译文

eFuse IC TCKE6 系列
应用笔记

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: “eFuse IC TCKE6 Series Application Note”
2026-01-06

翻译日: 2026-10-26

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

eFuse IC TCKE6 系列

应用笔记

概述

eFuse IC 是一种具备多种功能以保护电子设备的保护 IC，可替代传统保险丝，也被称为电子保险丝。

本文档以最大输入额定电压 40 V、输出电流 2.5 A 为例，介绍内置基本保护功能的 TCKE6 系列 eFuse IC 的基本用法，以及各项功能（短路保护、过流保护、过压保护、过热保护、欠压锁定等）的工作原理。

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

目录

概述 2
目录 3
1. 引言 6
2. 什么是 eFuse IC? 7
2.1. eFuse IC 的使用方法 7
2.2. 使用 eFuse IC 的优点 7
3. TCKE6 系列的外围电路示例 8
3.1. 外围电路的注意事项 8
4. TCKE6 系列的内置功能 10
5. TCKE6 系列的框图 11
6. TCKE6 系列各类电路的说明 13
6.1. 电荷泵电路 13
6.2. 过压保护电路（OVLO）的动作 13
6.3. 欠压锁定（UVLO）电路的工作 14
6.4. 过热保护电路（TSD）的工作 15
6.4.1. 自动重试型的过热保护 15
6.4.2. 锁存型的过热保护 15
6.4.3. 过热保护电路的工作原理 15
6.5. 过电流保护（OCL）的工作 17
6.5.1. 自动重试型的过电流保护动作 18
6.5.2. 锁存型的过电流保护动作 19
6.5.3. 过电流保护电路的设定 20
6.6. 短路保护电路的工作 21
6.6.1. 自动重试型的 VOUT 短路保护动作 21
6.6.2. 锁存型的 VOUT 短路保护动作 22
6.7. 压摆率控制功能（浪涌电流抑制功能）的工作 23
6.8. FLAG 端子（仅 TCKE601RA/TCKE601RL） 24
6.9. MODE 端子（仅 TCKE602RM） 24
6.10. EN 端子（仅限 TCKE603） 24
6.11. 输出放电功能 26
7. TCKE6 系列的应用示例 27
8. 使用注意事项 28
9. 总结 29
产品使用限制 30

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

插图列表

图 2.1 eFuse IC 使用示例・主要功能示例.....7
图 3.1 同时使用 TVS/齐纳二极管与 SBD 的 TCKE6 系列外围电路示例.....8
图 4.1 引脚配置图 TCKE601RA, TCKE601RL.....10
图 4.2 引脚配置图 TCKE602RM.....10
图 4.3 引脚配置图 TCKE603RA, TCKE603RL.....10
图 5.1 TCKE601Rx 框图.....11
图 5.2 TCKE602RM 框图.....11
图 5.3 TCKE603Rx 框图.....11
图 6.1 OVLO 电路检测示例.....13
图 6.2 UVLO 电路检测示例.....14
图 6.3 过热保护电路的工作.....15
图 6.4 过热保护电路及其工作原理.....16
图 6.5 过电流保护动作时的输出电压-电流特性.....17
图 6.6 过电流保护动作示例（TCKE601RA）（自动重试型）.....18
图 6.7 过电流保护动作示例（TCKE601RL）（锁存型）.....19
图 6.8 ILIM 端子外围外部电路.....20
图 6.9 ILIM-RILIM 特性示例.....20
图 6.10 短路保护与过电流保护 动作示例（TCKE601RA）（自动重试型）.....21
图 6.11 短路保护与过电流保护动作示例（TCKE601RL）（锁存型）.....22
图 6.12 压摆率控制功能电路的工作波形.....23
图 6.13 电源接通时压摆率控制功能电路的工作波形.....23
图 6.14 FLAG 端子等效电路.....24
图 6.15 EN 端子连接示例（外部控制）.....25
图 6.16 EN 端子等效电路.....25
图 6.17 普通比较器与窗口比较器的动作.....25
图 6.18 输出放电波形.....26
图 7.1 在扫地机器人中的应用.....27
图 7.2 在商用打印机中的应用.....27

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

表格目录

表 4.1 TCKE6 系列内置功能类型一览.....10
表 4.2 TCKE6 系列内置功能类型一览.....10
表 5.1 TCKE6 系列引脚说明.....12
表 6.1 数据手册中记载的 OVLO 规格.....13
表 6.2 数据手册中记载的 UVLO 规格.....14
表 6.3 数据手册中记载的过热保护 TSD 规格.....16
表 6.4 数据手册中记载的过电流保护（OCL）规格.....20
表 6.5 FLAG 输出对象功能及动作.....24

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

1. 引言

目前，保险丝和 PolySwitch（可复位保险丝、聚合物保险丝）等元件被广泛用作各类电子设备中防止过热和起火的安全器件。这些都是利用超过额定值的电流所产生的焦耳热来实现保护的器件，本文档中将它们统称为传统保险丝。

玻璃管保险丝和贴片保险丝通过内部金属部件熔断来切断或限制电流，从而保护电路并防止设备损坏；而 PolySwitch 则通过导电聚合物热膨胀引起的电阻急剧上升来实现这一目的。

但是，它们都存在动作电流精度低、切断电流偏差大，以及由于利用焦耳热而导致保护动作延迟等缺点。

此外，采用金属熔断方式的保险丝会发生不可逆的损坏，必须更换保险丝本身，这也是一个缺点。

eFuse IC（电子保险丝）是通过使用 MOSFET 切断电流，从而解决上述传统保险丝各种缺点的产品。它们不仅可以像传统保险丝一样使用，作为 IC 的特点,还可以内置除过流保护之外的各种保护功能。

本应用笔记介绍内置过流保护（OCP）、短路保护（SCP）、压摆率调整（浪涌电流抑制）、过压保护（OVP）和欠压锁定（UVLO）功能的 TCKE6 系列的主要特性、工作原理、用法及应用。其中部分功能的设定值可以调整，从而能够有效保护电路和设备。

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

2. 什么是 eFuse IC?

2.1. eFuse IC 的使用方法

eFuse IC 不像传统保险丝那样依靠合金部件熔断，而是使用半导体开关来切断电流。当检测电路感测到过大电流时，其输出信号会控制内置 MOSFET 以限制或切断电流。图 2.1 所示为将 eFuse IC 用于 PMIC（电源管理 IC）供电的框图。

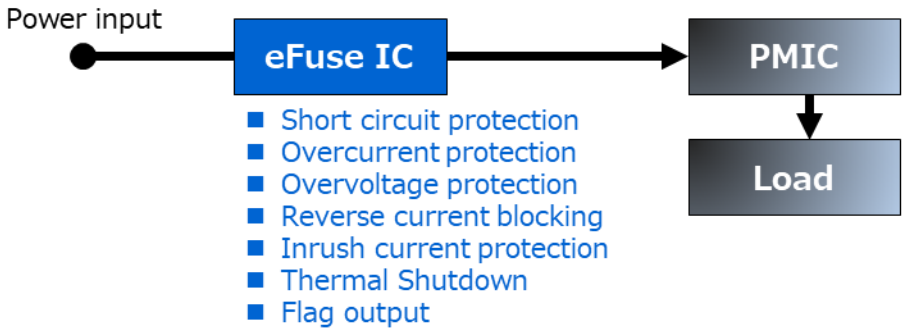


图 2.1 eFuse IC 使用示例・主要功能示例 21

在本示例中，eFuse IC 取代传统保险丝被插入 PMIC 的电源线路中。如果 PMIC 本身或后级电路出现异常导致过流，eFuse IC 会限制或切断电流以保护电路，并有助于防止设备冒烟或起火。

2.2. 使用 eFuse IC 的优点

使用 eFuse IC 时，可以期待以下优点。

- 无需更换，从而降低维护成本和时间

eFuse IC 通过关断内置 MOSFET 来切断电流，因此不会因一次过流事件而损坏器件。只需重新开通 MOSFET，电流即可再次流通，恢复正常工作。与不可逆熔断的传统保险丝不同，eFuse IC 可以反复使用，无需更换部件，从而减少维修和维护所需的成本和时间。

- 通过高精度的电流和电压保护功能实现稳固的保护性能

传统保险丝利用熔断或热膨胀原理，因此无法精确确定切断导通的电流值。因此，在针对预期负载电流选择具有一定余量以避免误动作的额定电流保险丝时，仍存在损坏的风险。相比之下，eFuse IC 能够针对过流提供高精度的保护。此外，TCKE6 系列具备过压保护和可设定的过流保护功能，对电流和电压均能提供稳固的保护性能。

- 通过快速保护动作提高可靠性

使用传统保险丝时，需要一定时间通过焦耳热使温度上升至保险丝材料的熔点，因此从过流发生到切断之间存在时间延迟。在此期间过流会持续流通，而 eFuse IC 可在检测到过流的同时几乎立即关断开关，从而大幅缩短过流的持续时间。这可减少对设备的损伤，提高长期可靠性。

- 通过将各种保护功能集成于单一封装实现成本降低和小型化

顾名思义，eFuse IC 是 IC，因此可将过流保护、短路保护、过压保护（传统保险丝无法实现）、浪涌电流抑制（压摆率控制）、过热保护和反向电流防止等各种功能集成于单一封装中。与使用分立无源元件或多个 IC 来实现这些功能相比，可大幅减少元件数量和工作量，并缩小安装面积，有助于降低成本和实现小型化。

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

3. TCKE6 系列的外围电路示例

TCKE6 系列是最大工作电压为 30 V 的 1 输入 1 输出 eFuse IC。它具备可通过外部电阻调整的过流保护、短路保护、欠压锁定和过热保护等保护功能。此外，根据产品的不同，可选择 FLAG 引脚、用于选择恢复模式的 MODE 引脚或 EN 引脚。关于这些引脚的功能及外部元件的确定方法，请参阅第 6 章。

