

# 译文

## TB9102FNG

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：“TB9102FNG” 2014-01-14

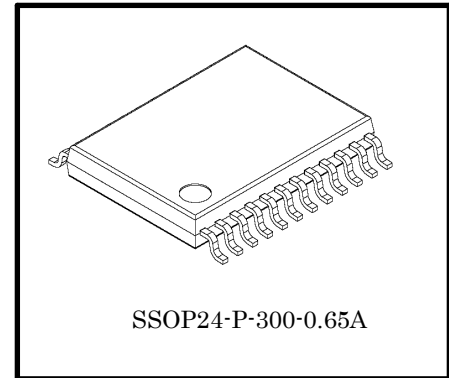
翻译日：2015-03-06

东芝双极线性集成电路 双 CMOS 硅单片

# TB9102FNG

## 直流有刷电机 3 路 H 桥/6 路半桥驱动

TB9102FNG 是专为汽车设计的 3 路 H 桥/6 路半桥驱动芯片，内置的 6 个高端/6 个低端 DMOS 晶体管直接驱动小型直流有刷电机。外部 MCU 通过内置 SPI 接口控制电机运行。此外，电路还内置各种异常检测（例如过流/过压/过温检测）。TB9102FNG 用途广泛，适用范围包括汽车空调系统（风门控制）和车门后视镜控制等。



SSOP24-P-300-0.65A

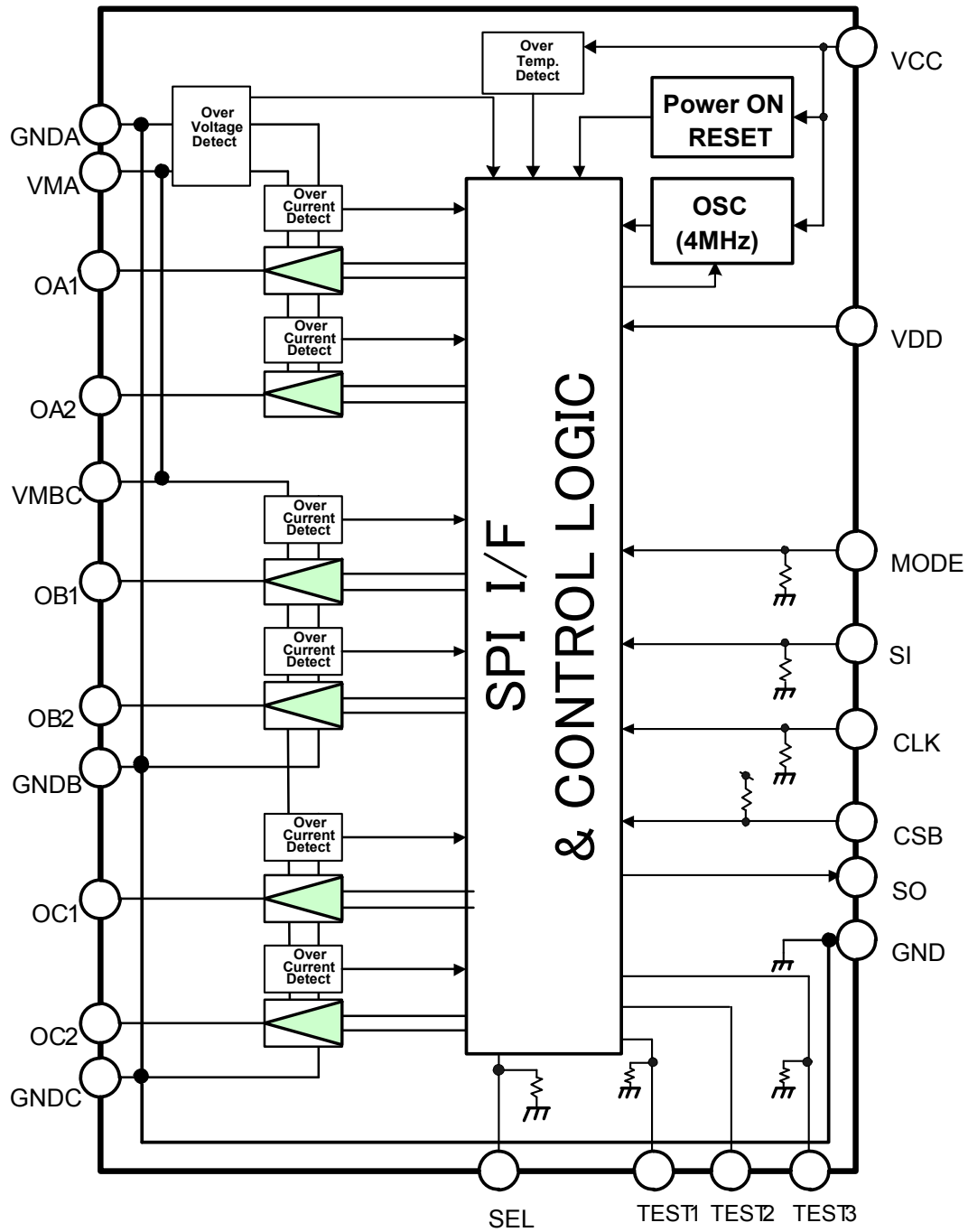
重量：0.14 g（典型值）

### 特性

- 电机驱动电路 : 内置 3 路 H 桥/6 路半桥  
(25°C 条件下: RHON=0.5Ω (典型值) /RLON=0.5Ω (典型值))
- 外部 MCU 接口 : SPI 接口 (16 位移位寄存器, CLK, CSB)
- 异常检测 : 过流/过温/过压  
/5V (VDD, VCC) 低电压检测 (上电复位) SPI 接口 (输出) 监控
- 工作电压范围 (VM) : 7-18V (绝对最大电压: 40V)
- 工作温度范围 : -40°C~125°C
- 封装 : SSOP24-P-300-0.65A

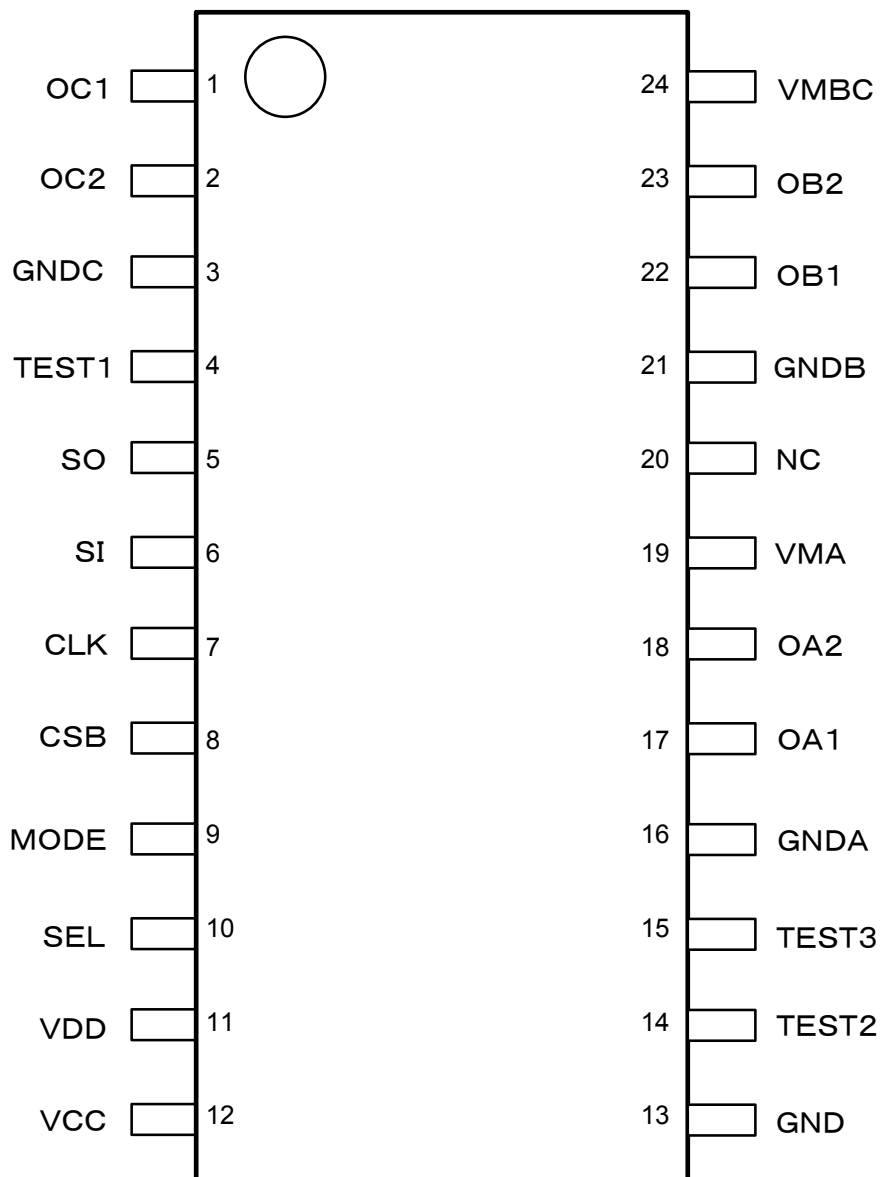
本产品符合 RoHS 规范 (欧盟 2011 / 65 / EU 指令), 见包装标签 (如有) (“[[G]]/RoHS COMPATIBLE”、“[[G]]/RoHS [[受控物质的化学符号]]”、“RoHS COMPATIBLE”或 “RoHS COMPATIBLE, [[受控物质的化学符号]]>MCV”)

方框图



注 1: 为了便于说明, 方框图部分功能单元或电路可能会作省略或简化处理。

引脚布局图



## 引脚连接

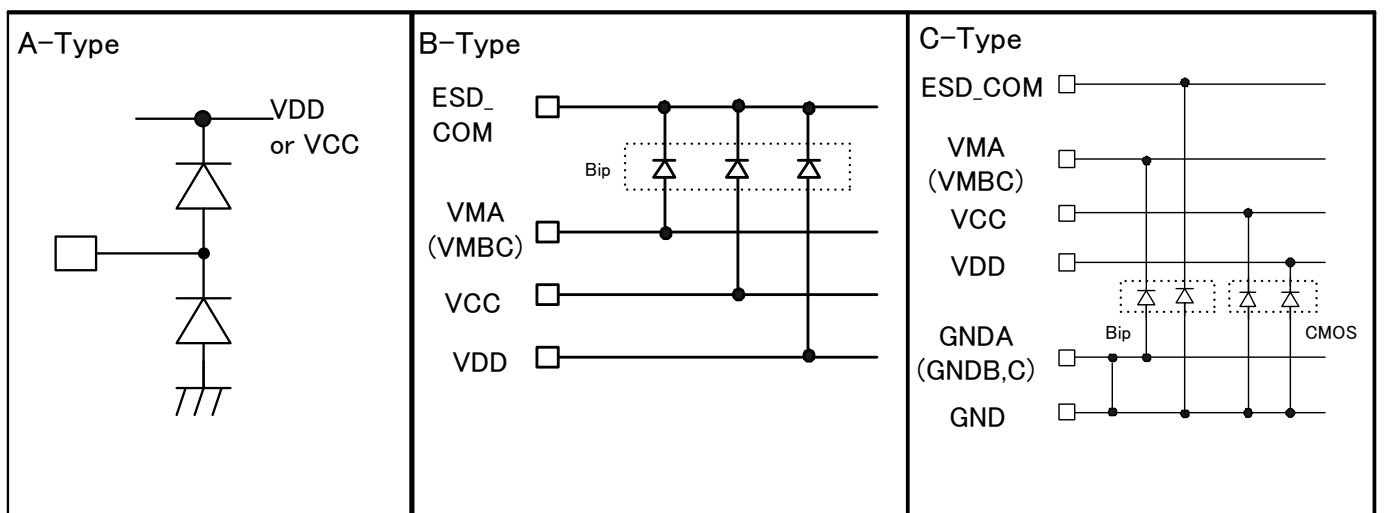
引脚编号	引脚名称	描述	IN / OUT	电路	说明
1	OC1	半桥C输出1	OUT	Bip/HVMOS (注1)	RHON=RLON=0.5Ω (典型值)
2	OC2	半桥C输出2	OUT	Bip/HVMOS (注1)	RHON=RLON=0.5Ω (典型值)
3	GNDC	OC1和OC2接地	-	-	-
4	TEST1	测试输入引脚	IN	CMOS	PCB上下拉 (100kΩ) 接地
5	SO	SPI输出	OUT	CMOS	-
6	SI	SPI输入	IN	CMOS	下拉 (100kΩ)
7	CLK	SPI时钟	IN	CMOS	下拉 (100kΩ)
8	CSB	SPI芯片选择	IN	CMOS	上拉 (100kΩ)
9	MODE	正常/待机或制动选择输入	IN	CMOS	下拉 (100kΩ)
10	SEL	休眠模式控制	IN	CMOS	下拉 (100kΩ)
11	VDD	CMOS LOGIC 5V输入	VDD	-	PCB上连接VDD和VCC
12	VCC	Bipolar 5V输入	VDD	-	
13	GND	5V接地	-	-	-
14	TEST2	测试输出引脚	OUT	CMOS	保持开路
15	TEST3	测试输入引脚	IN	CMOS	PCB下拉 (100kΩ) 接地
16	GNDA	OA1和OA2接地	-	-	-
17	OA1	半桥A输出1	OUT	Bip/HVMOS (注1)	RHON=RLON=0.5Ω (典型值)
18	OA2	半桥A输出2	OUT	Bip/HVMOS (注1)	RHON=RLON=0.5Ω (典型值)
19	VMA	OA1和OA2电源输入	-	-	(注2)
20	NC	未连接	-	-	保持开路
21	GNDB	OB1和OB2接地	-	-	-
22	OB1	半桥B输出1	OUT	Bip/HVMOS (注1)	RHON=RLON=0.5Ω (典型值)
23	OB2	半桥B输出2	OUT	Bip/HVMOS (注1)	RHON=RLON=0.5Ω (典型值)
24	VMBC	OB1,2和OC1,2电源输入	-	-	(注2)

(注1) HVMOS: 击穿电压与VMA和VMBC相同的Pch和Nch金属氧化物半导体

(注2): 即使仅使用1路/2路H桥 (不使用所有3路H桥), VMA和VMBC也应与电路板上的电源连接。

内部保护电路

引脚编号	名称	内部保护电路
1	OC1	-
2	OC2	-
3	GNDC	C 型
4	TEST1	A 型
5	SO	A 型 (用于 VCC)
6	SI	A 型
7	CLK	A 型
8	CSB	A 型
9	MODE	A 型
10	SEL	A 型
11	VDD	B 型
12	VCC	B 型
13	GND	C 型
14	TEST2	A 型 (用于 VCC)
15	TEST3	A 型
16	GNDA	C 型
17	OA1	-
18	OA2	-
19	VMA	B 型
20	NC	-
21	GNDB	C 型
22	OB1	-
23	OB2	-
24	VMBC	B 型



注 1: VMA 和 VMBC 采用内部短路。

注 2: GNDA、GNDB、GNDC 和 GND 采用内部短路。

## 功能说明

TB9102FNG 是一颗包含输出驱动电路的电机控制器集成芯片，可直接用于控制车用小型有刷直流电机。该芯片可用作 3 路 H 桥或 6 路半桥驱动。电机控制信号通过 SPI 接口从外部 MCU 输入。各种异常检测输出信号包括过流检测信号、热关断检测信号、过压检测信号及 5V 欠压检测信号。

### (1)SPI接口控制

TB9102FNG 通过 SPI 接口由外部 MCU 控制电机。SPI 模式下输入的数据保存至 16 位移位寄存器，与时钟（CLK）下降沿保持同步。数据从 SO 端输出，与 CLK 上升沿保持同步。详细信息如下所述。

#### (1)-1. SPI 通信

CSB: “L”信号从外部设备输入时，SPI通信启用，“CLK”和“SI”输入信号可在内部读取，SPI状态寄存器第15位数据从输出SO输出。（第1位是“位15”）“CSB”从“L”设置到“H”时，在上升沿从SI输入的16位数据所在的SPI接收寄存器数据传输至内部SPI状态寄存器，第1至12位的每个数据均以电机输出信号的形式从每个电机输出端输出。“CSB”为“H”时，“SO”为Hi-Z。

CLK: “CLK”是从外部主设备输入的SPI数据通信的时钟端。SPI数据从SO与CLK上升沿同步输出，从SI与CLK下降沿同步读取。

SI: “SI”是从外部主设备输入的SPI通信的数据输入端。输入数据在“CLK”的下降沿上读取。因此，集成电路在“CLK”上升沿更改SPI输入数据。

SO: “SO”是通过外部主设备读取的SPI数据通信的输出端。“CSB”为“H”，“SO”为高阻抗(Hi-Z)。“CSB”为“L”时，内部SPI状态寄存器0-15位的数据与CLK输入时钟的上升沿同步输出。然后，数据在CLK上升沿进行交换，最后从“SO”输出。

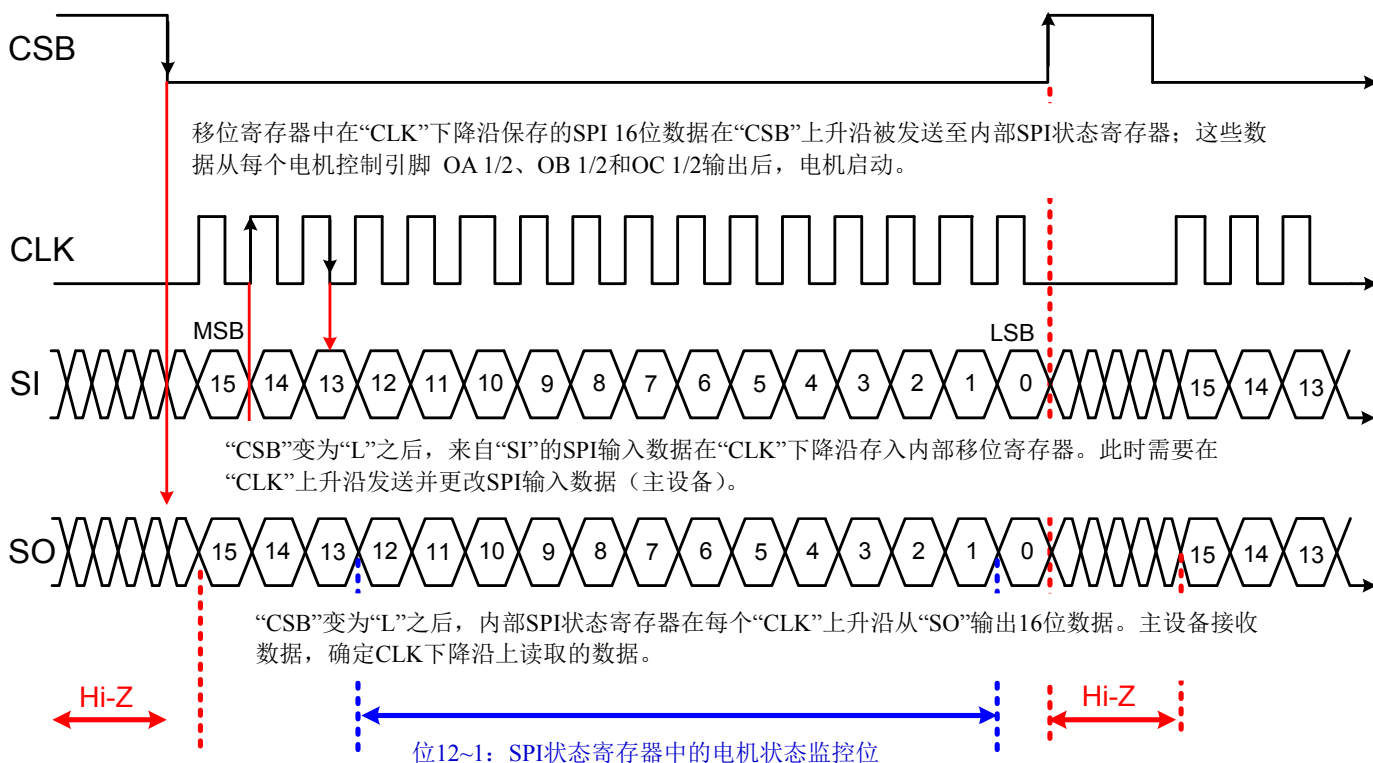
#### ○ SPI 数据位长度错误

MCU 通信错误导致输入数据长度不当（多于 17 位或少于 15 位）时，此时序此周期内所有数据均被忽略。

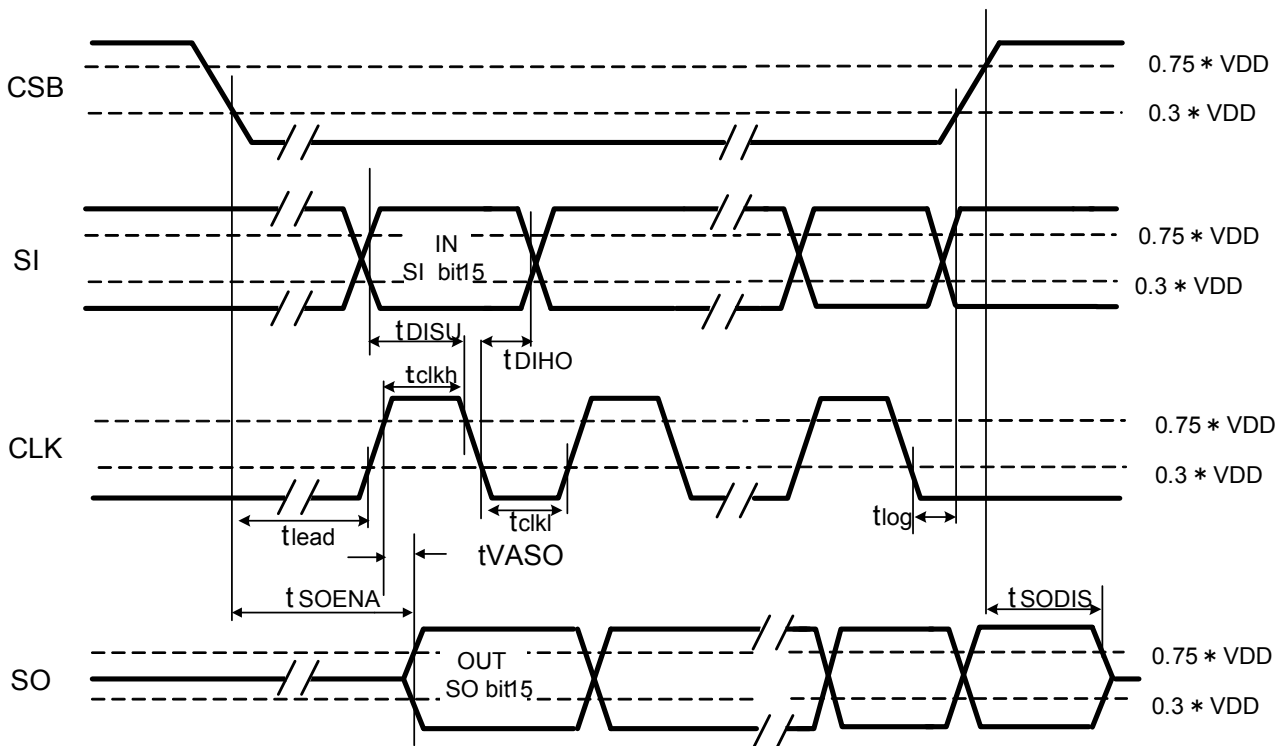
发送和接收数据错误由主控端检测，如有必要，还需做适当处理。

(1)-2. SPI 通信协议时序

“CSB”从H转换至L时，TB9102FNG的SPI通信使能，读取“CLK”和“SI”输入，然后从输出端输出一个预先确定的SPI状态寄存器数据（“CSB”为“H”时，SO处于关闭状态（Hi-Z）。



(1)-3. SPI 通信时序图

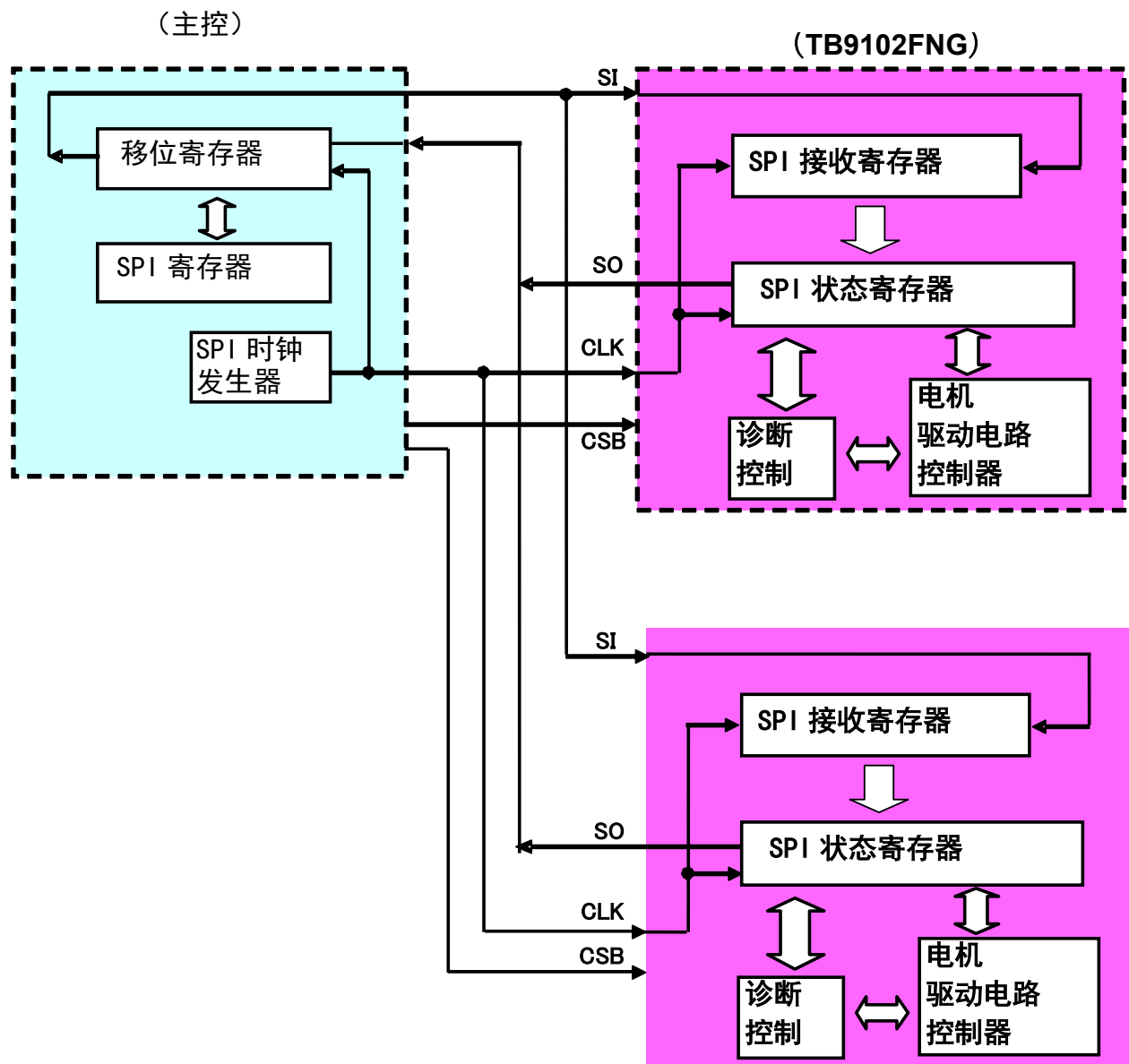


(注) 为方便进行说明，时序图可能会作简化处理。



(1)-4.SPI 连接 (示例)

按下图所示方式连接后, 可通过每个 IC 的“CSB”信号控制两个以上的 IC。



## (1)-5.SPI SI/SO 位说明

SI				SO			
位	名称	初始	说明	位	名称	初始	说明
15	OVreset	L	<b>H:</b> SPI 状态寄存器中的过压标志复位, 过压检测时强制关闭的所有电机恢复正常运行。但是如果“H”地址被输入之前, 这些操作已经正常, 则每个电机输出均已恢复正常。通过设置 Bit0 和 Bit15“H”, 内部 SPI 状态寄存器在“CSB”上升沿复位。 <b>L:</b> (无操作)	15	VMfail	L	过压检测 (26V (典型值)) 针对 H 桥 A (VMA) 电源进行动作时, 此输出“H”。即使 VMA 恢复正常电压 (25.5 V (典型值)), 此位仍保持“H”, 直到其被 SPI“SI”Bit15 或 Bit0/15 复位。
14	OTreset	L	<b>H:</b> SPI 状态寄存器中的过温标志复位, 所有被热关断电路强制关闭的电机恢复正常运行。但是如果“H”地址被输入之前, 这些操作已经恢复正常, 则每个电机输出均已恢复正常。 <b>L:</b> (无操作)	14	OTfail	L	热关断电路 (170°C (典型值)) 运行时, 此位输出“H”。即使温度恢复到正常值 (160°C (典型值)), 此位仍保持“H”, 直到其被 SPI“SI”Bit14 或 Bit0/15 复位。
13	OCreset	L	<b>H:</b> SPI 状态寄存器中的过流标志复位, 过流检测时强制关闭的所有电机输出恢复正常运行。	13	OCfail	L	过流检测 (1.5 A (典型值)) 运行时, 此位输出“H”。过流检测运行后, 此位仍保持“H”, 直到其被 SPI “SI” Bit13 (OCreset) 或 Bit0/15 复位。
12	C2Lcont.	L	半桥 C2 低边开关控制	12	C2Lst	L	半桥 C2 低边开关状态
11	C2Hcont.	L	半桥 C2 高边开关控制.	11	C2Hst	L	半桥 C2 高边开关状态
10	C1Lcont.	L	半桥 C1 低边开关控制	10	C1Lst	L	半桥 C1 低边开关状态
9	C1Hcont.	L	半桥 C1 高边开关控制	9	C1Hst	L	半桥 C1 高边开关状态
8	B2Lcont.	L	半桥 B2 低边开关控制	8	B2Lst	L	半桥 B2 低边开关状态
7	B2Hcont.	L	半桥 B2 高边开关控制	7	B2Hst	L	半桥 B2 高边开关状态
6	B1Lcont.	L	半桥 B1 低边开关控制	6	B1Lst	L	半桥 B1 低边开关状态
5	B1Hcont.	L	半桥 B1 高边开关控制	5	B1Hst	L	半桥 B1 高边开关状态
4	A2Lcont.	L	半桥 A2 低边开关控制	4	A2Lst	L	半桥 A2 低边开关状态
3	A2Hcont.	L	半桥 A2 高边开关控制	3	A2Hst	L	半桥 A2 高边开关状态
2	A1Lcont.	L	半桥 A1 低边开关控制	2	A1Lst	L	半桥 A1 低边开关状态
1	A1Hcont	L	半桥 A1 高边开关控制	1	A1Hst	L	半桥 A1 高边开关状态
0	STreset1	L	<b>H:</b> 通过设置 Bit0 和 Bit15“H”, 内部 SPI 状态寄存器在“CSB”上升沿复位。 <b>L:</b> (无操作)	0	(无操作)	L	(无操作并保持“L”)

**(SPI 输入: SI)**

由 SPI 通信从 SI 端输入的数据在 CSB 信号的上升沿保存至内部集成电路，并反映在每项功能上。

**Bit0 (STreset1) / Bit15 (OVreset):**

**H:** 为避免噪声干扰，通过设置 Bit0 和 Bit15 组合来复位 SPI 状态寄存器数据。当只有 Bit0 显示为“H”时，所有功能均无效。SPI 状态寄存器复位时，寄存器中所有相应的异常检测标志也将复位。异常检测时强行关闭的电机驱动输出也将恢复正常运行。SPI 状态寄存器复位时，电机运行数据应再次进行配置，因为每台电机的所有驱动输出均变为 Hi-Z。

通过 Bit0 和 Bit15 组合复位 SPI 状态寄存器时，在相同时间内发送的 SI 输入的其他位的数据（Bit1 至 Bit12）将被忽略。因此，电机输出应在通过 STreset 复位 SPI 状态寄存器后的下一次 SPI 传输时进行设置。

**L:** 无操作

**Bit1 至 Bit12 (A1Hcont.至 C2Lcont):**

控制 12 个晶体管的开启和关闭，包括 3 路 H 桥和 6 路半桥。输入“H”时，由此位控制的晶体管开启。高边和低边晶体管由相同的半桥开启时，半桥输出强制转换为 Hi-Z。

(示例)

SI Bit 1="H"	:半桥 A1 高端	开启
"=L"	:	"
Bit 2="H"	:半桥 A1 低端	开启
"=L"	:	"

即:

SI Bit1="H", Bit2="L"	:半桥 A="H"
Bit1="L", Bit2="H"	:半桥 A="L"
Bit1="L", Bit2="L"	:半桥 A=关闭 (Hi-Z)
Bit1="H", Bit2="H"	:半桥 A=关闭 (Hi-Z)

**Bit13 (OCreset):**

将“H”输入 Bit13 (OCreset) 时，SPI 状态寄存器中的过流检测结果标志复位。过流检测时强制关闭的电机驱动输出根据 Bit1 至 Bit12 的情况运行，其与 Bit13 同时传输。

**H:** 状态标志中的过流检测标志复位。过流检测时强制关闭的电机驱动输出被释放。过流检测复位后，电机驱动电路根据 SPI 信号 Bit1 至 Bit12 的情况与 Bit13 同时输出。

**L:** 无操作

**Bit14 (OTreset):**

将“H”输入 Bit14 时，SPI 状态寄存器中的热关断检测结果标志复位。热关断检测时强制关闭的所有电机驱动输出恢复正常运行。此时，电机驱动根据 Bit1 至 Bit12（由 SPI 通信同时传输）的情况进行输出。芯片温度降至 160°C 或更低温度时，电机自动恢复正常运行。此时，电机运行的依据是 SPI 状态寄存器中 Bit1 至 Bit12 的数据。

**H:** 状态标志中的热关断检测标志复位。热关断检测时强制关闭的电机驱动输出被释放。热关断检测时强制关闭的电机驱动根据 SPI 信号（与 Bit13 同时传输）Bit1 至 Bit12 的情况进行输出。

**L:** 无操作

**Bit15 (OVreset):**

将“H”输入 Bit15 时，SPI 状态寄存器中的过压检测结果标志复位。过压检测时强制关闭的所有电机驱动输出恢复正常运行。此时，电机驱动根据 Bit1 至 Bit12（由 SPI 通信同时传输）的情况进行输出。电压降至 25.5V 或更低水平时，电机自动恢复正常运行。此时，电机运行的依据是 SPI 状态寄存器中 Bit1 至 Bit12 的数据。

**H:** 状态标志中的过压检测标志复位。过压检测时强制关闭的电机驱动输出被释放。过压检测时强制关闭的电机驱动根据 SPI 信号（与 Bit15 同时传输）Bit1 至 Bit12 的情况进行输出。

**L:** 无操作

**(SPI 输出: SO)****Bit1 至 Bit12 (A1Hst 至 C2Lst):**

输出由 3 路 H 桥组成的 12 个晶体管的输出状态。

**H:** 晶体管开启

**L:** 晶体管关闭 (Hi-Z)

**Bit13 (OCfail):**

每个 H 桥驱动电路上检测到过流情况 (1.5A (典型值)) 时将会输出“H”。过流检测参见(5)-3。检测到过流情况时，该标志保持“H”，直到通过同时设置 SI Bit0(STrest1)和 Bit15(OVreset) “H”复位 SPI 状态寄存器或者通过设置 Bit13(OCreset) “H”复位 OC。

(Bit13 会一直保持“H”即使 LSI 电流已降至小于检测值。)

**Bit14 (OTfail):**

检测到过温情况 (170°C (典型值)) 时将会输出“H”。热关断检测参见(5)-4。检测到过温情况时，该标志保持“H”，直到通过同时设置 SI Bit0(STrest1)和 Bit15(OVreset) “H”复位 SPI 状态寄存器或者通过设置 Bit14(OTreset) “H”复位 OC。

(Bit14 会一直保持“H”即使 LSI 温度已降至小于检测值。)

**Bit15 (VMfail):**

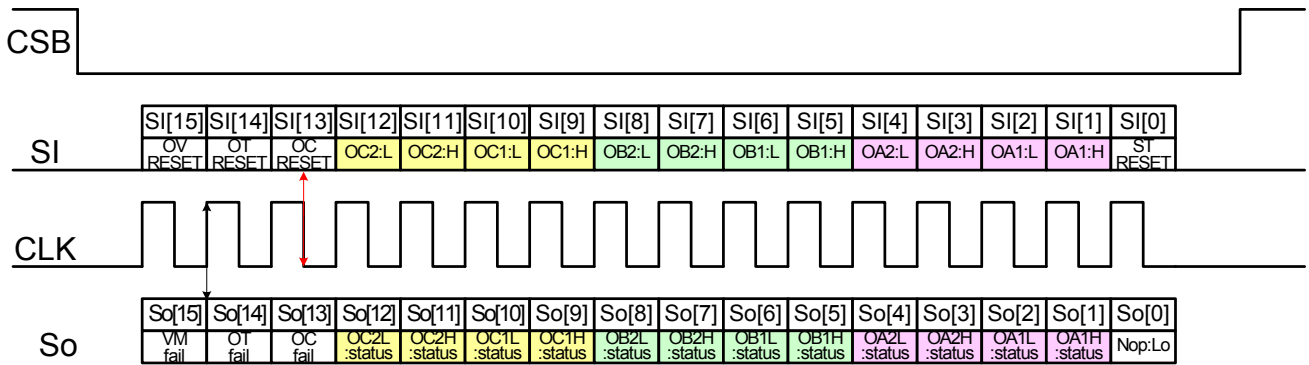
通过监控 H 桥 A (VMA) 电源检测到 VMA (26V (典型值)) 过压情况时输出“H”。过压检测参见(5)-2。检测到过压情况时，该标志保持“H”，直到通过同时设置 SI Bit0(STrest1)和 Bit15(OVreset) “H”复位 SPI 状态寄存器或者通过设置 Bit15(OVreset) “H”复位 OC。

(Bit15 会一直保持“H”状态即使 VMA 已降至小于检测值。)

**SPI 数据**

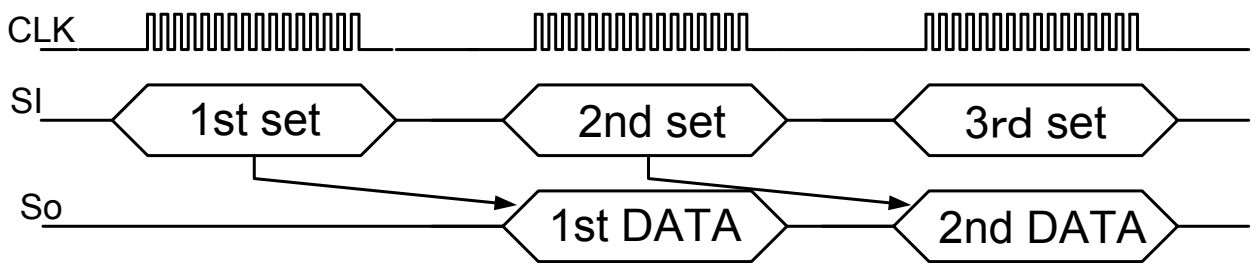
CSB 从“H”设置为 L 时，SPI 接口将会启用。

数据在 CLK 上升沿从 SO 输出。之后，SI 输入数据在 CLK 下降沿保存至内部移位寄存器。



**SI 数据和 SO 数据**

SO 输出数据状态如下图所示。



## (2) 待机模式/制动模式 (“模式”端子/“SEL”端子)

待机模式和制动模式可通过“SEL”输入端进行选择，将“模式”输入端设置为“L”可切换至每个模式。每种模式详细信息参见下表。“模式”端和“SEL”端包含下拉电阻。  
(表中所示制动模式对应集成电路用作 3 路 H 桥的情况。)

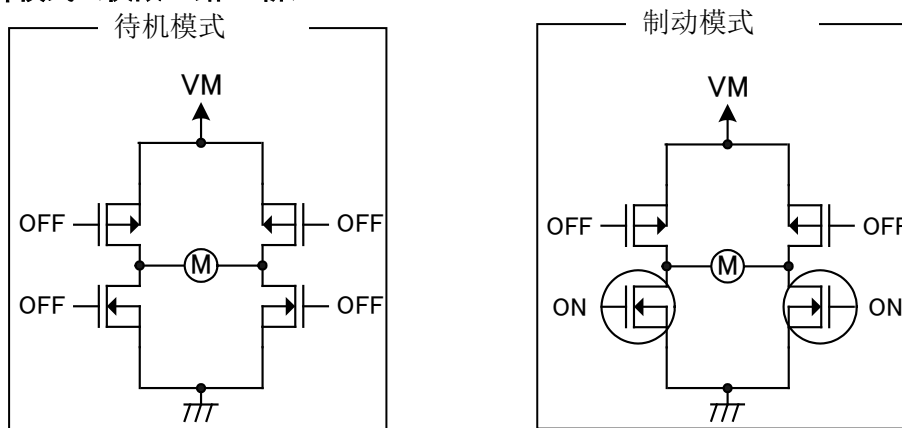
模式	“MODE”端	“SEL”端	电机输出电路运行	各模拟电路输入数据和电源
正常	H	H/L (开路)	正常	正常
制动	L (开路)	H	高端：关 (Hi-Z) 低端：开	各输入数据：保持 模拟电路：运行
待机	L (开路)	L (开路)	高端：关 (Hi-Z) 低端：关 (Hi-Z)	各输入数据：丢失 (清除) 模拟电路：停止

注 1：上述所有运行状态所对应的条件是，VMA、VMBC、VDD 和 VCC 外部电源始终供电。

注 2：SEL 输入端在制动模式下设置为“L”或开路时，运行状态可直接进入待机模式。但如果 SEL 输入端在待机模式下设置为“H”时，输入数据将被忽略，运行状态不会直接进入制动模式。异常检测功能在待机模式下保持关闭。待机模式下，包括模拟电路在内的所有电路的运行均保持关闭，所有输入数据都将清除（初始）。因此如上文所述，即使 SEL 输入端设置为“H”，输入数据仍将被忽略，运行状态不会进入制动模式。如需将运行模式从待机转换为制动，请将运行状态设置为正常模式之后再设置制动模式。此时，模拟电路的启动需要一定的时间。

注 3：待机模式下通过 MODE 端（固定 SEL 端）使用 IC 时，请避免因通过 SI 输入信号打开 H 桥低边和在进入待机模式前制动而产生 BEF（反向电动势）。如果直接将旋转中的电机转换至待机模式，产生的反向电动势可能会导致集成电路损坏。无论输入信号 SI 是何种情况，制动模式都可直接停止电机输出（HVMOS）。

• 示例：各种模式（仅限 1 路 H 桥）



注 1：SPI 传输过程中通过“SEL”或“mode”输入端改变模式时，SPI 通信将会停止，已发送至 TB9102FNG 的所有输入数据都将被忽略；之后，模式根据输入数据进行传输。

注 2：MODE 端和 SEL 端在使用时应注意以下事项。

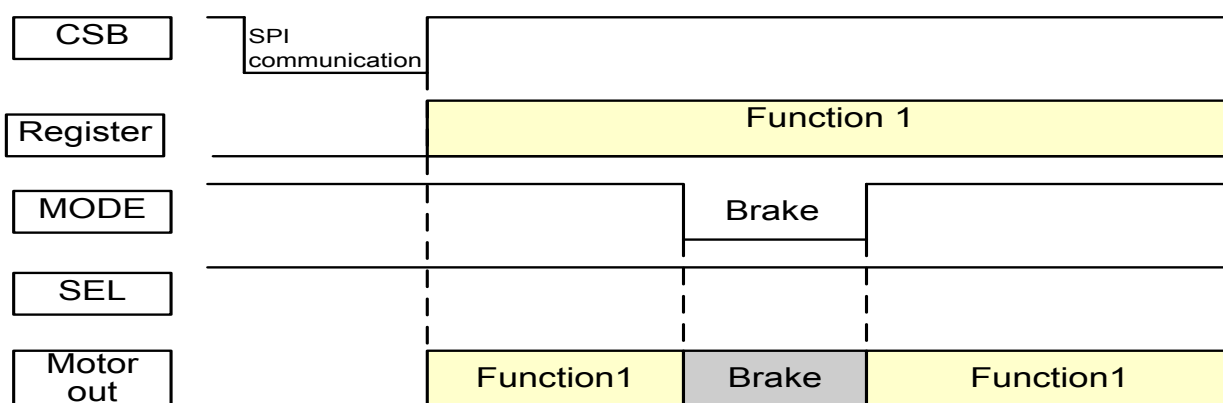
• 制动模式

当通过模式端进入制动模式时，SPI 寄存器数据被保存。因此，电机将基于先前的 SPI 寄存器数据运行，直到新数据在 BRAKE 模式释放并结束第 2 次 SPI 传输后写入 SPI 寄存器。电机在 BRAKE 释放后需立即以不同方式运行时，需在第 1 次 SPI 传输的 CSB 上升沿之前释放 BRAKE（将模式端从“L”设置为“H”）。

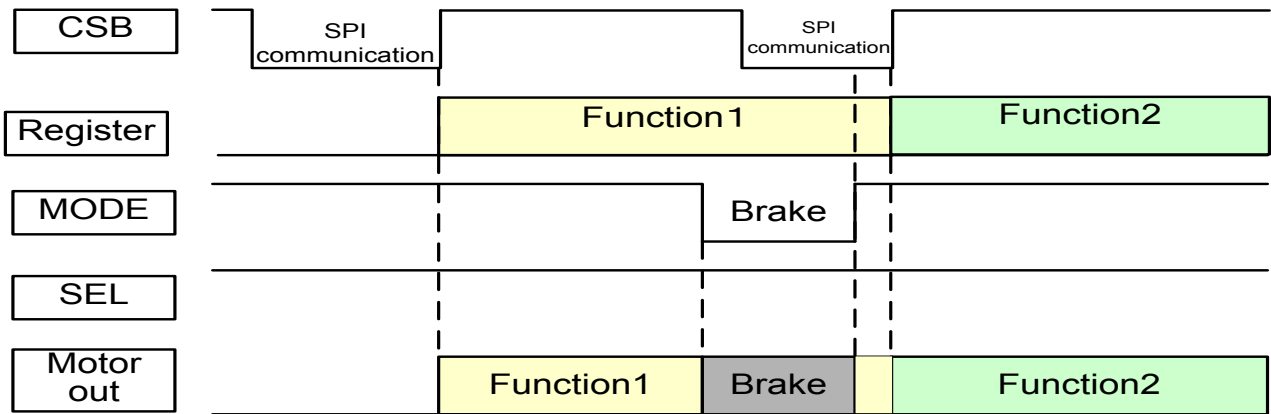
• 待机模式

通过设置模式端和 SEL 端为“L”，模式转换为待机模式时，SPI 传输所设置的全部数据都将复位（清除）。因此，释放待机模式后需通过 SPI 传输再次进行功能设置。若在待机模式下传输 SPI，数据将不会被读取。

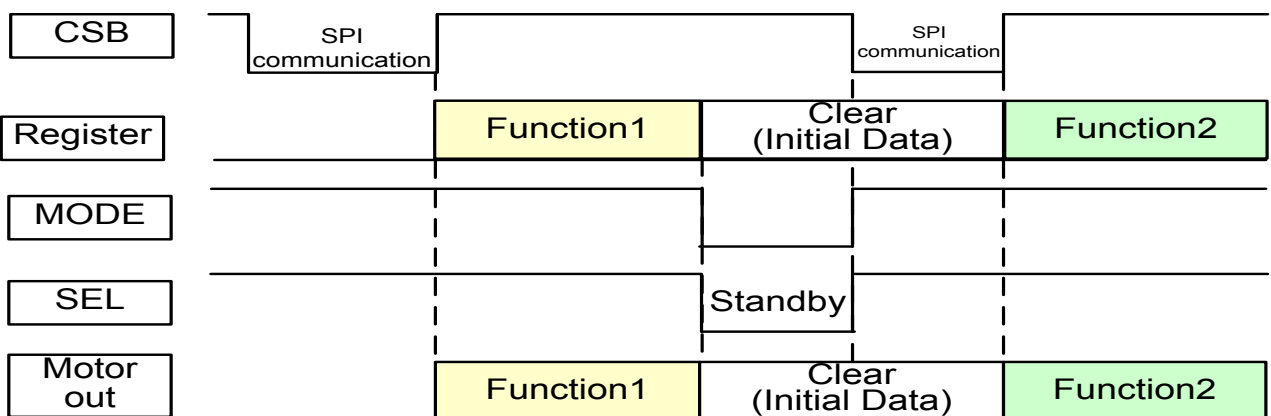
• 例 1：制动开启/关闭



· 例 2：制动释放后的新 SPI 传输

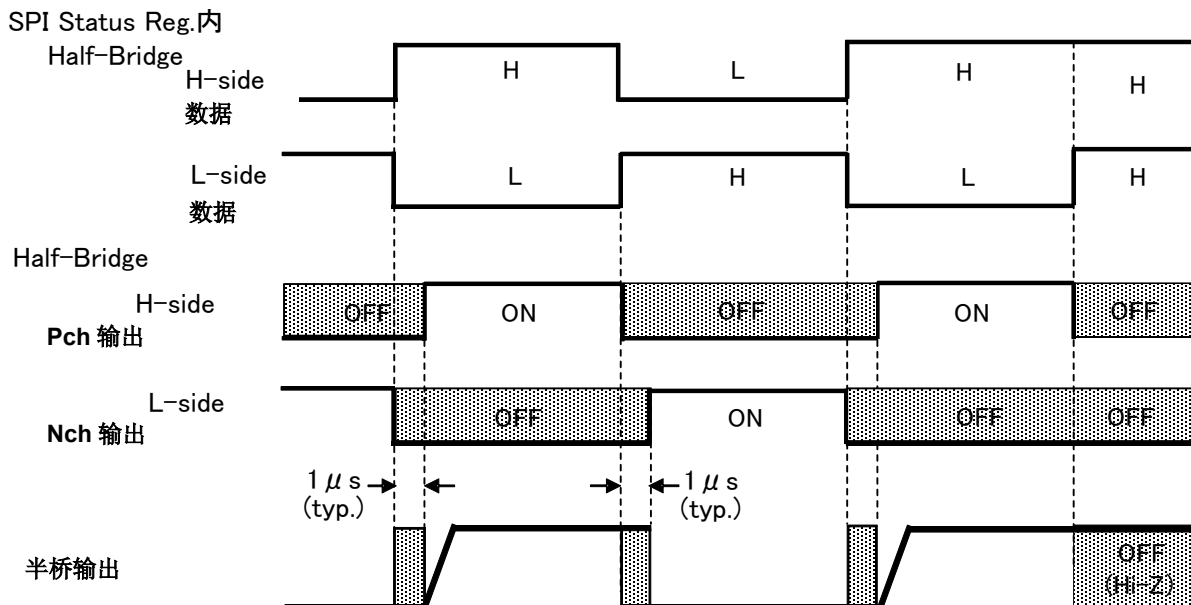


· 例 3：待机释放后的功能



(3) 死区时间

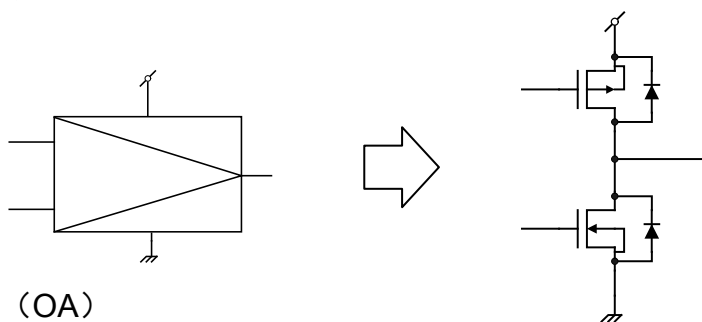
TB9102FNG 生成  $1 \mu s$  (典型值) 的 Hi-Z 状态, 避免同一个 H 桥中同一半桥的高边和低边同时开启造成短路。HVMOS 按下列方式从关到开时产生 Hi-Z 状态。SPI 通信同时开启相同半桥的高边和低边时, 半桥输出变为 Hi-Z。



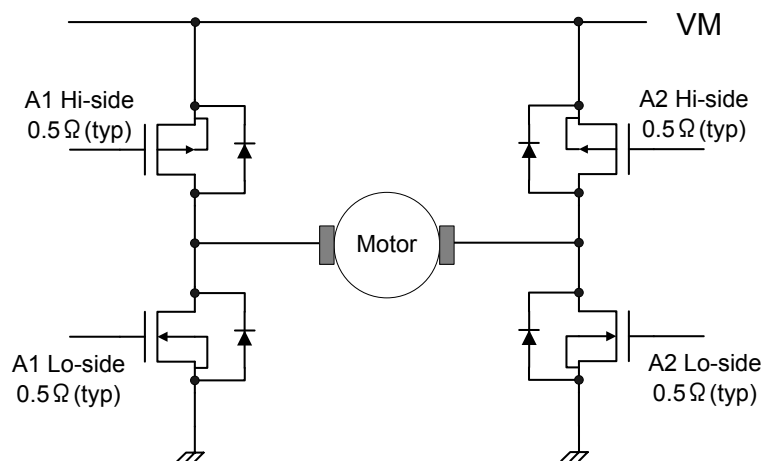


(4) 电机驱动电路

每个半桥均具备下列结构。



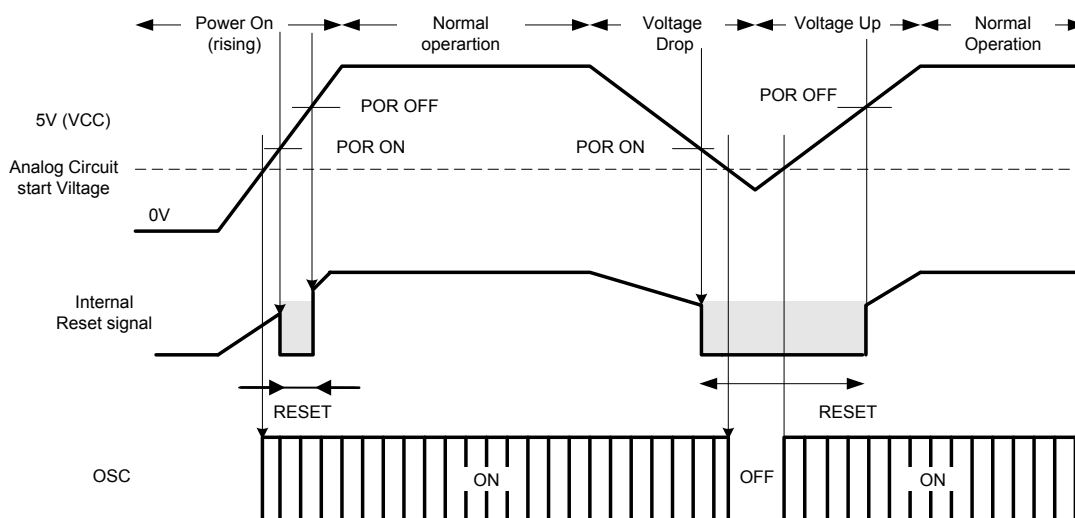
示例：H 桥（OA）



(5) 异常检测

(5)-1. 5V 电源欠压检测电路（VCC 和 VDD 电源）（内部上电复位）

该电路根据内部带隙电压监控外加电压,同时检测欠压情况。5V 电源 VCC(VDD)降至检测电压(4.0V (典型值))或更低水平时, TB9102FNG 所有电路内部复位, 驱动电路输出关闭 (Hi-Z)。VCC 上升超过回复电压 (4.1V (典型值)) 时停止检测, TB9102FNG 从初始状态恢复正常运行。检测和回复电压存在滞后现象 (参见“电气规范”)。  
内部检测和返回信号包含抖动保护电路, 避免发生故障。



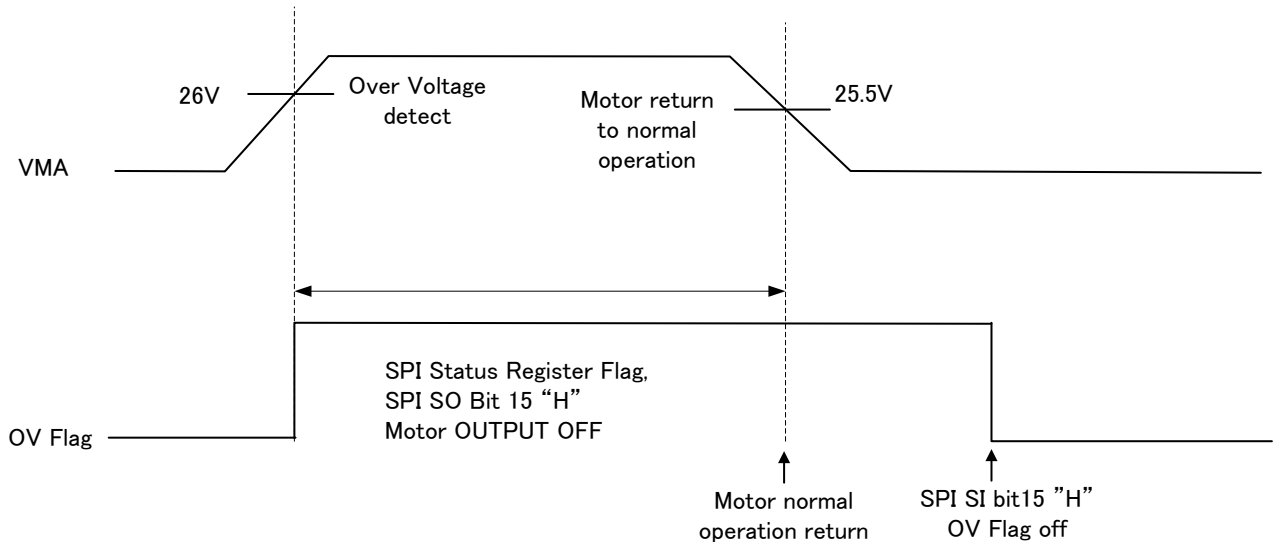
**(5)-2. H桥 (VMA) 驱动电路 (26V (典型值)) 电源过压检测**

TB9102FNG包含H桥A过压检测电路(基于内部带隙电压)。当H桥A电压(VMA)上升超过26V(典型值)时,H桥输出全部关闭(Hi-Z),以避免驱动电路出现过压情况。“H”由SPI状态寄存器输出(SO)的Bit15输出。

VMA降至释放电压(25.5V(典型值))或更低水平时,之前强制关闭的H桥输出根据SPI状态寄存器数据恢复正常运行。SPI状态寄存器保持“H”。向SI的Bit0和Bit15同时输入“H”(SPI状态寄存器复位)或向Bit15输入“H”(OVreset)可释放该标志。

SPI状态寄存器复位时,同时传输的Bit1至Bit12数据将被忽略。因此,电机输出应由下列SPI传输进行设置。

内部检测和过压检测释放信号包含抖动保护电路,避免发生故障。因此,即使过压检测释放,当电压持续超出过压检测值时,电路会再次检测过压情况,所有电机输出也将关闭(Hi-Z)。

**【注意】**

此项过压检测不会影响TB9102FNG的电源电压。

因此,VMA和其他电源均应采取外部保护措施,以免超出绝对最大额定值。即使仅使用1路和2路H桥,VMA也应在外部连接至VMBC电源或接地(GNDA,GNB和GNC)。若VMA未在印刷电路板上连接,过压检测不会运行。

**(5)-3. 驱动电路过流检测 (1.5A (典型值))**

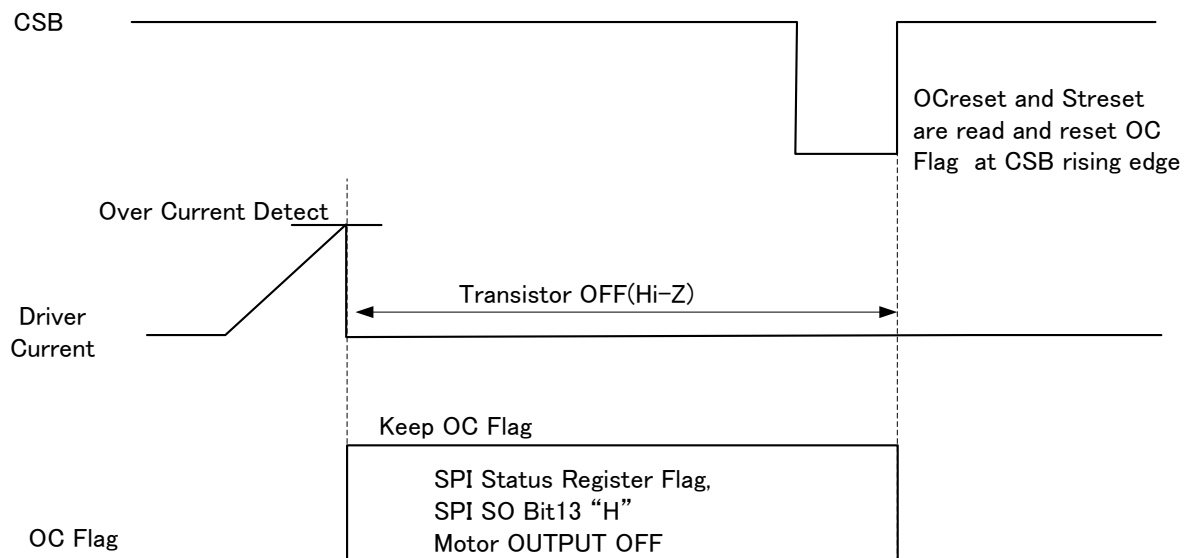
TB9102FNG 对每个高边和低边驱动电路进行过流检测，驱动电路包括每个 H 桥的每个半桥。当流经任意一个驱动电路的输出电流不低于 $\pm 1.5A$  (典型值)时，驱动电路输出将被过流检测关闭。SPI 输出 (SO) Bit13 输出“H”。

一旦检测到过流，如果电流降至正常水平，晶体管仍将继续保持关闭 (Hi-Z)。同时设置 SPI SI Bit0 和 Bit15 为“H” (SPI 状态寄存器复位) 或设置 Bit13 (Ocrest) 为“H”，可实现过流检测复位。通过 SI Bit0、Bit15 和 Bit13 复位过流检测后的配置如下所述。

**STreset:** 设置 Bit0 和 Bit15 为“H”，在时钟 CSB 的上升沿，所有 SPI 状态寄存器都复位。各电机驱动电路所有输出均关闭 (关闭状态位保持关闭)。此时，Bit1 至 Bit12 的数据 (与 Bit0 和 Bit15 同期传输) 均被忽略，因此需在 Streset 复位 SPI 状态寄存器之后通过下一次 SPI 传输设置电机输出。

**Ocrest:** 过流检测状态通过输入“H”进行复位。此时，Bit1 至 Bit12 同时传输的数据均有效，电机输出由这些位数据进行设置。

内部检测和过流检测释放信号包含抖动保护电路，避免发生故障。因此，即使过流检测复位，如果持续保持过流状态，过流检测会再次运行，电机驱动电路输出将再次关闭。

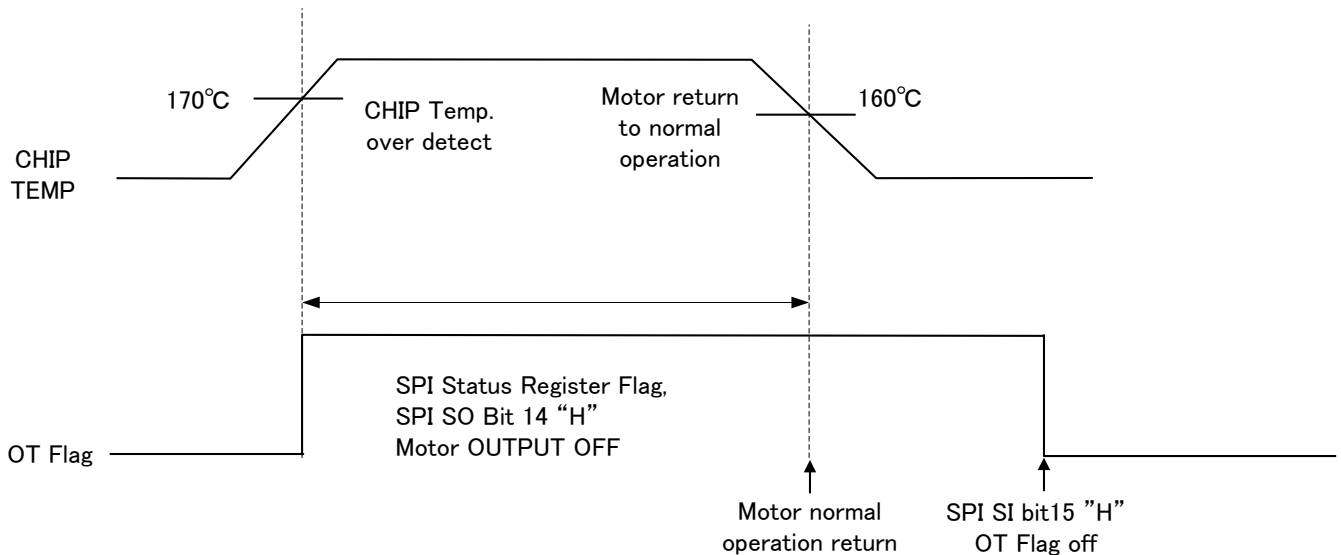


注：过流检测电路只能暂时避免输出短路等异常情况，并不能完全确保集成电路的安全。因此，输出线路、VCC 和 GND 线路在设计时应考虑周全，以免输出之间的短路、空气污染、接地不当所致故障或相邻端子之间的短路造成集成电路损坏。

**(5)-4. 热关断检测 (170°C (典型值))**

TB9102FNG 通过热关断检测功能监控集成电路芯片内部靠近电机驱动输出电路附近的温度。芯片温度上升至 170°C (典型值) 或更高温度时, 所有驱动电路输出将会关闭 (Hi-Z), SPI 状态寄存器输出 (SO) 的 Bit14 设置为“H”。在热关断电路运行后, 当温度降至 160°C (典型值) 或更低水平, 之前强制关闭的 H 桥驱动电路输出根据 SPI 状态寄存器数据恢复正常运行。SPI 状态寄存器 Bit14 保持“H”标志。设置 SPI SI Bit14 (OTreset) 或同时设置 Bit0 和 Bit15 (Streset) 为“H”时, 标志将会释放。SPI 状态寄存器复位时, 与 Bit0 和 Bit15 同时传输的 Bit1 至 Bit12 数据将被忽略。因此, 热关断检测复位后通过下一次 SPI 传输设置电机输出。

内部检测和热关断检测释放信号包含抖动保护电路, 避免发生故障。因此, 即使热关断检测复位, 如果持续保持过温状态, 热关断检测会再次运行, 电机驱动电路输出将再次关闭 (Hi-Z)。



注: TB9102FNG 绝对最高温度为 150°C。TB9102FNG 的使用和存放温度不得超过绝对最高温度。如果超出任何额定值, 集成电路将无法确保正常运行。另外, 超过绝对最大额定值会导致设备冒烟或起火。切勿超出任何绝对最大额定值。

该集成电路的热关断检测在过温情况下并不能使温度降低 (至 170°C 以下)。此项功能是用于反映运行超出额定范围的辅助功能。

(此项功能不在实际温度条件下分别进行装运试验。热关断检测的运行通过 TEST 功能进行模拟确认。)

**(6) 内部振荡器 (4 MHz (典型值))**

TB9102FNG 的集成了 4MHz (典型值) 振荡电路用于内部电路运行, 其作用是生成内部逻辑电路和死区时间的基本时钟, 并适用于每个异常检测电路。

注意, 内部振荡电路在待机状态下保持关闭, 所有异常检测电路均不运行。

## (7) 电气特性

## 最大绝对额定值 (Ta=25°C)

项目	符号	引脚	条件	额定值	单位
电源电压	VM	VMA, VMBC	DC Voltage	-0.3 to +40	V
	VDD, VCC	VDD, VCC	DC Voltage	-0.3 to +6.0	
输出电流	IOUT	OA1, OA2, OB1, OB2, OC1, OC2	at Over Current Detection	±1.5	A
		OA1, OA2, OB1, OB2, OC1, OC2	-	±1.0	
		SO	-	±10	mA
输入/输出电压	VIN, VOUT	TEST1, TEST3 SEL, CSB, CLK, SI, MODE	-	-0.3 to VDD+0.3 (max: 6V)	V
		OA1, OA2, OB1, OB2, OC1, OC2	Note2	-0.3 to VM (max: 40V)	
		SO, TEST2	-	-0.3 to VDD+0.3 (max: 6V)	V
储存温度	Tstg	-	-	-55 to +150	°C
焊接温度	Tsol	-	Manual Soldering	260(10s)	
最大功耗	PD	-	PCB 76.2×114.3×1.6 4 Layer, Cu: 30%	1.32	W

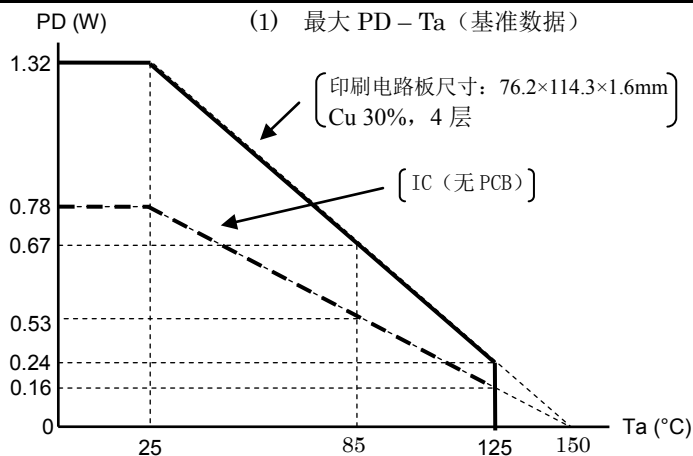
注意 1: 上表中带“+”号的电流值是从外侧输入, 带“-”号的电流值是从 TB9102FNG 输出。

注意 2: 切勿超出绝对最大额定值, 包括反向电压。

注意 3: 半导体器件绝对最大额定值是一组规定参数值, 参数在运行过程中 (即使瞬间) 不得超出这些数值。若在运行过程中超出任一额定值, 器件电气特性可能会发生不可恢复的改变, 其可靠性和寿命可能会受到影响。此外, 运行过程中超出额定值时会导致其他设备损毁、损坏和/或功能退化。器件应用设计应确保任何运行条件下都不会超出各最大额定值。使用、开展和/或进行设计之前应参考并遵守这些文件中规定的注意事项和条件要求。

## 封装 (SSOP24-P-300-0.65A) 热阻

项目	符号	额定值	条件	单位
热阻	R $\theta$ j-a	160	集成电路	°C/W
		95	印刷电路板 1 层, 尺寸: 76.2×114.3×1.6mm, Cu: 30%, Cu 厚度: 35 $\mu$ m	°C/W
		60	印刷电路板 4 层, 尺寸: 76.2×114.3×1.6mm Cu: 30%, Cu 厚度: 35 $\mu$ m	°C/W



$$PD = (150 - Ta) / R_{\theta j-a}$$

IC (无 PCB) 在 25°C 条件下。  
(150-25)/160 = 0.781 (W)

使用印刷电路板 (4 层) 尺寸: 76.2×114.3×1.6mm  
25°C 条件下, Cu 30%。  
(150-25)/95 = 1.32(W)

## (7) 电气特性 (续)

## 工作范围

项目	符号	额定值	单位	说明
电源电压	VM	7-18	V	-
	VDD,VCC	4.5-5.5		5V 电路工作范围 (逻辑电路, 双极)
工作温度	Topr	-40~125	°C	-

## 集成电路特性

下表所列内容基于以下条件: VMA=VMBC=7-18V, VDD=VCC=4.5-5.5V, Ta=-40~125°C, 除非另有规定。

项目	符号	引脚	条件	最小	典型值	最大	单位
电流消耗 (运行)	I(VM)	VMA, VMBC	OA1/2,OB1/2,OC1/2 : 开路 (无负载)	-	1.0	6.0	mA
	I(VDD+VCC)	VDD, VCC	(仅限逻辑电路)	-	1.4	2.0	mA
待机电流	Istby(VM)	VMA, VMBC	待机模式下 (CSB=H, CLK=SI=SEL=MODE=L) 所有电机均关闭	-	1.0	30	μA
	Istby(VDD+VCC)	VDD,VCC	-	-	3.0	10	μA
输出电压 “L”水平	VOL(SO)	SO	IOL=2.5mA	-	0.05	0.4	V
输出电压 “H”水平	VOH(SO)	SO	IOH= -2.5mA	VDD-0.6	VDD-0.05	-	V
输出关闭 漏电流	IO(OFF)	SO	CSB=H	-3	-	3	μA
输入电流 “L”水平	IIL1	CSB	VIN=0V	-100	-50	-10	μA
	IIL2	SI,CLK, MODE, SEL		-10	-	10	
输入电流 “H”水平	IIH1	CSB	VIN=VDD	-10	-	10	μA
	IIH2	SI,CLK, MODE,SEL		10	50	100	
输入电压 “L”水平	VIL1	MODE,SI,CLK, CSB,SEL	-	-	-	0.3*VDD	V
输入电压 “H”水平	VIH1		-	0.75*VDD	-	-	
输入电压滞后	VHYS1		-	-	0.5	-	

## (7) 电气特性 (续)

## 电机驱动电路

下表所列内容基于以下条件：VMA=VMBC=7-18V，VDD=VCC=4.5-5.5V，Ta=-40~125°C，除非另有规定。

项目	符号	引脚	条件	最小	典型值	最大	单位
高边输出 导通电阻	RHON	OA1,OA2 OB1,OB2 OC1,OC2	IOUT=-0.5A, Ta=+25°C	-	0.5	0.8	Ω
			IOUT=-0.5A, Ta=125°C	-	0.7	1.2	
			IOUT=-0.5A, Ta=-40°C	-	0.4	0.6	
低边输出 导通电阻	RLON		IOUT=+0.5A, Ta=+25°C	-	0.5	0.8	
			IOUT=+0.5A, Ta=125°C	-	0.6	1.2	
			IOUT=+0.5A, Ta=-40°C	-	0.3	0.6	
输出关闭漏电流	ILO		Output OFF, VOUT=0V Ta=25°C	-1	-	-	μA
			Ta=-40 to 125°C	-5	-	-	
			Output OFF, VOUT=VM Ta=25°C	-	-	1	
		Ta=-40 to 125°C	-	-	5		

注 1：电机转动时产生电动势，此种情况下仍须保持电气特性。

## 异常检测

下表所列内容基于以下条件：VMA=VMBC=7-18V，VDD=VCC=4.5-5.5V，Ta=-40~125°C，除非另有规定。

项目	符号	引脚	条件	最小	典型值	最大	单位
欠压检测电路 VCC复位关闭电压	VRSTH	VCC	-	3.9	4.1	4.3	V
欠压检测电路 VCC复位开启电压	VRSTL		-	3.8	4.0	4.2	V
复位滞后电压	VRSTHYS		VRSTHYS=VRSTH-VRSTL	-	0.1	-	V
过流检测电流 ("-"短)	ISLMAX	OA1,OA2 OB1,OB2 OC1,OC2	-	-2.5	-1.6	-1.0	A
过流检测电流 ("+")短)	ISHMAX		-	1.0	1.5	2.5	
过压检测开启	VSDH	VMA,VMBC	Motor no load	24.5	26.0	27.5	V
过压检测关闭	VSDL			24.0	25.5	27.0	
过温检测开启	TSDH	OA1,OA2 OB1,OB2 OC1,OC2	Note2: Design value	155	170	-	°C
过温滞后	TSDHYS			-	10	-	

注 2：此项温度检测功能仅通过电路模拟进行检查，生产时不进行测试。

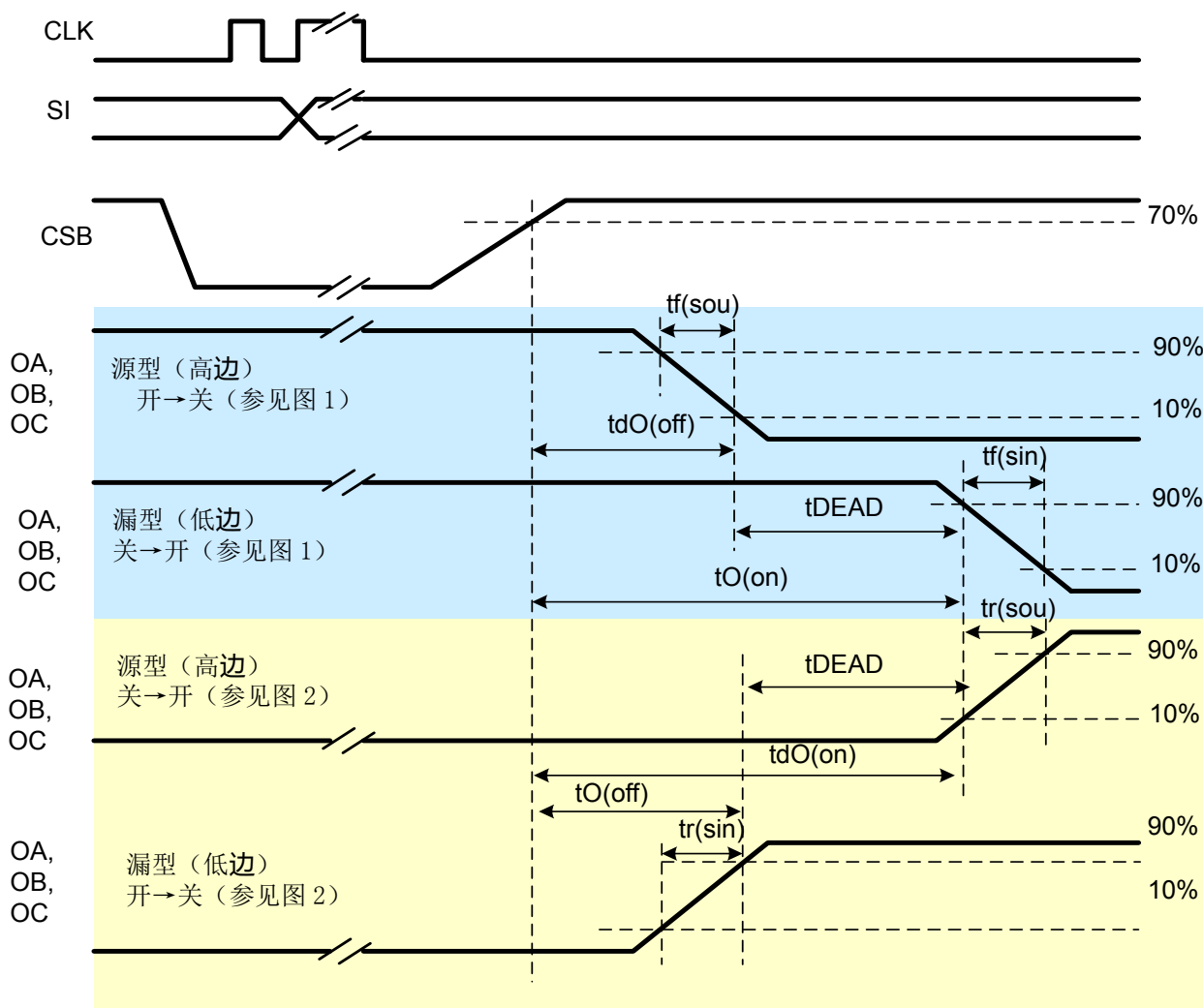
(7) 电气特性 (续)

交流特性：电机输出延迟时间

下表所列内容基于以下条件：VMA=VMBC=7-18V，VDD=VCC=4.5-5.5V，Ta=-40~125°C，除非另有规定。

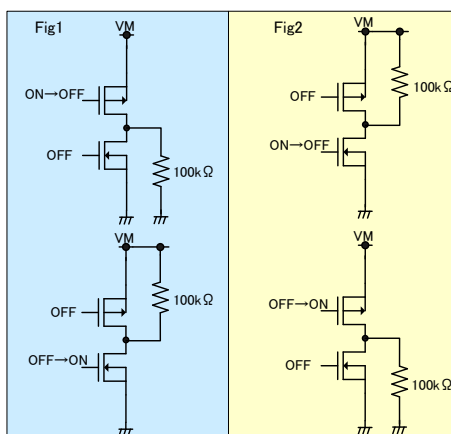
项目	符号	引脚	条件	最小	典型值	最大	单位
源型（高边）开启时间	tdO(on)	CSB OA1,OA2 OB1,OB2 OC1,OC2	Rload=100Ω	-	4.5	7.0	μs
源型（高边）关闭时间	tdO(off)		Rload=100Ω	-	2.5	4.0	
漏型（低边）开启时间	tO(on)		Rload=100Ω	-	4.5	7.0	
漏型（低边）关闭时间	tO(off)		Rload=100Ω	-	2.5	4.0	
死区时间	tDEAD		-	-	2.0	-	μs
源型（高边）上升时间	tr(sou)	OA1,OA2 OB1,OB2 OC1,OC2	Rload=100Ω	-	5.0	9.0	μs
源型（高边）漏型时间	tf(sou)		Rload=100Ω	-	0.2	0.5	
漏型（低边）上升时间	tr(sin)		Rload=100Ω	-	0.2	0.5	
漏型（低边）漏型时间	tf(sin)		Rload=100Ω	-	4.0	8.0	

电机输出延迟时间交流时间图





交流时序测量电路

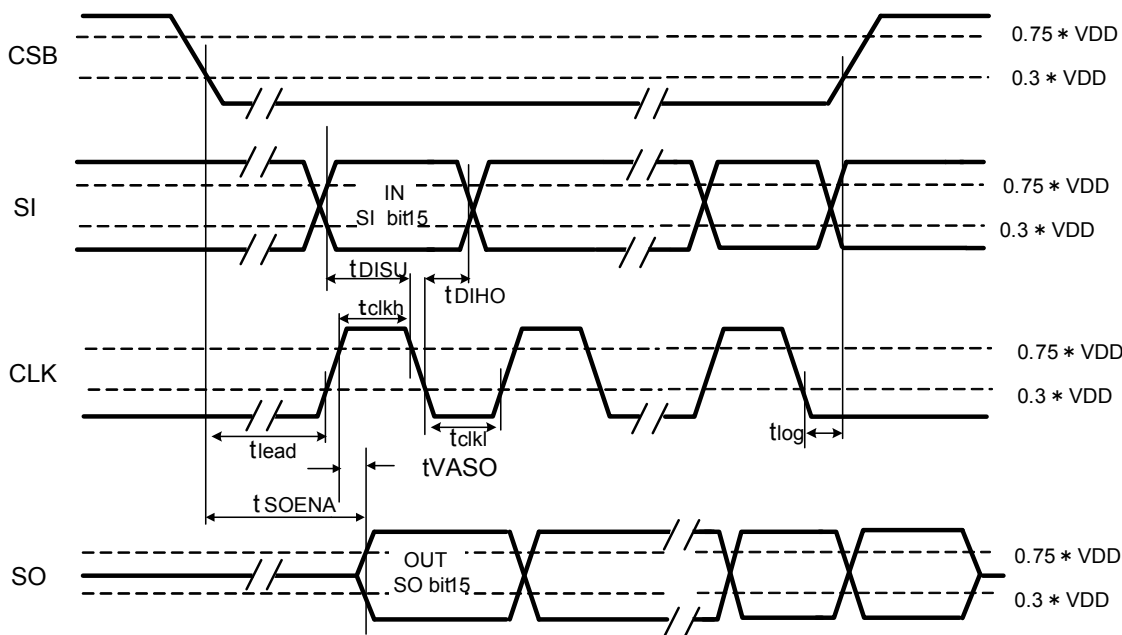


注1: 试验电路中的部件仅用于获取并确认设备特性。  
 这些部件和电路并不能确保应用设备不发生性能不良或损坏。  
 注2: 为了便于说明, 时序图可能会作简化处理。

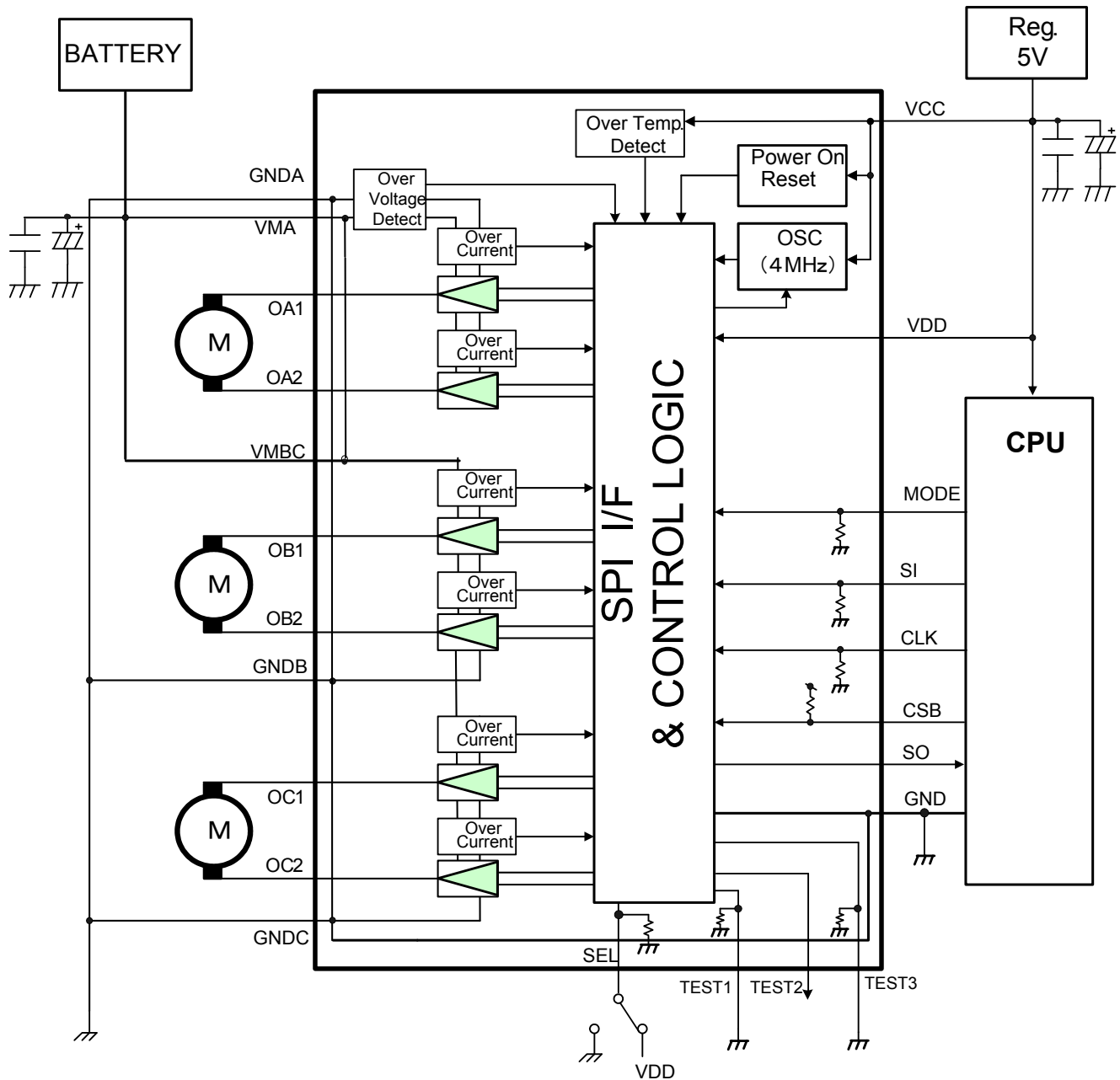
**SPI延迟时间**

下表所列内容基于以下条件: VMA=VMBC=7-18V, VDD=VCC=4.5-5.5V, Ta=-40~125°C, 除非另有规定。

项目	符号	引脚	条件	最小	典型值	最大	单位
CLK 频率	tpclk	CLK	-	-	-	1.0	MHz
CLK 高时间	tclkh		-	250	-	-	ns
CLK 低时间	tclkl		-	250	-	-	
CSB↓-CLK↑设置时间	tlead	CSB,CLK	-	10	-	-	μs
CLK↓-CSB↑设置时间	tlog		-	100	-	-	ns
SI 设置时间	tDISU	CLK,SI	-	125	-	-	ns
SI 保持时间	tDIHO		-	125	-	-	
SO 启用时间	tSOENA	SO,CSB	CL=100pF	-	-	10	ns
SO 有效时间	tVASO	SI, SO	CL=100pF	-	-	125	ns



应用电路图 (1) 3路H桥使用



\*1: 为了便于说明, 方块图部分功能单元、电路或常量可能会作省略或简化处理。

\*2: 产品需正确安装, 否则可导致产品或设备故障、损坏和/或功能退化。

\*3: 本文所述应用电路仅供参考。

批量生产设计阶段尤其应进行全面评估。

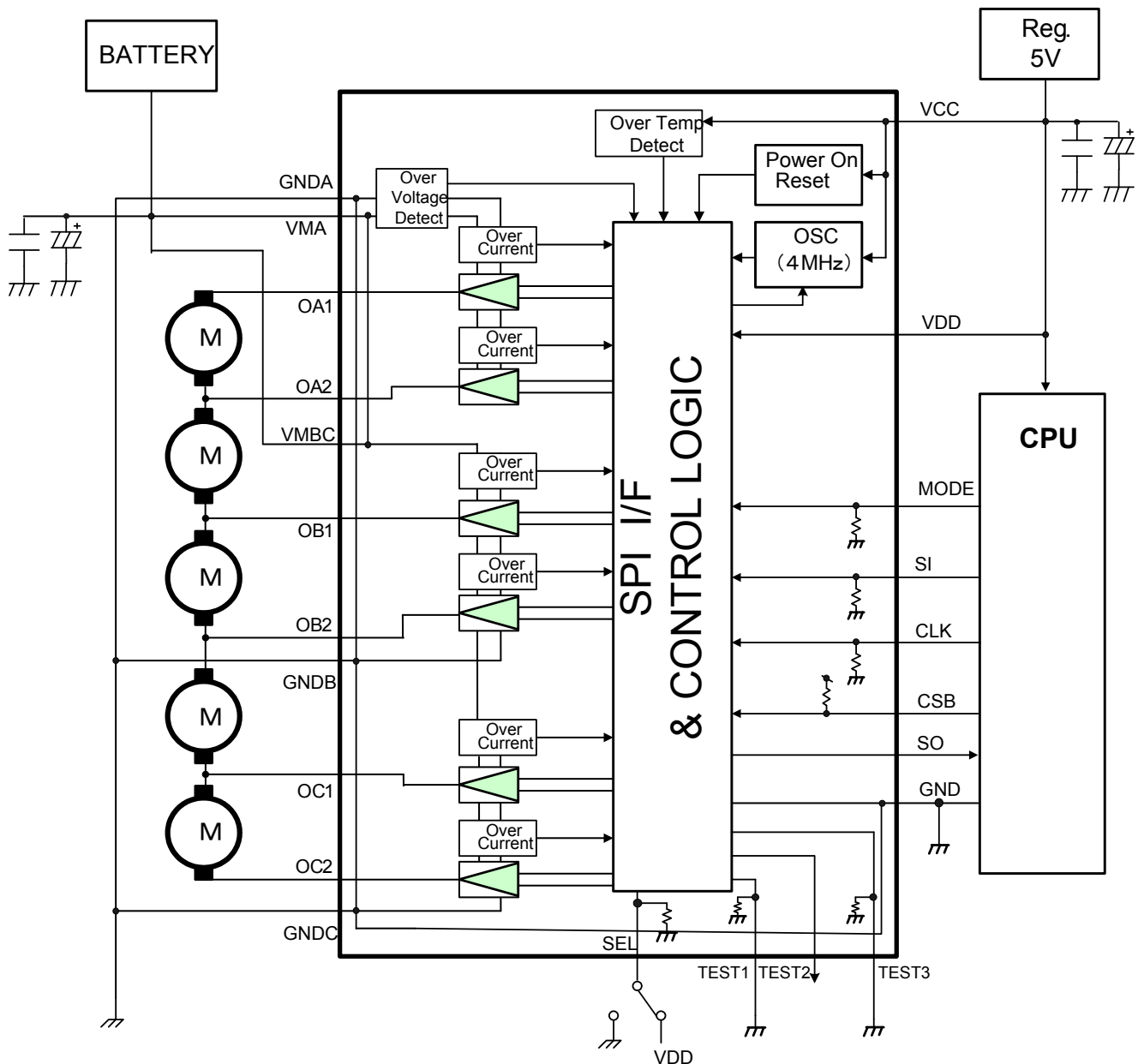
东芝公司不对上述应用电路示例的任何相关工业产权授予使用权。

\*4: 各输出信号以及输出信号和电源线(电池, 稳压器输出, 接地)之间发生的任何短路都会导致集成电路损毁或损坏。

\*5: VCC 和 VDD 应与电路板上进行外部连接, 以免 VCC 和 VDD 之间产生电压差, 从而确保正常运行。

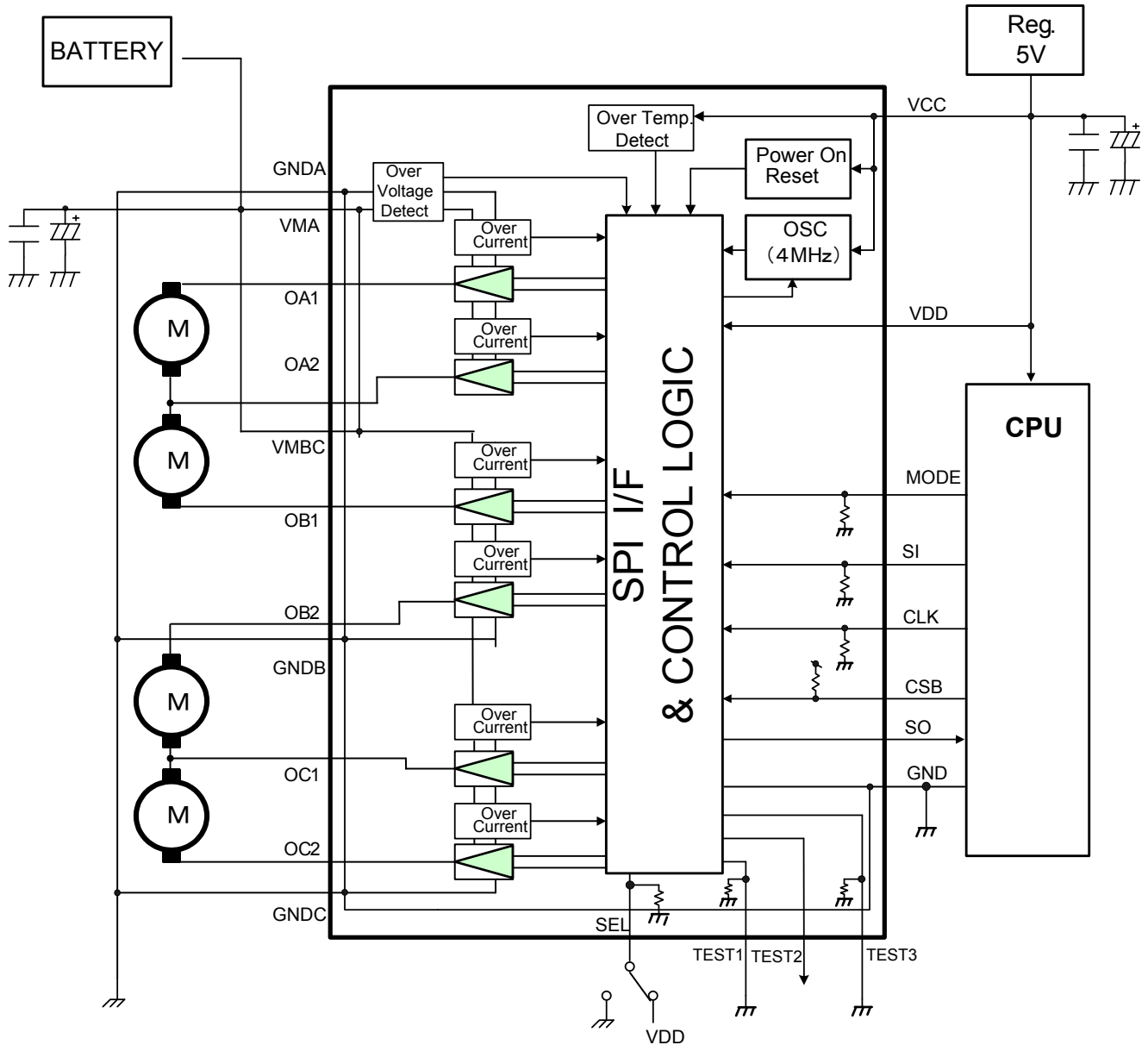
\*6: 即使仅使用 1 路/2 路 H 桥时, VMA 和 VMBC 也应连接至板上的电源。过压检测位置为 VMA。仅 VMBC 连接无法检测。

应用电路图 (2) 6 路半桥使用



- \*1: 为了便于说明, 方框图中可能略去或简化了部分功能框、电路或常数。
- \*2: 产品需正确安装, 否则可导致产品或设备故障、损坏和/或功能退化。
- \*3: 本文所述应用电路仅供参考。  
 批量生产设计阶段尤其应进行全面评估。  
 东芝公司不对上述应用电路示例的任何相关工业产权授予使用权。
- \*4: 各输出信号以及输出信号和电源线(电池, 稳压器输出, 接地)之间发生的任何短路都会导致集成电路损毁或损坏。
- \*5: VCC 和 VDD 应在电路板上进行互连, 以免 VCC 和 VDD 之间产生电压差, 否则可能导致 TB9102FNG 无法正常运行。
- \*6: 即使仅使用 1 路/2 路 H 桥时, VMA 和 VMBC 也应连接至板上的电源。过压检测位置为 VMA。仅 VMBC 连接无法检测。

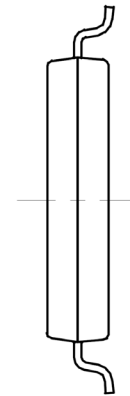
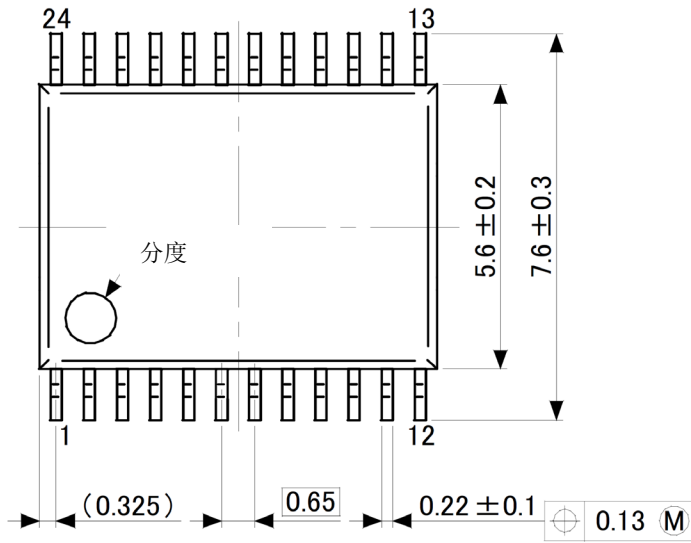
应用电路图 (3) 6 路半桥使用



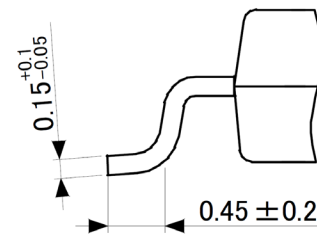
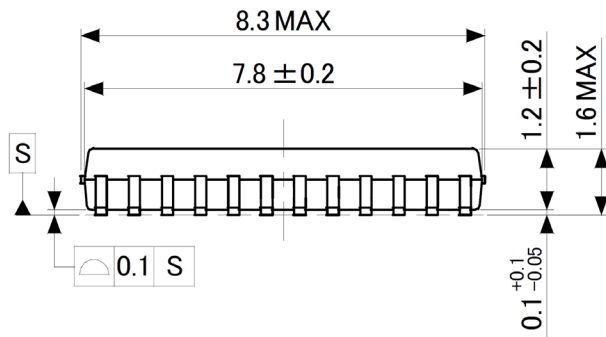
- \* 1: 为了便于说明, 方框图中可能略去或简化了部分功能框、电路或常数。
- \* 2: 产品需正确安装, 否则可导致产品或设备故障、损坏和/或功能退化。
- \* 3: 本文所述应用电路仅供参考。  
 批量生产设计阶段尤其应进行全面评估。  
 东芝公司不对上述应用电路示例的任何相关工业产权授予使用权。
- \* 4: 各输出信号以及输出信号和电源线 (电池, 稳压器输出, 接地) 之间发生的任何短路都会导致集成电路损毁或损坏。
- \* 5: VCC 和 VDD 应在电路板上进行互连, 以免 VCC 和 VDD 之间产生电压差, 否则可能导致 TB9102FNG 无法正常运行。
- \* 6: 即使仅使用 1 路/2 路 H 桥时, VMA 和 VMBC 也应连接至板上的电源。过压检测位置为 VMA。仅 VMBC 连接无法检测。

封装  
SSOP24-P-300-0.65A

单位: mm



前沿详细尺寸



重量: 0.14g (典型值)

**【注意】**

- 为了便于说明，方框图中可能略去或简化了部分功能框、电路或常数。
- 为了便于说明，等效电路图可能会作简化处理，某些部分可能会被省略。
- 为了便于说明，时序图可能会作简化处理。
- 半导体器件的绝对最大额定值是指在运行过程中，任何时候都绝对不能超过的一组额定值，即使是瞬时超过也不允许。如果运行过程中超过任何额定值，该器件的电气特性可能被不可恢复的改变，该器件的可靠性和使用寿命也无法再保证。而且，在超过额定值的情况下运行，可能导致其它设备发生故障、损坏和/或退化。使用此器件的应用的设计，应保证在任何运行条件下这些绝对最大额定值都不会被超过。使用、创建和/或制作设计之前，请参考并遵照本文件中规定的注意事项和条件。
- 务必确保集成电路正确安装，否则会导致集成电路或目标设备损坏。

## 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.**