

2013 年 4 月

SLA7070MPRT 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 SLA7070MPRT 系列的相关信息。
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.4
5. 降额图	P.8
6. 外形图 & 标记形状	P.9
7. 内部方框图 & Pin 排列	P.10
8. 应用电路示例	P.12
9. 真值表	P.13
10. 关于逻辑输入引脚	P.14
11. 逻辑输入定时	P.15
12. 励磁时序	P.17
13. 电路构成（个别电路）	P.23
14. 功能说明	P.25
15. 使用时	P.32
16. 热设计资料	P.36
17. 典型特性示例	P.38

1. 前言

衷心感谢大家长期以来对我公司 2 相步机电机、单极驱动器各系列产品的大力支持。
此次将首次发售“SLA7070MPRT 系列”。
本手册汇总了“SLA7070MPRT 系列”的相关信息。

2. 特点

- 主电源电压 $V_{BB} = 46V$ (max), 实际使用: $10V \sim 44V$
- 支持 Logic 电源电压 $V_{DD} = 3V \sim 5.5V$
- 输出电流 I_o (max): 备有 1A, 1.5A, 2A, 3A
- 支持时钟输入驱动 (内置时序发生器)
- 本系列分别备有“支持全/半步距的产品”与“支持微步距的产品”
→ 支持微步距产品的支持范围为全步距 $\sim 4W1-2$ 步距
- 内置检测电机电流的“检测电阻”
- 本系列产品为引脚兼容
- 采用 ZIP 型 23pin 全塑封装 (SLA 封装)
- 采用 OFF 时间固定的自励式 PWM 电流控制
→ 支持微步距的产品将根据电流的设定比率自动分 3 段切换 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
- 内置电机线圈开路/短路保护电路及热保护电路
- 作为产品选购件, 可支持以下功能更改。

① 消隐时间

支持全/半步距的产品: $3.2\mu s$ (标准), $5.2\mu s$ (备选: B 型)

支持微步距的产品: $1.7\mu s$ (标准), $3.2\mu s$ (备选: B 型)

② 输入时钟沿

POS 边缘 (标准品), 双边缘 (备选: W 型)

※有关产品选购件的咨询, 请联系我公司技术部门。

3. 关于产品名称和功能/特性的差异

SLA7070MPRT 系列的产品内容如下表 3-1 所示。

表 3-1 SLA7070MPRT 系列 基本产品一览

基本产品名称	功能/特性 差异点					
	时序发生器		电流额定 (最大设定电流值)			
	全/半 步距	微步距	1A	1.5A	2A	3A
SLA7070MPRT	○		○			
SLA7071MPRT	○			○		
SLA7072MPRT	○				○	
SLA7073MPRT	○					○
SLA7075MPRT		○	○			
SLA7076MPRT		○		○		
SLA7077MPRT		○			○	
SLA7078MPRT		○				○

针对以上不同功能，还可以选择更多的选购件。

- 消隐时间

全/半步距产品：3.2μs（标准），5.2μs（B 型）

微步距产品：1.7μs（标准），3.2μs（B 型）

- Clock 沿：POS Edge（标准），W Edge (POS/NEG)

4. 产品规格

表 4-1 绝对最大额定规格 (Ta = 25℃)

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	DC 供电	
		7	V	1μs (Duty 5%) 以下	
输出电流	I _o	1.0	A	SLA7070MPRT SLA7075MPRT	控制电流值
		1.5	A	SLA7071MPRT SLA7076MPRT	
		2.0	A	SLA7072MPRT SLA7077MPRT	
		3.0	A	SLA7073MPRT SLA7078MPRT	
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		
检测电压	V _{RS}	±1	V		
允许损耗	P _D	4.7	W	No Fin	
结温	T _j	150	℃		
工作环境温度	T _a	- 20~85	℃		
保存温度	T _{stg}	- 30~150	℃		

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	V _{DD} 浪涌电压请控制在 ±0.5V 以下。
机壳温度	T _c		90	℃	12pin 导线部温度 No Fin 时

表 4-3 电气特性-1

无特别说明时，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.		
主电源电流	I_{BB}			15	mA	工作时
	I_{BBS}			100	μA	Sleep1 & Sleep2 时
逻辑电源电流	I_{DD}			5	mA	
输出 MOSFET 耐压	V_{DSS}	100			V	$V_{\text{BB}} = 44\text{V}$ ， $I_{\text{D}} = 1\text{mA}$
最大响应频率	f_{clk}	250			KHz	Clock Duty = 50% 时
逻辑输入电压	V_{IL}			$0.25V_{\text{DD}}$	V	
	V_{IH}	$0.75V_{\text{DD}}$			V	
逻辑输入电流	I_{IL}		± 1		μA	
	I_{IH}		± 1		μA	
REF 输入电压	V_{REF}			附件	V	参照第 8 页
	V_{REFS}	2.0		V_{DD}	V	输出 (OFF) Sleep1 ※1
REF 输入电流	I_{REF}		± 10		μA	
SENSE 检测电压	V_{SENSE}	$V_{\text{REF}} - 0.03$	V_{REF}	$V_{\text{REF}} + 0.03$	V	$V_{\text{REF}} = 0\text{V} \sim 1.5\text{V}$ 参考电压分割比: 100% 时
Sleep-Enable 恢复时间	t_{SE}	100			μs	Sleep1 & Sleep2
开关时间	t_{con}		2.0		μs	Clock $\rightarrow$ Out ON
	t_{coff}		1.5		μs	Clock $\rightarrow$ Out OFF
过电流检测电压 ※2	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
			4.6		A	3A 品
负载断线未检测时间	t_{opp}		2		μs	从 PWM 关闭开始
过热保护温度	T_{tsd}		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	

※1 Sleep1 的状态为 “ I_{BBS} ”，“输出: OFF”，“时序发生器: **Enable**”。

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

表 4-4 电气特性-2（不同时序发生器的对应规格）

无特别说明时，条件为 $T_a = 25^\circ\text{C}$ ， $V_{BB} = 24\text{V}$ ， $V_{DD} = 5\text{V}$ 。

①全/半步距产品：SLA7070MPRT～SLA7073MPRT

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
参考电压分割比	Mode F		100		%	$V_{\text{REF}} \doteq V_{\text{SENSE}} = 100\%$
	Mode 8		70		%	$V_{\text{REF}} = 0\text{V} \sim 1.0\text{V}$
PWM 最小导通时间	$t_{\text{on (min)}}$		3.2		μs	标准（无标记）
			5.2		μs	B 型（有标记）
PWM 关闭时间	t_{off}		12		μs	

②微步距产品：SLA7075MPRT～SLA7078MPRT

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
参考电压分割比	Mode F		100		%	$V_{\text{REF}} \doteq V_{\text{SENSE}} = 100\%$ $V_{\text{REF}} = 0\text{V} \sim 1.0\text{V}$
	Mode E		98.1			
	Mode D		95.7			
	Mode C		92.4			
	Mode B		88.2			
	Mode A		83.1			
	Mode 9		77.3			
	Mode 8		70.7			
	Mode 7		63.4			
	Mode 6		55.5			
	Mode 5		47.1			
	Mode 4		38.2			
	Mode 3		29			
	Mode 2		19.5			
	Mode 1		9.8		%	
MO 输出电压	V_{MOL}			1.25	V	$I_{\text{MOL}} = 1.25\text{ mA}$
	V_{MOH}	$V_{\text{DD}} - 1.25$			V	$I_{\text{MOH}} = -1.25\text{ mA}$
MO 输出电流	I_{MOL}			1.25	mA	
	I_{MOH}	-1.25			mA	
PWM 最小导通时间	$t_{\text{on (min)}}$		1.7		μs	标准（无标记）
			3.2		μs	B 型（有标记）
PWM 关闭时间	t_{off1}		12		μs	Mode 8～Mode F
	t_{off2}		9			Mode 4～Mode 7
	t_{off3}		7			Mode 1～Mode 3

表 4-5 电气特性-3 (不同输出电流的对应规格)

无特别说明时, 条件为 $T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{BB}} = 24\text{V}$, $V_{\text{DD}} = 5\text{V}$ 。

① $I_o = 1.0\text{A}$ 品

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
输出 MOS FET ON 电阻	$R_{\text{DS(on)}}$		0.7	0.85	Ω	$I_D = 1\text{A}$
输出 MOS FET Di 正向电压	V_F		0.85	1.1	V	$I_F = 1\text{A}$
检测电阻	R_S	0.296	0.305	0.314	Ω	公差 $\pm 3\%$
REF 输入电压	V_{REF}	0.04		0.3	V	电流设定范围

② $I_o = 1.5\text{A}$ 品

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
输出 MOS FET ON 电阻	$R_{\text{DS(on)}}$		0.45	0.6	Ω	$I_D = 1.5\text{A}$
输出 MOS FET Di 正向电压	V_F		1.0	1.25	V	$I_F = 1.5\text{A}$
检测电阻	R_S	0.296	0.305	0.314	Ω	公差 $\pm 3\%$
REF 输入电压	V_{REF}	0.04		0.45	V	电流设定范围

③ $I_o = 2.0\text{A}$ 品

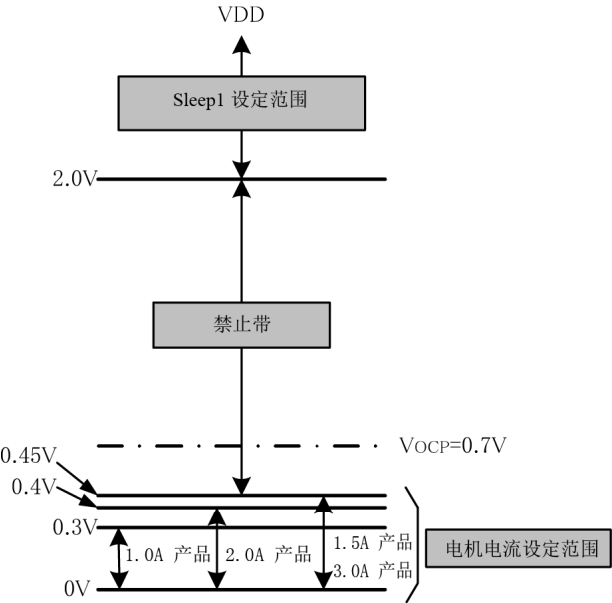
项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
输出 MOS FET ON 电阻	$R_{\text{DS(on)}}$		0.25	0.4	Ω	$I_D = 2\text{A}$
输出 MOS FET Di 正向电压	V_F		0.95	1.2	V	$I_F = 2\text{A}$
检测电阻	R_S	0.199	0.205	0.211	Ω	公差 $\pm 3\%$
REF 输入电压	V_{REF}	0.04		0.4	V	电流设定范围

④ $I_o = 3.0\text{A}$ 品

项目	符号	额定			单位	条件
		Min.	Typ.	Max.		
输出 MOS FET ON 电阻	$R_{\text{DS(on)}}$		0.18	0.24	Ω	$I_D = 3\text{A}$
输出 MOS FET Di 正向电压	V_F		0.95	2.1	V	$I_F = 3\text{A}$
检测电阻	R_S	0.150	0.155	0.160	Ω	公差 $\pm 3\%$
REF 输入电压	V_{REF}	0.04		0.45	V	电流设定范围