3.1. 外围电路的注意事项

当短路保护或过流保护功能动作、电流急剧下降时，连接到 TCKE6 系列输入/输出端子的布线中的电感成分可能因反电动势而产生高尖峰电压。以下列出一些对策示例。

在 PCB 设计中，请将布线图形设计为使 TCKE6 系列输入侧和输出侧的布线长度尽可能短。同时，请尽可能扩大 GND 布线面积以降低阻抗。

在输入侧，对于产生的正向尖峰电压，输入电容 CIN 起到抑制峰值的作用。尖峰电压峰值 VSPIKE 与 CIN 的容值之间存在以下关系，通过增大 CIN 可以降低尖峰电压。

$$V_{SPIKE} = V_{IN} + I_{OUT} \times \sqrt{\frac{L_{IN}}{C_{IN}}} \qquad (3-1)$$

VSPIKE	:	产生的尖峰电压峰值	(V)
VIN	:	正常工作时的输入电压	(V)
IOUT	:	输出电流	(A)
LIN	:	输入端子的有效电感	(H)
CIN	:	输入电容的容值	(F)

在 TCKE6 系列中，建议 CIN 采用 1 μF 以上的容值，但务必通过实际设备确认 VSPIKE 不会超过绝对最大额定值。此外，如果 VIN 较高，输出电压 VOUT 也会较高，而短路保护或过流保护时的电流变化较大，因此 VIN 或 VOUT 可能变得不稳定，导致工作不稳定，甚至可能造成 IC 损坏。

在 TCKE6 系列的输入侧连接 TVS 二极管（ESD 保护二极管）或齐纳二极管，可防护 ESD（静电放电/浪涌）和瞬态过压。如果输出侧产生的负向尖峰电压超过额定值，则需要连接 SBD（肖特基势垒二极管），以防止输出电位大幅低于 GND。SBD 不仅对 TCKE6 系列有效，对保护作为负载连接的 IC 和器件也同样有效。请将 SBD 连接在 TCKE6 系列的 VOUT 端子与 GND 端子之间，并使阳极位于 GND 侧。通过这种方式可以进一步加强对 TCKE6 系列的保护，因此建议 TCKE6 系列同时使用 TVS 二极管或齐纳二极管与 SBD。此情况下的外围电路示例如图 3.1 所示。

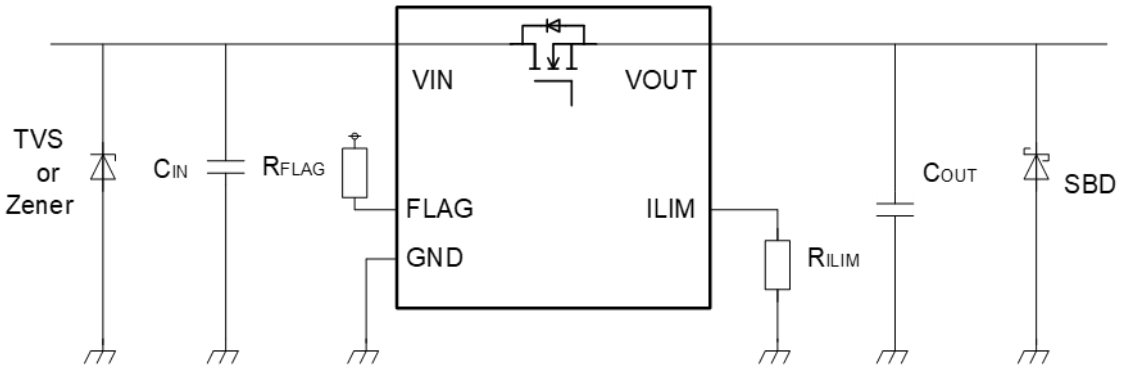


图 3.1 同时使用 TVS/齐纳二极管与 SBD 的 TCKE6 系列外围电路示例 31

作为与 TCKE6 系列配合使用的齐纳二极管和 SBD 示例，有 CUHZ 系列和 CUHS20S40。关于产品详情和使用说明，请参阅以下链接。

- 齐纳二极管 CUHZ 系列详情请见此处 → 点击此处
- 肖特基势垒二极管 CUHS20S40 详情请见此处 → 点击此处
- 对过压保护有效的齐纳二极管与 ESD 保护二极管（应用笔记）→ 点击此处
- 针对需保护信号线的电压电平，选择 ESD 保护器件的标准应是什么？(FAQ) → 点击此处
- TVS 二极管（ESD 保护二极管）的选型方法（FAQ）→ 点击此处
- TVS 二极管（ESD 保护二极管）电路板设计的注意事项（FAQ）→ 点击此处

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

4. TCKE6 系列的内置功能

如表 4.1 所示，TCKE6 系列作为 eFuse IC 内置了基本的保护功能。

表 4.1 TCKE6 系列内置功能类型一览 41

	过流保护	短路保护	过压保护	过热保护	压摆率调整	反向电流防止	FLAG 输出	放电
内置/未内置	内置	内置	内置	内置	内置	未内置	参见表 4.2	内置
设定值可调整性	可以	可以 （过流保护由设定值决定）	-	-	-	-	-	-

表 4.2 列出了 TCKE6 系列的产品一览。
根据产品的不同，自动恢复动作的类型和各端子的功能也有所不同。

表 4.2 TCKE6 系列内置功能类型一览 42

产品名称	过压钳位阈值	VEN 动作	恢复动作类型	FLAG 功能	封装
TCKE601RA	32.0 V (Typ.)	-	自动重试	有	TSOP6F
TCKE601RL		-	锁存	有	
TCKE602RM		-	选择类型	-	
TCKE603RA		高电平有效	自动重试	-	
TCKE603RL		高电平有效	锁存	-	

图 4.1 所示为 TCKE6 系列的端子连接图。

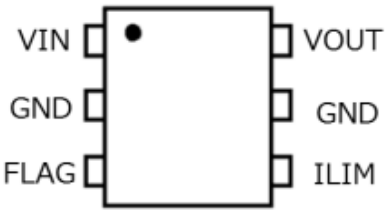


图 4.1 引脚配置图 41
TCKE601RA, TCKE601RL

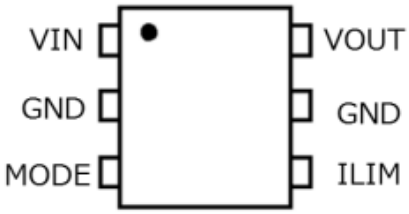


图 4.2 引脚配置图 42
TCKE602RM

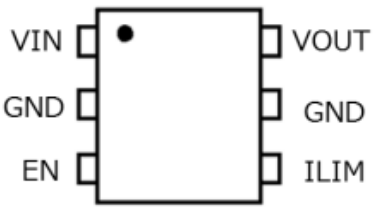


图 4.3 引脚配置图 43
TCKE603RA, TCKE603RL

5. TCKE6 系列的框图

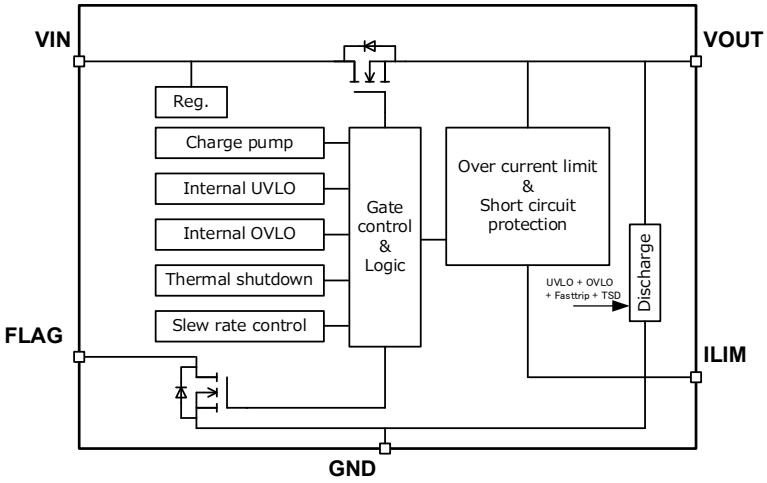


图 5.1 TCKE601Rx 框图 51

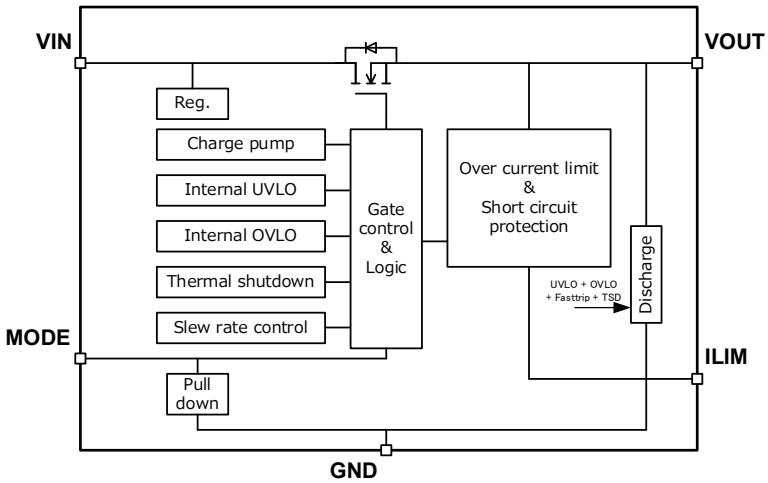


图 5.2 TCKE602RM 框图 52

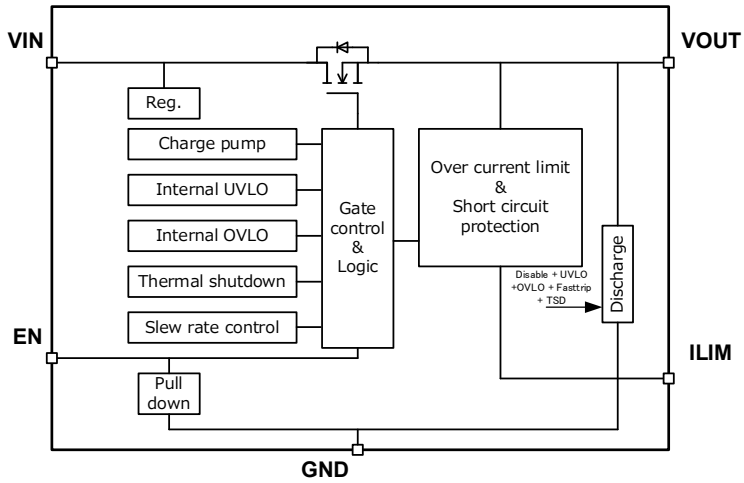


图 5.3 TCKE603Rx 框图 53

表 5.1 TCKE6 系列引脚说明 51

引脚名称	端子说明
EN	这是输出使能端子。高电平有效。
ILIM	此端子用于调整过流限制值。请勿从外部施加电压。 过流限制值通过连接在 ILIM 端子与 GND 端子之间的电阻进行调整。
FLAG	这是 FLAG 输出端子。当 IC 检测到过热等异常状态时，会向外部输出信号。由于 IC 采用开漏结构，请在外部连接上拉电阻。
MODE	这是 MODE 切换端子。 输入高电平时，恢复动作类型变为自动重试型。 输入低电平或开路时，恢复动作类型变为锁存型。
VIN	这是输入电源端子。
GND	这是接地端子。
VOUT	这是输出端子。

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

6. TCKE6 系列各类电路的说明

6.1. 电荷泵电路

电荷泵电路是一种升压电路，用于产生作为开关的 Nch MOSFET 的栅极驱动电压。

6.2. 过压保护电路（OVLO）的动作

过压保护电路是在施加超过设定电压的输入电压时停止输出的电路，可防止过压施加到负载上。TCKE6 系列过压保护功能动作的电压具有滞回特性 VIN_OVhys。VIN 过压保护阈值对所有产品通用，无论是自动重试型还是锁存型，当电压降至一定水平以下时，IC 均会恢复。TCKE6 系列过压保护动作的示例如图 6.1 所示。

表 6.1 数据手册中记载的 OVLO 规格 61

项目	符号	测量条件	Ta = 25 °C			Ta = -40 to 125 °C		单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	最大值	
VIN 过压保护（OVLO）阈值	VIN_OVLO	—	—	32.0	—	30.0	34.0	V
VIN 过压保护（OVLO）滞回	VIN_OVhys	—	—	0.9	—	—	—	V

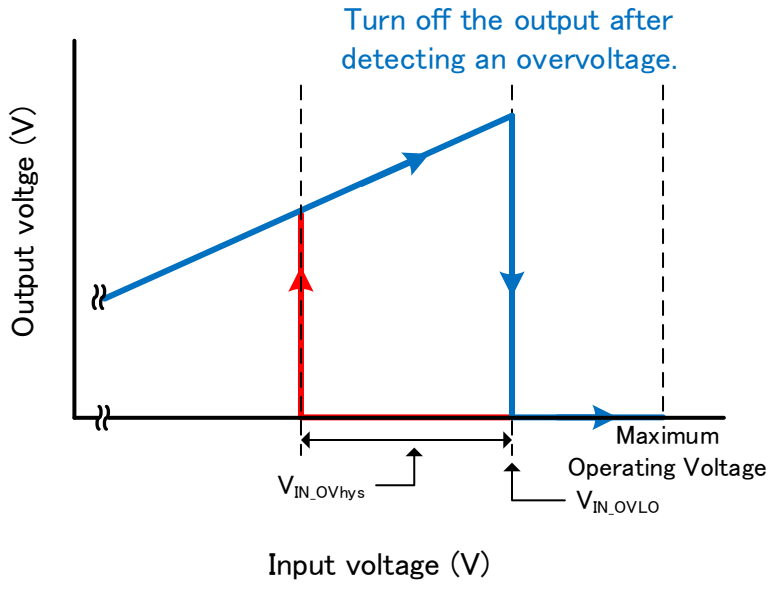


图 6.1 OVLO 电路检测示例 61

6.3. 欠压锁定（UVLO）电路的工作

当输入电压 VIN 低于连接在输出端子 VOUT 上的后级 IC 或电路的最低工作电压时，欠压锁定电路可防止系统发生误动作。当 VIN 上升至 VIN ≧ VIN_UVLO 时，IC 开始工作。欠压锁定电路设有滞回电压 VIN_UVhys，当 VIN 降至某一电压以下时，输出会自动关断。TCKE6 系列的欠压锁定工作示例如图 6.2 所示。

表 6.2 数据手册中记载的 UVLO 规格 62

项目	符号	测量条件	Ta = 25 °C			Ta = -40 至 125 °C		单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	最大值	
VIN 欠压锁定（UVLO）阈值	VIN_UVLO	—	—	4.0	—	3.6	4.4	V
VIN 欠压锁定（UVLO）迟滞	VIN_UVhys	—	—	0.13	—	—	—	V

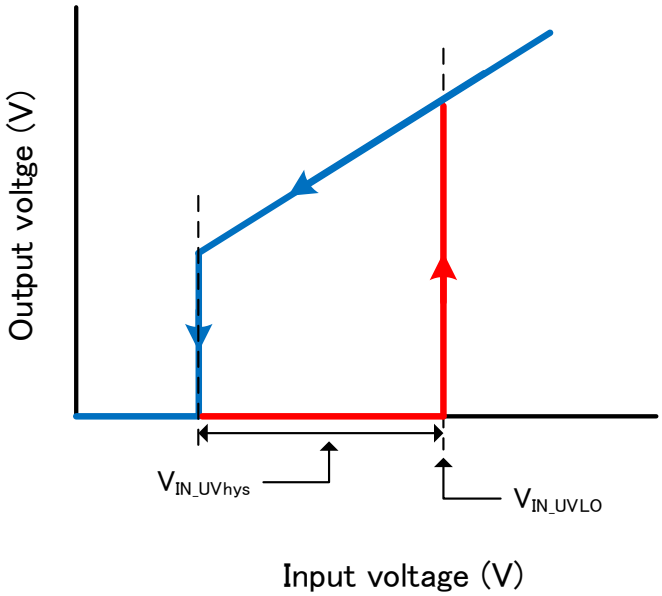


图 6.2 UVLO 电路检测示例 62

6.4. 过热保护电路（TSD）的工作

过热保护电路（TSD：Thermal Shutdown）是指当输出持续流过大电流或输出发生短路（short）导致环境温度急剧上升、TCKE6 系列的结温达到过热保护阈值温度 TSD（典型值 155 °C）以上时，通过关断输出来保护 IC 的电路。此时，输出被关断以保护 IC。在 TCKE6 系列中，当过热保护动作时，输出被关断，同时 FLAG 端子输出也由 High 电平变为 Low 电平。过热保护的动作温度与恢复温度之间设有滞回。

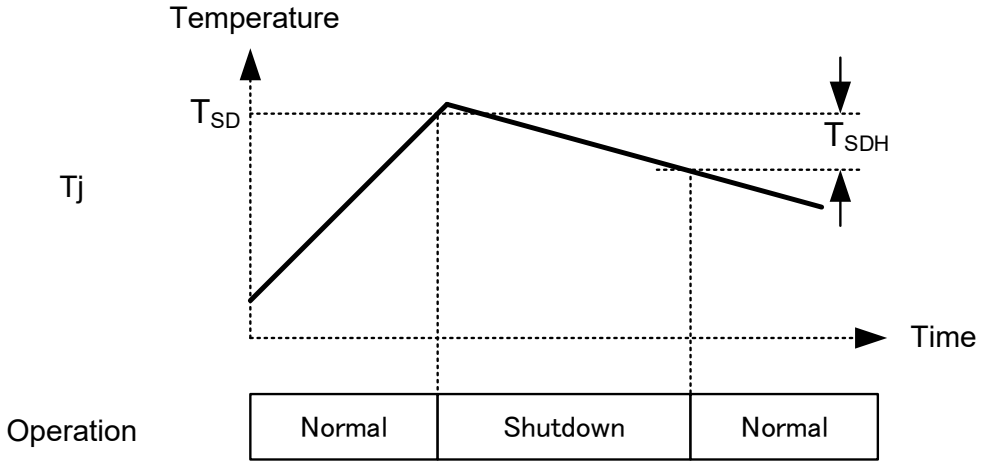


图 6.3 过热保护电路的工作 63

6.4.1. 自动重试型的过热保护

因过热保护转入关断状态后，经过一定时间（100ms（典型值））后电路重新启动。

6.4.2. 锁存型的过热保护

过热保护功能动作并转入关断状态后，若要重新启动，需要向 EN 端子输入控制信号或重新施加输入电压等操作。在重新启动之前，保护动作将持续。

6.4.3. 过热保护电路的工作原理

结温的检测是将如图 6.4 所示对温度变化极小的基准电压 VREF 经 R8 与 R9 分压得到的 VTSD 与二极管的正向电压进行比较来实现的。TCKE6 系列正常工作时，二极管的正向电压高于 VTSD。二极管的正向电压具有约 −2 mV/° C 的温度系数，因此随着结温上升、正向电压降至 VTSD 以下时，比较器反转，从而关断 TCKE6 系列的输出。与此同时，FLAG 引脚的输出由 High 电平切换为 Low 电平。

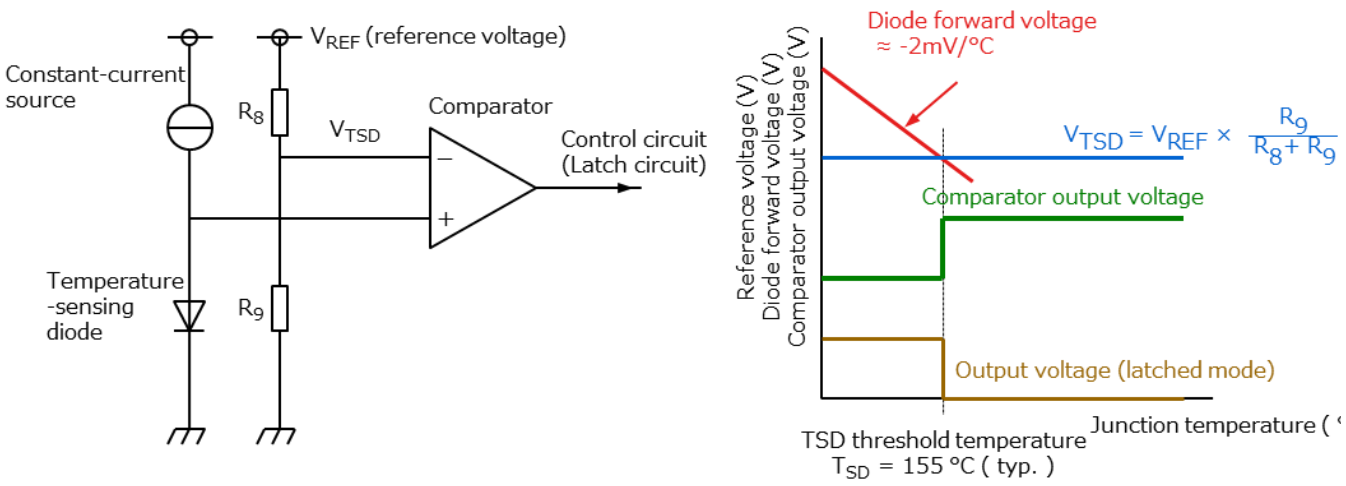


图 6.4 过热保护电路及其工作原理 64

表 6.3 数据手册中记载的过热保护 TSD 规格 63

VIN = 24 V, RILIM = 487 Ω, Ta = 25° C

项目	记号	测量条件	Ta = 25 ° C			Ta = -40 至 125 ° C		单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	最大值	
过热保护阈值温度	TSD	Tj	-	155	-	-	-	° C
过热保护滞回温度	TSDH	Tj	-	15	-	-	-	° C
过热保护自动重试间隔时间	tTSD, RST	自动重试 仅典型值	-	100	-	-	-	ms

6.5. 过电流保护（OCL）的工作

过电流保护电路是在流过过电流时抑制功耗、以防止 IC 及负载劣化和损坏的电路。当负载发生异常或短路，输出电流超过输出检测电流 ILIMP 时，输出电流被限制为输出限制电流 ILIM，同时降低输出电压，从而限制 IC 及负载所消耗的功率。与后述的短路保护电路一起，可实现针对过电流的双重保护，极大地有助于防止起火和冒烟。图 6.5 显示了 TCKE6 系列在输出电流限制动作时输出电压与电流之间的关系。

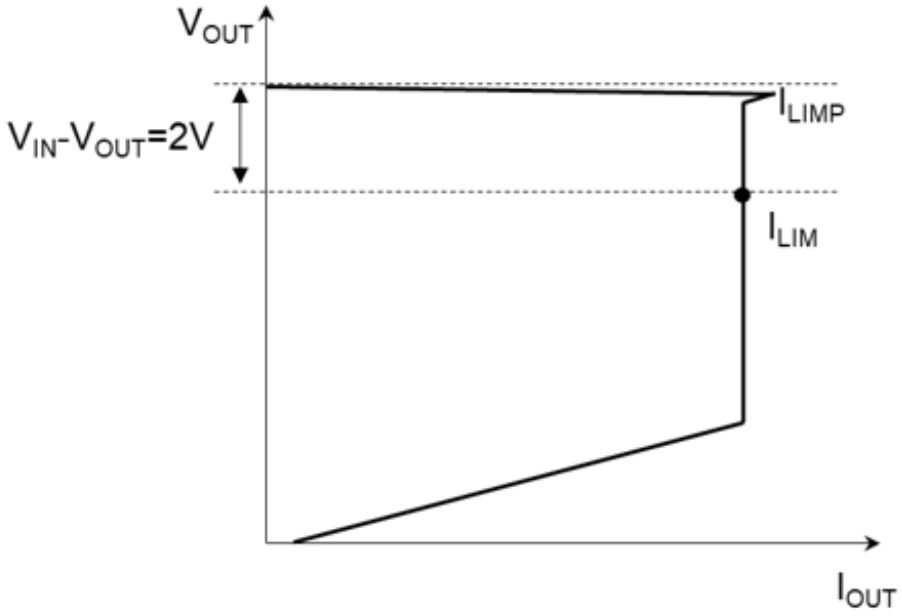


图 6.5 过电流保护动作时的输出电压-电流特性 65

6.5.1. 自动重试型的过电流保护动作

当输出电流值超过 ILIMP 并检测到过电流时，输出电流被限制为 ILIM。此时，输出电压按照输出电压与电流的关系而下降。若在此阶段过电流状态仍未解除，IC 温度将上升，一旦达到过热保护温度，输出即停止并转入关断状态。对于自动重试型，经过一定时间后会恢复工作，但若过电流仍然存在，则会再次限制电流。因此，将反复进行电流限制 → 温度上升 → 过热保护 → 关断 → 温度下降 → 重新启动 → 电流限制这一循环，以尝试恢复。

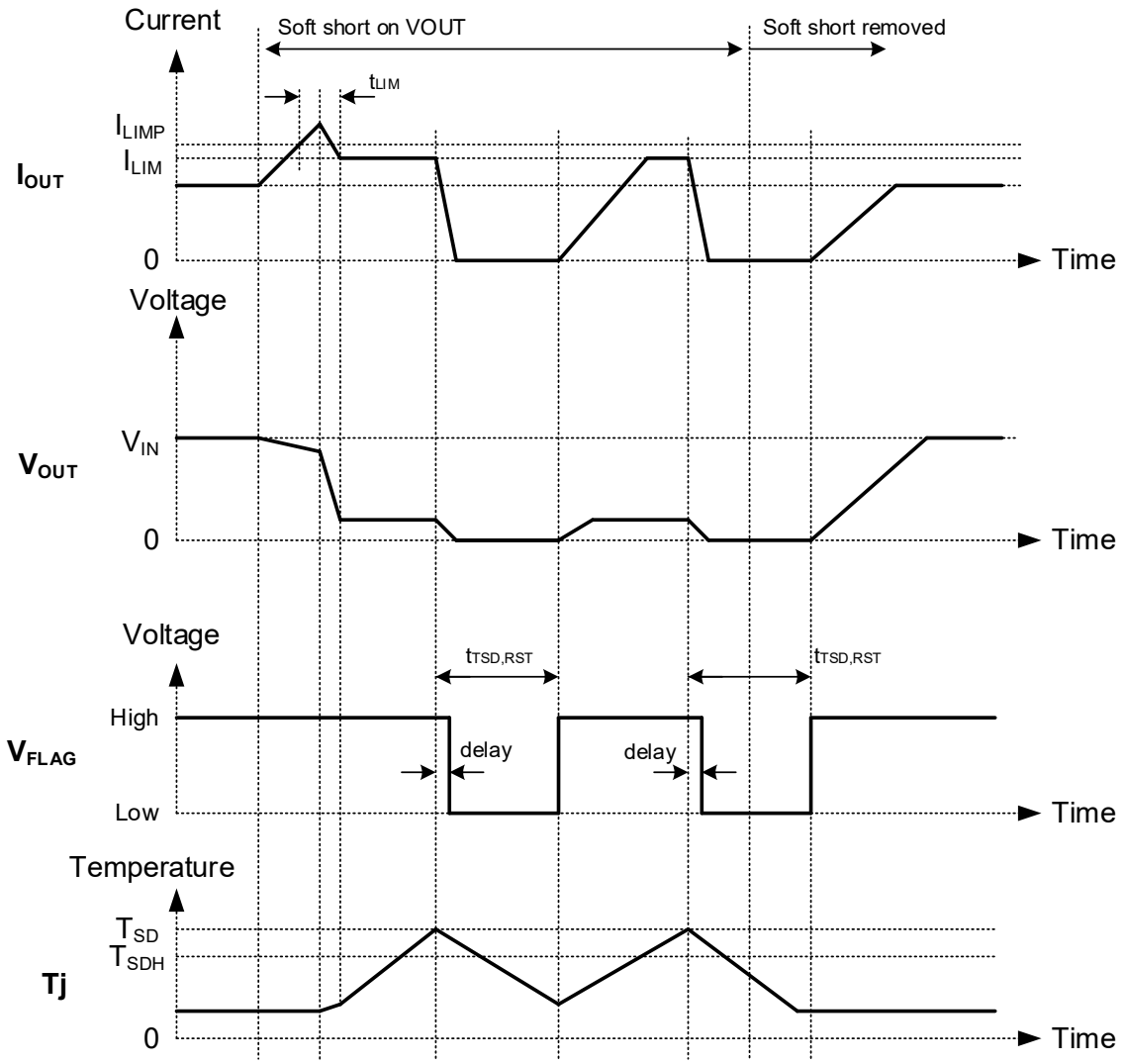


图 6.6 过电流保护动作示例（TCKE601RA）（自动重试型）66

6.5.2. 锁存型的过电流保护动作

与自动重试型相同，当输出电流值超过 ILIMP 并检测到过电流时，输出电流被限制为 ILIM。此时，输出电压按照输出电压与电流的关系而下降。若在此阶段过电流状态仍未解除，IC 温度将上升，一旦达到过热保护温度，输出即停止并转入关断状态。对于锁存型，在过热保护动作时会启动锁存，因此若要恢复工作，需要通过 EN 端子控制信号或重新施加 VIN 来重新启动，在重新启动之前保护动作将持续。

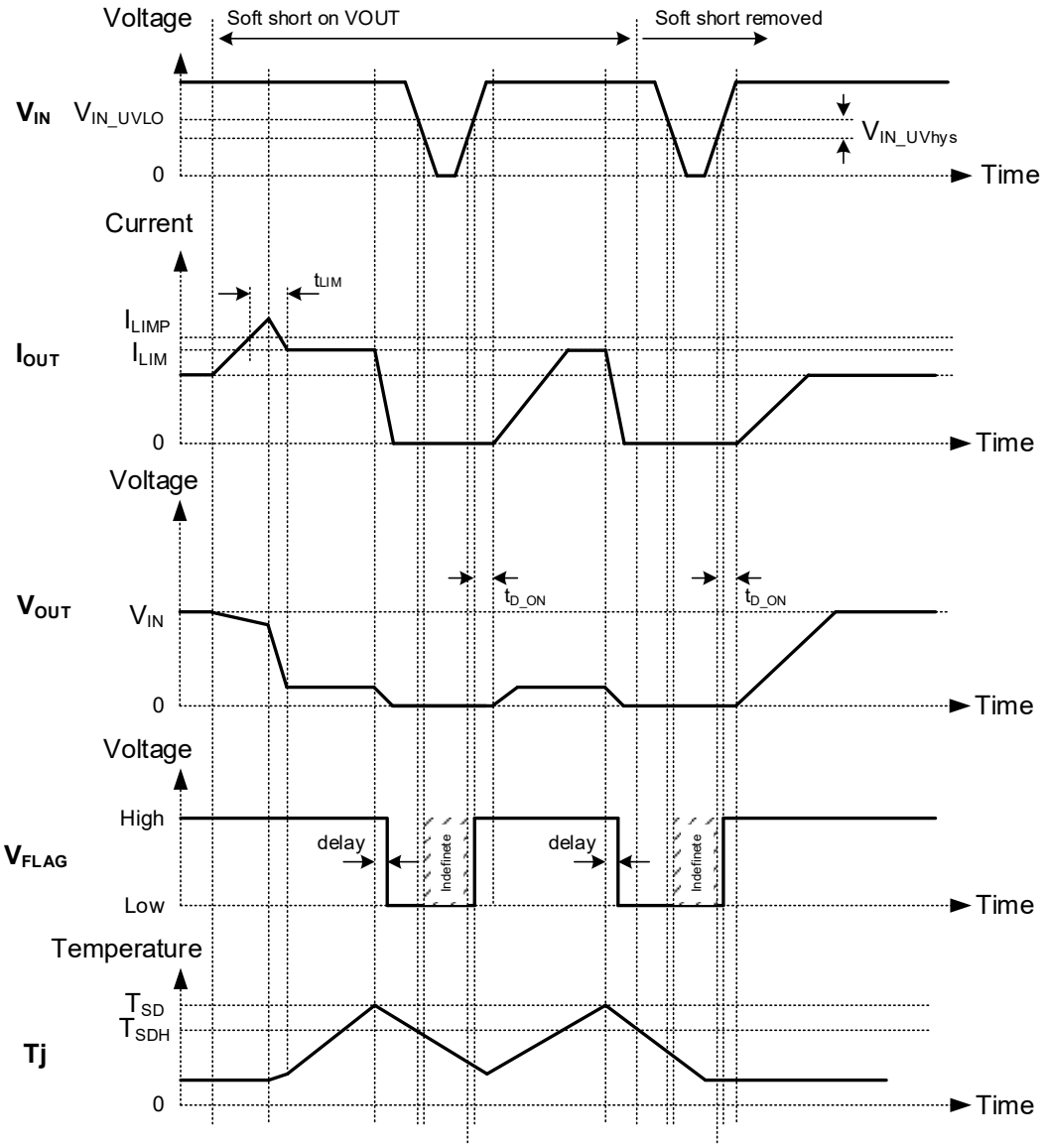


图 6.7 过电流保护动作示例（TCKE601RL）（锁存型）67

6.5.3. 过电流保护电路的设定

TCKE6 系列的输出检测电流 ILIMP 可以调节，通过适当选择 ILIM 端子的外部电阻 RILIM，可根据应用设定最佳的电流限制值。ILIMP 由公式（6-3）决定，但在选择电阻值时请务必使用实际设备进行确认。此外，请确保 RILIM 不低于 5 kΩ。

$$R_{ILIM} = \frac{29275}{I_{LIMP}+0.0374} \quad (\Omega) \qquad (6-3)$$

ILIMP : 输出检测电流 (A)
RILIM : ILIM 端子外部电阻值 (Ω)

图 6.8 和图 6.9 分别显示了 ILIM 端子的外围电路图以及 ILIMP 与 RILIM 之间的关系。

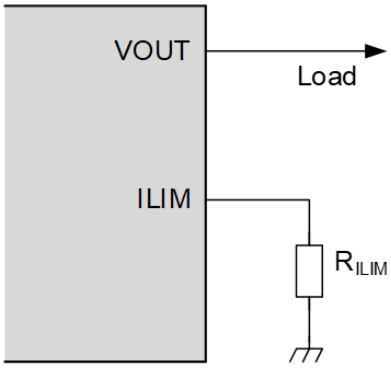


图 6.8 ILIM 端子外围外部电路 68

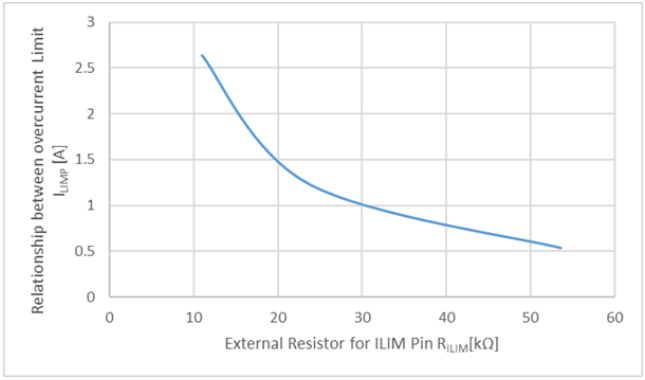


图 6.9 ILIM-RILIM 特性示例 69

表 6.4 数据手册中记载的过电流保护（OCL）规格 64

VIN = 24 V

项目	符号	测量条件	Ta = 25 °C			Ta = -40 to 125 °C		单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	最大值	
输出限制电流（注 1）	ILIM	RILIM = 11 kΩ, VIN - VOUT = 2 V	-	2.40	-	1.84	2.98	A
		RILIM = 23.7 kΩ, VIN - VOUT = 2 V	-	0.96	-	0.65	1.36	A
		RILIM = 53.6 kΩ, VIN - VOUT = 2 V	-	0.35	-	0.18	0.57	A
		RILIM = 开路, VIN - VOUT = 2 V	-	0.06	-	-	-	A
输出检测电流（注 1）	ILIMP	RILIM = 11 kΩ	-	2.70	-	2.06	3.26	A
		RILIM = 23.7 kΩ	-	1.28	-	0.90	1.72	A
		RILIM = 53.6 kΩ	-	0.58	-	0.32	0.96	A
		RILIM = 开路	-	0.19	-	-	-	A

注 1：设计保证值

6.6. 短路保护电路的工作

短路保护电路是指当电源线或负载因某种异常而发生短路时停止工作、防止过大电流流过的电路。在 TCKE6 系列中，若输出电流在极短时间内达到输出限制电流 ILIM 的 1.9 倍（典型值），电路即判定为短路并启动该保护电路。TCKE6 系列采用了超高速短路保护电路技术（Fast trip circuit），可在短路发生后的 tSHORT（参见图 6.10：1 μs（典型值））内启动保护电路。

6.6.1. 自动重试型的 VOUT 短路保护动作

当 VOUT 端子发生短路、输出电流达到输出限制电流 ILIM 的 1.9 倍时，即判定 VOUT 短路并停止输出。之后通过软启动恢复工作，但若 VOUT 电压仍保持在短路判定电压（1.7 V（典型值））以下，则持续被判定为 VOUT 短路，并转入关断状态。经过一定时间后会恢复工作，但若 VOUT 短路未解除，则会再次关断。自动重试型会如此反复进行恢复尝试。

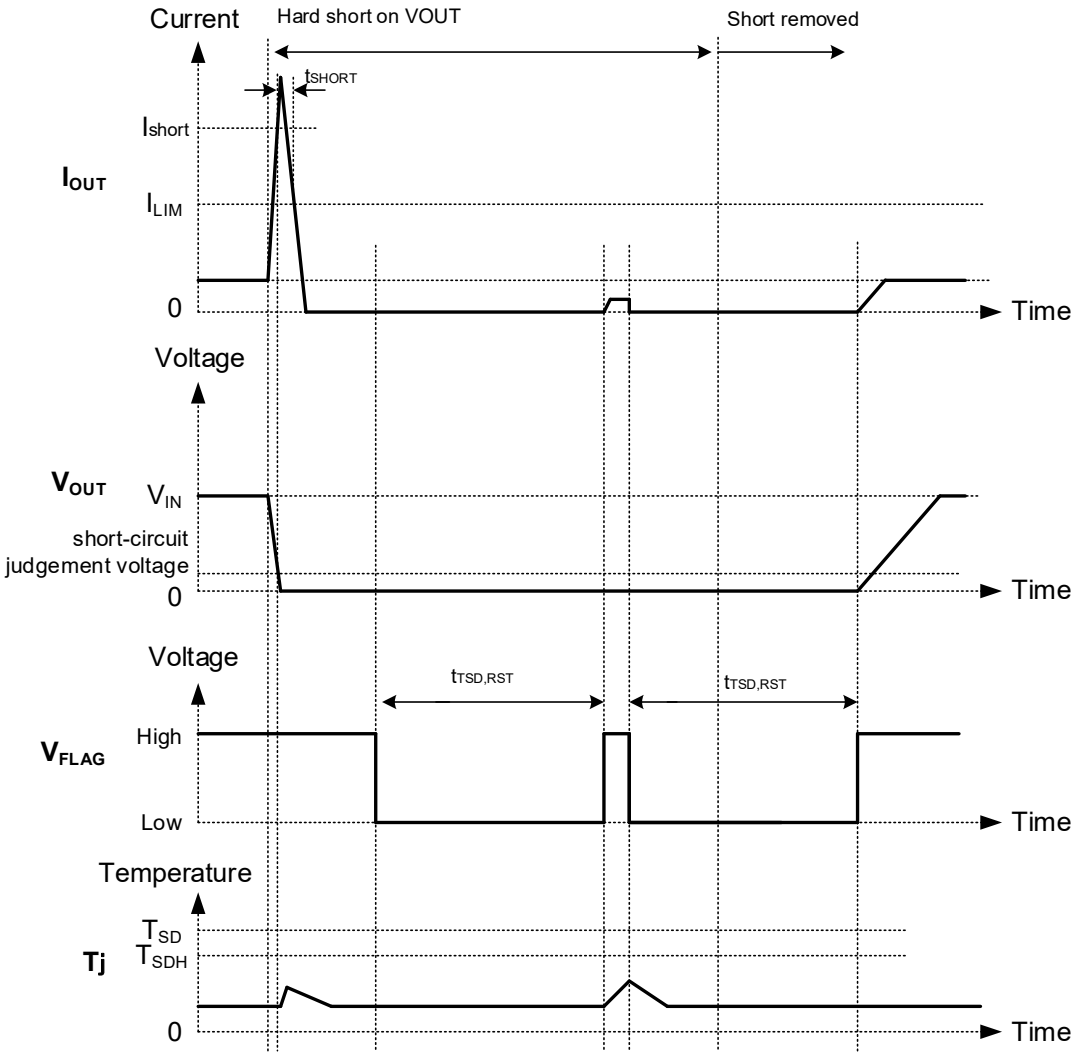


图 6.10 短路保护与过电流保护 610
动作示例（TCKE601RA）（自动重试型）

6.6.2. 锁存型的 VOUT 短路保护动作

与自动重试型相同，当 VOUT 端子发生短路、输出电流达到输出限制电流 ILIM 的 1.9 倍时，即判定 VOUT 短路并停止输出。之后通过软启动恢复工作，但若 VOUT 电压仍保持在短路判定电压 1.7 V（典型值）以下，则持续被判定为 VOUT 短路，并转入关断状态。若要恢复，与自动重试型不同，需要通过 EN 端子控制信号或重新施加 VIN 来重新启动。在重新启动之前，保护动作将持续。

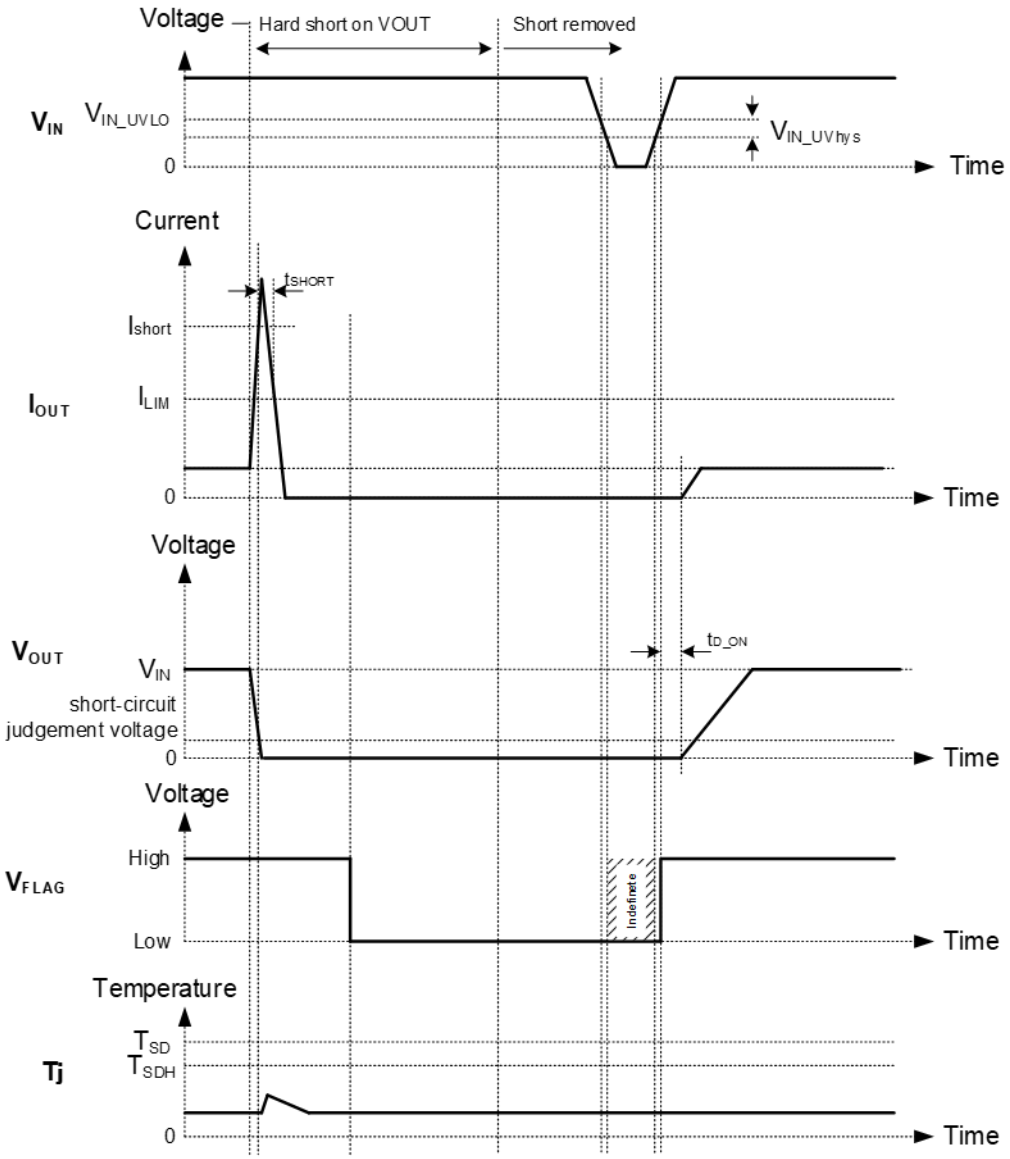


图 6.11 短路保护与过电流保护动作示例（TCKE601RL）（锁存型）611

6.7. 压摆率控制功能（浪涌电流抑制功能）的工作

输出接通时，会流过用于对负载侧所连接电容充电的浪涌电流。若该电流过大，过电流保护电路将动作，导致输出无法上升，或引起输入电压下冲和输出电压过冲。为防止上述情况，通过控制输出电压上升时的压摆率来限制浪涌电流，这就是浪涌电流抑制电路。TCKE6 系列的输出上升时间 tr 固定为 150μs（典型值）。图 6.12 显示了利用该电路限制浪涌电流时的输出电压上升及浪涌电流波形。图 6.13 显示了对 TCKE601RL 施加电源时的输出电压上升及浪涌电流波形。

TCKE603RL, VIN = 24 V, EN = L to H, COUT = 1 μF, Ta = 25°C

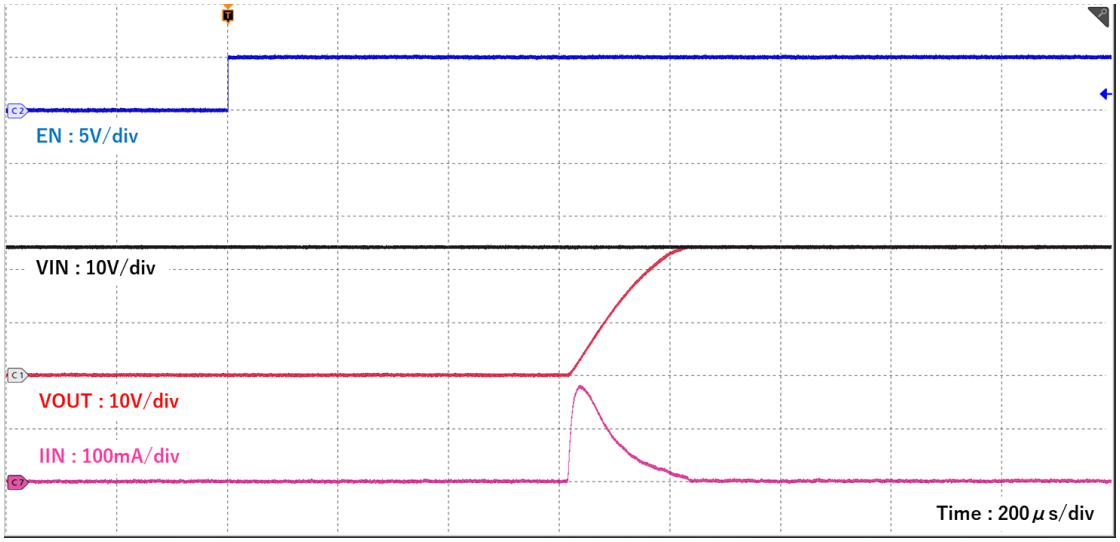


图 6.12 压摆率控制功能电路的工作波形 612

TCKE601RL, VIN = 24 V, COUT = 1 μF, Ta = 25°C

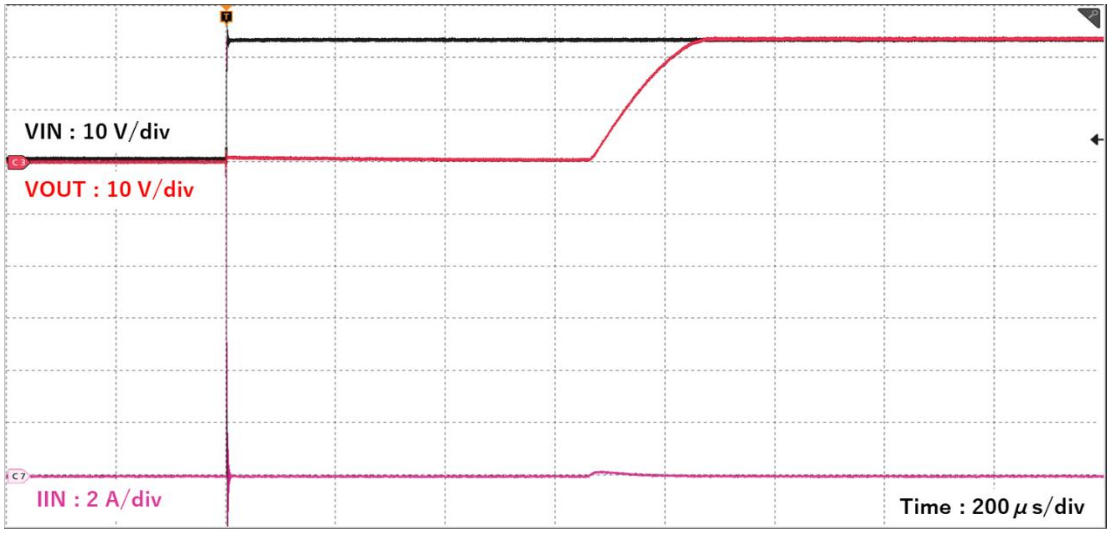


图 6.13 电源接通时压摆率控制功能电路的工作波形 613

6.8. FLAG 端子（仅 TCKE601RA/TCKE601RL）

TCKE601RA/TCKE601RL 具有 FLAG 功能。FLAG 电路在过电压保护、短路保护、过热保护或欠压锁定功能动作时，向 IC 外部输出诊断信号，将 FLAG 端子输出由 High 变为 Low，以表示系统发生了异常。FLAG 端子为开漏结构，因此请外接上拉电阻后使用（图 6.14）。

请在充分考虑灌入电流（最大额定值）后选择 FLAG 端子的上拉电阻。作为参考，推荐使用 10 kΩ。此外，请在使用实际设备充分评估后确定合适的电阻值。

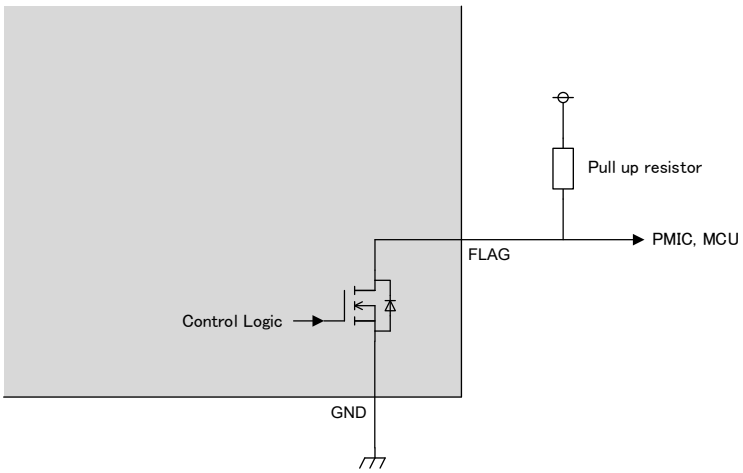


图 6.14 FLAG 端子等效电路 614

表 6.5 FLAG 输出对象功能及动作 65

异常模式	FLAG 输出	IC 动作
过热	有	关断
VIN 过电压	有	关断
VIN 低电压	有（注 2）	关断
IOUT 过电流	-	IOUT 电流限制
VOUT 短路	有	关断
ILIM 引脚短路	-	关断

注 2：若 VIN 低于内部工作电压（2.2 V（典型值）），则不会输出 FLAG。

6.9. MODE 端子（仅 TCKE602RM）

在 TCKE602RM 中，通过切换 MODE 端子可以更改恢复模式。输入 High 电平时，恢复动作类型为自动重试型；输入 Low 电平或开路时，恢复动作类型为锁存型。MODE 端子的导通/关断阈值电压具有滞回特性，因此请将控制信号的 High 电平设定为 1.1 V 以上，Low 电平设定为 0.4 V 以下。请勿在 IC 工作过程中切换 MODE 端子。

6.10. EN 端子（仅限 TCKE603）

TCKE603RA/TCKE603RL 配备了 EN 端子，可通过该端子控制 TCKE6 系列的工作。请从外部将控制信号直接输入至 EN 端子（参见图 6.15）。EN 端子的 ON/OFF 阈值电压具有滞后特性，因此请将控制信号的高电平设置为 1.1 V 以上，低电平设置为 0.4 V 以下。

此外，TCKE603RA/TCKE603RL 的 EN 端子上连接有如图 6.16 所示的窗口比较器。窗口比较器具有 VREF_P 和 VREF_N 两个阈值，因此即使输入了叠加有抖动或振铃的不稳定控制信号，也能获得如图 6.17(b) 所示的稳定输出。相比之下，对于输入仅具有一个阈值的普通反相器，输出可能会如图 6.17(a)

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

所示发生误动作。

请注意，TCKE603RA/TCKE603RL 在 IC 内部内置了下拉电阻 REN，当 EN 端子开路时，EN 被控制为低电平。

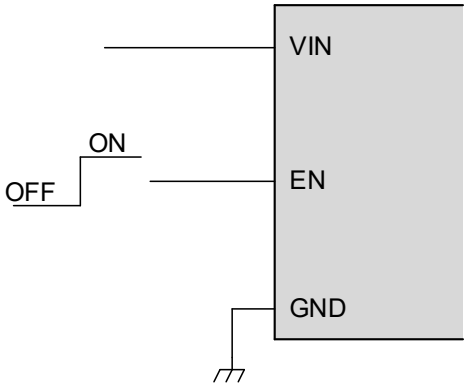


图 6.15 EN 端子连接示例（外部控制）615

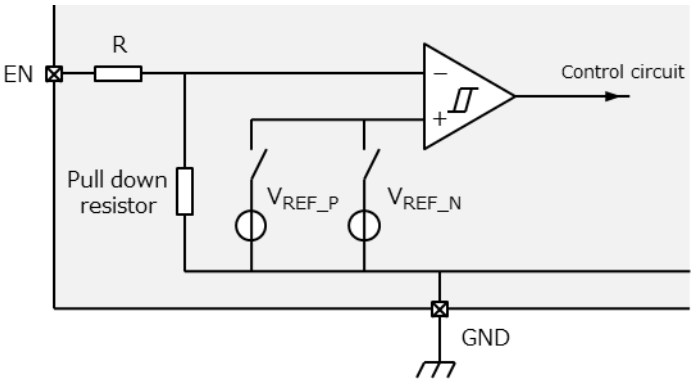


图 6.16 EN 端子等效电路 616

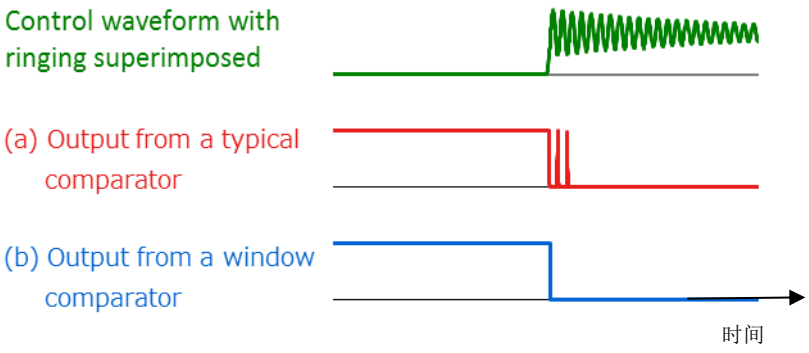
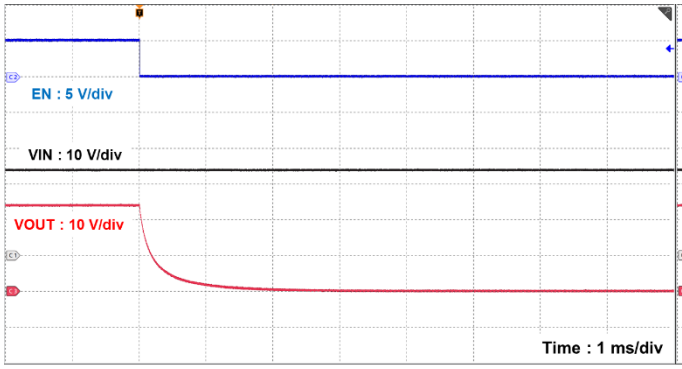


图 6.17 普通比较器与窗口比较器的动作 617

6.11. 输出放电功能

TCKE6 系列在 IC 内部设有放电电阻 RDIS，当 IC 关断时对输出电容进行放电。图 6.18 所示为 TCKE6 系列的输出放电波形。当 IC 关断时，内部的放电 MOSFET 导通，使输出电压降至 0 V。在初始状态下，放电 MOSFET 工作在饱和区，进行恒流放电。之后，当该 MOSFET 进入线性区时，即切换为电阻放电。

VIN = 24 V, EN = H to L, COUT = 1 μF, ROUT = 1 kΩ, Ta = 25 °C



VIN = 24 V, EN = H to L, COUT = 10 μF, ROUT = 1 kΩ, Ta = 25 °C

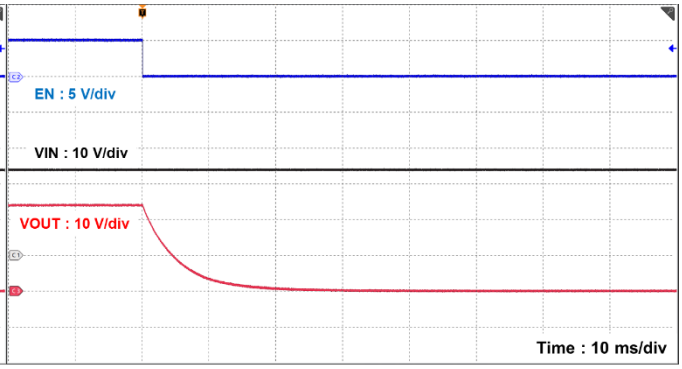


图 6.18 输出放电波形 618

7. TCKE6 系列的应用示例

以下列举了一些应用示例。

- 扫地机器人

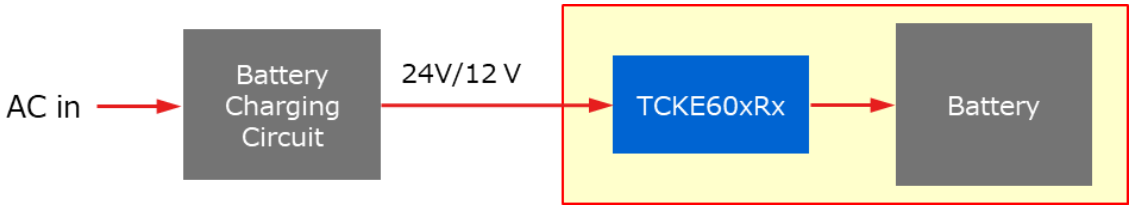


图 7.1 在扫地机器人中的应用 71

- 商用打印机



图 7.2 在商用打印机中的应用 72

8. 使用注意事项

如果在启动时将本产品用于非容性负载，请注意以下几点。

- 启动本 IC 时，请确保负载电流低于输出限流值 ILIM。
- 当 Ta = -10° C 以下时，请在 VOUT 上升至少 100 mV 之后再施加电流，然后使 VOUT 上升。

- 关于输入/输出电容

本产品可以使用陶瓷电容，但根据种类不同，有些电容的温度特性变化非常大。选择电容时，请充分考虑使用环境。如果输出电容较大，浪涌电流可能导致发热并触发 IC 的过热保护功能，从而无法启动输出，因此请务必在实际设备上进行确认。

- 关于安装

如果 IC 与输入/输出电容之间的距离较长，布线电阻和 L 成分的阻抗可能会影响相位补偿。为了实现更稳定的电源，请将输入/输出电容尽可能靠近 IC 安装，并尽量加大 VIN 和 GND 的布线图形，以将布线阻抗降至最低。

- 关于允许损耗

在实际使用中，请针对预期的最大允许损耗，尽可能留有余量地设计电路板布线图形。此外，在使用本产品时，请考虑环境温度、输入电压、输出电流等参数，并针对最大允许损耗进行适当降额设计。

- 关于保护电路

本产品配备了过流保护电路和过热保护电路，但并不保证器件始终在绝对最大额定值范围内工作。根据使用条件的不同，可能会对产品规格或可靠性保证产生影响。使用本器件时，请考虑上述内容以及本公司《半导体可靠性手册》等资料中记载的绝对最大额定值的降额使用，确保在任何情况下都不超过绝对最大额定值。此外，建议在整机中采取故障安全（fail-safe）等充分的安全措施。

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

9. 总结

以上介绍了 TCKE6 系列的使用方法及基本保护功能。TCKE6 系列不仅能够切断异常大电流，还能在过压、过热等各种异常状态下保护 IC 和设备。此外，它还具备浪涌电流抑制以及低电压时防止误动作等便捷功能。这些功能对提高电子设备的可靠性有很大帮助。希望您参考本资料灵活运用 TCKE6 系列，实现设备的高性能化、小型化以及总成本的降低。

- eFuse IC 产品页面请见此处 → 点击此处
- eFuse IC 参数检索请见此处 → 点击此处
- eFuse IC FAQ 请见此处 → 点击此处
- eFuse IC 购买页面请见此处 → 点击此处

（注）文中的公司名称、产品名称和服务名称可能是各自公司的商标。

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

产品使用限制

东芝公司及其子公司和关联公司统称为“东芝”。
本文档中所述的硬件、软件和系统统称为“产品”。

- 东芝保留在不另行通知的情况下变更本文档中的信息及相关产品的权利。
- 未经东芝事先书面许可，不得复制本文档及其中的任何信息。即使获得东芝的书面许可，也仅允许在不作任何更改/删减的情况下进行复制。
- 尽管东芝持续致力于改善产品的质量和可靠性，但产品仍可能发生误动作或故障。客户有责任遵守安全标准，并为其硬件、软件和系统提供适当的设计与安全防护措施，以将风险降至最低，避免因产品的误动作或故障而导致人身伤亡或财产损失（包括数据丢失或损坏）的情况发生。在客户使用本产品、进行包含本产品的设计或将本产品应用于自身用途之前，客户还必须参考并遵守：(a) 东芝所有相关信息的最新版本，包括但不限于本文档、产品的规格书、数据表和应用说明，以及《东芝半导体可靠性手册》中规定的注意事项和条件；(b) 与本产品配套使用或用于该用途的应用的使用说明。客户应对其自身产品设计或应用的各个方面承担全部责任，包括但不限于：(a) 判定在此类设计或应用中使用本产品是否适当；(b) 评估并确定本文档或图表、图示、程序、算法、应用电路示例或任何其他参考文件中所含信息的适用性；以及 (c) 验证此类设计和应用的所有工作参数。东芝对客户的产品设计或应用不承担任何责任。
- **本产品既不适用于也不保证可用于要求极高质量和/或可靠性的设备或系统，以及其误动作或故障可能导致人身伤亡、严重财产损失和/或严重公共影响的设备或系统（“非预期用途”）。除本文档中明确说明的特定用途外，非预期用途包括但不限于：核设施使用的设备、航空航天行业使用的设备、救生和/或生命维持医疗设备、汽车、列车、船舶及其他运输工具使用的设备、交通信号设备、用于控制燃烧或爆炸的设备、安全装置、电梯和自动扶梯以及与发电厂相关的设备。如果您将本产品用于非预期用途，东芝对本产品不承担任何责任。详情请联系东芝销售代表，或通过本公司网站与我们联系。**
- 请勿对本产品的全部或部分进行拆解、分析、逆向工程、变更、修改、翻译或复制。
- 本产品不得用于或装入依据任何适用法律法规禁止制造、使用或销售的任何产品或系统中。
- 本文所含信息仅作为本产品使用的指导而提供。对于因使用本产品而可能导致的对第三方专利或任何其他知识产权的侵害，东芝概不承担责任。本文档不以明示、默示、禁止反言或其他任何方式授予任何知识产权的许可。
- **在没有签署书面协议的情况下，除本产品相关销售条款与条件中另有规定外，并在法律允许的最大范围内，东芝 (1) 不承担任何责任，包括但不限于间接的、后果性的、特殊的或附带的损害或损失，包括但不限于利润损失、机会损失、业务中断和数据丢失；(2) 不作任何与销售、本产品的使用或信息相关的明示或默示的保证和条件，包括适销性、特定用途适用性、信息准确性或不侵权的保证或条件。**
- 请勿将本产品或相关软件、技术用于或以其他方式提供用于任何军事目的，包括但不限于核武器、化学武器或生物武器或导弹技术产品（大规模杀伤性武器）的设计、开发、使用、储存或制造。本产品及相关软件和技术可能受适用的出口法律法规管制，包括但不限于日本《外汇及外国贸易法》和美国《出口管理条例》。除符合所有适用的出口法律法规外，严禁出口和再出口本产品或相关软件或技术。

- 有关本产品的 RoHS 符合性等环境事项的详细信息，请联系东芝销售代表。请在遵守所有规范受控物质的含有或使用的适用法律法规（包括但不限于欧盟 RoHS 指令）的前提下使用本产品。对于因不遵守适用法律法规而造成的损害或损失，东芝不承担任何责任。

© 2025
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, lifesaving and/or life supporting 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, and devices related to power plant. **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.**

Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation
https://toshiba.semicon-storage.com/

© 2025
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation