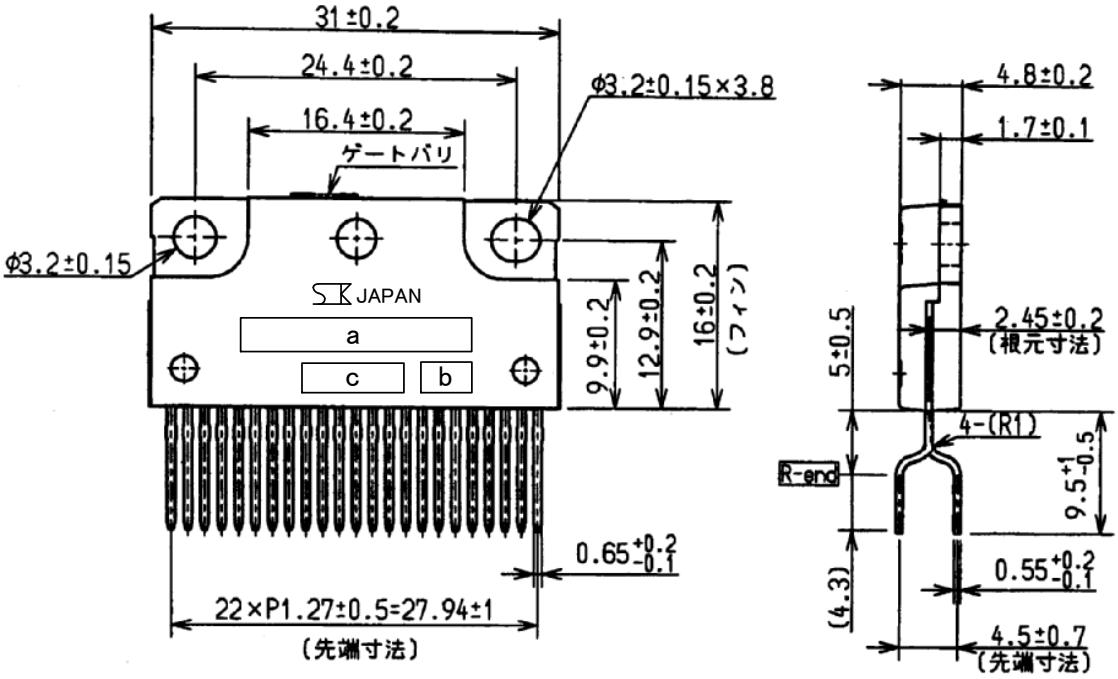
※ *保護機能内蔵品*につきましては「モーター電流設定範囲」⇔「Sleep 設定範囲」の切替えに十分注意してください。禁止帯に V_{OCP} が存在するため、切替え時間が遅いと OCP 動作 (V_{SENSE}＞V_{OCP})となります。

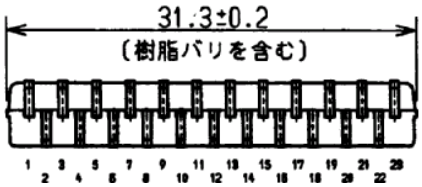
5. 減定格図

図 5-1 減定格図



6. 外形図＆捺印形状





単位：mm

a.品名標示①　　SLA708xMR※

b.品名標示②　　P※

c.ロット番号

第 1 文字　　西暦年号下一桁

第 2 文字　　月

1～9 月 ： ｱﾗﾋﾞｱ数字

10 月 ： O

11 月 ： N

12 月 ： D

第 3，4 文字　　製造日

01～31 ： ｱﾗﾋﾞｱ数字

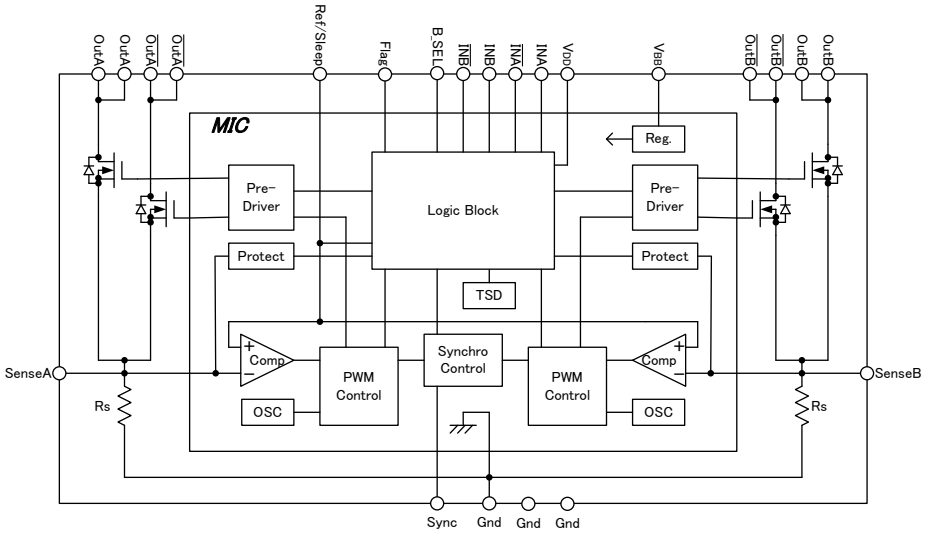
・端子材質：Cu

・端子処理：Ni メッキ＋半田メッキ（鉛フリー）

※品名標示①の「x」は、電流定格により「0～3」の数字が表示されます。
品名標示②の「P」は、保護機能内蔵品のみに表示します。
機能を内蔵していない場合は未表示です。