※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 $5\text{m}\Omega$)。

参考电压 V_{REF} 的设定范围图



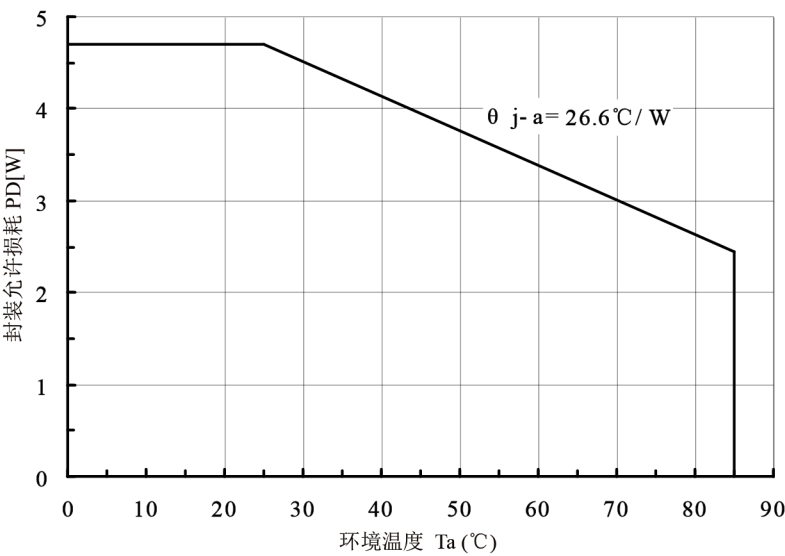
※电机电流设定范围取决于内置的电阻值。

※切换“电机电流设定范围”⇔“Sleep1 设定范围”时，敬请注意。

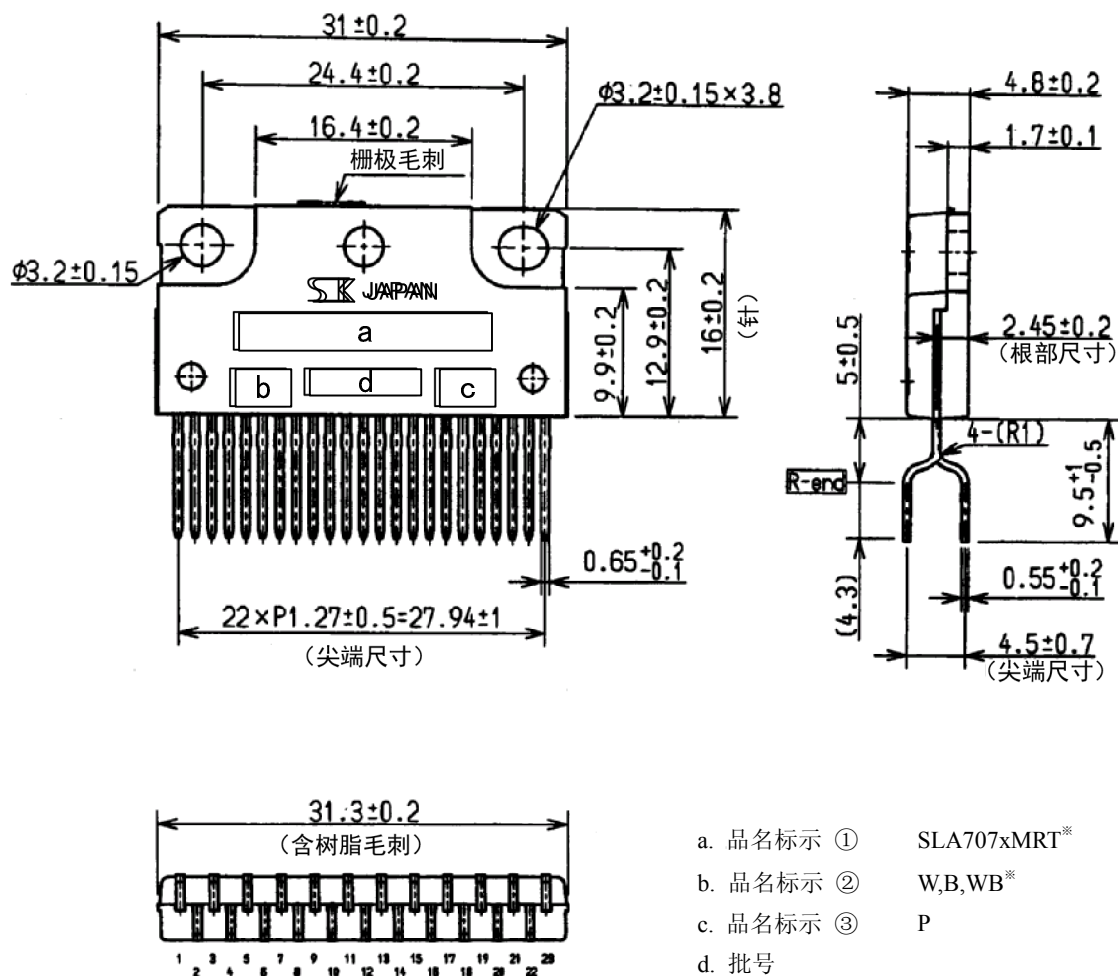
由于禁止带存在 V_{OCP} ，因此，如果切换时间延迟，则变为 OCP 动作 ($V_{SENSE} > V_{OCP}$)。

5. 降额图

图 1 降额图



6. 外形图 & 标记形状



单位: mm

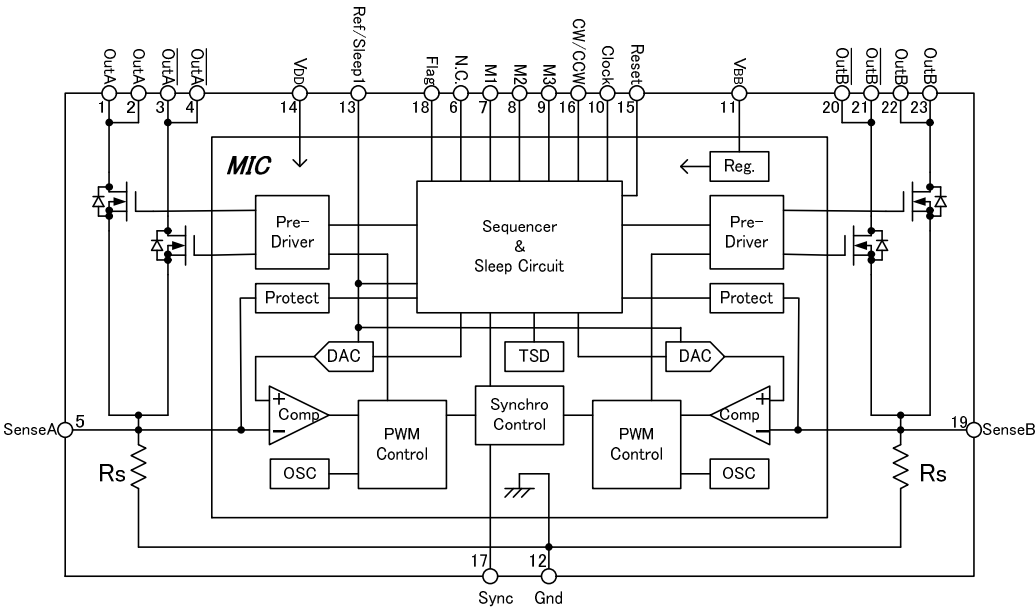
- 引脚材质: Cu
- 引脚处理: 镀镍+镀锡 (无铅)

- | | |
|-----------|-------------------------|
| a. 品名标示 ① | SLA707xMRT [*] |
| b. 品名标示 ② | W,B,WB [*] |
| c. 品名标示 ③ | P |
| d. 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 |

※品名标示 ① 中的“x”表示根据额定电流与时序发生器的不同组合, 用数字“0~3”, “5~8”标示。
品名标示 ② 中的功能 (W,B) 仅在该产品具有此项功能时标示。
无此项功能时不标示。

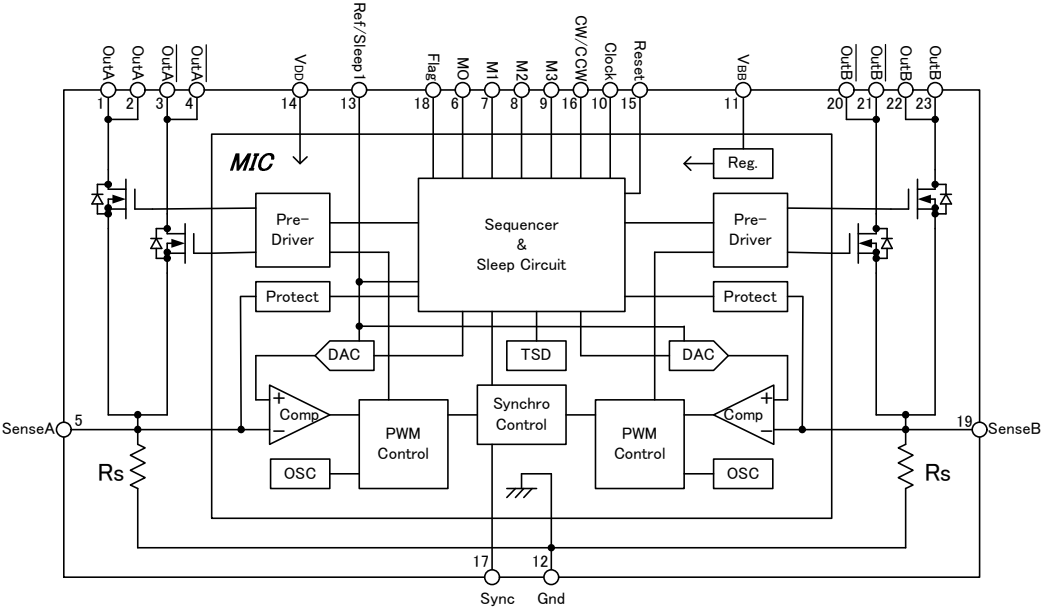
7. 内部方框图 & Pin 排列

图 7 - 1 SLA7070MPRT~SLA7073MPRT：支持全/半步距的产品



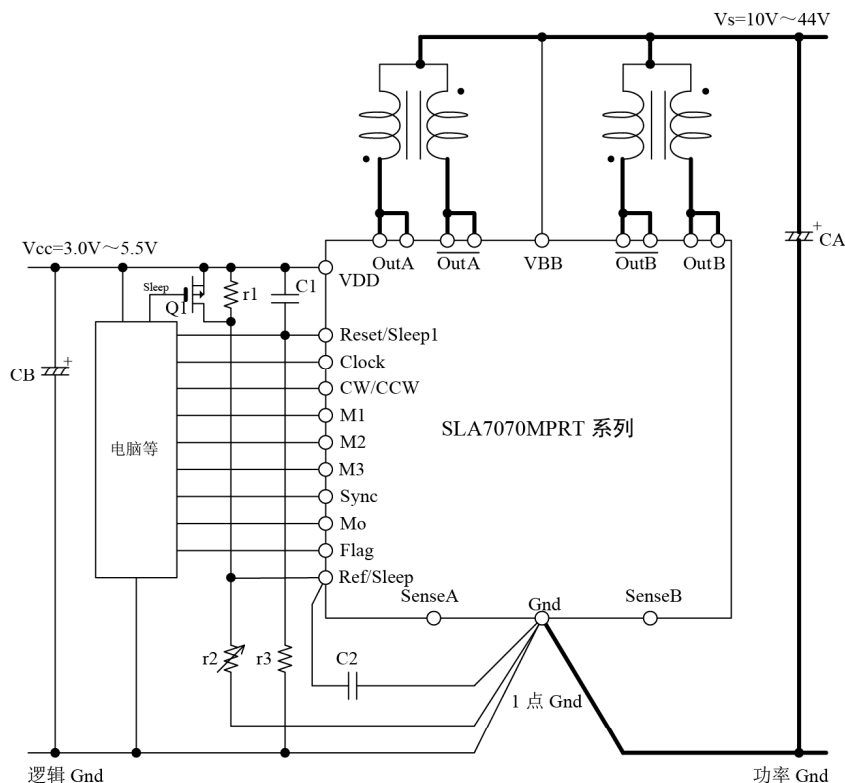
Pin 编号	符 号	功 能
1	Out A	A 相输出
2		
3	Out A/	A/ 相输出
4		
5	Sense A	A 相电流检测
6	N.C.	N.C.
7	M1	励磁/Sleep2 设定输入
8	M2	
9	M3	
10	Clock	Step Clock 输入
11	V _{BB}	主电源（电机电源）
12	Gnd	产品 Gnd
13	Ref/Sleep1	控制电流/Sleep1 设定输入
14	V _{DD}	逻辑电源
15	Reset	内部逻辑复位输入
16	CW/CCW	时序正转/反转切换输入
17	Sync	PWM 控制切换输入
18	Flag	保护电路监视器输出
19	Sense B	B 相电流检测
20	Out B/	B/相输出
21		
22	Out B	B 相输出
23		

图 7-2 SLA7075MPRT~SLA7078MPRT：支持微步距的产品



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	Mo	2 相励磁状态监视器输出
7	M1	
8	M2	
9	M3	励磁/Sleep2 设定输入
10	Clock	
11	V _{BB}	Step Clock 输入
12	Gnd	主电源（电机电源）
13	Ref/Sleep1	产品 Gnd
14	V _{DD}	控制电流/Sleep1 设定输入
15	Reset	逻辑电源
16	CW/CCW	内部逻辑复位输入
17	Sync	时序正转/反转切换输入
18	Flag	PWM 控制切换输入
19	Sense B	线圈开路/短路检测输出
20	Out B/	B/相输出
21		
22	Out B	B 相输出
23		

8. 应用电路实例（代表产品：支持微步距的产品）



参考常数

$$r1 = 10K\Omega$$

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

$$r3 = 10K\Omega$$

$$CA = 100\mu F/50V$$

$$CB = 10\mu F/10V$$

$$C1 = 0.1\mu F$$

☆请特别注意 VDD 线的噪声。

VDD 线的噪声达到 0.5V 以上时，可能会导致产品误动作，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 (CW/CCW, M1, M2, M3, Reset, Sync)，请务必上拉/下拉到 VDD 侧或 Gnd 侧。

在开路状态下使用时，产品出现误动作。

☆不使用 Logic 输出 (MO, Flag) 引脚时，请务必设定为开路。

9. 真值表

(1) 通用引脚

在 SLA7070MPRT 系列中，通用输入引脚的逻辑关系如表 9-1 所示。

表 9-1 通用输入逻辑

引脚名	Low Level	High Level	Clock		
			POS Edge	W Edge	
Reset	正常工作	逻辑复位	—		
CW/CCW	正转 (CW)	反转 (CCW)			
M1	励磁切换（不含 Sleep2 动作）				
M2					
M3					
Ref/Sleep1	正常工作	休眠模式 1	—		
Sync	非同步 PWM 控制	同步 PWM 控制	—		

