

## 5 相步进电机驱动控制集成电路

**SI - 7510****应用手册 (Ver.3.1)**

## (目录)

1. 前言	2
2. 特点	2
3. 产品规格	
3-1 绝对最大额定规格	3
3-2 推荐工作条件	3
3-3 电气特性	3
4. 限定值图	4
5. 输入逻辑真值表	4
6. 内部方框图	5
7. 引脚排列与功能表	5
8. 标准外接电路图 (推荐参数)	6
9. 输入/输出时序图及电机线圈励磁时序	
9-1 输入/输出时序图	7
9-2 电机线圈励磁时序	8
10. 外形尺寸图、标记	
10-1 外观图	9
10-2 标记	9
11. 设定电流的计算	
11-1 设定电流的计算	10
11-2 节电方法	10
12. 斩波动作	
12-1 斩波 OFF 时间	11
12-2 消隐时间	11
12-3 斩波 ON 时间	11
13. 输出元件 (功率 MOS FET) 的损耗计算方法	
13-1 损耗计算所需的参数	12
13-2 损耗计算 (近似计算)	12
14. 使用注意事项	
14-1 关于噪声	14
14-2 关于电源时序	14

## 1. 前言

本产品为 5 相步进电机新五边形驱动专用的控制集成电路。  
由于内置了励磁时序电路，因此可以通过从外部输入时钟 (CL) 来驱动电机。  
输出段上使用 Nch 功率 MOSFET 阵列，以 SI-7510+MOS 阵列×2 共 3 个封装构成驱动器。

※ 本产品使用的驱动方式包含东方马达株式会社的专利。因此，使用时请注意电机的选择。

## 2. SI-7510 的特点

- 【1】支持主电源电压  $V_{cc1} = 10$  到 42V
- 【2】支持控制电源电压  $V_{cc2} = 3$  到 5.5V
- 【3】正转 (CW) / 逆转 (CCW) 切换功能
- 【4】4 相励磁 (Full) / 4-5 相励磁 (Half) 切换功能
- 【5】Enable/Disable 切换功能  
在 Disable 时内部计数器工作，输入时钟后时序会前进。
- 【6】内置高端驱动用充电泵电路  
本产品输出段全部采用 Nch MOS FET 构成。  
内置用于高端驱动的充电泵电路。
- 【7】采用外接  $R_t/C_t$  自励式定电流控制。
- 【8】最大输出电流由配对使用的 MOSFET 阵列的额定电流决定。

输出电流	推荐 MOS FET
$I_o = 6A$	SLA5073 + SLA5074
$I_o = 7A$	SLA5068 + SLA5065

### 3. 产品规格

#### 3-1 绝对最大额定规格

项目	符号	规格	单位
主电源电压	Vcc1	44	V
逻辑电源电压	Vcc2	7	V
逻辑输入电压	VIN	-0.3 ~ Vcc2	V
REF 输入电压	VREF	-0.3 ~ Vcc2	V
Sense 输入电压	Vsense	2	V
充电泵输出电压	VMC3	48	V
允许损耗	PD	1.6	W
工作环境温度	Ta	-10~80	°C
保存温度	Tstg	-20~150	°C
结温	Tj	150	°C

#### 3-2 推荐工作条件

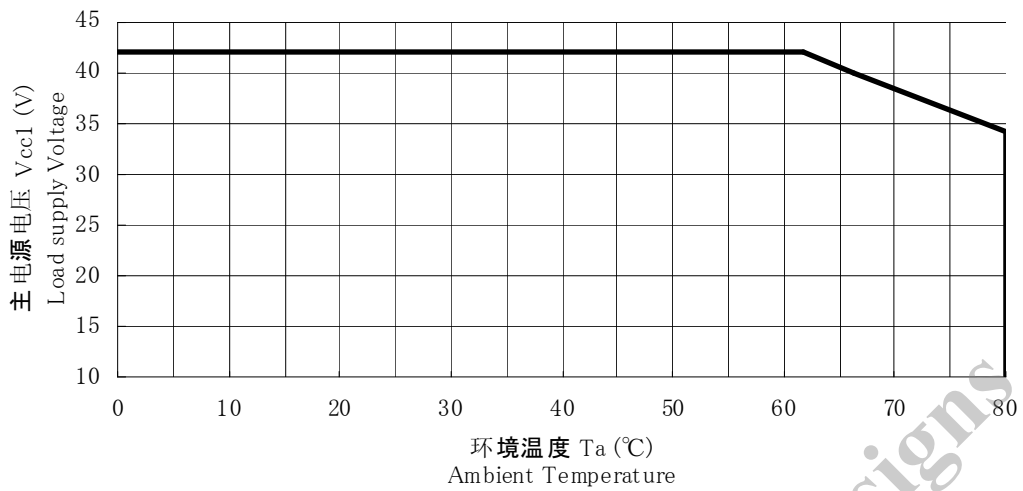
项目	符号	工作范围	单位
主电源电压	Vcc1	10~42(※)	V
逻辑电源电压	Vcc2	3~5.5	V
REF 电压	VREF	0.1~1	V