7. 内部ブロック図＆Pin 配列

図 7 - 1 SLA7080MPR 内部ブロック図

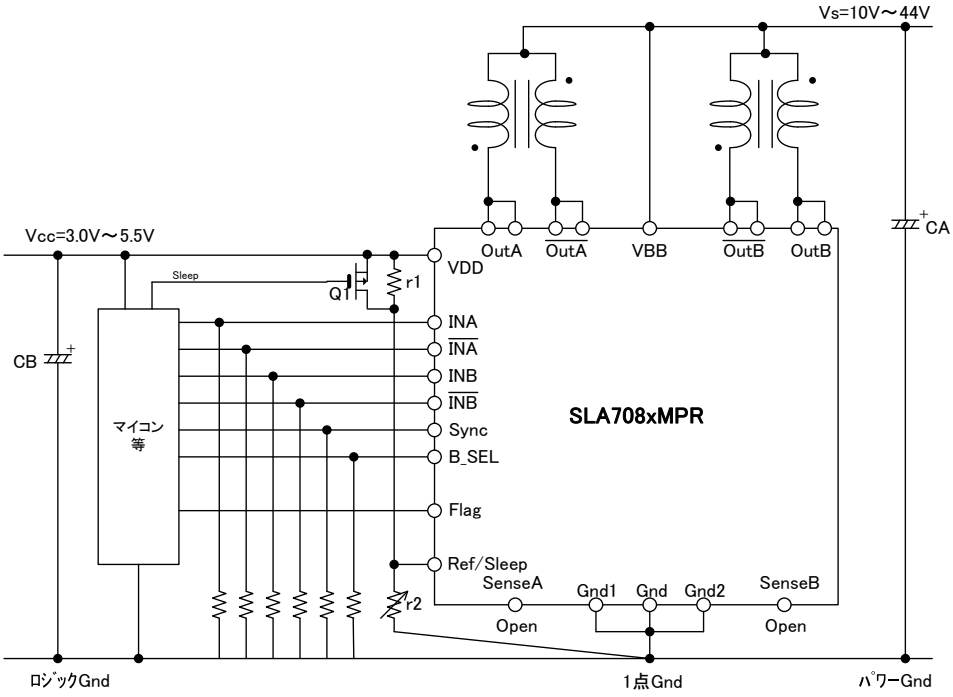


※保護回路(Protect、TSD)非内蔵品では、Flag 端子が N.C.となります。

Pin 番号	記　号	機　能
1	Out A	A 相出力
2		
3	/Out A	/A 相出力
4		
5	Sense A	A 相電流検出
6	B_SEL	ブランキング時間切替入力
7	INA	A 相側切替入力
8	/INA	
9	INB	B 相側切替入力
10	/INB	
11	V_{BB}	主電源（モーター電源）
12	Gnd	製品 Gnd
13	Ref／Sleep	制御電流／Sleep 設定入力
14	V_{DD}	Logic 電源
15	Gnd1	Gnd1
16	Gnd2	Gnd2
17	Sync	PWM 同期/非同期切替入力
18	Flag※	保護回路モニター出力※1
19	Sense B	B 相電流検出
20	/Out B	/B 相出力
21		
22	Out B	B 相出力
23		

※保護回路(Protect)非内蔵品では、Flag 端子が N.C.となります。

8. 応用回路例



参考定数

r 1＝10KΩ　　CA＝100μF/50V

r 2＝1KΩ（VR）　　CB=10μF/10V

ロジック入力プルダウン抵抗：1KΩ~10KΩ

☆特に V_{DD} ラインのノイズに注意してください。

V_{DD} ラインのノイズが 0.5V 以上になると製品が誤動作する場合がありますので、Gnd パターンの引き回しには十分に注意してください。

製品 Gnd（12pin）部から VDD 系 Gnd（S - Gnd）と VBB 系 Gnd（P - Gnd）を分けるとノイズ低減の効果があります。

☆　使用しない Logic 入力端子（INA，/INA，INB，/INB，B_SEL，Sync）は、<u>必ず V_{DD} 側又は Gnd 側にプルアップ／プルダウン</u>をしてください。オープンで使用した場合には、<u>製品が誤動作および破壊</u>に至る可能性があります。

☆Logic 出力（Flag）端子を使用しない場合は、<u>必ずオープン</u>にして下さい。

９．真理値表

(1)相切替入力対出力

SLA7080M シリーズにおける相切替入力の論理は表 9-1 ようになります。

表 9-1 相切替入力論理

A 相側

INA(7pin)	/INA(8pin)	OutA(1,2pin)	/OutA(3,4pin)
Low	Low	OFF	OFF
High	Low	ON	OFF
Low	High	OFF	ON
High	High	OFF	OFF

B 相側

INB(9pin)	/INB(10pin)	OutB(22,23pin)	/OutB(20,21pin)
Low	Low	OFF	OFF
High	Low	ON	OFF
Low	High	OFF	ON
High	High	OFF	OFF

※Out はパワーMOSFET ドレインの状態を表しています(PWM 動作は含んでおりません)。

(2)Logic 入力端子

(1)で示しました相切替入力以外の Logic 入力の動作を示します。

表 9-2 Logc 入力論理

端子名	Low Level	High Level
Sync	PWM 非同期	PWM 同期
B_SEL	ﾌﾞﾗﾝｸ時間：3.2 μs	ﾌﾞﾗﾝｸ時間：5.2 μs

(3)Logic 出力端子(Flag)

保護回路内蔵品には Flag 出力端子を用意しています。

下記表 9-3 にモニター出力論理を示します。

表 9-4 Flag 出力論理

端子名	Low Level	High Level
Flag	正常動作	保護回路動作

※保護回路が働いた時点で出力が OFF 状態となります。

保護回路を復帰するためには、一度 Logic 電源を再投入して下さい。

【ロジック入力端子に関しての注意】

ロジック系入力(INA,/INA,INB,/INB,Sync,B_SEL)端子には、ノイズ耐量向上のためにローパスフィルター(LPF)を設けています。
又、各入力端子構成は、CMOS 入力となっているためハイインピーダンスの状態にあります。
ご使用の際は、必ず「Low レベル」＆「High レベル」にてご使用願います。
マイコンからの信号がハイインピーダンスになることが想定されるされる場合は、プルダウン抵抗、又はプルアップ抵抗を取り付けて下さい。
特に出力の ON⇔OFF に関わる IN 端子がご使用中にハイインピーダンスになると出力が異常発振をおこす可能性があります。最悪の場合には MOSFET が破壊する可能性があります。

１０．回路構成（個別回路）

（1)制御用モノリシック IC（MIC）

・Logic Block

Logic 電源 V_{DD} を供給源とする回路ブロックで、主に入力信号に応じて各ブロックへ信号を伝播します。

・PWM Control

自励および他励の PWM 制御のメイン回路ブロックです。
内蔵発振器(OSC)にて PWM オフ時間(自励)や Min オフ時間(他励)、更にブランキング時間を決定しています。
詳細な動作は、11 項を参照して下さい。

・Synchro Contorl

本機能は自励 PWM 制御時のみに有効です。
モーターホールド時に発生することがある、異音を防止するチョッピング同期回路になります。Sync 端子を High レベルにすることで A 相と B 相のチョッピング OFF を同期させるタイミング信号を発生させます。
動作メカニズムは現行の SLA7070M シリーズと同一になりますので、チョッピング同期機能をモータ回転時に動作させた場合、モーター電流が正常に制御されずトルクの低下や振動の増加を招く場合があります。このため、回転時に本機能を使用することは推奨していません。

・Reg 回路

出力 MOS FET のゲートドライブ回路(Pre-Drive)やリニア回路の動作に必要な電源を生成する内部レギュレータになります。

・Protect 回路　（保護機能内蔵品のみ）

モーターコイルのショート／オープン保護回路となります。

保護はすべて検出抵抗 Rs に生じた電圧を検知することで働きます。

このため、OUT 端子や電流検出端子が Gnd にショートした際の過電流は検知できません。

又、オープン保護回路は PWM 動作においてのみに働きますので、モーター高速回転時の定電圧駆動時には働きません。

保護回路が働くと出力が Disable となり、復帰するためには Logic 電源を再投入する必要があります。詳細は、次項を参照ください。

・TSD 回路　（保護機能内蔵品のみ）

本回路は製品（制御 IC）の温度が上昇し、閾値以上の温度となった場合に出力を Disable にしてドライバを保護する回路になります。

復帰の際は、Protect 回路と同様に Logic 電源の再投入が必要です。

(2)出力 MOS FET チップ

電流定格(4 種類)の違いにより、それぞれ搭載する MOS FET チップが異なります。

仕様に関しては、表 4-3 を参照してください。

(3)検出抵抗

本シリーズ品にはモーター電流を検出するための抵抗を搭載しております。

電流定格の違いにより，搭載する抵抗値は異なります。

電流定格	検出抵抗値
1A	0.305Ω Typ
1.5A	0.305Ω Typ
2A	0.205Ω Typ
3A	0.155Ω Typ

※上記の各検出抵抗値は、内蔵しています抵抗単体の値に製品構成による抵抗値(約 5mΩ)が含まれております。

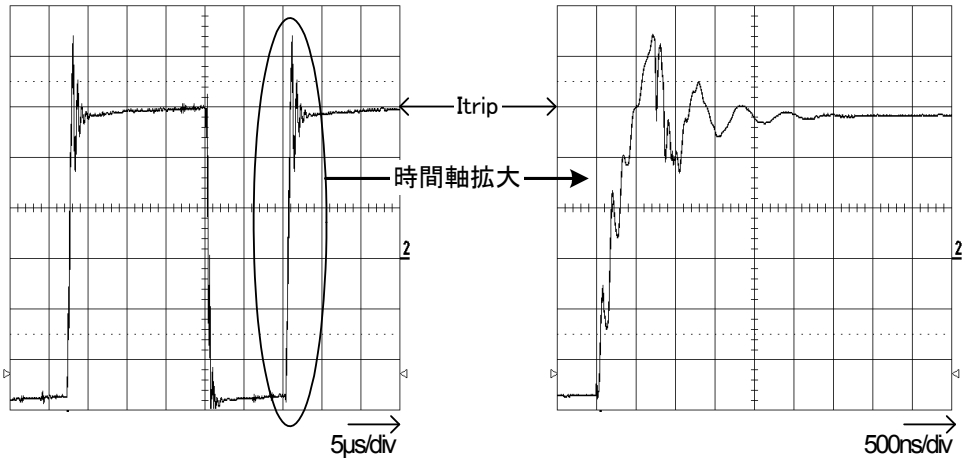
１１．機能説明

(1)PWM 制御に関して

①ブランキング期間について

実際にモーターを駆動させた際の Sense 端子に発生する動作波形の観測例を図 11-1 に示します。

図 11－1PWM チョッピング時 Sense 端子波形例



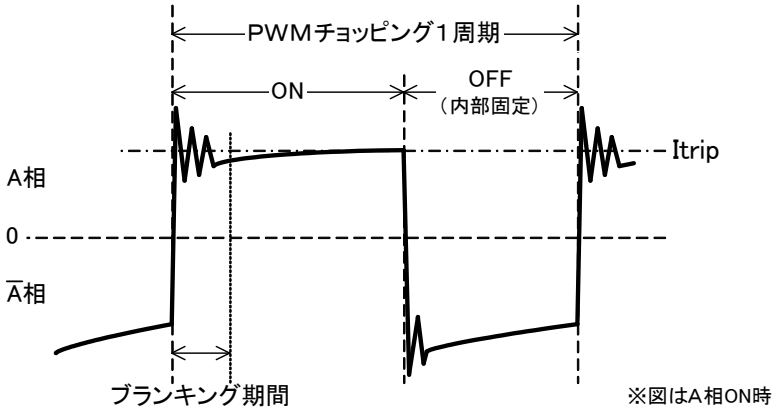
PWM がオン→オフの直後に数μs の期間、Sense 端子にはスパイク状のノイズ(リンギングノイズ)が発生することが確認できます。このリンギングノイズは「モーターコイルの線間容量」「モーター配線の引き回し」等により発生の仕方がさまざまです。

SLA7080M シリーズの電流制御は、検出電圧 V_{RS} と基準電圧 Vref をコンパレータで比較することで制御(PWM オン→オフ)しています。

このため、上記 PWM オンの直後に Sense 端子に発生するリンギングノイズが Vtirp を超えるような場合、コンパレータが反応し PWM オフしてしまいます(ハンチング)。

SLA7080M シリーズでは、PWM オンしてから一定期間はコンパレータからの電流検出信号を無視する「ブランキング期間」を設け、この現象を防止しています(図 11－2)。

図 11－2 PWM 制御時 SENSE 端子波形模式図

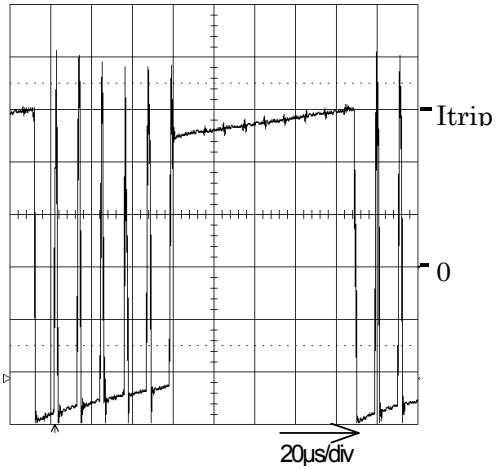


②ブランキング時間とハンチング現象について

ブランキング時間を短くする事で下限域の電流制御(追従)性を向上させる事が出来ますが、同時に同時にリンギングノイズに対する余裕度が減少します。
このため、SLA7080M シリーズにて実際にモータを駆動した場合、ハンチング現象が発生する場合があります（図 11－3 に発生時の波形例を示します)。

この対策として、SLA7080M シリーズではブランキング時間を選択できるようにしました。短いブランキング時間(3.2 μs)を選択した状態でハンチング現象が観測された場合には、長いブランキング時間(5.2 μs)を選択することにより、問題を改善できる場合があります。

図 11 - 3 ハンチング現象発生時の Sense 端子波形例



③ブランキング時間の違いに関して

ブランキング時間の違いに着目して特性を比較した場合、表 11－1 のようになります。ただし両者の比較は、モーター、モーター電源電圧や REF 入力電圧などといった駆動条件、回路定数が同じ場合を考えます（つまり、製品だけを変えて比較するという意味です)。

表 11－1 ブランキング時間の違いによる特性比較

比較項目	特性比較	
内部ブランキング設定時間	短	長
PWM 最小オン時間	小←―――	
対リンギングノイズ耐量	―――→大	
最小コイル電流	小←―――	

・ＰWM最小オン時間 $t_{on(min)}$：ブランキング時間

本製品の PWM 制御ではブランキング期間が設けてあるため、電流を絞るために ON 時間を短くしようとしても、このブランキング期間分だけは必ず ON となります。
ＰWM最小 ON 時間とは、このブランキング期間分だけ出力 ON となっている状態の時の、実際に出力 MOSFET が ON している時間を指します。
つまり、ブランキング時間の短い方が「小」となります。

・最小コイル電流

ＰWM最小オン時間状態で PWM 制御されている時のコイル電流を指します。
つまり、パワーダウン等の際にコイル電流を絞っていくとブランキング時間の短い方が電流値を絞ることが出来ます。

③PWM オフ期間について

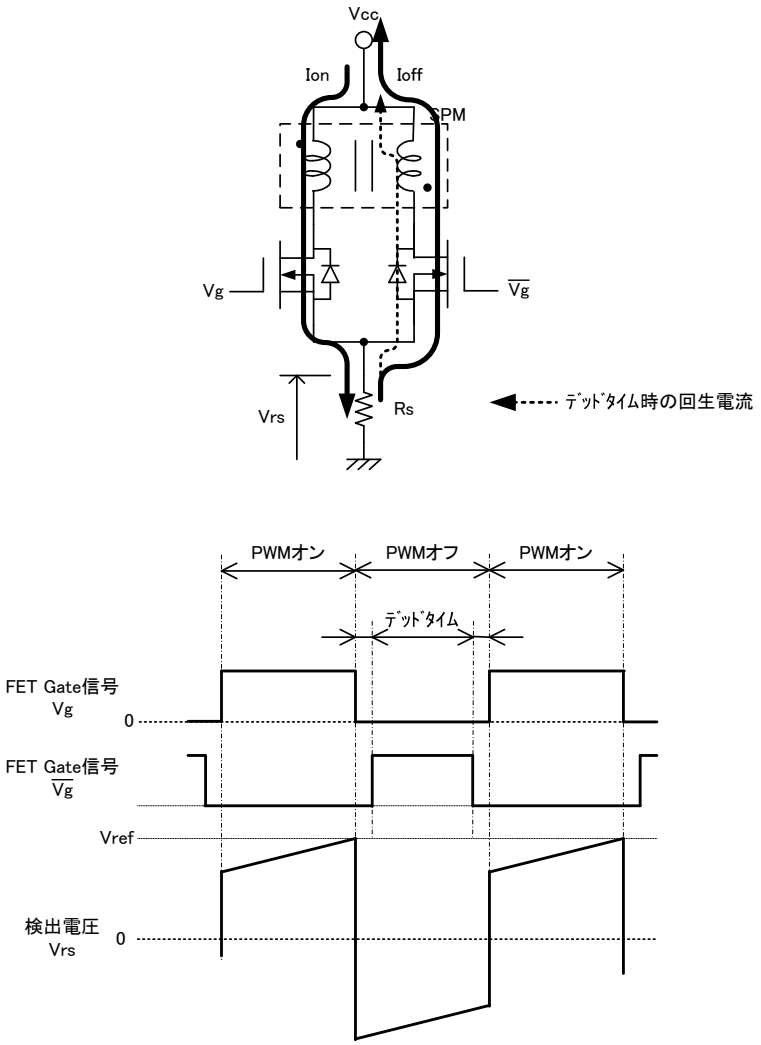
SLA7080M シリーズでは、SLA7070M シリーズと同様に PWM オフ時間に消費する損失を低減するための機能を内蔵しております。

この機能は、PWM オン時と同様に MOS FET をオン状態でモーターコイルに蓄えられた逆起電力を解消する方式となります(同期整流動作)。

図 11-4 に逆起電力回生方法について示します。

同期整流動作の切替りの際は MOSFET が同時に ON することを防止するためにデッドタイムデッドタイム(約 0.5μs)を設けています。デッドタイムの期間では、回生電流が FET のボディダイオードに流れます。

図 11-4 同期整流動作



(2)保護機能：保護機能内蔵品に該当します。

SLA7080M シリーズは SLA7070M シリーズと同様の「モーターコイルショート保護回路」と「モーターコイルオープン保護回路」が搭載されております。

以下に各保護回路の説明を示します。

①モーターコイルショート保護(負荷ショート)について

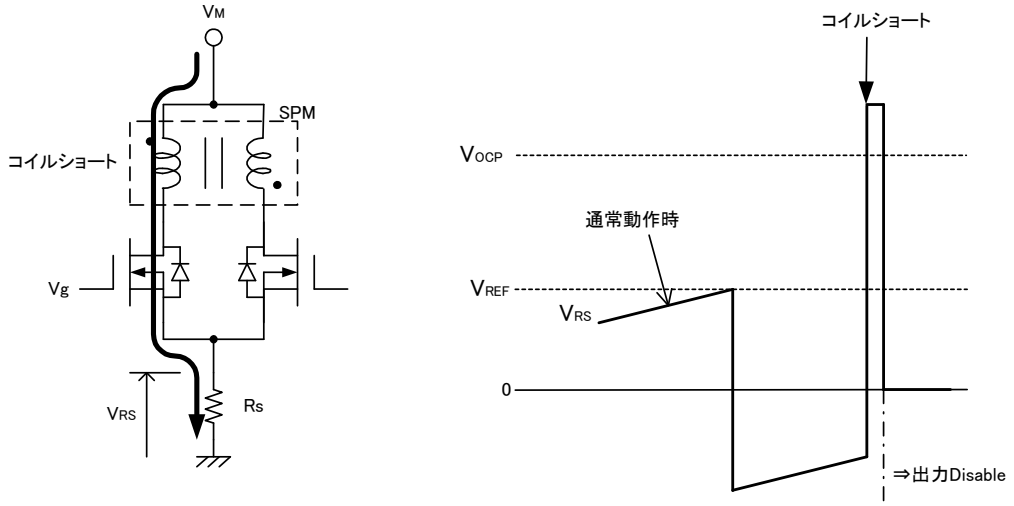
SLA7080M シリーズに内蔵したモーターコイル保護回路は、電流制御と同様に検出抵抗に発生する電圧 V_{RS} を検知することで動作します。

モーターコイルショート保護が動作する電圧 V_{OCP} は、約 0.7V に設定しております。

保護回路が働いた時点で出力が Disable の状態となります。

モーターコイルショート保護動作条件：V_{RS}＞V_{OCP}

図 11-6 モーターコイルショート保護回路動作



※検出抵抗を通らずに流れる過電流は検知できません。

※保護が働いた後に回路を復帰するには、V_{DD} を立ち上げ直す必要があります。

②モーターコイルオープン保護について*(特許取得済)*

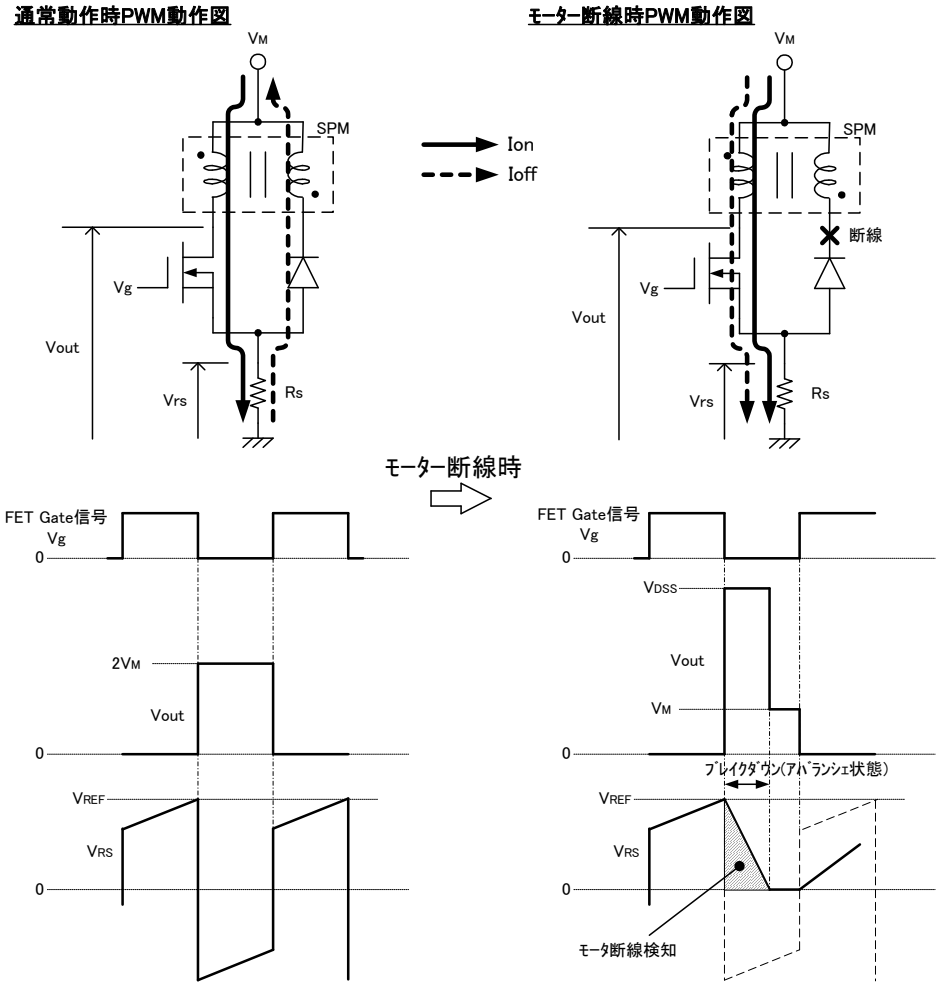
ユニポーラ駆動において動作時に 1 つの出力端子(モーターコイル)が断線することは、ドライバ破壊の原因になります。これは断線後に接続されている MOS FET が PWM オフ時に逆起電力により非常に高いエネルギが加わる「アバランシェ状態」となるためです。

「アバランシェ状態」とは、出力が MOS FET のドレイン - ソース間の耐圧に達した状態(ブレイクダウンした状態)でモーターコイルに蓄えられたエネルギを解消します。

SLA7080M シリーズでは、ある程度のアバランシェエネルギ耐量を持った MOS FET を使用していますが、アバランシェエネルギー耐量は温度に依存し高温になるにつれて低下します。

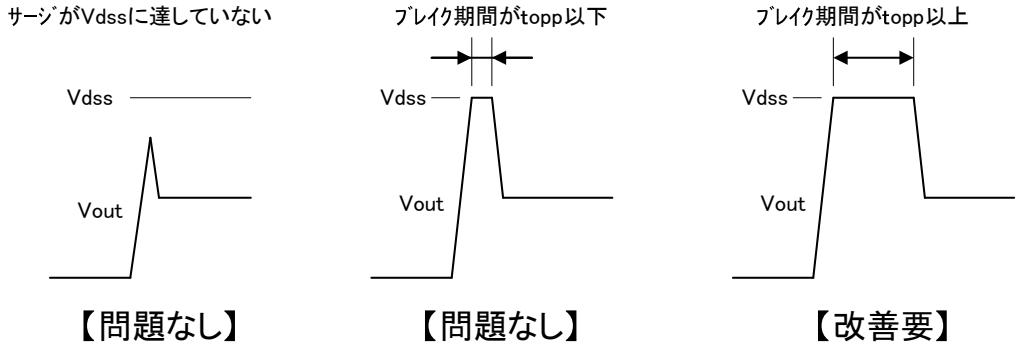
断線状態では PWM 動作を繰り返すたびに高いエネルギが加わるため MOS FET の温度は上昇し、「印加エネルギ＞耐量」となった時点でドライバが破壊します。
そこで、SLA7080M シリーズには、この「アバランシェ状態」を検知しドライバを保護する回路を搭載しました。以下にその動作を示します。
モーターコイルが断線すると上で説明しましたように PWM オフ期間中は接続している MOS FET が耐圧に達した状態で回生電流が流れます。このため通常動作時では検出電圧 V_{RS} が PWM オフ期間には負電位になりますが、モーターコイルが断線した状態では正電位が発生することになります。
つまり、PWM オフ期間に V_{RS} が正電位であることを検知することでモーターが断線していることを検知できます。
SLA7080M シリーズでは、検知誤動作を回避するためモーター断線の状態を連続して 3 回検知した時点で保護が働く様に設計されています。
図 11-7 に動作図を示します。

図 11-7 負荷オープン保護動作



※注意

PWM オフした後に発生するサージノイズにより出力のブレイクダウンが確認された場合、ブレイクダウン発生期間が負荷断線未検知時間(topp)を越えるような場合にモーター及び配線の引き回し等の見直をしてブレイクダウン時間を負荷断線未検知時間(topp)内で収まるように改善を行って下さい(セットバラツキの考慮も必要です)。
ブレイクダウンが確認されていない場合には動作に問題ありません。
また、改善方法の 1 つとして Out-Gnd 間にサージノイズ吸収用のコンデンサを取り付けることで正常動作となる場合が御座います。



③過熱保護について

製品温度が上昇し、Ttsd を超えたところで保護回路が働き全ての出力が Disable になります。

注意)本製品の内部構成はマルチチップ構成(制御用 IC×1，MOSFET×4，チップ抵抗×2)になっています。実際に温度を検知する場所は制御用 IC ですが、主な発熱源は MOS チップとチップ抵抗になるため距離があるため熱の伝達に遅れが生じます。このため、急激な温度変化には追従できないため設計段階でアブノーマル評価を行ってください。

１２．ご使用に際して

(1)モータ電流の定数設定（r1，r2，Rs）

SLA7080M シリーズにおけるモーター電流 Io の設定方法は、外付けの部品 r1，r2 と製品内蔵の検出抵抗 Rs の定数により決まります。以下に Io を求める計算式を示します。

$$Io = \frac{r2}{\underline{\underline{r1+r2}}} \times V_{DD} \div Rs \quad \cdots\cdots \text{式①}$$

なお、2 重下線の項は基準電圧 V_{REF} になります。

V_{REF} を 0.04V 以下に設定すると製品のバラツキや配線パターンのインピーダンス等の影響を受け電流精度が低下する可能性が高くなります。

(2)制御電流の下限値について

SLA7080M シリーズは、OFF 時間固定の自励式 PWM 電流制御方式を採用しています。固定されている PWM オフ時間内にモーターコイルに蓄えられたエネルギが解消してしまうとコイル電流は図 12-1 に示すような断続した電流として流れます。

つまり、PWM による平均電流が低下し、モータートルクも低下します。

このコイルに電流が断続的に流れ始める状態を制御電流の下限値と弊社では考えています。

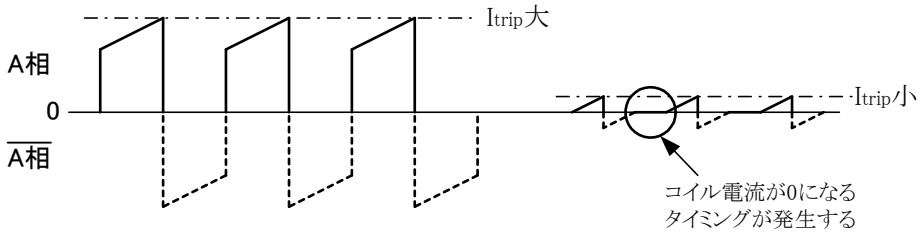
制御電流の下限値は、ご使用されるモーター等の条件により異なりますが、以下の式にて算出されます。

$$I_{O(min)} = \frac{V_M}{R}\left(\frac{1}{\exp\left(-t_{OFF}/t_C\right)} - 1\right) \qquad t_C = \frac{L_m}{R} \qquad R = R_m + R_{DS(on)} + R_S \quad \cdots\cdots\cdots \text{式③}$$

V_M	:	モーター電源電圧	R_m	:	モーター巻き線抵抗
$R_{DS(on)}$	:	MOS FET オン抵抗	L_m	:	モーター巻き線リアクタンス
t_{off}	:	PWM オフ時間	R_S	:	電流検出抵抗

制御電流値をこの下限値以下に設定しても製品が破壊することはありませんが、設定電流に対し制御電流が悪化します。

図 12-1 制御電流下限モデル波形



(3) アバランシェエネルギーの確認

SLA7080M シリーズのユニポーラ駆動方式は、出力の MOS FET の耐圧を越えるサージ電圧(リンギングノイズ)が製品に印加される場合があります。
本製品は、このサージ電圧を想定して十分なアバランシェ耐量を持つ MOS FET を使用しておりますので、通常はサージ電圧が発生しても問題なく使用いただけます。
但し、モーターのハーネスの引き回しが長い場合や定格電流および定格電圧付近で使用される場合は、弊社の想定を越えるアバランシェエネルギーが製品に印加されることがありますので実機評価において必ず製品に印加されているアバランシェエネルギーを確認してください。

アバランシェエネルギーの確認方法を以下にまとめます。
図 12-2 に観測ポイント，図 12-3 に波形図を示します。

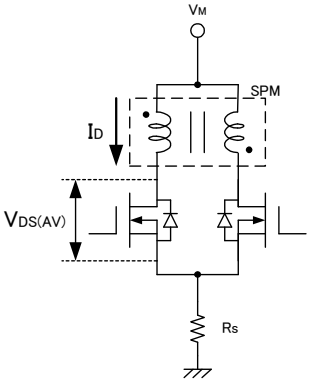


図 12-2 観測ポイント

【計算例】

図 12-3 の波形観測の結果より

$V_{DS(AV)}$=140V

I_D=1A

t=0.5μs

のデータが得られた場合、アバランシェエネルギーE_{AV}は下記より求められます。

$E_{AV} \fallingdotseq V_{DS(AV)} \times 1/2 \times I_D \times t$ ・・・・・式③

$= 140V \times 1/2 \times 1A \times 0.5 \times 10^{-6}$

$= 0.035$[mJ]

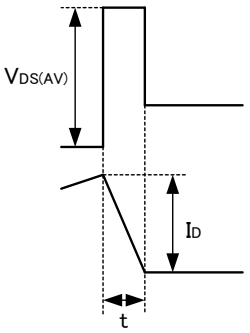
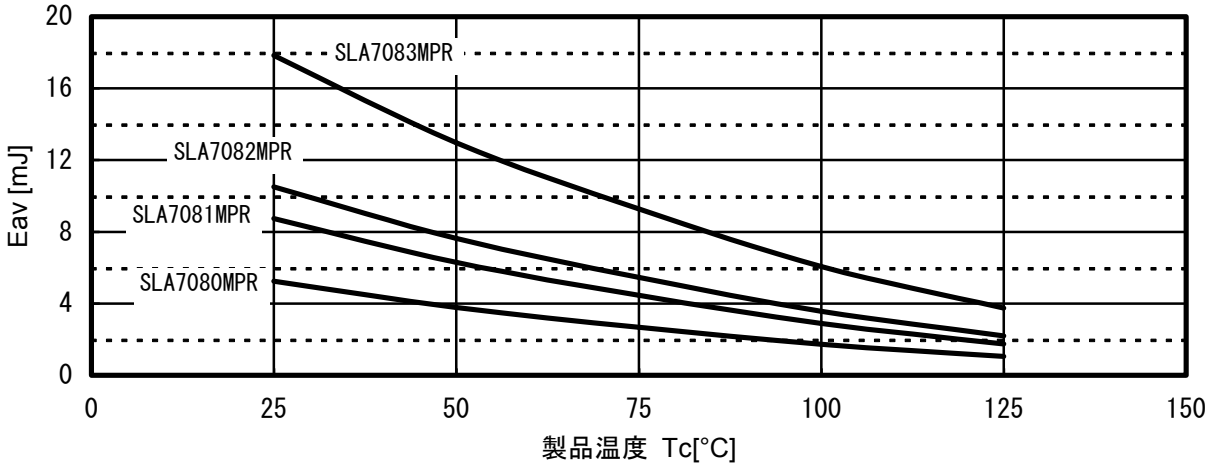


図 12-3 ブレイクダウン時波形図

例のように計算した EAV を、下記 Fig15-1 に示すグラフと比較し、MOS FET のアバランシェエネルギー耐量範囲内であるかを確認して安全性を判断します。

Fig12-1 SLA7080M シリーズ 繰返しアバランシェエネルギー耐量 E_{AV}



(4)電源（V_{BB}、V_{DD}）の ON/OFF シーケンスに関して

本製品は、主電源 V_{BB} とロジック電源 V_{DD} の ON/OFF の順序に制限はありません。

(5)モーター電源電圧（V_M）と主電源電圧（V_{BB}）について

本製品は図 7 - 1 および図 7 - 2 の内部ブロック図にあるとおり、制御用 IC（MIC）と出力段のパワーMOSFET とを組み合わせた構造をとっているため、モーター電源と主電源とは電気的に分離されております。したがいまして、モーター電源と主電源とで異なった電源（電圧）を使用して駆動することも可能です。
ただし、両電源は電源電圧範囲が異なりますのでご注意願います。

(6)内部ロジック回路に関して

ａ）チョッピング同期回路について

本製品はモーターホールド時に発生することがある、モーター異音を防止するためのチョッピング同期機能を搭載しています。
本機能は、Sync 端子をハイレベルに設定することで働きます。
しかしこの機能をモーター回転時に使用すると制御電流が安定せず、モータートルクの低下や振動の増加が起きる場合があるため、回転時に使用することはお勧めできません。

通常本機能を使用する場合、マイコン等より信号を入力して切り換えを行う方法が一般的ですが、ポートの制限等の問題により信号を入力できない場合には、次のような方法で本機能を使用することが出来ます。
図 12 - 4 に示した回路案は、クロック信号を利用した Sync 信号発生回路になります。
ハイレベルのクロック信号が入力されると回路中のコンデンサに充電され、Sync 信号はロウレベルになります。
クロック信号をロウレベルで停止させた場合、コンデンサが抵抗により放電され、Sync 信号がハイレベルとなり、同期モードへ移行します。

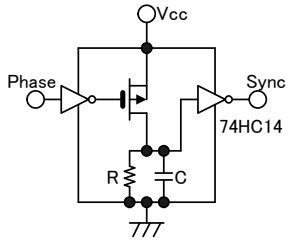


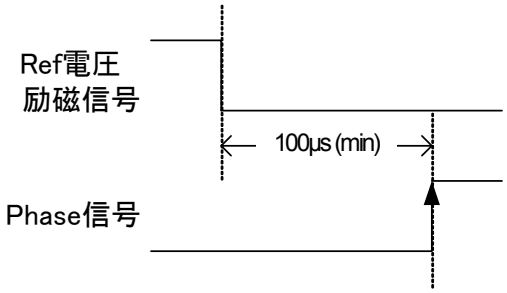
図 12 - 4 Phase 停止検知回路

なお、使用される最低クロック周波数により回路中の RC 時定数を決定して下さい。
また、クロック入力信号をハイレベルで停止させるシーケンスを検討される場合には、インバータ回路を 1 つ追加して下さい。

ｂ）出力 Disable(Sleep)回路について

本製品にて、モーターフリー状態（出力 Disable）に設定する場合、REF 端子を 2V 以上に設定することで実現できます。
動作の内容としては主電源系の回路が停止して回路電流を低減する Sleep モードになります。
なお、出力 Disable（Sleep）状態からモーターを回転させるモードに移行する場合、製品の立ち上がりだけではなく、モーター励磁電流の立ち上がり時間を考慮した上で、Disable 解除から Phase 入力までの時間を設定するようにしてください。
（下記、図 12 - 5 を参照願います。）

図 12 - 5 Disable 解除と Clock 入力のタイミング



c）ロジック系端子について

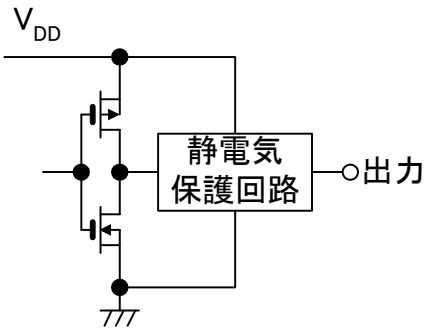
・入力端子（INA,/INA,INB,/INB,Sync, B_SEL）

使用しない端子（論理レベル固定）がある場合には、オープンとはせずに、V_{DD} または GND へ接続をしてください。
オープンで使用した場合、製品が予期せぬ動作をする可能性があります。

・出力端子（Flag 端子）

Flag 端子は、図 12 - 7 の等価回路に示すように、CMOS 出力となっています。
このため Flag 端子を使用しない場合は、必ずオープンとしてください。

図 12 - 7 Flag 端子内部等価回路



１３．熱設計資料

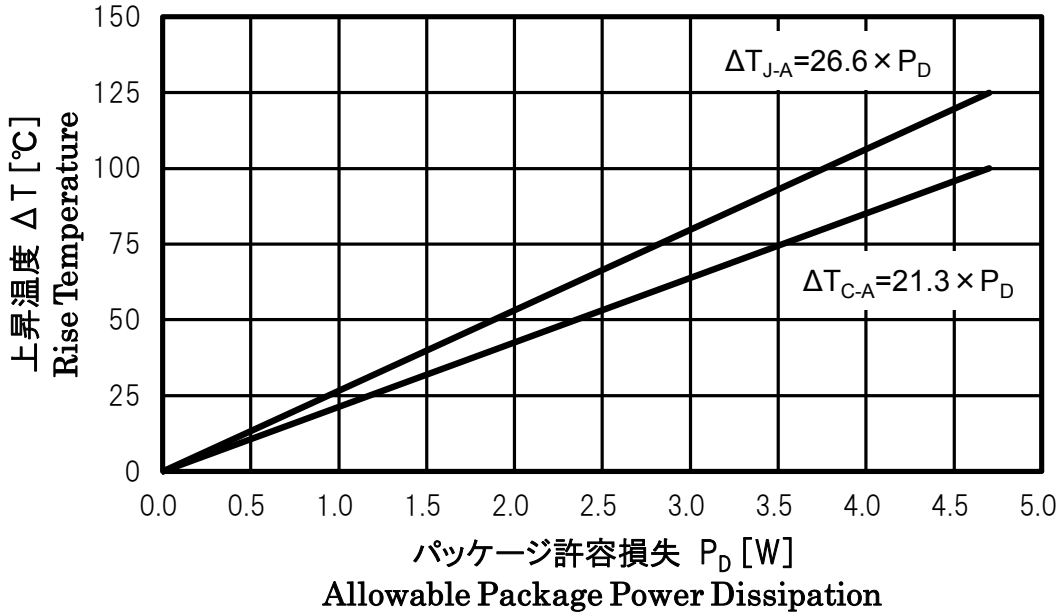
SLA7080M シリーズでの損失を正確に算出するには、モーターの実動作時の時定数や励磁モード、入力周波数及びそのシーケンス等、変動するパラメータが必要になり現実的ではありません。
そこで、まずワースト条件にて、近似計算にて算出します。
最小限のパラメータのみを抽出した損失の計算式は以下の通りです。

$$P = I^2 \times (R_{DS(on)} + Rs) \times 2 \qquad \text{(2 相励磁時)}$$

P	:	製品損失
I	:	動作電流≒Io
$R_{DS(on)}$	:	搭載 MOSFET のオン抵抗
Rs	:	搭載検出抵抗

上記にて算出した製品損失を元に、下記 Fig13 - 1 の温度上昇曲線を用いて製品のジャンクション温度を推定します。
この時、最悪条件（動作周囲温度の最大値）にて、シャンクション温度が 150℃を超えなければ問題はありませんが、最終判断は実動作における製品発熱を測定し、Fig13 - 1 より損失およびジャンクション温度を確認してください。

Fig13－1　製品温度上昇特性



製品に放熱板を付けて使用される場合、ΔTj-a を算出するパラメータの中で製品の熱抵抗 θj-a が変化します。

この値は、放熱板の熱抵抗を θFIN とすると

$$\theta_{j\text{-}a} \fallingdotseq \theta_{j\text{-}c} + \theta_{FIN} = (\theta_{j\text{-}a} - \theta_{c\text{-}a}) + \theta_{FIN}$$

となり、この式で算出した θj-a の値を代わりに使用して計算します。

また、実動作にて製品温度を測定しジャンクション温度を推定する場合は、次のように考えます。
まず、製品の 12Pin リード部の温度上昇を測定します(ΔT*c-a*)。
この温度上昇から前頁の温度上昇曲線グラフを見て、損失 P とジャンクション温度 Tj を推定します。
この際、製品の温度上昇 ΔTc-a とジャンクション上昇温度 ΔTj の関係は、
以下の計算式で近似できます。

$$\Delta T_j \fallingdotseq \Delta T_{c\text{-}a} + P \times \theta_{j\text{-}c}$$

になります。

☆注意事項

・本製品は、パワー素子（MOSFET）と制御 IC（MIC）および検出抵抗を分離したマルチチップ構成となっています。
このため、ジャンクション温度が保証値（150℃）を超えないよう十分な熱評価をお願いします。

・この熱設計資料は、実際に製品を動作させる前にどの程度まで使用できるかを検討するための資料です。
最終的には、実機にて製品発熱（12Pin の温度）を確認して判断して下さい。
製品発熱の最大推奨値は以下の様になります。

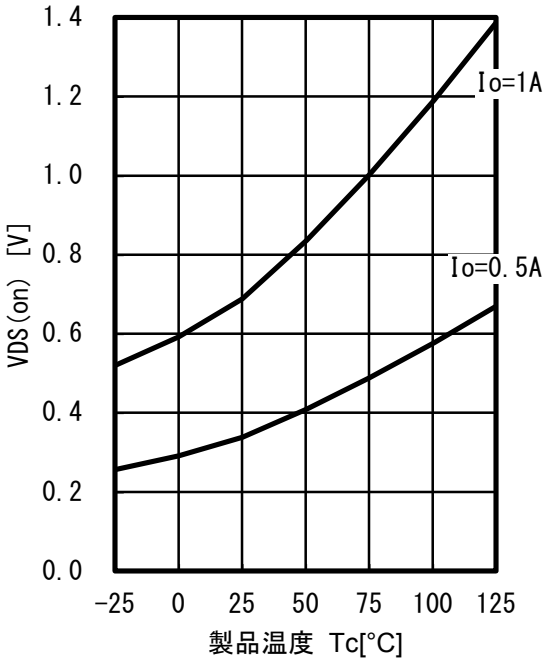
No Fin 時：90℃

Fin 接続時：80℃

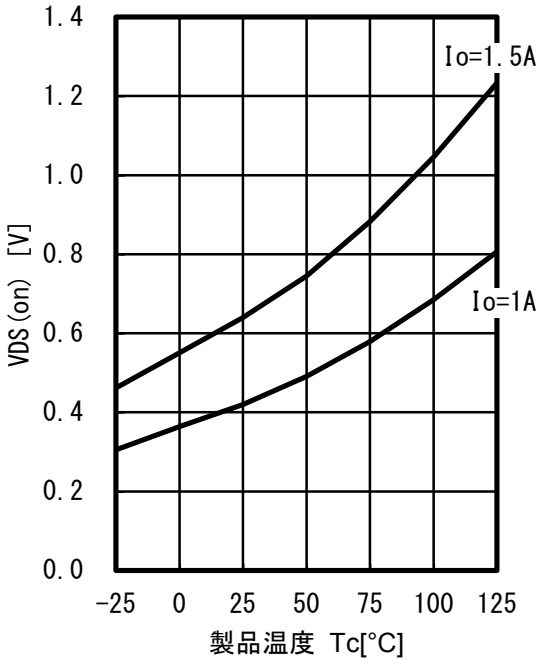
１４．代表特性例

(1)出力 MOS FET オン電圧 $V_{DS(on)}$特性

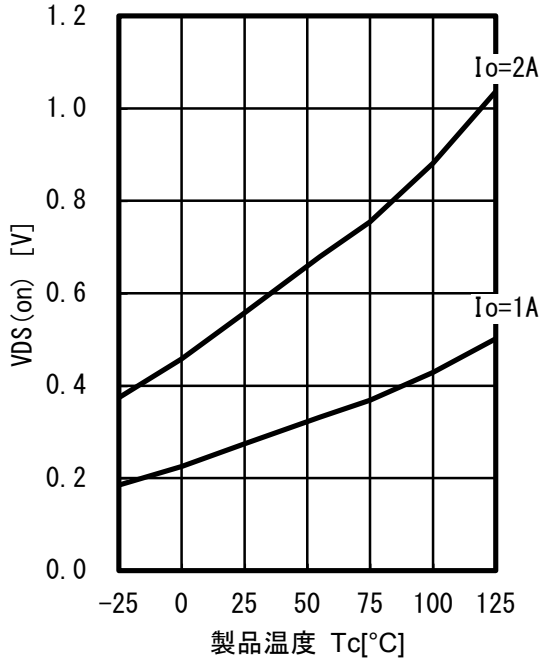
SLA7080MPR



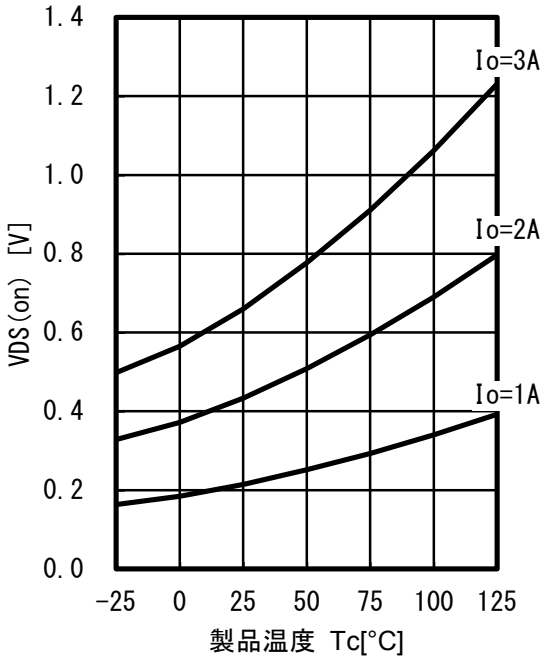
SLA7081MPR



SLA7082MPR

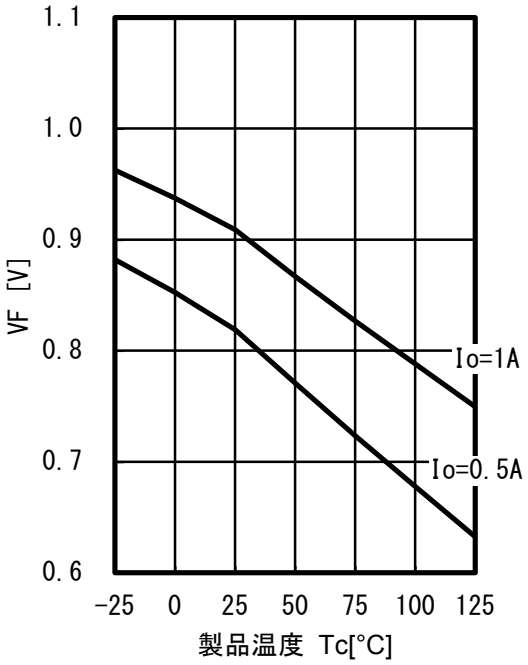


SLA7083MPR

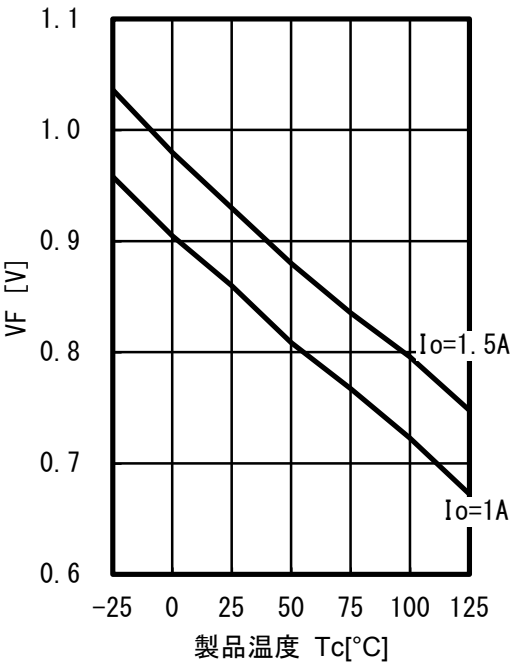


(2)出力 MOS FET ボディダイオード順方向電圧 V_F 特性

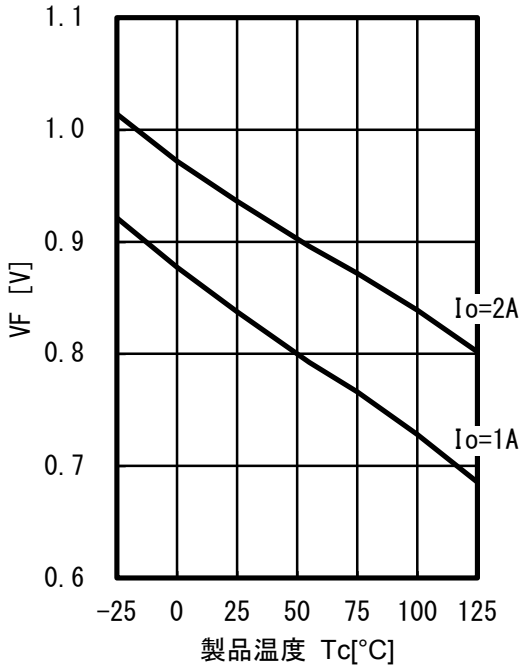
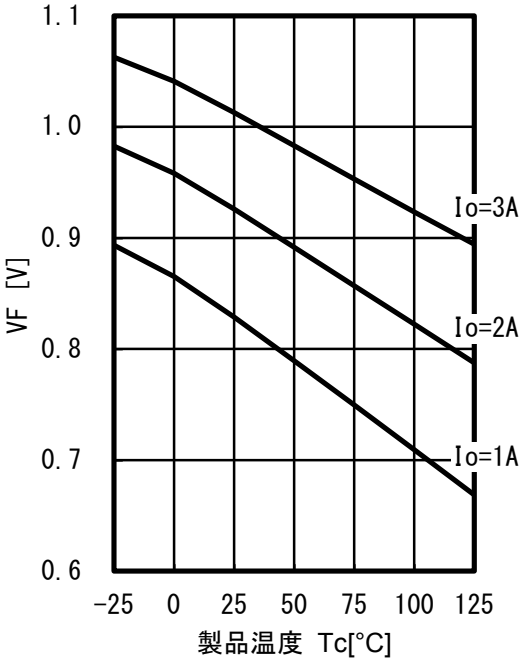
SLA7080MPR



SLA7081MPR



SLA7082MPR



SLA7083MPR