※本产品的 Reset 功能为非同步复位。

将 Reset 引脚设定成 High 电平，则内部逻辑电路会复位。

此时，如果 REF 为 Low 电平，则输出会在励磁原点被接通。

此外，Reset 信号无法控制输出 Disable，敬请注意。

※REF 引脚同时具备 PWM 电流控制用的参考电压输入和 Sleep(Sleep1)

2 种功能。

• $V_{REF} < 1.5V$ (Low 电平) 时，作为参考电压输入引脚发挥功能。

• $V_{REF} > 2.0V$ (High 电平) 时，输出全部变为 OFF (Disable) 状态。

此时，应停止内部线性电路工作，降低主电源电流 I_{BB} 。但是，在此状态下，逻辑电路会变为工作 (Enable) 状态。即，输入时钟信号后，内部时序开始工作 (Sleep1)。

※Sync 功能仅在 2 相励磁定时中有效。在其它定时中使用，在控制 A 相和 B 相时，PWM 关闭时间及设定电流不同，因此，可能会出现失衡的情况（通过 1 相励磁的点使用时，作为 Sync 的功能无效，但没有影响）。

2 相励磁的定时是，A 相与 B 相的电流比率共同指向模式 8 的位置。

(2) 励磁切换/Sleep 2 引脚

表 9-2 表示设定励磁的引脚的逻辑。

表 9-2 励磁切换引脚逻辑

功能 (引脚名)			支持全/半步距的产品	支持微步距的产品
M1	M2	M3		
L	L	L	2 相励磁 (Mode 8 固定)	2 相励磁 (Mode 8 固定)
H	L	L	2 相励磁 (Mode F 固定)	2 相励磁 (Mode F 固定)
L	H	L	1-2 相励磁 (二分之一)	1-2 相励磁 (二分之一)
H	H	L	1-2 相励磁 (Mode F 固定)	1-2 相励磁 (Mode F 固定)
L	L	H	休眠模式 2	W1-2 相励磁 (四分之一)
H	L	H		2W1-2 相励磁 (八分之一)
L	H	H		4W1-2 相励磁 (十六分之一)
H	H	H		休眠模式 2

※休眠模式 2 (Sleep2) 与休眠模式 1 相同，输出 OFF (Disable) 及主电源电流下降。但是，关于 Sleep2，内部逻辑电路变为停止 (Hold) 状态。即，即使输入时钟信号，内部时序发生器也不会前进。此外，从休眠模式 2 恢复后，在输入时钟之前，需间隔 100μs 以上。

(3) 监视器输出引脚

SLA7070MPRT 系列支持下述的监视器输出功能。

- Mo 输出：支持微步距产品的时序监视器输出
- Flag 输出：保护功能动作确认用监视器输出

以下表 9-3 表示监视器输出逻辑。

表 9-3 监视器输出逻辑

引脚名	Low Level	High Level
Mo	2 相励磁定时以外	2 相励磁定时
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。

10. 关于逻辑输入引脚

为提高逻辑输入 (Reset, Clock, CW/CCW, M1, M2, M3, Sync) 引脚的抗噪声性能，备有低通滤波器 (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，请固定为“Low 电平”或“High 电平”。

11. 逻辑输入定时

(1) 关于时钟信号

a. 本产品的内部时序发生器逻辑电路作为时钟信号的上升沿或上升/下降利用沿执行动作。

时钟脉冲的宽度，请确保正脉冲及负脉冲各自在 $2\mu\text{s}$ 以上。

因此，时钟响应频率变成 250KHz 。

b. 针对时钟沿的定时

需在时序发生器逻辑电路的时钟沿前后确定逻辑。

作为 Clock 沿，存在 POS 沿（标准）和 W 沿（W 型）2 种。

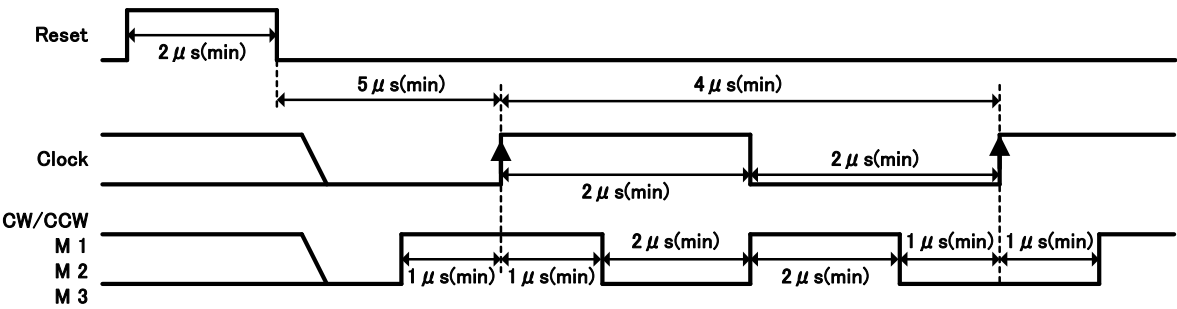
对于 CW/CCW, M1, M2, M3 引脚的输入逻辑，请根据各个型号在边缘的前后 $1\mu\text{s}$ 维持逻辑关系（参照图 4）。

这相当于设置及保持时间。

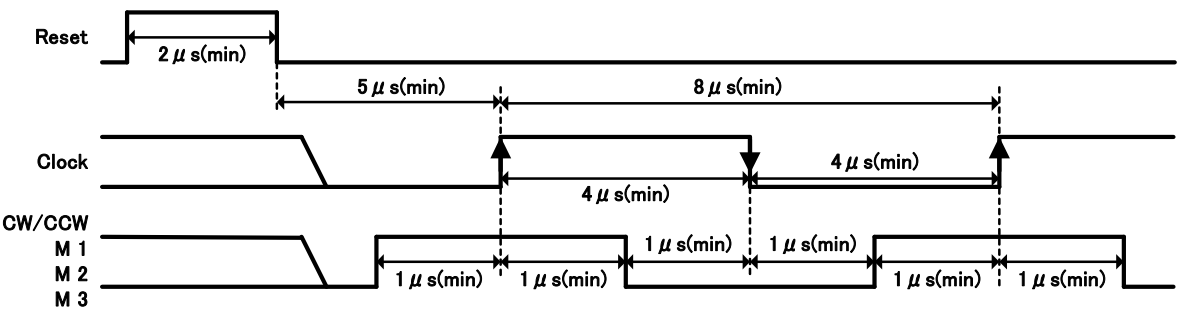
在此期间如果切换逻辑，时序发生器逻辑电路可能出现意外动作。

图 11-1 输入信号定时

POS 沿型



W 沿型



※作为从休眠模式 1 & 2 恢复后，到输入时钟之前的时间，需间隔 $100\mu\text{s}$ 以上。

(2) 关于 Reset 信号

a. 关于 Reset 信号的脉冲宽度

Reset 脉冲宽度 (High 电平保持时间) 请与时钟信号的脉冲宽度规定相同, 设定为 $2\mu\text{s}$ 以上。

b. Reset 解除和时钟信号的定时

当 Reset 解除 (下降沿) 和 Clock 沿的变化定时变成同时时, 内部逻辑可能出现意外动作。

因此, 解除 Reset 后, 如图 4 所示, 请设定 $5\mu\text{s}$ 以上的时间, 再输入时钟信号。

(3) 关于旋转方向、励磁模式切换

本产品中, 基于 CW/CCW, M1, M2, M3 的旋转方向及励磁模式的设定在任何 Mode 状态下进行切换, 都会从下一 Clock 沿开始应用。

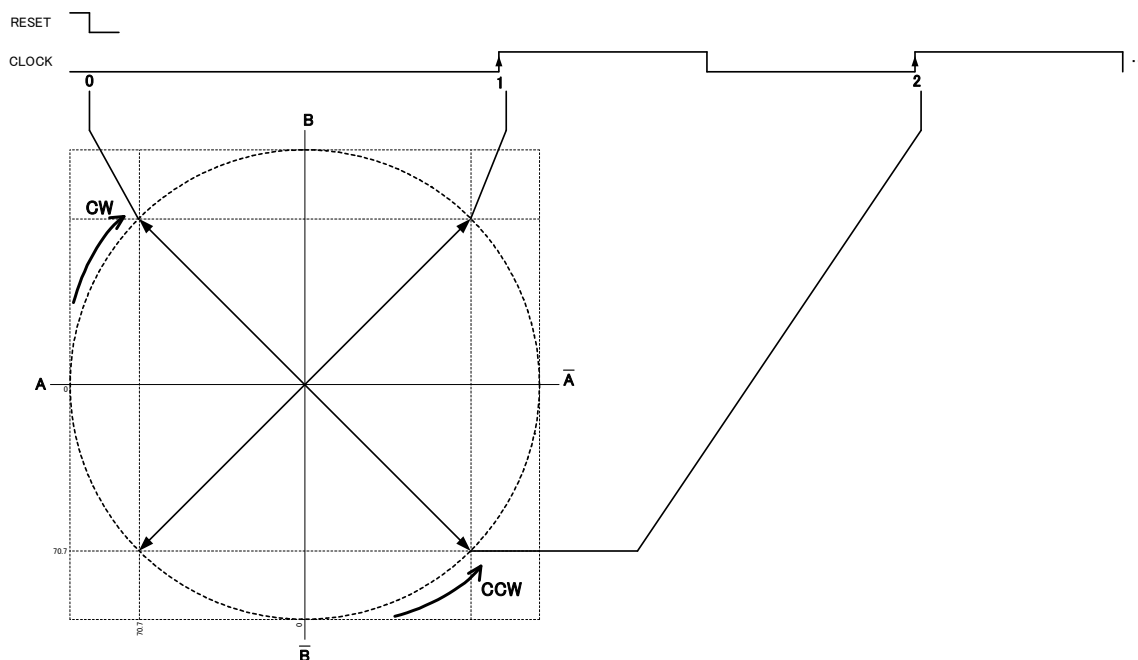
但是, 切换时电机的状态不同, 有可能无法追随电机侧的动作, 导致失步等异常动作。

因此, 请针对切换的时序, 进行充分的评估。

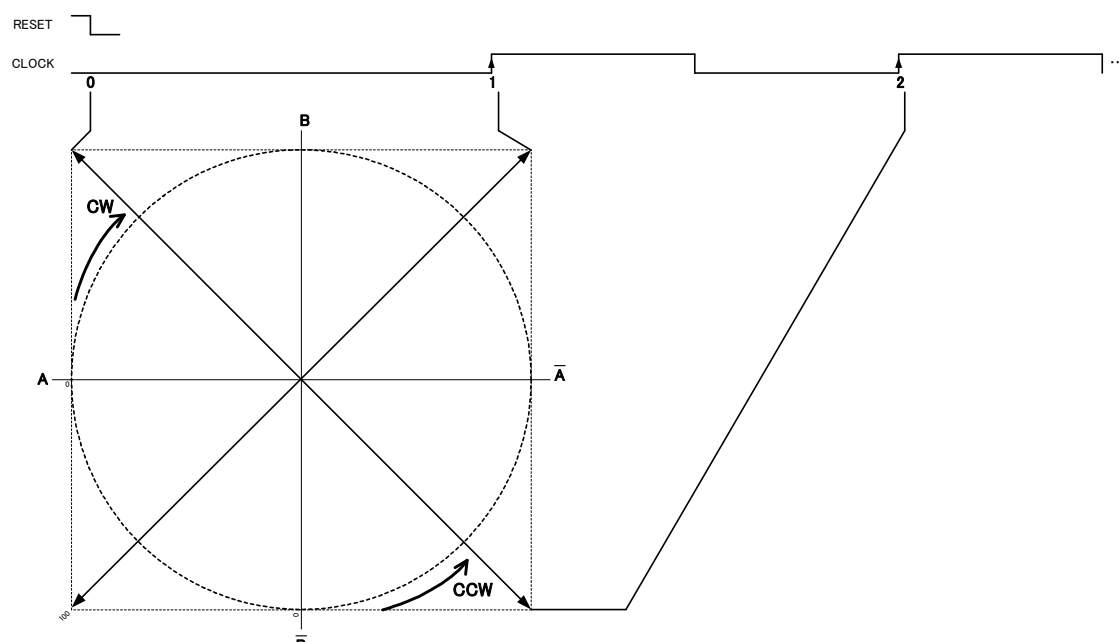
12. 励磁时序

图 12-1 2 相励磁 支持微步距的产品 支持全/半步距的产品

M1 : L, M2 : L, M3 : L (电流 Mode: 8)