※如果使用时 Vcc1 在 35V 以上，请在 Vcc1~VMC3 之间插入 5V 的齐纳二极管。

#### 3-3 电气特性

项目	符号	条件	规格			单位
			Min	Typ	Max	
主电源电流	Icc1				25	mA
逻辑电源电流	Icc2				10	mA
逻辑输入电压	VIL	Vcc2 = 5V			1.25	V
	VIH	Vcc2 = 5V	3.75			V
逻辑输入电流	IIL	VIL = 0V	- 20		20	μA
	IIH	VIH = 5.5V	- 20		20	μA
ENA 输入电流	IENA	VENA = 0V	- 100		20	
REF 输入电流	IREF	IENA = 0~5.5V	- 20		20	μA
Sense 电压	Vsense	VREF = 1V		1		V
Sense 电流	Isense	Vsense = 0V,2V	- 20		20	μA
Mo 输出电压	VMOL	IMOL = 1mA			1	V
	VMOH	IMOH = -1mA	4			V
RC 引脚阈值电压	VRCL			0.5		V
	VRCH			1.5		V
RC 引脚流出电流	IRC	VRC = 0V		300		μA
充电泵输出电压	VMC3	无 ZDi		Vcc1+9		V
高端输出电压 (栅极-源极之间)	VHGSL				1	
	VHGSH			8.5		V
低端输出电压	VLGL				1	V
	VLGH			7.5		V
最大输入 Clock 频率	fck		100			kHz
最小输入 CL 宽度(on)	TCON		1			μs
上电复位时间	TPW			1.5		μs
输出延迟时间	TIO	对 CL↑		2		μs
CW/CCW, F/H 输入 数据建立时间	TICS		500			ns
CW/CCW, F/H 输入 数据保持时间	TICH		500			ns

#### 4. 限定值图



#### 5. 输入逻辑真值表

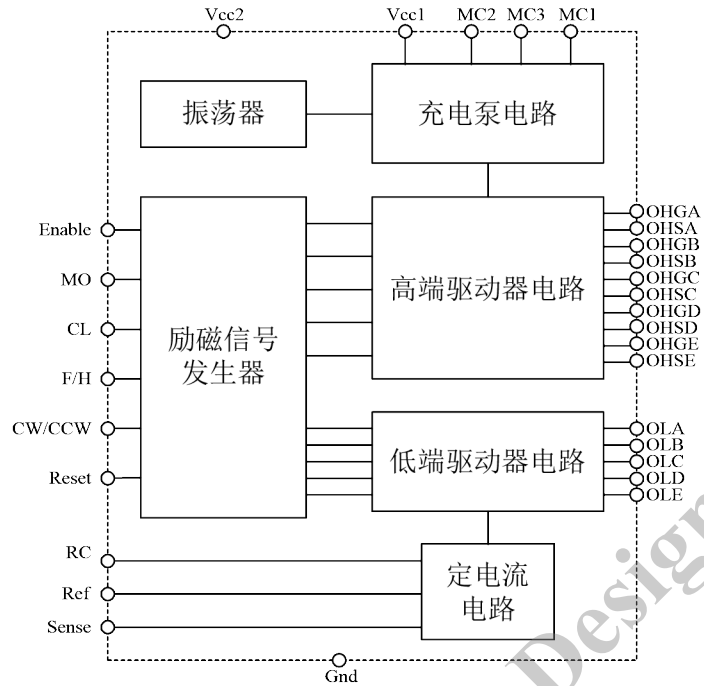
功能 (Pin No.)	L	H
Clock		
Enable (5)	Disable <sup>※1</sup>	Enable
Full / Half (9)	Full	Half
CW / CCW (10)	CW	CCW
Reset (11)	Enable	Reset <sup>※2</sup>

※上述各功能与 CL 信号不同步工作。

※1 如果在 Disable 状态下输入 CL，内部计数器会工作，时序前进。

※2 Reset 时（原点）输出 ON 的相，高端：A 相，低端：C 相、D 相。

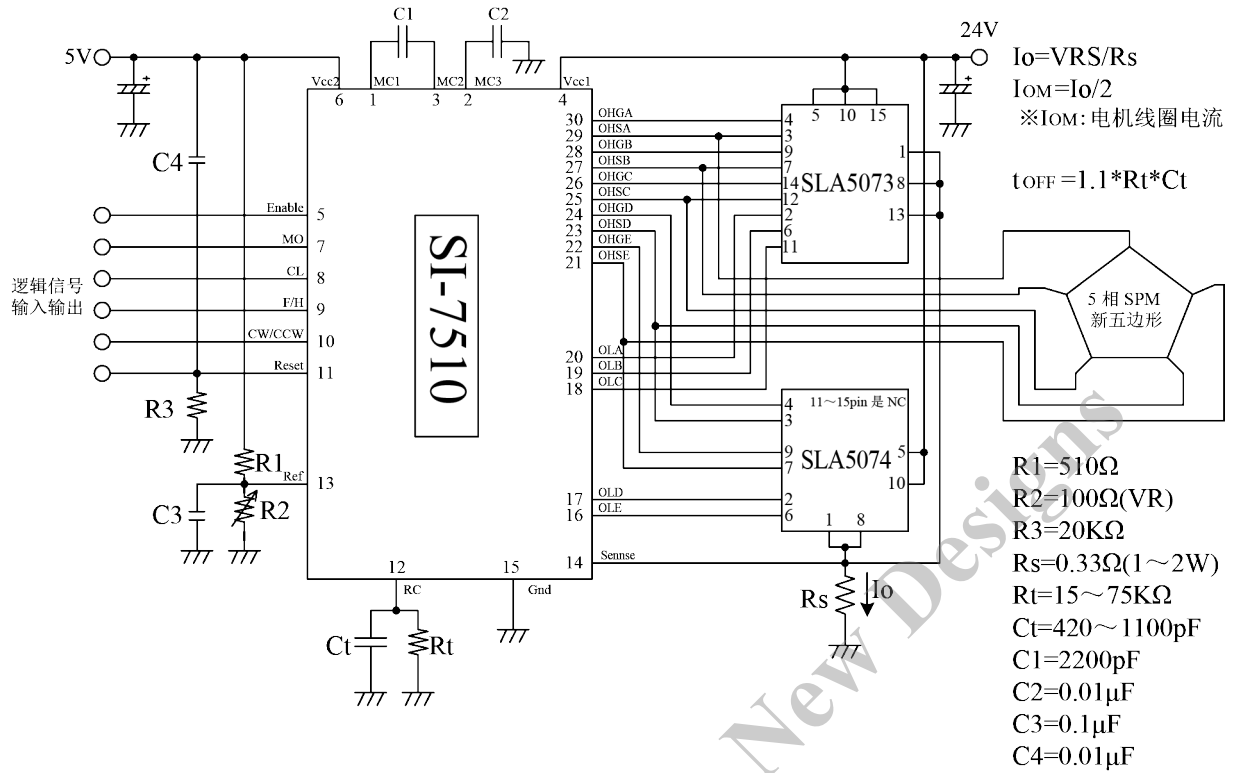
## 6. 内部方框图



## 7. 引脚排列与功能表

Pin 编号	符号	功能
1	MC1	充电泵用电容连接引脚 (对 MC2)
2	MC3	充电泵用电容连接引脚 (对 Gnd)
3	MC2	充电泵用电容连接引脚 (对 MC1)
4	Vcc1	主电源电压输入
5	Enable	输出 OFF
6	Vcc2	逻辑电压输入
7	MO	用于检测电机位置的监视器
8	CL	时钟
9	F/H	4Φ, 4 - 5Φ 切换
10	CW/CCW	正转、反转切换
11	Reset	复位
12	RC	用于设定斩波 OFF 时间的 RC 连接
13	Ref	用于设定电机电流的参考电压输入
14	Sense	用于检测电机电流
15	Gnd	Gnd
16	VOLE	低端 MOS FET 栅极连接引脚 (E 相)
17	VOLD	低端 MOS FET 栅极连接引脚 (D 相)
18	VOLC	低端 MOS FET 栅极连接引脚 (C 相)
19	VOLB	低端 MOS FET 栅极连接引脚 (B 相)
20	VOLA	低端 MOS FET 栅极连接引脚 (A 相)
21	VOHSE	高端 MOS FET 源极连接引脚 (E 相)
22	VOHGE	高端 MOS FET 栅极连接引脚 (E 相)
23	VOHSD	高端 MOS FET 源极连接引脚 (D 相)
24	VOHGC	高端 MOS FET 栅极连接引脚 (D 相)
25	VOHSC	高端 MOS FET 源极连接引脚 (C 相)
26	VOHGC	高端 MOS FET 栅极连接引脚 (C 相)
27	VOHSB	高端 MOS FET 源极连接引脚 (B 相)
28	VOHGB	高端 MOS FET 栅极连接引脚 (B 相)
29	VOHSA	高端 MOS FET 源极连接引脚 (A 相)
30	VOHGA	高端 MOS FET 栅极连接引脚 (A 相)

### 8. 标准外接电路图（推荐常数）



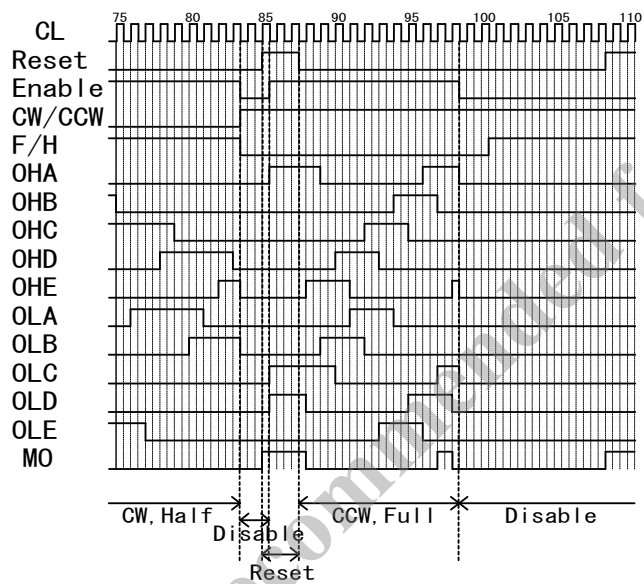
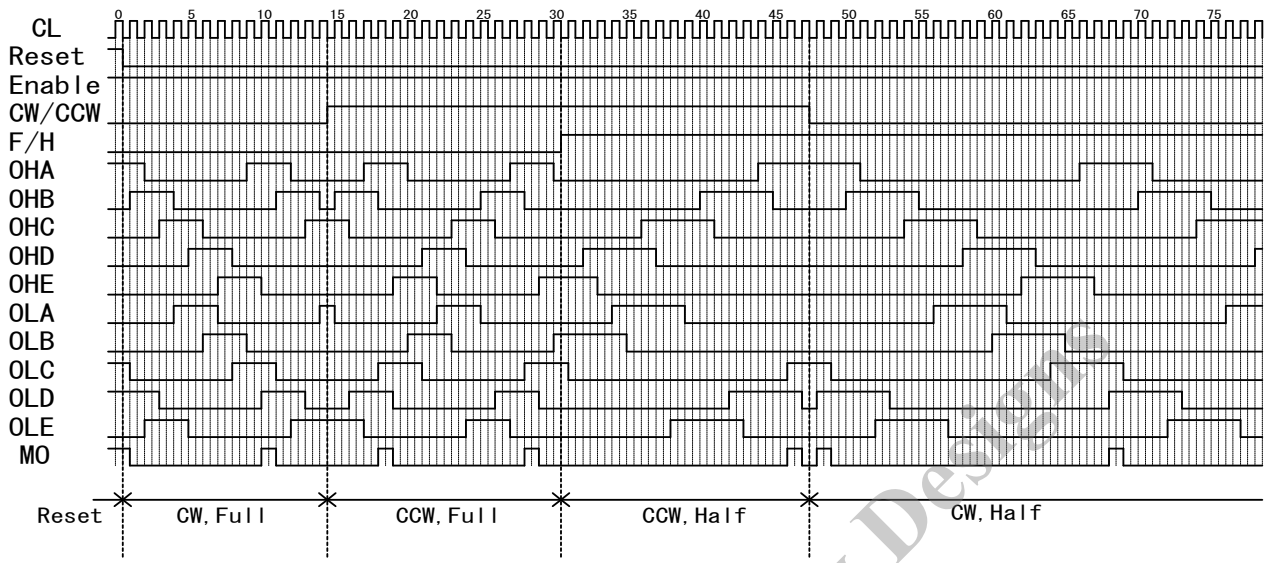
☆请注意 Vcc 线路的噪声。

Vcc 线的噪声超过 0.5V 时，产品可能出现误动作。

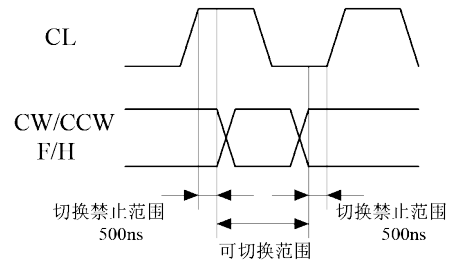
Not Recommended for New Designs

## 9. 输入/输出时序图及电机线圈励磁时序

### 9-1 输入/输出时序图



\* 各输入信号切换条件



Not Recommended for New Designs

### 9-2 电机线圈励磁时序

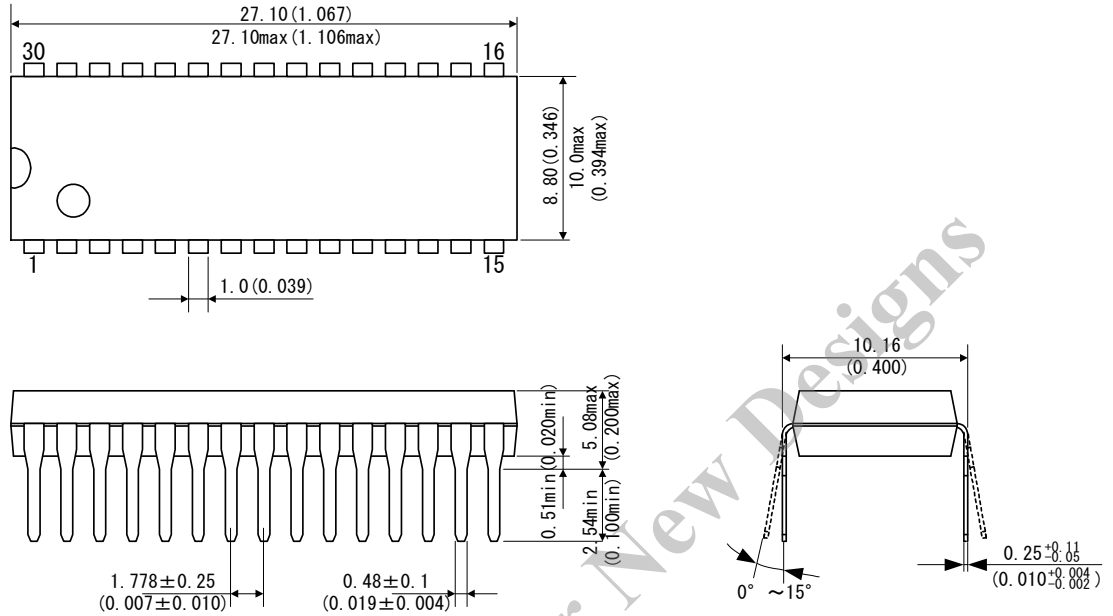
励磁方式	CCW ← → CW									
	4 相励磁 Full Step	0 (原点)	1	2	3	4	5	6	7	8
	0 (原点)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19



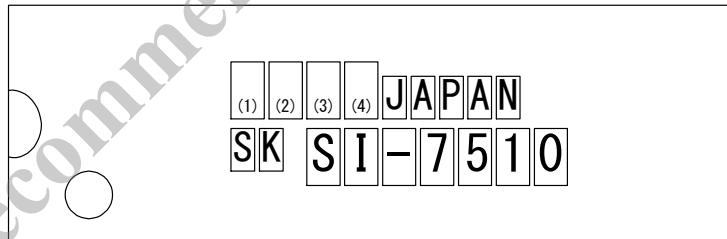
## 10. 外形尺寸图、标记

SI-7510 为 Pin 间距 1.778mm 的 Dip 型集成电路。

### 10-1 外观图



### 10-2 标记



栏	项目	规格												
(1)	年份代码	公历年份末位数												
(2)	月份代码	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		字母	1	2	3	4	5	6	7	8	9	O	N	D
(3)	管理代码	数字 1~9,0												
(4)	管理代码	数字 1~9,0												

年月在打印标记时设定。

## 11. 设定电流的计算

### 11-1 设定电流的计算

图 11.1 表示 Reset 时（励磁原点）的电机电流路径。

本产品采用总电流控制，设定电流  $I_o$  与电机线圈电流  $I_{OM}$  的关系如下所示。

$$I_o = 2 \times I_{OM}$$

与检测电压  $V_{RS}$  进行比较的参考电压  $V_{REF}$  的分配器比例为 1:1，设定电流  $I_o$  可用以下公式表示。

（参见图 9.2）

$$I_o = V_{REF} / R_s$$

$$V_{REF} = V_{cc2} \times r_2 / (r_1 + r_2)$$

### 11-2 节电方法

若要在电机保持等情况下减小电机扭矩，如图 11.2 所示添加  $r_x$  与  $Tr$  电路。

设定电流  $I_{opd}$  的计算公式如下所示。

$$I_{opd} = \frac{1}{1 + \frac{r_1(r_2 + r_x)}{r_2 \cdot r_x}} \cdot \frac{V_{cc2}}{R_s}$$

上述计算公式未考虑三极管的饱和电压。

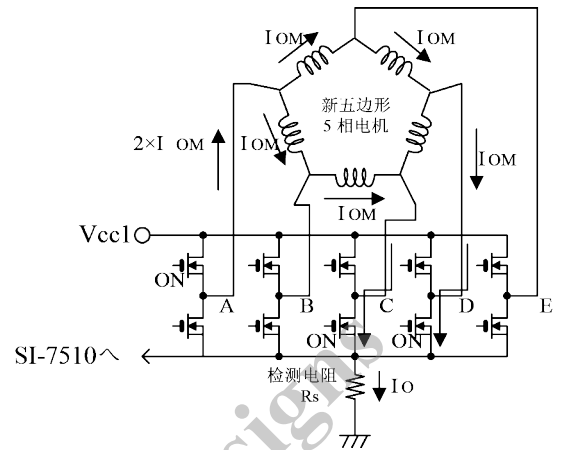


图 11.1 电机电流路径

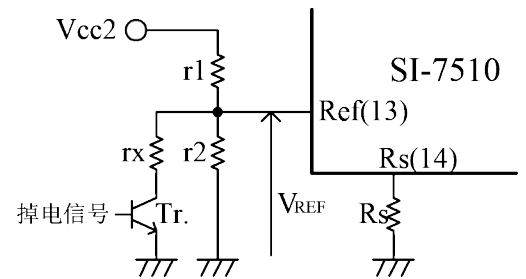


图 11.2 电流设定电

## 12. 斩波动作

图 12.1 表示斩波工作时各引脚的工作波形，图 12.2 表示斩波工作时的电流路径（实线：斩波 ON 电流  $I_{ON}$ ，虚线：斩波 OFF 电流  $I_{OFF}$ ）。

### 12-1 斩波 OFF 时间

本产品用于控制斩波工作时的斩波 OFF 时间。斩波 OFF 时间由 RC 端子外接的  $R_t / C_t$  的时间常数决定，是 RC 引脚电压由约 1.5V 降至约 0.5V 所需的时间。

- 斩波 OFF 时间  $t_{OFF}$  的计算公式

$$t_{OFF} \approx 1.1 \times R_t \times C_t$$

$$R_t = 15 \sim 75K\Omega, C_t = 420 \sim 1100pF \text{ (推荐值)}$$

### 12-2 消隐时间

$R_t / C_t$  与消隐时间  $t_{BRK}$  也有关系。消隐时间可防止斩波工作从 OFF 到 ON 时发生的振铃噪声导致的误动作。消隐时间为 RC 引脚电压由约 0.5V 增加至约 1.5V 所需的时间。RC 引脚电压增加时由 RC 引脚流出约 200 $\mu$ A 的电流。

- 消隐时间  $t_{BRK}$  的计算公式

$$t_{BRK} \approx C_t / (200 \times 10^{-6})$$

在消隐时间内即使检测电压比参考电压更高，电源控制电路也不会工作，始终保持 ON 状态。因此，如果  $C_t$  的常数过大，在尝试设定较小的输出电流值时可能无法下降至设定值。如果  $C_t$  的常数过小，可能会发生振铃噪声，导致误动作。

### 12-3 斩波 ON 时间

在本产品中，斩波 ON 时间由主电源电压  $V_{cc1}$ 、电机时间常数以及斩波 OFF 时间等因素决定

在电机实际转动时，由于电机线圈的电感成分会因磁力线被切割而不断变化，斩波 ON 时间也会变化。

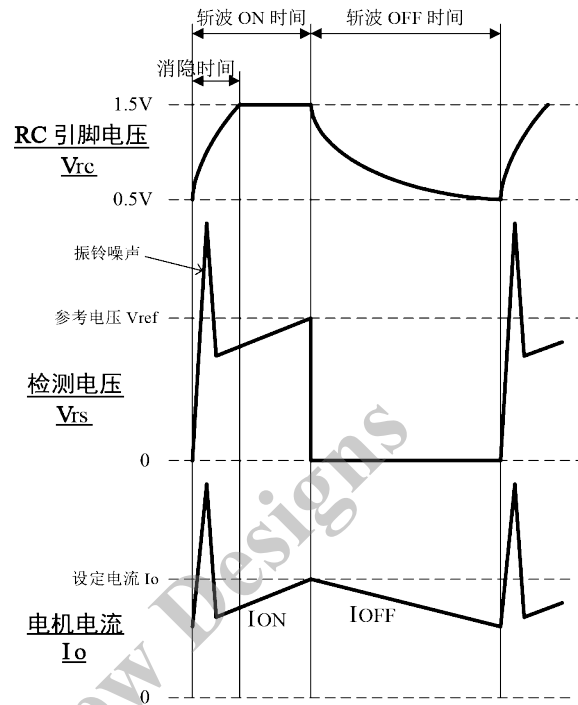


图 12.1 斩波工作波形

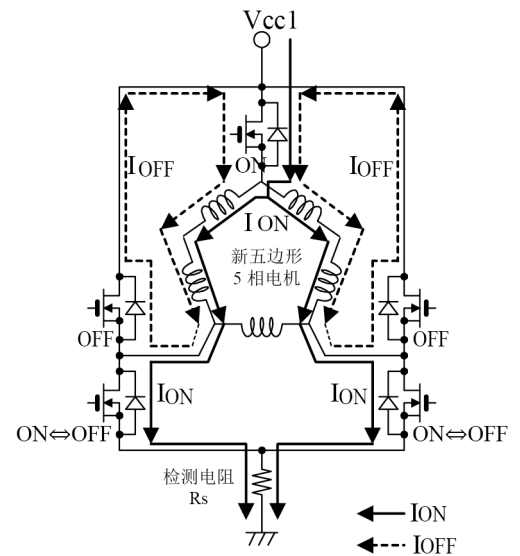


图 12.2 斩波电流路径

### 13. 输出元件（功率 MOS FET）的损耗计算方法

SI-7510 在输出段上连接功率 MOS FET，驱动电机。

该功率 MOS FET 的近似损耗计算方法如下所示。该计算方法为近似式，未考虑实际工作时的参数变动等因素。因此作为最终判断，请确认实际工作时功率 MOS FET 的发热情况。

#### 13-1 损耗计算所需的参数

要计算功率 MOS FET 的损耗，需要用到以下参数。

- ① 控制电流  $I_{OM}$ （电流波形的平均值）
- ② 励磁方式
- ③ 电流控制时的斩波时间： $t_{ON}$ ， $t_{OFF}$
- ④ 功率 MOS FET 的 ON 电阻： $R_{DS(ON)}$
- ⑤ 功率 MOS FET 的体二极管正向电压  $V_{SD}$

在这里，④ 和 ⑤ 请使用所用功率 MOS FET 规格中的最大值。

此外，③ 需要在实际工作中确认。

#### 13-2 损耗计算（近似计算）

各励磁方式中各相的损耗状态如下所示。

※以在 MOS 阵列中使用 SLA5073 (3ch) 和 SLA5074 (2ch) 时为例。

下述状态下，表中记载的各符号的损耗用以下公式表示。

- $H1 = I_O^2 \times R_{DS(ON)} [W]$
  - $H2 = I_{OM}^2 \times R_{DS(ON)} [W]$
  - $L1 = I_O^2 \times R_{DS(ON)} \times t_{ON} / (t_{ON} + t_{OFF}) + I_O \times V_{SD} \times t_{OFF} / (t_{ON} + t_{OFF}) [W]$
  - $L2 = I_{OM}^2 \times R_{DS(ON)} \times t_{ON} / (t_{ON} + t_{OFF}) + I_{OM} \times V_{SD} \times t_{OFF} / (t_{ON} + t_{OFF}) [W]$
- ※  $I_O = I_{OM} \times 2$  倍 ( $I_O = V_{ref} / R_s$ )  
 $t_{ON}$  与  $t_{OFF}$  之比 = 1:5（近似计算）

#### 4 相励磁（全步距）

Step	原点			1			2			3			4			5			6			7			8			9					
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
SLA5073	H1		L2	H2	H2			H1			H2	H2	L2		H1	L1		H2	L2	L2			L1			L2	L2	H2		L1			
SLA5074	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/	D	E	/
	L2		/	L1		/	L2	L2	/		L1	/	L2	/		H2		/	H1		/	H2	H2	/		H1	/	H2	H2	/		H2	/

保持时的损耗：请计算任意停止的 Step 部位的损耗。

例) 在原点保持时

- SLA5073 的损耗： $H1 + L2 [W]$
- SLA5074 的损耗： $L2 [W]$

旋转时的损耗：作为平均损耗计算。

- SLA5073 的损耗： $(H1 \times 3 + H2 \times 6 + L1 \times 3 + L2 \times 6) \div 10 [W]$
- SLA5074 的损耗： $(H1 \times 2 + H2 \times 4 + L1 \times 2 + L2 \times 4) \div 10 [W]$

#### 4-5 相励磁（半步距）

Step	原点			1			2			3			4			5			6			7			8			9								
SLA5073	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
SLA5073	H1		L2	H1			H2	H2			H1			H1			H1			H2	H2			H1	L2			H1	L1			H1				
SLA5074	D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E	
SLA5074	L2			L1			L1			L1			L2	L2		L1			L1			L1			L1			L2								

Step	10			11			12			13			14			15			16			17			18			19								
SLA5073	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
SLA5073	L1		H2	L1			L2	L2			L1			L1			L1			L2	L2			L1	H2			L1	H1			L1				
SLA5074	D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E		D	E	
SLA5074	H2			H1			H1			H1			H2	H2		H1			H1			H1			H1			H2								

保持时的损耗：请计算任意停止的 Step 部位的损耗。

例) 在 原点 保持时

- SLA5073 的损耗：H1 + L2 [W]
- SLA5074 的损耗：L2 [W]

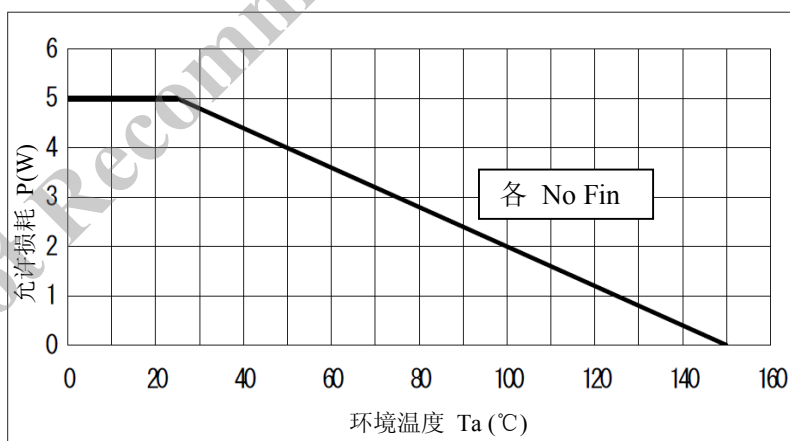
旋转时的损耗：作为平均损耗计算。

- SLA5073 的损耗： $(H1 \times 9 + H2 \times 6 + L1 \times 9 + L2 \times 6) \div 20$  [W]
- SLA5074 的损耗： $(H1 \times 6 + H2 \times 4 + L1 \times 6 + L2 \times 4) \div 20$  [W]

各功率 MOS 阵列的允许损耗如下所示。

- No Fin 时
  - SLA5073 ... 5W  $\Theta_{j-a} = 25^\circ\text{C}/\text{W}$
  - SLA5074 ... 4.8W  $\Theta_{j-a} = 26^\circ\text{C}/\text{W}$
- 使用无限大散热板时
  - SLA5073 ... 30W  $\Theta_{j-c} = 4.17^\circ\text{C}/\text{W}$
  - SLA5074 ... 25W  $\Theta_{j-a} = 5^\circ\text{C}/\text{W}$

参考计算得出的损耗和允许损耗以及下述限定值图，选择散热板。



决定 SLA5073, SLA5074 的散热板时，请务必在实际工作时确认产品的温度。上述计算得出的损耗为近似值，存在误差。

选择散热板时，应保证在最差的条件下，SLA5073, SLA5074 的背面 AlFin 温度在 100°C 以下。

**SLA5073, SLA5074 的详细内容请参见各产品规格书。**

## 14. 使用注意事项

### 14-1 关于噪声

如果 Vcc2 或 逻辑输入与噪声叠加，内部时序会受到噪声的影响，可能发生时序丢失，因此请注意控制噪声的产生。

### 14-2 关于电源时序

建议按“Vcc1→Vcc2”的顺序切断电源。

如果先切断 Vcc2，可能在 SI-7510 输出段的 MOS 栅极中贮存的电荷泄放完之前出现高阻抗。此时 MOS 栅极的电荷自然放电期间 MOSFET 的状态为 ON，会发生过电流，因此需要注意。

Not Recommended for New Designs