

译文

TB6633AFNG

本资料是为了参考的目的由原始文档翻译而来。
使用本资料时，请务必确认原始文档关联的最新
信息，并遵守其相关指示。

原本：“TB6633AFNG” 2015-9-15

翻译日：2015-12-24

东芝 Bi-CD 单晶硅集成电路

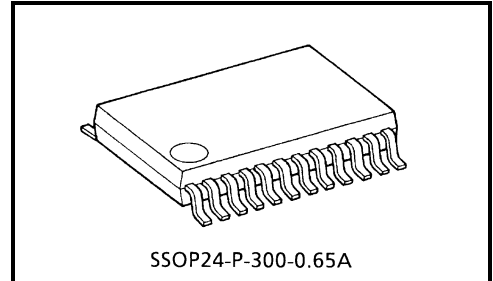
TB6633AFNG

无传感器的 DC 马达用 3-相全波 PWM 驱动器

TB6633AFNG 是一种三相全波 PWM 驱动器,适用于无传感器无电刷 DC(BLDC)马达。它基于一模拟控制输入电压,通过改变 PWM 占空比来控制马达转速。

特征

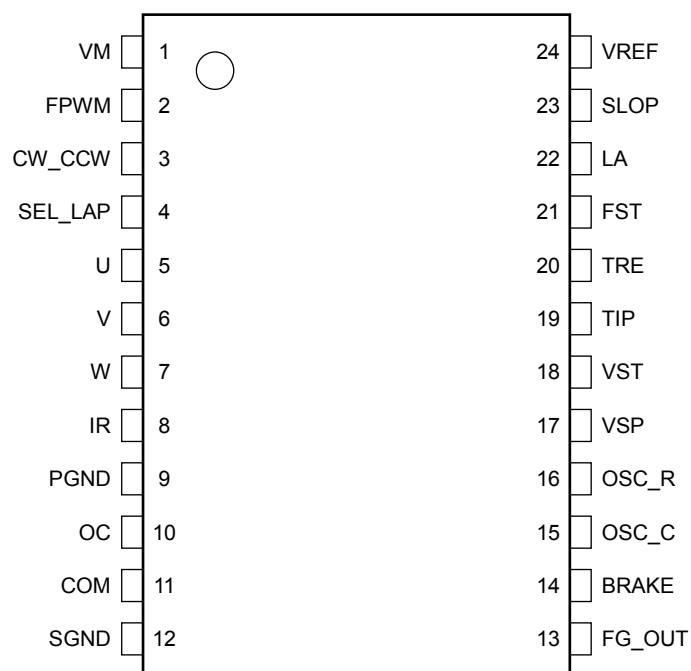
- 三相全波模式无传感器驱动
- PWM 斩波器控制
- 基于模拟输入(7-位 ADC)控制 PWM 占空比
- 输出电流: $I_{OUT} = 0.6\text{ A}$ 典型值(1 A 最大值)
- 电源 $V_M = 4.5\text{ V} \sim 22\text{ V}$ (25 V 最大值)
- 正向与反向旋转
- 超前角控制 (0° , 15° 及 30°)
- 重叠换向(120° , 135° 及 150°)
- 相位信号状态转换时的可选占空比调制周期
- 转速检测信号(FG_OUT)
TB6633FNG: 每个电角度 3 个脉冲
TB6633AFNG: 每个电角度 1 个脉冲
- 可调启动设置
- 强制换向频率控制($f_{osc} / (6 \times 2^{17})$, $f_{osc} / (6 \times 2^{18})$ 与 $f_{osc} / (6 \times 2^{19})$)
- 可选 PWM 频率
- 重新启动功能
- 过电流保护(ISD)
- 热关机(TSD)
- 欠电压锁定(LVD)
- 限流器
- 短路制动器



重量: 0.136 g (典型值)

注: 本产品的 8 个引脚 (IR)对静电放电敏感。在搬运本产品时,应保护环境避免静电放电。

引脚分配



引脚描述

引脚编号	符号	I/O	说明
1	VM	—	马达电源引脚
2	FPWM	I	PWM 频率(f_{PWM})选择输入(该引脚带有一个下拉电阻器。) 高 : $f_{PWM} \approx f_{osc} / 128$ 示例) $f_{PWM} \approx 40 \text{ kHz} @ f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$ 低, 开路 : $f_{PWM} \approx f_{osc} / 256$ 示例) $f_{PWM} \approx 20 \text{ kHz} @ f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$
3	CW_CCW	I	旋转方向选择输入(该引脚带有下拉电阻器) 高逆时针方向(U → W → V) 低, 开路:顺时针方向(U → V → W)
4	SEL_LAP	I	重叠换向选择引脚(该引脚具备下拉电阻器。) 高 : 重叠换向 低, 开路 : 120° 换向
5	U	O	U-相输出
6	V	O	V-相输出
7	W	O	W-相输出
8	IR	—	输出旁路电阻器用连接引脚
9	PGND	—	电源接地引脚
10	OC	I	过流检测输入(该引脚带有一个下拉电阻器。) 在 $OC \geq 0.25 \text{ V}$ (典型值)时, 所有 PWM 输出信号均被停止。
11	COM	I	马达中点引线连接引脚
12	SGND	—	信号地引脚
13	FG_OUT	O	转速输出引脚(漏极开路) 该输出在启动时并且检出不正常状态时保持低。无传感器模式下, 可在 1ppr 时按反电动势生成脉冲。 注: 1ppr = 每个电角度 1 个脉冲(在设有一台四极马达的情况下, 每一转可生成两个脉冲。)
14	BRAKE	I	短路制动器控制引脚(该引脚带有一个下拉电阻器。) 高 : 短路制动器 低, 开路 : 正常操作
15	OSC_C	—	OSC_C: 振荡器电容器的连接引脚 OSC_R: 振荡器电阻器的连接引脚
16	OSC_R	—	示例: 内部振荡频率 (f_{osc})5.1 MHz (典型值) (当 OSC_C = 68 pF 且 OSC_R = 20 kΩ 时。)
17	VSP	I	马达转速控制输入(该引脚带有一个下拉电阻器。) $0 \leq VSP \leq V_{AD}(L)$; 1 V (典型值) : 输出 OFF $V_{AD}(L) \leq VSP \leq V_{AD}(H)$; 4 V (典型值) : 根据模拟输入设置该 PWM 占空比。 $V_{AD}(H) \leq VSP \leq V_{REF}$: 100 % 占空比(127 / 128)
18	VST	—	DC 励磁与强制换向模式的占空比设置引脚 $0 \leq VST \leq V_{AD}(L)$; 1 V (典型值) : 0 % 占空比 $V_{AD}(L) \leq VST \leq V_{AD}(H)$; 4 V (典型值) : 根据模拟输入设置该 PWM 占空比。 $V_{AD}(H) \leq VST \leq V_{REF}$: 100 % 占空比(127 / 128)
19	TIP	—	电容器连接引脚, 用于设置 DC 励磁时间
20	TRE	—	电容器连接引脚, 用于异常检测时设置重启时间
21	FST	I	强制换向频率选择输入(该引脚带有一个下拉电阻器。) 强制换向频率(f_{ST}): 每秒周期数(相当于某个电角度) $FST = \text{高} = f_{ST} \approx f_{osc} / (6 \times 2^{17})$ 示例) $f_{ST} \approx 6.4 \text{ Hz} @ f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$ $FST = \text{中} = f_{ST} \approx f_{osc} / (6 \times 2^{18})$ 示例) $f_{ST} \approx 3.2 \text{ Hz} @ f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$ $FST = \text{低, 开路} = f_{ST} \approx f_{osc} / (6 \times 2^{19})$ 示例) $f_{ST} \approx 1.6 \text{ Hz} @ f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$
22	LA	I	强制换向频率选择输入(该引脚带有一个下拉电阻器。) LA = 高 $\approx 30^\circ$ 超前角 LA = 中 $\approx 15^\circ$ 超前角 LA = 低, 开路 $\approx 0^\circ$ 超前角
23	SLOP	I	相位信号状态转换用调制方案选择输入 (该引脚带有一个下拉电阻器。) SLOP = 高 \approx 调制 SLOP = 中 \approx 测试模式 SLOP = 低, 开路 \approx 无调制
24	VREF	—	参考电压输出: $V_{REF} = 5 \text{ V}$ (典型值)

功能描述

出于解释目的，可能简化等效电路图或忽略其中的一部分。
 出于解释目的，可能简化时序图。

1. 无传感器的驱动器模式

根据启动操作 VSP 引脚部位的模拟电压输入，转子在 DC 励磁模式下可对准某个已知的位置。然后，强制换向信号生成，启动马达旋转。当电机旋转时，即在线卷的每个相位中发生反电动势。在指示该马达三相电压极性的输入信号包括该反电动势被作为位置信号检测到时，马达驱动信号自动从强制换向信号切换为基于该位置信号输入(反电动势)的正常换向 PWM 信号。然后，BLDC 马达开始在无传感器换向模式下工作。

2. 启动运行

由于是固定马达，在启动时不会产生感应电压，且在无传感器模式下无法检测到转子的位置。因此，在 DC 励磁模式下，TB6633AFNG 转子可在相应的时段内首先对准某个已知的位置，然后，马达即被在强制换向模式下启动。通过 TIP 引脚测定 DC 励磁时间。通过该 FST 引脚测定该强制换向频率。DC 励磁与强制换向模式的占空比取决于 VST 电压。对于无传感器模式而言，PWM 占空比取决于 VSP 值。在起停该马达操作，以及控制马达转速时，应向该 VSP 引脚施加一个速度控制电压。

由于 DC 励磁与强制换向的时间设置与启动扭矩(输出占空比)随马达类型与载荷而变化，因此应以试验性的方式对其进行调节。

1) DC 励磁模式

通过 TIP 引脚测定 DC 励磁时间。

DC 励磁时间: $T_2 = C_2 \times \text{TIP 引脚电压} / \text{TIP 引脚充电电流}$

$C_2 = 0.1 \mu\text{F}$, $T_2 = 0.1 \mu\text{F} \times 3 \text{V} (\text{典型值}) / 3 \mu\text{A} (\text{典型值}) = 0.1 \text{s}$

2) 强制换向模式

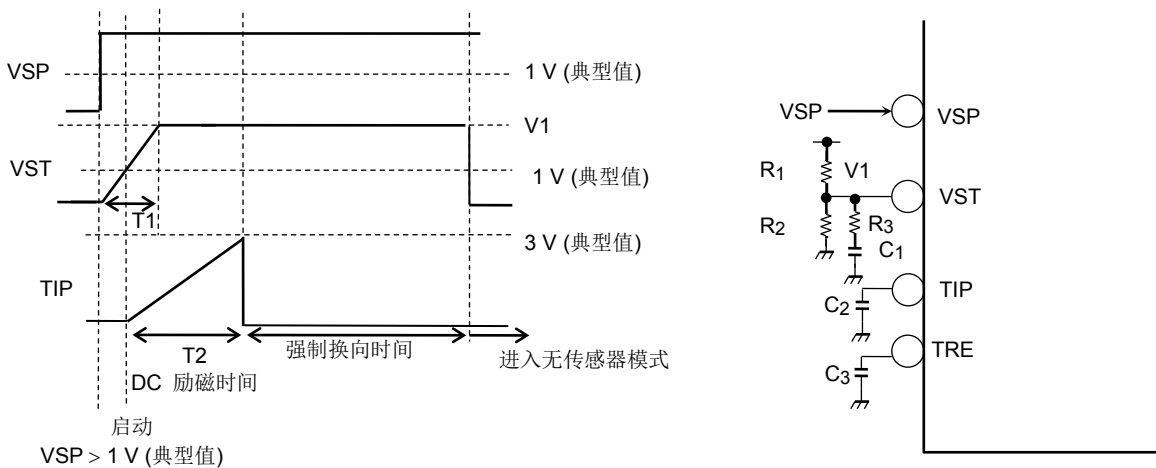
强制换向通过 FST 引脚测定强制换向频率

(FST 引脚有一个下拉电阻器。)

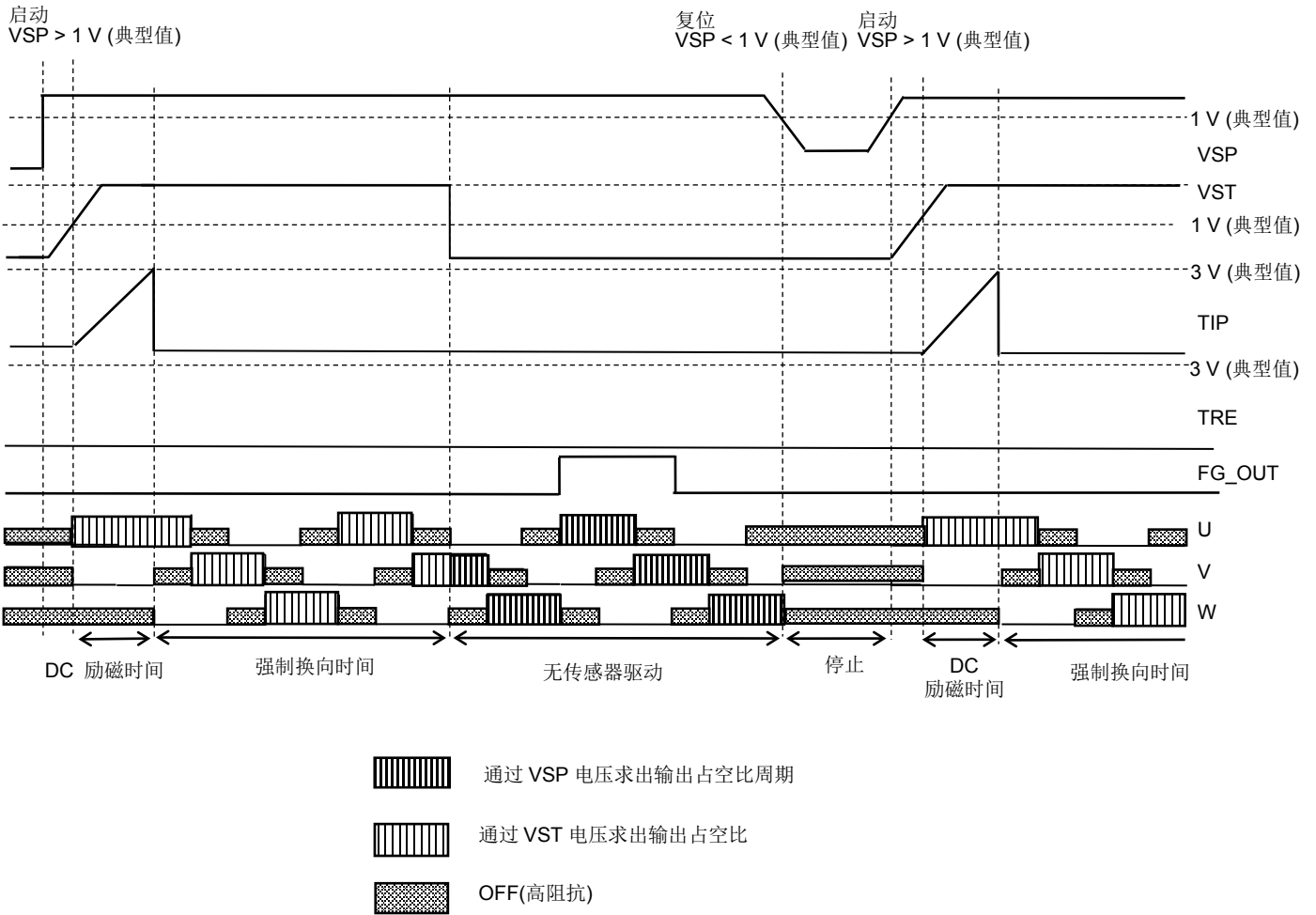
FST = 高 = 强制换向频率 $f_{ST} \approx f_{osc} / (6 \times 2^{17})$

FST = 中 = 强制换向频率 $f_{ST} \approx f_{osc} / (6 \times 2^{18})$

FST = 低, 开路 = 强制换向频率 $f_{ST} \approx f_{osc} / (6 \times 2^{19})$



3) 启动操作时序图(CW_CCW =低: 顺时针旋转)



3. 重启操作

在检测到任何异常时，输出信号会在操作再启动期间关闭（高阻抗）。

以下事件被作为异常检测到：

1. 强制换向时间超过八个电角度时长。
2. ISD 电路激活。
3. TSD 电路激活。
4. 转速下降到无传感器模式的强制换向频率以下。
5. 短路制动器模式退出。
6. 输入在 CW_CCW 引脚处切换成无传感器模式。
7. 最大换向频率(FMAX)

FST =高= $F_{MAX} = f_{osc} / (6 \times 2^{11})$

示例) 在 $f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$ 时, $F_{MAX} = 400 \text{ Hz/电角度}$

FST =中= $F_{MAX} = f_{osc} / (6 \times 2^{11})$

示例) 在 $f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$ 时, $F_{MAX} = 400 \text{ Hz/电角度}$

FST =低= $F_{MAX} = f_{osc} / (6 \times 2^{12})$

示例) 在 $f_{osc} = 5.1 \text{ MHz}$ 时, $F_{MAX} = 200 \text{ Hz/电角度}$

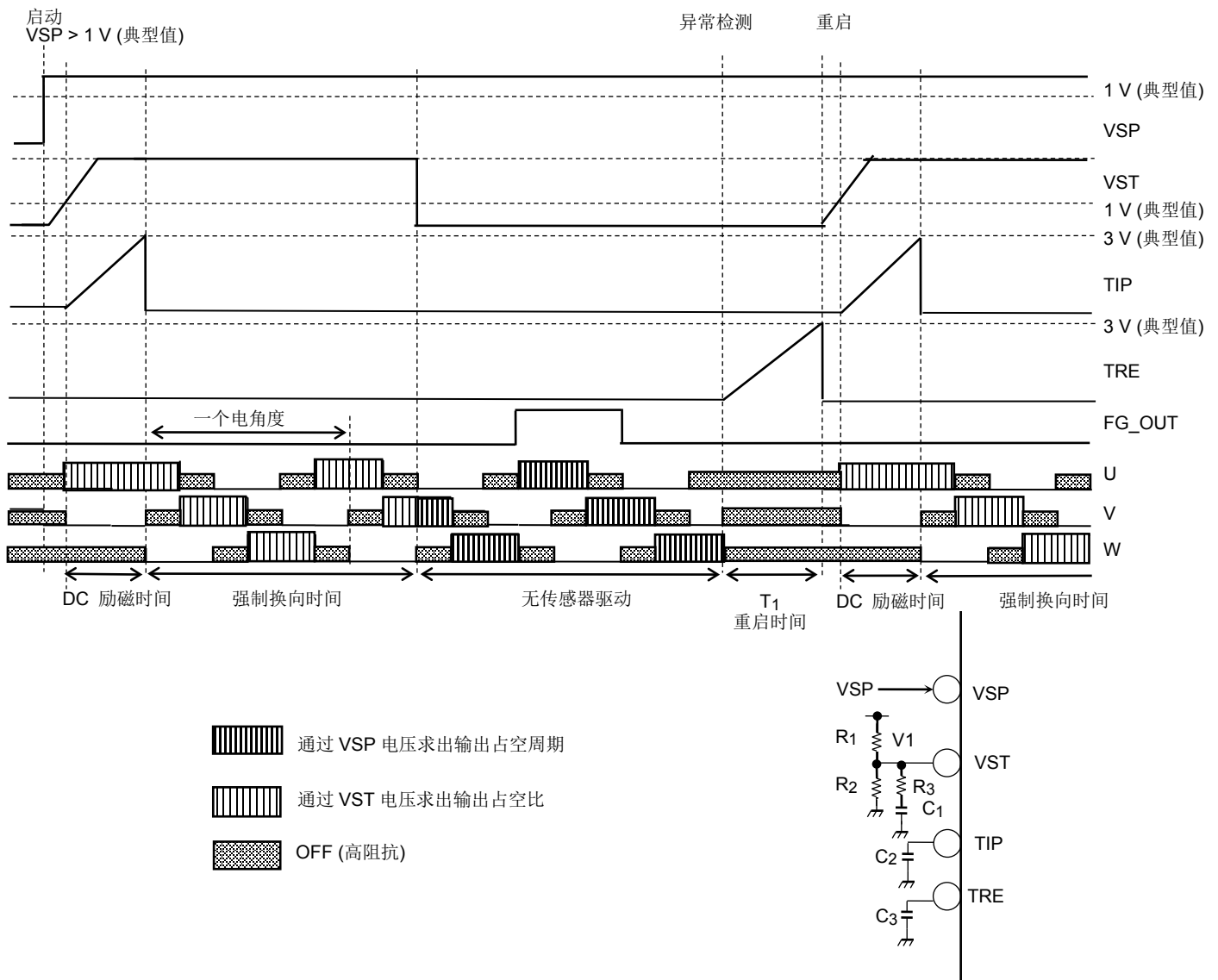
重启时间通过 TRE 引脚求出，如下所述：

重启时间 $T_1 = C_3 \times TRE \text{ 引脚电压} / TRE \text{ 引脚充电电流}$

$C_3 = 1 \mu\text{F}$, $T_1 = 1 \mu\text{F} \times 3 \text{ V (典型值)} / 3 \mu\text{A (典型值)} = 1 \text{ s (典型值)}$

例如，在马达因马达锁定而不旋转，或从强制换向到无传感器模式的转换未能正确实现时，TB6633AFNG 会进行以下操作循环：

当 $VSP > 1 \text{ V}$ (典型值)时启动操作→DC 直流励磁时间→八电角度周期的强制换向时间→重启时间→DC 直流励磁时间...



绝对最大额定值(注) (Ta = 25°C)

特性	符号	额定值	单位
电源电压	VM	25	V
输入电压	VIN1 (注 1)	-0.3 ~ 6.0	V
	VIN2 (注 2)	-0.3 ~ 25	V
输出电压	VOUT1 (注 3)	25	V
	VOUT2 (注 4)	6.0	V
输出电流	IOUT1 (注 5)	1 (注 8)	A
	IOUT2 (注 6)	5	mA
	IOUT3 (注 7)	5	mA
功耗	PD	0.78 (注 9)	W
工作温度	Topr	-40 ~ 85	°C
贮存温度	Tstg	-55 ~ 150	°C

注： 半导体装置绝对最大额定值为一组在任何时候都不得超过的额定值。不得超出任何额定值。超出这些额定值可导致装置击穿，损坏或劣化，并会因发生爆炸或燃烧而造成伤害。请在规定的工作范围内使用 TB6633AFNG。

注 1: VIN1 适用于下列引脚处的电压：FPWM, VSP, CW_CCW, LA, OC, SEL_LAP, FST, BRAKE 和 SLOP

注 2: VIN2 适用于 COM 引脚部位电压。

注 3: VOUT1 适用于下列引脚处的电压：U, V 和 W

注 4: VOUT2 适用于 FG_OUT 引脚处的电压。

注 5: IOUT1 适用于以下引脚处的电流：U, V 和 W

注 6: IOUT2 适用于 FG_OUT 引脚处的电流。

注 7: IOUT3 适用于 VREF 引脚处的电流。

注 8: 输出电流可因环境温度或设备实现等因素而受到限制。最高接点温度不应超过 Tjmax = 150°C

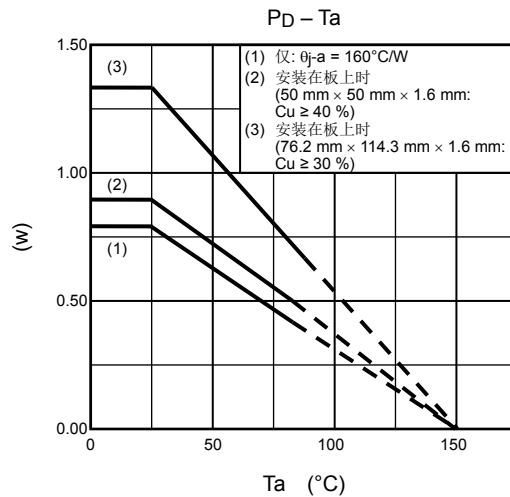
注 9: 仅对 IC 进行测量。(Ta = 25°C)

工作范围

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压 1	VMopr1	5.5	12	22	V
电源电压 2 (注 10)	VMopr2	4.5	5	5.5	V

注 10: 当 VM 等于或小于 5.5 V 时，请注意 IC 的使用情况，原因是输出导通电阻与 VREF 输出电压的特性发生了变化。

封装功耗



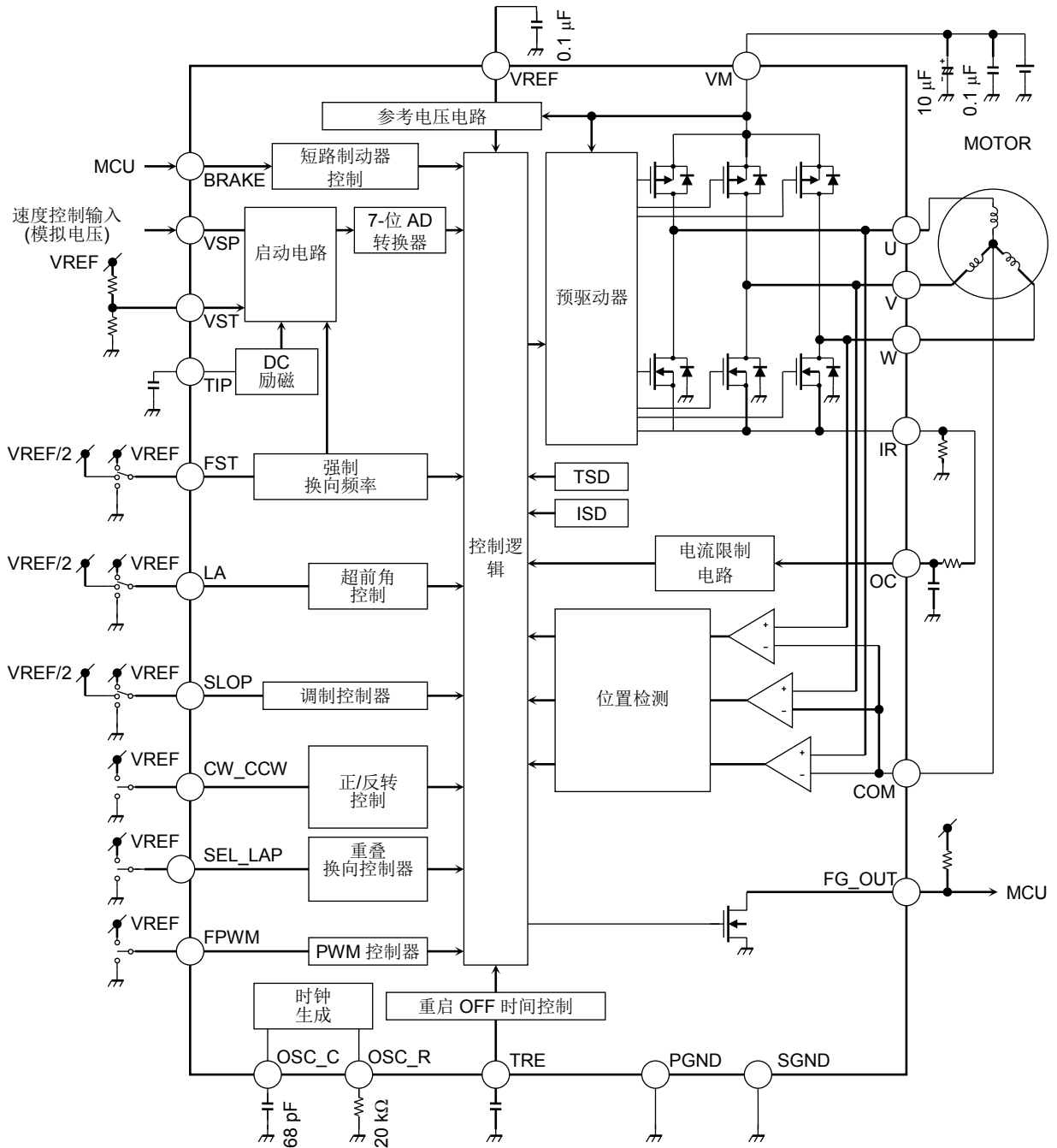
电气特性
 (Ta = 25°C, VM = 12 V, 除非另有规定)

特性	符号	试验条件	最小值	典型值	最大值	单位
VM 的静态电源电流	IM	VSP = VST = 0 V, IR = TIP = COM = GND, The OSC_C = 68 pF, OSC_R = 20 kΩ	—	3.5	6	mA
VM 的动态电源电流	IM (opr)	VSP = VST = 2.5 V, IR = TIP = COM = GND, The OSC_C = 68 pF, OSC_R = 20 kΩ	—	4	7	mA
输入电流	IIN1 (H)	VIN = 5 V FPWM, CW_CCW, SEL_LAP, BRAKE, FST, SLOP, LA	—	50	75	μA
	IIN1 (L)	VIN = 0 V, FPWM, CW_CCW, SEL_LAP, BRAKE, FST, SLOP, LA	-1	0	—	
	IIN2 (H)	VIN = 5 V, VSP	—	50	75	
	IIN2 (L)	VIN = 0 V, VSP	-1	0	—	
输入电压	VIN1 (H)	FPWM, CW_CCW, SEL_LAP, BRAKE	2.0	—	5.5	V
	VIN1 (L)		GND	—	0.8	
	VIN2 (H)	FST, SLOP, LA	4	—	VREF+ 0.3	
	VIN2 (M)		2	—	3	
	VIN2 (L)		GND	—	1	
输入电压滞后	Vhys	FPWM, CW_CCW, SEL_LAP, BRAKE	—	0.45	—	V
TIP 和 TRE 引脚的充电电流	Ich	OSC_R = 20 kΩ	2.4	3	3.6	μA
TIP 和 TRE 引脚的设置时间	Tipre	TIP = 1 μF, TRE = 1 μF, OSC_R = 20 kΩ	—	1	—	s
TIP 与 TRE 引脚的检测电压	VDET	—	2.8	3	3.2	V
COM 输入电流	Icom	COM = 6 V, VSP = VST = 2.5 V	-1	0	1	μA
低电平 FG_OUT 输出电压	VFG_OUT	I _{FG_OUT} = 5 mA	GND	—	0.5	V
FG_OUT 泄漏电流	ILFG_OUT	VFG_OUT = 5.5 V	—	0	10	μA

特性	符号	试验条件	最小值	典型值	最大值	单位
U, V 和 W 引脚的输出导通电阻	RON1 (H)	IOUT = 0.6 A	—	0.4	0.65	Ω
	RON1 (L)	IOUT = -0.6 A	—	0.4	0.65	
	RON2 (H)	IOUT = 1.0 A	—	0.4	0.65	
	RON2 (L)	IOUT = -1.0 A	—	0.4	0.65	
	RON3 (H)	IOUT = 0.6 A, VM = 4.5 V	—	0.45	0.75	
	RON3 (L)	IOUT = -0.6 A, VM = 4.5 V	—	0.45	0.75	
	RON4 (H)	IOUT = 1.0 A, VM = 4.5 V	—	0.45	0.75	
	RON4 (L)	IOUT = -1.0 A, VM = 4.5 V	—	0.45	0.75	
U, V 和 W 引脚的输出漏泄电流	IL (H)	VOUT = 0 V	—	0	10	μA
	IL (L)	VOUT = 25 V	—	0	10	
U, V 和 W 引脚输出二极管的正向电压	VF (H)	IOUT = 1.0 A	—	1.0	1.4	V
	VF (L)	IOUT = -1.0 A	—	1.0	1.4	
VSP 复位输入电压	VVSPR	—	0.9	1.0	1.1	V
PWM 输入电压	VAD (L)	VSP = VST, FPWM = L OSC_C = 68 pF, OSC_R = 20 kΩ	0.9	1.0	1.1	V
	VAD (H)		3.6	4.0	4.2	
电流检测 OC 引脚电压	VOC1	—	0.225	0.25	0.275	V
过流检测 OC 引脚电压阈值	VOC2	—	0.675	0.75	0.825	V
PWM 频率	FC1 (H)	FPWM = H OSC_C = 68 pF, OSC_R = 20 kΩ	36	40	44	kHz
	FC1 (L)	FPWM = L OSC_C = 68 pF, OSC_R = 20 kΩ	18	20	22	
OSC 频率	OSC	OSC_C = 68 pF, OSC_R = 20 kΩ	4.55	5.1	5.65	MHz
ISD 动作阈值	IISD	—	—	2	—	A
热击穿	TSD	—	—	165	—	°C
	TSDhys	热击穿迟滞	—	15	—	
VM 引脚的 UVLO 动作阈值电压	VMLVD	—	—	3.5	—	V
VM 引脚的 UVLO 恢复电压	VMLVDR	—	—	4.0	—	V
VREF 引脚的 UVLO 动作阈值电压	VRELVD	—	—	3.5	—	V
VREF 引脚的 UVLO 恢复电压	VRERLVD	—	—	4.0	—	V
VREF 输出电压	VREF1	IVREF = -5 mA	4.5	5	5.5	V
	VREF2	IVREF = -5 mA, VM = 4.5 V	4.0	4.3	4.5	V

应用电路示例

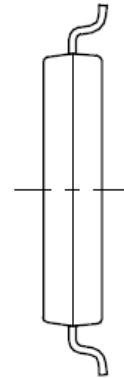
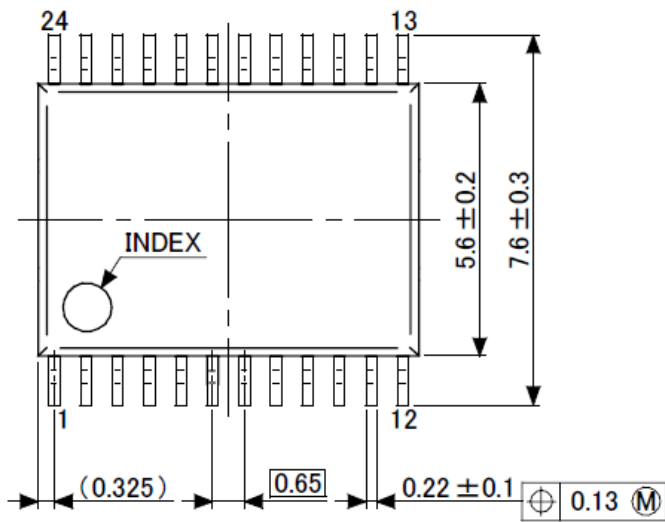
出于解释目的，可能忽略或简化部分功能块，电路或常数。
 本文件所示应用电路仅供参考。在大规范生产设计阶段，必须进行全面评估。
 东芝不因提供这些应用电路示例而授予任何工业产权许可。



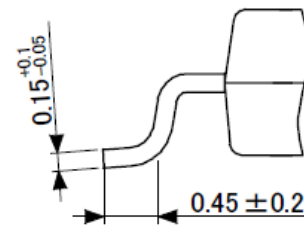
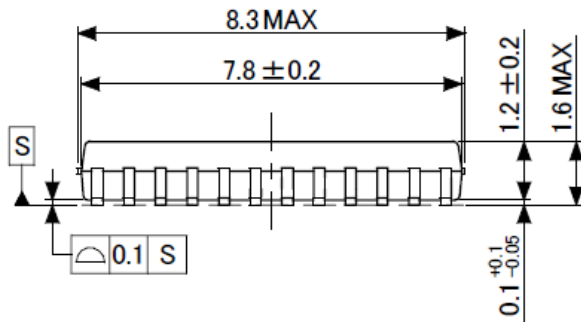
封装尺寸

SSOP24-P-300-0.65A

单位: mm



端子顶部详图



重量: 0.136 g (典型值)

内容注释

1. 方块图

出于解释目的，可能忽略或简化部分功能块，电路或常数。

2. 等效电路

出于解释目的，可能简化等效电路图或忽略其中的一部分。

3. 时序图

出于解释目的，可能简化时序图。

4. 应用电路

本文件所示应用电路仅供参考。在大规范生产设计阶段，必须进行全面评估。
东芝不因提供这些应用电路示例而授予任何工业产权许可。

5. 测试电路

测试电路中的部件仅用于获取及确认装置特性。不保证这些部件和电路能防止在应用设备中发生故障或失效。

IC 使用注意事项

IC 处理注意事项

- (1) 半导体装置绝对最大额定值为一组在任何时候都不得超过的额定值。不得超出任何额定值。
超出这些额定值可导致装置击穿，损坏或劣化，并会因发生爆炸或燃烧而造成伤害。
- (2) 应使用适当的电源保险丝，保证在过电流及 IC 故障的情况下不会有电流持续流过。当在超过绝对最大额定值的条件下使用，接线路径不对，或者在接线或负载处产生异常脉冲噪声而造成大电流持续通过时，IC 会被完全击穿，并导致烟雾或起火。为尽量减小击穿时大电流流过的影响，必须进行正确设置，例如保险丝容量，熔断时间及插入电路的位置。
- (3) 若您的设计包括马达线圈等有感负荷，则应在设计中包含防护电路，防止上电时涌流产生的电流或者断电时反电动势产生的负电流造成装置故障或击穿。进而造成伤害，烟雾或起火。应使用带 IC 的具有内置保护功能的稳定电源。若电源不稳定，保护功能可能不工作而造成 IC 击穿，进而造成伤害，烟雾或起火。
- (4) 不要以错误方位或错误的方式插入设备。
确认电源的正负端子连接正确。
另外，电流或功耗有可能超出绝对最大额定值，而超出这些额定值则可导致装置击穿，损坏或劣化，并可因发生爆炸或燃烧而造成伤害。
此外，不得使用其电源电流插接方位或方式错误的任何设备，即使一次也不行。

IC 处理记住要点**(1) 过流保护电路**

过流保护电路(简称限流电路)不一定能在所有情况下对 IC 进行保护。若过流保护电路在过流下工作,应立即消除过流状态。

例如:超过绝对最大额定值可导致过电流保护电路不能正常工作,或导致在操作前发生 IC 击穿现象,视使用方法和使用条件而定。

此外,视使用方法及使用条件而定,若在工作后过电流继续长时间流过,IC 会发热而造成击穿。

(2) 热关机电路

热关机电路不一定能在所有情况下对 IC 进行保护。若热关机电路在超温下工作,应立即消除发热状况。

视使用方法及使用条件而定,超过绝对最大额定值会造成热关机电路不能正常工作或者造成 IC 在工作前击穿。

(3) 散热设计

在使用大电流 IC 时例如,功率放大器,调节器或驱动器,请设计适当的散热装置,保证在任何时间和情况下不会超过规定的接点温度(T_j)。这些 IC 甚至在正常使用时会发热。对于 IC 散热不足的设计,会造成 IC 特性变差或击穿。此外,在设计装置时,请考虑 IC 散热对外围部件的影响。

(4) 反电动势

当马达突然反转,停止或放慢时,由于反电动势的影响,电流会回流到马达电源。若电源的电流吸收能力小,装置的电机电源和输出引脚就会存在超过绝对最大额定值的风险。为了避免出现这种问题,在系统设计中应考虑反电动势的影响。

RESTRICTIONS ON PRODUCT USE

- Toshiba Corporation, and its subsidiaries and affiliates (collectively "TOSHIBA"), reserve the right to make changes to the information in this document, and related hardware, software and systems (collectively "Product") without notice.
- This document and any information herein may not be reproduced without prior written permission from TOSHIBA. Even with TOSHIBA's written permission, reproduction is permissible only if reproduction is without alteration/omission.
- Though TOSHIBA works continually to improve Product's quality and reliability, Product can malfunction or fail. Customers are responsible for complying with safety standards and for providing adequate designs and safeguards for their hardware, software and systems which minimize risk and avoid situations in which a malfunction or failure of Product could cause loss of human life, bodily injury or damage to property, including data loss or corruption. Before customers use the Product, create designs including the Product, or incorporate the Product into their own applications, customers must also refer to and comply with (a) the latest versions of all relevant TOSHIBA information, including without limitation, this document, the specifications, the data sheets and application notes for Product and the precautions and conditions set forth in the "TOSHIBA Semiconductor Reliability Handbook" and (b) the instructions for the application with which the Product will be used with or for. Customers are solely responsible for all aspects of their own product design or applications, including but not limited to (a) determining the appropriateness of the use of this Product in such design or applications; (b) evaluating and determining the applicability of any information contained in this document, or in charts, diagrams, programs, algorithms, sample application circuits, or any other referenced documents; and (c) validating all operating parameters for such designs and applications. **TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR CUSTOMERS' PRODUCT DESIGN OR APPLICATIONS.**
- **PRODUCT IS NEITHER INTENDED NOR WARRANTED FOR USE IN EQUIPMENTS OR SYSTEMS THAT REQUIRE EXTRAORDINARILY HIGH LEVELS OF QUALITY AND/OR RELIABILITY, AND/OR A MALFUNCTION OR FAILURE OF WHICH MAY CAUSE LOSS OF HUMAN LIFE, BODILY INJURY, SERIOUS PROPERTY DAMAGE AND/OR SERIOUS PUBLIC IMPACT ("UNINTENDED USE").** Except for specific applications as expressly stated in this document, Unintended Use includes, without limitation, equipment used in nuclear facilities, equipment used in the aerospace industry, medical equipment, equipment used for automobiles, trains, ships and other transportation, traffic signaling equipment, equipment used to control combustions or explosions, safety devices, elevators and escalators, devices related to electric power, and equipment used in finance-related fields. **IF YOU USE PRODUCT FOR UNINTENDED USE, TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR PRODUCT.** For details, please contact your TOSHIBA sales representative.
- Do not disassemble, analyze, reverse-engineer, alter, modify, translate or copy Product, whether in whole or in part.
- Product shall not be used for or incorporated into any products or systems whose manufacture, use, or sale is prohibited under any applicable laws or regulations.
- The information contained herein is presented only as guidance for Product use. No responsibility is assumed by TOSHIBA for any infringement of patents or any other intellectual property rights of third parties that may result from the use of Product. No license to any intellectual property right is granted by this document, whether express or implied, by estoppel or otherwise.
- **ABSENT A WRITTEN SIGNED AGREEMENT, EXCEPT AS PROVIDED IN THE RELEVANT TERMS AND CONDITIONS OF SALE FOR PRODUCT, AND TO THE MAXIMUM EXTENT ALLOWABLE BY LAW, TOSHIBA (1) ASSUMES NO LIABILITY WHATSOEVER, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, INDIRECT, CONSEQUENTIAL, SPECIAL, OR INCIDENTAL DAMAGES OR LOSS, INCLUDING WITHOUT LIMITATION, LOSS OF PROFITS, LOSS OF OPPORTUNITIES, BUSINESS INTERRUPTION AND LOSS OF DATA, AND (2) DISCLAIMS ANY AND ALL EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES AND CONDITIONS RELATED TO SALE, USE OF PRODUCT, OR INFORMATION, INCLUDING WARRANTIES OR CONDITIONS OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, ACCURACY OF INFORMATION, OR NONINFRINGEMENT.**
- Do not use or otherwise make available Product or related software or technology for any military purposes, including without limitation, for the design, development, use, stockpiling or manufacturing of nuclear, chemical, or biological weapons or missile technology products (mass destruction weapons). Product and related software and technology may be controlled under the applicable export laws and regulations including, without limitation, the Japanese Foreign Exchange and Foreign Trade Law and the U.S. Export Administration Regulations. Export and re-export of Product or related software or technology are strictly prohibited except in compliance with all applicable export laws and regulations.
- Please contact your TOSHIBA sales representative for details as to environmental matters such as the RoHS compatibility of Product. Please use Product in compliance with all applicable laws and regulations that regulate the inclusion or use of controlled substances, including without limitation, the EU RoHS Directive. **TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR DAMAGES OR LOSSES OCCURRING AS A RESULT OF NONCOMPLIANCE WITH APPLICABLE LAWS AND REGULATIONS.**