

译文

TB67S213FTAG

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: "TB67S213FTAG" 2013-08-19

翻译日:2014-02-15

TOSHIBA CORPORATION
Semiconductor & Storage Products Company

东芝 BiCD 单晶硅集成电路

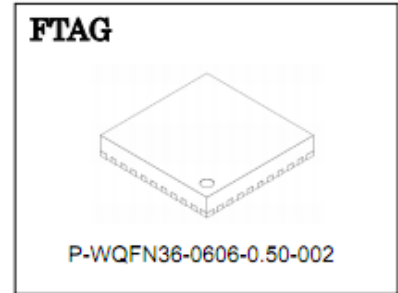
TB67S213FTAG

PWM 方法的相位输入双极步进马达驱动器

TB67S213FTAG 是一种 PWM 方法的相位信号控制马达驱动器,适用于驱动两相双极步进马达。

TB67S213FTAG 采用了独特的 BiCD 工艺,其额定功率为 40V/2.5A(绝对最大额定值)。

此外,TB67S213FTAG 还配有一个内置的 VCC 稳压器,因而可采用一个单独的马达电源(VM)进行工作。



重量: 0.14 (g)

特点

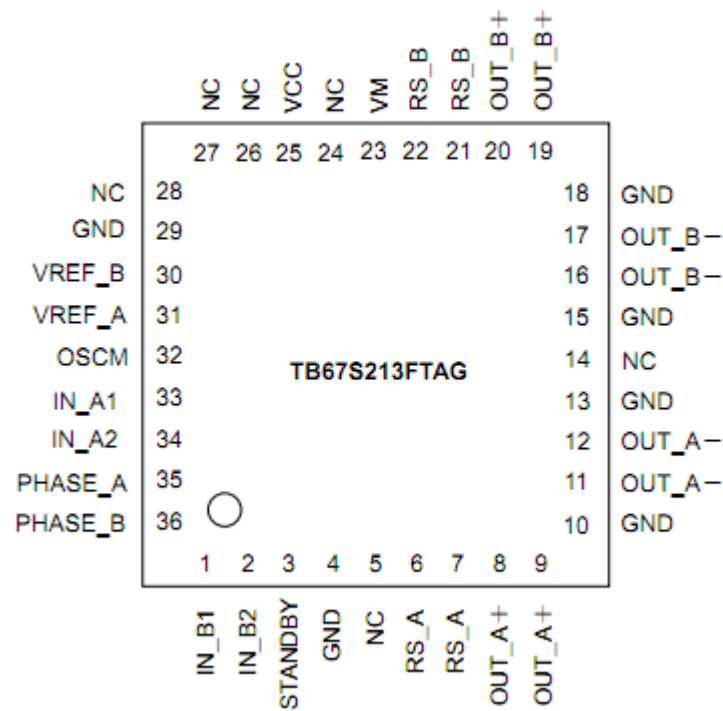
- TB67S213FTAG 可对一个单独的双极步进马达进行工作。
- PWM 方法的电流反馈控制。
- 可在整步,半步及四分之一步分辨率的条件下工作。
- 在输出端采用低导通电阻 MOSFETs。
- 高电压和大电流。(相关技术规格请参考绝对最大额定值和工作范围。)
- 错误检测电路(过热关机(TSD),过电流关机(ISD)和上电从启(POR)功能)。
- 内置的 VCC 稳压器允许 TB67S213FTAG 采用一个单独的 VM 进行工作。
- 可使用外部元件(电阻/电容)的可定制 PWM 斩波频率。
- 封装:

TB67S213FTAG: P-WQFN36-0606-0.50-002

注) 请注意使用过程中的温度条件。

引脚分配

(顶视图)



* 请确保将边角焊盘和背面的裸露焊盘短路至电路板上的接地。

[illegible]

* 所有的GND引脚都必须确保采用一个单点短路至电路板的接地。此外,考虑到热量产生的因素,对于引脚的图案布局也必须特别小心。

在对 TB67S213 的引脚图案进行设计和实施时,也必须格外谨慎。若与电源相关的引脚,例如 VM, RS, OUT 和 GND 等(可载运非常大的电流)出现了接线错误,则有可能导致运行故障或致使 TB67S213 受损。此外,逻辑输入引脚的接线也必须确保正确无误。否则, TB67S213 可能会因流经 IC 的电流超过规定的电流而受到损坏。

引脚分配 / 功能

TB67S213FTAG (QFN36)

(引脚No.1 – 36)

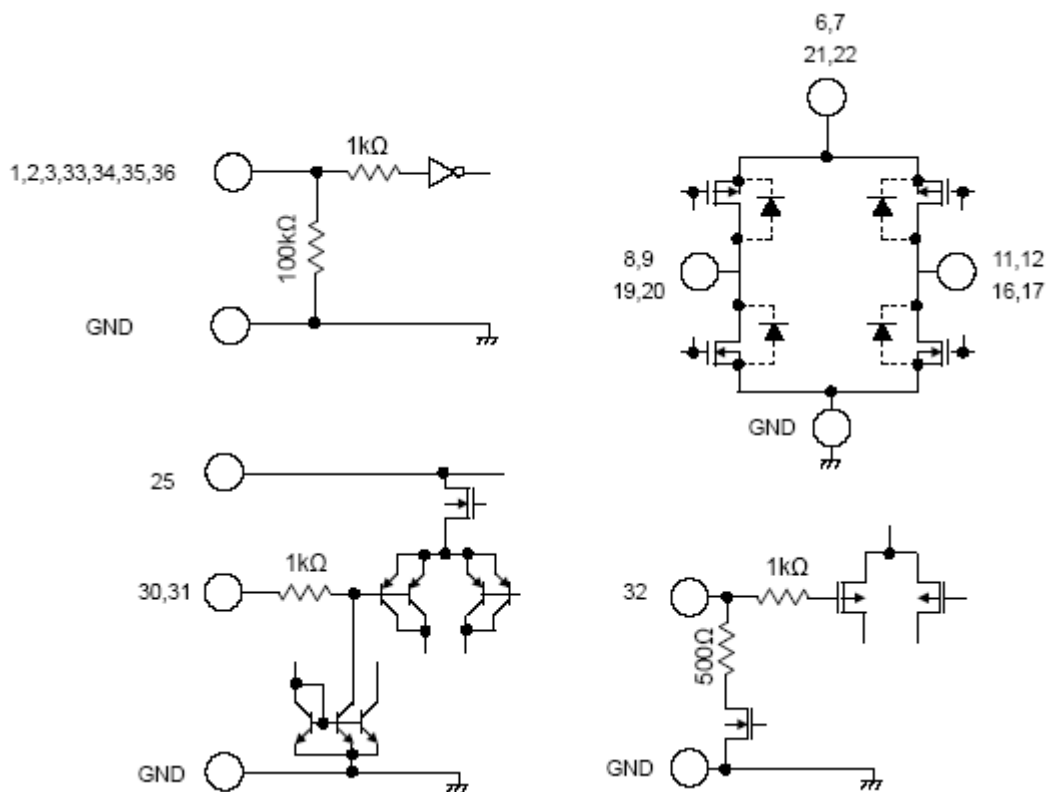
引脚编号	引脚名称	功能
1	IN_B1	Bch步数分辨率控制1
2	IN_B2	Bch步数分辨率控制2
3	STANDBY	待机设置引脚
4	GND	接地引脚
5	NC	非连接引脚
6	RS_A	马达Ach电流检测引脚
7	RS_A	马达Ach电流检测引脚
8	OUT_A+	马达Ach (+) 输出引脚
9	OUT_A+	马达Ach (+) 输出引脚
10	GND	接地引脚
11	OUT_A-	马达Ach (-) 输出引脚
12	OUT_A-	马达Ach (-) 输出引脚
13	GND	接地引脚
14	NC	非连接引脚
15	GND	接地引脚
16	OUT_B-	马达Bch (-) 输出引脚
17	OUT_B-	马达Bch (-) 输出引脚
18	GND	接地引脚
19	OUT_B+	马达Bch (+) 输出引脚
20	OUT_B+	马达Bch (+) 输出引脚
21	RS_B	马达Bch电流检测引脚
22	RS_B	马达Bch电流检测引脚
23	VM	VM电源引脚
24	NC	非连接引脚
25	VCC	内部VCC稳压器监测引脚
26	NC	非连接引脚
27	NC	非连接引脚
28	NC	非连接引脚
29	GND	接地引脚
30	VREF_B	马达Bch电流阈值设置引脚
31	VREF_A	马达Ach电流阈值设置引脚
32	OSCM	内部振荡器频率设置引脚
33	IN_A1	Ach步数分辨率控制1
34	IN_A2	Ach步数分辨率控制2
35	PHASE_A	Ach相位设置引脚
36	PHASE_B	Bch相位设置引脚

·请勿在使用 NC 引脚情况下运行模式。

·使用 TB67S213 时,请将引脚名称相同的引脚短路。

等效电路

TB67S213FTAG (QFN36)



出于解释目的,可能简化等效电路图或忽略其中的一部分。

引脚编号	引脚名称
1	IN_B1
2	IN_B2
3	STANDBY
6,7	RS_A
8,9	OUT_A+
11,12	OUT_A-
16,17	OUT_B-
19,20	OUT_B+
21,22	RS_B
23	VM
25	VCC
30	VREF_B
31	VREF_A
32	OSCM
33	IN_A1
34	IN_A2
35	PHASE_A
36	PHASE_B

功能说明(步进马达控制)

注：当马达电流从 OUT_X+ 流至 OUT_X- 时此电流定义为“+（正）”。同理,当马达电流从 OUT_X- 流至 OUT_X+ 时,此电流定义为“-（负）”。

<整步分辨率>

PHASE A				PHASE B			
输入			输出	输入			输出
PHASE_A	IN_A1	IN_A2	IOUT(A)	PHASE_B	IN_B1	IN_B2	IOUT(B)
H	H	H	100%	H	H	H	100%
L	H	H	-100%	H	H	H	100%
L	H	H	-100%	L	H	H	-100%
H	H	H	100%	L	H	H	-100%

建议在上电时序的过程中将 IN_A1,IN_A2,IN_B1 和 IN_B2 设置为“低”电平。

<半步分辨率>

PHASE A				PHASE B			
输入			输出	输入			输出
PHASE_A	IN_A1	IN_A2	IOUT(A)	PHASE_B	IN_B1	IN_B2	IOUT(B)
H	H	H	100%	H	H	H	100%
X	L	L	0%	H	H	H	100%
L	H	H	-100%	H	H	H	100%
L	H	H	-100%	X	L	L	0%
L	H	H	-100%	L	H	H	-100%
X	L	L	0%	L	H	H	-100%
H	H	H	100%	L	H	H	-100%
H	H	H	100%	X	L	L	0%

x: 不指定

<四分之一步分辨率>

PHASE A				PHASE B			
输入			输出	输入			输出
PHASE_A	IN_A1	IN_A2	IOUT(A)	PHASE_B	IN_B1	IN_B2	IOUT(B)
H	H	L	71%	H	H	L	71%
H	L	H	38%	H	H	H	100%
X	L	L	0%	H	H	H	100%
L	L	H	-38%	H	H	H	100%
L	H	L	-71%	H	H	L	71%
L	H	H	-100%	H	L	H	38%
L	H	H	-100%	X	L	L	0%
L	H	H	-100%	L	L	H	-38%
L	H	L	-71%	L	H	L	-71%
L	L	H	-38%	L	H	H	-100%
X	L	L	0%	L	H	H	-100%
H	L	H	38%	L	H	H	-100%
H	H	L	71%	L	H	L	-71%
H	H	H	100%	L	L	H	-38%
H	H	H	100%	X	L	L	0%
H	H	H	100%	H	L	H	38%

x: 不指定

其他功能

引脚名称	H	L	备注
PHASE_X	OUT_X+: H OUT_X-: L	OUT_X+: L OUT_X-: H	当设定值为“高”时,马达电流将设定为从 OUT_X+ -> OUT_X-流动。
STANDBY	马达功能准备	待机模式	当待机引脚设定为“低”时,内部振荡器和马达的输出端将被设置为关闭,因此马达将无法操作。

绝对最大额定值(Ta = 25°C)

特性		符号	额定值	单位	备注
马达电源		VM	40	V	-
马达输出电压		VOUT	40	V	-
马达输出电流		IOUT	2.5	A	注1
VCC 电压		VCC	6.0	V	-
数字输入电压		VIN(H)	6.0	V	-
		VIN(L)	-0.4	V	-
功耗	QFN36	PD	1.15	W	注2
工作温度		TOPR	-20 ~ 85	℃	-
贮存温度		TSTR	-55 ~ 150	℃	-
接点温度		Tj(max)	150	℃	-

注1: 在使用过程中,请确保将马达电流控制在绝对最大额定值的80%以下,绝对最大额定值(在这种情况下,电流约为2.0A(max))。

注2: 此数值为未安装于电路板上的数值。

Ta: 环境温度。

Topr: 工作环境温度。

Tj: 工作结点温度。最大结点温度受到过热关机功能的限制。

注: 在小于或等于120°C的条件下使用最大结点温度(Tj)。

在某些热条件下,不能使用最大电流。

注: 绝对最大额定值

绝对最大额定值是在任何时候都不得超过的规定数值。

否则会造成装置击穿,损坏或退化,并因爆炸或燃烧而使人受伤。

工作范围(室温 Ta = 0 ~ 85°C)

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
马达电源	VM	10	24	35	V	
马达输出电流	IOUT	-	1.0	2.0	A	
逻辑输入电压	VIN(H)	2.0	-	5.5	V	逻辑'高'电平
	VIN(L)	0	-	0.8	V	逻辑'低'电平
CLK 输入频率	fCLK	-	-	100	kHz	
PWM 信号频率范围	fchop(range)	40	100	150	kHz	
VREF 参考电压	Vref	GND	3.0	3.6	V	
RS 引脚电压	VRS	-	±1.0	±1.5	V	参考值: VM

注1: 实际最大电流可能受到操作环境(即操作条件,例如: 激发模式或操作持续时间,或周围的温度或电路板的散热等因素)的限定。通过计算操作环境下所产生的热量可以确定实际的最大电流。

注2: 最大 VRS 电压不应超过最大额定电压。

电气规格 1 (除非另有规定, Ta= 25°C, VM = 24V)

特性		符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
逻辑输入引脚电压	高	VIN(H)	DC	逻辑输入引脚 (注)	2	-	5.5	V
	低	VIN(L)	DC	逻辑输入引脚 (注)	0	-	0.8	V
逻辑输入电压迟滞		VIN(HYS)	DC	逻辑输入引脚 (注)	100	-	300	mV
逻辑输入引脚电流	高	IIN(H)	DC	逻辑输入引脚; VIN=3.3V	-	33	50	μA
	低	IIN(L)	DC	逻辑输入引脚; VIN=0V	-	-	1	μA
功耗		IM1	DC	输出: 开路, 待机模式	-	2	3	mA
		IM2	DC	输出: 开路, ENABLE=L	-	3.5	5	mA
		IM3	DC	输出: 开路(整步设置)	-	5	7	mA
马达输出泄漏 电流	高-侧	IOH	DC	VRS=VM=40V,VOUT=0V	-	-	1	μA
	低-侧	IOL	DC	VRS=VM=VOUT=40V	1	-	-	μA
桥对桥电流差分		ΔIOUT1	DC	通道A和通道B差分	-5	0	5	%
相对于预定值的输出电流 误差		ΔIOUT2	DC	IOUT=1.0A	-5	0	5	%
RS引脚电流		IRS	DC	VRS=VM=24V	0	-	10	μA
漏-源 导通-电阻 (高侧和低侧的总和)		Ron(S)_PN		IOUT=2.0A, Tj=25°C,(高侧+低侧MOSFET)	—	0.53	0.75	Ω

注: VIN(L → H)定义为被测引脚电压从0V逐渐上升时导致输出 (OUT_A+, OUT_A-, OUT_B+ 和 OUT_B-) 发生改变的VIN电压。VIN(H → L)定义为引脚电压逐渐降低时导致输出 (OUT_A+, OUT_A-, OUT_B+ 和 OUT_B-)发生改变的VIN电压。

VIN(L → H)与VIN(H → L)之差定义为输入滞后。

注: 内部电路的设计可避免在未提供 VM 电压的情况下施加逻辑信号时出现功能缺失或泄漏电流等现象。但为了确保故障的安全防护,请务必对电源以及逻辑信号时序进行正确的控制。

电气规格 2 (除非另有规定, $T_a = 25^{\circ}\text{C}$, $V_M = 24\text{V}$)

特性	符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Vref输入电压	VREF	DC	$V_M=24\text{V}, V_{CC}=5\text{V}$	GND	3.0	3.6	V
Vref输入电流	IREF		$V_{REF}=3.0\text{V}$	-	0	1	μA
VCC电压	VCC		$I_{CC}=5.0\text{mA}$	4.75	5.0	5.25	V
VCC电流	ICC		$V_{CC}=5.0\text{V}$	-	2.5	5	mA
Vref增益	$V_{REF}(\text{gain})$		$V_{REF}=2.0\text{V}$	1/5.2	1/5.0	1/4.8	—
TSD阈值 (注1)	T_{jTSD}		—	140	150	170	$^{\circ}\text{C}$
VM POR阈值	VMR		—	7.0	8.0	9.0	V
过电流阈值 (注2)	ISD		—	(3.1)	(4.0)	(5.0)	A

注1: 过热关机 (TSD) 电路

当装置的结点温度达到过热关机阈值时,过热关机电路将被触发;随后,内部复位电路则将关闭输出三极管。一旦过热关机电路被触发,在再次进行上电从启 (POR) 或设置为待机模式之前,装置将一直保持输出关闭状态。

注2: 过电流/电压关机 (ISD) 电路

当输出电流或RS引脚的电压达到阈值时,过电流/电压关机电路将被触发;随后,内部复位电路则将关闭输出三极管。一旦过电流/电压关机电路被触发,在再次进行上电从启 (POR) 或设置为待机模式之前,装置将一直保持输出关闭状态。

为了确保故障的安全防护,请务必插装一个熔断器,以避免导致二次故障。

反电动势

当马达正转动时,功率会反馈给电源。此时,由于马达反电动势的影响,马达电流会回流到电源。

如果电源无足够的容量,装置电源及输出引脚的电压会超过额定电压。马达反电动势的大小随使用条件及马达特性而不同。必须完全证实TB67S213或其他元件不存在因马达的反电动势而出现损坏或失效的任何风险。

过流关机 (ISD) 与过热关机 (TSD) 注意事项

- ISD与TSD电路仅用于提供非常规条件下,例如输出短路的临时性保护,其并不一定能完全确保IC的安全性。
- 如果装置的使用超出了规定的工作范围,此类电路可能无法正常工作;并且装置可能会因输出短路而损坏。
- ISD电路仅用于为输出短路提供一个临时性的保护。若这种状况持续时间太长,装置可能会因过载而损坏。必须立即使用外部硬件将过流状况消除。

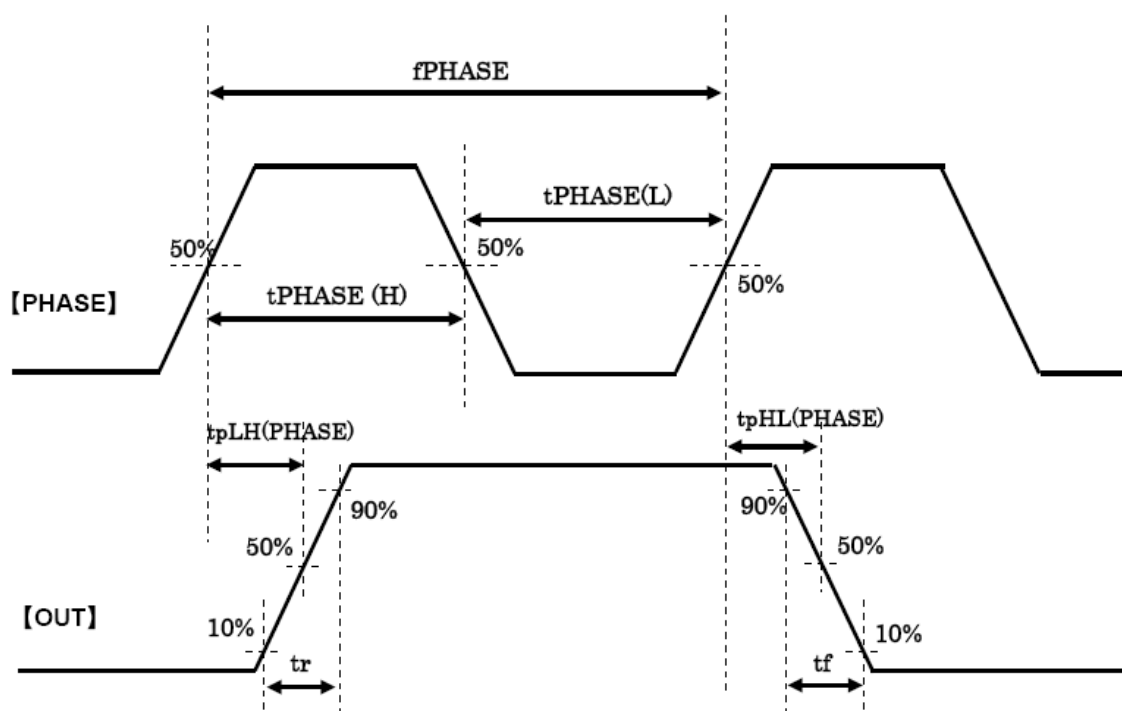
IC安装

严禁装置插入错误或插错方向。否则会造成装置击穿,损坏和/或退化。

电气规格 2 ($T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_M = 24\text{V}$, $6.8\text{ mH}/5.7\ \Omega$)

特性	符号	测试电路	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
相位输入频率	fPHASE	AC	fOSC=1600kHz	-	-	150	kHz
最小高相位宽度	tPHASE(H)	AC	最小相位宽度: 相位="H"	50	-	-	ns
最小低相位宽度	tPHASE(L)	AC	最小相位宽度: 相位="L"	50	-	-	ns
输出端 开关规格	tr	AC		150	200	250	ns
	tf	AC		100	150	200	ns
	tpLH(CLK)	AC	相位 ~ 输出	250	-	1200	ns
	tpHL(CLK)	AC	相位 ~ 输出	250	-	1200	ns
模拟噪声抑制 空白时间	AtBLK	AC	$V_M=24\text{V}$, $I_{OUT}=1.0\text{A}$ 模拟 tBLK	250	400	550	ns
内部振荡器频率	fOSC	AC	COSC= 270 pF, ROSC=3.6 k Ω	1360	1600	1840	kHz
马达斩波频率	fchop	AC	输出有效 ($I_{OUT}=1.0\text{A}$), fOSC = 1600 kHz	-	100	-	kHz

AC 时序图

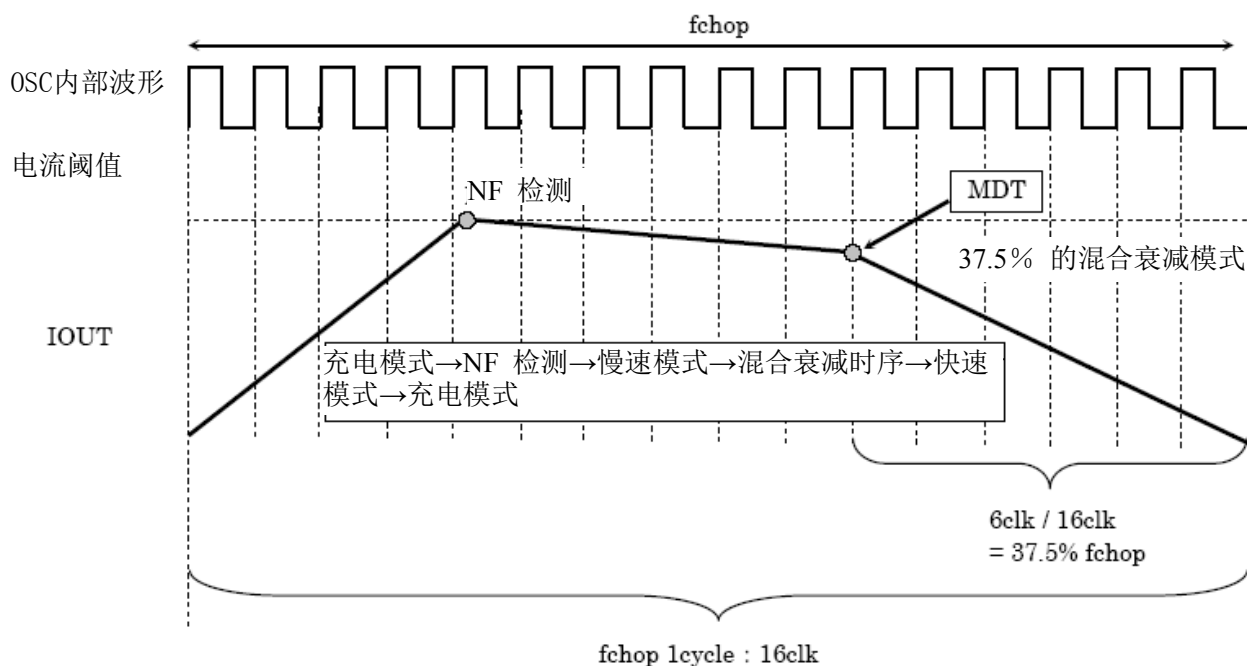


为便于进行解释，本文中可能会简化时序图。

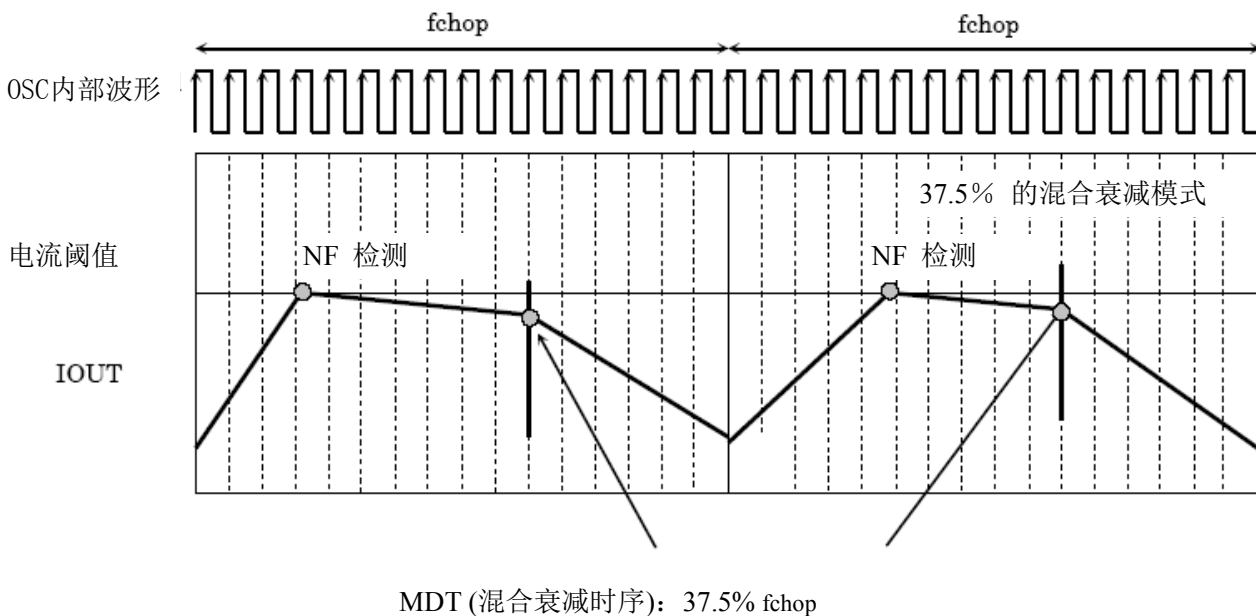
应用手册

马达控制 (电流反馈控制)

'混合衰减时序'是 1 个 fchop 周期的 37.5% 的固定值。



混合衰减模式时序的波形 (马达电流)



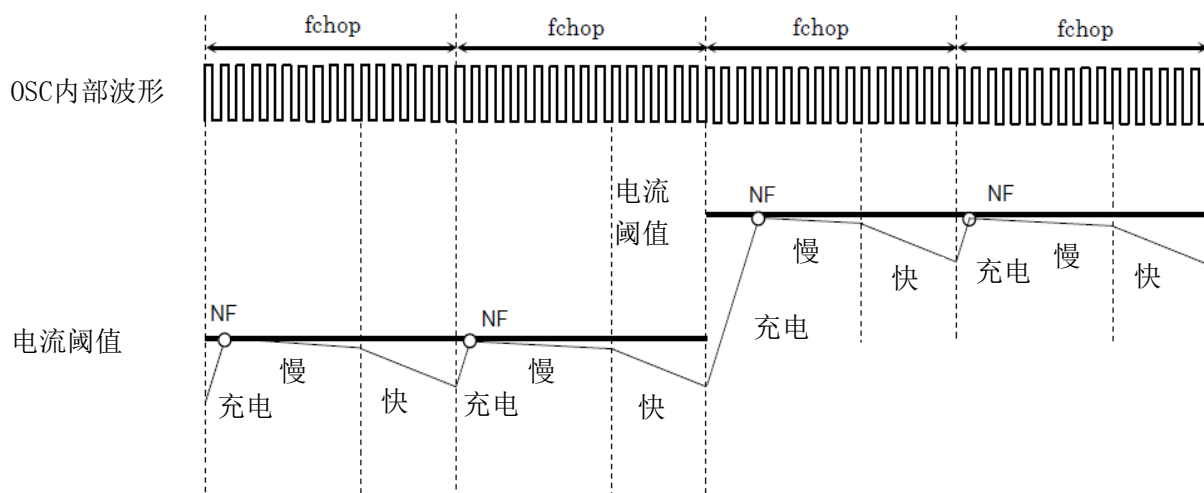
出于解释目的,可能简化时序图。

注: 关于混合衰减时序

混合衰减时序(MDT)是TB67S213特有的一个数值($f_{chop} \times 37.5\%$),但在混合衰减时序后,当马达的输出电流达到NF阈值时,其余的fchop(※)将切换至快速衰减模式。

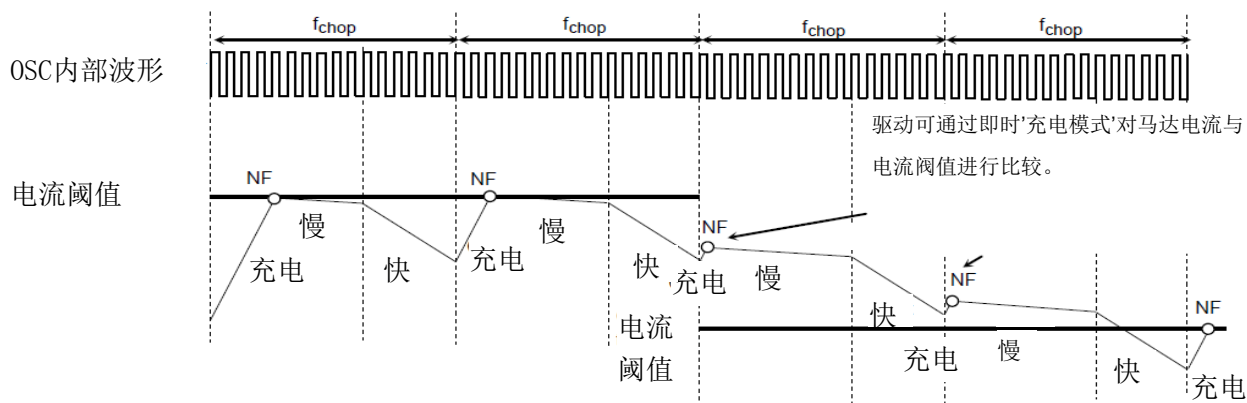
混合(慢速+快速)衰减模式的电流波形

·当下一步的电流阈值高于上一步的电流阈值时

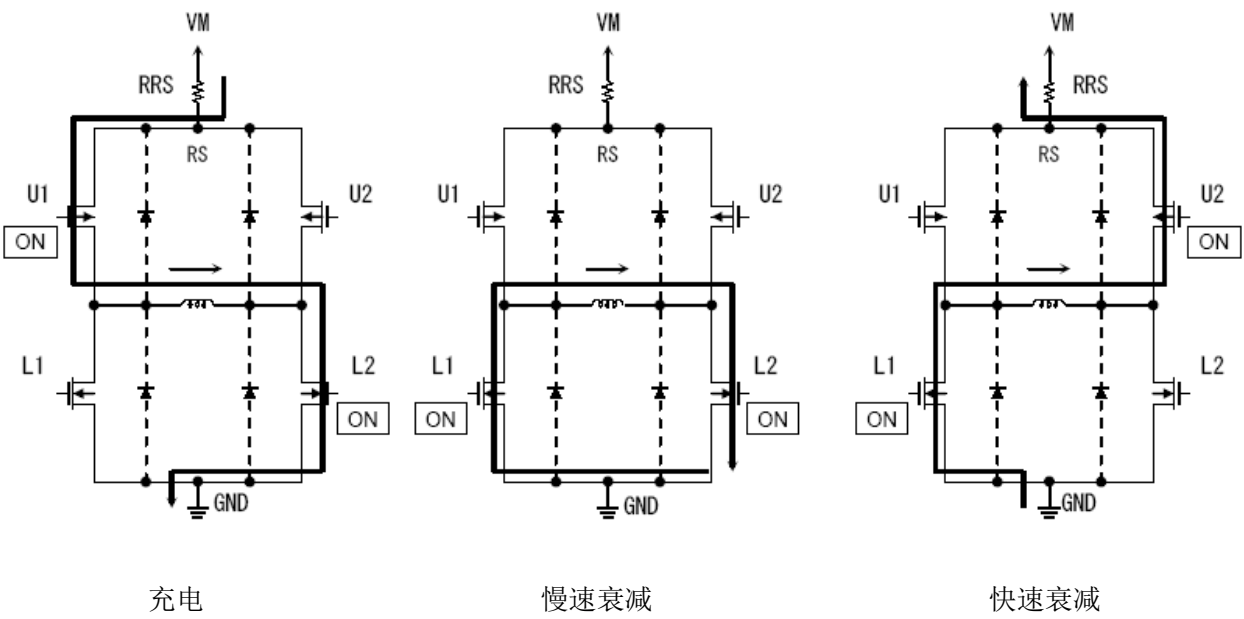


·当下一步的电流阈值低于上一步的电流阈值时

出于解释目的,可能简化时序图。



输出三极管的工作模式



为便于进行解释,本文中可能会忽略或简化部分功能框,电路或常数。

输出三极管的运行功能

模式	U1	L1	U2	L2
充电	开	关	关	开
慢速衰减	关	开	关	开
快速衰减	关	开	开	关

注：上表中显示的参数旨在列举电流朝上图中所示方向流动的情况。

如果电流朝相反方向流动,则其参数变化应如下表所列。

模式	U1	L1	U2	L2
充电	关	开	开	关
慢速衰减	关	开	关	开
快速衰减	开	关	关	开

预定输出电流的计算

为进行PWM恒定电流控制, TB67S213FTAG采用了一个由CR振荡器生成的时钟。

峰值输出电流可经电流传感电阻器 (RRS) 和参考电压 (Vref) 进行如下设置:

$$I_{OUT} = V_{ref}/5 \div RRS (\Omega)$$

其中:1/5为Vref衰减率Vref(增益)。关于Vref(增益)的数值,请参考电气特性表。例如:当Vref = 3V时,要将电流反馈阈值 (Iout)=1.8A,

则RS电阻的计算公式为:

$$RRS = (V_{ref}/5) \div I_{OUT} = (3/5) \div 1.8 = 0.33\Omega (\geq 1.1 W)$$

OSCM振荡频率 (斩波基准频率) 的计算

OSCM振荡频率 (fOSCM) 和斩波频率 (fchop) 的近似值可以通过下面的表达式进行计算。

$$f_{OSCM} = 1/[0.56 \times \{C_x(R1+500)\}] \dots\dots\dots C, R1: OSCM 的外部元件 (C=270pF, R=3.6k\Omega \Rightarrow 1.6MHz)$$

$$f_{chop} = f_{OSCM} / 16$$

IC功耗

TB67S213FTAG所消耗的功率约等于下列数值的总和:

- 1) 输出三极管所消耗的功率;
- 2) 数字逻辑和预驱动器所消耗的功率。

输出三极管所消耗的功率可采用 RON (D-S) 的数值,即 0.6Ω (典型值)来进行计算。

H-SW峰值功率消耗的近似值可以通过下面的表达式来进行计算。

$$P(out) = H-SW(ch) \times I_{out}(A) \times I_{out}(A) \times R_{on}(\Omega) \quad (1)$$

在整步运行模式下(例如, 1.0A),输出端的平均功率消耗可按照以下方法进行计算:

$$R_{on} = 0.6\Omega, I_{out} = 1.0A, V_M = 24V$$

$$P(out) = 2(ch) \times 1.0(A)^2 \times 0.6(\Omega) \quad (2)$$

$$= 1.2(W)$$

IM域的功率消耗可按照以下方法进行计算:

$$P(IM) = 24(V) \times 0.005(A) \quad (3)$$

$$= 0.12(W)$$

$$(IM3) = 5.0 mA(\text{典型值}), V_M=24V$$

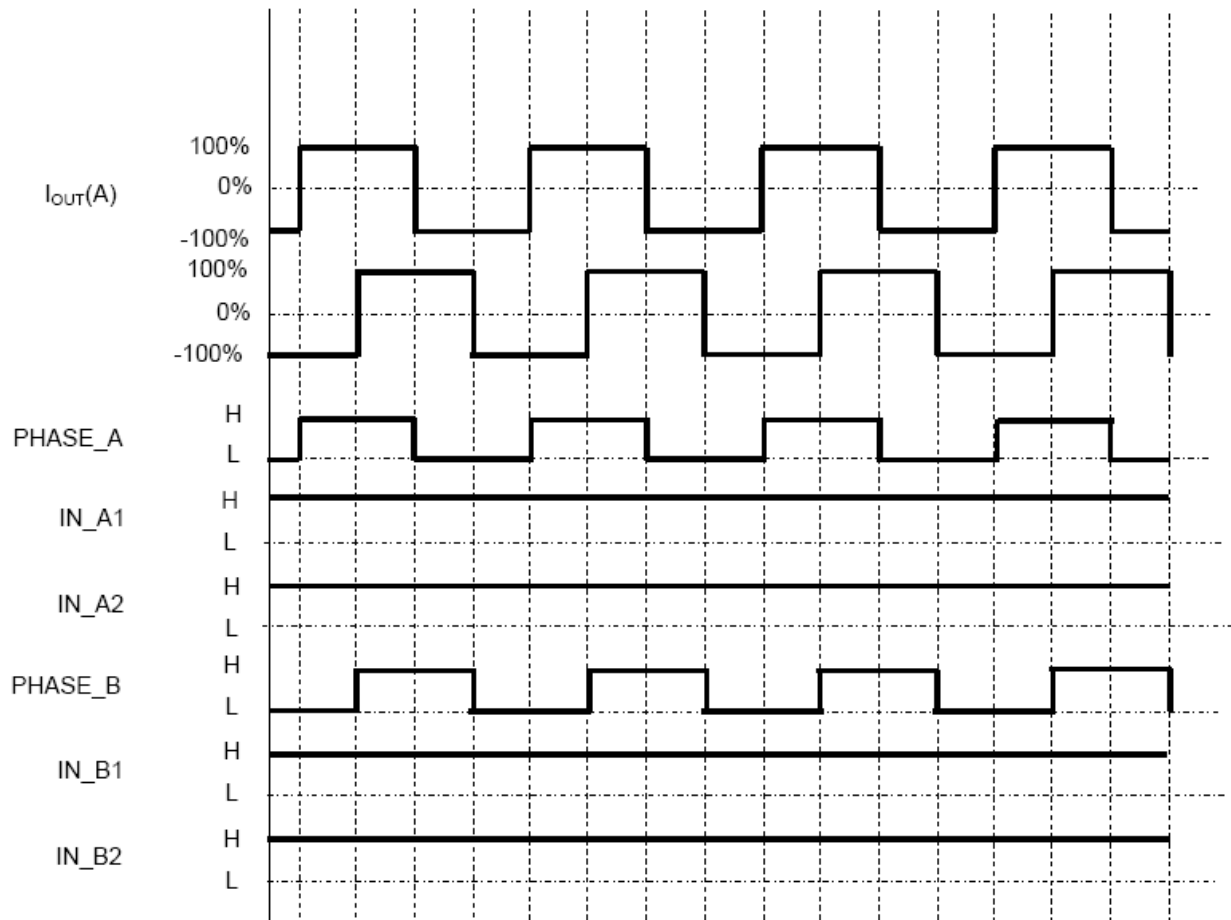
综上所述, TB67S213FTAG 的总峰值功率消耗为:

$$P = P(out) + P(IM) = 1.32(W)$$

应对板的设计进行验证, 考虑散热情况。

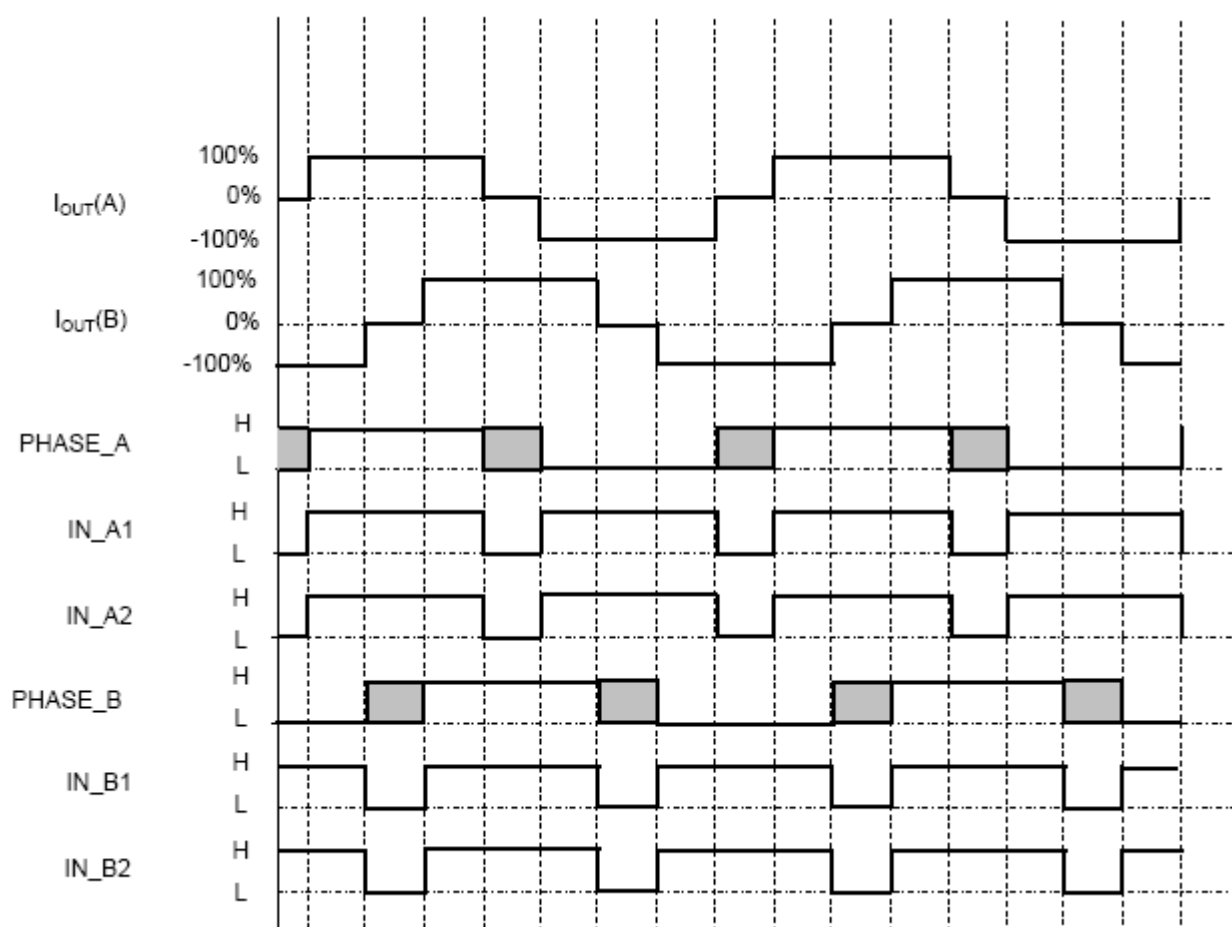
步数分辨率时序图（相位输入）

[整步分辨率]



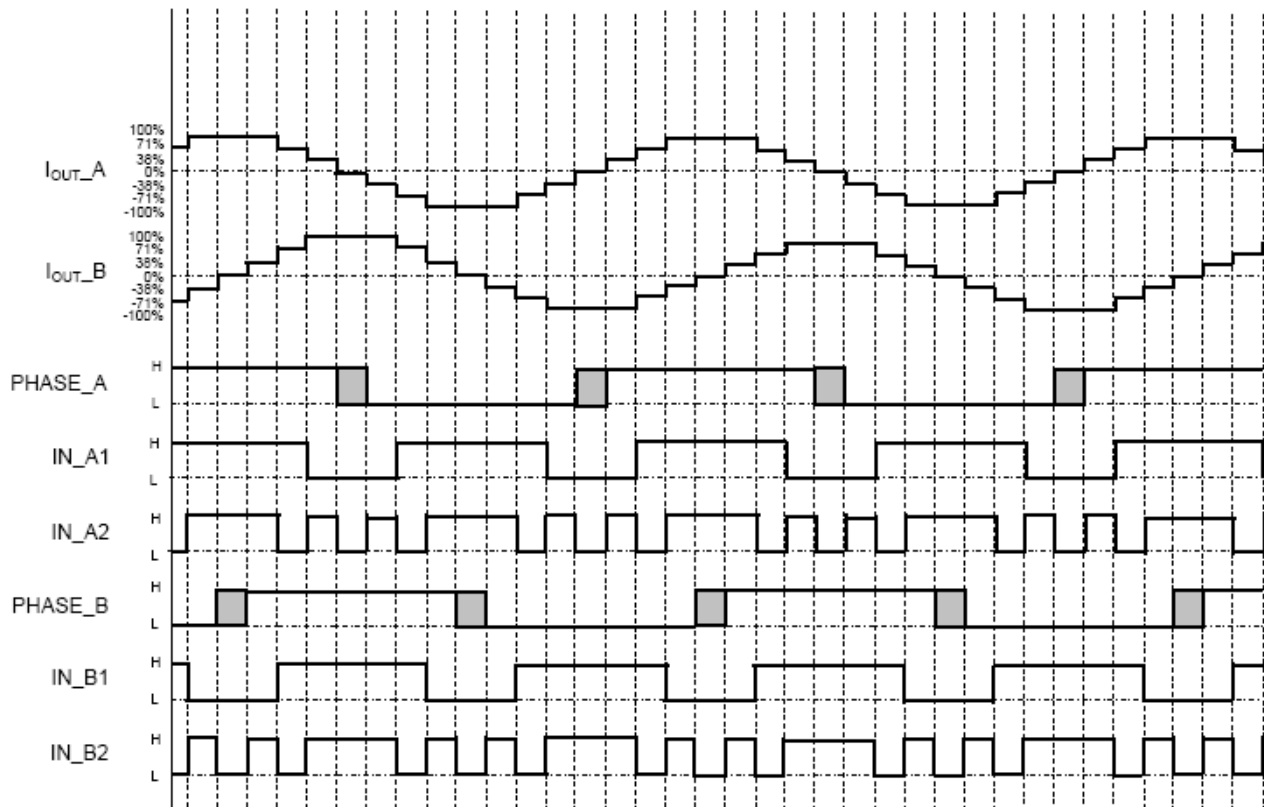
出于解释目的,可能简化时序图。

[半步分辨率]



出于解释目的,可能简化时序图。

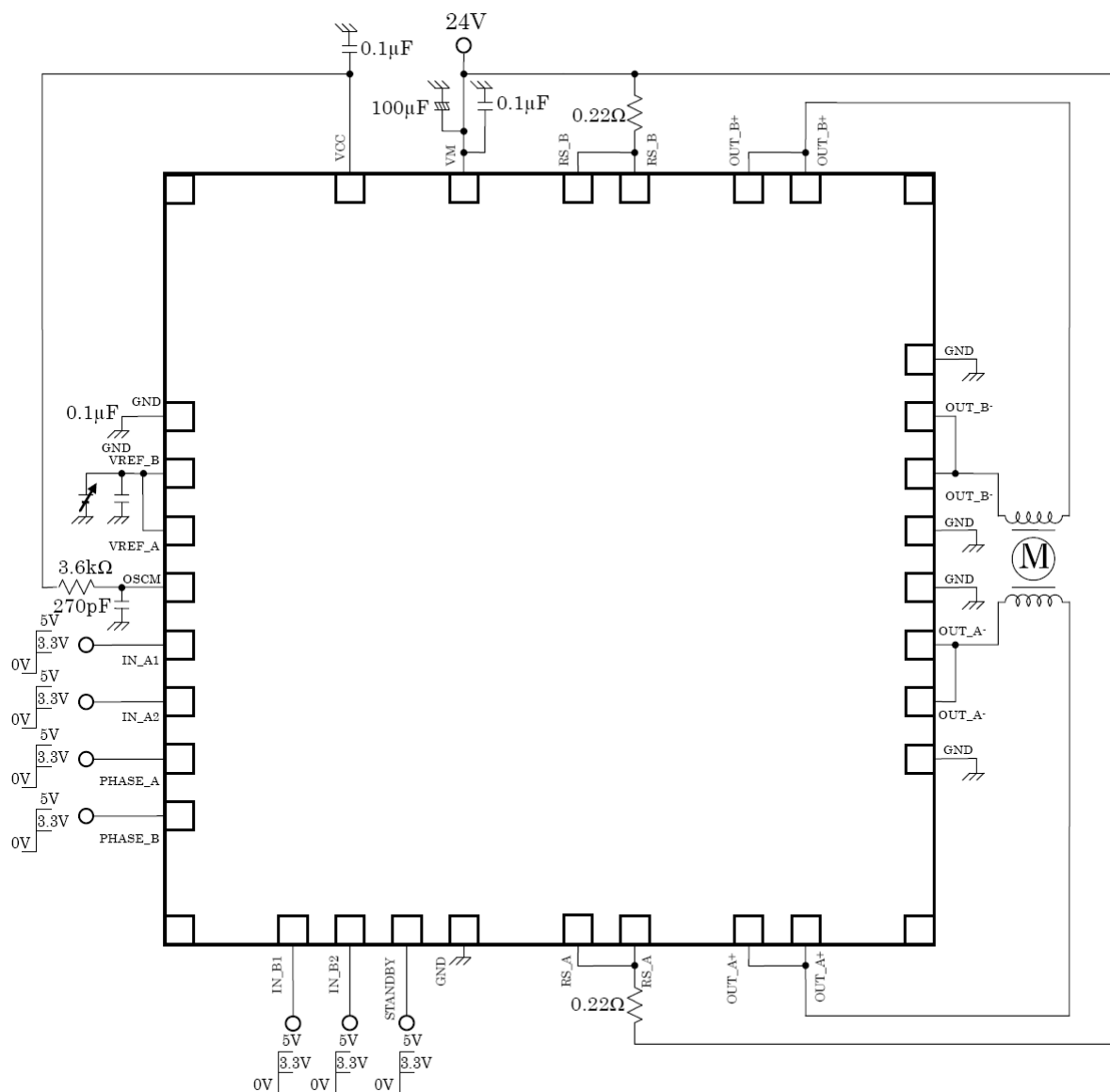
[四分之一步分辨率]



出于解释目的,可能简化时序图。

应用电路示例

下图所示数值为典型值。输入条件详见工作范围。



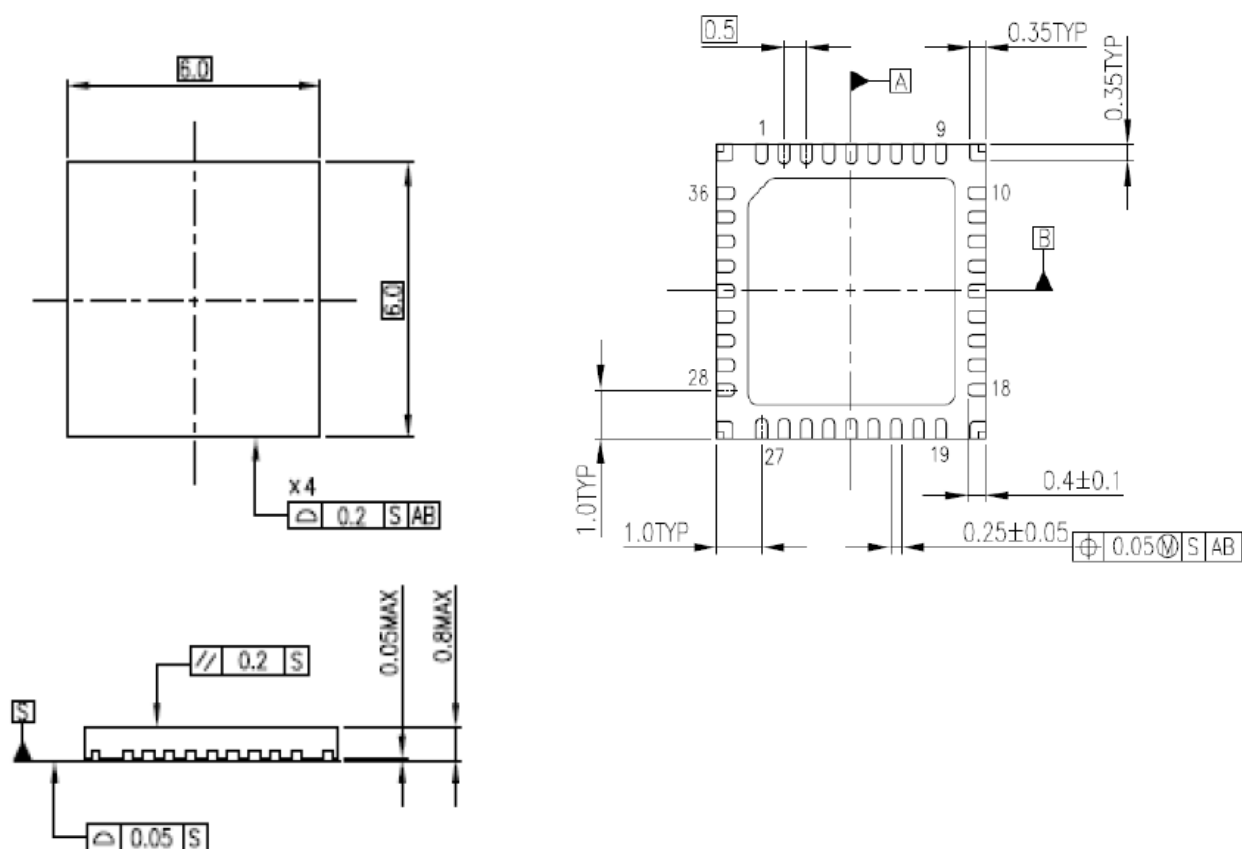
注：如有必要,应当增设旁路电容。建议在条件允许的情况下尽量为整个电路板设置一个单独的接地平面。

上述应用电路的示例仅为参考,在生产前必须进行充分的评估。此外,其并未以任何方式出让这一应用所涉及的任何知识产权。

封装尺寸

P-WQFN36-0606-0.50-002

单位: mm



内容注意事项

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。

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。

时序图

出于解释目的,可能简化时序图。

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。

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搬运注意事项

半导体装置绝对最大额定值为一套在任何时候都不得超过的额定值。严禁超过这些额定值。否则会造成装置击穿,损坏或退化,并因爆炸或燃烧而使人受伤。

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大电流持续流过。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。为了尽量减小击穿时大电流流过的影响,必须进行适当的设置,例如保险丝容量,熔断时间及插入电路的位置。

若您的设计包括马达线圈等有感负荷,则应在设计中包含保护电路,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。

严禁装置插错方向或插入错误。保证电源的正负极端子接线正确。否则电流消耗或功耗会超过绝对最大额定值而造成装置击穿,损坏或变坏,并因爆炸或燃烧而使人受伤。此外,严禁使用插入错误的任何装置。

当选择外部部件(例如功率放大器和调节器)或外部装置(例如扬声器)时,应特别小心。当电容器发生大量漏电时,直流输出水平会增加。若输出连接到低电阻电压的扬声器等装置时,过流或IC故障会造成烟雾或起火。(过流会造成IC本身产生烟雾或起火。)当使用将输出直流电压直接输入扬声器的桥接式负载(BTL)连接类IC时,应特别注意。

IC 搬运要点

过流检测电路

过电流检测电路(简称电流限制器电路)不一定能在所有情况下对 IC 进行保护。若过电流检测电路在过电流条件下工作,应立即消除过电流状态。

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

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。

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(TJ)。在正常使用时,这些 IC 甚至会发热。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。

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,装置的马达电源和输出引脚则会存在超过最大额定值的风险。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.**