

東芝 CMOS リニア集積回路 シリコン モノリシック

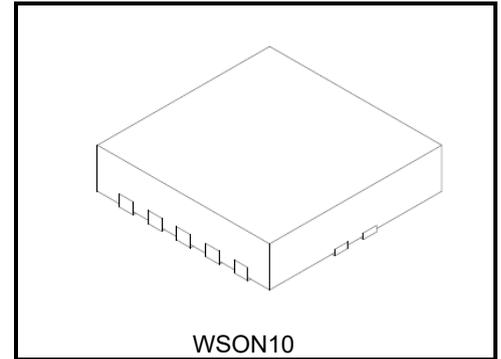
# TCKE712BNL

## 13.2 V, eFuse with Adjustable Over Current Protection Over Voltage Protection and Slew Rate Control

TCKE712BNL は、13.2 V 入力可能な 1 入力 1 出力の eFuse IC です。繰り返し利用可能なヒューズとして使用することができ、さらに、外付け抵抗による調整可能な過電流保護機能、短絡保護機能、調整可能な過電圧保護機能、外付け容量によるスルーレート調整機能、低電圧誤動作防止機能、過熱保護機能および FLAG 信号出力機能と多くの保護機能を搭載しております。

オン抵抗は 53 mΩ(標準)と低く、幅広い動作入力電圧を持ち、ハードディスクドライブやバッテリーの充電アプリケーション等の電源管理に最適です。

パッケージは小型の 0.5 mm ピッチ WSON10 (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))であるため、携帯機器などの高密度実装が求められるアプリケーションに最適です。



質量 : 19.7 mg (標準)

### 1. 特長

- 高耐圧入力電圧:  $V_{IN}$  (最大) = 13.2 V
- 低オン抵抗 :  $R_{ON}$  = 53 mΩ (標準)
- 調整可能な過電流保護機能内蔵です
- 調整可能な過電圧保護機能内蔵です。
- 突入電流抑制のための外付け容量によるスルーレート調整回路内蔵です
- FLAG 信号出力機能内蔵です
- 逆電流防止機能 (スイッチ OFF) 内蔵です
- 過熱保護回路内蔵です
- 小型パッケージです:  
WSON10 (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
- IEC62368-1 認証済み

製品量産開始時期  
2020-11

## 2. 絶対最大定格 (注) (Ta = 25 °C)

項目	記号	定格	単位
入力電圧	V <sub>IN</sub>	-0.3 to 18	V
ILIM 電圧	V <sub>ILIM</sub>	-0.3 to 6	V
dV/dT 電圧	V <sub>dV/dT</sub>	-0.3 to 6	V
OVP 電圧	VOVP	-0.3 to 6	V
コントロール電圧	V <sub>EN</sub>	-0.3 to 18	V
出力電圧	V <sub>OUT</sub>	-0.3 to 18	V
FLAG 電圧	V <sub>FLAG</sub>	-0.3 to 18	V
FLAG シンク電流	I <sub>SINK_FLAG</sub>	0 to 1	mA
許容損失	P <sub>D</sub>	2.4 (注 1)	W
接合温度	T <sub>J</sub>	150	°C
保存温度	T <sub>stg</sub>	-55 to 150	°C

注： 本製品の使用条件（使用温度/電流/電圧など）が絶対最大定格/動作範囲以内での使用でも、高負荷（高温および大電流/高電圧印加、多大な温度変化等）で連続して使用される場合は、信頼性が著しく低下するおそれがあります。弊社半導体信頼性ハンドブック（取り扱い上のご注意とお願いおよびディレーティングの考え方と方法）および個別信頼性情報（信頼性試験レポート、推定故障率等）をご確認の上、適切な信頼性設計をお願いします。

注 1: ガラスエポキシ (FR4)

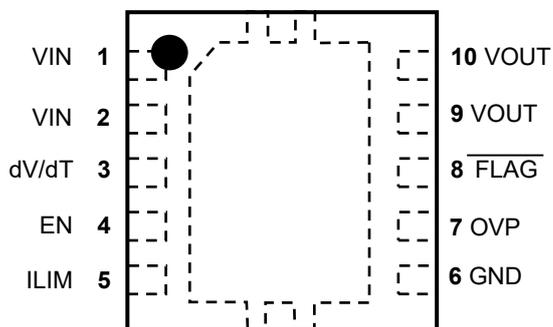
基板面積 : 76.2 mm × 114.3 mm (4 層基板), t = 1.6 mm

## 3. 動作範囲

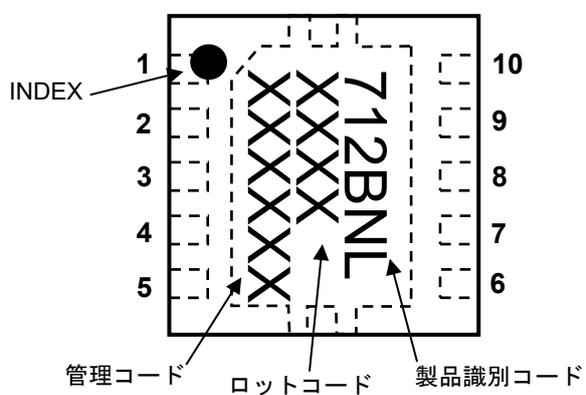
項目	記号	動作範囲	単位
入力電圧	V <sub>IN</sub>	4.4 to 13.2	V
ILIM 端子外付け抵抗	R <sub>ILIM</sub>	$4.4\text{ V} \leq V_{IN} \leq 5.5\text{ V}$	1.7 to 12
		$5.5\text{ V} < V_{IN} \leq 9.9\text{ V}$	2.4 to 12
		$9.9\text{ V} < V_{IN} \leq 13.2\text{ V}$	3.1 to 12
コントロール電圧	V <sub>EN</sub>	0 to 18	V
FLAG 出力電圧	V <sub>FLAG</sub>	0 to 18	V
FLAG シンク電流	I <sub>SINK_FLAG</sub>	0 to 1	mA
動作温度	T <sub>aopr</sub>	-40 to 85	°C
dV/dT 端子外付け容量	C <sub>dV/dT</sub>	1000 (max)	nF

## 4. 端子接続図 (Top view)

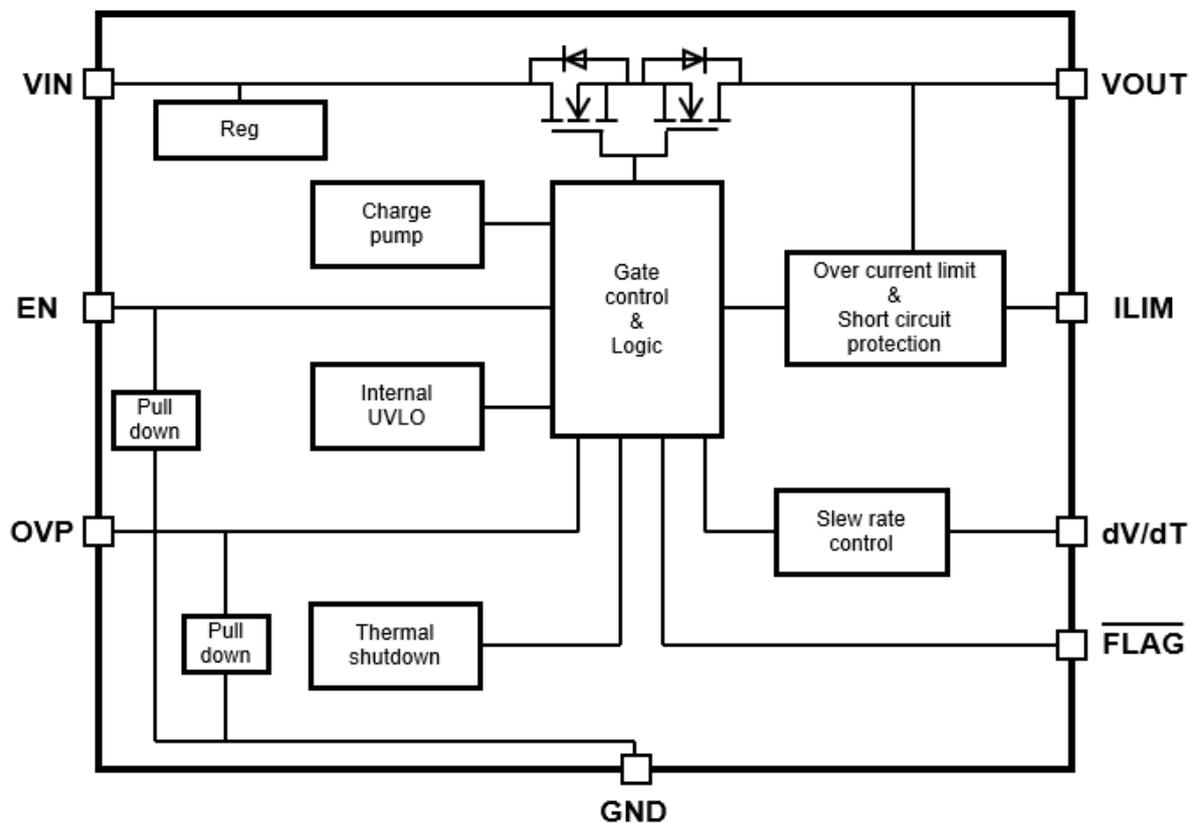
WSON10



## 5. 現品表示 (Top view)



## 6. ブロック図



## 7. 端子説明

端子	説明
VIN	入力端子
dV/dT	立ち上がり時間を調整する端子です。 dV/dT 端子と GND 端子間の容量で立ち上がり時間を調整します。
EN	イネーブル端子です。
ILIM	過電流制限値を調整する端子です。 ILIM 端子と GND 端子間の抵抗で過電流制限値を調整します。
GND	グラウンド端子
OVP	過電圧保護(OVP)機能のしきい値電圧（スレッショルド電圧）を調整する端子です。OVP 端子に接続される抵抗値により過電圧保護機能のスレッショルド電圧を調整します。
FLAG	フラグ出力端子です。過電流、短絡、過熱など IC が異常状態を検出し、外部に信号を出力します。オープンドレイン信号出力となっています。
VOUT	出力端子

## 8. 動作一覧

	EN “Low”	EN “High”
出力	OFF	ON

## 9. TCKE712BNL DC 特性

(特に指定がない場合,  $T_a = -40$  to  $85$  °C,  $V_{IN} = 12$  V,  $R_{LIM} = 3.6$  k $\Omega$ )

項目	記号	測定条件	Ta = 25°C			Ta = -40 ~ 85°C (注 2)		単位
			最小	標準	最大	最小	最大	
<b>基本特性</b>								
VIN 低電圧誤動作防止 (UVLO) しきい値電圧 上昇時	VIN_UVLO	—	—	4.15	—	4.00	4.4	V
VIN 低電圧誤動作防止 (UVLO) ヒステリシス	VIN_UVhyst	—	—	0.2	—	—	—	V
EN しきい値電圧 上昇時	VENR	—	—	1.1	—	—	1.2	V
EN しきい値電圧 下降時	VENF	—	—	0.95	—	0.85	—	V
オン抵抗	RON	IOUT = 1 A,	—	53	—	—	80	m $\Omega$
消費電流 (ON 状態)	IQ	VEN = 3 V, IOUT = 0 A	—	690	—	—	852	$\mu$ A
消費電流 (OFF 状態)	IQ(OFF)	EN = 0 V	—	46	—	—	80	$\mu$ A
逆流防止電流	IRB	VOUT = 5 V, VIN = 0 V, VEN = 0 V	—	0.001	—	—	1.0	$\mu$ A
EN ブルダウン抵抗	REN	EN = 1.1 V	—	20	—	10	55	M $\Omega$
<b>dV/dT コントロール</b>								
dV/dT 電圧	VdV/dT	—	—	3.1	—	2.8	3.4	V
充電電流	IdV/dT	VdV/dT = 0 V	—	5	—	3.5	6.5	$\mu$ A
dV/dT — OUT 間ゲイン	GAINdV/dT	VdV/dT = 1V, IOUT = 1A	—	9.0	—	8.5	9.5	—
<b>過電圧保護 (OVP)</b>								
過電圧保護スレッシュホールド電圧	VOVPR	—	—	1.2	—	1.14	1.26	V
過電圧保護 ブルダウン抵抗	ROVP	VOVP = 1.2 V	—	22	—	11	60	M $\Omega$
<b>FLAG</b>								
FLAG ローレベル出力電圧	VFLAG_L	ISINK_FLAG = 1 mA	—	—	—	—	0.1	V
FLAG リーク電流	IFLAG_LEAK	VFLAG = 18 V	—	—	—	—	1	$\mu$ A
<b>過電流保護 (OCP)</b>								
出力電流制限 (注 3)	IOUT_CL	VIN = 5 V, RILIM = 1.7 k $\Omega$ , VIN - VOUT = 2 V	—	3.65	—	3.14	4.14	A
		VIN = 9 V, RILIM = 2.4 k $\Omega$ , VIN - VOUT = 2 V	—	2.58	—	2.21	2.99	A
		VIN = 12 V, RILIM = 3.1 k $\Omega$ , VIN - VOUT = 2 V	—	2.00	—	1.71	2.35	A
		VIN = 12 V, RILIM = 3.6 k $\Omega$ , VIN - VOUT = 2 V	—	1.72	—	1.47	2.04	A
		VIN = 12 V, RILIM = 6.2 k $\Omega$ , VIN - VOUT = 2 V	—	1.00	—	0.78	1.21	A
		VIN = 12 V, RILIM = 12 k $\Omega$ , VIN - VOUT = 2 V	—	0.51	—	0.35	0.64	A
ファストトリップしきい値電流	IFASTTRIP	—	—	IOUT_CL × 2.5	—	IOUT_CL × 2.0	—	A
<b>過熱保護 (TSD)</b>								
過熱保護 しきい値温度	TSD	Tj	—	134	—	—	—	°C

注 2: このパラメーターは設計的に保証される項目です。

注 3: パルス測定でジャンクション温度と周囲温度がほぼ等しくなるように測定しています。

## 10. TCKE712BNL AC 特性

(特に指定がない場合,  $T_a = -40$  to  $85$  °C,  $V_{IN} = 12$  V,  $R_{ILIM} = 3.6$  k $\Omega$ ,  $R_{LOAD} = 12$   $\Omega$ ,  $C_{IN} = C_{OUT} = 1$   $\mu$ F)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
$V_{OUT}$ オン時間	$t_{ON}$	$C_{dV/dT} = OPEN$ (注4)	—	370	—	$\mu$ s
$V_{OUT}$ オフ時間	$t_{OFF}$	— (注4)	—	2.2	—	$\mu$ s
$V_{OUT}$ 立ち上がり時間	$t_r$	$C_{dV/dT} = OPEN$ (注4)	—	57	—	$\mu$ s
		$C_{dV/dT} = 22$ nF (注4)	—	4.7	—	ms
ファストトリップ時間	$t_{FASTTRIP}$	$I_{OUT} > I_{FASTTRIP}$ to $I_{OUT}$ peak (注4)	—	320	—	ns
過電流制限応答時間	$t_{OL}$	$R_{LOAD} = OPEN$ to $3.6$ $\Omega$	—	175	—	$\mu$ s
過電流フラグ消去時間/過電流時におけるスイッチオフ遅延	$t_{FLAGblank}$	Over current detection to $V_{FLAG} = Low$ voltage(注4)	3.3	5.5	—	ms
短時間 (<5ms) 過電流制限カウント時間	$t_{OCP\_COUNT}$	図4を参照ください(注4)	—	176	—	ms

注4: このパラメーターは設計的に保証される項目です。

### AC 波形

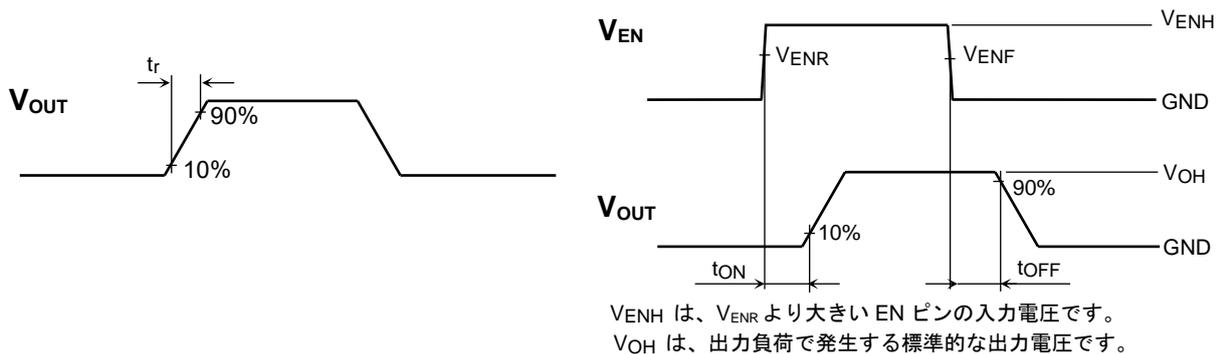


図1  $t_r, t_{ON}, t_{OFF}$

## 11. タイミングチャート

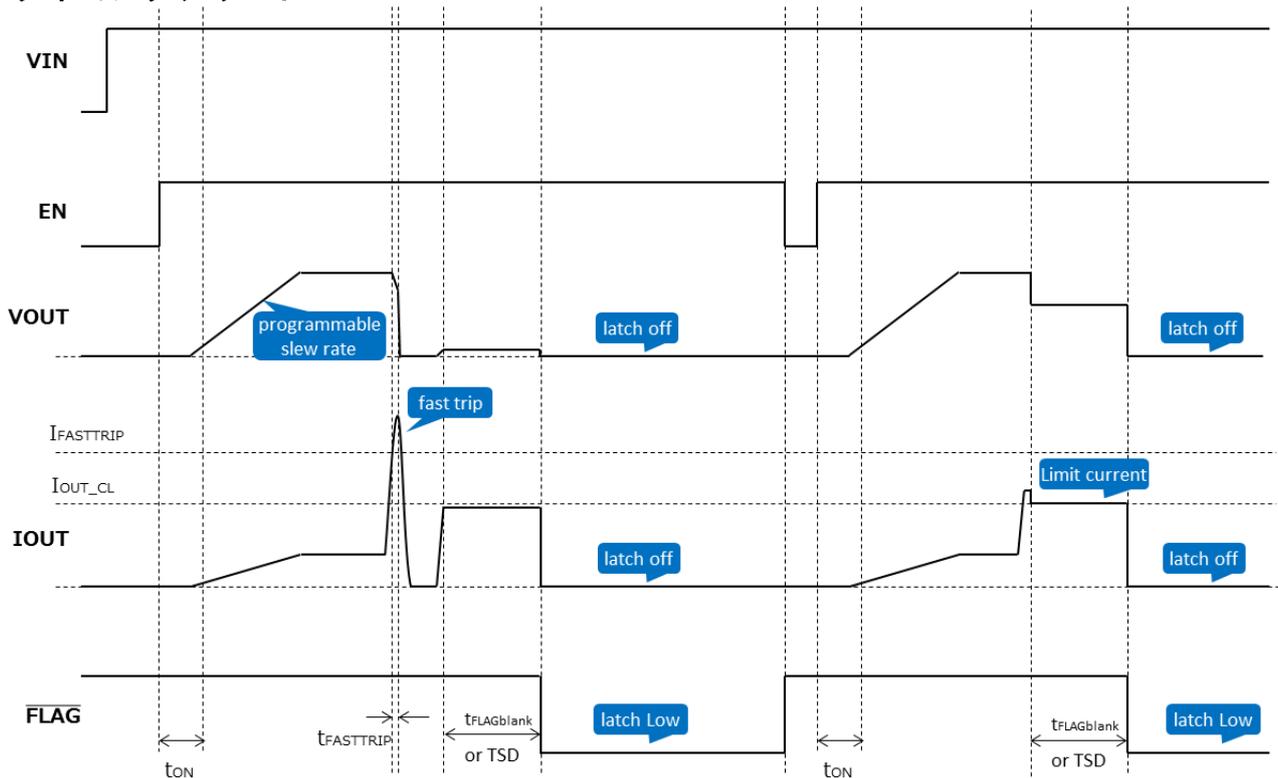
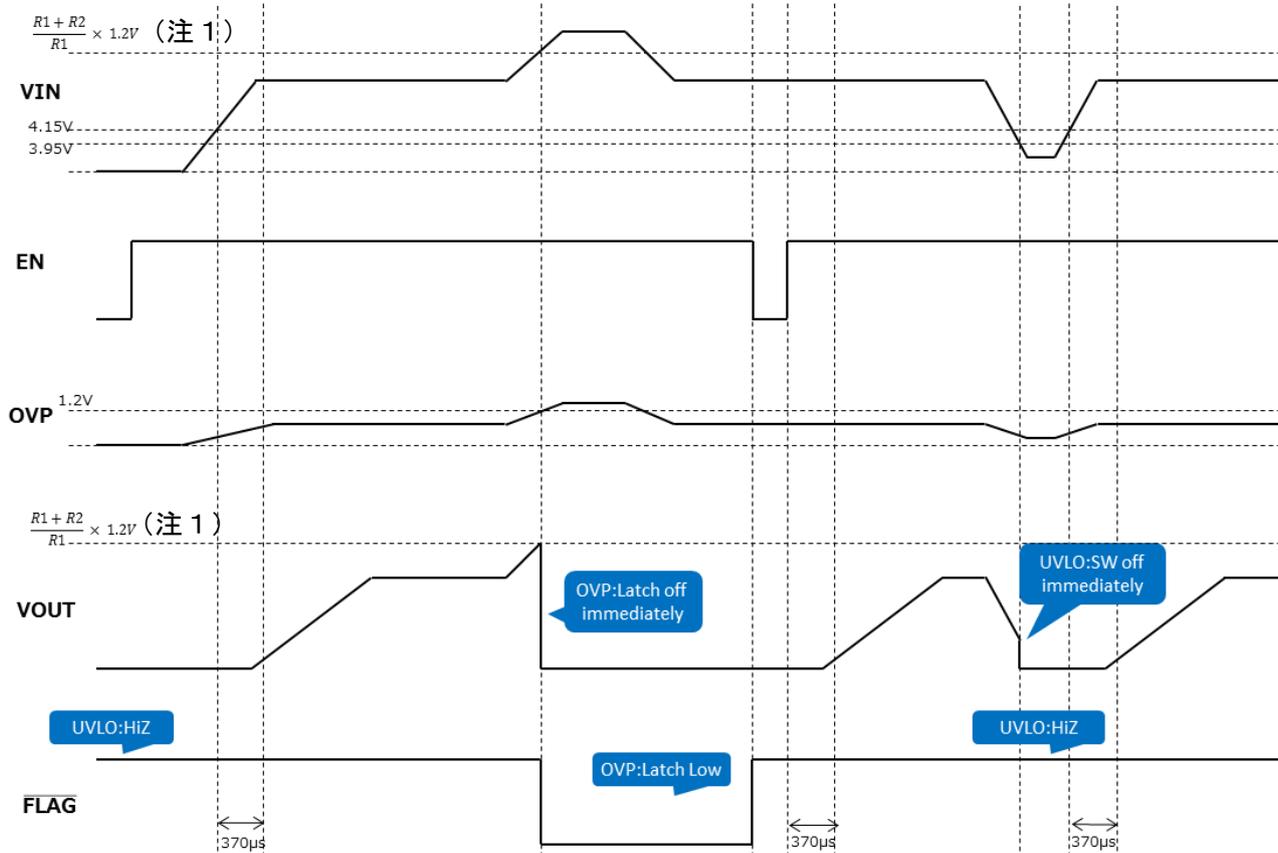


図2 短絡（ショート）時のファストトリップと過電流保護



(注1：後出のアプリケーションノート“周辺回路例”参照)

図3 低電圧誤動作防止と過電圧保護

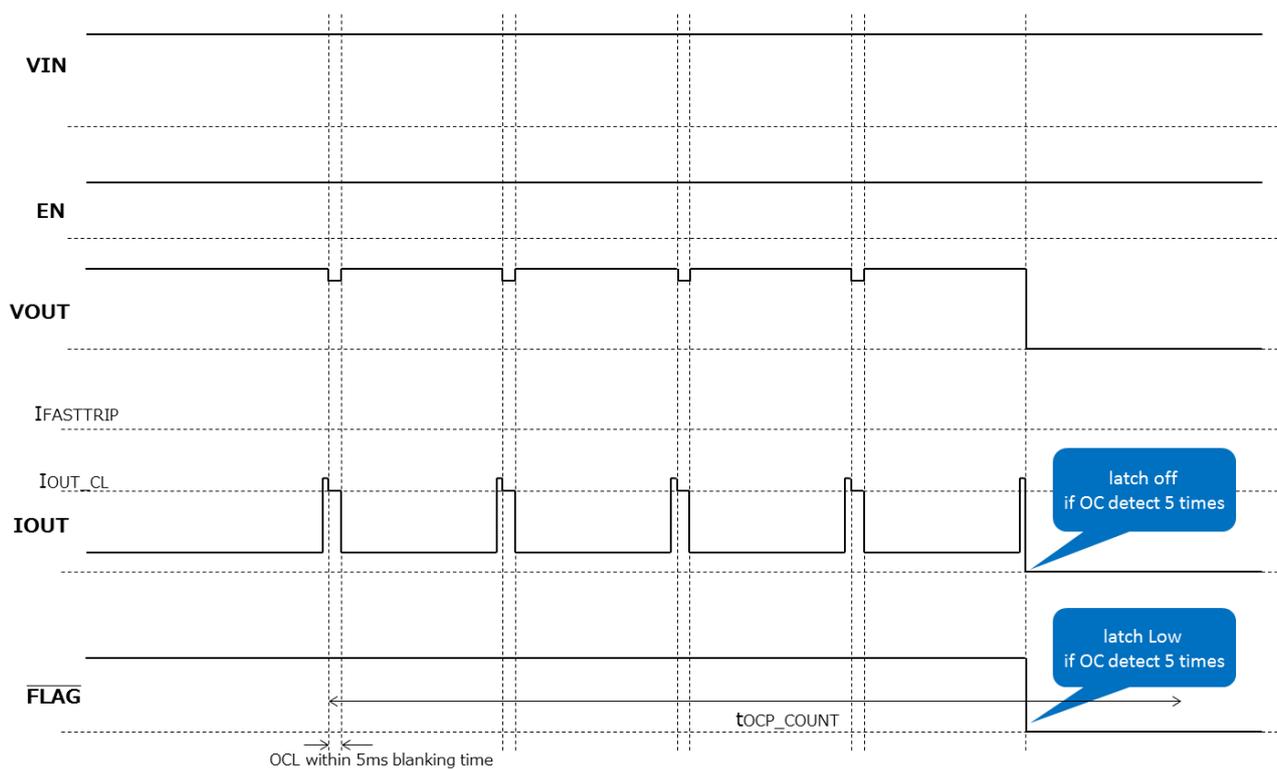
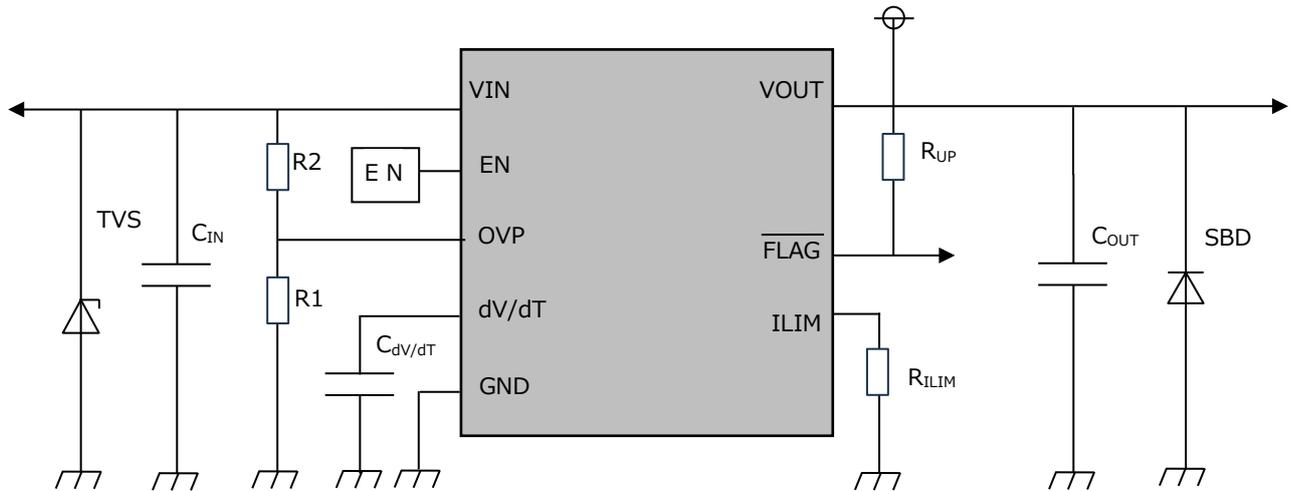


图 4 短時間過電流保護

## 12. アプリケーションノート

### 1. 周辺回路例



#### 1) 周辺回路について

入力端子 VIN には電源を接続します。通常の動作時には、MOSFET を経て出力端子 VOUT から VIN とほぼ同じ電圧が出力されます。

短絡や過電流の保護時など電流が急減すると、eFuse IC の入出力端子に接続される配線などのインダクタンス成分の逆起電力により高いスパイク電圧が発生し、eFuse IC がダメージを受け、破壊に至るおそれがあります。この場合入力側ではプラスのスパイク電圧が、出力側ではマイナスのスパイク電圧が、それぞれ発生します。

基板設計では eFuse IC の入力側と出力側の配線長はできるだけ短くなるようにパターンを設計してください。また、GND の配線領域はインピーダンスを下げるため、できるだけ広く取ってください。

入力で発生するプラスのスパイク電圧に対して  $C_{IN}$  には波高値を抑える働きがあります。スパイク電圧の波高値  $V_{SPIKE}$  と  $C_{IN}$  の容量値には以下の関係があり、 $C_{IN}$  を大きくすればスパイク電圧を小さくすることがご理解いただけます。

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

$L_{IN}$ : 入力端子の実効インダクタンス成分 (H)、 $I_{OUT}$ : 出力電流 (A)

$V_{SPIKE}$ : 発生するスパイク電圧の波高値 (V)、 $V_{IN}$ : 通常動作時の電源電圧 (V)

TCKE712BNL では  $C_{IN}$  に 1  $\mu$ F を推奨していますが、必ず実機で  $V_{SPIKE}$  が絶対最大定格を超えないことを確認してください。TVS ダイオード (ESD 保護ダイオード) を入力端子に接続し、SBD (ショットキーバリアダイオード) を出力端子に接続することもお勧めします。

TCKE712BNL の入力側に TVS ダイオードを接続することにより、ESD から保護することができます。出力側に負のスパイク電圧が発生する場合は、SBD を接続することで出力電位が GND 以上に低下しないようにすることができます。これにより、eFuse IC だけでなく、負荷として接続されている IC およびデバイスも保護されます。

## 2. 過電流保護機能の設定

弊社の eFuse IC は、調整可能な過電流制限機能を持っています。ILIM 端子の外付け抵抗 RILIM を適切に選択することにより、用途に応じて制限電流を最適な値に設定できます。IOUT\_CL の計算式を以下に示します。ただし、電流が 1A 以下の場合、理論値と測定値の偏差が大きくなります。抵抗値の選定にあたっては、実機にて必ず抵抗値をご確認ください。

$$I_{OUT\_CL} (A) = 6200 / R_{ILIM} (\Omega)$$

R<sub>ILIM</sub>: ILIM 端子-GND 間の外部抵抗 (Ω)

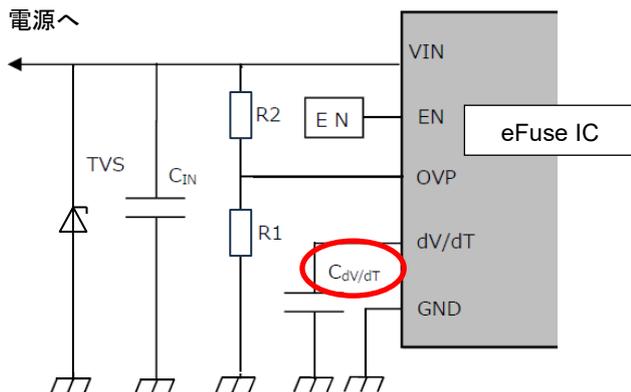
## 3. 突入電流（スルーレート）の設定

東芝 eFuse IC は突入電流可変で、dV/dT 端子の外付けコンデンサーにより出力電圧の立ち上がり時間 (t<sub>dV/dT</sub>) を適切に設定することができます。立ち上がり時間の計算式は以下のとおりです。

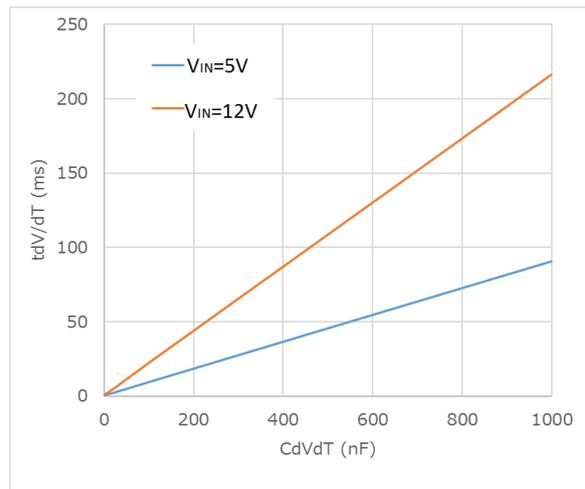
$$t_{dV/dT} (s) = 18 \times 10^3 \times V_{IN} \times C_{dV/dT} + 4 \times 10^{-4}$$

V<sub>IN</sub>: 入力電圧 (V) 、C<sub>dV/dT</sub>: dV/dT 端子外付け容量 (F)

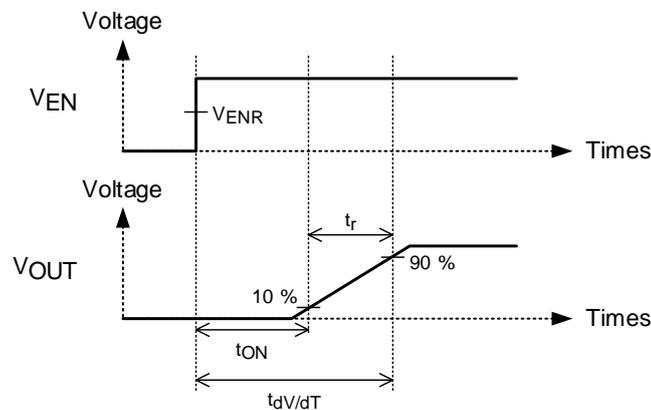
dV/dT 端子の周辺回路図、および C<sub>dV/dT</sub> と t<sub>dV/dT</sub> の関係を示すグラフを以下に示します。



dV/dT 端子周辺外付け回路



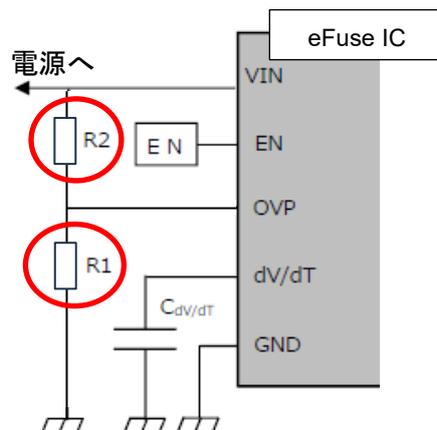
C<sub>dV/dT</sub> - t<sub>dV/dT</sub> 特性



t<sub>dV/dT</sub> 波形

#### 4. 過電圧保護機能の動作電圧を変更する場合

OVP 端子に外付け抵抗を追加することで過電圧保護機能の動作電圧を最適な値に変更することが可能です。回路例を下図に示します。



##### OVP 端子の接続例 (VIN 抵抗分割)

図に示すように、入力を外付け抵抗で分圧した電圧で OVP 端子による動作制御を行うことにより、入力電圧の上昇時に動作を停止させる構成です。以下の式より、外付け抵抗を適切に選べば過電圧保護機能の動作電圧を最適な値に設定できます。

$$V_{IN(OVP)} = \frac{R1 + R2}{R1} \times V_{OVPR}$$

$V_{IN(OVP)}$ : 過電圧保護の動作電圧

## 5. FLAG 出力回路

過電圧保護機能、過電流保護機能および過熱保護が動作したとき、FLAG 端子出力を "H" → "L"へ変化させてシステムの異常が発生していることを IC の外部へ出力する診断機能です。FLAG 端子は、オーブンドレイン構造となっており、外付けの抵抗でプルアップして使用してください。

プルアップ抵抗は、FLAG 端子のシンク電流(最大定格)を十分考慮の上選定してください(プルアップ抵抗値のご参考: 100 kΩ~ 1 MΩ)。また、実機にてご確認の上決定してください。

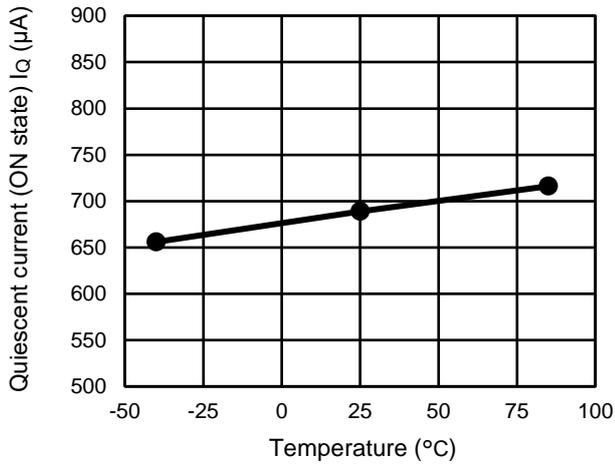
## 6. 保護機能に関するご注意

本製品は様々な保護機能を持っていますが、デバイスの動作を常に絶対最大定格内に抑える事を保証するものではありません。本デバイスのご使用にあたっては、上記および当社「半導体信頼性ハンドブック」等に記載の絶対最大定格に対するディレーティングを考慮の上、いかなる場合においても絶対最大定格を超えないようご注意ください。なお、セットにおいてフェールセーフ等の十分な安全対策を施すことを推奨いたします。

### 13. 代表特性 (注)

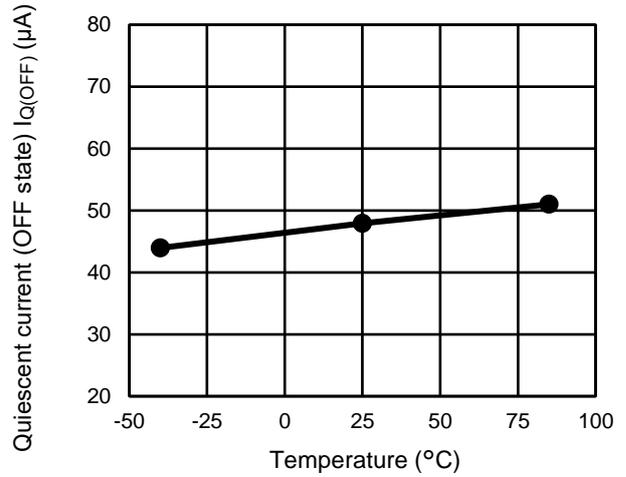
Quiescent current (ON state)

$V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{EN} = 3\text{ V}$ ,  $R_{ILIM} = 3.6\text{ k}\Omega$



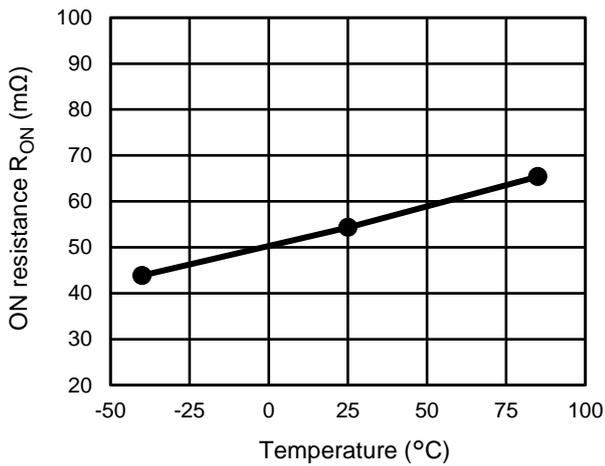
Quiescent current (OFF state)

$V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{EN} = 0\text{ V}$ ,  $R_{ILIM} = 3.6\text{ k}\Omega$



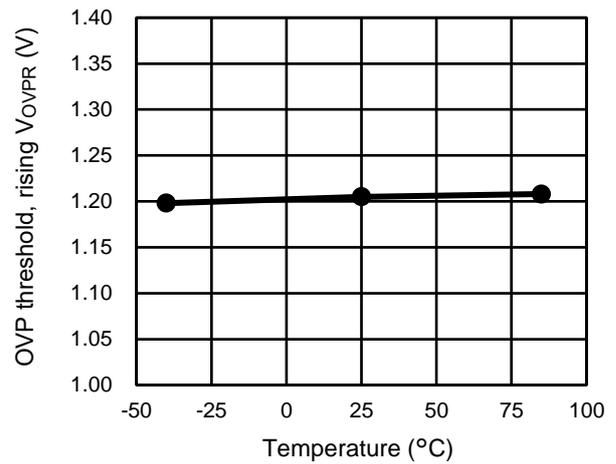
On resistance

$V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $I_{OUT} = 1\text{ A}$



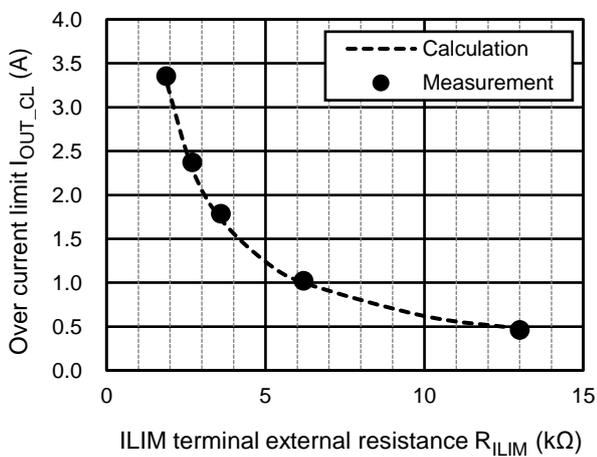
OVP threshold, rising

$V_{IN} = 12\text{ V}$



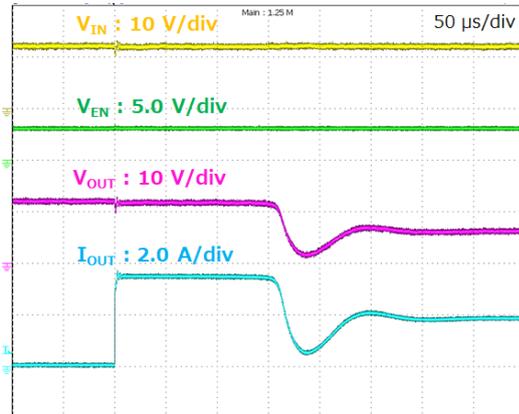
Over current limit

$V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $V_{IN} - V_{OUT} = 2\text{ V}$ ,  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$



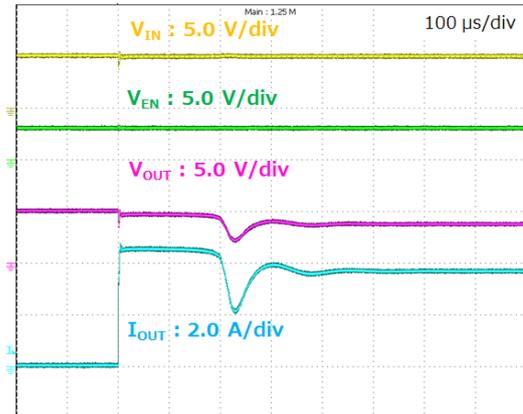
### Over current limit Response

$V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $R_{LIM} = 3.6\ \text{k}\Omega$ ,  $T_a = 25\ ^\circ\text{C}$   
 $R_{LOAD} = \text{Open to } 3.6\ \Omega$



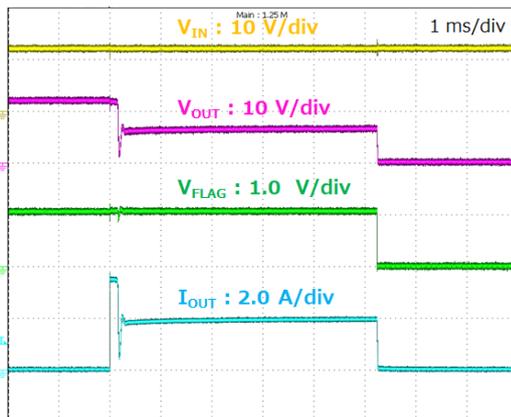
### Over current limit Response

$V_{IN} = 5\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $R_{LIM} = 1.7\ \text{k}\Omega$ ,  $T_a = 25\ ^\circ\text{C}$   
 $R_{LOAD} = \text{Open to } 1.0\ \Omega$



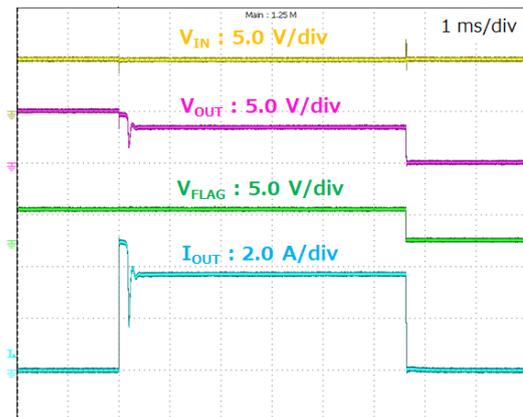
### FLAG function

$V_{IN} = 12\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $R_{LIM} = 3.6\ \text{k}\Omega$ ,  $T_a = 25\ ^\circ\text{C}$   
 $R_{LOAD} = \text{Open to } 3.6\ \Omega$



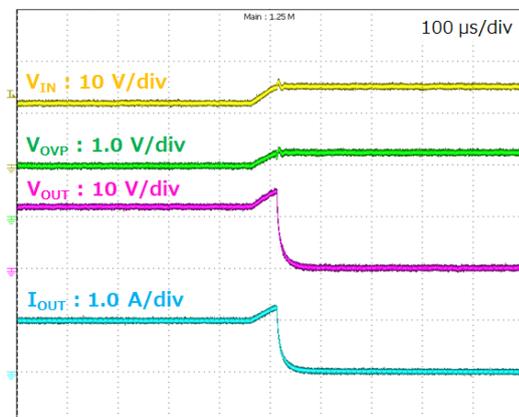
### FLAG function

$V_{IN} = 5\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $R_{LIM} = 1.7\ \text{k}\Omega$ ,  $T_a = 25\ ^\circ\text{C}$   
 $R_{LOAD} = \text{Open to } 1.0\ \Omega$



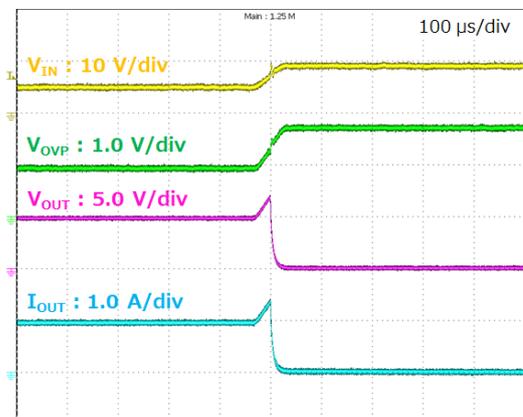
### Over voltage protection Response

$C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $R_{LIM} = 3.6\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{LOAD} = 12\ \Omega$ ,  $T_a = 25\ ^\circ\text{C}$   
 $V_{IN} = 12\text{ V to } 15\text{ V}$ ,  $R_1 = 68\ \text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 750\ \text{k}\Omega$



### Over voltage protection Response

$C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $R_{LIM} = 1.7\ \text{k}\Omega$ ,  $R_{LOAD} = 5\ \Omega$ ,  $T_a = 25\ ^\circ\text{C}$   
 $V_{IN} = 5\text{ V to } 9\text{ V}$ ,  $R_1 = 180\ \text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 750\ \text{k}\Omega$

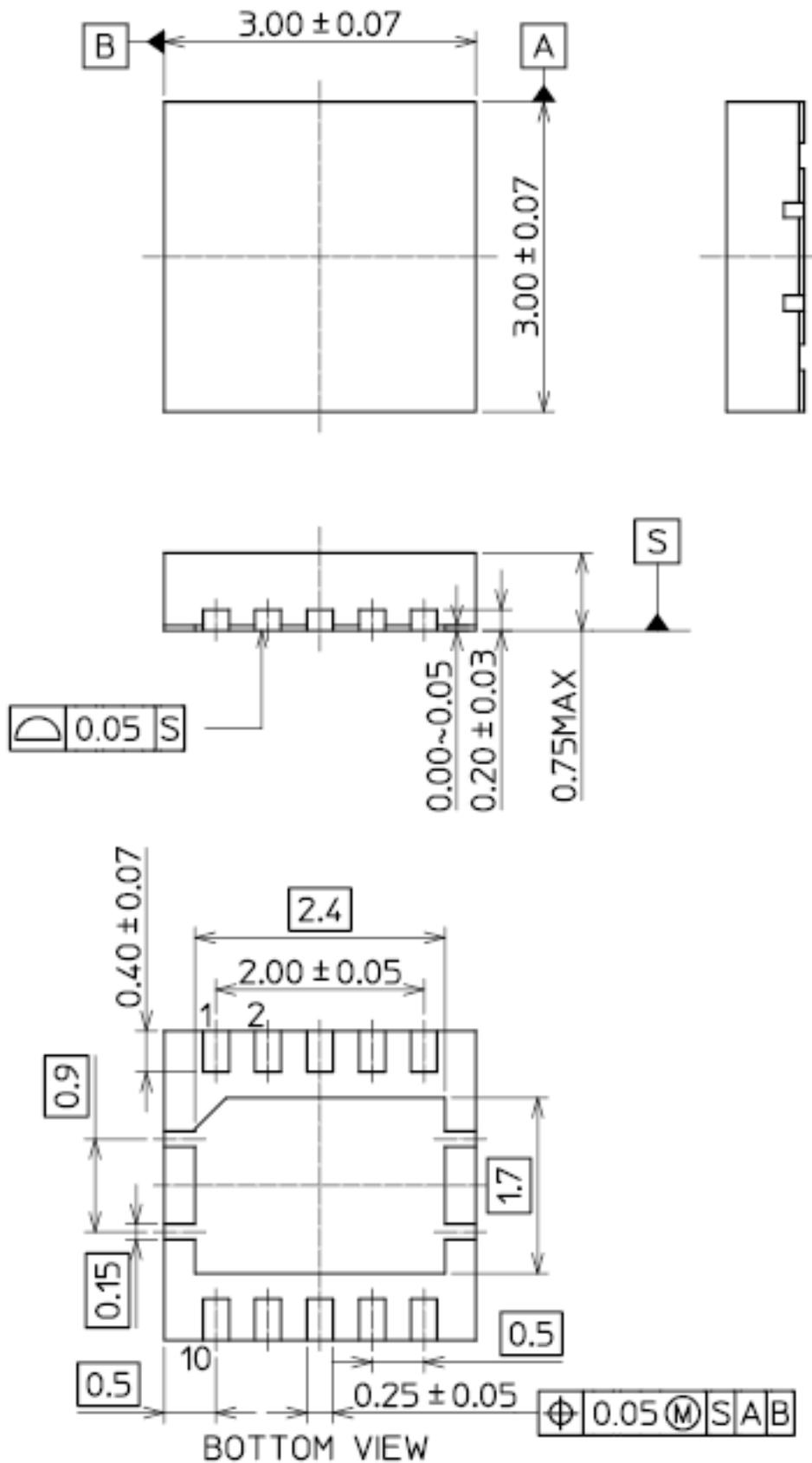


注: 特性図の値は特に指定のない限り保証値ではなく参考値です。

## 14. 外形図

WSO10

単位: mm



## 製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事情報の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。