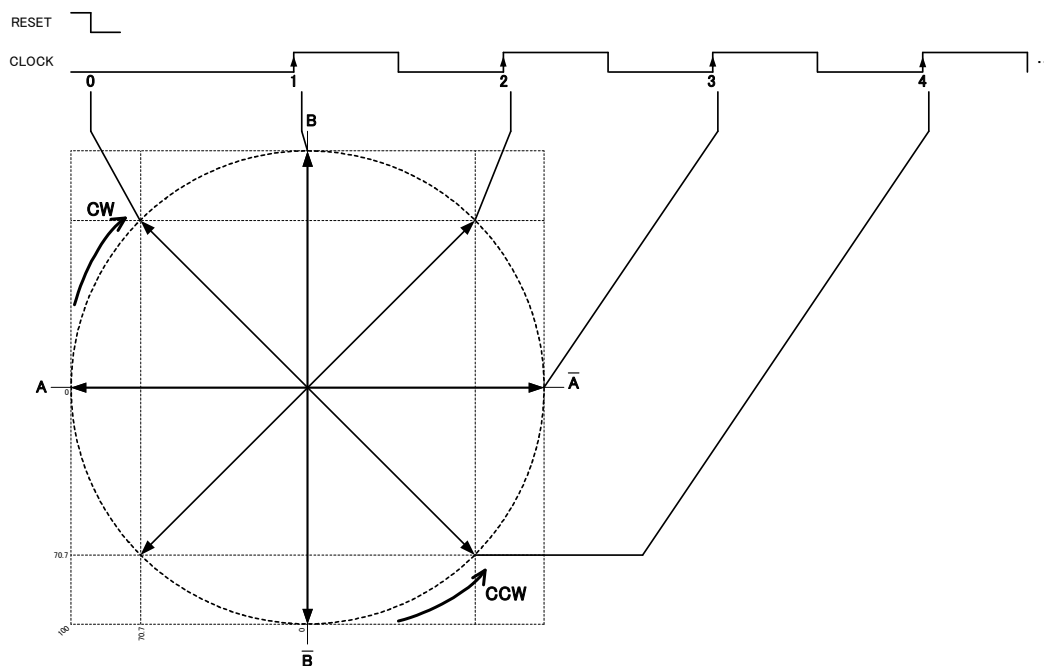
M1 : H, M2 : L, M3 : L (电流 Mode: F)



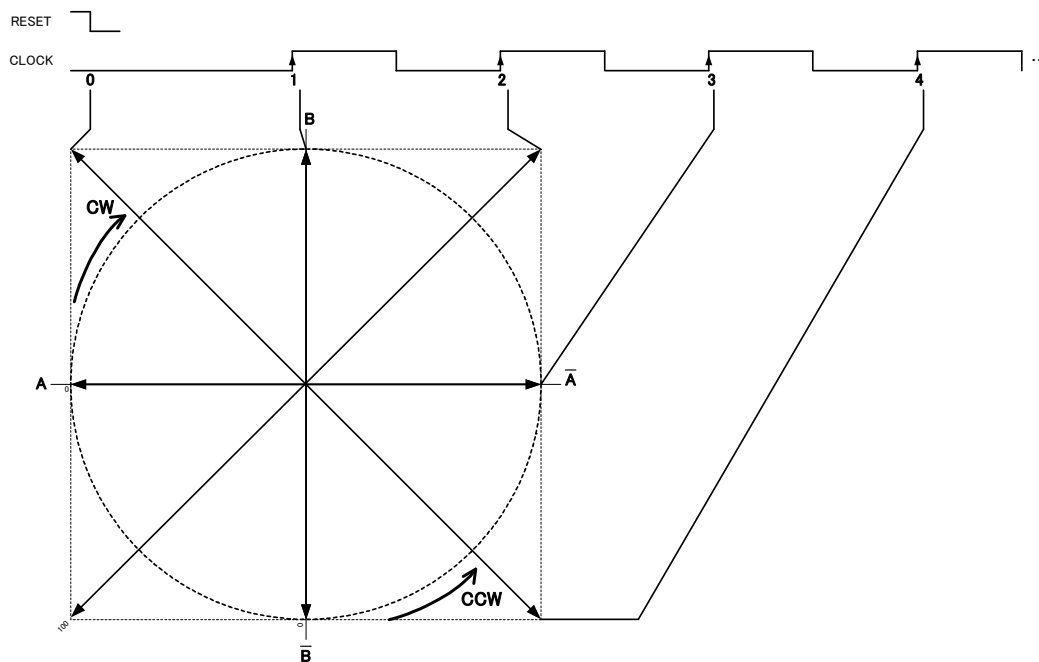
※所记载的内容表示针对基本的 Clock 输入之 POS 沿，时序前进的状态。
W_Egde 品时，时序利用 POS 沿和 NEG 沿 2 种沿前进。

图 12-2 1-2 相励磁 支持微步距的产品 支持全/半步距的产品

M1 : L, M2 : H, M3 : L (电流 Mode: 8,F)



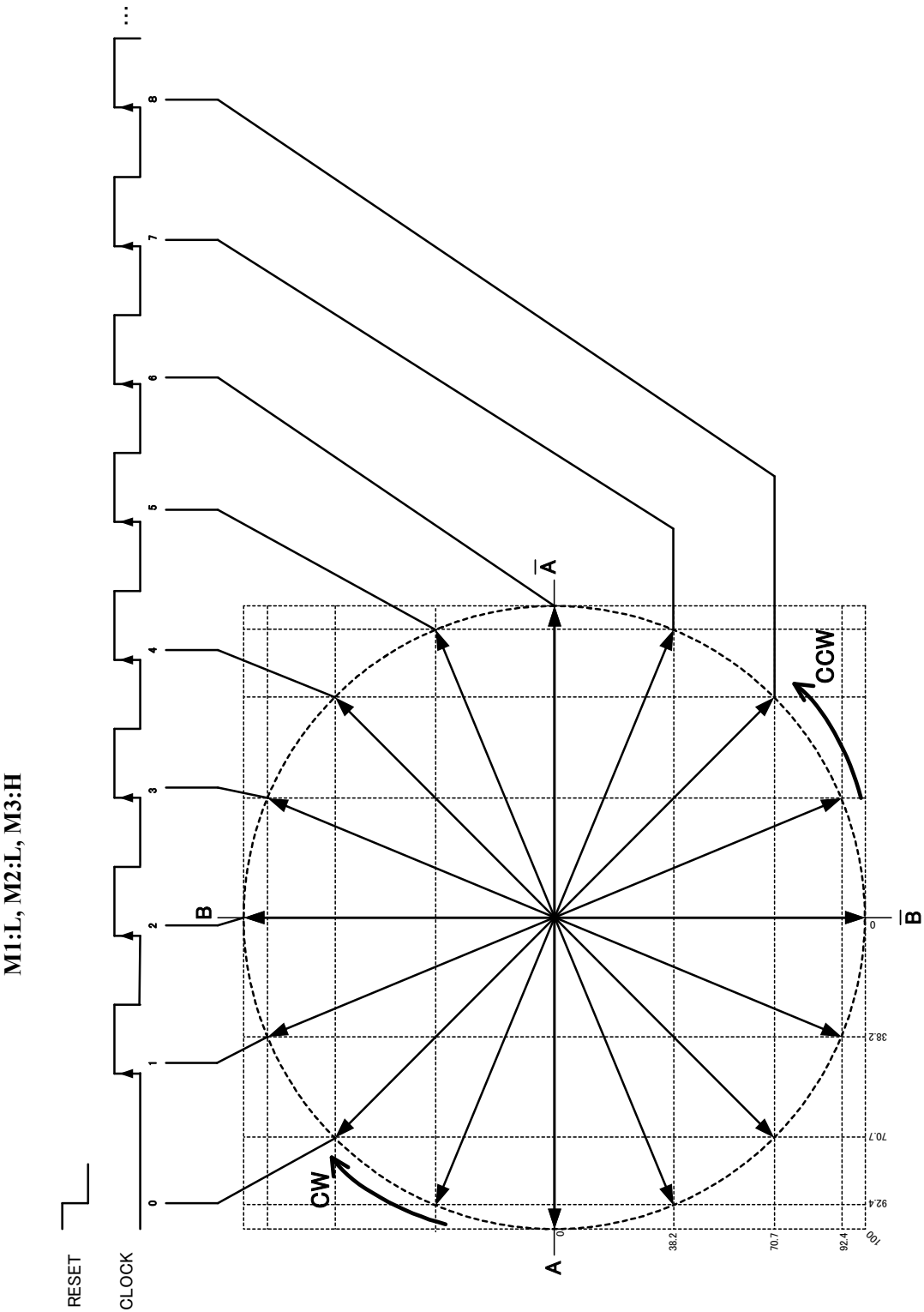
M1 : H, M2 : H, M3 : L (电流 Mode: F)



