译文

TCKE1401NM

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，请务必以原始文档及其关联的最新东芝信息为准，并遵守该等原始文档和东芝信息。

原本: “TCKE1401　Series” 2026-10-09

翻译日: 2026-10-09

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

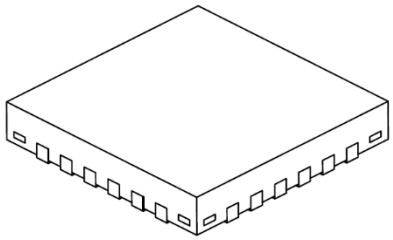
东芝 CMOS 线性集成电路 硅单片

TCKE1401NM

75 V, 6 A eFuse IC with adjustable Overcurrent Protection

1. 概述

TCKE1401NM 是可输入最大 75 V 的 1 输入 1 输出 eFuse IC。可用作可重复使用的保险丝,具有通过外置电阻可调的过流保护、欠压误动作防止、过压保护、短路保护、通过外置电容的压摆率控制、过热保护等多种保护功能。此外,具有 44.5 mΩ (标准)的低导通电阻以及最高 6.0 A 的输出电流能力,适用于风扇和蓄电池等工业设备的电源电路保护用途。由于采用小型 VQFN24D (4.0 mm (标准) × 4.0 mm (标准)) 封装,有助于基板小型化。



VQFN24D

质量: 41.9 mg (标准)

2. 应用

48 V 和 54 V 电源线路 (AI 服务器、PLC、电动工具等)

3. 特点

- 高输入工作电压: V_{IN} = 75 V (最大)
- 低导通电阻: R_{ON} = 44.5 mΩ (典型值)
- 可调过流保护功能 (外置电阻): 0.82 A ~ 6.43 A (标准)
- 可调过压保护功能 (外置电阻)
- 可调欠压误动作防止功能 (外置电阻)
- 可调压摆率控制功能 (外置电容)
- 反向电流防止功能 (外置MOSFET)
- 输入反接保护功能 (外置MOSFET)
- 可选择自动重试或锁存关断的恢复模式
- 电源正常功能
- FLAG功能
- 过热保护功能
- 小型封装: VQFN24D (4.0 mm (标准) × 4.0 mm (标准), t: 0.9 mm (最大))

产品量产开始时期
2026-07

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

4. 框图

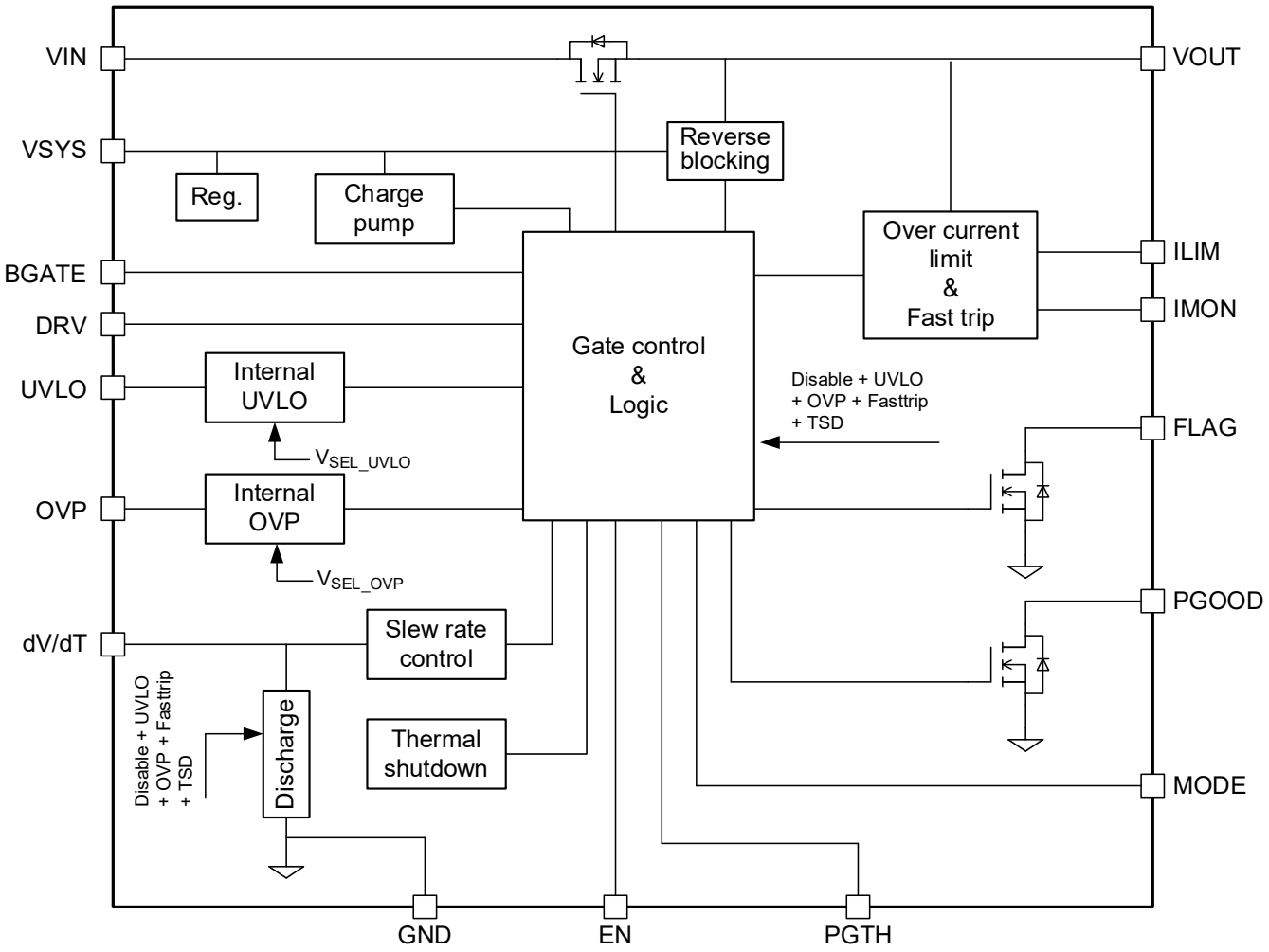


图 4.1 框图

注: 框图内的功能模块及电路可能有省略或简化。

5. 端子连接图 (Top view)

*中心电极焊盘请安装在 GND 或开路的焊盘图案上。

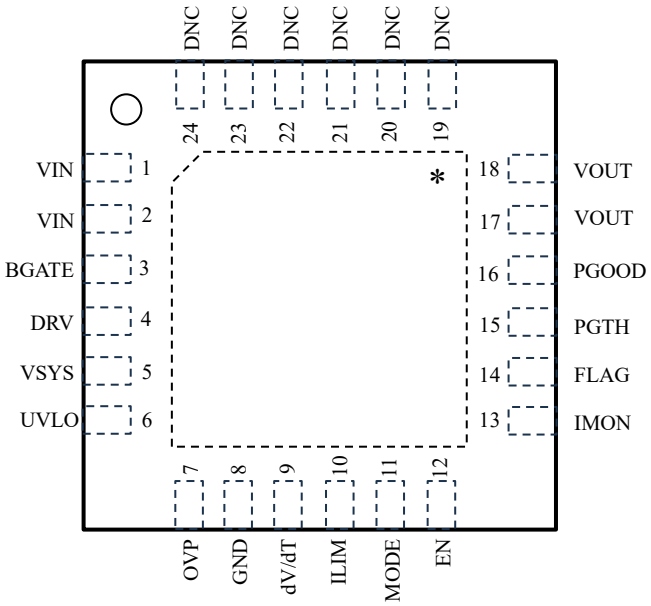
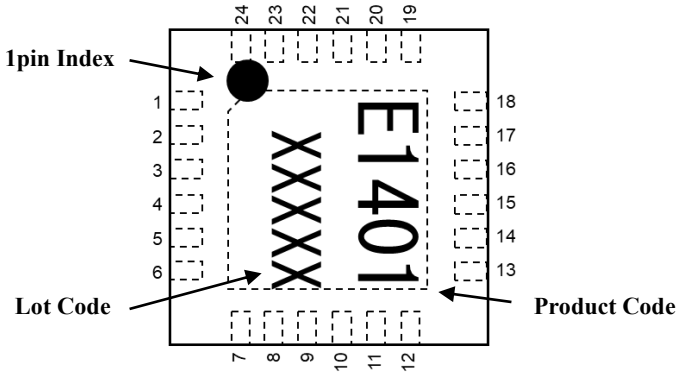


