



专题

可解决传统熔断器缺陷的电子熔断器

近年来，电子熔断器获得了越来越多的关注，业界对此类解决方案的需求也在不断增加。传统的玻璃管熔断器、片式熔断器和聚合物熔断器很容易受到环境温度和其他使用条件的影响，而且熔断电流的精确度较低。此外，响应速度也很慢。近年来，由于电子系统的小型化和系统性能提高的需要，这些问题的影响显得越来越严重。还有一个需要考虑的重要因素，就是传统的熔断器在熔断之后必须进行维修或更换。此外，现在还要求新一代的熔断器具有更先进的功能，以符合IEC62368-1标准（与ICT和AV设备相关的新安全标准）。

电子熔断器是集成电路（IC）。MOSFET用于电压-电流检测电路、控制电路和电流通路的通断。因为它们是集成电路，所以在紧凑的封装内集成了许多高精度和快速响应的功能模块，包括过流、过电压、短路、过热保护等。传统的熔断器基本上只是切断电流通路，而电子熔断器却能提供许多保护和控制功能，从而能更容易地获得IEC62368-1认证。电子熔断器能够克服传统熔断器的相关缺陷。

[内容链接](#)

[eFuse IC的三大优点](#)

[eFuse IC是什么？](#)

[eFuse IC的应用有哪些？](#)

[eFuse IC的电路示例](#)

为什么电子熔断器备受关注?



为什么电子熔断器最近备受关注?

随着近期设备性能的提高以及符合新安全标准的需要，传统熔断器的缺陷变得更加明显。具有优异性能和多种保护功能的电子熔断器正在受到广泛地关注。电子熔断器也称为半导体熔断器，因为它们实际上是集成电路。东芝将其开发生生产的电子熔断器称为 eFuse IC。



说实话，我只知道熔断器是在有过电流流经电源时防止冒烟和起火的器件。我这么说对吗?

你说的这些是熔断器的最基本的作用，在电子电路中使用的熔断器有好几种类型，它们的特性是不一样的。电子电路中使用的典型熔断器的特性可简要归纳如下。

	电子熔断器 东芝eFuse IC	聚合物熔断器 (聚合物开关/可恢复式 熔断器)	片式熔断器	玻璃管熔断器
保护方法	通过MOSFET管开关来关断	通过增加电阻来限制电流	熔断导电的熔断体	熔断导电的熔断体
保护速度	150ns (典型值)	几百毫秒到几秒	几秒	几秒
重复使用	可以	可以	不可以	不可以

* TCKE8xx系列示例。速度因产品而异。

除电子熔断器以外，典型例子还有聚合物熔断器、片式熔断器和玻璃管熔断器。聚合物熔断器有时也被称为聚合物开关或可恢复式熔断器。二者之间的第一个主要区别是，它们是否可以重复使用。片式熔断器和玻璃管熔断器不可重复使用，因为它们是通过熔断导电的熔断体来提供保护的。但是，电子熔断器和聚合物熔断器是可以重复使用的。此外，电子熔断器还具有快速保护的功能特点。



所以，电子熔断器可以重复使用，并且它们的响应速度绝大部分都比较快，对吗?

是的。这是电子熔断器（接下来我把它们称作eFuse IC）的一个很大的优势，使其区别于其它熔断器。也是它们如此具有吸引力的原因所在。

eFuse IC的三大优点



eFuse IC有哪些优势是传统熔断器无法实现的？



eFuse IC的三大优点如下。

- 优点1：由于采用半导体结构，eFuse IC可重复使用
- 优点2：与传统熔断器相比，它们具有卓越的保护性能
- 优点3：减少了新安全标准IEC62368-1的认证工作*

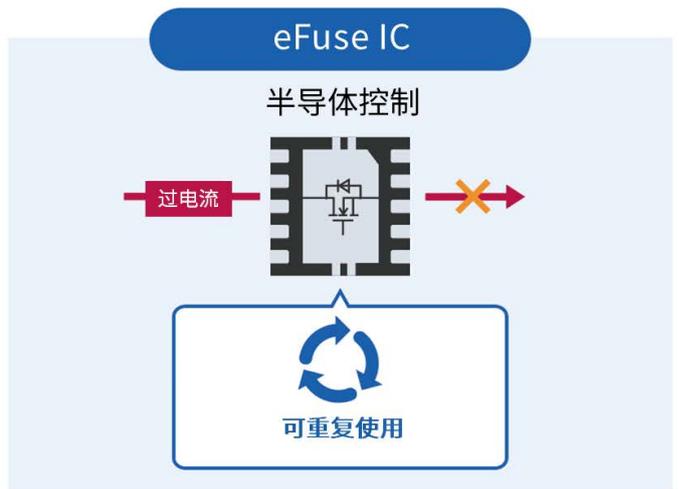
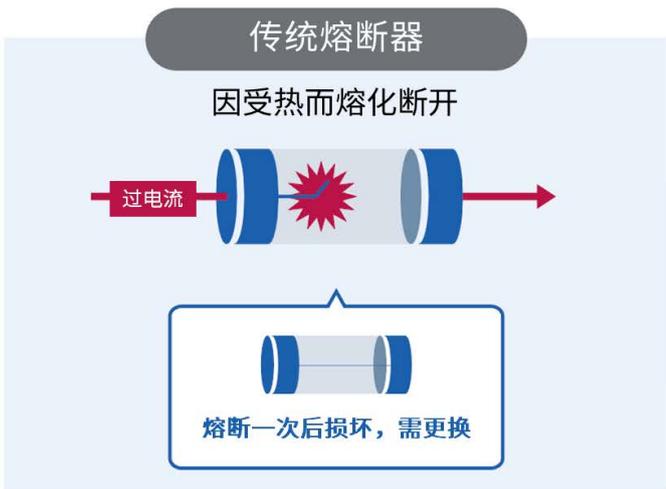
优点1：由于采用半导体结构，eFuse IC可重复使用

我想你已经了解了它们的第一个优点——可重复使用。在传统的熔断器中，片式熔断器和玻璃管熔断器在断开保护时，导电的熔断体会熔断或被破坏，因此永远无法再次使用。但是，eFuse是一个半导体IC，其关断操作是通过打开和关闭内置的MOSFET来实现的，因此它可以重复使用。你能看出这将是一个多么大的优势吗？



我认为“断开”一词指的是我们常说的“熔断器烧了”。熔断器熔断后，我们需要更换新的熔断器，对吗？

对。但是，更换零件是一个相当大的挑战，因为你不仅要考虑要更换零件的成本，还要考虑所相关工作量和时间。eFuse是不需要更换的，所以它的好处是可以为我们节省这方面的成本和时间。



优点2：与传统熔断器相比，它们具有卓越的保护性能

第二个优点是“与传统熔断器相比，它们具有卓越的保护性能”，意思就是该熔断器具有一些传统熔断器无法实现的保护功能。因为，eFuse是IC。下面是比较总结图表。



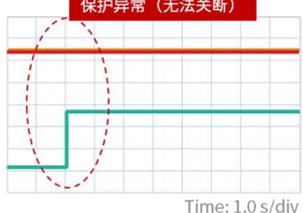
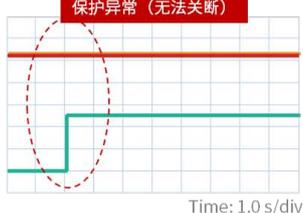
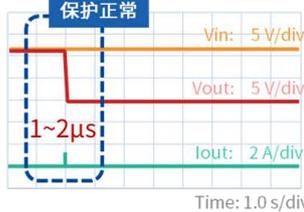
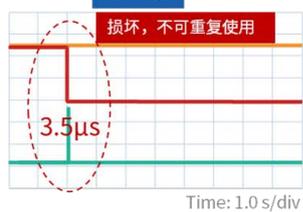
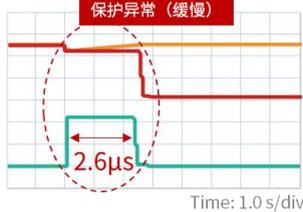
	半导体熔断器eFuse IC	玻璃管熔断器	片式熔断器	聚合物熔断器
可重复使用性	✓	—	—	✓
过流保护速度和精度	✓	—	—	—
其他保护功能 (短路、过压、冲击电流、热)	✓	—	—	—
环境温度的影响	✓	—	—	—
单一安装面积	✓	—	✓	—
总安装面积 (包括保护电路)	✓	—	—	—
部件单位成本	✓	✓	✓	—
总成本 (包括功能和维护)	✓	—	—	—

除了可重复使用外，eFuse在过流保护方面具有无可比拟的速度和精度，这是熔断器最基本的功能。此外，它还具有物理熔断器所不具备的其它保护功能。我将在后面对各种保护功能进行详细说明。



正如您在关注“保护速度”的原因中所提到的，它的差别能有多大呢？

下面我将通过波形图来进行解释，对熔断器的基本功能（即过流保护速度和精度）进行比较。

	 半导体熔断器 eFuse IC [TKCE812NL]	 聚合物熔断器	 片式熔断器
额定电流	3A (设定)	3A (额定)	3A (额定)
过流保护操作检查 (5A电流)	保护正常 	保护异常 (无法关断) 	保护异常 (无法关断) 
过流保护操作检查 (10A电流)	保护正常 1~2μs 	保护正常 损坏, 不可重复使用 3.5μs 	保护异常 (缓慢) 2.6μs 

在过流保护方面，eFuse会在超过设定电流限制时通过快速关断来提供保护，而其他熔断器如果超过额定电流时会怎样呢？。上图对3A设定电流/额定电流下的5A和10A过流操作进行了比较。首先，我们可以看到，在5A时，eFuse IC迅速切断电流，但聚合物熔断器和片式熔断器却没有，因为电流仍在流动。这两种产品最终都会在电流达到10A时才切断电流，太慢了。



这是额定值的两倍。我认为这范围确实太宽了。

基本上传统的熔断器都是这样。相比之下，eFuse IC具有非常高的电流精度，能够及时激活保护功能。

另外，根据图3，在“单一安装面积”和“元件单位成本”方面，片式熔断器比eFuse更有优势，对吗？

就单个元件的安装面积而言，eFuse IC目前比片式熔断器略大，而且后者的单个元件成本也更低。但是，我们要从“总体”的角度来考虑尺寸和成本。

您指的是表格中的“总安装面积”还是“总成本”？确实，eFuse IC在这些方面具有巨大的优势，但这究竟意味着什么呢？

举例来说，“总XXX”是指在功能和性能相同的前提下，对安装面积和成本进行比较。eFuse IC具有图中所示的许多内置保护功能，而要在其他熔断器上实现同样的功能，我们需要IC和必要组件来设计和添加保护电路。在安装面积和成本方面，eFuse IC的结构更紧凑，成本更低。

明白了。我们需要着眼于全局，而不是简单地比较单个零件的大小和成本，对吗？所以，eFuse IC在功能、性能和维护等总成本方面肯定是更有优势的。

对的。

优点3：减少了新安全标准IEC62368-1的认证工作



它的最后一个优点是减少了IEC62368-1认证工作。你知道的，所有零部件和设备都需要通过各个国家和各种国际标准与认证。IEC60950-1信息和通信设备安全标准、IEC60065视听设备安全标准都已经废除不用了。新的信息和通信设备以及视听设备安全标准是2020年12月实施的IEC62368-1。因此，设备都需要通过该标准的认证。



我听说要通过认证就必须完成指定的测试和一致性的认证，工作量很大。

是的。许多认证需要花费相当多的时间和费用，例如参加实际的认证检测。但是，如果我们使用已认证过的零件，就能够减少IEC62368-1认证工作。可以查看产品数据表，看它是否已获得认证。

eFuse IC是什么？



实际的eFuse IC究竟是什么样子的？

对于实际的eFuse IC，东芝有两种类型的eFuse IC，即“TCKE712BNL”和“TCKE8xx系列”。我们以TCKE8xx系列为例讲起，这些器件目前正在获得大量的关注。



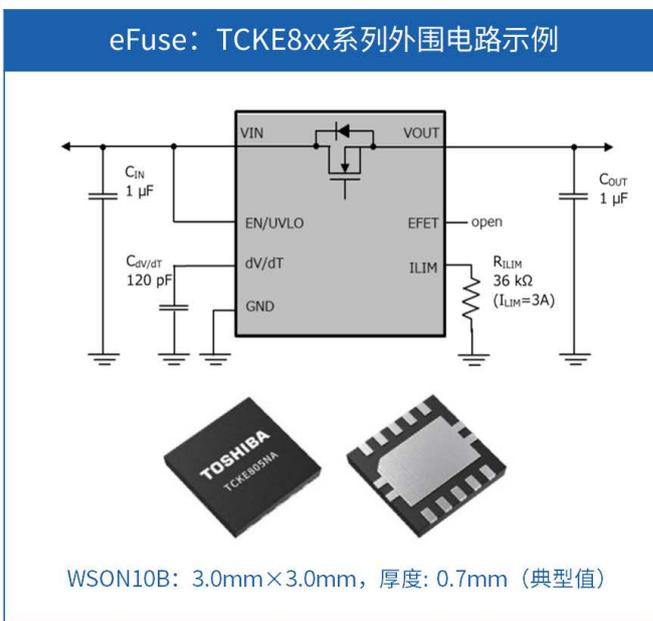
这些器件复杂吗？

它当然有许多保护功能，而且可以调整。但是，在一个小型10引脚封装中，外围组件基本上只是几个电容和电阻。

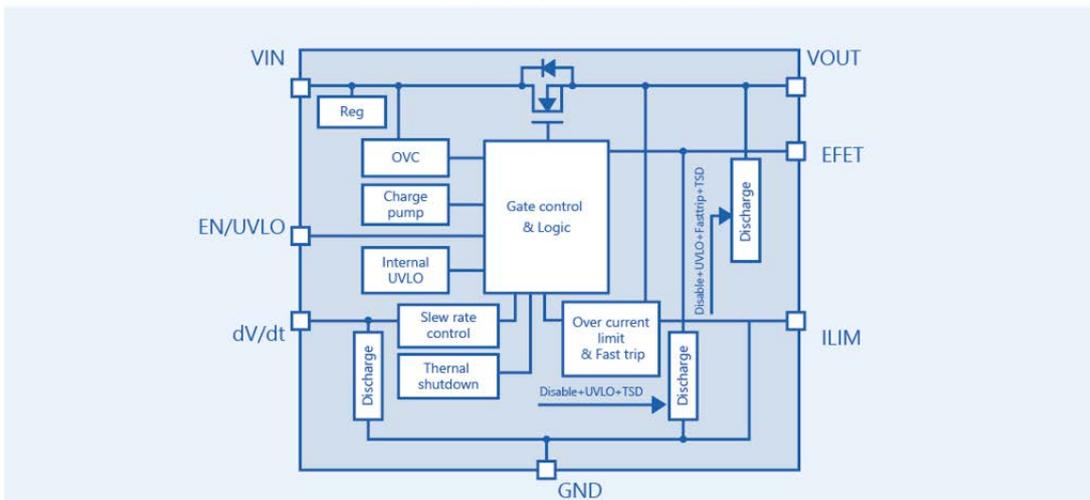
注释：“TCKE8xx系列” eFuse IC概述

TCKE8xx系列eFuse IC最大规格可范围可达18V/5A，并具有过流保护、短路保护、过压钳位、浪涌电流抑制和欠压锁定（UVLO）、热关断以及反向电流阻断功能（可选）。过流保护的电流限制的大小可通过一个外部电阻进行设置。

特性	
高输入电压	18.0V (最大值)
高输出电流	5.0A (直流)
低导通电阻	28mΩ (典型值)
可调过流限制	高达5.0A
内置固定过压钳位电路 *部分产品不具有过电压钳。	<ul style="list-style-type: none"> 5V电源回路=6.04V (典型值) 12V电源回路=15.1V (典型值)
<ul style="list-style-type: none"> 内置浪涌电流抑制电路 内置可调欠压锁定电路 支持反向电流阻断功能 内置热关断电路 内置自动放电功能 恢复操作：有两种（自动重试和锁存） 小型封装 通过IEC62368-1认证 	



eFuse IC TCKE8xx系列内部框图



端子	说明
EN/UVLO	该引脚有两个功能。 一个功能是使能内部MOSFET和EFT端子的输出电压。 另一个是欠压锁定（UVLO）功能，通过一个外部电阻调节关断电压。
ILIM	该引脚可调整过流限制值。 它支持通过ILIM引脚和GND之间的电阻来调整过流限制值。
dV/dT	该引脚调整启动时间。 启动时间根据dV/dT引脚和GND之间的电容来调整。
EFET	这是反向电流阻断N沟道MOSFET的栅极电压输出端子。 在不使用反向电流阻断功能时，该引脚应保持断开。
VIN	电源输入端子
GND	接地
VOUT	输出端子

TCKE8xx系列包括钳位电压和自恢复操作类型选项。钳位电压根据系统电压设置，用于防止过高的电压施加到负载上。有的器件例如5V电源回路的钳位电压为6.04V（典型值），有的器件例如12V电源回路的钳位电压为15.1V（典型值），还有的器件没有过压钳位的功能。

恢复操作有两种。自动重试型自动尝试恢复，直到故障得到解决，而锁存型在热关断操作期间被锁存，待故障得到解决之后，重新施加外部使能控制信号给EN引脚即可恢复。

共有六种产品可供选择：过压钳位型（三种）和恢复操作型（两种）。

产品名称	过压钳位	VEN/UVLO 操作	恢复操作型	实际产品的 丝印显示	封装
TCKE800NA	无	高电平时有效	自动重试型	800NA	WSO10B (3.0mm×3.0mm, 厚度: 0.7mm (典型值))
TCKE800NL	无		锁存型	800NL	
TCKE805NA	6.04V (典型值)		自动重试型	805NA	
TCKE805NL	6.04V (典型值)		锁存型	805NL	
TCKE812NA	15.1V (典型值)		自动重试型	812NA	
TCKE812NL	15.1V (典型值)		锁存型	812NL	

eFuse IC有哪些特点?



当考虑选择一款IC时，数据表的前几页相当重要。

它似乎包含了许多通用的东西，对吗？

是，它包含的将是一些主要信息，但在考虑IC时，数据表的第一页很重要。物理尺寸、最大额定值和工作条件等都需要彻底检查。

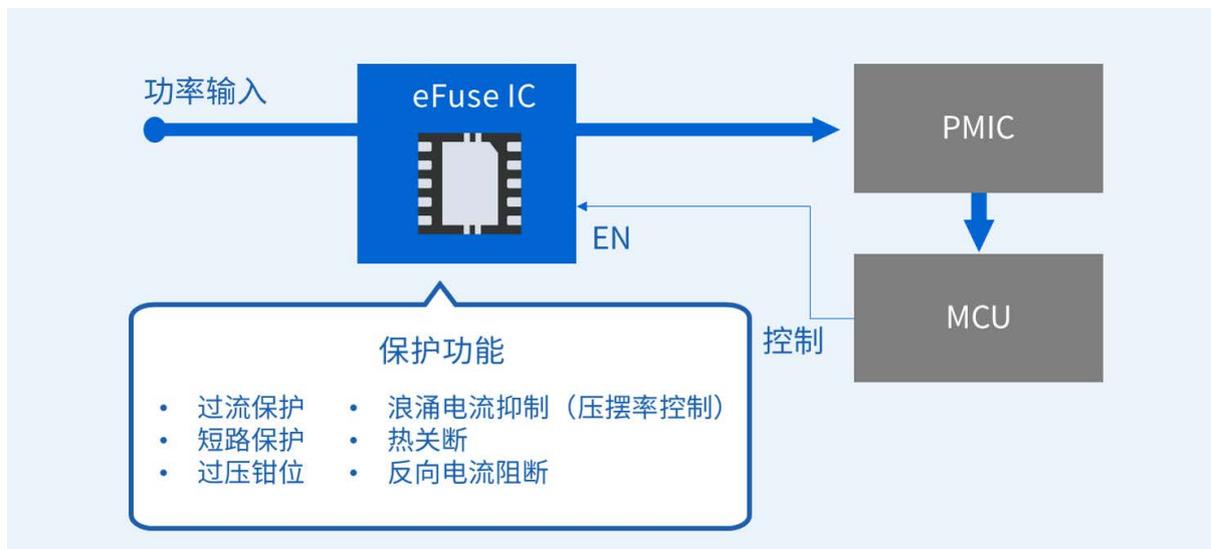
明白了。我下次试着对比一下。

现在我们来解释一下保护功能，这是eFuse IC的关键特性。这部分的说明一般从数据表的中间部分开始。



注释：TCKE8xx系列的保护功能

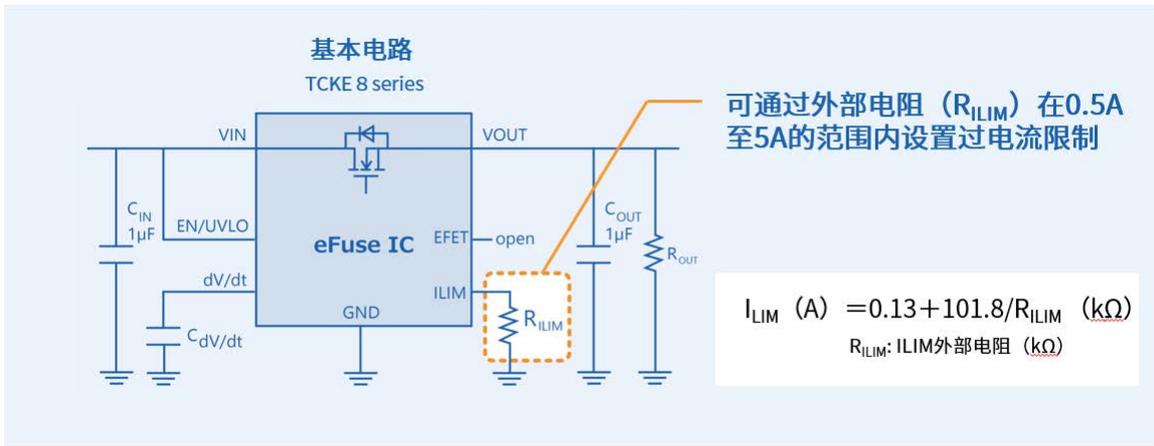
TCKE8xx系列eFuse IC具有以下保护功能。这些功能都是用于保护IC本身及其后级电路（负载电路/器件），以减少损坏的风险。过流保护、短路保护等功能用于检测负载电路/器件的失效或损坏，防止冒烟、火灾或其它形式的损坏。



■ 过流保护功能

过流保护功能对输出电流 I_{OUT} 进行钳位，使其当连接到 V_{OUT} 的负载出现异常或发生短路而导致输出电流 I_{OUT} 增加时，不超过设定的限制值，防止电源供电瞬间中断，同时防止IC本身和负载电路/器件性能下降或损坏的风险。此外，它还具有短路保护功能（稍后描述），当 I_{OUT} 在很短的时间内大幅超过限制电流时，它就会动作。这意味着过流保护功能是双重的。

可通过连接到ILIM引脚的外部电阻RILIM轻松设置过流保护的 I_{OUT} 的大小并使能它。使用TCKE8xx eFuse IC系列，可在很大的电流值范围（从0.5A到5A）内进行设置。RILIM值可根据公式任意设置，提高了电路设计的自由度。



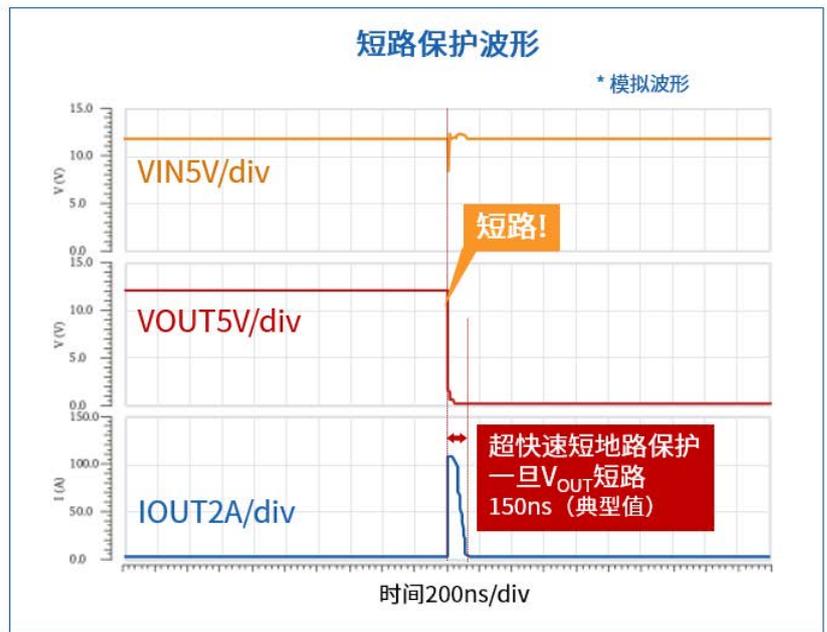
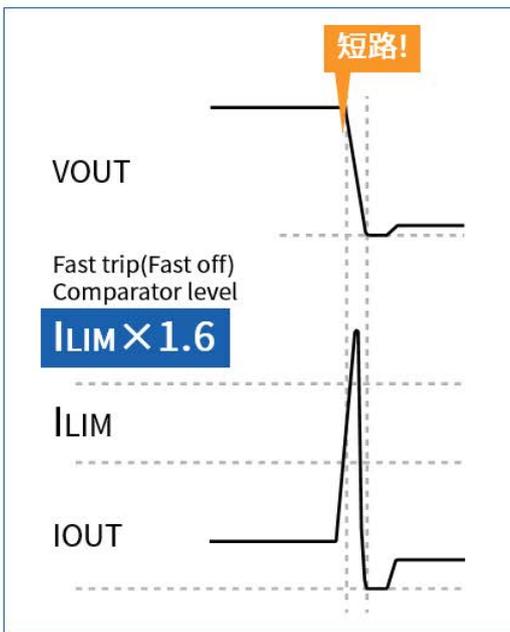
过流保护可以设置吗？设置起来方便吗？

可以。该功能将与短路保护一起考虑，下面会进行说明。过流会增加功率损耗，产生热量，从而损坏器件。因此，过流限制、过流关断和过热限制这三方面保护提高了保护的确定性。



■ 短路保护功能

当连接到TCKE8xx系列eFuse IC的输出VOUT的负载，或者电源IC发生故障并发生短路时，短路保护功能可以防止过流。eFuse IC检测到当输出电流IOUT在很短的时间内超过ILIM引脚的设定输出电流限制的1.6倍时。它将立即关闭内部MOSFET，以切断VIN和VOUT，使得IOUT输出几乎为零。从短路导致的过流开始到切断，切断时间只有150 ns（典型值），非常地快。切断时间越短，对负载器件的损害就越小。快速短路保护特性是衡量电子熔断器性能的一个重要指标。基于东芝先进的短路保护技术，使得TCKE8xx系列eFuse IC具有快速保护的性能。





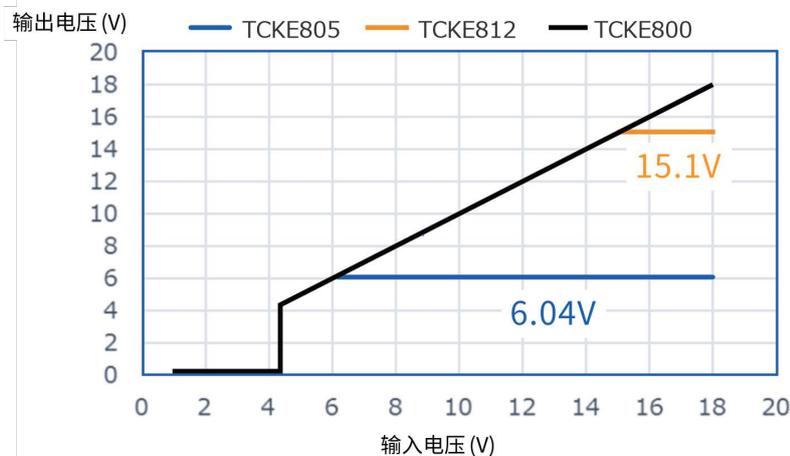
在我看来，过流保护和短路保护是相似的。所以，它们的区别是什么？



当输出电流超过设定限制值时，过流保护就会工作，并继续允许电流在该限制值下流动。而短路保护基本上是在输出短路时使输入电源能提供的最大瞬间电流，所以它在检测到短路后立即切断，使输出电流几乎为零。它们在动作方式上是有很大的区别的。

■ 过压钳位功能

过压钳位功能是将VOUT保持在设定限制值内，并防止过电压作用于后级负载电路/器件。TCKE8系列eFuse IC的输入电压VIN可高达18.0V。但是，有些产品配备了过压钳位电路，以保护负载器件在5V/12V电源回路上使用时不受输入过电压影响（并非所有产品）。适用于钳位到6.04V/15.1V（典型值）并按钳位电压输出的产品。当过压钳位功能使能后，eFuse IC的功耗会产生热量，因此热关断功能的工作方式与过流保护和短路保护相同。



与过高输入电压相反，VIN可能低于eFuse IC的工作电压。

在这种情况下，eFuse IC和后级电路上的IC可能会出现故障，所以还添加了欠压保护的功能（UVLO：欠压锁定）。基于UVLO功能开启的情况下，除非在TCKE8xx系列启动时输入电压VIN为4.15V（典型值）或更高，否则它将不会工作，如果启动后，VIN变得低于3.95V（典型值），它也会停止工作。UVLO阈值可通过在EN/UVLO引脚上连接的外部电阻进行调整/设置。



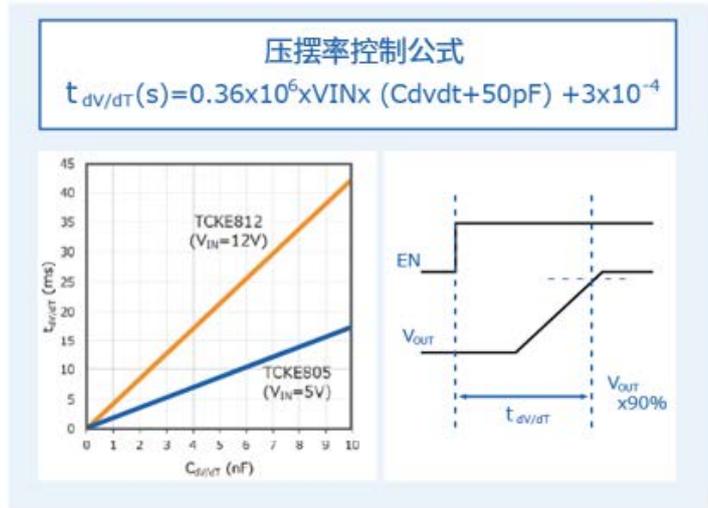
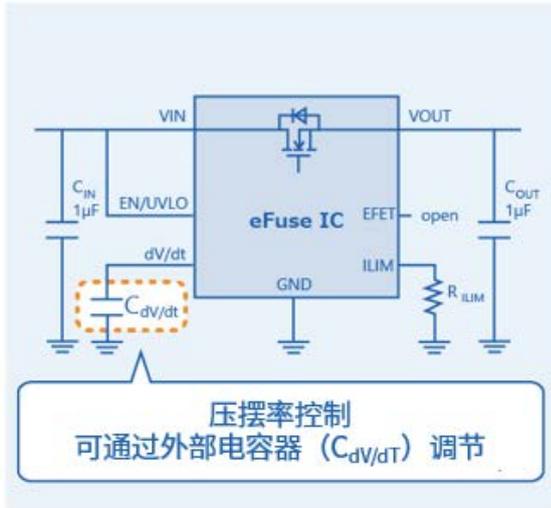
除了输出保护，是否也有输入保护？



有很多情况下，输入电源会产生很大的波动。例如，如果输入电压过高，会有几乎相等的电压通过eFuse IC施加到后级负载器件上，且没有任何保护。如果负载器件损坏并出现过流，此时再限制或切断过流已经为时已晚。因此，过电钳位功能可以保护eFuse IC本身和后级负载器件。

■ 浪涌电流抑制功能（压摆率控制功能）

当eFuse IC内部的MOSFET接通并且输入和输出导通时，充电电流立即流向输出端的电容器。这被称为浪涌电流，如果浪涌电流过大，过流保护电路可能发生错误动作——导致不能启动或输出电压过于冲高。抑制浪涌电流的功能可控制输出电压上升（压摆率），以限制到电容器的浪涌电流，从而防止这些问题的出现。对于TCKE8xx系列eFuse IC，在dV/dT引脚处放置一个外部电容器，可控制输出电压压摆率，因此可以根据电路的要求优化启动。外部电容器的电容值可以轻松地通过数据表中的公式或图表计算出来。



在启动波形中，VOUT的上升压摆率得到了控制，逐渐上升，所以到输出端电容器的充电电流也逐渐增加，这说明浪涌电流得到了充分的抑制。



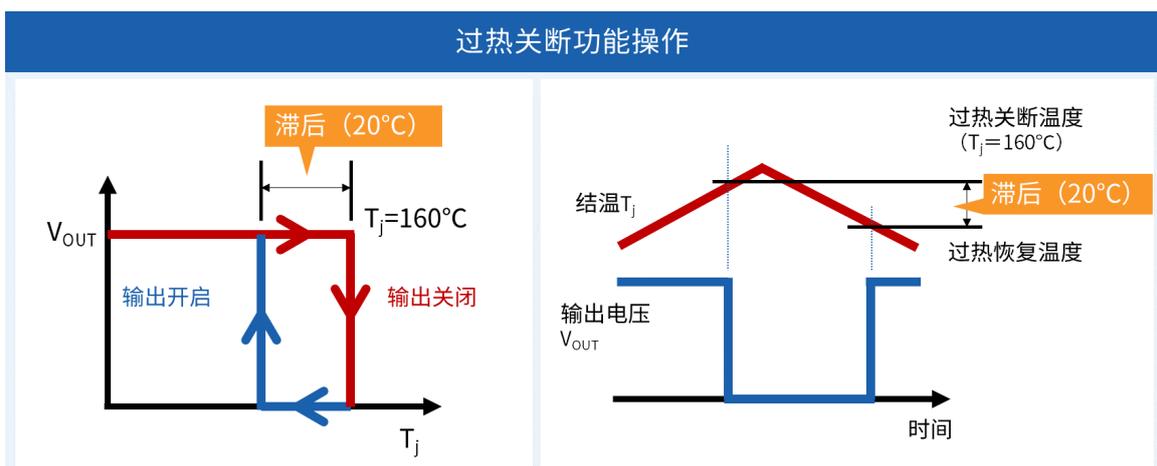
电源IC有一个叫做软启动的功能，它的用途与此相似。是一样的吗？

用途和控制方法是基本相同的。通过缓慢提高输出电压，负载侧的电容器逐渐充电，因此，不会出现瞬间有大电流流过的现象。



■ 热关断功能

当eFuse IC的结温 (T_j) 超过设定值时，热关断功能会关断内置MOSFET。关闭eFuse IC以阻止输出，从而保护eFuse IC本身。东芝的产品可通过暂时中止输出来降低 T_j ，并在低于阈值并有所滞后后再恢复输出，还有一种产品可在关断输出之后锁存。图14显示了TCKE8xx系列的一个示例。



为什么在热关断动作后需要在阈值基础上再添加一定滞后?

如果没有滞后,当温度接近阈值时,就有可能进入振荡状态,即反复导通再关断(反之亦然)。这对eFuse IC和后级电路/负载来说是不利的,所以它是一种通过区分导通和关断的阈值以防止不稳定行为的方法。这种方法不仅用于温度,而且还用于电压和电流比较电路。

另外,您曾说过流、短路和过电压的所有保护操作都有涉及过热关断。这是为什么?

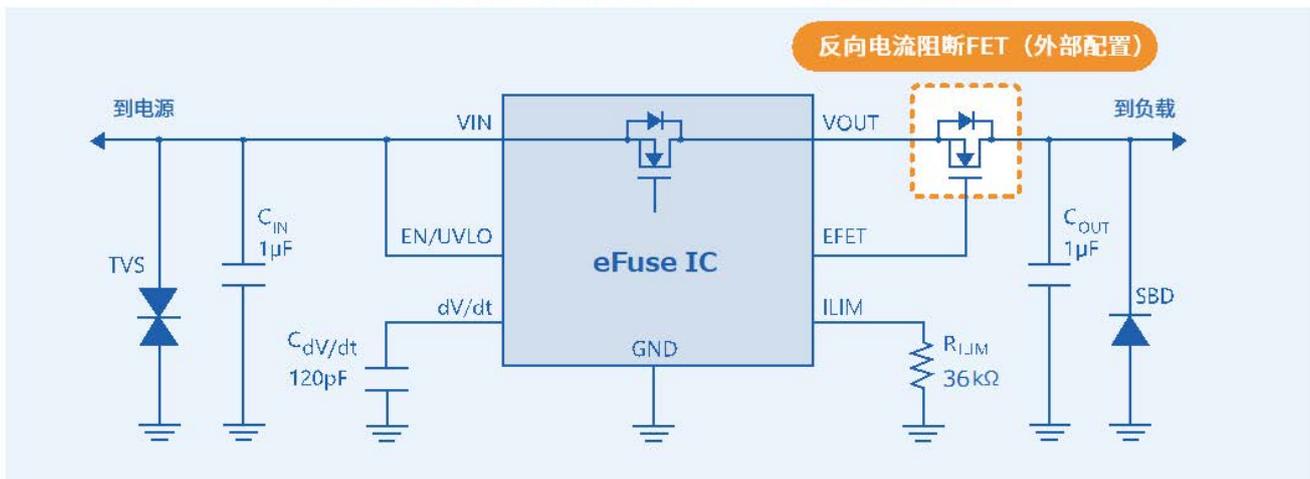
过流或过电压损坏IC的原因是,功率损耗产生大量热量,导致燃烧或熔化。还有,如果环境温度很高,即使电流和电压都在额定范围内,也可能会超过结温 T_j 。考虑到这些情况,将电流和电压检测保护与温度保护相结合,可以提供更可靠的整体保护。

■ 反向电流阻断功能

eFuse IC停止工作期间(VIN电源关断、禁用状态等),当输出侧的电压高于输入侧的电压时,反向电流阻断功能可防止电流通过内置MOSFET的寄生(体)二极管从输出侧回流到输入侧。

对于TCKE8xx系列,该功能是可选的,并且需要一个外部MOSFET。EFET引脚则可用于控制反向电流阻断MOSFET。因此,你要做的不过就是把MOSFET放到输出线上(如原理图所示)。关于反向电流阻断MOSFET的推荐产品和规格,请参考数据表。

使用反向电流阻断功能时的eFuse IC外围电路示例





为什么这是一个可选功能？

TCKE712BNL等eFuse IC具有一个内置的MOSFET，用于反向电流阻断。但是，如果没有反向电流的条件，或者不存在反向电流问题，就不需要该功能。它的另一个优点是降低了VOUT的导通电阻，从而减少功率损耗，因为VOUT不通过反向电流保护MOSFET。



TCKE8xx系列有一个EFET引脚，只需增加一个MOSFET就能轻松地实现反向电流阻断功能。如果没有该功能，就需要改用其他内置反向电流阻断功能的IC，或者使用单独的MOSFET控制电路。所以，这个功能是非常有用的。

eFuse IC的应用有哪些？



所以，eFuse IC不仅在性能和功能方面非常地有用，在符合安全标准方面也非常有用吗？

对，是这样。对于需要IEC62368-1认证的设备，采用已认证的eFuse IC将会非常方便。



它们用于哪些应用？

能够从eFuse IC获益的应用有许多。例如，安全服务器、笔记本电脑、SSD/HDD、打印机、游戏机、VR和AR设备、智能音箱和耳机。简单地说，它几乎适用于任何需要电源的电子设备，出于安全考虑也应使用eFuse IC。

使用eFuse IC的产品



视频会议系统

办公室



笔记本电脑



调制解调器



局域网路由器



条码读取器



数据服务器



投影仪



电视机



MFC打印机



对讲机



热水器



冰箱

家



扫地机器人



VR·AR



平板终端



相机



智能音箱



SSD

eFuse IC的电路示例

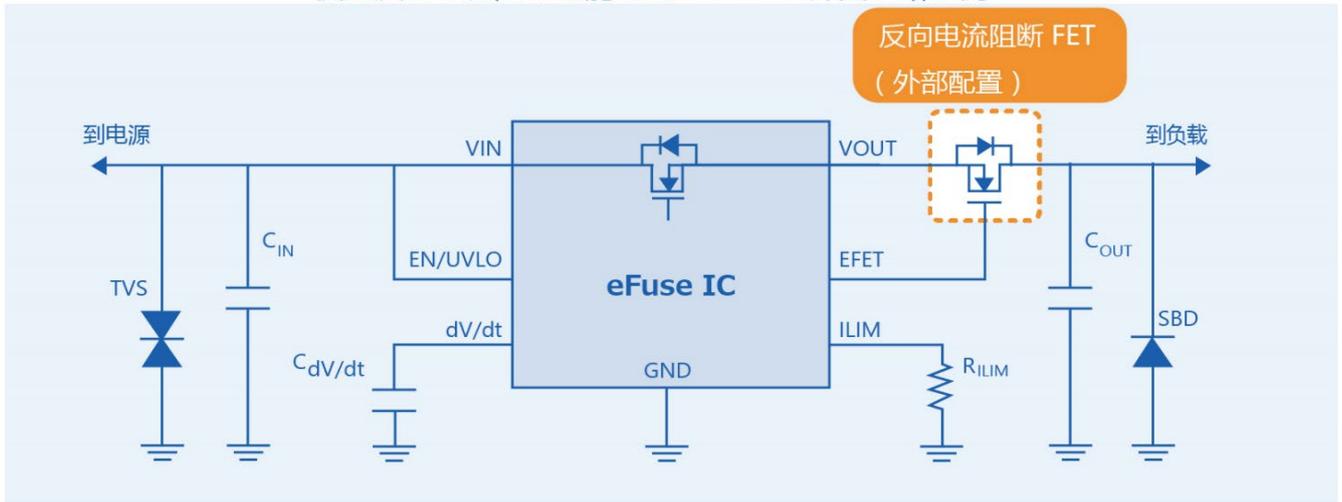


它确实有许多应用场合。在TCKE8xx系列的概述中，有一个基本电路示例，但实际的电路图是什么样的？

基本上，电路很简单。下面是一些示例。



使用反向电流阻断功能时的 eFuse IC 外围电路示例



它似乎比我预想的要简单得多，而且容易设计，外围组件也很少。我们怎样才能获得实际设计所需要的参考文档？

在设计方面，制造商不仅仅提供数据表，还提供设计指南和参考设计，都是已经验证过的电路示例。这些信息和工具有助于减少开发时间。



东芝为 TCKE8xx 等 eFuse IC 系列的设计准备了以下信息。

[电子熔断器（eFuse IC）产品详情页面](#)

[参考设计中心 eFuse IC TCKE805系列的应用电路](#)

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/>