※所记载的内容表示针对基本的 Clock 输入之 POS 沿，时序前进的状态。

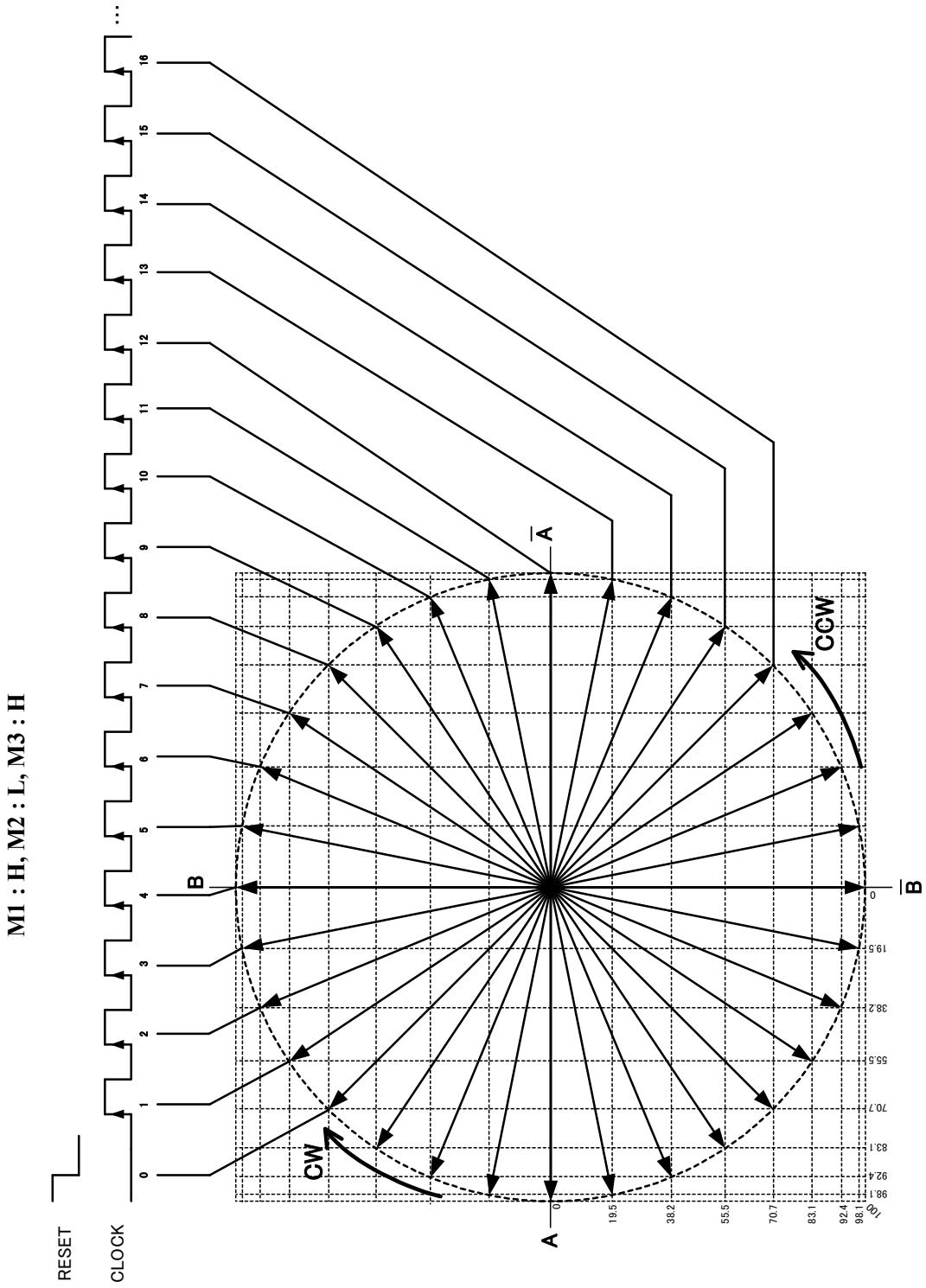
W_Egde 品时，时序利用 POS 沿和 NEG 沿 2 种沿前进。

图 12-3 W1-2 相励磁 支持微步距的产品



※所记载的内容表示针对基本的 Clock 输入之 POS 沿, 时序前进的状态。
W_Egde 品时, 时序利用 POS 沿和 NEG 沿 2 种沿前进。

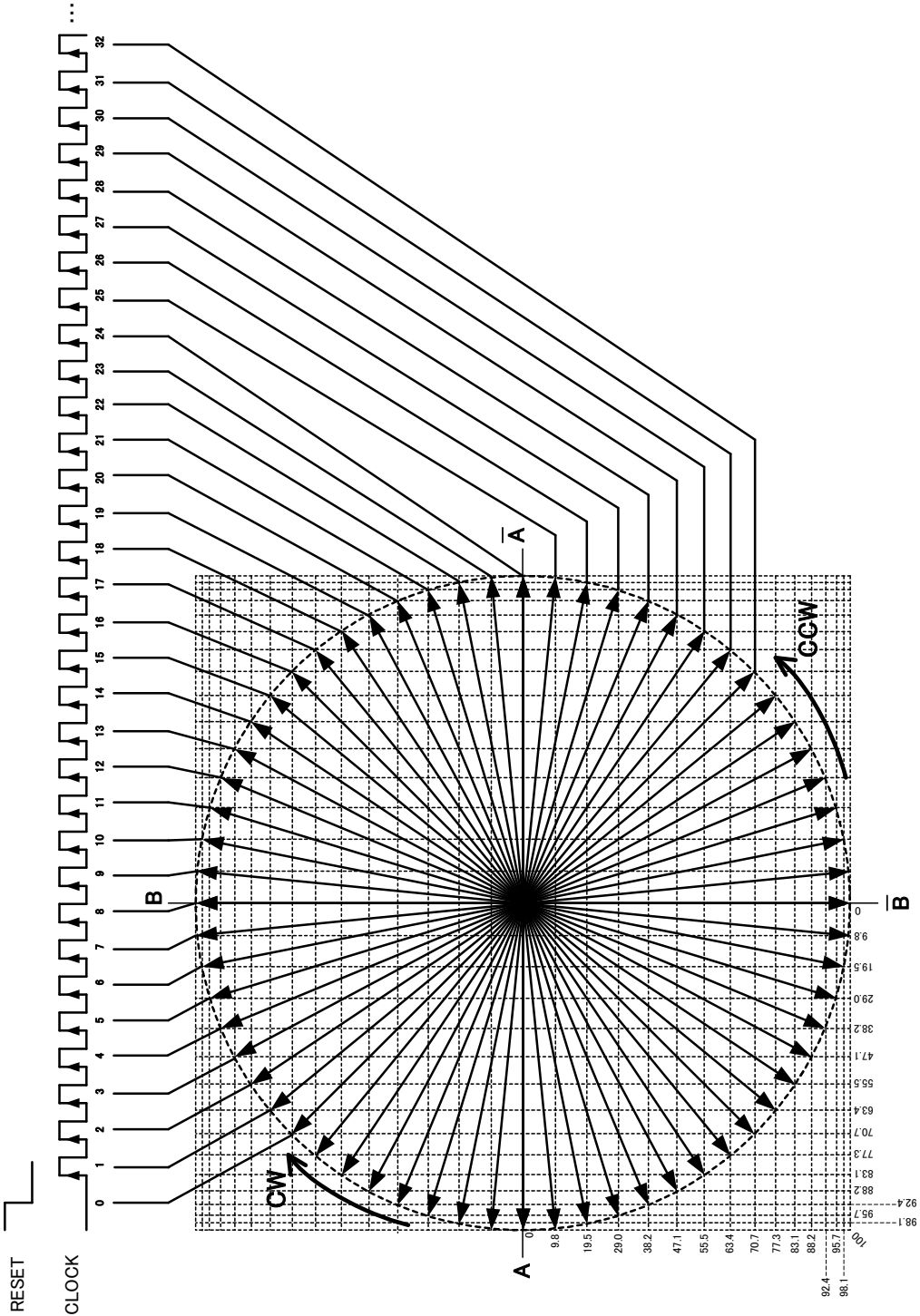
图 12-4 2W1-2 相励磁 支持微步距的产品



※所记载的内容表示针对基本的 Clock 输入之 POS 沿，时序前进的状态。
W_Egde 品时，时序利用 POS 沿和 NEG 沿 2 种沿前进。

图 12-5 4W1-2 相励磁 支持微步距的产品

M1: L, M2: H, M3: H



※所记载的内容表示针对基本的 Clock 输入之 POS 沿, 时序前进的状态。
W_Egde 品时, 时序利用 POS 沿和 NEG 沿 2 种沿前进。

关于励磁切换

励磁的切换位置从励磁切换前的位置向励磁切换后最近的位置移动。

表 12-1 表示各励磁驱动方式的位置。

表 12-1 励磁模式状态

旋转 方向	内部时序状态 ^{※1}				励磁驱动方式 ^{※2}						
	A 相侧		B 相侧		2 相		1-2 相		W1-2 相	2W1-2 相	4W1-2 相
	PWM	Mode	PWM	Mode	Mode 8	Mode F	Mode 8/F	Mode F			
CCW ↑	A	8	B	8	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	A	7	B	9							○
	A	6	B	A						○	○
	A	5	B	B							○
	A	4	B	C					○	○	○
	A	3	B	D							○
	A	2	B	E						○	○
	A	1	B	F							○
	-	-	B	F			○	○	○	○	○
	/A	1	B	F							○
	/A	2	B	E						○	○
	/A	3	B	D							○
	/A	4	B	C					○	○	○
	/A	5	B	B							○
	/A	6	B	A						○	○
	/A	7	B	9							○
	/A	8	B	8	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	/A	9	B	7							○
	/A	A	B	6						○	○
	/A	B	B	5							○
	/A	C	B	4					○	○	○
	/A	D	B	3						○	○
	/A	E	B	2						○	○
	/A	F	B	1							○
	/A	F	-	-			○	○	○	○	○
	/A	F	/B	1							○
	/A	E	/B	2						○	○
	/A	D	/B	3							○
	/A	C	/B	4					○	○	○
	/A	B	/B	5							○
	/A	A	/B	6						○	○
	/A	9	/B	7							○
	/A	8	/B	8	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	/A	7	/B	9							○
	/A	6	/B	A						○	○
	/A	5	/B	B							○
	/A	4	/B	C					○	○	○
	/A	3	/B	D							○
	/A	2	/B	E						○	○
	/A	1	/B	F							○
	-	-	/B	F			○	○	○	○	○
	A	1	/B	F							○
	A	2	/B	E						○	○
	A	3	/B	D							○
	A	4	/B	C					○	○	○
	A	5	/B	B							○
	A	6	/B	A						○	○
	A	7	/B	9							○
	A	8	/B	8	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	A	9	/B	7							○
	A	A	/B	6						○	○
	A	B	/B	5							○
	A	C	/B	4					○	○	○
	A	D	/B	3							○
	A	E	/B	2						○	○
	A	F	/B	1							○
	A	F	-	-			○	○	○	○	○
	A	F	B	1							○
	A	E	B	2						○	○
	A	D	B	3							○
	A	C	B	4					○	○	○
	A	B	B	5							○
	A	A	B	6						○	○
	A	9	B	7							○
CW ↓	A	8	B	8	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	A	7	B	9							○
	A	6	B	A						○	○
	A	5	B	B							○
	A	4	B	C					○	○	○
	A	3	B	D							○
	A	2	B	E						○	○
	A	1	B	F							○
	-	-	B	F			○	○	○	○	○
	/A	1	B	F							○
	/A	2	B	E						○	○
	/A	3	B	D							○
	/A	4	B	C					○	○	○
	/A	5	B	B							○
	/A	6	B	A						○	○
	/A	7	B	9							○
	/A	8	B	8	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	/A	9	B	7							○
	/A	A	B	6						○	○
	/A	B	B	5							○
	/A	C	B	4					○	○	○
	/A	D	B	3							○
	/A	E	B	2						○	○
	/A	F	B	1							○
	/A	F	-	-			○	○	○	○	○
	/A	F	B	1							○
	/A	E	B	2						○	○
	/A	D	B	3							○
	/A	C	B	4					○	○	○
	/A	B	B	5							○
	/A	A	B	6						○	○
	/A	9	B	7							○

※1 Mode 的表现依据 SLA7070M 系列。

※2 关于“◎”的点，实际的电流控制为 Mode F 的条件。

Mode F: 电流控制比率 100%, PWM 关闭时间 12μs

13. 电路构成（个别电路）

(1) 控制用单片集成电路 (MIC)

- 时序发生器逻辑

采用 1 Clock 输入方式，正反转控制通过 CW/CCW 输入进行控制。

励磁模式通过 M1, M2, M3 的逻辑状态进行控制。

各引脚的逻辑及定时规定请参考别项中的真值表及逻辑输入定时。

- PWM Control

执行 OFF 时间固定的自励 PWM 电流控制。

通过内置振荡器 (OSC) 决定 PWM 关闭时间。

此外，工作算法与现行的 SLA7070M 系列相同。

（详细动作请参考下一节）

- Synchro Contorl

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。

动作算法与现行的 SLA7070M 系列相同，因此，在电机旋转时启用斩波同步功能后，可能会出现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。

而且，即使在停止时，也建议只在 2 相励磁定时中使用本功能。

这是因为在 2 相励磁以外的定时中，由于电流控制值及 PWM 关闭时间的不同，可能会出现不同步，或控制电流的平衡被完全打破。

- DAC

变为 D/A 变换器电路。

执行微步驱动时，从时序发生器逻辑电路接收信号，将 REF 电压转换成规定的分割值。

关于转换的比率，请参考电气特性中的参考电压分割比。

- 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

成为电机线圈的短路/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

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。

(3) 检测电阻

电流额定不同，所搭载的电阻值也不同。

电流额定	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）。

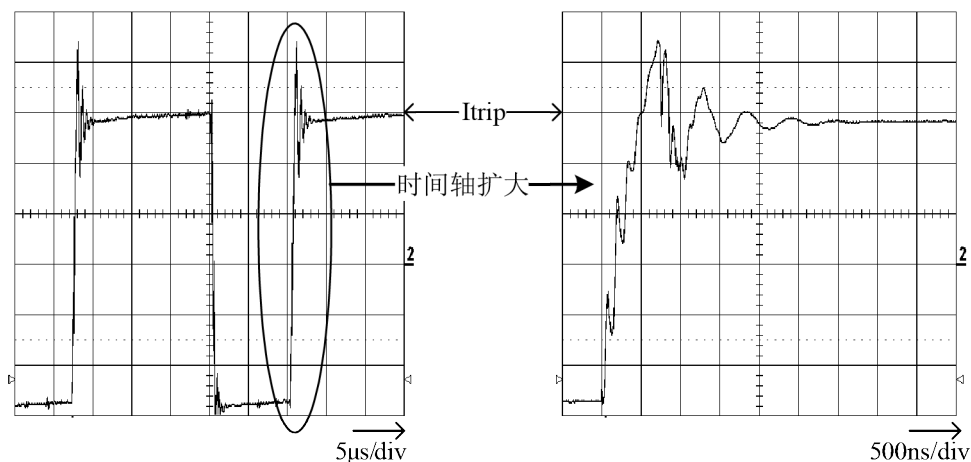
14. 功能说明

(1) 关于 PWM 控制

① 关于消隐时间

图 14-1 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 14-1 PWM 斩波时 Sense 引脚波形示例

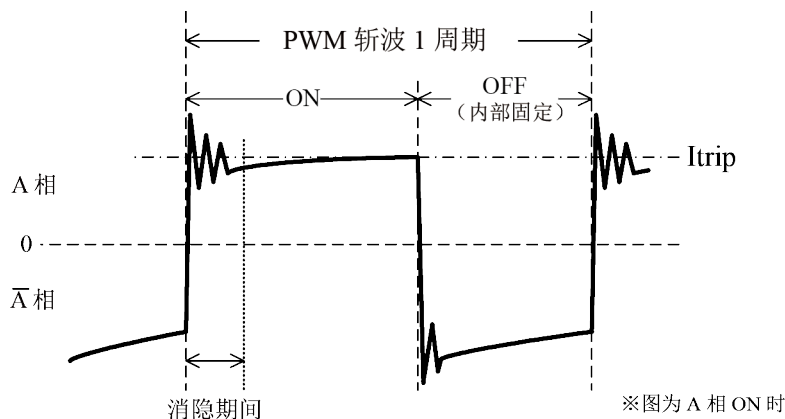


在 PWM 导通 → 关闭后的数 μs 期间，可以确认 Sense 引脚上会发生尖峰状噪声（振铃噪声）。该振铃噪声因“电机线圈的线间容量”、“电机配线的绕法”等不同，其发生的方式也不同。SLA7070MPRT 系列的电流控制是用比较电路对检测电压 V_{RS} 与 DAC 输出电压 V_{trip} 进行比较来实施控制（PWM 开 → 关）。

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 SLA7070MPRT 系列中，设置了打开 PWM 以后在一定时间内忽略比较电路发出的电流检测信号的“消隐期间”功能，以防止此种现象（图 14-2）。

图 14-2 PWM 控制时 SENSE 引脚波形模式图



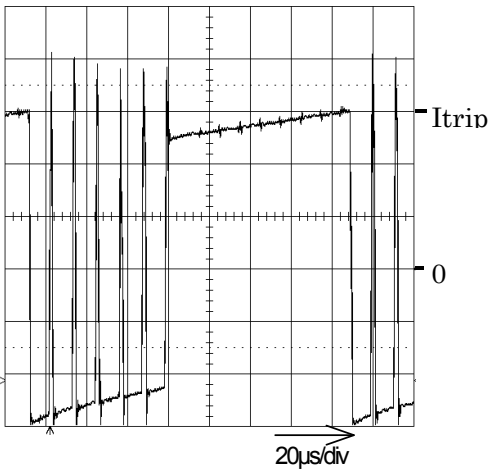
② 关于消隐时间和振荡现象

虽然可以通过缩短消隐时间来提升电流控制性但同时会减弱抗振铃噪声的性能。

因此，在 SLA7070MPRT 系列中实际驱动电机时，可能会发生振荡现象（图 14-3 表示发生时的波形示例）。

作为对应措施，备有延长消隐时间的“B 型”。观测到该振荡现象，转矩下降及电机发出的噪声较大时，使用消隐时间较长的“B 型”，可改善以上问题。

图 14 - 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 14-1 所示。

但是，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 14-1 消隐时间不同时的特性对比

对比项目	特性对比	
内部消隐设定时间	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←————	
高速旋转时的线圈电流 波形失真（主要是微步距）	————→大	

下面简单介绍一下各个项目。

- PWM 最小 ON 时间 $t_{on(min)}$
 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，停电等时，如果减小线圈电流，则消隐时间较短的一方可减小电流值。

- 高速旋转时线圈电流波形失真

微步驱动时，根据输入时钟的不同， I_{trip} 值会变为规定的值。

I_{trip} 值（内部的参考电压分割比）设定为正弦波。

由于会执行 PWM 控制，以便电机线圈电流变成 I_{trip} 值，因此会对线圈电流进行控制，以变成正弦波状。

实际上由于线圈的电感因素，线圈电流在收敛到目标值之前会需要一定的时间。

大致来讲，线圈电流变成 I_{trip} 值之前的收敛时间 (t_{conv}) 和输入时钟的周期 (t_{clk}) 之间的关系在所有 MODE 下如果始终是

$$t_{CONV} < t_{clk}$$

则线圈电流的包络会变成追随 I_{trip} 的形式。

其中， t_{conv} 的界限值在电流增加的方向时，由电源电压和线圈的时间常数决定，在减少方向时由电源电压和时间常数、最小 ON 时间决定。

如果提升输入时钟的频率，则 t_{clk} 会变小，因此在 1 个时钟期间内，线圈电流可能无法完全收敛到 I_{trip} 值。在这样的情况下，线圈电流的包络会从正弦波上崩溃。

我公司将这种从正弦波上崩溃的状态称为“波形失真”。

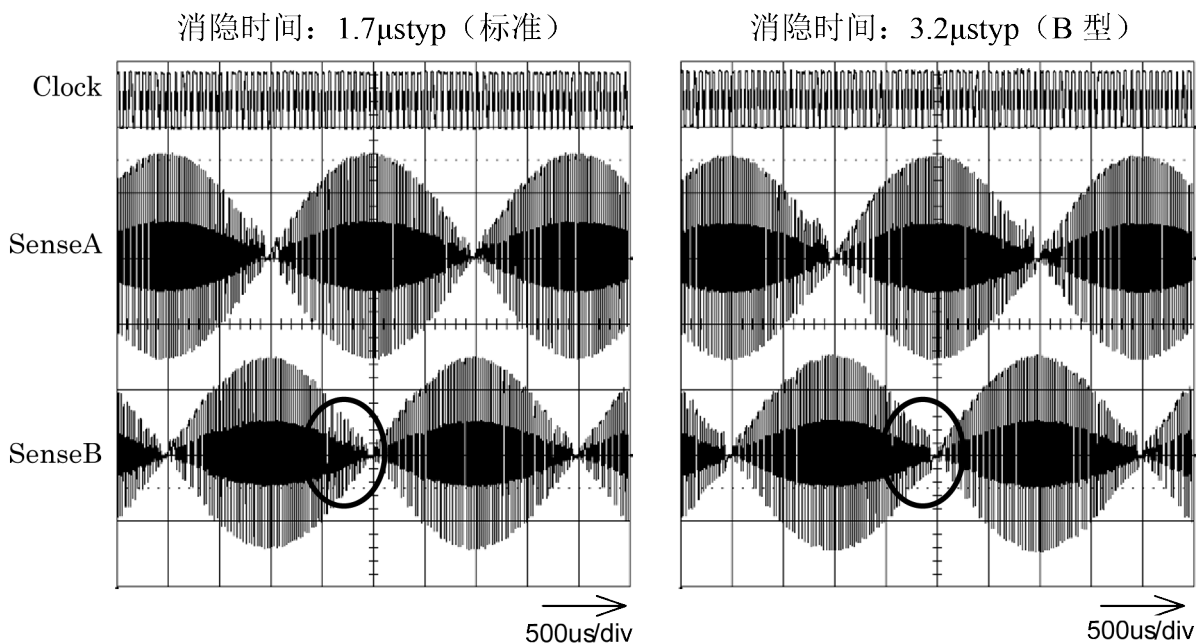
图 14-4 表示将电源电压、电流设定值、电机等的工作条件设定成相同，只改变产品来观测波形，对波形失真进行比较的情况。

如图中○围起来的部位那样，可以确认到以下情况：消隐时间为 $1.7\mu s$ 时，相对于 Sense 引脚波形（请视为与电流波形相同）的包络变成正弦波状，消隐时间为 $3.2\mu s$ 时，从正弦波上崩溃。

表 14-1 中“大”是指，在相同驱动条件下考虑时，消隐时间较长的一方会在更低的频率发生波形失真，而且，如果时钟频率相同，消隐时间较短的一方波形的失真程度会变大。

而且，即使在确认到这种波形失真时，也不能说会影响到电机特性，因此，请在充分评估的基础上做出最终判断。

图 14-4 高速旋转时 SENSE 引脚波形的比较



② 关于 PWM 关闭期间

SLA7070MPRT 系列与 SLA7060M 系列一样, PWM 关闭时间由内部振荡器生成的固定时间来控制, 根据电流比率进行 3 级切换 (详细信息请参考第 6 页中的规格)。

另外, 在 SLA7070MPRT 系列中还内置了用于减少消耗在 PWM 关闭时间上的损失的功能。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)。

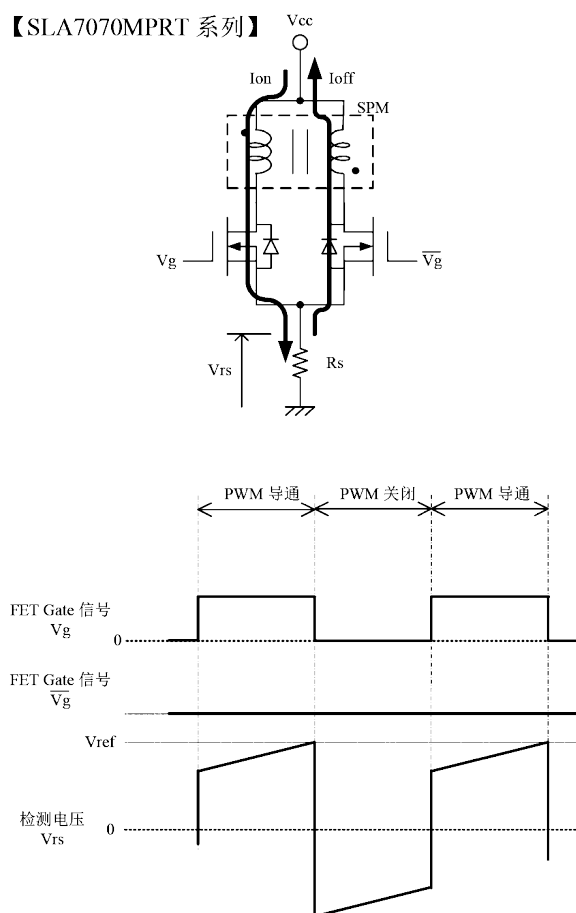
图 14-5 表示 SLA7060M 系列与 SLA7070MPRT 系列在反电动势回生方法上的区别。

SLA7060M 系列中, 相对于仅 PWM 导通侧的 MOS FET 执行 ON $\Leftrightarrow$ OFF 动作, 在 SLA7070MPRT 系列中, PWM 关闭侧的 MOS FET 也进行 OFF $\Leftrightarrow$ ON 动作。

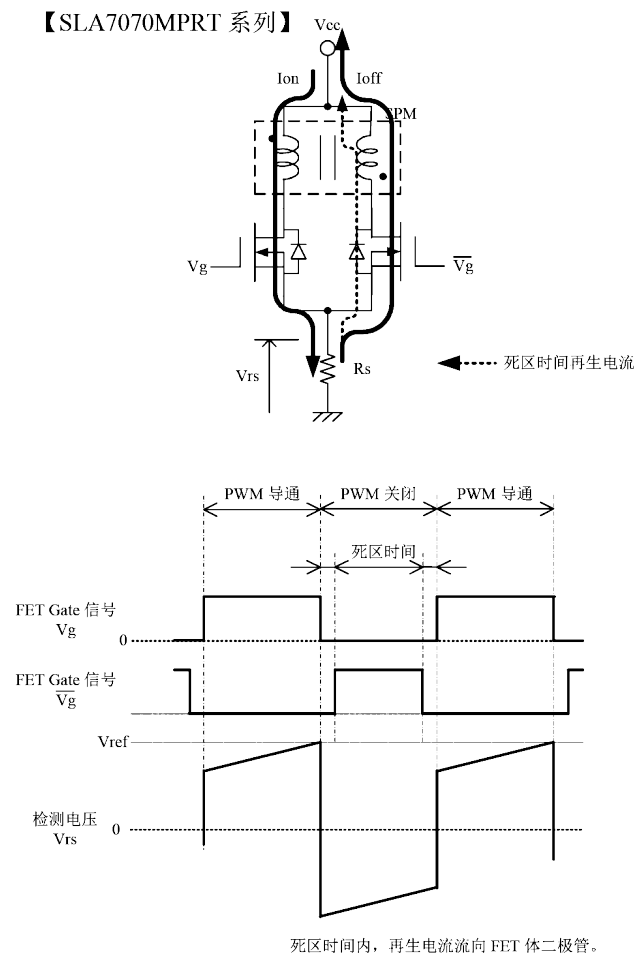
切换同步整流动作时, 为避免 MOSFET 同时导通, 设计有死区时间 (约 0.5 μ s)。在死区时间内, 再生电流会流向 FET 的体二极管。

图 14-5 同步整流动作

【SLA7070MPRT 系列】



【SLA7070MPRT 系列】



死区时间内, 再生电流流向 FET 体二极管。

(2) 保护功能

SLA7070MPRT 系列搭载了“电机线圈短路保护电路”、“电机线圈开路保护电路”及“过热保护电路”。

下面介绍各保护电路。

① 关于电机线圈短路保护（负载短路）

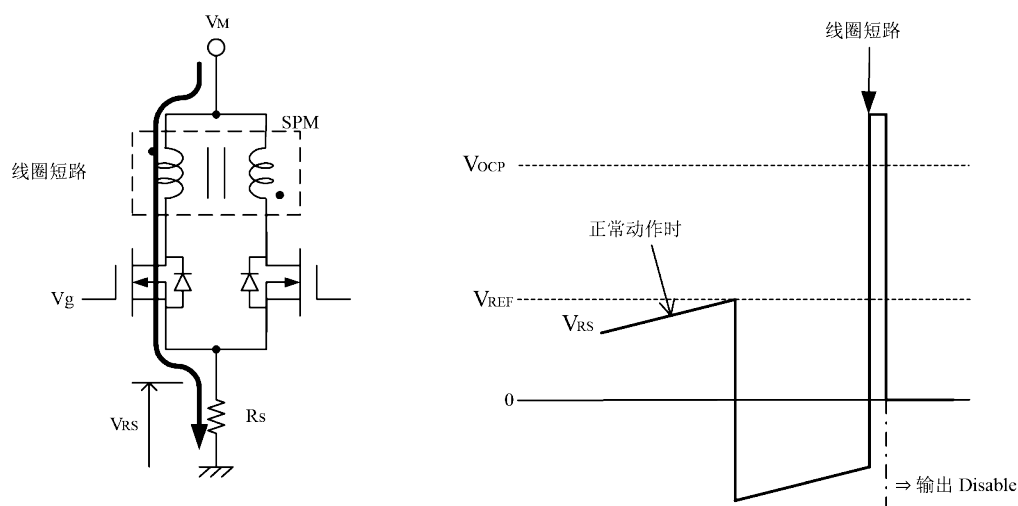
SLA7070MPRT 系列中内置的电机线圈保护电路与电流控制一样，通过对检测电阻发生的电压 V_{RS} 进行检测来动作。

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 14-6 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 SLA7070MPRT 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，因此，MOS FET 的温度会上升，当“外加能量>耐量”时，驱动器会损坏。

因此，在 SLA7070MPRT 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。

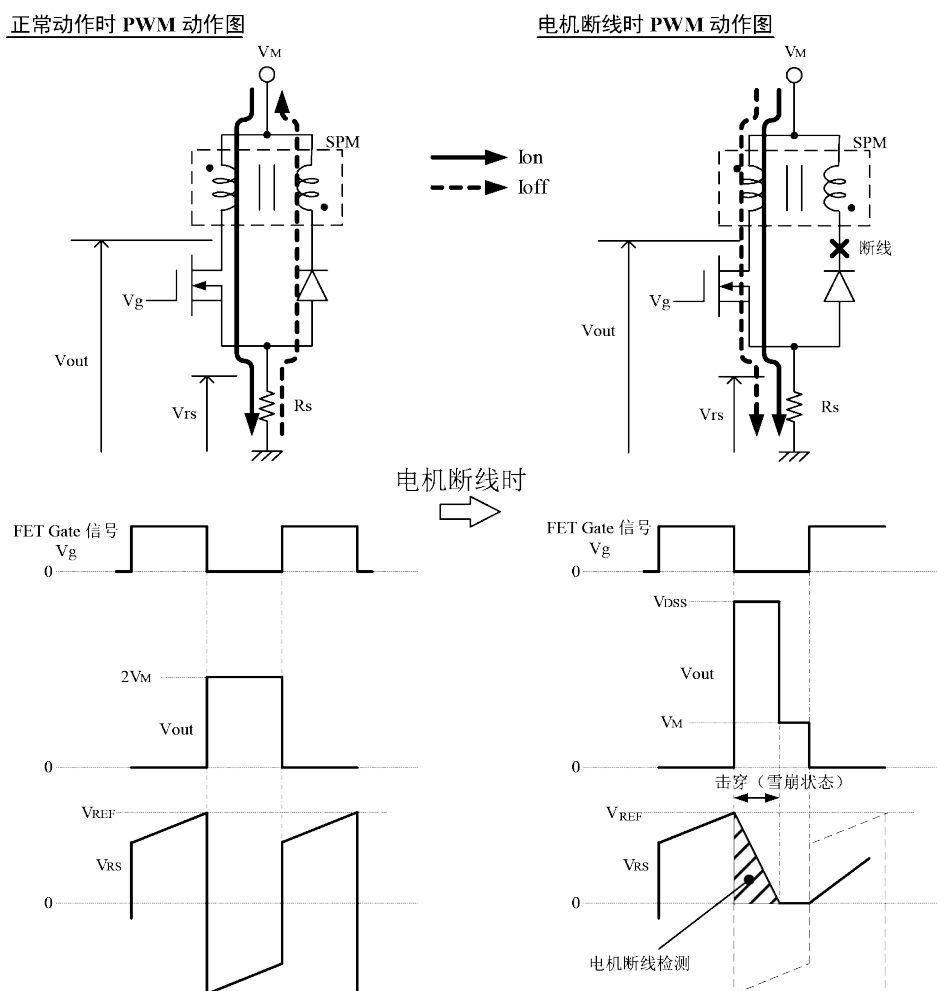
如果电机线圈断线，如上所述，在 PWM 关闭期间，当连接的 MOS FET 达到耐压的状态时，会出现再生电流。因此，通常工作时，检测电压 V_{RS} 在 PWM 关闭期间会变成负电位，但在电机线圈断线的状态下，会发生正电位。

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 SLA7070MPRT 系列中，为避免错误检测，在设计上要求在连续地检测到 3 次时保护电路工作。

图 14-7 表示工作图。

图 14-7 负载开路保护动作

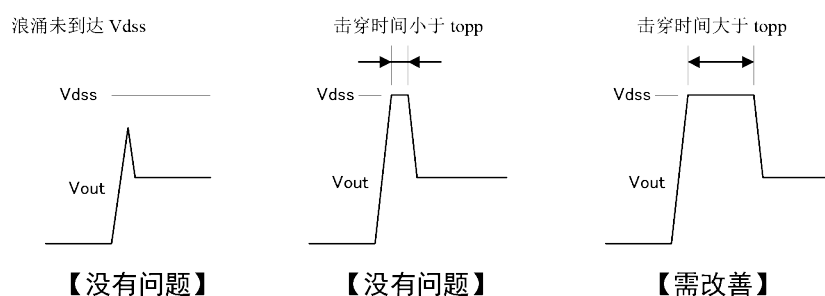


※注意

通过 PWM 关闭后发生的浪涌噪声确认输出击穿时，即使击穿发生期间超过了负载断线未检测时间 (t_{opp})，仍会继续，则实际上负载即使没有断线，保持功能有时仍会工作。请重新修改电机及配线的缠绕等，将击穿时间控制到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。



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继承电路, 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。导致热传递会产生延迟。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。

15. 使用时

(1) 电机电流的常数设定 (r1, r2, Rs)

SLA7070MPRT 系列的电机电流 I_o 设定方法由外围元件 r1, r2 与产品内置的检测电阻 Rs 决定。以下是计算 I_o 的公式。

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

双重下划线的项为参考电压 V_{REF} 。

将 V_{REF} 设定成 0.1V 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。

SLA7070MPRT 系列控制的电流 I_{trip} 是由 DAC 对基准电压进行分压。

$$I_{trip} = \frac{V_{REF}}{R_s} \times (\text{Mode比率}) \cdots \cdots \text{公式 ②}$$

(2) 关于控制电流的下限值

SLA7070MPRT 系列采用 OFF 时间固定的自励式 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 15-1 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可进行概算。

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

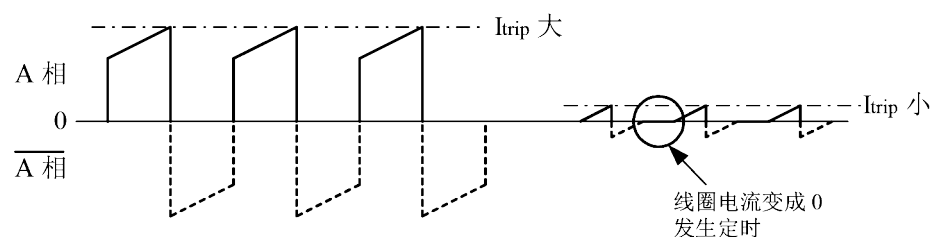
$$R = R_m + R_{DS(on)} + R_s$$

V_M : 电机电源电压
 $R_{DS(on)}$: MOS FET 导通电阻
 t_{off} : PWM 关闭时间

R_m : 电机线圈电阻
 L_m : 电机线圈电感
 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, 控制电流会变差。

图 15-1 控制电流下限模型波形



(3) 雪崩能量确认

SLA7070MPRT 系列的单极驱动方式中有时会发生超出输出单元 MOSFET 耐压的浪涌电压（振铃噪声）输入到产品的情况。

本产品已考虑到该浪涌电压发生的情况，因此使用了具备足够雪崩耐量的 MOS FET，在通常情况下即使发生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，请在实机评估时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 15-2 表示观测点，图 15-3 表示波形图。

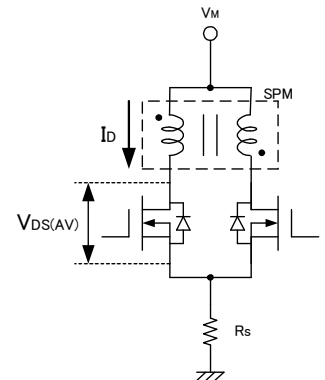


图 15-2 观测点

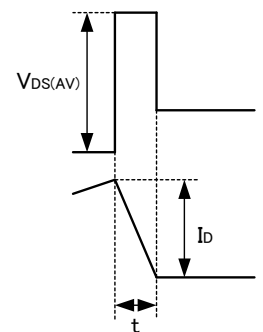


图 15-3 击穿时
波形图

【计算示例】

根据图 15-3 的波形观测结果若得到如下数据

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

$$I_D = 1A$$

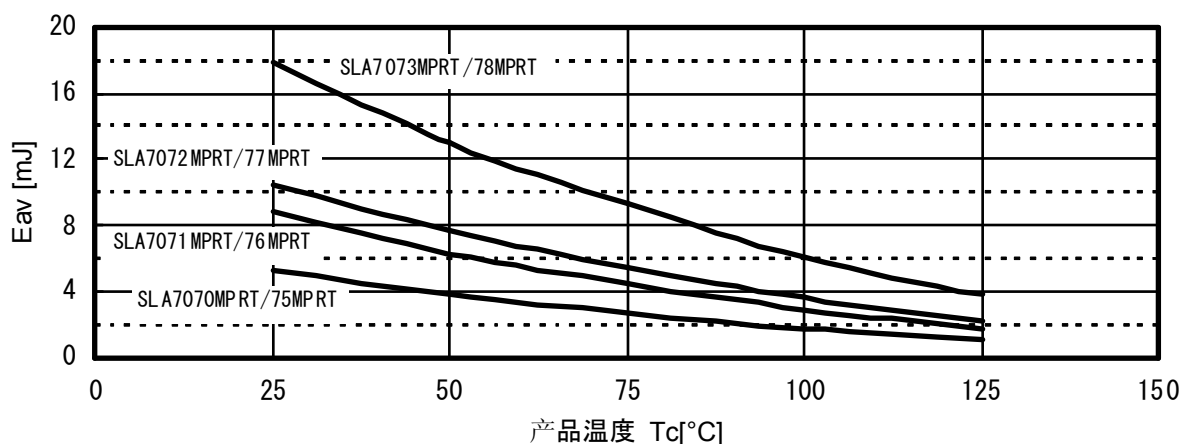
$$t = 0.5\mu s$$

则雪崩能量 E_{AV} 可通过下面的公式计算。

$$\begin{aligned} E_{AV} &\cong V_{DS(AV)} \times 1/2 \times I_D \times t \dots\dots\dots \text{公式 ④} \\ &= 140V \times 1/2 \times 1A \times 0.5 \times 10^{-6} \\ &= 0.035[mJ] \end{aligned}$$

将算出的 E_{AV} 与下图 Fig15-1 所示曲线比较，确认是否在 MOS FET 的雪崩耐量范围内，以此判断安全性。

Fig15-1 SLA7070MPRT 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, 电机电源和主电源为两者分开的电气性沿动作种类, 两者分开。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) 关于内部时序发生器的复位

本产品的时序发生器电路在接通逻辑电源 (V_{DD}) 时, 产品内部的功率 ON 复位功能会工作, 并执行初始化。

在刚接通电源时的输出在励磁原点会变成通电状态。

电机工作后如果需要将时序发生器进行复位, 请向 Reset 引脚输入复位信号。

不需要从外部执行复位时, 不会使用 Reset 引脚, 因此, 请在电路中将 Reset 引脚固定成低电平。

b) 关于时钟输入

停止时钟输入信号后, 励磁会变为电机 Hold 状态。

此无论时钟输入信号是低电平还是高电平, 都没有问题。

SLA7070MPRT 系列的动作设计为, 以时钟边缘驱动 1Step 模块。

备有按正沿动作的型号 (单沿型) 和按正/负沿两者动作的型号 (双沿型: W 沿)。

c) 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。

但在电机旋转时使用本功能时, 控制电流会不稳定, 可能会出现电机转矩下降及振动增加, 因此不建议在旋转时使用。

该同步电路在 2 相励磁状态 (Mode8 & F) 或 1 相励磁状态的 Hold 以外条件下使用时, 将无法控制电机电流, 敬请注意。

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 15-4 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。

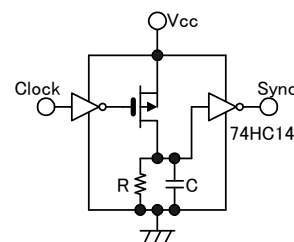


图 15-4 时钟停止检测电路

请根据使用的最低时钟频率来决定电路中的 RC 时间常数。

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。

停止时的时钟信号不清楚时，或 W 沿（双沿）型使用时，可在图 15-4 的电路之前，追加图 15-5 所示的沿检测电路进行对应。

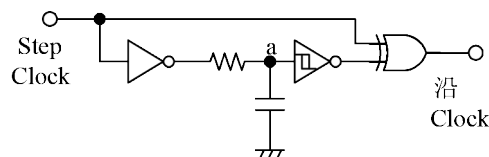


图 15-5 边缘检测电路

d) 关于输出 Disable (Sleep1,2) 电路

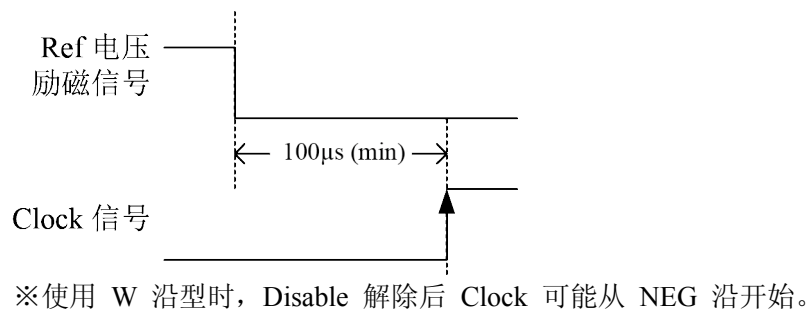
用本产品设定成电机自由状态（输出 Disable）的方法有 2 种，将 REF 引脚设定成 2V 以上的方法和使用励磁信号 (M1, M2, M3) 的方法。

以上方法都会使主电源系统电路停止工作，并进入降低电路电流的 Sleep 模式。不同之处在于，在使用 REF 引脚的方法时，内部时序发生器处于 Enable 状态，但在使用励磁信号的方法时，内部时序会变成 HOLD 状态。即，使用励磁信号的方法中，即使在 Sleep 中输入了 Clock 信号，仍会保持励磁定时的状态。

而且从输出 Disable (Sleep1,2) 状态进入旋转电机的模式时，请考虑产品的上升沿和电机励磁电流的上升时间，再设定 Disable 解除到时钟沿输入的时间。

（以下请参考图 15-6。）

图 15-6 Disable 解除和 Clock 输入的定时



e) 关于 REF 引脚

本产品的 REF 引脚，如真值表及上述 d 项所介绍的那样，是兼具

- ① 输出电流设定的参考电压设定
- ② 输出 Enable/Disable 控制输入

2 种功能的引脚。

控制 REF 电压时，请注意以下事项。

※1：在 ① 区域，控制电流值还会随着 REF 电压发生变化。
需特别留意损耗。

※2：② 区域存在输出 Enable 和 Disable 相互切换的电压。

Enable 时，注意事项与上述※1 相同。

在有些情况下会出现在 Enable 和 Disable 之间反复的输出状态不固定等现象。输出会在 Enable 和 Disable 之间反复，出现输出状态不固定等情况。

f) 关于逻辑系统引脚

- 输入引脚（Clock, Reset, CW/CCW, M1, M2, M3, Sync 引脚）

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。

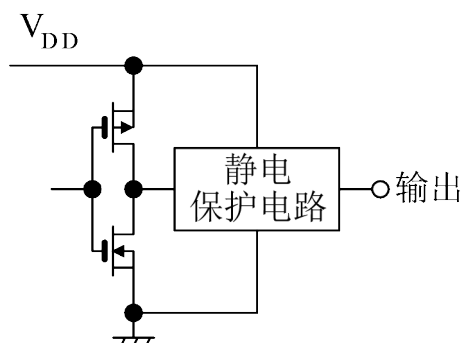
- 输出引脚（Mo & Flag 引脚）

Mo 引脚及 Flag 引脚变成监视器输出。

产品内部如图 15-7 等效电路所示，为逆变器输出。

在不使用 MO 引脚时，请务必保持开路。

图 15-7 Mo 引脚及 Flag 引脚内部等效电路



16. 热设计资料

如要准确地计算 SLA7070MPRT 系列的损失，则需要电机实际工作时的时间常数、励磁模式、输入频率及其序列器等可变参数，不具有现实性。

请按照最差条件进行近似计算。

只提取最少参数的损耗计算公式如下所示。

$$P = I^2 \times (R_{DS(on)} + R_s) \times 2$$

P : 产品损耗

I : 工作电流 $\approx I_o$

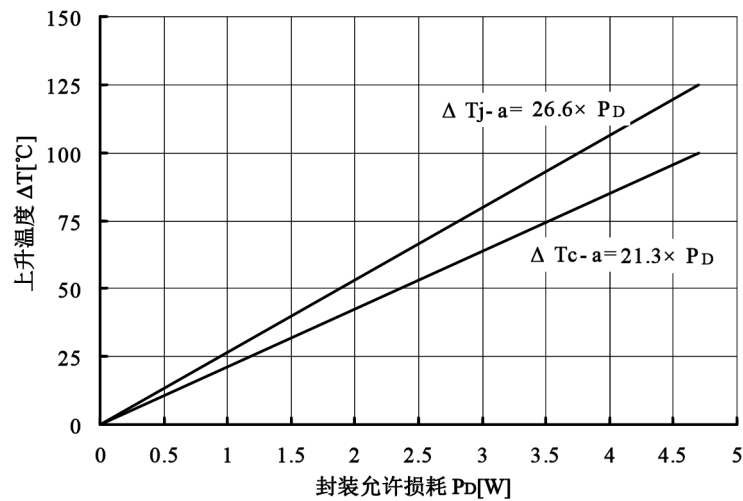
$R_{DS(on)}$: 推定搭载的 MOSFET 的导通电阻

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 Fig16-1 的温度上升曲线，推定产品的结温。

此时在最差条件（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，但最终请在实际工作中测量产品发热情况，再根据 Fig16-1 确认损耗及结温。

Fig16-1 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

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

使用该公式计算出的 θ_{j-a} 的值进行计算。

请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 。

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。

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

☆注意事项

- 本产品在设计 IC (MIC) 上搭载了热保护功能。
由于采用的是电源元器件 (MOSFET)、控制集成电路及检测电阻相分离的多芯片结构，无法通过控制集成电路来准确地检测电源元器件、检测电阻等发热源的温度。
请进行充分的热评估，避免结温超过保证值 (150°C)。
- 本热设计资料仅供参考，可用来对产品的适用程度进行预评估。
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。

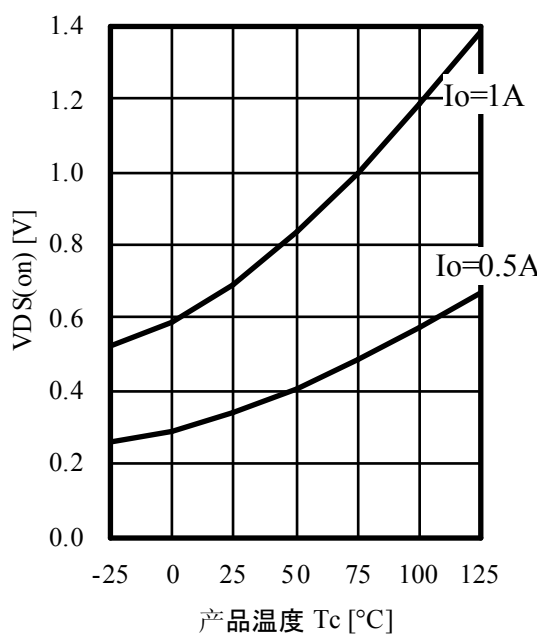
No Fin 时: 90°C

连接 Fin 时: 80°C

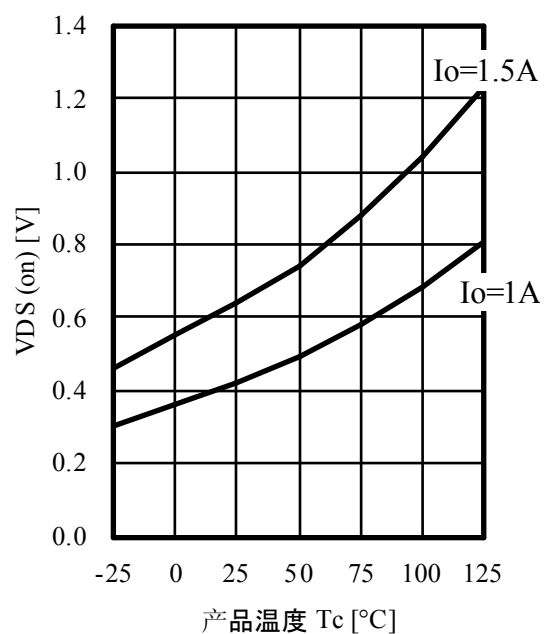
17. 典型特性示例

(1) 输出 MOS FET 导通电压 $V_{DS(on)}$ 特性

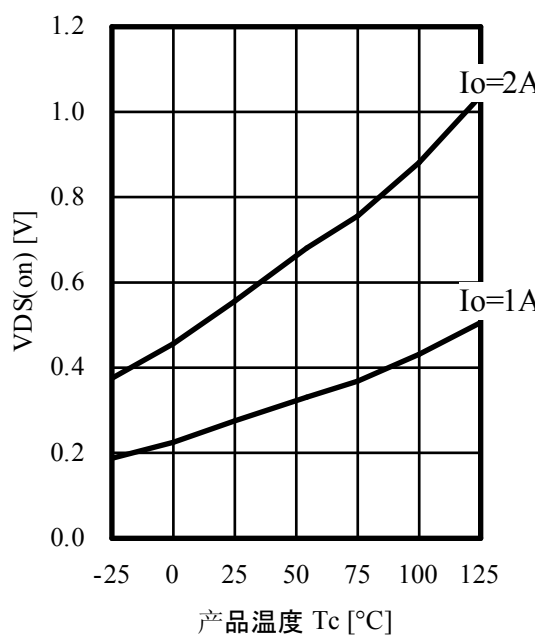
SLA7070MPRT/SLA7075MPRT



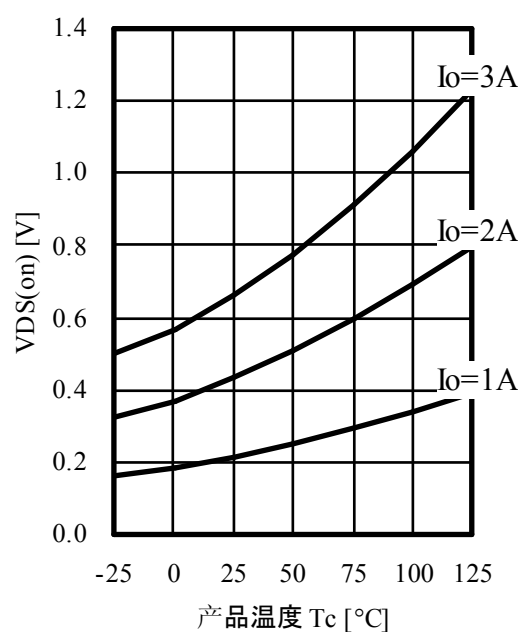
SLA7071MPRT/SLA7076MPRT



SLA7072MPRT/SLA7077MPRT

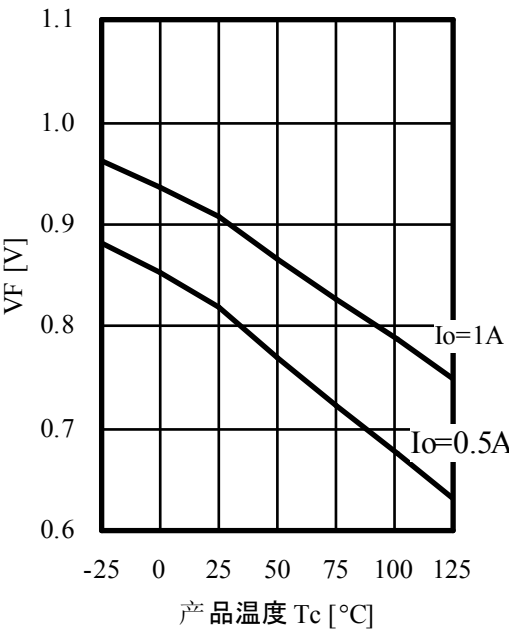


SLA7073MPRT/SLA7078MPRT

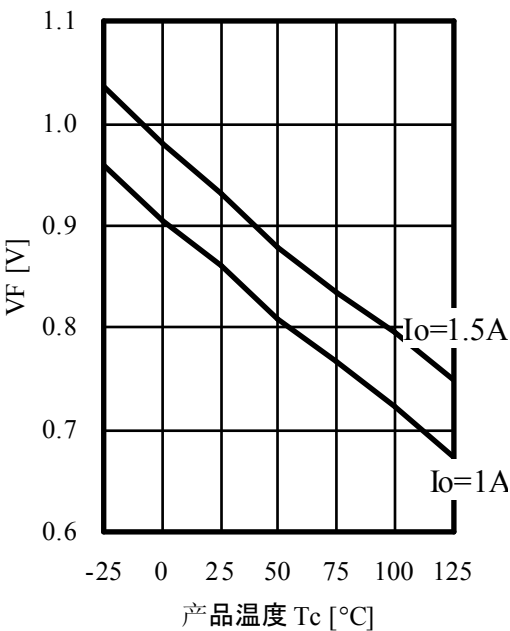


(2) 输出 MOS FET 体二极管正向电压 V_F 特性

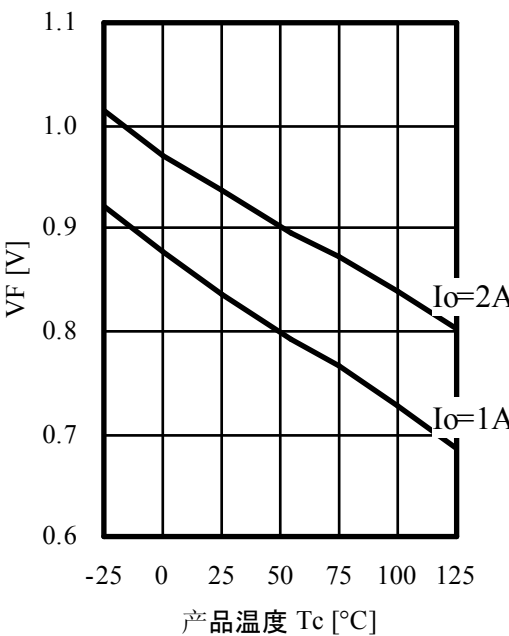
SLA7070MPRT/SLA7075MPRT



SLA7071MPRT/SLA7076MPRT



SLA7072MPRT/SLA7077MPRT



SLA7073MPRT/SLA7078MPRT