图 5.1 端子连接图

Top Marking



6. 端子说明

表 6.1 端子说明

端子名	类型 (注 1)	说明
VIN	P	电源输入端子。
VSYS	P	eFuse IC 内部电路的电源供给端子。使用外置 MOSFET 时,请参照图 7.1,将 VSYS 端子连接到 MOSFET 的源极。不使用外置 MOSFET 时,请将 VSYS 端子连接到 VIN 端子。
BGATE	O	外置 Blocking Nch MOSFET 用栅极驱动端子。使用本 MOSFET 时,请参照图 7.1,将 BGATE 端子连接到栅极。不使用本 MOSFET 时,请将 BGATE 端子开路。
DRV	O	外置 Fast pull-down Nch MOSFET 用栅极驱动端子。使用本 MOSFET 时,请参照图 7.1,将 DRV 端子连接到栅极。不使用本 MOSFET 时,请将 DRV 端子开路。
UVLO	I	欠压误动作防止功能 (UVLO) 的输入端子。UVLO 端子的阈值可通过外置电阻调整。当 UVLO 端子电压低于阈值时,VOUT 端子输出关闭,FLAG 端子输出 Low。请勿将 UVLO 端子开路。使用内部 UVLO 阈值时,请将 UVLO 端子与 GND 连接。
OVP	I	过压保护功能 (OVP) 的输入端子。OVP 端子的阈值可通过外置电阻调整。当 OVP 端子电压超过阈值时,VOUT 端子输出关闭,FLAG 端子输出 Low。请勿将 OVP 端子开路。使用内部 OVP 阈值时,请将 OVP 端子与 GND 连接。
dV/dT	I/O	输出上升时间的设置端子。通过在 dV/dT 端子与 GND 之间连接电容,可调整输出压摆率。
ILIM	I/O	过流保护功能的设置端子。通过在 ILIM 端子与 GND 之间连接电阻,可调整输出限流值。
MODE	I	自动重试或锁存关断的恢复模式选择端子。请参照表 7.1。
EN	I	输入使能端子。不从外部控制 eFuse IC 时,请将 EN 端子开路。此时,EN 端子在内部被上拉。要重新启动处于锁存关断状态的 eFuse IC,请重新输入 EN 端子。
IMON	O	输出电流监测端子。使用输出电流监测时,请在 IMON 端子与 GND 之间连接电阻。当 V_{SYS} 高于 9 V 且不使用输出电流监测时,可将 IMON 端子开路。
FLAG	O	FLAG 输出端子。检测到异常后,FLAG 端子输出变为 Low。不使用 FLAG 端子时,请连接到 GND 或开路。
PGTH	I	电源正常 (PGOOD) 阈值输入端子。请勿将 PGTH 端子开路。
PGOOD	O	PGOOD 输出端子。当 V_{PGTH} 超过 VP_{GTHR} 阈值时,PGOOD 端子输出 High,表示输出电压处于有效电平。当 V_{PGTH} 低于 V_{PGTHF} 阈值时,PGOOD 端子输出 Low,表示输出电压未达到有效电平。不使用 PGOOD 端子时,请连接到 GND 或开路。
VOUT	P	输出端子。
DNC	-	请将本端子连接到 GND 或开路。

注 1: I = Input, O = Output, I/O = Input and Output, P = Power

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

7. 功能说明

TCKE1401NM 是面向 48 V/54 V 电源线路的工业用 eFuse IC,可保护 4.7 V ~ 75 V 工作的电源线路。通过使用外置 MOSFET,还可支持反向电流防止和输入反接保护。具有使用外置电容的压摆率控制功能,可控制热插拔时的输出上升。此外,过流保护功能、OVP、UVLO 可通过外置电阻调整。电源正常功能的阈值可通过在 VOUT 端子、PGTH 端子、GND 之间连接分压电阻来调整。

7.1. 浪涌电流抑制功能

输出开启时,电流流动以对负载侧电容进行充电。如果该电流过大,过流保护电路可能动作,导致无法启动。为防止此情况,通过控制输出电压上升时的压摆率来抑制浪涌电流。压摆率通过在 dV/dT 端子与 GND 之间连接外置电容来设置,可根据使用用途调整上升时间。使用公式 1 和 2 计算浪涌电流。

$$I\,(A) = C \times \frac{dV}{dT} \geq I_{INRUSH} = C_{OUT} \times \frac{V_{IN}}{t_{dV/dT}} \qquad (1)$$

$$t_{dV/dT}\,(s) = 20.8 \times 10^{3} \times V_{IN} \times C_{dV/dT} \qquad (2)$$

I_{INRUSH}:浪涌电流 (A)
C_{OUT}: 输出电容 (F)
V_{IN}: 输入电压 (V)
$t_{dV/dT}$: V_{OUT} 启动时间 (0% to 100%) (s)
$C_{dV/dT}$: dV/dT 端子外接电容 (F)

7.2. 电源正常功能 (PGOOD)

电源正常功能 (PGOOD) 是判别输出电压是否达到有效电平的功能。PGOOD 阈值可通过在 VOUT 端子、PGTH 端子、GND 之间连接分压电阻来调整。输出开启后,输出电压上升,当 VPGTH 超过 VPGTHR 时,PGOOD 端子输出 High。另一方面,当 V_{PGTH} 低于 V_{PGTHF} 时,PGOOD 端子输出 Low。关于 PGOOD 端子的输出,在 V_{PGTH} 上升时设有 t_{PGOODR} 的去毛刺时间,在 V_{PGTH} 下降时设有 t_{PGOODF} 的去毛刺时间。由于 PGOOD 为开漏输出,需要外置上拉电阻。PGTH 可用于后级电路 UVLO 阈值的设置,PGOOD 也可用于后级电路的使能/禁用控制。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

表 7.1 各保护功能的 PGOOD 输出状态及 IC 工作状态

保护功能 (注 2)		IC 工作状态	PGOOD 输出
正常工作		正常工作	**高电平**
过热关断	$T_j > T_{SD}$	关断	低电平
欠压保护	$V_{UVLO} < V_{UVLOF}$ $V_{SYS} < V_{SYS_UVLO}$ (注 3)	关断	低电平
过压保护	$V_{OVP} > V_{OVPR}$ $V_{SYS} > V_{SYS_OVP}$ (注 4)	关断	低电平
过流保护（t_{CL_PLIM} 期间）	$I_{LIM} < I_{OUT} < I_{FASTTRIP}$	I_{OUT} 限流	**高电平/低电平** (注 5)
过流保护（t_{CL_PLIM} 结束后）	$I_{LIM} < I_{OUT} < I_{FASTTRIP}$	关断	低电平
反向电流防止功能 (注 6)	V_{OUT} - V_{SYS} ≧ 10 mV	外部 MOSFET (Q1) 关断	**高电平**
输入反接保护功能 (注 6)	V_{SYS} > -80V, V_{OUT} > -0.3 V, V_{SYS} – V_{OUT} ≧ -85 V (注 7)	保持关断状态	低电平

注 2: 除非另有说明,4.7 V ≦ V_{SYS} = V_{IN} ≦ 75 V
注 3: 当 UVLO 端子连接至 GND 时,进入内部 UVLO 模式。
注 4: 当 OVP 端子连接至 GND 时,进入内部 OVP 模式。

注 5: 当 PGTH 端子电压＞V_{PGTHF} 时,PGOOD 输出为高电平；当 PGTH 端子电压＜V_{PGTHF} 时,PGOOD 输出为低电平。
注 6: 有关反向电流防止功能及输入反接保护功能的详细说明,请参阅第 7.6 节和第 7.7 节。
注 7: 电压施加条件为 10 ms 脉冲

与电源正常功能（PGOOD）类似，FLAG 功能用于向外部电路通知 IC 的状态。但 FLAG 功能采用与 PGOOD 功能独立的检测电路，因此 PGOOD 输出不会影响 FLAG 输出。有关 FLAG 功能的详细说明，请参阅第 7.11 节。

7.3. V_{OUT}检测 (PGTH)

PGTH 端子是电源正常功能的阈值输入端子。通过在 VOUT 端子、PGTH 端子、GND 之间连接分压电阻,可设置被视为有效电平的输出电压值。用于计算图 12.1 所示 PGTH 端子电压的公式 3 如下。

$$V_{PGTH}\ (V) = V_{OUT} \times \frac{R5}{R4+R5} \qquad (3)$$

从 OVP 或 UVLO 等异常状态恢复时,根据 V_{PGTH} 的状态以高速恢复模式或 dV/dT 模式启动。由此可区分异常状态和瞬态现象,适当控制启动时序。

从异常状态恢复时,如果 V_{PGTH} 电平超过 V_{PGTHF},则无论 $C_{dV/dT}$ 的值如何,在 OVP_t_{ON_fast} 经过后以高速恢复模式启动。高速恢复模式在输出压摆率控制后约 500 µs 后生效。

当 V_{PGTH} 电平低于 V_{PGTHF} 时,以 dV/dT 模式启动。此时的压摆率由连接到 dV/dT 端子的外置电容决定。

通过将 PGTH 端子连接到 GND,可禁用高速恢复模式。此时,PGOOD 输出 Low。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

7.4. 欠压误动作防止功能 (UVLO)

本产品具有可调的欠压误动作防止功能 (UVLO)。当 UVLO 端子电压低于 V_{UVLOF} 时输出关闭,FLAG 端子在 0.33 μs (标准) 后输出 Low。UVLO 的迟滞为 70 mV (标准)。要设置 UVLO 阈值,请如外围电路示例 (图 12.1) 所示,在 VIN 端子、UVLO 端子、GND 之间连接分压电阻。

此外,还具备由 14.84 V(典型值)的固定阈值(V_{SYS_UVLO})和 980 mV(典型值)的迟滞组成的内部 UVLO 模式。要使用此模式,请将 UVLO 端子短接至 GND。如果不使用 UVLO,可将 UVLO 端子连接至 VSYS 端子。此时,请充分注意 UVLO 端子的额定值:-0.3 V(最小值)来设计电路。请勿将 UVLO 端子开路。使用输入反接保护时,请在 UVLO 端子与 VSYS 端子之间至少连接 300 kΩ 的电阻。基于图 12.1 的 UVLO 阈值使用以下公式 4 和 5 进行设定。

$$V_{IN_UVLOF} = \frac{R1+R2+R3}{R2+R3} \times V_{UVLOF} \qquad (4)$$

$$V_{IN_UVLOR} = \frac{R1+R2+R3}{R2+R3} \times V_{UVLOR} \qquad (5)$$

V_{IN_UVLOF}: UVLO 下降时输入电压
V_{UVLOF}: 1.12 V(典型值)
V_{IN_UVLOR}: UVLO 上升时输入电压
V_{UVLOR}: 1.19 V(典型值)
R1、R2 和 R3: 分压电阻值

7.5. 过压保护功能(OVP)

本产品具备可调节的过压保护功能(OVP)。当 OVP 端子施加超过 V_{OVPR} 的电压时,输出将关闭,以保护负载。要设定 OVP 阈值,请如外围电路示例(图 12.1)所示,在 VSYS 端子、OVP 端子和 GND 之间连接分压电阻。

此外,还具备由 35.72 V(典型值)的固定阈值(V_{SYS_OVP})和 380 mV(典型值)的迟滞组成的内部 OVP 模式。要使用此模式,请将 OVP 端子短接至 GND。请勿将 OVP 端子开路。基于图 12.1 的 OVP 阈值使用以下公式 6 和 7 进行设定。

$$V_{IN_OVPR} = \frac{R1+R2+R3}{R3} \times V_{OVPR} \qquad (6)$$

$$V_{IN_OVPF} = \frac{R1+R2+R3}{R3} \times V_{OVPF} \qquad (7)$$

V_{IN_OVPR}: OVP 上升时输入电压
V_{OVPR}: 1.233 V(典型值)
V_{IN_OVPF}: OVP 下降时输入电压
V_{OVPF}: 1.15 V(典型值)
R1、R2 和 R3: 分压电阻值

进入过压保护动作后,FLAG 端子在 0.74 μs(典型值)后输出 Low,并保持 Low 输出直到过压保护解除。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

7.6. 输入反接保护功能(BGATE、DRV)

输入反接保护功能在输入电源反向连接时保护负载。使用本功能时,请如图 7.1(左)所示连接外置 Blocking Nch MOSFET(Q1)和 Fast pull-down Nch MOSFET(Q2)。Q1 与 eFuse IC 在电源电压线上背靠背连接,Q2 作为 Q1 的下拉开关。正常工作时,BGATE 端子提供栅极驱动电压(V_{BGATE}),Q1 导通。

Q2 作为下拉开关,在保护动作时将 Q1 的栅极电压下拉,使 Q1 快速关断。Q2 请使用 $V_{DSS} \geqq 15$ V、$V_{GSS} = 20$ V 额定值、$C_{iss} \leqq 50$ pF、$V_{GTH} \leqq 3$ V 的 Nch MOSFET。

请参照 BGATE 端子和 DRV 端子的电气特性选择 Nch MOSFET。

不使用输入反接保护和反向电流防止功能时,请将 VSYS 端子与 VIN 端子短接,并将 BGATE 端子和 DRV 端子开路(图 7.1(右))。

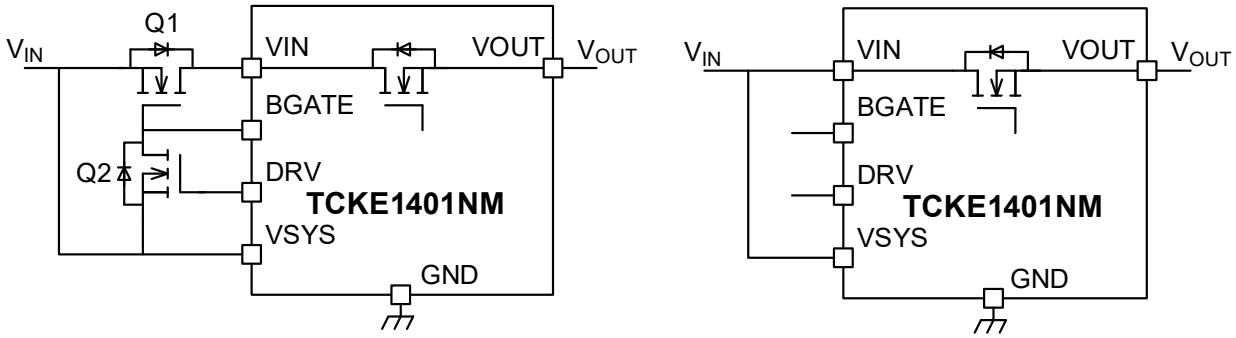


图 7.1 使用输入反接保护和反向电流防止功能时的电路连接图(左)
不使用上述保护功能时的电路连接图(右)

7.7. 反向电流防止功能

本产品具备使用外置 Blocking Nch MOSFET(Q1)的持续监测反向电流防止功能。当 $V_{SYS-VOUT}$ 低于反向电流防止电压阈值(V_{RB})时,Q1 关断。此时 Q1 关断的总时间表示为 $t_{RCB_fast} + t_{Driver}$。$t_{Driver}$ 使用以下公式 8 计算。

$$t_{Driver} = -R_{DS(ON)(Q2)} \times C_{iss(Q1)} \times \ln \frac{V_{GTH(Q1)}}{V_{BGATE}} \qquad (8)$$

$R_{DS(ON)(Q2)}$: Fast pull-down Nch MOSFET(Q2)的导通电阻
$C_{iss(Q1)}$: Q1 的输入电容
$V_{GTH(Q1)}$: Q1 的栅极阈值电压
V_{BGATE}: 10 V(典型值)

当 $V_{SYS} - V_{OUT}$ 超过 V_{RBR} 时,Q1 输出导通。$V_{SYS} - V_{OUT}$ 的差值越大,输出关断时间 t_{RCB} 越快。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

7.8. 过流保护功能(OCP)

过流保护功能抑制启动时和正常工作时发生异常时的功耗,防止 eFuse IC 本体和负载损坏。输出限制电流使用以下公式 9 进行设定。

$$I_{LIM} = \frac{18.9}{R_{ILIM}} + 0.13 \qquad (9)$$

I_{LIM}: 输出限制电流(A)
R_{ILIM}: 输出限制电流电阻(kΩ)

当输出电流超过设定值的输出限制电流 I_{LIM} 时,本产品以 I_{LIM} 限制输出电流并降低输出电压。此动作期间的功耗为$(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LIM}$,这会导致 eFuse IC 本体发热,最终可能转入过热保护功能(TSD)。以 I_{LIM} 限制的最大持续时间(t_{CL_PLIM})为 160 ms(典型值)。在此时间内转入 TSD 时,输出将关闭,并根据表 7.1 所示的 MODE 端子状态通过自动重试或锁存关断恢复。

7.9. 短路保护功能

针对短路引起的电流急剧增加,本产品搭载了短路保护电路。短路保护的阈值电流设定为 $I_{FASTTRIP}$。短路后输出关闭数 μs 后,输出再次启动,转入 I_{LIM} 限制下的 OCP 动作。当输出电流超过 I_{SCP} = 45 A(典型值)时,以 t_{SCP} = 1 μs(典型值)快速响应并立即关闭输出。

输出关闭的时间基于 $I_{FASTTRIP}$,$I_{FASTTRIP}$ 越大,短路保护响应时间 $t_{FASTTRIP}$ 越短。在 $I_{FASTTRIP} < I_{OUT} < I_{SCP}$ 范围内,$t_{FASTTRIP}$ 为 3 μs(典型值)。

7.10. 输出电流监测(IMON)

IMON 端子是将输出电流转换为模拟电压并输出的电流监测器。IMON 端子的输出电流与 VOUT 端子的输出电流成正比。IMON 端子的输出电流通过连接在 IMON 端子与 GND 之间的外置电阻 R_{IMON} 转换为电压。电流监测的最大电压($V_{IMON\ max}$)限制为 4 V(9 V ≦ V_{SYS} = V_{IN} 时)或 2 V(V_{SYS} = V_{IN} < 9 V 时)。为不超过 $V_{IMON\ max}$,请使用以下公式 10 设定 R_{IMON}。由于会恶化电流监测的跟随性,请勿在 IMON 端子连接电容。当 V_{SYS} 为 9 V 以上且不使用输出电流监测时,IMON 端子可开路。

$$V_{IMON} = [I_{OUT} \times G_{IMON}] \times R_{IMON} \qquad (10)$$

G_{IMON}: I_{MON}/I_{OUT} 增益(27.9 μA/A(典型值))
I_{OUT}: VOUT 端子输出电流

7.11. 异常检测(FLAG)

FLAG 端子在检测到欠压、过压、过流、反向电流、ILIM 端子短路、过热等异常状态时输出低电平。为防止异常误检测,内部电路设置了去抖动电路。不使用 FLAG 端子时,可开路或连接至 GND。

表 7.2 各保护功能的 FLAG 输出状态及 IC 工作状态

保护功能 (注 2)		IC 工作状态	FLAG 输出
正常工作		正常工作	**高电平**
过热关断	$T_j > T_{SD}$	关断	低电平
欠压保护	$V_{UVLO} < V_{UVLOF}$ $V_{SYS} < V_{SYS_UVLO}$ (注 3)	关断	低电平
过压保护	$V_{OVP} > V_{OVPR}$ $V_{SYS} > V_{SYS_OVP}$ (注 4)	关断	低电平
限流状态	$I_{LIM} < I_{OUT} < I_{FASTTRIP}$ $t_{CL_PLIM_FLAG} < t_{CL_PLIM}$	I_{OUT} 限流	低电平
反向电流防止功能 (注 6)	$V_{OUT} - V_{SYS} \geqq 10$ mV	外部 MOSFET (Q1) 关断	低电平
输入反接保护功能 (注 6)	$V_{SYS} > -80$V, $V_{OUT} > -0.3$ V, $V_{SYS} - V_{OUT} \geqq -85$ V (注 7)	保持关断状态	不定

注 2: 除非另有说明,4.7 V ≦ $V_{SYS} = V_{IN}$ ≦ 75 V
注 3: 当 UVLO 端子连接至 GND 时,进入内部 UVLO 模式。
注 4: 当 OVP 端子连接至 GND 时,进入内部 OVP 模式。
注 6: 有关输入反接保护功能及反向电流防止功能的详细说明，请参阅第 7.6 节和第 7.7 节。
注 7: 电压施加条件为 10 ms 脉冲

7.12. VSYS、VIN和GND端子

请在 VSYS 端子与 GND 之间连接电容,为 VSYS 端子提供稳定的电源。使用输入反接保护和反向电流防止时,请连接外部 MOSFET 的 Q1 和 Q2。连接方法请参照图 7.1。

7.13. 过热保护功能(TSD)

过热保护功能(TSD)是在连续大电流导致 eFuse IC 的结温(T_j)超过设定值时停止 IC 动作的功能。TSD 后,根据表 7.1 所示的恢复模式,锁存关断或在 $T_j < 140$°C(典型值)后以 $t_{TSD_retry} = 330$ ms(典型值)周期开始自动重试。

7.14. 外部控制(EN)

从外部控制 eFuse IC 时,向 EN 端子输入信号。将 EN 端子开路时,内部上拉至 High 状态。当 EN 端子电压为 0.8 V 以下时,EN 端子处于 Low 状态。通过外部信号使 EN 端子处于 High 状态时,请输入 2 V 以上。

7.15. MODE端子设定

本产品可根据 MODE 端子的状态更改恢复模式。关于 MODE 端子的状态,请参照表 7.3。

表 7.3 恢复模式设定

MODE 端子状态	恢复模式
Open	异常状态发生后，eFuse IC 将进入锁存关断状态。要重新启动 eFuse IC，请重新输入 EN 端子，或将 VSYS 端子输入电压先设置为 0 V 后再次施加，或者将 UVLO 端子电压降低至 VUVLOF 以下并解除 UVLO 状态。
短接至 GND	以 t_{TSD_retry} 周期自动重试。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

8. 绝对最大额定值

表 8.1 绝对最大额定值(注 8)

(除非另有规定,Ta = 25°C)

项目		符号	额定值	单位
VSYS		VSYS	-80 至 80	V
VIN、VOUT、UVLO、FLAG、PGOOD、PGTH		V_{IN}、V_{OUT}、V_{UVLO}、V_{FLAG}、V_{PGOOD}、V_{PGTH}	-0.3 至 80	V
VSYS – VOUT with the external blocking MOSFET (10ms Pulse)		V_{SYS} - V_{OUT}	-85(最小值)	V
BGATE		V_{BGATE}	-80 至 94	V
BGATE - VSYS		V_{BGATE} - V_{SYS}	-0.3 至 14	V
DRV		V_{DRV}	-80 至 85	V
DRV - VSYS		V_{DRV} - V_{SYS}	-0.3 至 6	V
OVP、dV/dT、IMON、MODE、EN、ILIM		V_{OVP}、$V_{dV/dT}$、V_{IMON}、V_{MODE}、V_{EN}	-0.3 至 6	V
		V_{ILIM}	内部限制	V
灌电流	FLAG、dV/dT、PGOOD	0 至 10	0 ~ 10	mA
源电流	dV/dT、ILIM、MODE、EN	内部限制	Internally limited	A
允许损耗		P_D	2.2(注 9)	W
结温		T_j	150	°C
存储温度		T_{stg}	-55 至 150	°C

注8: 即使本产品的使用条件(使用温度/电流/电压等)在绝对最大额定值/工作范围内使用,如果在高负载(高温、大电流/高电压施加、较大温度变化等)条件下连续使用,可靠性可能会显著降低。请确认本公司半导体可靠性手册(使用注意事项及降额设计的理念与方法)以及个别可靠性信息(可靠性试验报告、预估故障率等)后,进行适当的可靠性设计。

注 9: 基板安装时的额定值: FR4 基板 (76.2 mm × 114.3 mm × 1.6 mm、4 层基板)

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

9. 工作范围

表 9.1 工作范围

项目	符号	范围		单位
输入电压	V_{SYS}、V_{IN}	4.7 至 75		V
UVLO、FLAG、PGOOD、PGTH	V_{UVLO}、V_{FLAG}、V_{PGOOD}、V_{PGTH}	0 至 75		V
OVP、MODE	V_{OVP}、V_{MODE}	0 至 4		V
IMON	V_{IMON}	9 V ≦ VSYS = VIN	0 至 4	V
		VSYS = VIN < 9 V	0 至 2	V
dV/dT	$V_{dV/dT}$	0 至 3		V
EN 端子电压	V_{EN}	0 至 5		V
ILIM 端子外接电阻	R_{ILIM}	3 至 30		kΩ
IMON 端子外接电阻	RIMON	1(最小值)(注 10)		kΩ
输入电容	C_{VSYS}、C_{IN}	0.1(最小值)		μF
工作结温	T_{j_opr}	-40 至 125		°C
dV/dT 端子外接电容	$C_{dV/dT}$	10(最小值)		nF

注 10: 请参照电流监测增益 (G_{IMON}) 特性,在 V_{IMON} 的工作范围内使用。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

10. 电气特性

表 10.1 DC 项目 (1)

(除非另有规定,Ta = -40°C 至 125°C、4.7 V ≦ VSYS = VIN ≦ 75 V、VEN = 2 V、RILIM = 30 kΩ)

项目	符号	测量条件		Ta = 25°C			Ta = -40 至 125°C (注12)		单位
				最小值	典型	最大	最小	最大	
基本特性									
导通电阻 (注11)	R_{ON}	0.6 A ≦ I_{OUT} ≦ 6 A		—	44.5	—	—	80	mΩ
静态电流 (导通时)	I_Q	V_{EN} = 2 V		—	0.5	—	—	1.2	mA
静态电流 (关断时)	$I_{Q(OFF)}$	V_{EN} = 0 V		—	41	—	—	79	μA
GND电流 (输入反接时)	I_{GND}	V_{SYS} = -24 V、V_{IN} = Open、V_{OUT} = 0 V		—	144	—	—	200	μA
UVLO									
内部UVLO阈值电压	V_{SYS_UVLO}	$V_{SYS\ rising}$、V_{UVLO} = 0 V		—	15.82	—	14.61	23.62	V
		$V_{SYS\ falling}$、V_{UVLO} = 0 V		—	14.84	—	13.45	22.23	V
UVLO阈值电压	V_{UVLOR}	上升时		—	1.19	—	1.142	1.224	V
	V_{UVLOF}	下降时		—	1.12	—	1.039	1.15	V
内部UVLO模式切换电压	V_{SEL_UVLO}			—	213	—	153.2	272.8	mV
UVLO端子漏电流	I_{UVLO}	0 V ≦ V_{UVLO} ≦ 75 V		—	8	—	-320	320	nA
OVP									
内部OVP阈值电压	V_{SYS_OVP}	$V_{SYS\ rising}$、V_{OVP} = 0 V		—	35.72	—	33.11	45.93	V
		$V_{SYS\ falling}$、V_{OVP} = 0 V		—	35.34	—	32.74	45.46	V
OVP阈值电压	V_{OVPR}	上升时		—	1.233	—	1.18	1.298	V
	V_{OVPF}	下降时		—	1.15	—	1.09	1.187	V
内部OVP模式切换电压	V_{SEL_OVP}			—	216	—	167	265	mV
OVP端子漏电流	I_{OVP}	0 V ≦ V_{OVP} ≦ 4 V		—	0	—	-320	320	nA
ILIM (注13)									
输出限制电流 (注11)	I_{LIM}	V_{IN} – V_{OUT} = 1 V	R_{ILIM} = 30 kΩ	—	0.82	—	0.54	1.10	A
			R_{ILIM} = 9 kΩ	—	2.21	—	1.84	2.59	A
			R_{ILIM} = 4.02 kΩ	—	4.83	—	4.18	5.47	A
			R_{ILIM} = 3 kΩ	—	6.43	—	5.58	7.28	A
短路保护阈值电流	$I_{FASTTRIP}$			—	I_{LIM} × 2.0	—	—	—	A
快速响应阈值电流	I_{SCP}	4.7 V ≦ V_{SYS} = V_{IN} ≦ 75 V		—	45	—	—	—	A

注 11: 采用脉冲测量,使结温与环境温度基本相等。

注 12: 此参数为设计保证项目。

注 13: 当 VSYS 低于 9V 时,请在 IMON 端子连接 R_{IMON} 使用 (1 kΩ ≦ R_{IMON} ≦ 10 kΩ)。

表 10.2 DC 项目 (2)

(除非另有规定,Ta = -40°C 至 125°C、4.7 V ≦ VSYS = VIN ≦ 75 V、VEN = 2 V、RILIM = 30 kΩ)

项目	符号	测量条件	Ta = 25°C			Ta = -40 至 125°C (注12)		单位
			最小	典型	最大	最小	最大	
BGATE								
BGATE端子输出电压	V_{BGATE}		—	V_{SYS} +10	—	V_{SYS} +8	V_{SYS} +14	V
BGATE端子充电电流	I_{BGATE}	$V_{BGATE} - V_{SYS}$ = 1 V	—	22	—	16	25	μA
BGATE端子下拉电阻 (注14)	R_{BGATE}		—	—	—	—	16	MΩ
DRV								
DRV端子输出电压	V_{DRV}	C_{DRV} ≦ 50 pF	—	V_{SYS} +4.5	—	V_{SYS} +3.0	V_{SYS} +5.2	V
防反流								
防反流动作电压阈值	V_{RB}	$V_{SYS} - V_{OUT}$	—	-15	—	-45	-3	mV
防反流解除电压阈值	V_{RBR}	$V_{SYS} - V_{OUT}$	—	61	—	28	82	mV
防反流时漏电流	I_{RB}	V_{SYS} = 0 V、V_{OUT} = 24V	—	—	—	-100	—	μA
dV/dT								
dVdT端子充电电流	$I_{dV/dT}$	$V_{dV/dT}$ = 0 V	—	1.5	—	1.33	1.67	μA
dVdT端子增益 (VOUT/ VdV/dT)	$G_{dV/dT}$		—	32	—	30	34	V/V
dVdT端子最大电容电压	$V_{dV/dT}$		—	3.0	—	2.8	3.2	V
dVdT端子放电电阻	$R_{dV/dT}$		—	5.5	—	2.2	22.7	Ω
EN								
EN端子电压 (导通)	V_{EN_ON}		—	—	—	2	5	V
EN端子电压 (关断)	V_{EN_OFF}		—	—	—	0	0.8	V
EN端子上拉电压	V_{ENUP}	I_{EN} = -20 nA	—	3.2	—	2	4.6	V
EN端子漏电流	I_{EN}	V_{EN} = 0 V	—	—	—	-10	—	μA
IMON								
电流监测增益 (I_{MON}/ I_{OUT})	G_{IMON}	0.6 A ≦ I_{OUT} < 1 A < I_{LIM}	—	27.9	—	17.58	38.22	μA/A
		1 A ≦ I_{OUT} < 2 A < I_{LIM}	—	27.9	—	22.3	33.5	μA/A
		2 A ≦ I_{OUT} < 4.5 A < I_{LIM}	—	27.9	—	23.9	31.9	μA/A
		4.5 A ≦ I_{OUT} < 6 A < I_{LIM}	—	27.9	—	24.4	31.4	μA/A
		6 A ≦ I_{OUT} < I_{LIM}	—	27.9	—	25.0	30.8	μA/A
FLAG								
FLAG端子下拉电阻	R_{FLAG}	I_{FLAG} = 1 mA、FLAG = L	—	16	—	5	40	Ω
FLAG端子漏电流	I_{FLAG}	0 V ≦ V_{FLAG} ≦ 75 V	—	6	—	-320	320	nA
PGOOD								
PGOOD端子下拉电阻	R_{PGOOD}	I_{PGOOD} = 1 mA、PGOOD = L	—	16	—	5	40	Ω
PGOOD端子漏电流	I_{PGOOD}	0 V ≦ V_{PGOOD} ≦ 75 V	—	—	—	-320	320	nA
PGTH								
PGTH端子输出电压上升时阈值	V_{PGTHR}		—	1.17	—	1.13	1.22	V
PGTH端子输出电压下降时阈值	V_{PGTHF}		—	1.11	—	1.06	1.15	V
PGTH端子漏电流	I_{PGTH}	0 V ≦ V_{PGTH} ≦ 75 V	—	—	—	-320	320	nA
过热保护 (注14)								
过热保护阈值温度	T_{SD}	Tj	—	165	—	—	—	°C
过热保护迟滞	T_{SDH}	Tj	—	20	—	—	—	°C

注 12: 此参数为设计保证项目。
注 14: 此参数为参考值。

表 10.3 AC 项目 (1)

(除非另有规定,Ta = -40°C 至 125°C、4.7 V ≦ V_{SYS} = V_{IN} ≦ 75 V、R_{ILIM} = 30 kΩ、V_{EN} = 2 V、C_{OUT} = 1 µF)

项目	符号	测量条件			Ta = -40 至 125°C (注12)			单位
					最小	典型	最大	
UVLO恢复时间	UVLO_t_{on}	UVLO = H (100 mV above V_{UVLOR}) to V_{OUT} = 100 mV with V_{PGTH} < V_{PGTHF}、$C_{dV/dT}$ ≥ 10 nF、[$C_{dV/dT}$ in nF]			—	220 + 14.5 × $C_{dV/dT}$	—	µs
UVLO恢复时间 (高速)	UVLO_t_{on_fast}	UVLO = H (100 mV above V_{UVLOR}) to MOSFET ON with V_{PGTH} > V_{PGTHF}			—	195	410	µs
UVLO动作时FLAG响应时间	UVLO_t_{off}	UVLO = L (20 mV below V_{UVLOF}) to FLAG = L			—	0.33	3	µs
UVLO解除时FLAG响应时间	UVLO_t_{FLAG}	UVLO = H to FLAG = H delay			382	580	772	µs
OVP动作时FLAG响应时间	OVP_t_{off}	OVP = H (20 mV above V_{OVPR}) to FLAG = L			—	0.74	3	µs
OVP恢复时间 (高速)	OVP_t_{on_fast}	OVP = L (100 mV below V_{OVPF}) to MOSFET ON with VPGTH > VPGTHF			—	165	374	µs
OVP恢复时间	OVP_t_{on}	OVP = L (100 mV below VOVPF) to MOSFET ON with V_{PGTH} < V_{PGTHF})、$C_{dV/dT}$ ≥ 10 nF、[$C_{dV/dT}$ in nF]			—	190 + 14.5 × $C_{dV/dT}$	—	µs
关断时间	$t_{Shutdown}$	V_{EN} = L (below V_{EN_OFF}) to MOSFET OFF、V_{IN} = 48 V			0.35	0.64	2	µs
短路保护响应时间	$t_{FASTTRIP}$	$I_{FASTTRIP}$ < I_{OUT} = I_{LIM} × 3 < ISCP, I_{OUT} > I_{LIM} × 2 to I_{OUT} = I_{LIM} × 1	3 kΩ ≦ R_{ILIM} ≦ 6 kΩ	V_{IN} = 24 V	—	3	5.2	µs
				V_{IN} = 48 V	—	3	5.2	µs
			6 kΩ < R_{ILIM} ≦ 30 kΩ	V_{IN} = 24 V	—	4	8	µs
				V_{IN} = 48 V	—	4	8	µs
	t_{SCP}	I_{OUT} > I_{SCP} to V_{OUT} = 0 V			—	1	—	µs
过流保护响应时间	t_{LIM}	Ta = 25°C, I_{OUT} > I_{LIM} to I_{OUT} = I_{LIM}, I_{LIM} (标准) × 1.4 < I_{OUT} < $I_{FASTTRIP}$			—	100	150	µs
输出限流最大持续时间	t_{CL_PLIM}	I_{LIM} < I_{OUT} < $I_{FASTTRIP}$ to V_{OUT} = 0 V			130	160	190	ms
过流保护时FLAG响应时间	$t_{CL_PLIM_FLAG}$	I_{LIM} (标准) × 1.4 < I_{OUT} < $I_{FASTTRIP}$	12 V ≦ V_{IN} ≦ 75 V		1.0	1.9	3.5	ms
			4.7 V ≦ V_{IN} < 12 V		1.0	2.2	5	ms

注 12: 此参数为设计保证项目。

表 10.4 AC 项目 (2)

(除非另有规定,Ta = -40°C 至 125°C、4.7 V ≦ V_{SYS} = V_{IN} ≦ 75 V、R_{ILIM} = 30 kΩ、V_{EN} = 2 V、C_{OUT} = 1 µF)

项目	符号	测量条件		Ta = -40 至 125°C (注12)			单位
				最小	典型	最大	
TSD自动重试周期	t_{TSD_retry}	MODE = GND		230	330	430	ms
eFuse IC启动时间	t_{start}	V_{SYS} = V_{IN} = 4.7 V × 90% to V_{OUT} = 4.7 V × 50% during a ramp-up to ≥ 4.7 V, V_{EN} = H (above V_{EN_ON}), UVLO = H (100 mV above V_{UVLOR}), OVP = L (100 mV below V_{OVPF})		—	291 + 57.5 × $C_{dV/dT}$	—	µs
V_{OUT}上升时间 (10% ~ 90%)	t_r	$C_{dV/dT}$ = OPEN	V_{IN} = 24 V	450	595	800	µs
		$C_{dV/dT}$ = 22 nF	V_{IN} = 24 V	6.68	8.35	11.69	ms
PGOOD端子去抖时间	t_{PGOODR}	Rising edge		0.89	1.3	1.8	ms
	t_{PGOODF}	Falling edge, PGTH = L (10mV below V_{PGTHF})		1.3	2.5	4.0	µs
防反灌功能响应时间	t_{RCB_fast}	(V_{SYS} – V_{OUT})↓ (1 V overdrive below V_{RB}) to V_{DRV} - V_{SYS} = 3 V		—	1.4	3.0	µs
	t_{RCB}	(V_{SYS} – V_{OUT})↓ (10 mV overdrive below V_{RB}) to V_{DRV} - V_{SYS} = 3 V		—	2.3	7	µs
防反灌功能动作时 FLAG响应时间	t_{RCB_FLAG}	(V_{SYS} – V_{OUT})↓ (10 mV overdrive below V_{RB}) to FLAG = L		368	550	743	µs
防反灌功能解除时间	t_{FWD_FLAG}	(V_{SYS} – V_{OUT})↑ (10 mV overdrive above V_{RBR}) to (V_{BGATE} – V_{SYS}) = 5 V, $C_{BGATE-VSYS}$ = 3.6 nF		0.45	1.8	3.33	ms
防反灌功能解除时 FLAG响应时间		(V_{SYS} – V_{OUT})↑ (10 mV overdrive above V_{RBR}) to FLAG = H		457	690	923	µs

注 12: 此参数为设计保证项目。

11. 时序图

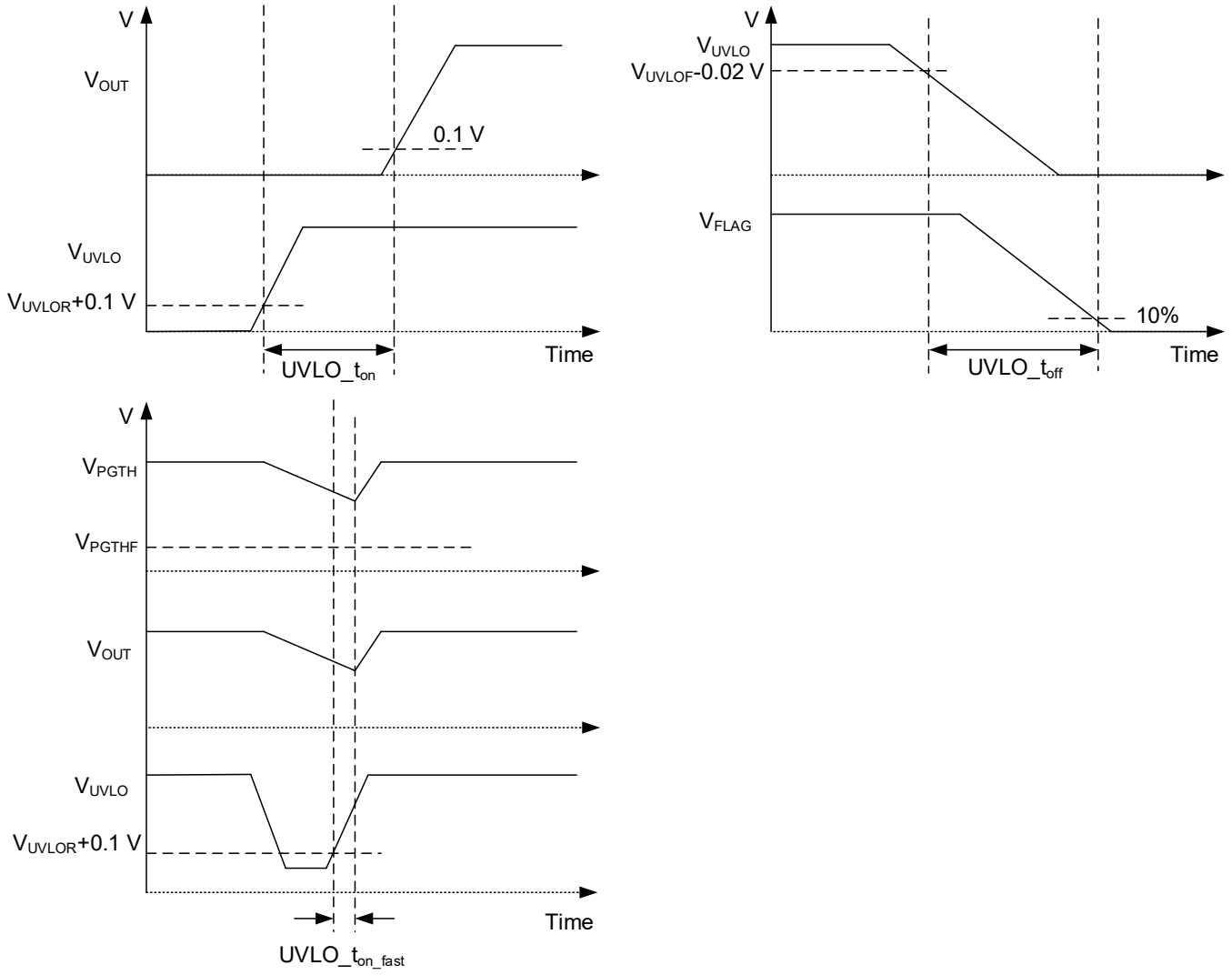


图 11.1 UVLO 特性

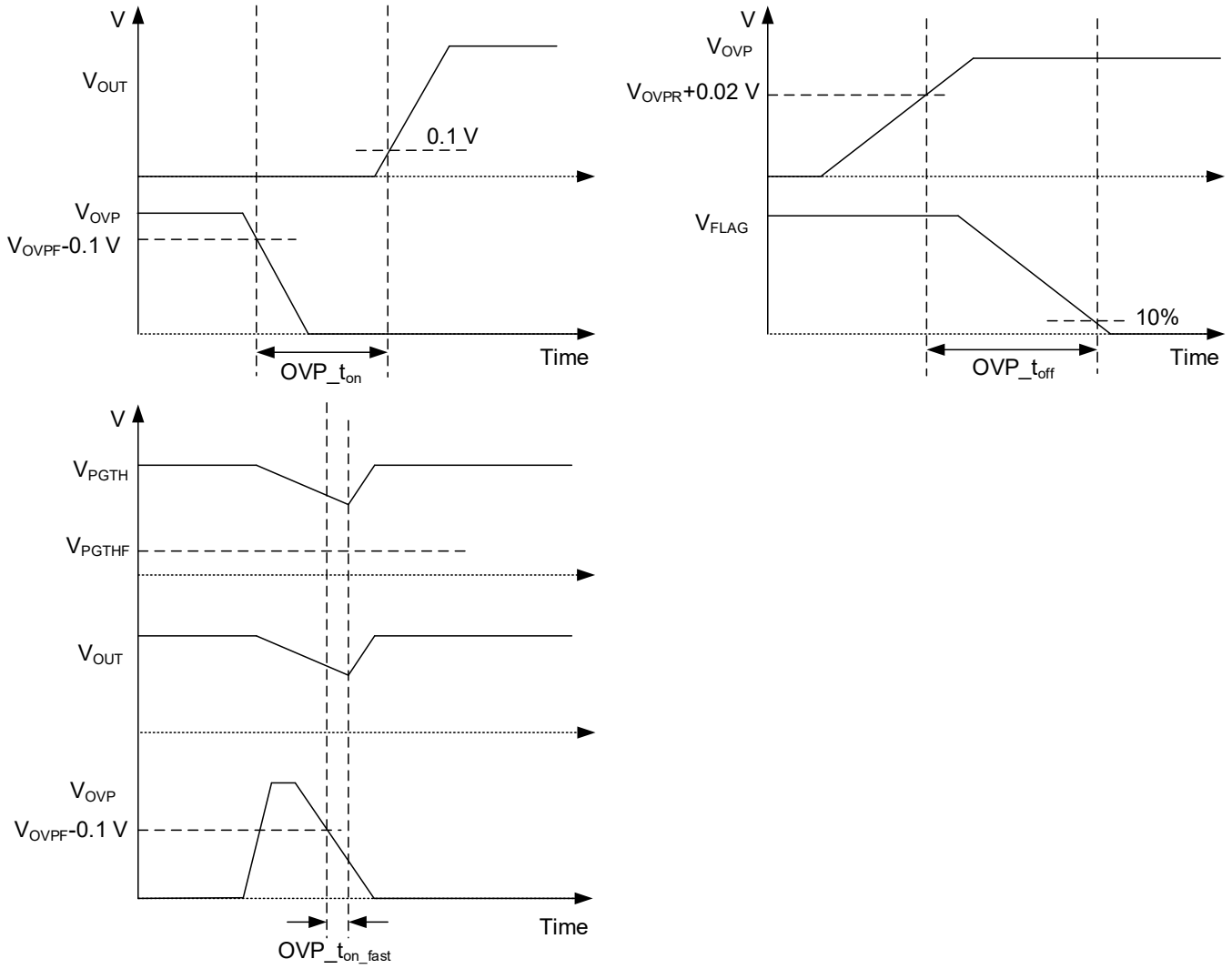

V
VOUT
0.1 V
VOVP
VOVPF-0.1 V
Time
OVP_ton
V
VOVP
VOVPR+0.02 V
VFLAG
10%
Time
OVP_toff
V
VPGTH
VPGTHF
VOUT
VOVP
VOVPF-0.1 V
Time
OVP_ton_fast

图 11.2 OVP 特性

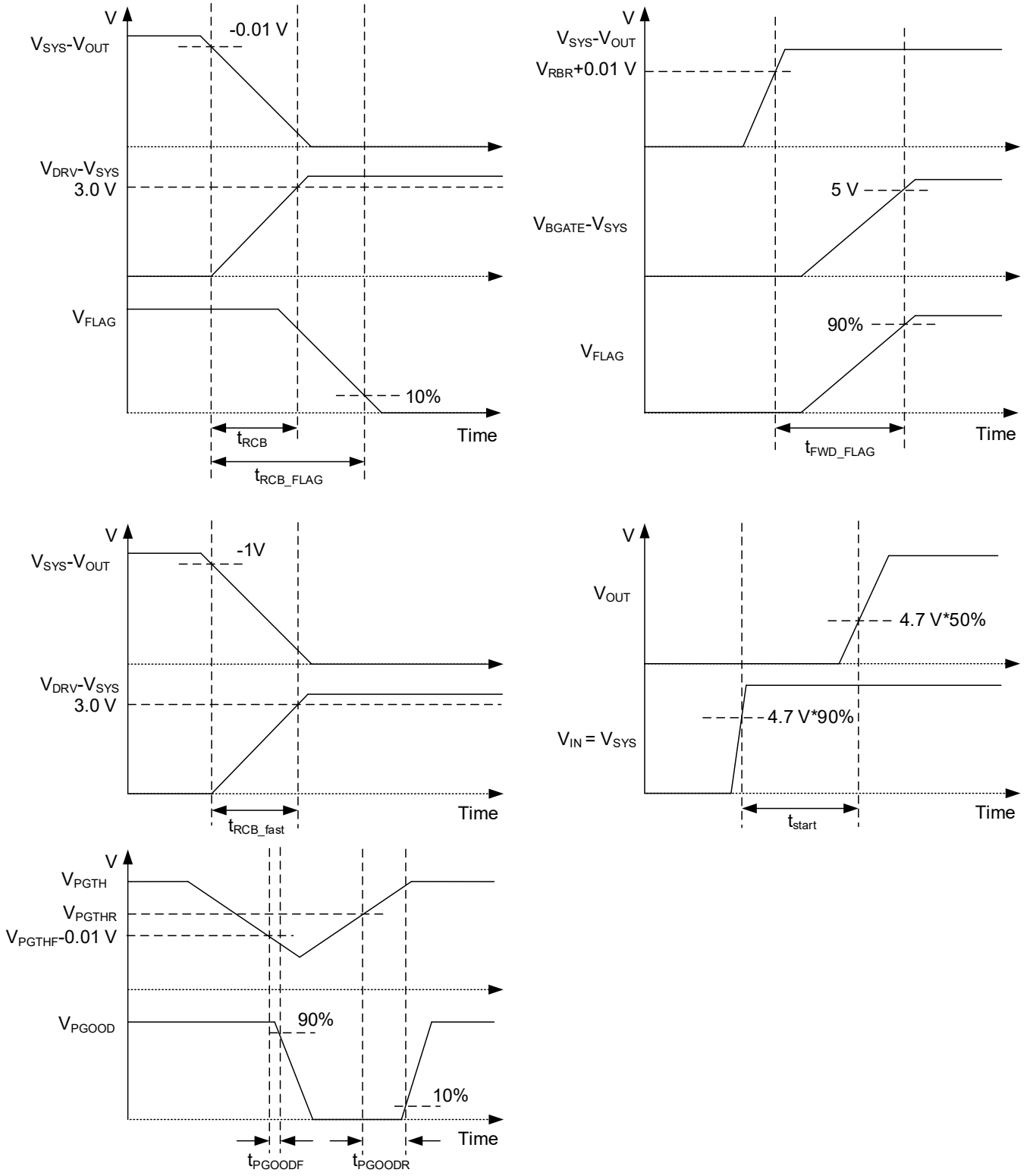

V
VSYS-VOUT
-0.01 V
VDRV-VSYS
3.0 V
VFLAG
10%
Time
tRCB
tRCB_FLAG
V
VSYS-VOUT
VRBR+0.01 V
5 V
VBGATE-VSYS
90%
VFLAG
Time
tFWD_FLAG
V
VSYS-VOUT
-1V
VDRV-VSYS
3.0 V
Time
tRCB_fast
V
VOUT
4.7 V*50%
4.7 V*90%
VIN = VSYS
Time
tstart
V
VPGTH
VPGTHR
VPGTHF-0.01 V
VPGOOD
90%
10%
Time
tPGOODF
tPGOODR

图 11.3 其他特性

12. 应用说明

12.1. 外围电路示例

图 12.1 是 48 V 电源线的外围电路示例。将电源连接到 VIN 端子和 VSYS 端子。正常工作时，通过 MOSFET 从 VOUT 端子输出与 VIN 端子电压几乎相同的电压。

当短路保护或过流保护动作等导致电流急剧减小时，连接到 eFuse IC 输入输出端子的布线等电感成分的反电动势会产生高尖峰电压，可能导致 eFuse IC 损坏或损毁。在这种情况下，输入侧会产生正尖峰电压，输出侧会产生负尖峰电压。在基板设计中，请尽量缩短 eFuse IC 输入侧和输出侧的布线长度。此外，请尽量增大 GND 布线面积以降低阻抗。

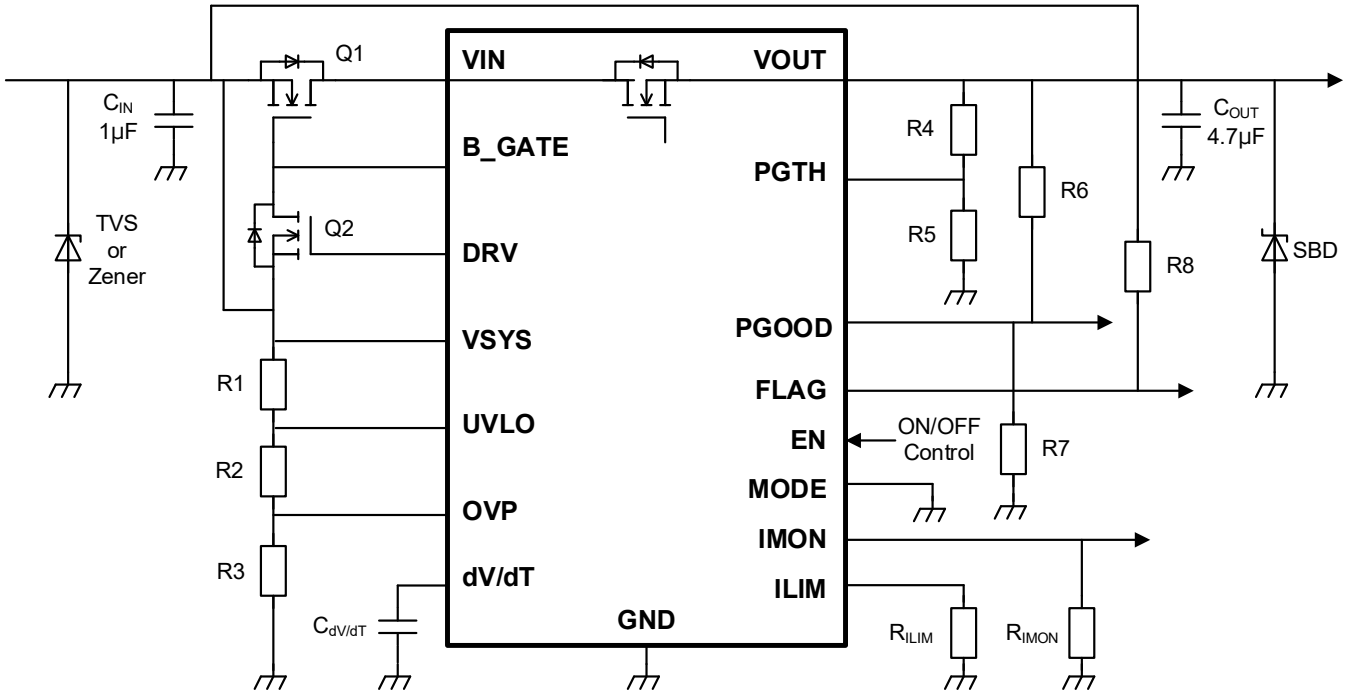


图 12.1 48 V 电源线的外围电路示例

C_{IN} 具有抑制输入端产生的正尖峰电压峰值的作用。C_{IN} 推荐使用 0.1 µF 以上，但请根据实际 PCB 基板上的工作情况设计适当的容量值。尖峰电压峰值 V_{SPIKE} 与 C_{IN} 容量值的关系由以下公式 11 表示。

$$V_{SPIKE} = V_{IN} + I_{OUT} \times \sqrt{\frac{L_{IN}}{C_{IN}}} \qquad (11)$$

V_{SPIKE}: 尖峰电压峰值 (V)
V_{IN}: 正常工作时的输入电压 (V)
I_{OUT}: 输出电流 (A)
L_{IN}: 输入端子的有效电感 (H)

当 V_{IN} 较高时，V_{OUT} 也会变高，短路保护或过流保护时的电流变化会增大，因此 V_{IN} 和 V_{OUT} 的不稳定工作可能导致 IC 损坏。当 V_{IN} 端子施加超过绝对最大额定值的瞬态电压时，请在输入端子和 GND 之间连接 TVS 二极管 (ESD 保护二极管) 或齐纳二极管。即使瞬态电压的最大幅度在 eFuse IC 的绝对最大额定值以下，输入端子产生的高速瞬态电压也可能影响内部电路并导致意外动作。TVS 或齐纳二极管具有抑制此类高速瞬态电压的作用。

对于短路保护动作时等输出侧产生的负尖峰电压，请在输出端子和 GND 之间连接 SBD (肖特基势垒二极管)。这样可以防止输出电位大幅低于 GND。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

12.2. 使用注意事项

- **关于绝对最大额定值**
  本产品的绝对最大额定值是即使瞬间也不得超过的额定值。

- **关于输入输出电容器**
  本产品可以使用陶瓷电容器，但根据种类不同，有些可能具有非常大的温度特性。在选择电容器时，请充分考虑使用环境后进行选择。

- **关于安装**
  如果 IC 与 C_{OUT} 之间的距离较长，布线和电感器的阻抗可能会影响相位裕度。为了稳定的电源供应，请尽量将 C_{OUT} 安装在 IC 附近。此外，请尽量增大输入和 GND 图案以减小布线阻抗。

- **关于 VSYS 端子**
  VSYS 端子是向 IC 内部电路供电的端子。为防止意外动作，请考虑 C_{IN}、C_{OUT}、阻抗，并设计为向此端子供应稳定的电源。

- **关于最大允许损耗和输出电流**
  请确保对预计的最大允许损耗和输出电流有足够的设计裕度。建议考虑环境温度、输入电压等，对最大允许损耗和输出电流进行适当的降额 (一般为最大额定值的 70~80%)。

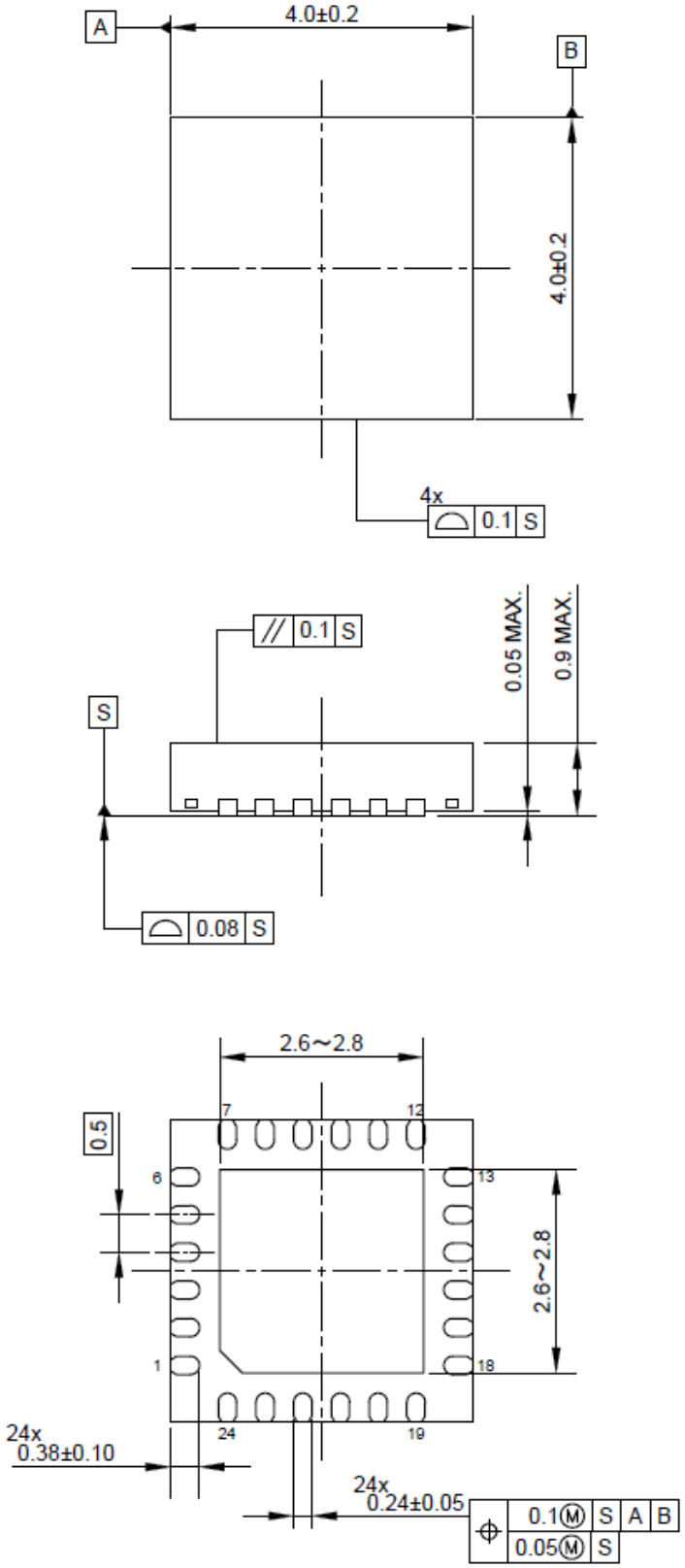
- **关于保护电路**
  本产品内置过流保护电路、过压保护电路、过热保护电路，但并不保证产品的工作始终保持在绝对最大额定值范围内。根据使用条件，可能会影响产品规格和可靠性保证。
  使用本产品时，请考虑上述内容以及本公司《半导体可靠性手册》等记载的绝对最大额定值降额，在任何情况下都请注意不要超过绝对最大额定值。另外，建议在设备中采取故障安全等充分的安全措施

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

13. 封装信息

13.1. 外形图

单位: mm



质量: 41.9 mg (标准)

图 13.1 外形图 (VQFN24D)

13.2. 参考焊盘图案

封装: VQFN24D

单位: mm

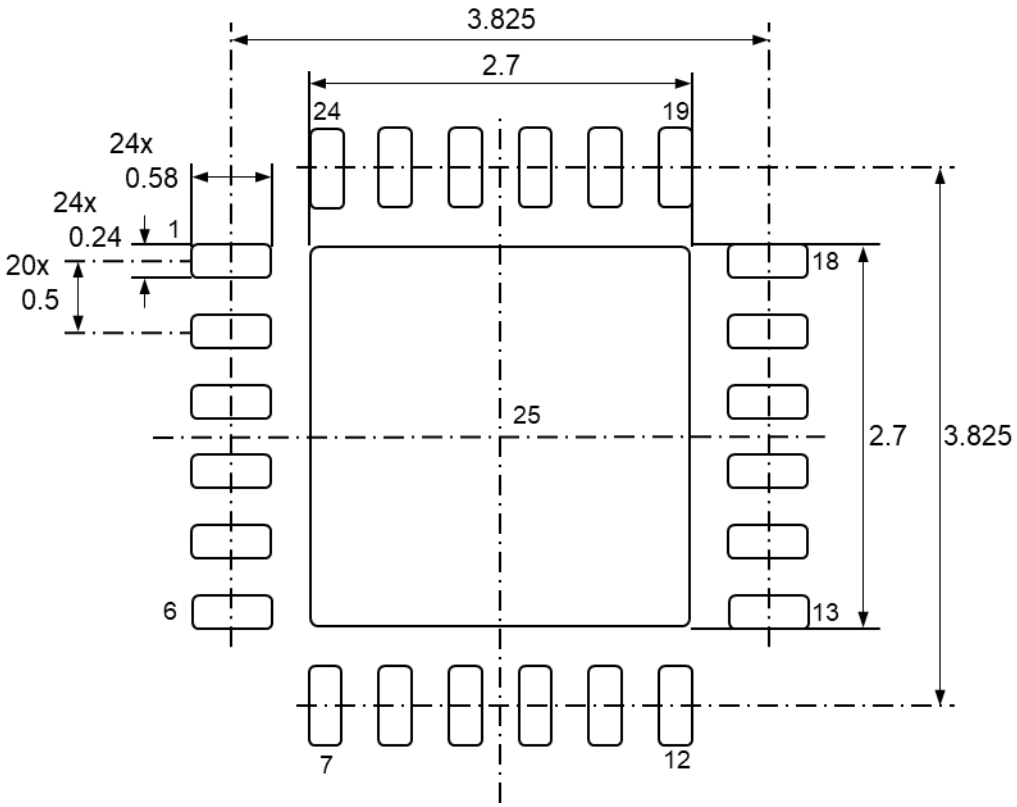


图 13.2 参考焊盘图案

产品使用须知

东芝公司及其子公司和关联公司以下简称"本公司"。
本资料中刊载的硬件、软件和系统以下简称"本产品"。

- 本产品相关信息等本资料的刊载内容可能因技术进步等原因在不事先通知的情况下发生变更。
- 未经本公司书面事先同意，禁止转载复制本资料。此外，即使获得本公司书面事先同意转载复制本资料，也请勿对记载内容进行任何变更或删除。
- 本公司致力于提高质量和可靠性，但半导体和存储产品一般可能会发生误动作或故障。使用本产品时，请客户自行负责对客户的硬件、软件、系统进行必要的安全设计，以防止因本产品的误动作或故障而导致生命、身体、财产受到侵害。另外，在设计和使用时，请确认本产品相关的最新信息（本资料、规格书、数据手册、应用说明、半导体可靠性手册等）以及使用本产品的设备的使用说明书、操作说明书等，并遵照执行。此外，使用上述资料等记载的产品数据、图、表等所示的技术内容、程序、算法及其他应用电路示例等信息时，请在客户产品单独和整个系统中进行充分评估，由客户自行判断是否适用。
- 本产品不适用于也不保证用于要求特别高品质和可靠性的设备，或者其故障或误动作可能危及生命和人身安全、造成巨大财产损失或对社会产生严重影响的设备（以下简称"特定用途"）。特定用途包括核能相关设备、航空航天设备、医疗设备（生命攸关设备）、车载和运输设备、国防相关设备等，但本资料中单独记载的用途除外。如果用于特定用途，本公司不承担任何责任。详情请联系本公司销售窗口，或通过本公司网站的咨询表格进行咨询。
- 请勿对本产品进行分解、解析、逆向工程、改造、改变、改编、复制等。
- 本产品不得用于国内外法令、法规及命令禁止制造、使用、销售的产品。
- 本资料中刊载的技术信息仅用于说明产品的代表性工作状态及应用，并非对使用时本公司及第三方知识产权及其他权利的保证或实施权的许可。
- 除非另有书面合同或客户与本公司达成一致的规格书，否则本公司对本产品及技术信息不作任何明示或暗示的保证（包括但不限于功能工作的保证、商品性的保证、特定目的适用性的保证、信息准确性的保证、不侵犯第三方权利的保证）。
- 请勿将本产品或本资料中刊载的技术信息用于大规模杀伤性武器的开发等目的、军事利用目的或其他军事用途目的。此外，出口时请遵守《外汇及外国贸易法》、《美国出口管理条例》等适用的出口相关法令，并按照其规定办理必要的手续。

- 关于本产品的 RoHS 符合性等详细信息，请务必就各产品咨询本公司销售窗口。使用本产品时，请充分调查 RoHS 指令等限制特定物质含有及使用的适用环境相关法令，并确保使用符合相关法令。对于因客户未遵守相关法令而产生的损害，本公司概不承担任何责任。

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

RESTRICTIONS ON PRODUCT USE

Toshiba Corporation and its subsidiaries and affiliates are collectively referred to as “TOSHIBA”.
Hardware, software and systems described in this document are collectively referred to as “Product”.

- TOSHIBA reserves the right to make changes to the information in this document and related 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, Class 3 medical devices, equipment used for automobiles, and military vehicles and munitions. **IF YOU USE PRODUCT FOR UNINTENDED USE, TOSHIBA ASSUMES NO LIABILITY FOR PRODUCT.** For details, please contact your TOSHIBA sales representative or contact us via our website.
- 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.**

© 2026
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation