

2013 年 3 月

SLA7080M 系列 应用手册

Ver. 1.5

部门名称	MCD 事业部低压马达组
------	--------------

本手册汇总了 2 相步进电机单极驱动集成电路 SLA7080M 系列相关的信息。
本手册中所涉及的部分产品尚在研发中，有关内容并未最终确定。
关于最新信息，请咨询我公司相关部门。

(目录)

1. 前言	P.2
2. 特点	P.2
3. 关于产品名称和功能/特性的差异	P.3
4. 产品规格	P.3
5. 降额图	P.6
6. 外形图&标记形状	P.7
7. 内部方框图 &Pin 排列	P.8
8. 应用电路示例	P.9
9. 真值表	P.10
10. 电路构成 (个别电路)	P.11
11. 功能说明	P.13
12. 使用时	P.19
13. 热设计资料	P.23
14. 典型特性示例	P.25

1. 前言

衷心感谢大家长期以来对我公司 2 相步机电机、单极驱动用电机驱动器各系列产品的大力支持。此次，将首次发售“SLA7080M 系列”。

本手册汇总了“SLA7080M 系列”的相关信息。

2. 特点

- 主电源电压 $V_{BB}=46V(\text{max})$ ，实际规格：10V~44V
- 支持 Logic 电源电压 $V_{DD}=3V\sim 5.5V$
- 输出电流 $I_o(\text{max})$ ：备有 1A, 1.5A, 2A, 3A 共 4 个系列
- 支持 Phase 输入 (支持 Full step/Half Step)
- 内置检测电机电流的“检测电阻”
- 采用 ZIP 型 23pin 全塑封装 (SLA 封装)
- 自励 PWM 控制 (固定 OFF 时间)
- 搭载减少 PWM OFF 时损耗的电路 (同步整流电路)
- 搭载同步 PWM 功能，可避免电机在保持状态下发出噪声
- 搭载休眠功能，可降低待机时驱动器的消耗电流
- 备有检测电机线圈开路/短路以及过热的“保护电路内置品”
 - 同时提供去除保护功能的“保护电路非内置品”
- 可通过外部信号切换消隐时间 (Min 导通时间)
 - 3.2 μ s/5.2 μ s

3. 关于产品名称和功能/特性的差异

SLA7080M 系列的产品阵容如下所示。

表 3-1 SLA7080M 系列功能表

产品名称	功能 / 特性 差异点					
	内置检测电阻 “R”	内置保护功能* “P”	电流额定 (最大设定电流值)			
			1A	1.5A	2A	3A
SLA7080MR	○		○			
SLA7081MR	○			○		
SLA7082MR	○				○	
SLA7083MR	○					○
SLA7080MPR	○	○	○			
SLA7081MPR	○	○		○		
SLA7082MPR	○	○			○	
SLA7083MPR	○	○				○

※电机线圈开路/短路及过热检测

4. 产品规格

表 4-1 绝对最大额定规格 (Ta=25°C)

项 目	符号	规格值	单位	备注	
电机电源电压	V_M	46	V		
主电源电压	V_{BB}	46	V		
逻辑电源电压	V_{DD}	6	V		
输出电流	I_o	1.0	A	SLA7080MR SLA7080MPR	控制电流值
		1.5	A	SLA7081MR SLA7081MPR	
		2.0	A	SLA7082MR SLA7082MPR	
		3.0	A	SLA7083MR SLA7083MPR	
逻辑输入电压	V_{IN}	- 0.3 ~ $V_{DD}+0.3$	V		
REF 输入电压	V_{REF}	- 0.3 ~ $V_{DD}+0.3$	V		
允许损耗	P_D	4.7	W	No Fin	
结温	T_j	150	°C		
工作环境温度	T_a	- 20 ~ 85	°C		
保存温度	T_{stg}	- 30 ~ 150	°C		

表 4-2 推荐工作范围

项 目	符号	规格值		单位	备注
		Min	Max		
电机电源电压	V_M		44	V	
主电源电压	V_{BB}	10	44	V	
逻辑电源电压	V_{DD}	3.0	5.5	V	请将 V_{DD} 浪涌电压控制在 $\pm 0.5V$ 以下。
机壳温度	T_c		90	$^{\circ}C$	12pin 导线部温度 No Fin 时

表 4-3 电气特性 1

无特殊情况时，条件为 $T_a=25^{\circ}C$ ， $V_{BB}=24V$ ， $V_{DD}=5V$

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
主电源电流	I_{BB}			15	mA	工作时
	I_{BBS}			100	μA	休眠时
逻辑电源电流	I_{DD}			5	mA	
输出 MOS FET ON 电阻	R_{DS} (on)		0.7	0.85	Ω	$I_o=1A$ 品
			0.45	0.6	Ω	$I_o=1.5A$ 品
			0.25	0.4	Ω	$I_o=2A$ 品
			0.18	0.24	Ω	$I_o=3A$ 品
输出 MOS FET Di 正向电压	V_F		0.85	1.1	V	$I_o=1A$ 品
			1.0	1.25	V	$I_o=1.5A$ 品
			0.95	1.2	V	$I_o=2A$ 品
			0.95	2.1	V	$I_o=3A$ 品
输出 MOSFET 耐压	V_{DSS}	100			V	$V_{BB}=44V$ ， $I_D=1mA$
最大响应频率	f_{clk}	250			KHz	Clock Duty = 50% 时
逻辑输入电压	V_{IL}			$0.25V_{DD}$	V	
	V_{IH}	$0.75V_{DD}$			V	
逻辑输入电流	I_{IL}		± 1		μA	
	I_{IH}		± 1		μA	
REF 输入电压	V_{REF}	0.04		0.3	V	$I_o=1A$ 品
		0.04		0.45	V	$I_o=1.5A$ 品 & $3A$ 品
		0.04		0.4	V	$I_o=2A$ 品
	V_{REFS}	2.0		V_{DD}	V	Sleep ^{*1}
REF 输入电流	I_{REF}		± 10		μA	

*1 Sleep 的状态为 “ I_{BBS} ”、“输出：OFF”

表 4-3 电气特性 1 (续)

无特殊情况时, 条件为 $T_a=25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{BB}}=24\text{V}$, $V_{\text{DD}}=5\text{V}$

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
SENSE 检测电压	V_{SENSE}	V_{REF} - 0.03	V_{REF}	V_{REF} +0.03	V	
检测电阻 ^{※2}	R_s	0.296	0.305	0.314	Ω	$I_o=1\text{A}$ 品 & 1.5A 品
		0.199	0.205	0.211	Ω	$I_o=2\text{A}$ 品
		0.150	0.155	0.160	Ω	$I_o=3\text{A}$ 品
PWM 最小导通时间 (消隐时间)	$t_{\text{on(min)}}$		3.2		μs	B_SEL: Low
			5.2		μs	B_SEL: High
PWM 关闭时间	t_{off}		13		μs	
Sleep - Enable 恢复时间	tSE	100			μs	Sleep
开关时间	tcon		1.5		μs	Phase IN → Out ON
	tcoff		1.0		μs	Phase IN → Out OFF

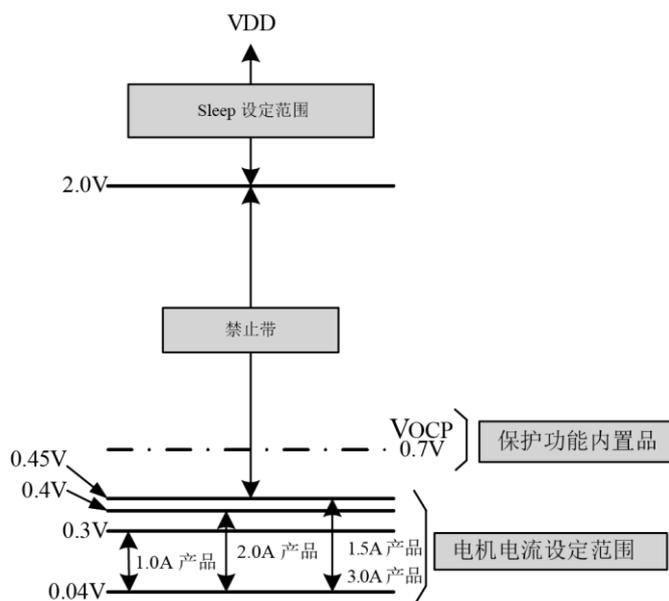
※2 上述各检测电阻值中, 内置的电阻单体的值中包含产品构成产生的电阻值 (约 $5\text{m}\Omega$)。

表 4-4 电气特性 2 (仅适用于保护功能内置品)

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
过电流检测电压	V_{OCP}	0.65	0.7	0.75	V	电机线圈短路时
过电流检测电流 $V_{\text{OCP}} \div R_s$	I_{OCP}		2.3		A	1A 品 & 1.5A 品
			3.5		A	2A 品
			4.5		A	3A 品
负载断线未检测时间	topp	1.5	2.0	2.5	μs	
过热保护温度	Ttsd		140		$^{\circ}\text{C}$	机壳内面 (饱和温度时)
Flag 输出电压	V_{FlagL}			1.25	V	$I_{\text{FlagL}}=1.25\text{mA}$
	V_{FlagH}	$V_{\text{DD}}-1.25$			V	$I_{\text{FlagH}}=-1.25\text{mA}$
Flag 输出电流	I_{FlagL}			1.25	mA	
	I_{FlagH}	-1.25			mA	

※在 $V_{\text{SENSE}} \geq V_{\text{OCP}}$ 的条件下, 保护电路工作。

※参考电压 V_{REF} 的设定范围图

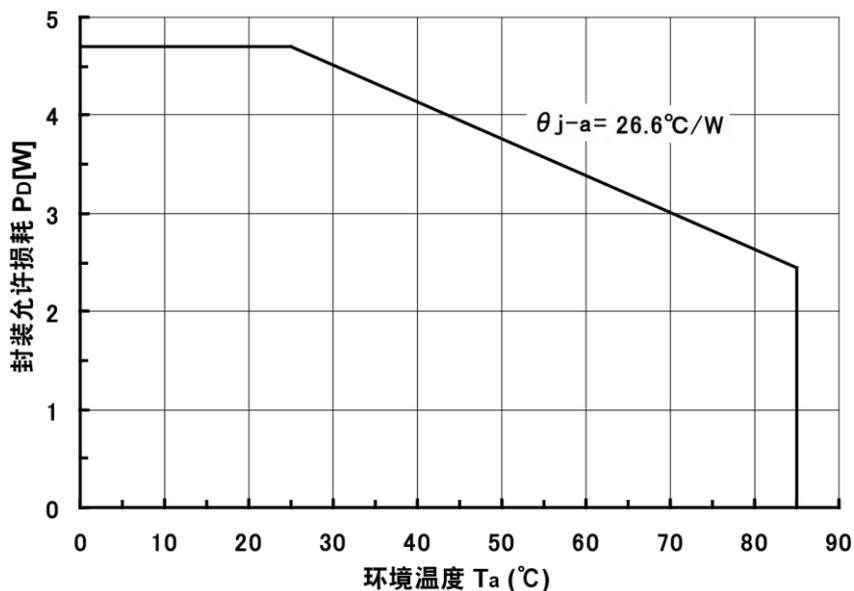


※ 电机电流的设定范围取决于内置的电阻值。

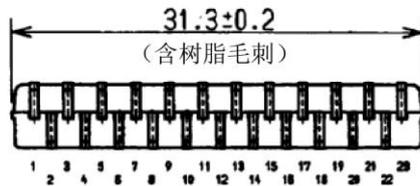
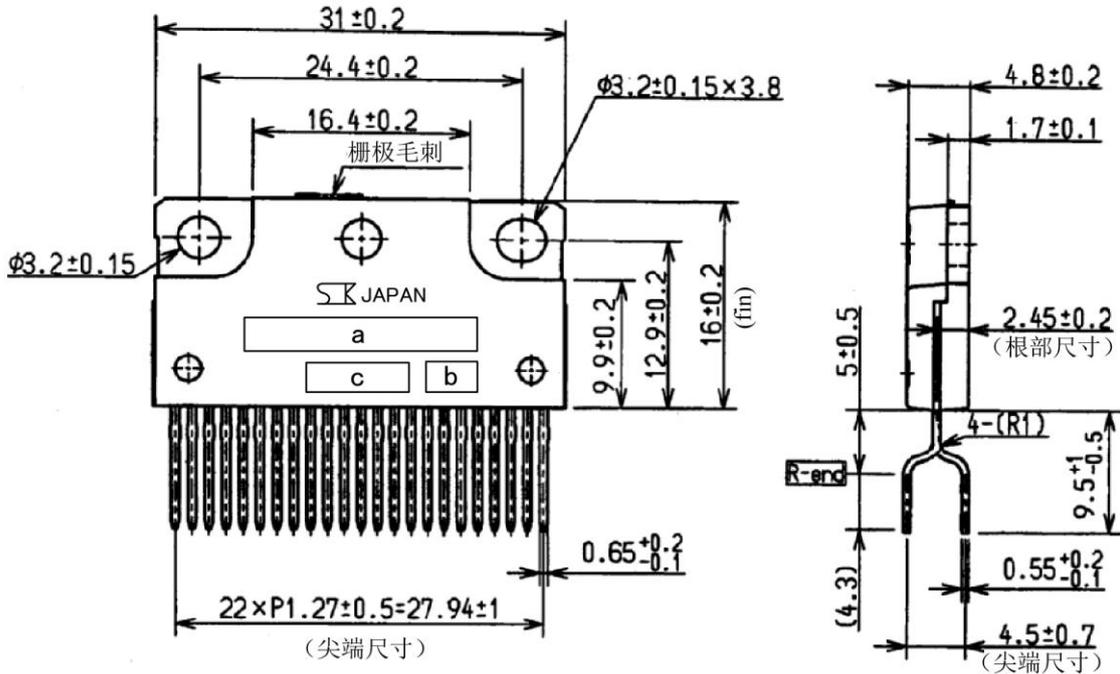
※ 关于 **保护功能内置品**，在切换“电机电流设定范围” \leftrightarrow “Sleep 设定范围”时敬请注意。由于禁止带中存在 V_{OCP} ，因此，如果切换时间慢了的话就 OCP 就会工作($V_{SENSE} > V_{OCP}$)。

5. 降额图

图 5-1 降额图



6. 外形图&标记形状



单位: mm

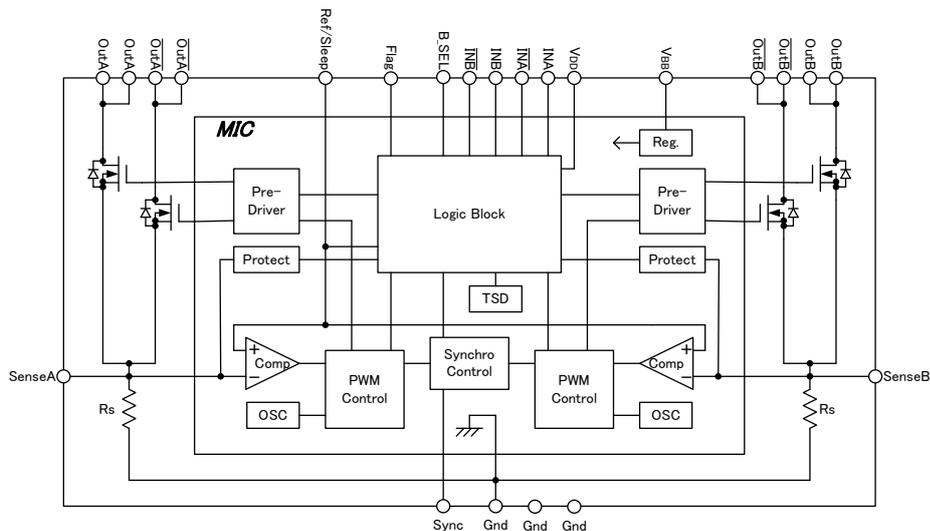
- | | |
|-----------|--------------|
| a. 品名标示 ① | SLA708xMR* |
| b. 品名标示 ② | P* |
| c. 批号 | |
| 第 1 个字符 | 公历年份末位数 |
| 第 2 个字符 | 月 |
| | 1~9 月: 阿拉伯数字 |
| | 10 月: O |
| | 11 月: N |
| | 12 月: D |
| 第 3、4 个字符 | 生产日期 |
| | 01~31: 阿拉伯数字 |

- 引脚材质: Cu
- 引脚处理: 镀镍+镀锡 (无铅)

※品名标示①的“x”根据电流额定表示为“0~3”的数字。
品名标示②的“P”仅在保护功能内置品上标注。
如未内置保护功能, 则无此标记。

7. 内部方框图&Pin 排列

图 7 - 1 SLA7080MPR 内部方框图

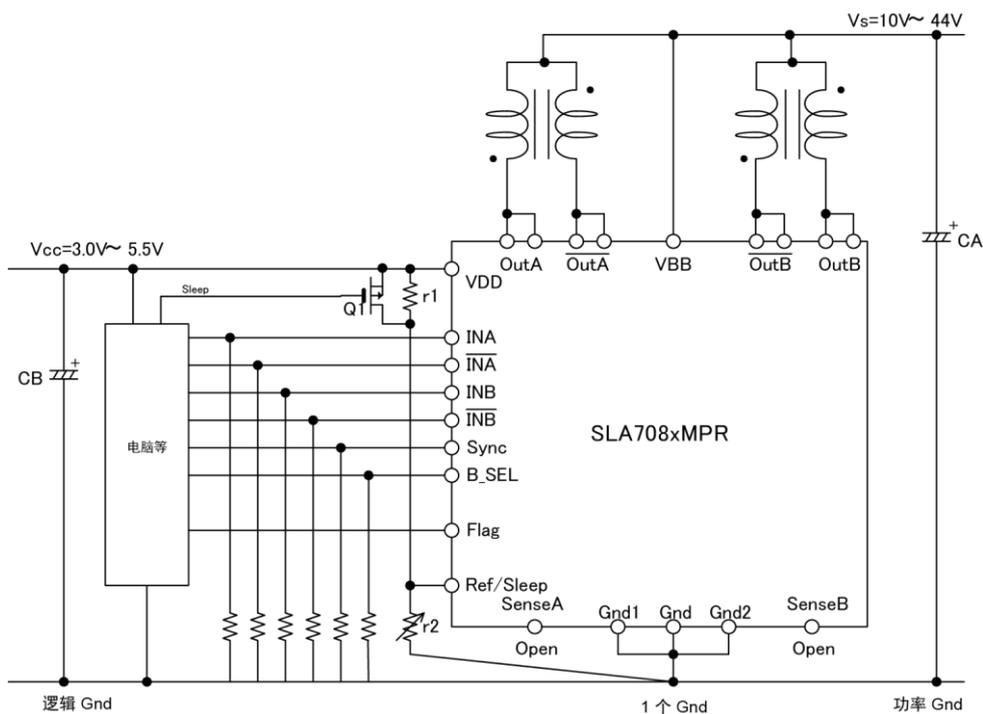


※保护电路 (Protect、TSD) 非内置品的 Flag 引脚用 N.C. 表示。

Pin 编号	符号	功能
1	Out A	A 相输出
2		
3	/Out A	/A 相输出
4		
5	Sense A	A 相电流检测
6	B_SEL	消隐时间切换输入
7	INA	A 相侧切换输入
8	/INA	
9	INB	B 相侧切换输入
10	/INB	
11	V _{BB}	主电源 (电机电源)
12	Gnd	产品 Gnd
13	Ref/Sleep	控制电流/Sleep 设定输入
14	V _{DD}	逻辑电源
15	Gnd1	Gnd1
16	Gnd2	Gnd2
17	Sync	PWM 同步/非同步切换输入
18	Flag [※]	保护电路监视器输出 ^{※1}
19	Sense B	B 相电流检测
20	/Out B	/B 相输出
21		
22	Out B	B 相输出
23		

※保护电路 (Protect) 非内置品的 Flag 引脚用 N.C. 表示。

8. 应用电路示例



参考常数

$$r1 = 10K\Omega$$

$$r2 = 1K\Omega \text{ (VR)}$$

$$r3 = 10K\Omega$$

$$CA = 100\mu\text{F}/50\text{V}$$

$$CB = 10\mu\text{F}/10\text{V}$$

$$C1 = 0.1\mu\text{F}$$

逻辑输入下拉电阻：1K Ω ~10K Ω

☆请特别注意 V_{DD} 线的噪声。

V_{DD} 线的噪音达到 0.5V 以上时，产品可能出现误动作，因此，Gnd 布线时，请千万注意。

从产品 Gnd (12pin) 部将 VDD 系 Gnd (S - Gnd) 和 VBB 系 Gnd (P - Gnd) 分开后有助于减少噪声。

☆ 对于不使用的逻辑输入引脚 (INA, /INA, INB, /INB, B_SEL, Sync)，请务必上拉/下拉到 V_{DD} 侧或 Gnd 侧。开路使用时，产品可能出现误动作或损坏。

☆不使用逻辑输出 (Flag) 引脚时，请务必设定为开路。

9. 真值表

(1) 相切换输入对输出

在 SLA7080M 系列中，相切换输入的逻辑如表 9-1 所示。

表 9-1 相切换输入逻辑

A 相侧

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 相侧

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 表示功率 MOSFET 漏极的状态（不包括 PWM 动作）。

(2) 逻辑输入引脚

表示除 (1) 中所示相切换输入以外的逻辑输入动作。

表 9-2 逻辑输入逻辑

引脚名	Low Level	High Level
Sync	PWM 非同步	PWM 同步
B_SEL	空闲时间: 3.2 μ s	空闲时间: 5.2 μ s

(3) 逻辑输出引脚 (Flag)

保护电路内置品配有 Flag 输出引脚。

以下表 9-3 表示监视器输出逻辑。

表 9-4 Flag 输出逻辑

引脚名	Low Level	High Level
Flag	正常工作	保护电路工作

※在保护电路工作时，输出变成 OFF 状态。

要恢复保护电路，请重新接通逻辑电源。

【有关逻辑输入引脚的注意事项】

为了提高噪声耐量，逻辑输入 (INA,/INA,INB,/INB,Sync,B_SEL) 引脚上设有低通滤波器 (LPF)。此外，由于各输入引脚构成为 CMOS 输入，所以会处于高阻抗状态。

使用时，请务必在“低电平”和“高电平”下使用。

如果来自电脑的信号预计出现高阻，请安装下拉电阻或上拉电阻。

特别是在使用与 ON \leftrightarrow OFF 相关的 IN 引脚时，如果出现高阻，可能引起输出的异常振荡。最坏的情况下可能损坏 MOSFET。

10. 电路构成 (个别电路)

(1)控制用单片集成电路 (MIC)

- Logic Block

以逻辑电源 V_{DD} 为供给源的电路区块，主要作用是根据输入信号向各区块传播信号。

- PWM Control

自励及他励 PWM 控制的主电路区块。

通过内置振荡器 (OSC) 决定 PWM 关闭时间 (自励)、Min 关闭时间 (他励) 以及消隐时间。详细动作请参见第 11 项。

- Synchro Control

本功能仅在自励 PWM 控制时有效。

避免发出噪音 (电机保持时会发生) 的斩波同步电路。通过将 Sync 引脚设定成 High 电平，产生可以使 A 相和 B 相的斩波 OFF 同步的定时信号。

动作机制与当前的 SLA7070M 系列相同，如果在电机旋转时启用同步斩波功能，可能会无法正常控制电机电流，导致转矩下降及振动增加。因此，不建议在旋转时使用本功能。

- Reg 电路

变为生成 MOS FET 的目标驱动电路 (Pre-Drive) 及线性电路工作所需电源的内部稳压器。

- Protect 电路（仅保护电路内置品）

构成电机线圈的短路/开路保护电路。

在检测到检测电阻 R_s 产生的电压后，所有的保护工作会启动。

因此，无法检测 OUT 引脚及电流检测引脚与 Gnd 短路时的过电流。

此外，开路保护电路仅在 PWM 动作时才工作，因此，电机高速旋转时的定电压驱动时不工作。

保护电路工作后，输出变成 Disable，如要恢复，则需要重新接通逻辑电源。详情请参考下一项。

- TSD 电路（仅保护电路内置品）

本电路是一种在产品（控制集成电路）的温度上升并达到阈值以上时禁止输出，来保护驱动器的电路。

恢复时，与 Protect 电路相同，需重新接通 Logic 电源。

(2) 输出 MOS FET 芯片

电流额定（4 种）不同，其搭载的 MOS FET 芯片也不同。

有关规格请参考表 4-3。

(3) 检测电阻

本系列产品搭载用于检测电机电流的电阻。

电流额定不同，所搭载的电阻值也不同。

额定电流	检测电阻值
1A	0.305Ω Typ
1.5A	0.305Ω Typ
2A	0.205Ω Typ
3A	0.155Ω Typ

※上述各检测电阻值中，内置的电阻单体的值中包含产品构成产生的电阻值（约 5mΩ）。

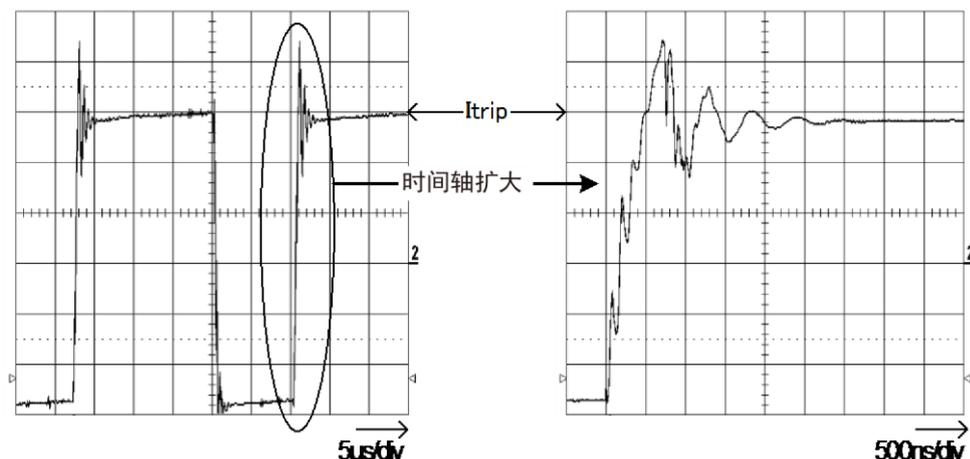
11. 功能说明

(1) 关于 PWM 控制

①关于消隐时间

图 11-1 表示实际驱动电机时，Sense 引脚发生的工作波形的观测示例。

图 11-1 PWM 斩波时 Sense 引脚波形示例



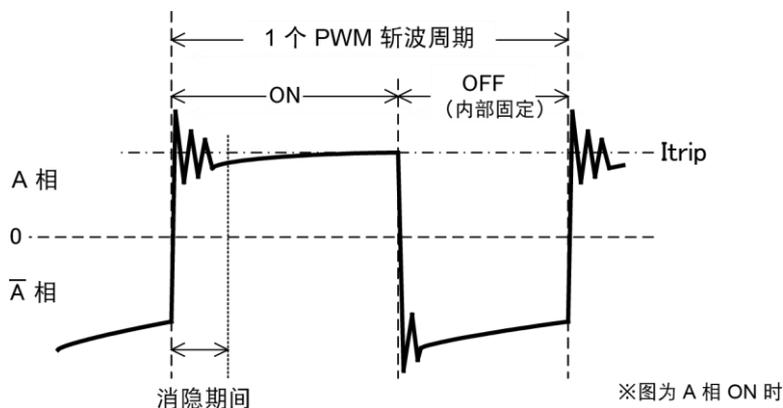
在 PWM 导通→关闭后的数 μs 期间，可以确认 Sense 引脚上会发生尖峰状噪声（振铃噪声）。该振铃噪声因“电机线圈的线间容量”、“电机配线的绕法”等不同，其发生的方式也不同。

SLA7080M 系列的电流控制是利用转换器对检测电压 V_{RS} 和参考电压 V_{ref} 进行比较来控制的 (PWM ON→OFF)。

因此，上述 PWM 导通后，Sense 引脚发生的振铃噪声超过 V_{trip} 时，转换器会做出反应，PWM 关闭（振荡）。

在 SLA7080M 系列中，设置了打开 PWM 以后在一定时间内可忽略信号的“消隐时间”，防止出现这种现象（图 11-2）。

图 11-2 PWM 控制时 SENSE 引脚波形模式图



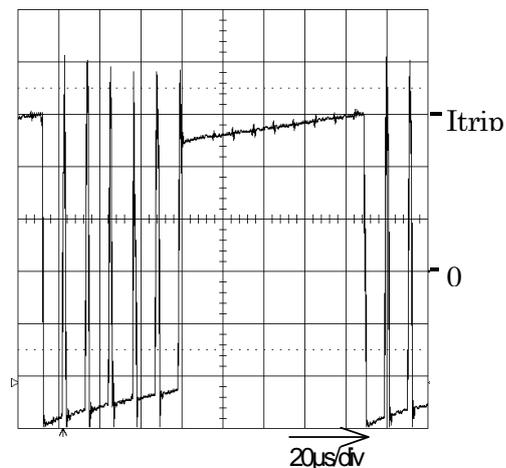
②关于消隐时间和振荡现象

通过缩短消隐时间，可以提高下限域电流的控制（跟踪）性，但同时会减弱抗振铃噪声的性能。因此，在 SLA7080M 系列中，实际驱动电机时，可能会发生振荡现象（发生时的波形示例如图 11-3 所示）。

为了防止振荡现象，SLA7080M 系列可以选择消隐时间。

如果在选择短的消隐时间（3.2 μ s）状态下观测到振荡现象，可选择长的消隐时间（5.2 μ s），以改善问题。

图 11-3 发生振荡现象时 Sense 引脚波形示例



③关于消隐时间的差异

关注消隐时间差异，对特性进行对比，则如表 11-1 所示。

两者对比的前提是电机、电机电源电压及 REF 输入等驱动条件、电路常数相同（即，对比时只更改产品，其它条件不变）。

表 11-1 消隐时间不同时的特性对比

对比项目	特性对比	
	短	长
PWM 最小导通时间	小 ← —————	
抗振铃噪声耐量	————— → 大	
最小线圈电流	小 ← —————	

• PWM 最小 ON 时间 $t_{on(min)}$: 消隐时间

本产品的 PWM 控制设计有消隐时间，因此，为了减小电流，即使缩短 ON 时间，在该消隐时间内也肯定会保持 ON。

所谓 PWM 最小 ON 时间，是指仅在该消隐时间内，输出为 ON 的状态下实际上输出 MOSFET 保持 ON 的时间。

即，消隐时间较短的一方为“小”。

• 最小线圈电流

PWM 最小 ON 时间状态下执行 PWM 控制时的线圈电流。

即，节电等时，如果减小线圈电流，则消隐时间较短的一方可减小电流值。

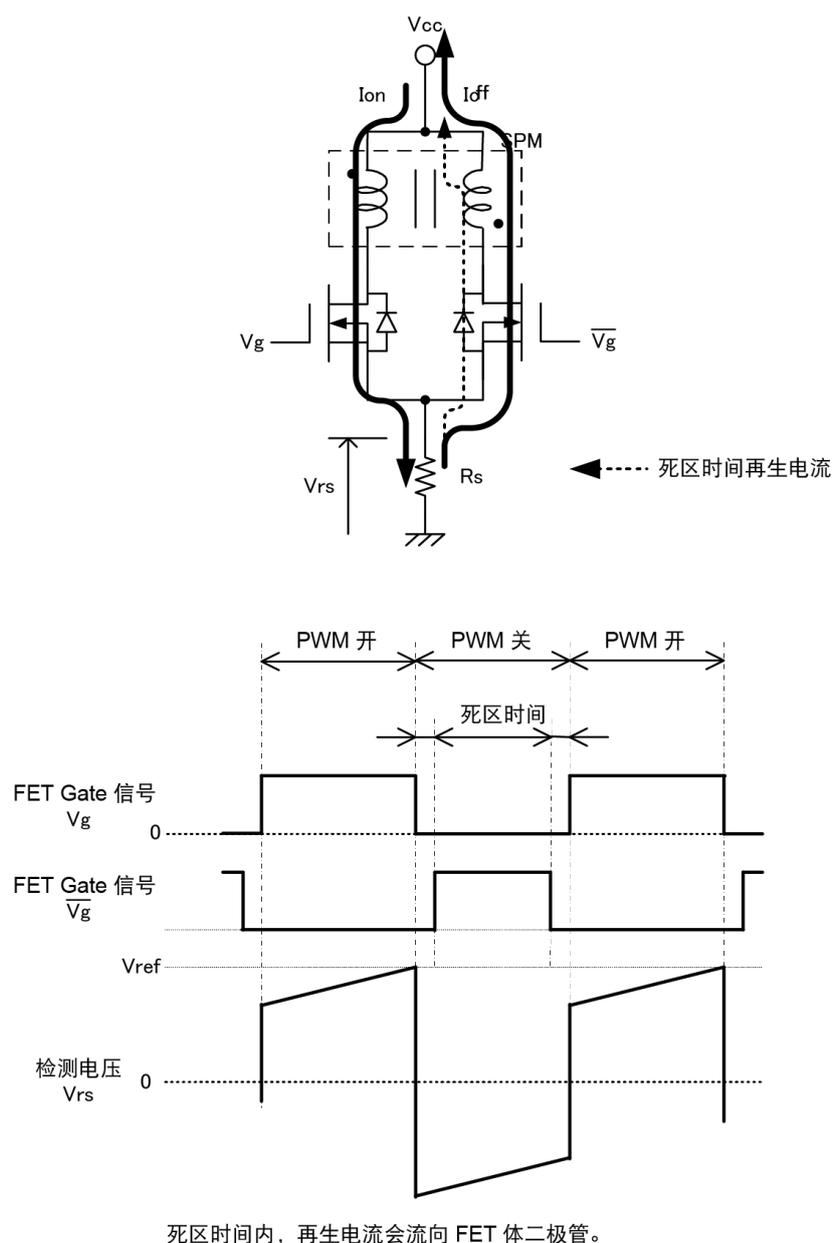
③关于 PWM 关闭期间

SLA7080M 系列与 SLA7070M 系列一样，内置有可降低 PWM 关闭时间内损耗的功能。该功能与 PWM 导通时相同，成为消除在导通 MOS FET 的状态下积蓄到电机线圈上反电动势的方式（同步整流动作）。

图 11-4 表示反电动势再生方法。

切换同步整流动作时，为避免 MOSFET 同时导通，设计有死区时间（约 $0.5\mu\text{s}$ ）。在死区时间内，再生电流会流向 FET 的体二极管。

图 11-4 同步整流动作



(2)保护功能：保护功能内置品适用。

SLA7080M 系列和 SLA7070M 系列一样搭载了“电机线圈短路保护电路”和“电机线圈开路保护电路”。

下面介绍各保护电路。

① 关于电机线圈短路保护（负载短路）

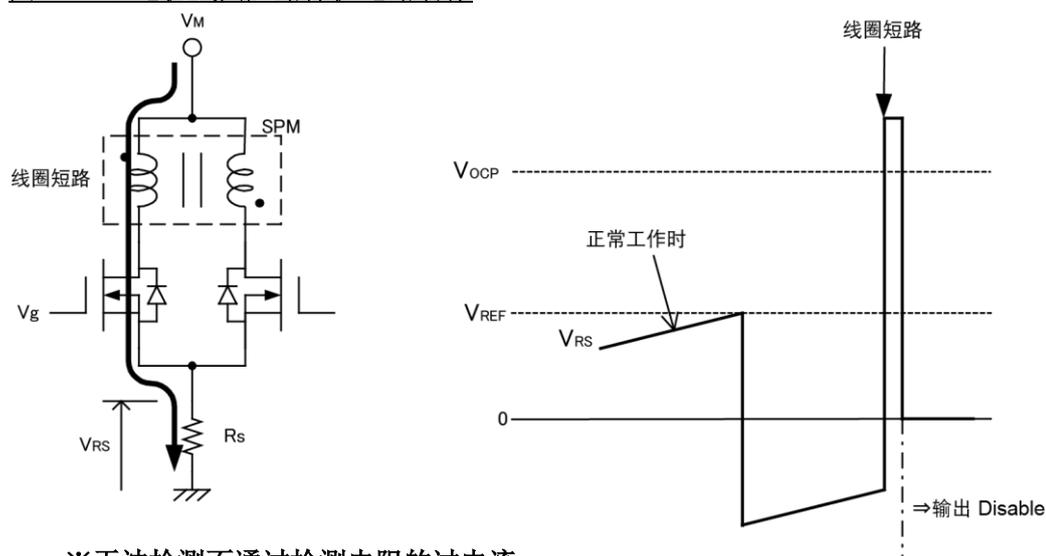
SLA7080M 系列中内置的电机线圈保护电路与电流控制一样，通过对检测电阻发生的电压 V_{RS} 进行检测来动作。

电机线圈短路保护工作时的电压 V_{OCP} 设定为约 0.7V。

保护电路工作时，输出变成 Disable 的状态。

电机线圈短路保护工作条件： $V_{RS} > V_{OCP}$

图 11-6 电机线圈短路保护电路动作



※无法检测不通过检测电阻的过电流。

※保护电路工作后，如要恢复电路，需重新启动 V_{DD} 。

②关于电机线圈开路保护(已取得专利)

单极驱动下，工作时如果一个输出引脚（电机线圈）断线，可能导致驱动器损坏。这是因为断线后连接的 MOS FET 在 PWM 关闭时，会因反电动势的作用进入外加非常强大能量的“雪崩状态”。

所谓“雪崩状态”，是指输出达到 MOS FET 的漏极 - 源极之间的耐压状态（击穿的状态）下，消除电机线圈中积蓄的能量。

虽然 SLA7080M 系列使用的是具有一定雪崩耐量的 MOS FET，但雪崩耐量取决于温度，随着温度升高，耐量会下降。

断线状态下，每重复一次 PWM 动作，都会施加较大的能量，使 MOS FET 的温度上升，当“外加能量 > 耐量”时，驱动器会损坏。

因此，在 SLA7080M 系列中，搭载了检测“雪崩状态”并保护驱动器的电路。以下表示其动作情况。

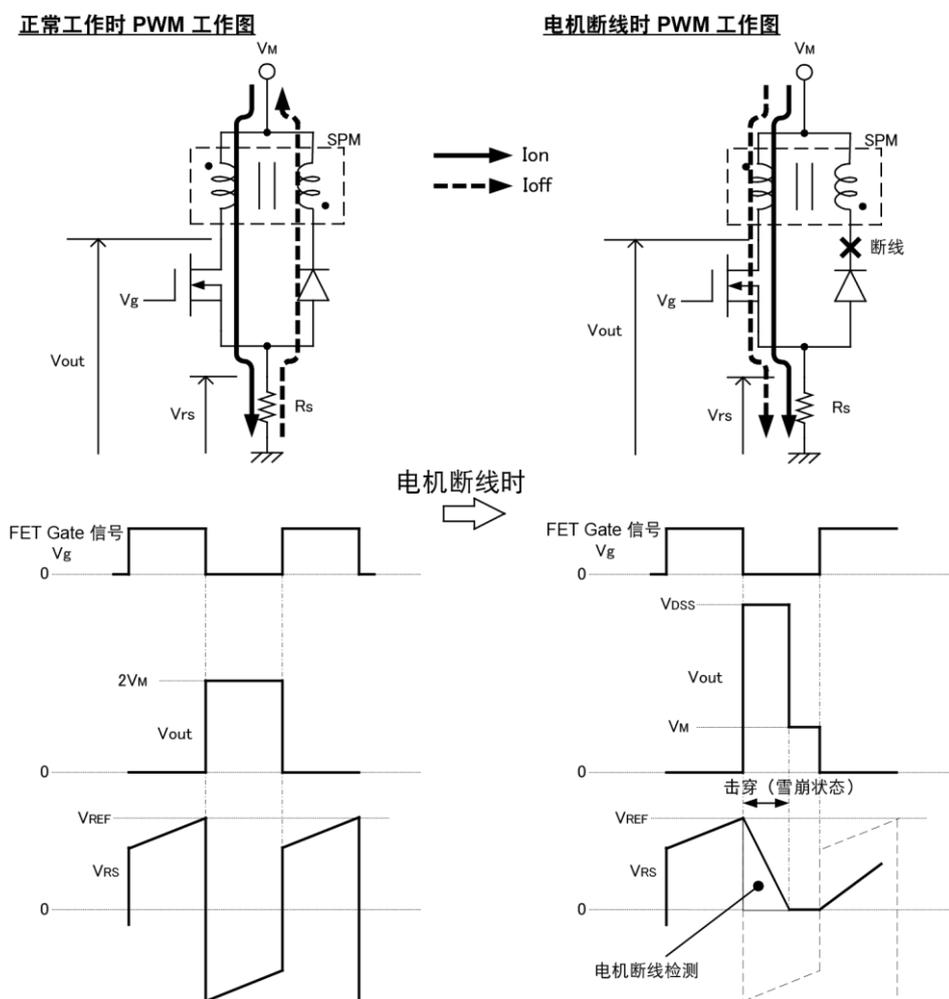
如果电机线圈断线，如上所述，在 PWM 关闭期间，当连接的 MOS FET 达到耐压的状态时，会出现再生电流。因此在通常工作时，检测电压 V_{RS} 在 PWM 关闭期间会变成负电位，但在电机线圈断线的状态下会发生正电位。

即，PWM 关闭期间，通过检测 V_{RS} 为正电位，就可以检测到电机已断线。

在 SLA7080M 系列中，为避免错误检测，在设计上要求在连续地检测到 3 次电机断线状态时保护电路工作。

图 11-7 表示工作图。

图 11-7 负载开路保护动作



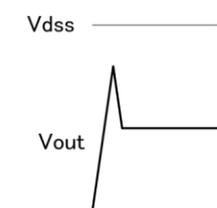
※注意

通过 PWM 关闭后发生的浪涌噪声确认输出击穿时, 击穿发生期间超过负载断线未检测时间 (t_{opp}) 时, 请检查电机以及布线等并加以改进, 以使击穿时间在负载断线未检测时间 (t_{opp}) 以内 (还需考虑设定偏差)。

未确认到击穿时, 不会影响动作。

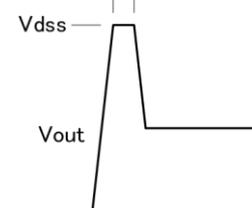
此外, 作为改进方法之一, 在 Out-Gnd 之间安装吸收浪涌噪声的电容后, 动作可能会变正常。

浪涌未达到 V_{dss}



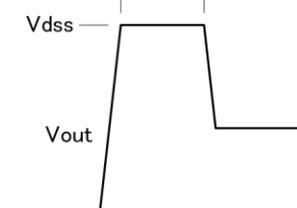
【没有问题】

击穿时间小于 t_{opp}



【没有问题】

击穿时间大于 t_{opp}



【需改善】

③ 关于过热保护

产品温度上升, 在超过 T_{tsd} 时, 保护电路工作, 所有输出变成 Disable。

注意)本产品的内部结构为多芯片构成 (控制用集成电路 $\times 1$, MOSFET $\times 4$, 芯片电阻 $\times 2$)。实际上检测温度的部位是控制用集成电路, 离主要的发热源 MOS 芯片和芯片电阻有一定的距离, 热传递会产生延迟。因此对于剧烈的温度变化无法追踪, 请在设计阶段进行反常 (abnormal) 评估。

12. 使用时

(1) 电机电流的常数设定 (r1, r2, Rs)

SLA7080M 系列电机电流 I_o 的设定方法由外围元件 r1, r2 和产品内置的检测电阻 R_s 的常数决定。下面是计算 I_o 的公式。

$$I_o = \frac{r2}{r1+r2} \times V_{DD} \div R_s \quad \dots \dots \dots \text{公式 ①}$$

双重下划线的项为参考电压 V_{REF} 。

将 V_{REF} 设定成 0.04V 以下，则会受到产品偏差及配线模式阻抗等的影响，电流精度下降的可能性会增加。

(2) 关于控制电流的下限值

SLA7080M 系列采用固定 OFF 时间的自励式 PWM 电流控制方式。

在固定的 PWM 关闭时间内，如果蓄积在电机线圈中的能量消失，线圈电流会出现图 12-1 所示的断续电流。

即，基于 PWM 的平均电流下降，电机转矩也下降。

我公司将电流断断续续开始流向该线圈的状态视为控制电流的下限值。

控制电流的下限值会因所使用的电机等条件而异，但一般可通过下面的公式计算。

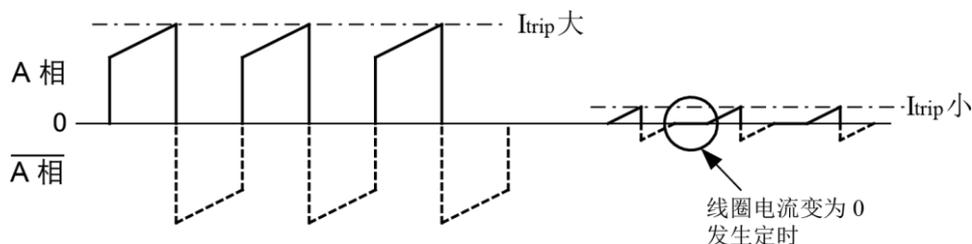
$$I_{O(\min)} = \frac{V_M}{R} \left(\frac{1}{\exp\left(-t_{OFF}/t_C\right)} - 1 \right) \quad t_C = \frac{L_m}{R} \quad \dots \dots \dots \text{公式 ③}$$

$$R = R_m + R_{DS(on)} + R_s$$

V_M	:	电机电源电压	R_m	:	电机线圈电阻
$R_{DS(on)}$:	MOS FET 导通电阻	L_m	:	电机线圈电感
t_{off}	:	PWM 关闭时间	R_s	:	电流检测电阻

即使控制电流值设定成低于该下限值，也不会使产品损坏，但相对于设定电流，控制电流会变化。

图 12-1 控制电流下限模型波形



(3) 雪崩能量确认

SLA7080M 系列的单极驱动方式中有时会发生超出输出 MOS FET 耐压的浪涌电压（振铃噪声）输入到产品的情况。

本产品假设该浪涌电压，使用具备足够雪崩耐量的 MOS FET，因此，通常情况下即使发生了浪涌电压也能够正常使用。

但如果在电机的线束较长或在接近额定电流及额定电压条件下使用时，有时施加到产品上的雪崩能量会大于我公司假设，因此实机评估时，请务必确认施加到产品上的雪崩能量。

雪崩能量的确认方法总结如下。

图 12-2 表示观测点，图 12-3 表示波形图。

【计算示例】

根据图 12-3 的波形观测结果若得到如下数据

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

$$I_D=1A$$

$$t=0.5\mu s$$

则雪崩能量 E_{AV} 可通过下面的公式计算。

$$E_{AV} \approx V_{DS(AV)} \times 1/2 \times I_D \times t \dots \dots \text{公式③}$$

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

$$= 0.035[mJ]$$

像示例那样，将计算出的 E_{AV} 与以下 Fig15-1 所示的曲线进行比较，确认是否在 MOS FET 的雪崩能量耐量范围内，判断其安全性。

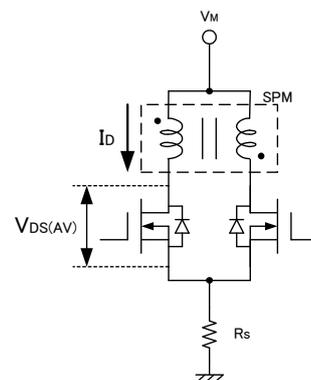


图 12-2 观测点

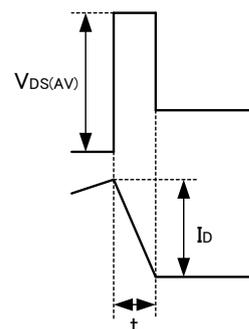
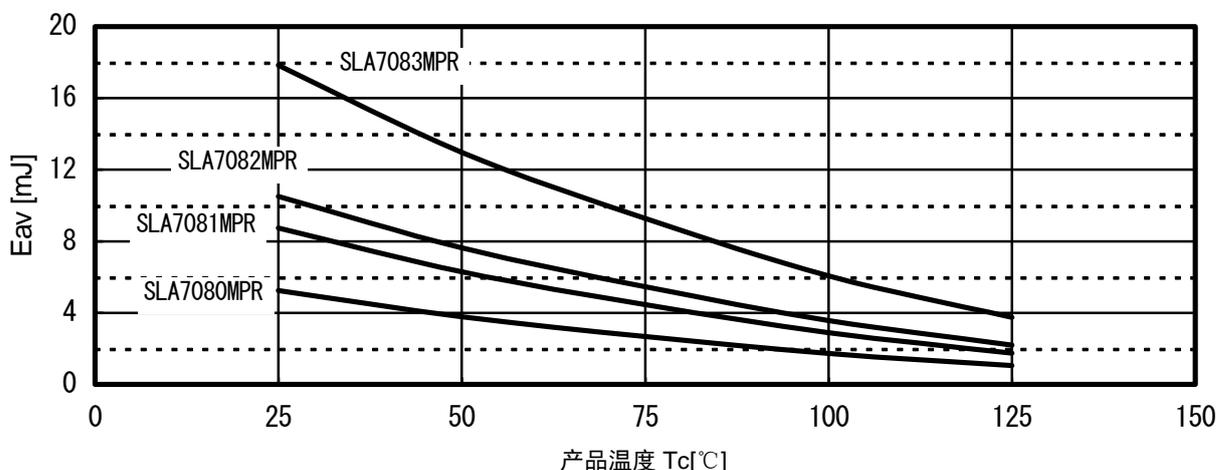


图 12-3 击穿时波形图

Fig12-1 SLA7080M 系列 重复性雪崩耐量 E_{AV}



(4) 关于电源 (V_{BB} 、 V_{DD}) 的 ON/OFF 时序

本产品主电源 V_{BB} 和逻辑电源 V_{DD} 的 ON/OFF 顺序没有限制。

(5) 关于电机电源电压 (V_M) 和主电源电压 (V_{BB})

本产品如图 7-1 及图 7-2 的内部方框图所示, 采用由控制用集成电路 (MIC) 和输出段的功率 MOSFET 组合而成的结构, 因此, 电机电源和主电源为两者分开的电气性沿动作种类。即使电机电源和主电源使用不同的电源 (电压), 也能够进行驱动。

但是两个电源的电源电压范围不同, 敬请注意。

(6) 关于内部逻辑电路

a) 关于斩波同步电路

本产品搭载有可在电机保持时避免发生电机噪音的斩波同步功能。

本功能将在 Sync 引脚设定为高电平时工作。

但是, 如果在电机旋转时使用本功能, 则控制电流会不稳定, 可能出现电机转矩下降及振动增加, 因此, 不建议在旋转时使用。

通常情况下, 使用本功能时, 通过电脑等输入信号, 再进行切换, 但受端口限制等因素, 无法输入信号时, 可通过以下方法来使用本功能。

图 12-4 所示的电路介绍是利用时钟信号的 Sync 信号发生电路。

输入高电平的时钟信号后, 电路中的电容会充电, Sync 信号变成低电平。

在低电平下停止时钟信号后, 电容器会通过电阻放电, Sync 信号变成高电平, 进入同步模式。

另外, 请根据使用的最低时钟频率来决定电路中的 RC 时间常数。

此外, 在研究通过高电平来停止时钟输入信号的时序时, 请追加 1 个转换器电路。

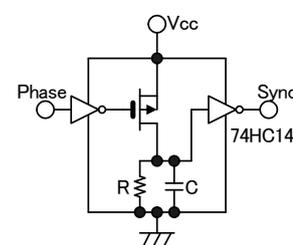


图 12-4 Phase 停止检测电路

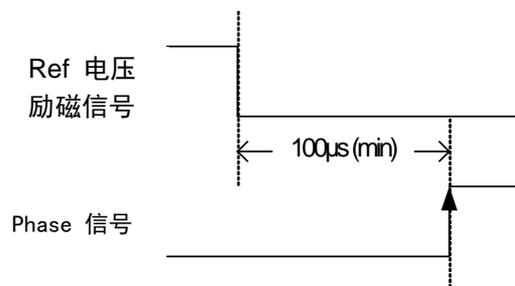
b) 关于输出 Disable(Sleep) 电路

用本产品设定成电机自由状态 (输出 Disable) 时, 可将 REF 引脚设定成 2V 以上来实现。动作为进入 Sleep 模式, 即主电源电路停止以降低电路电流。

而且, 从输出 Disable (Sleep1) 状态进入旋转电机的模式时, 请不仅仅考虑产品的上升沿, 还要考虑电机励磁电流的上升时间, 再设定 Disable 解除到 Phase 输入的时间。

(请参考下图 12-5。)

图 12-5 Disable 解除和 Clock 输入的定时



c) 关于逻辑引脚

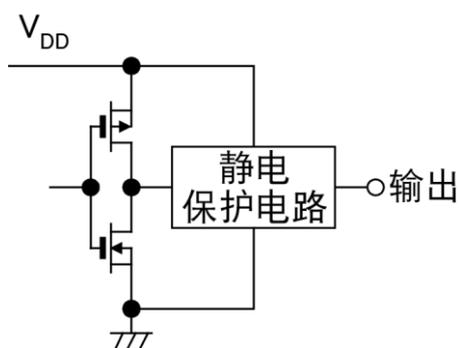
• 输入引脚 (INA, /INA, INB, /INB, Sync, B_SEL)

存在不使用的引脚（逻辑电平固定）时，请不要保持开路，应连接到 V_{DD} 或 GND。
在开路状态下使用时，产品可能出现意外动作。

• 输出引脚 (Flag 引脚)

如图 12 - 7 中的等效电路所示，Flag 引脚为 CMOS 输出。
不使用 Flag 引脚时，请务必保持开路。

图 12 - 7 Flag 引脚内部等效电路



13. 热设计资料

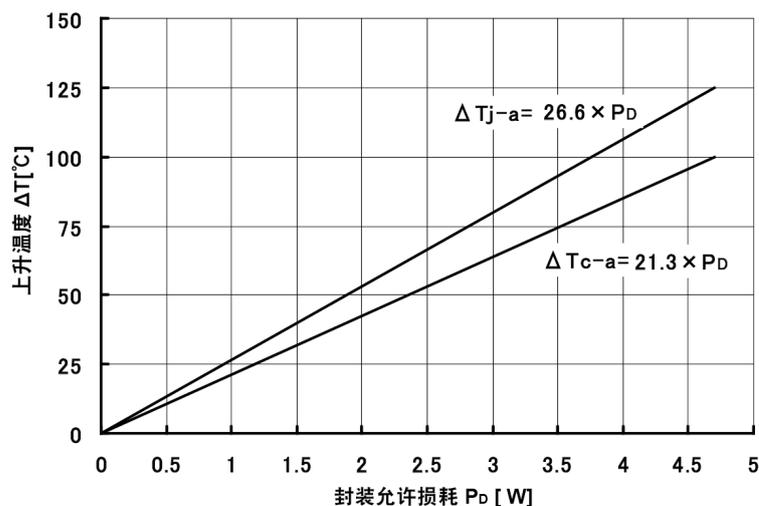
如要准确地计算 SLA7080M 系列的损失，则需要电机实际工作时的时间常数、励磁模式、输入频率及其时序等变化的参数，不具有现实性。
请首先按最差条件、近似计算进行计算。
只提取最少参数的损耗计算公式如下所示。

$$P = I^2 \times (R_{DS(on)} + R_s) \times 2 \quad (2 \text{ 相励磁时})$$

- P : 产品损耗
I : 工作电流 $\approx I_o$
 $R_{DS(on)}$: 搭载的 MOSFET 的导通电阻
 R_s : 搭载检测电阻

根据前面计算得出的产品损耗，使用以下 Fig13 - 1 的温度上升曲线，推定产品的结温。
在最差条件（工作环境温度的最大值）下，如果结温没有超过 150°C ，则没有问题，但最终判断会测定实际工作中的产品发热情况，根据 Fig13 - 1，确认损耗及结温。

Fig13-1 产品温度上升特性



在产品上安装散热板后使用时，在计算 ΔT_j 的参数中，产品的热电阻 θ_{j-a} 会发生变化。如果散热板的热电阻为 θ_{FIN} ，则该值为

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

使用该公式计算出的 θ_{j-a} 的值进行计算。

通过实际动作来测量产品温度，推定结温时，思路如下。
首先测量产品的 12Pin 导线部的温度上升情况 (ΔT_{c-a})。
根据该温度上升，查看上一页的温度上升曲线图，推定损耗 P 和结温 T_j 。
此时产品的温度上升 ΔT_{c-a} 和结合点上升温度 ΔT_j 的关系可通过下面的公式进行近似计算。

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

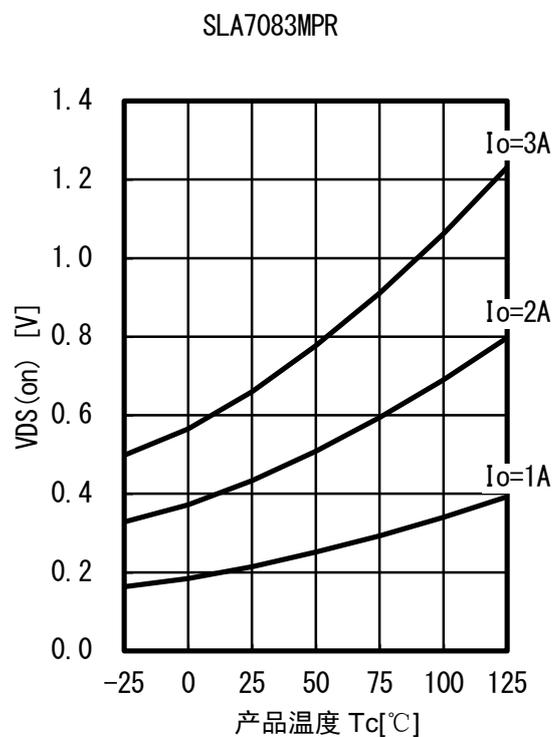
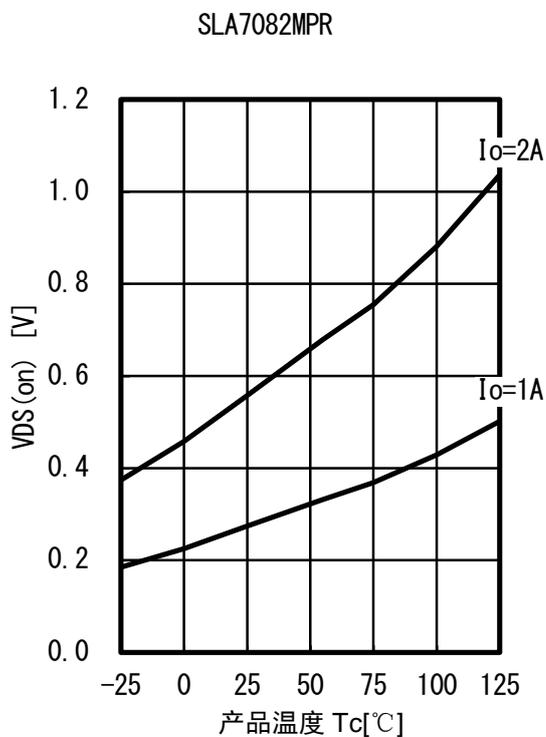
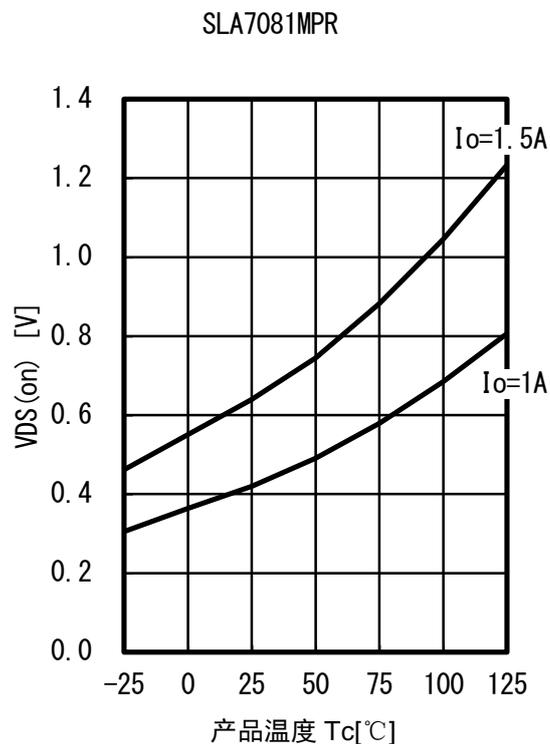
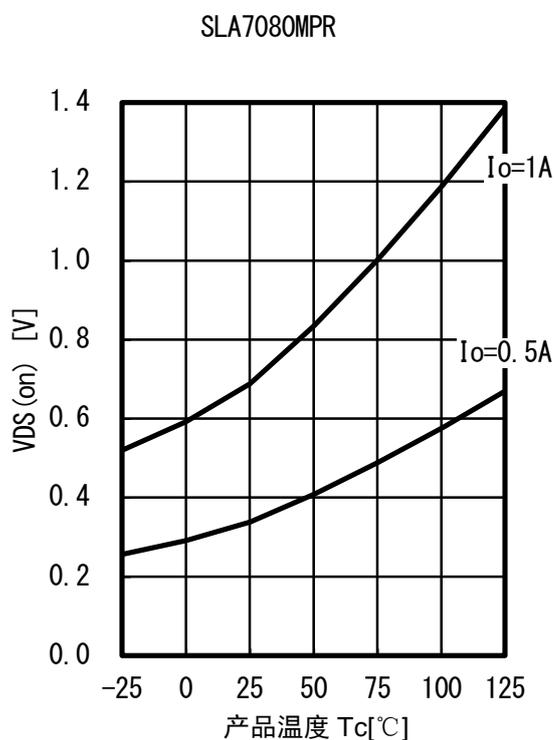
☆注意事项

- 本产品为功率元件 (MOSFET) 和控制集成电路 (MIC) 以及将检测电阻分开的多芯片结构。因此，希望进行充分的热评估，避免结温超过保证值 (150°C)。
- 本热设计资料仅供参考，可在实际使产品工作前研究可多大程度地使用。最终请通过实际机器来确认产品发热 (12Pin 的温度) 情况，然后做出判断。产品发热的最大建议值如下所示。

No Fin 时: 90°C

连接 Fin 时: 80°C

14. 典型特性示例

(1) 输出 MOS FET 导通电压 $V_{DS(on)}$ 特性

(2) 输出 MOS FET 体二极管正向电压 V_F 特性