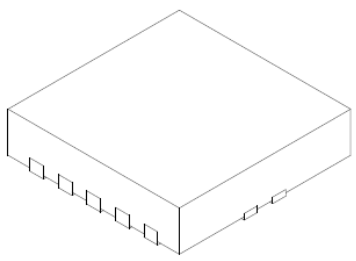
東芝 CMOS リニア集積回路 シリコン モノリシック

TCKE8xx シリーズ

18 V, 5A eFuse IC with Adjustable Overcurrent Protection and Reverse Current Blocking FET Control

TCKE8xx シリーズは 18V 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、過電圧クランプ機能、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、外付け MOSFET による逆流防止機能と多くの保護機能を搭載しております。
オン抵抗は 28mΩ(標準)と低く、出力電流は最大 5.0A かつ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 0.4mmピッチ WSON10B(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: 19.3 mg (標準)

特長

- 高耐圧入力電圧: V_{IN} (最大) = 18.0 V
- 高出力電流: I_{OUT} (DC) = 5.0 A
- 低オン抵抗 : R_{ON} = 28 mΩ (標準)
- 調整可能な過電流保護機能内蔵です : 5.0 A(最大)
- 固定過電圧クランプ回路内蔵です
  5V 電源ライン用 TCKE805 : V_{OVC} ＝ 6.04 V (標準)
  12V 電源ライン用 TCKE812 : V_{OVC} ＝ 15.1 V (標準)
  TCKE800 : 過電圧クランプ機能無
- 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
- 外付け抵抗により調整可能な低電圧誤動作防止回路内蔵です
- 内蔵の MOSFET ドライバーにより OFF 時逆流防止機能をサポート
- 過熱保護回路内蔵です
- オートディスチャージ機能内蔵
- 小型パッケージです:
  WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
- IEC62368-1 認証済み

取り扱い上の注意

この製品は構造上静電気に弱いため製品を取り扱う際、作業台･人･はんだごてなどに対し必ず静電対策を講じてください。

製品量産開始時期
2019-09

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

絶対最大定格 (Ta = 25°C)

項　　目	記　号	定　　格	単位
入　力　電　圧	V_{IN}	-0.3 ~ 18.0	V
I L I M 電 圧	V_{ILIM}	-0.3 ~ 6.0	V
d V / d T 電 圧	$V_{dV/dT}$	-0.3 ~ 6.0	V
コ ン ト ロ ー ル 電 圧	$V_{EN/UVLO}$	-0.3 ~ 18.0	V
出　力　電　圧	V_{OUT}	-0.3 ~ V_{IN} + 0.3 もしくは 18 V の小さい方	V
外 付 け M O S F E T 電 圧	V_{EFET}	-0.3 ~ 30.0	V
許　容　損　失	P_D	2.4 (注 1)	W
接　合　温　度	Tj	150	°C
保　存　温　度	T_{stg}	–55 ~ 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 : 76.2mm × 114.3mm (4 層基板) , t= 1.6mm

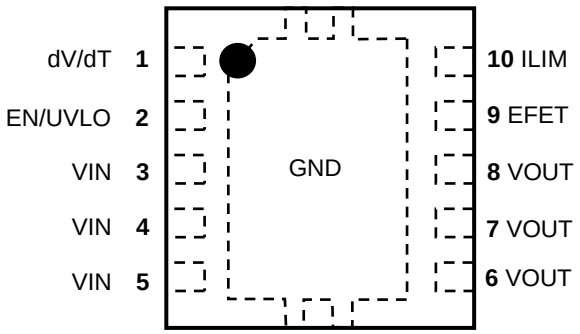
動作範囲

項　　目	記　号	定　　格		単位
入力電圧	V_{IN}	4.4 ~ 18.0		V
出力電流	I_{OUT}	DC	0 ~ 5.0	A
ILIM 端子外付け抵抗	R_{ILIM}	20 ~ 300		kΩ
コントロール電圧	$V_{EN/UVLO}$	0 ~ 18		V
外付け MOSFET 電圧	V_{EFET}	0 ~ V_{IN} + 4.9		V
動作温度	$Ta_{_opr}$	–40 ~ 85		°C
dV/dT 端子外付け容量	$C_{dV/dT}$	1 (標準), 100 (最大)		nF

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

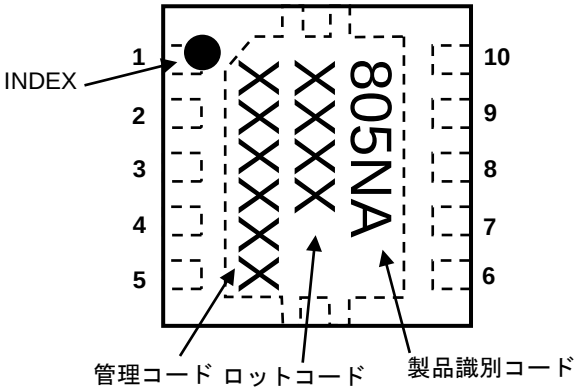
端子接続図 (Top view)

WSON10B



現品表示 (Top view)

例: TCKE805NA

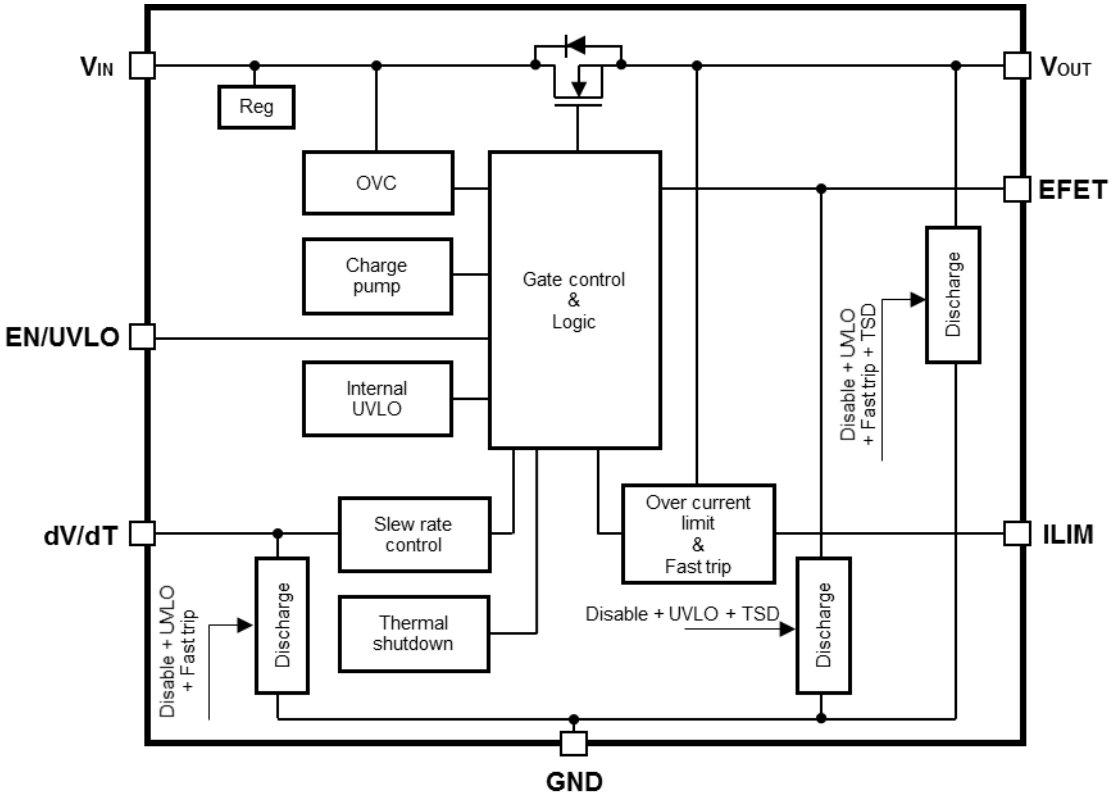


© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

品種リスト

品名	過電圧クランプ	$V_{EN/UVLO}$ 動作	復帰動作タイプ	現品表示	パッケージ
TCKE800NA	N/A	Active High	Auto-retry	800NA	WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
TCKE800NL	N/A	Active High	Latched	800NL	WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
TCKE805NA	6.04V (標準)	Active High	Auto-retry	805NA	WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
TCKE805NL	6.04V (標準)	Active High	Latched	805NL	WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
TCKE812NA	15.1V (標準)	Active High	Auto-retry	812NA	WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))
TCKE812NL	15.1V (標準)	Active High	Latched	812NL	WSON10B (3.0 mm x 3.0 mm, t: 0.7 mm (標準))

ブロック図



© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

端子説明

端子	説明
EN/UVLO	このピンには 2 つの機能があります。 １つの機能は内部 MOSFET 及び EFET 端子の出力電圧のイネーブル機能です。 もう１つの機能は外付け抵抗により OFF 電圧の調整可能な UVLO 機能です。
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。
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。
EFET	逆流防止用 Nch MOSFET のゲート電圧出力端子、 逆流防止機能を使用しない場合はオープンにしてください。
VIN	入力端子
GND	グラウンド端子
VOUT	出力端子

動作一覧

	EN/UVLO “Low”	EN/UVLO “ High”
出力	OFF	ON

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

TCKE805 DC 特性
(特に指定がない場合, V_{IN} = 5V, R_{ILIM} = 20kΩ)

項　目	記　号	測　定　条　件	Ta = 25℃			Ta = –40 ~ 85℃ (注 2)		単位
			最小	標準	最大	最小	最大	
基本特性								
VIN 低電圧誤動作防止 (UVLO) しきい値電圧 上昇時	V_{IN_UVLO}	—	—	4.15	—	4.00	4.40	V
VIN 低電圧誤動作防止 (UVLO) ヒステリシス	V_{IN_UVhyst}	—	—	5	—	—	—	%
EN/UVLO しきい値電圧 上昇時	V_{ENR}	—	—	1.1	—	1.0	1.2	V
EN/UVLO しきい値電圧 下降時	V_{ENF}	—	—	0.96	—	0.89	1.01	V
オン抵抗	R_{ON}	I_{OUT} = 1.5 A	—	28	—	—	38	mΩ
消費電流 (ON 状態)	I_Q	V_{EN} = 3 V, R_{ILIM} = 120 kΩ, I_{OUT} = 0 A	—	0.46	—	—	0.61	mA
消費電流 (OFF 状態)	$I_{Q(OFF)}$	EN = 0V	—	33	—	—	48	μA
dV/dT コントロール								
CdV/dT 電圧	$V_{dV/dT}$	—	—	3	—	—	—	V
充電電流	$I_{dV/dT}$	$V_{dV/dT}$ =0V	—	250	—	—	—	nA
ディスチャージ抵抗	$R_{dV/dT}$	V_{EN} = 0 V,　$I_{dV/dT}$ =10 mA	—	5	—	3	9	Ω
dV/dT – OUT 間ゲイン	$GAIN_{dV/dT}$	(注 2)　$V_{dV/dT}$ = 0.3 V	—	10.5	—	—	—	—
外付け FET ゲートドライバー								
充電電流	I_{EFET}	V_{EFET} = 5 V　(注 2)	—	2	—	—	—	μA
出力電圧	V_{EFET}	(注 2)	—	V_{IN}+4.9	—	V_{IN}+4.4	V_{IN}+5.3	V
ディスチャージ抵抗	R_{EFET}	V_{EN} = 0 V, I_{EFET} = 20 mA	—	24	—	12	40	Ω
過電圧保護								
過電圧クランプ (OVC)	V_{OVC}	V_{IN} = 7 V, I_{OUT} = 1 A	—	6.04	—	5.62	6.45	V
過電流保護								
出力制限電流 (注 3)	I_{LIM} (I_{OUT_CL})	R_{ILIM} = 20 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	5.15	—	4.44	5.87	A
		R_{ILIM} = 24 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	4.38	—	3.88	4.88	
		R_{ILIM} = 35.1 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	3.06	—	2.70	3.41	
		R_{ILIM} = 62 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	1.78	—	1.52	2.04	
		R_{ILIM} = 120 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.96	—	0.76	1.16	
		R_{ILIM} = 250 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.50	—	0.35	0.65	
		R_{ILIM} = 0 Ω, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.64	—	—	—	
		R_{ILIM} = OPEN, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.64	—	—	—	
短絡時制限電流	I_{SCL}	(注 2),(注 4)	—	0.15	—	0.05	0.50	A
ファストトリップ しきい値電流	$I_{FASTTRIP}$ (I_{SHORT_TRIP})	—	—	I_{LIM} × 1.6	—	—	—	A
ILIM 短絡検知抵抗	$R_{SHORTLIM}$	—	—	11	—	—	—	kΩ
過熱保護								
過熱保護 しきい値温度	T_{SD}	Tj	—	160	—	—	—	°C
過熱保護 ヒステリシス温度	T_{SDH}	Tj (Auto-retry タイプのみ)	—	20	—	—	—	°C

注 2: このパラメータ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。
注 4: 10mΩ以下のショート時.

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

TCKE805 AC 特性
(特に指定がない場合, Ta = -40 ~ 85°C, V_{IN} = 5V, R_{ILIM} = 20kΩ, R_{LOAD}=5Ω, C_{IN} = C_{OUT} = 1μF)

項　　目	記　号	測　定　条　件		最小	標準	最大	単位
V_{OUT} オン時間	t_{ON}	V_{EN}↑ to I_{IN} = 100 mA, 1 A resistive load at V_{OUT}, $C_{dV/dT}$ = OPEN (注 5)		—	330	—	μs
V_{OUT} オフ時間	t_{OFF}	V_{EN}↓ to V_{EFET}↓, C_{EFET} = OPEN (注 5)	TCKE805NA	—	1.0	—	μs
			TCKE805NL	—	0.5	—	
V_{OUT} 立ち上がり時間	$t_{dV/dT}$	V_{EN}↑ to V_{OUT} become V_{IN}* 90%, $C_{dV/dT}$ = OPEN (注 6)		200	400	700	μs
		V_{EN}↑ to V_{OUT} become V_{IN}* 90%, $C_{dV/dT}$ = 1 nF (注 5)		—	2.3	—	ms
ファストトリップ遅延時間	$t_{FastOffDly}$	I_{OUT} > $I_{FASTTRIP}$ to I_{OUT} = 0 (Switch off)　(注 5)		—	150	—	ns
EFET オン時間	$t_{EFET-ON}$	V_{EN}↑ to V_{EFET} = V_{IN}, C_{EFET} = 1 nF(注 5)		—	2.6	—	ms
		V_{EN}↑ to V_{EFET} = V_{IN}, C_{EFET} = 10 nF(注 5)		—	25	—	ms
EFET オフ時間	$t_{EFET-OFF}$	V_{EN}↓ to V_{EFET} = 1 V, C_{EFET} = 1 nF (注 5)	TCKE805NA	—	1.2	—	μs
			TCKE805NL	—	0.8	—	
		V_{EN}↓ to V_{EFET} = 1 V, C_{EFET} = 10 nF (注 5)	TCKE805NA	—	2.9	—	μs
			TCKE805NL	—	2.5	—	

注 5: このパラメータは参考値です。
注 6: このパラメータは設計的に保証される項目です。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

TCKE800 & 812 DC 特性
(特に指定がない場合, V_{IN} = 12V, R_{ILIM} = 20kΩ)

項　目	記　号	測　定　条　件	Ta = 25℃			Ta = –40 ~ 85℃ (注 2)		単位
			最小	標準	最大	最小	最大	
基本特性								
VIN 低電圧誤動作防止 (UVLO) しきい値電圧 上昇時	V_{IN_UVLO}	—	—	4.15	—	4.00	4.40	V
VIN 低電圧誤動作防止 (UVLO) ヒステリシス	V_{IN_UVhyst}	—	—	5	—	—	—	%
EN/UVLO しきい値電圧 上昇時	V_{ENR}	—	—	1.1	—	1.0	1.2	V
EN/UVLO しきい値電圧 下降時	V_{ENF}	—	—	0.96	—	0.89	1.01	V
オン抵抗	R_{ON}	I_{OUT} = 1.5 A	—	28	—	—	38	mΩ
消費電流 (ON 状態)	I_Q	V_{EN} = 3 V, R_{ILIM} = 120 kΩ, I_{OUT} = 0 A	—	0.49	—	—	0.64	mA
消費電流 (OFF 状態)	$I_{Q(OFF)}$	EN = 0V	—	46	—	—	67	μA
dV/dT コントロール								
CdV/dT 電圧	$V_{dV/dT}$	—	—	3	—	—	—	V
充電電流	$I_{dV/dT}$	$V_{dV/dT}$ =0V	—	250	—	—	—	nA
ディスチャージ抵抗	$R_{dV/dT}$	V_{EN} = 0 V,　$I_{dV/dT}$ =10 mA	—	5	—	3	9	Ω
dV/dT – OUT 間ゲイン	$GAIN_{dV/dT}$	(注 2)　$V_{dV/dT}$ = 1.0 V	—	10.5	—	—	—	—
外付け FET ゲートドライバー								
充電電流	I_{EFET}	V_{EFET} = 12 V　(注 2)	—	2	—	—	—	μA
出力電圧	V_{EFET}	(注 2)	—	V_{IN}+4.9	—	V_{IN}+4.4	V_{IN}+5.3	V
ディスチャージ抵抗	R_{EFET}	V_{EN} = 0 V, I_{EFET} = 20 mA	—	24	—	12	40	Ω
過電圧保護								
過電圧クランプ (OVC)	V_{OVC}	V_{IN} = 17 V, I_{OUT} = 1 A (TCKE812)	—	15.10	—	14.11	16.14	V
過電流保護								
出力制限電流 (注 3)	I_{LIM} (I_{OUT_CL})	R_{ILIM} = 20 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	5.15	—	4.44	5.87	A
		R_{ILIM} = 24 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	4.38	—	3.88	4.88	
		R_{ILIM} = 35.1 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	3.06	—	2.70	3.41	
		R_{ILIM} = 62 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	1.78	—	1.52	2.04	
		R_{ILIM} = 120 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.96	—	0.76	1.16	
		R_{ILIM} = 250 kΩ, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.50	—	0.35	0.65	
		R_{ILIM} = 0 Ω, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.64	—	—	—	
		R_{ILIM} = OPEN, V_{IN} - V_{OUT} = 1 V	—	0.64	—	—	—	
短絡時制限電流	I_{SCL}	(注 2),(注 4)	—	0.15	—	0.05	0.50	A
ファストトリップ しきい値電流	$I_{FASTTRIP}$ (I_{SHORT_TRIP})	—	—	I_{LIM} × 1.6	—	—	—	A
ILIM 短絡検知抵抗	$R_{SHORTLIM}$	—	—	11	—	—	—	kΩ
過熱保護								
過熱保護 しきい値温度	T_{SD}	Tj	—	160	—	—	—	°C
過熱保護 ヒステリシス温度	T_{SDH}	Tj (Auto-retry タイプのみ)	—	20	—	—	—	°C

注 2: このパラメータ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。
注 4: 10mΩ以下のショート時.

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

TCKE800 & 812 AC 特性
(特に指定がない場合, Ta = -40 ~ 85°C, V_{IN} = 12V, R_{ILIM} = 20kΩ, R_{LOAD}= 12Ω, C_{IN} = C_{OUT} = 1μF)

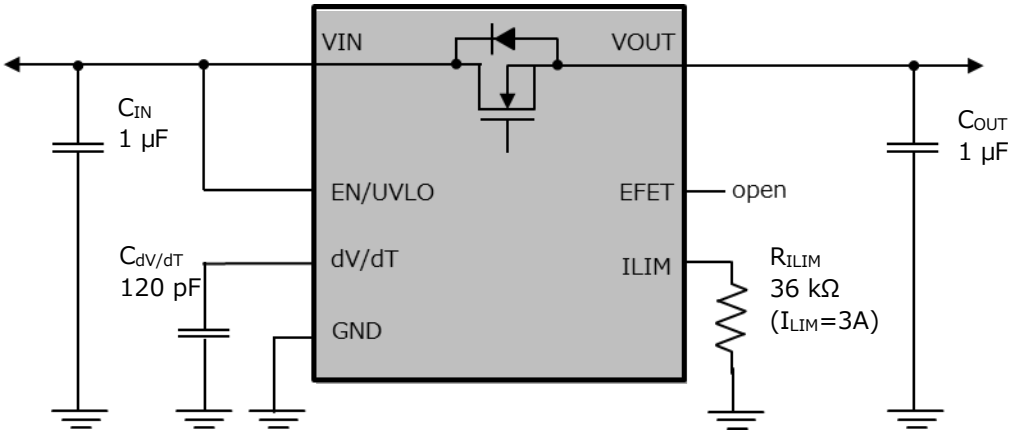
項　　目	記　号	測　定　条　件		最小	標準	最大	単位
V_{OUT} オン時間	t_{ON}	V_{EN}↑ to I_{IN} = 100 mA, 1 A resistive load at V_{OUT}, $C_{dV/dT}$ = OPEN (注 5)		—	270	—	μs
V_{OUT} オフ時間	t_{OFF}	V_{EN}↓ to V_{EFET}↓, C_{EFET} = OPEN (注 5)	TCKE800NA TCKE812NA	—	1.0	—	μs
			TCKE800NL TCKE812NL	—	0.5	—	
V_{OUT} 立ち上がり時間	$t_{dV/dT}$	V_{EN}↑ to V_{OUT} become V_{IN}* 90%, $C_{dV/dT}$ = OPEN (注 6)		300	500	700	μs
		V_{EN}↑ to V_{OUT} become V_{IN}* 90%, $C_{dV/dT}$ = 1 nF (注 5)		—	4.8	—	ms
ファストトリップ遅延時間	$t_{FastOffDly}$	I_{OUT} > $I_{FASTTRIP}$ to I_{OUT} = 0 (Switch off)　(注 5)		—	150	—	ns
EFET オン時間	$t_{EFET-ON}$	V_{EN}↑ to V_{EFET} = V_{IN}, C_{EFET} = 1 nF(注 5)		—	6.2	—	ms
		V_{EN}↑ to V_{EFET} = V_{IN}, C_{EFET} = 10 nF(注 5)		—	60	—	ms
EFET オフ時間	$t_{EFET-OFF}$	V_{EN}↓ to V_{EFET} = 1 V, C_{EFET} = 1 nF (注 5)	TCKE800NA TCKE812NA	—	1.5	—	μs
			TCKE800NL TCKE812NL	—	1.1	—	
		V_{EN}↓ to V_{EFET} = 1 V, C_{EFET} = 10 nF (注 5)	TCKE800NA TCKE812NA	—	3.9	—	μs
			TCKE800NL TCKE812NL	—	3.5	—	

注 5: このパラメータは参考値です。
注 6: このパラメータは設計的に保証される項目です。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

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でき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)

東芝 eFuse IC では C_{IN} と C_{OUT} に 1 μF を推奨しておりますが、必ず実機でご確認ください。

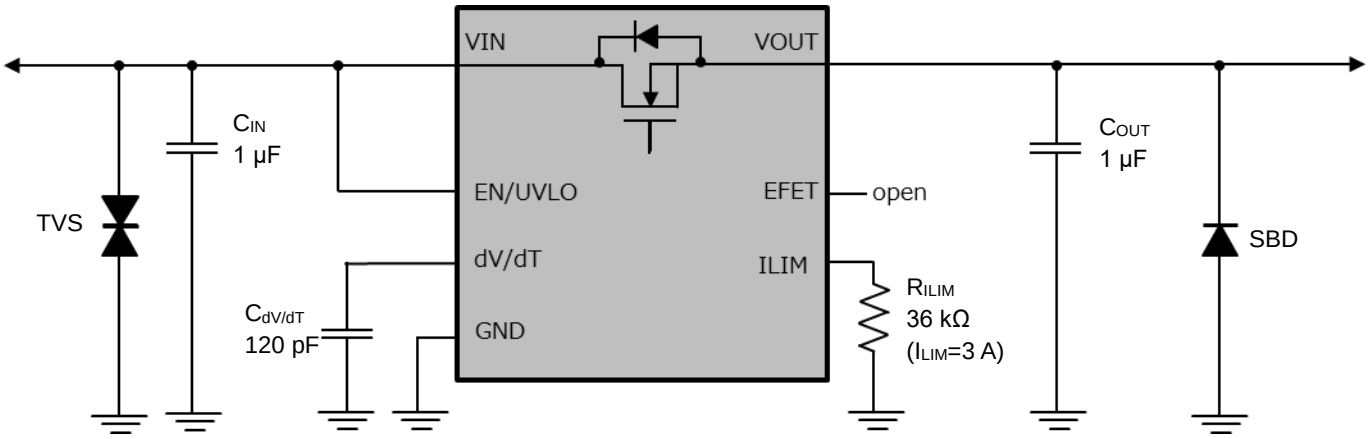
eFuse IC の入力端子に絶対最大定格を超える過渡電圧などが印加される場合は、TVS ダイオード (ESD 保護用ダイオード) を入力端子と GND の間に接続してください。

また、出力側で発生するマイナスのスパイク電圧に対しては、SBD (ショットキーバリアダイオード) を接続して出力電位が GND よりも大きく低下することを防ぐことができます。

SBD は eFuse IC だけではなく、負荷として接続される IC や機器の保護としても効果的です。SBD は eFuse IC の出力端子と GND 間に、GND 側をアノードとして接続してください。

このように、eFuse IC の保護機能をより強化することができますので、eFuse IC には TVS ダイオードと SBD を併用することを推奨します。この場合の周辺回路例を下記に示します。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation



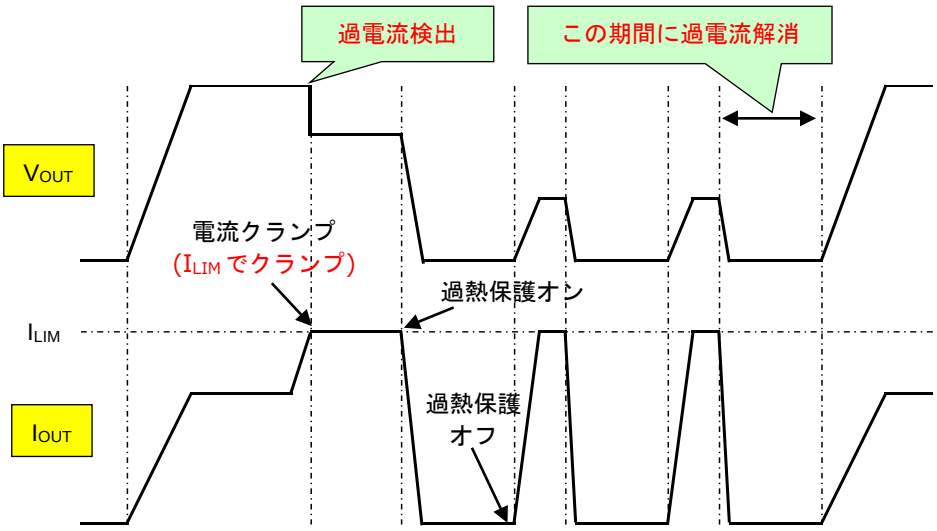
この回路例で当社製 eFuse IC と組み合わせる製品として、TVS ダイオードとして DF2S23P2CTC を、SBD として CUHS20S30 を、それぞれ推奨いたします 。

2) 過電流保護機能の動作

過電流保護機能は異常発生時の消費電力を抑えて IC と負荷の破壊を防止する機能です。負荷の異常や短絡などで出力電流が制限電流 (I_{LIM}) を超えると、出力電圧と出力電流も低下させて、IC と負荷で消費される電力を制限します。

後述する短絡保護機能と合わせて、過電流に対して二重に保護しますので、発火や発煙の防止に大きく貢献します。

オートリトライタイプの過電流保護クランプ動作のタイミングチャートを下図に示します。

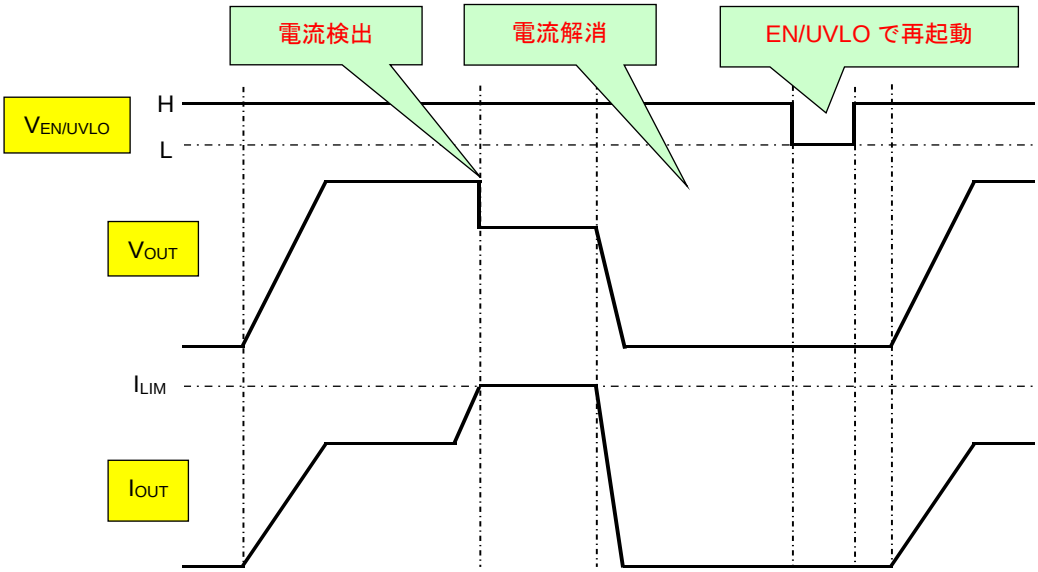


過電流保護動作のタイミングチャート　(オートリトライタイプ)

出力電流値が I_{LIM} に達し、過電流を検知すると I_{LIM} 以上の電流が流れないよう電流がクランプされます。このとき、後述する出力電圧と電流の関係に従って、出力電圧は少し低下します。この段階で過電流が解消されない場合、この状態は保持されて IC の温度は上昇し続けますので、やがて過熱保護機能が動作します。以後は過電流が解消されるまで、動作停止 → 温度低下 → 過熱保護解除 → 電流クランプ → 過熱保護 → 温度上昇 → 過熱保護 → 動作停止というサイクルにより復帰の試行を繰り返します。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

次に、ラッチタイプの過電流保護クランプ動作のタイミングチャートを下図に示します。

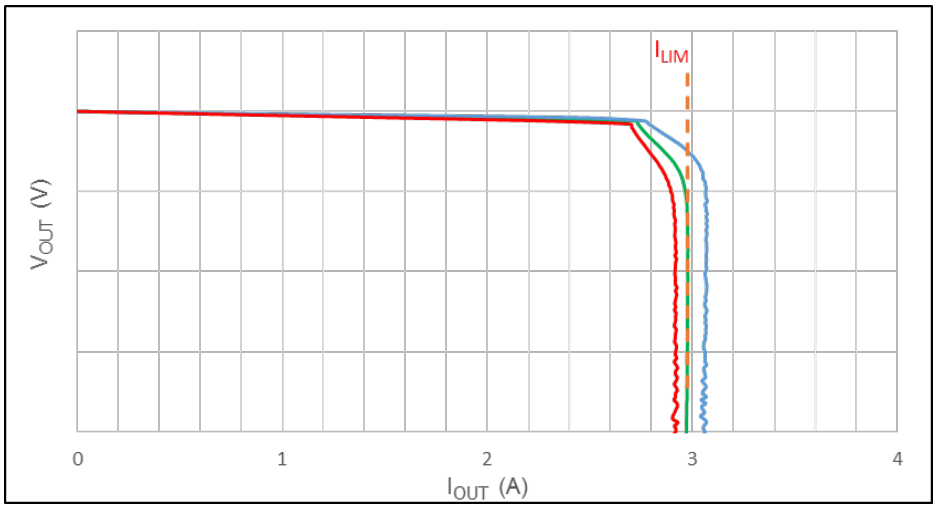


過電流保護動作のタイミングチャート　(ラッチタイプ)

ラッチタイプの場合は過熱保護動作にラッチがかかりますので、復帰させるには EN/UVLO 端子のコントロール信号などで再起動する必要があり、再起動するまで保護動作が継続します。

3) 過電流保護機能の設定

下図に過電流保護クランプ動作時の出力電圧と電流の関係を示します。



過電流保護クランプ動作時の出力電圧－電流特性

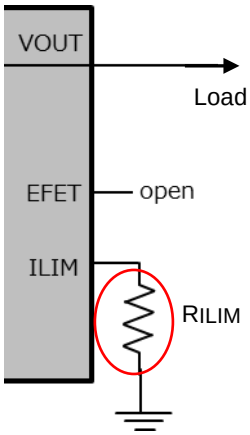
東芝 eFuse IC は制限電流可変で、ILIM 端子の外付け抵抗 R_{ILIM} を適切に選ぶことにより、制限電流を用途に応じた最適な値に設定にすることができます。I_{LIM} の計算式は TCKE8xx シリーズ共通で、下記に示すとおりとなりますが、電流が 1A 以下の領域では理論値と実測値のずれが大きくなりますので、抵抗値の選定にあたっては必ず実機で確認ください。

$$I_{LIM}(A) = 0.13 + 101.8/R_{ILIM}(k\Omega)$$

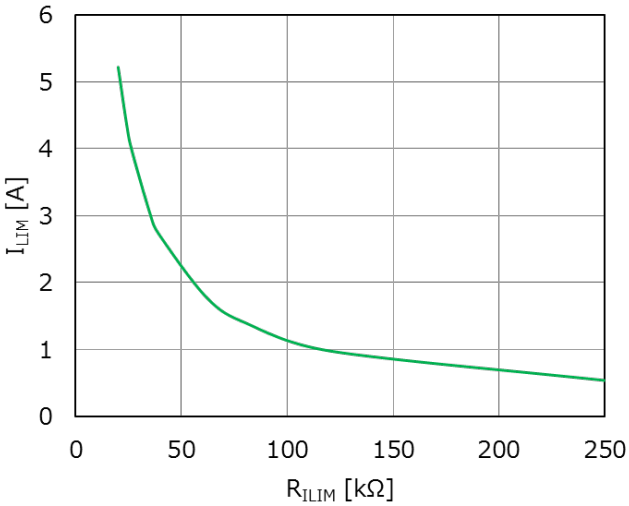
R_{ILIM}: ILIM 端子外付け抵抗（kΩ）

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

以下に ILIM 端子の周辺回路図と R_{ILIM} と I_{LIM} の関係のグラフを示します。



ILIM 端子周辺外付け回路



R_{ILIM}－I_{LIM} 特性

ご参考として、R_{ILIM} の抵抗値とそのときの I_{LIM} を以下に示します。

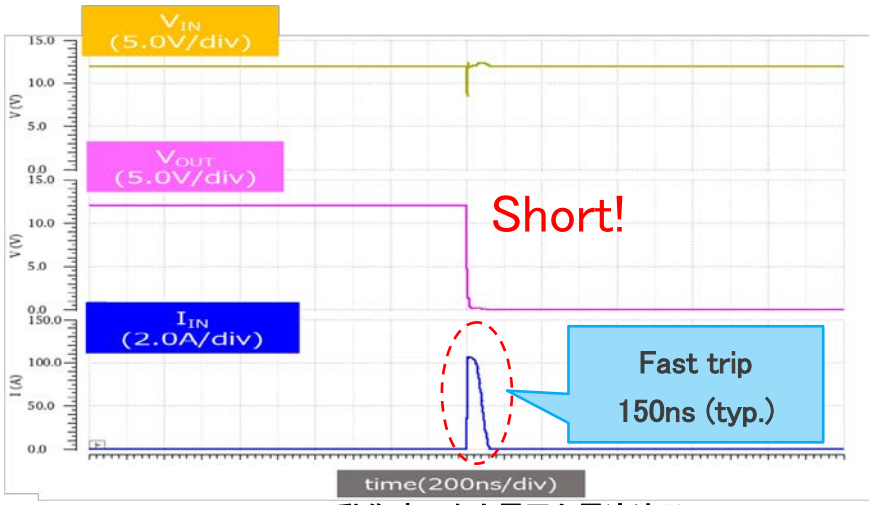
R_{ILIM} (kΩ)	I_{LIM} (A) (typ.)	条件
20	5.15	V_{IN}-V_{OUT}=1 V
24	4.38	
36	3.00	
62	1.78	
120	0.96	
250	0.5	
0	0.64	
OPEN	0.64	

4)短絡保護機能

短絡保護機能は、電源ラインや負荷が何らかの異常により短絡(ショート)した際に動作を停止して、過大な電流が流れるのを防ぐ機能です。TCKE800/805/812 シリーズでは、ごく短い時間に出力電流が過電流保護時制限電流 (I_{LIM}) の 1.6 倍の電流が流れた場合に短絡と判定し、本機能が動作します。

東芝 eFuse IC は超高速の短絡保護回路技術 (Fast trip 機能) を採用しており、シミュレーションでは短絡発生から 150 ns (typ.) で電流をゼロ付近まで抑えることができます。

下図にシミュレーションによる Fast trip 機能の動作波形を示します。



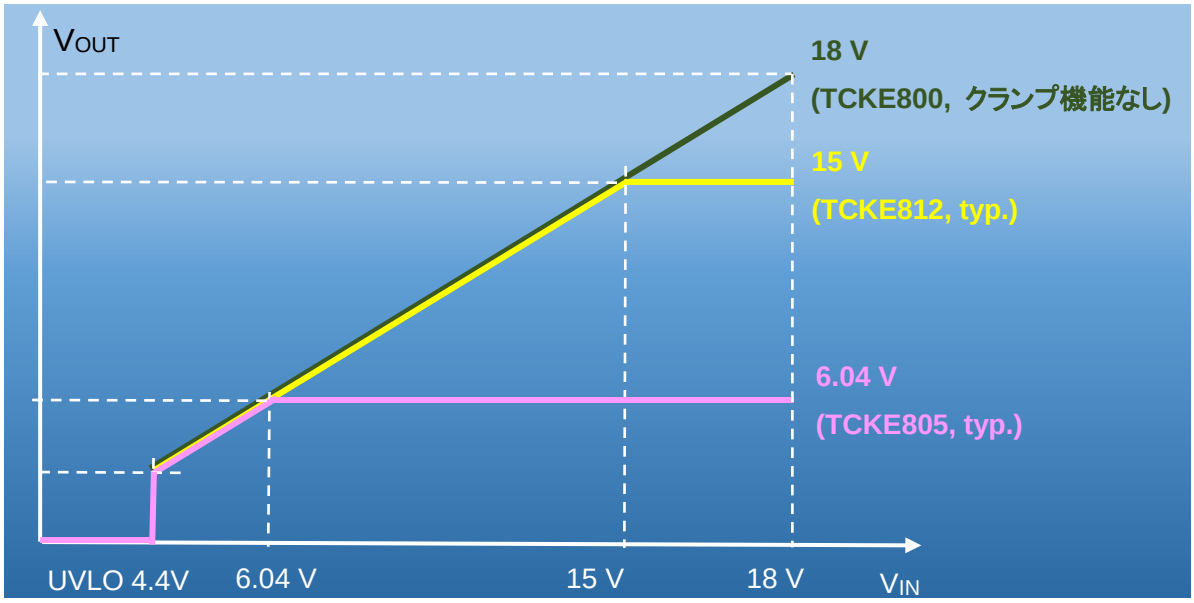
Fast trip 動作時の出力電圧と電流波形

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

短絡保護回路は、Fast trip 後 100 μs で復帰動作を行い、短絡が続いていれば、再度保護動作に入ります。ラッチタイプではその後は復帰の試行は行わず、コントロール信号により再起動されるまで保護し続けます。オートリトライタイプは、過電流保護動作時と同様、過熱保護サイクルを用いて短絡状態が解消されるまで、復帰を試行します。

5) 過電圧保護機能

過電圧クランプ機能は、出力電圧に制限電圧でクランプをかけ、それ以上の電圧が出力されないようにして負荷に過電圧が印加されることを防ぐ機能です。本機能は TCKE805/812 シリーズの機能となり、TCKE800 シリーズには搭載されておりません。制限電圧は TCKE805 シリーズでは 6.04 V (typ.) に、TCKE812 シリーズは 15 V (typ.) に、それぞれ設定されています。TCKE800/805/812 シリーズの入力電圧と出力電圧の関係を下図に示します。



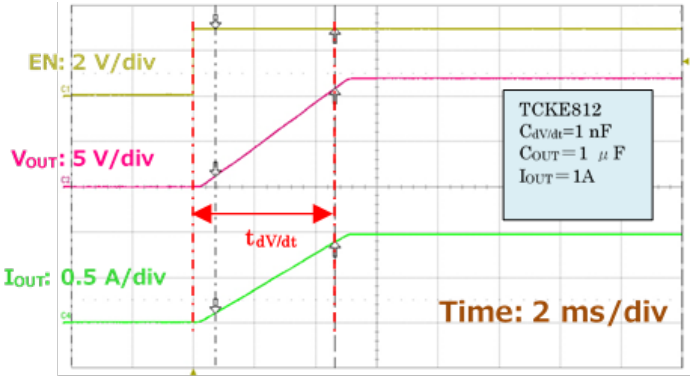
TCKE800/805/812 の過電圧特性

過電圧保護機能についても、過電流保護や短絡保護と同様に、オートリトライタイプでは過熱保護を使って復帰を試行しますが、ラッチタイプでは再起動するまで、この状態が保持されます。

6) 突入電流抑制機能（インラッシュ電流抑制機能）

出力がオンしたとき、負荷側に接続されたコンデンサーを充電するため突入電流が流れますが、この電流が大きすぎると過電流保護回路が誤動作して立ち上がり不能になったり、出力電圧にオーバーシュートが発生したりするおそれがあります。これを防ぐため、出力電圧の立ち上がり時のスルーレートを制御して突入電流を制限するのが、本機能です。

下図に、本機能により突入電流を制限したときの出力電圧 (V_{OUT}) の立ち上がりと突入電流の様子を示します。



突入電流抑制（スルーレートコントロール）機能

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

本機能により、立ち上がり時の電流が緩やかに増加していることがおわかりいただけます。

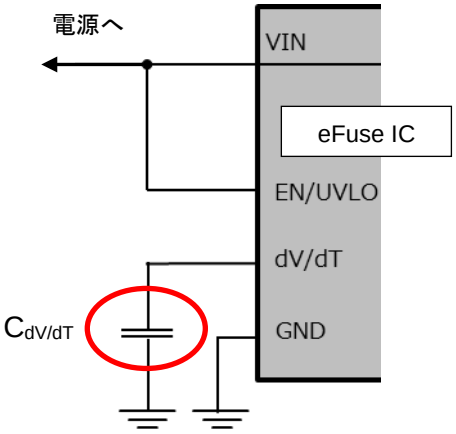
7）突入電流（スルーレート）の設定

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（$t_{dV/dT}$）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。

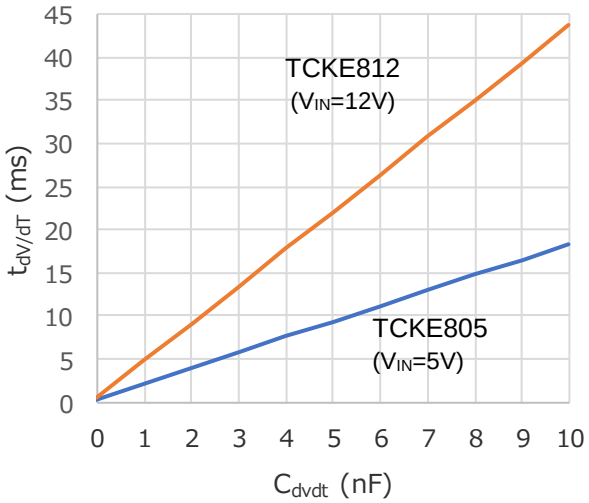
$$t_{dV/dT}\ (s) = 0.36\times10^{6} \times V_{IN} \times (C_{dV/dT}+50\times10^{-12}) + 3.0 \times 10^{-4}$$

V_{IN}: 入力電圧（V）、$C_{dV/dT}$: dV/dT 端子外付け容量（F）

dV/dT 端子の周辺回路図、および $C_{dV/dT}$ と $t_{dV/dT}$ 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

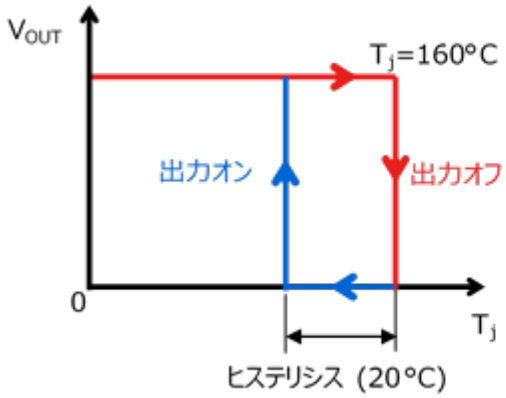


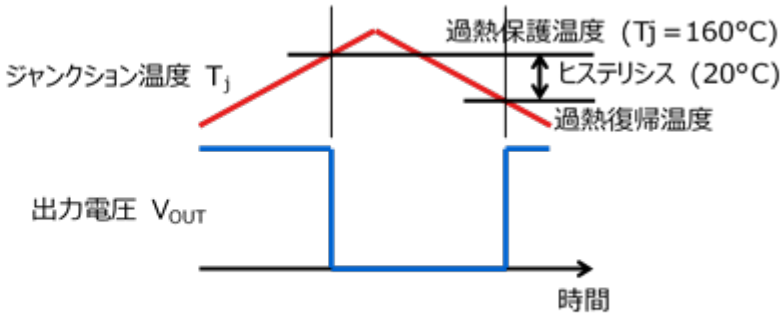
$C_{dV/dT}$－$t_{dV/dT}$ 特性

8）加熱保護機能

過熱保護機能（サーマルシャットダウン）は、出力に大電流が流れ続けて eFuse IC のジャンクション温度が設定値以上になったときに IC の動作を停止させて出力を遮断し、保護する機能です。

下図に、過熱保護機能の動作イメージを示します。





過熱保護機能動作

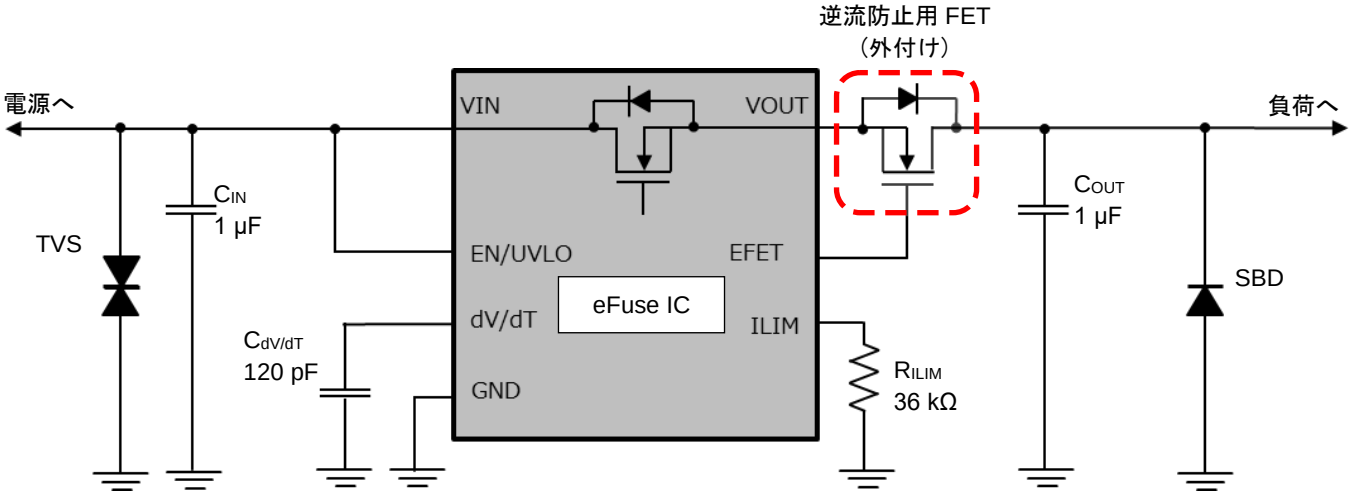
過電流および過電圧クランプ動作が継続したときなどジャンクション温度が上昇するので、過熱保護機能が動作しますが、保護動作後は電流が流れなくなり、温度は低下し始めます。過熱保護の動作温度と復帰温度にはヒステリシスを持たせており、一定時間後にここまで温度が下がらないと復帰動作しません。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

9) 逆流防止機能

東芝 eFuse IC は、オプションとして EFET 端子に N チャネル MOSFET を外付けすることにより電流の逆流を防止することが出来ます。逆流防止機能とは、VIN の電源オフや EN/UVLO 端子による制御などで、eFuse IC の動作が停止しているときに、出力側から入力側に電流が逆流するのを防止する機能です。

逆流防止機能を使用する場合の回路を下図に示します。



逆流防止機能を使用時の eFuse IC 周辺回路例

逆流防止用外付け FET には当社製 SSM6K513NU を推奨します。SSM6K513NU の主要な最大定格とオン抵抗は以下のとおりです。

・ドレイン・ソース間電圧: V_{DSS}=30 V

・ゲート・ソース間電圧: V_{GSS}=20 V

・ドレイン電流: I_D=15 A

・ドレイン・ソース間オン抵抗: $R_{DS\ (ON)}$ ＝8 mΩ@V_{GS}=4.5 V

その他のものをご利用になる場合、ご使用になる電源電圧と想定される負荷電流に対して十分 V_{DSS} と I_D にマージンがあり、できるだけ低オン抵抗のものを選定してください。

EFET 端子は V_{IN}+4.9V(標準)を出力します。本機能が不要な場合には EFET 端子はオープンにしてください。

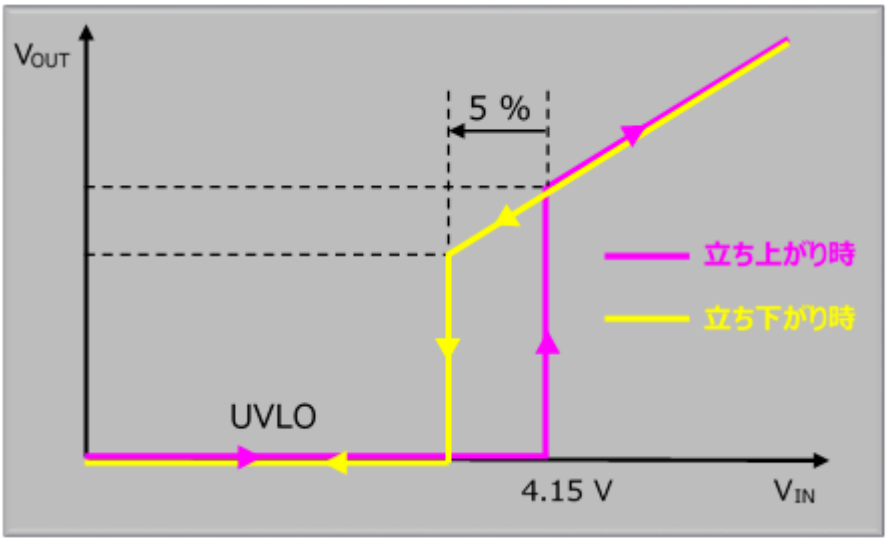
© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

10）低電圧誤動作防止機能（UVLO）

この機能は入力低電圧時に eFuse IC の動作を停止し、負荷の誤動作を防ぐ機能です。

TCKE8xx シリーズは、入力電圧が 4.15 V (typ.) 以上にならないと動作しません。この電圧は立ち上がり時と立ち下がり時でヒステリシスを持っており、立ち下がり時は立ち上がり時の 4.15 V に対して 5 % (typ.) 低い電圧 (約 3.95 V) で動作を停止します。

下図に本機能の動作を示します。



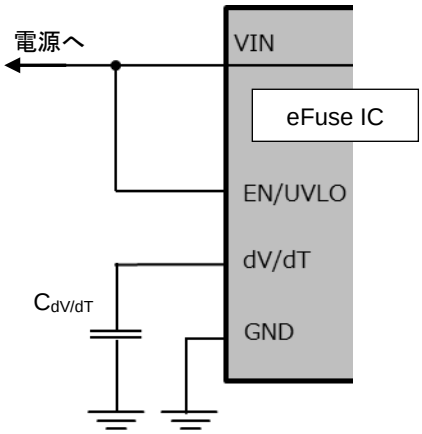
低電圧誤動作防止回路動作

11）EN/UVLO 端子機能

TCKE8xx シリーズは EN/UVLO 端子を備えており、本端子を使って eFuse IC 全体の動作を制御することができます。また、抵抗を外付けして低電圧誤動作防止機能の動作電圧を最適な値に設定することができます。

以下に、本端子の使用例をいくつかご紹介します。

(1) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更せず、動作制御も行わない場合

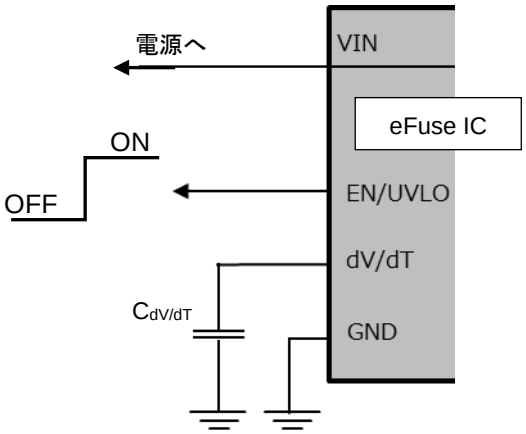


EN/UVLO 端子の接続例 (VIN 直結)

EN/UVLO 端子は VIN 端子に直結してください。この場合、TCKE800/805/812 シリーズではプルアップ抵抗は不要です。EN/UVLO 端子は耐圧 18V に設計されており、VIN 端子と EN/UVLO 端子は直結可能で、部品点数の削減に貢献します。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

(2) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更せず、外部から動作制御を行う場合

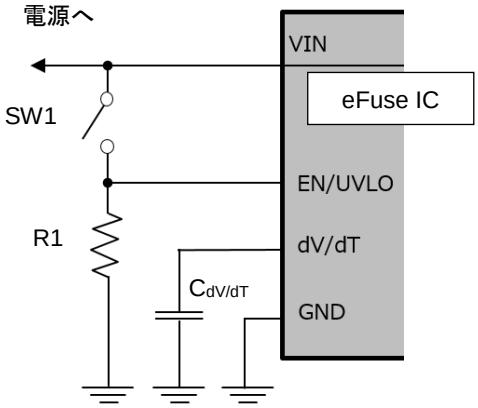


UVLO 端子の接続例 (外部制御)

EN/UVLO 端子に外部からのコントロール信号を直接入力してください。EN/UVLO 端子のオン/オフスレッショルド電圧はヒステリシスを持っておりますので、コントロール信号の"H"レベルは 1.1 V (typ.) 以上、"L"レベルは 0.96 V (typ.)以下となるように設定してください。

なお、EN/UVLO 端子がオープン (不定) になると eFuse IC の動作が異常になるおそれがあります。"L"レベルのときも本端子がオープンにならないようご注意ください。

(3) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更せず、VIN 端子との短絡スイッチで動作制御を行う場合



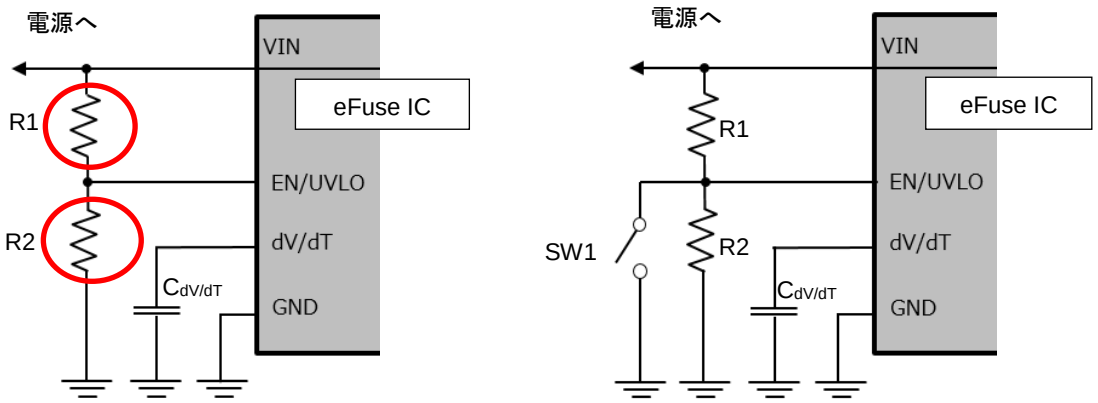
EN/UVLO 端子の接続例 (VIN とスイッチで接続)

VIN との直結部にスイッチを設けて動作制御ができるようにしたものです。この場合、SW1 開放時に EN/UVLO 端子がオープンにならないようにプルダウン抵抗が必要です。プルダウン抵抗の値は EN/UVLO 端子が不定にならない値であればいいですが、SW1 の導通時には R1 に流れる電流も考慮のうえ、実機で確認して決定してください。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

(4) 低電圧誤動作防止機能の動作電圧を変更する場合

EN/UVLO 端子に外付け抵抗を追加することで低電圧誤動作防止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。



a) 動作制御なしの場合　　b) 動作制御ありの場合

EN/UVLO 端子の接続例 (V_{IN} 抵抗分割)

a)は EN/UVLO 端子による動作制御を行わない場合、b)は動作制御を行う場合の回路例です。

図に示すように、入力を外付け抵抗で分圧した電圧で EN/UVLO 端子による動作制御を行うことにより、入力電圧の低下時に動作を停止させる構成です。外付け抵抗を適切に選べば低電圧誤動作防止機能の動作電圧を最適な値に設定できます。ただし、4.15 V 以下の電圧に設定することはできません。

EN/UVLO 端子の外付け抵抗 R1、R2 による設定値 $V_{IN_UVLO(fall)}$の計算式は以下のとおりです。

$$V_{IN_UVLO(fall)}(V) = \frac{R1 + R2}{R2} \times V_{ENF}(V)$$

V_{ENF}: EN スレッショルド電圧 (立ち下がり)　0.96 V (typ.)

先述のとおり、EN/UVLO 端子のコントロール電圧はヒステリシスを持っておりますので、立ち上がり時に起動する電圧は変わります。立ち上がり時の起動電圧 $V_{IN_UVLO(rise)}$は以下の式で求められます。

$$V_{IN_UVLO(rise)}(V) = \frac{R1 + R2}{R2} \times V_{ENR}(V)$$

V_{ENR}: EN スレッショルド電圧 (立上り)　1.1 V (typ.)

上図 b)のように、R2 と並列にスイッチを接続して動作制御を行うこともできます。この場合、(3)の例とは逆に SW1 導通時に eFuse IC が動作を停止します。このとき R1 が電流制限抵抗となりますので、R1、R2 の抵抗選定時にはご注意ください。

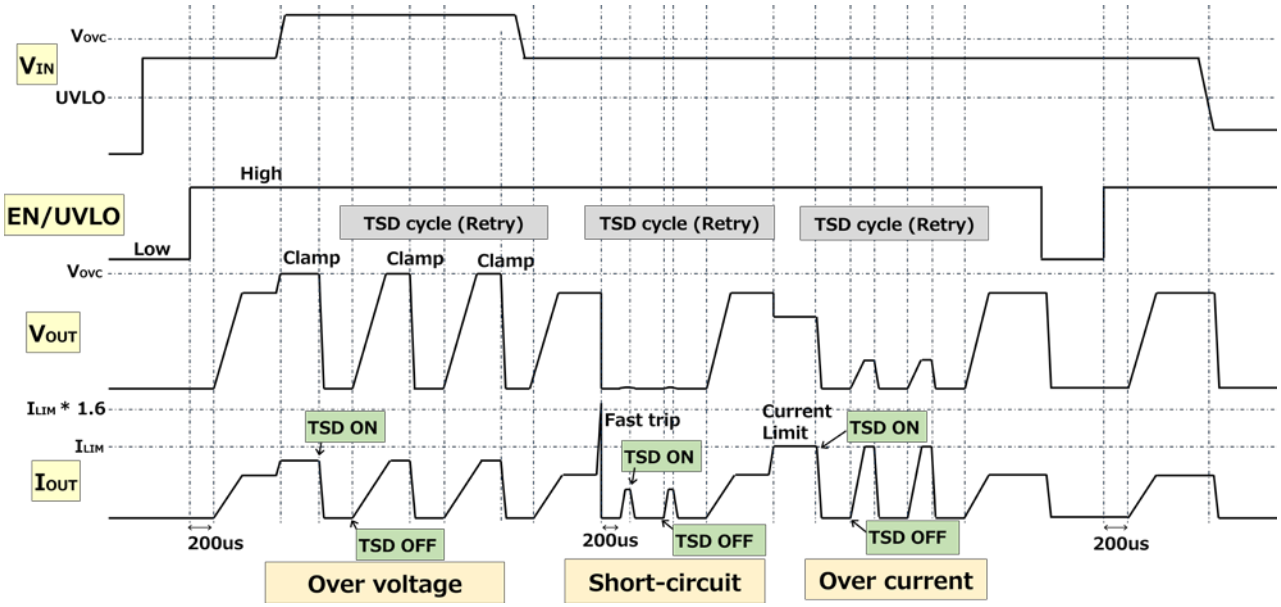
12）保護機能について

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ございません。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充分な安全対策を施すことを推奨いたします。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

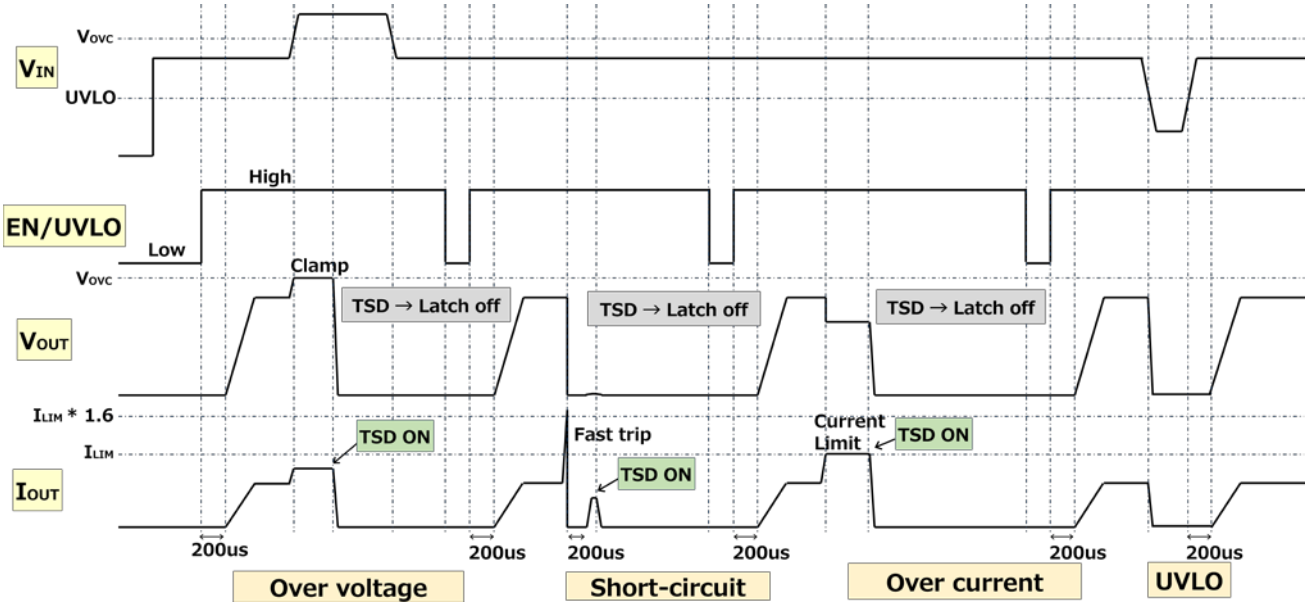
13) タイミングチャート

オートリトライタイプのタイミングチャートを下図に示します。



タイミングチャート (オートリトライタイプ)

ラッチタイプのタイミングチャートを下図に示します。



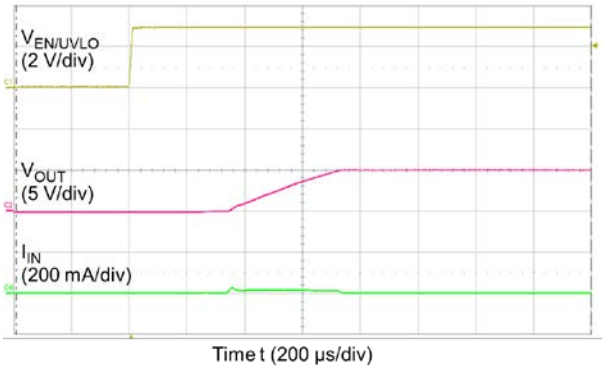
タイミングチャート (ラッチタイプ)

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

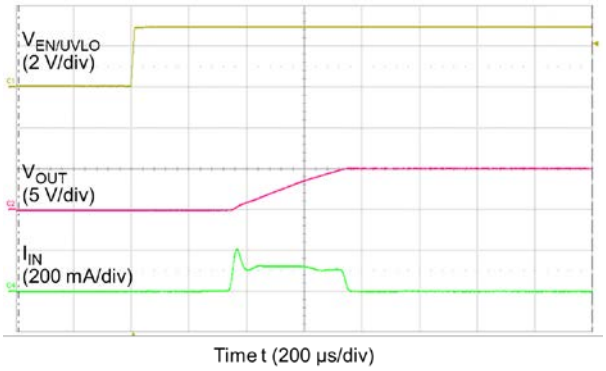
代表特性

t_{ON} Response

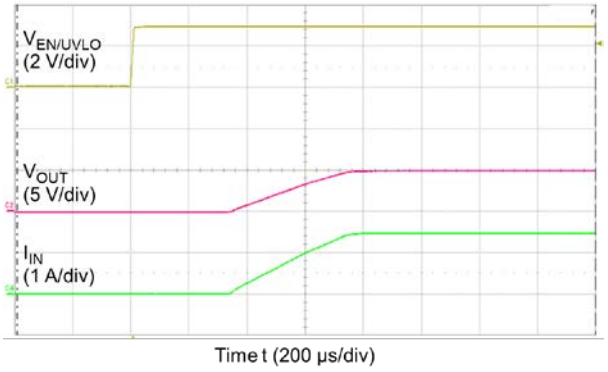
V_{IN} = 5 V, $C_{dV/dT}$ = 120 pF, C_{OUT} = 1 μF, R_{LOAD} = OPEN



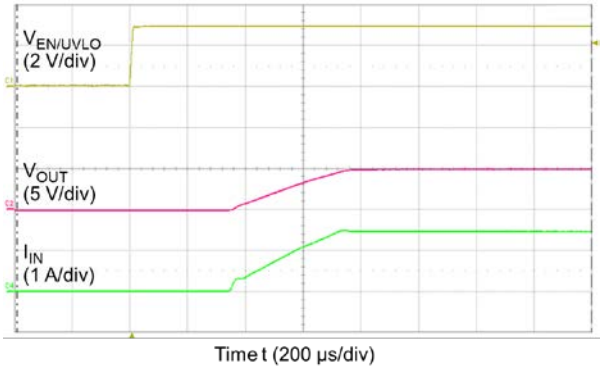
V_{IN} = 5 V, $C_{dV/dT}$ = 120 pF, C_{OUT} = 10 μF, R_{LOAD} = OPEN



V_{IN} = 5 V, $C_{dV/dT}$ = 120 pF, C_{OUT} = 1 μF, R_{LOAD} = 3.3 Ω

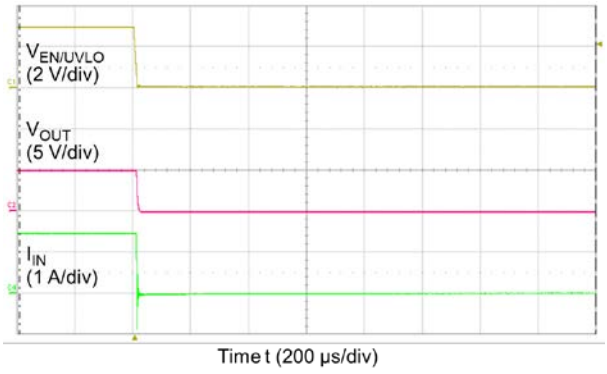


V_{IN} = 5 V, $C_{dV/dT}$ = 120 pF, C_{OUT} = 10 μF, R_{LOAD} = 3.3 Ω



t_{OFF} Response

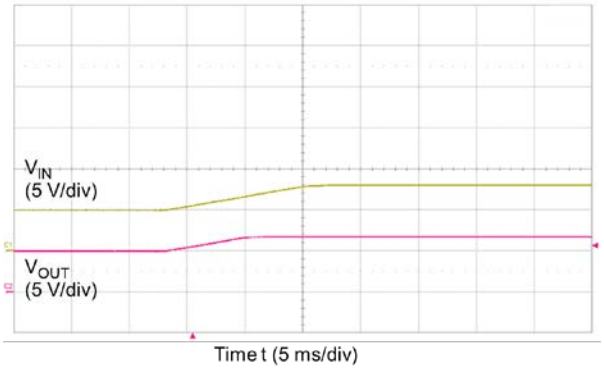
V_{IN} = 5 V, $C_{dV/dT}$ = 120 pF, C_{OUT} = 1 μF, R_{LOAD} = 3.3 Ω



Over voltage clamp

$C_{dV/dT}$ = Open, C_{OUT} = 1 μF, R_{LOAD} = Open

V_{IN} 5V to 8V



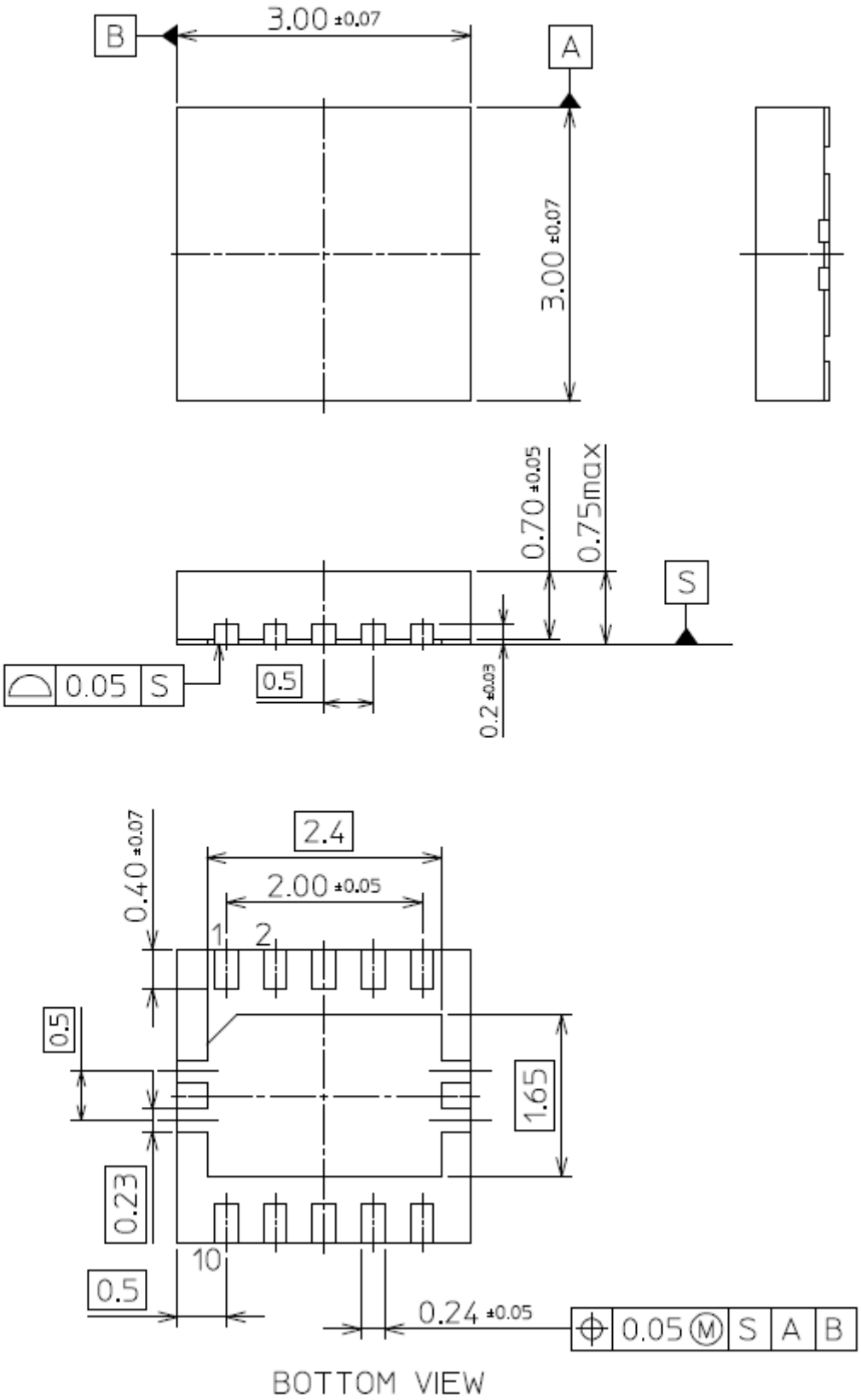
注： 特性図の値は特に指定のない限り保証値ではなく参考値です。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

外形図

WSON10B

単位: mm

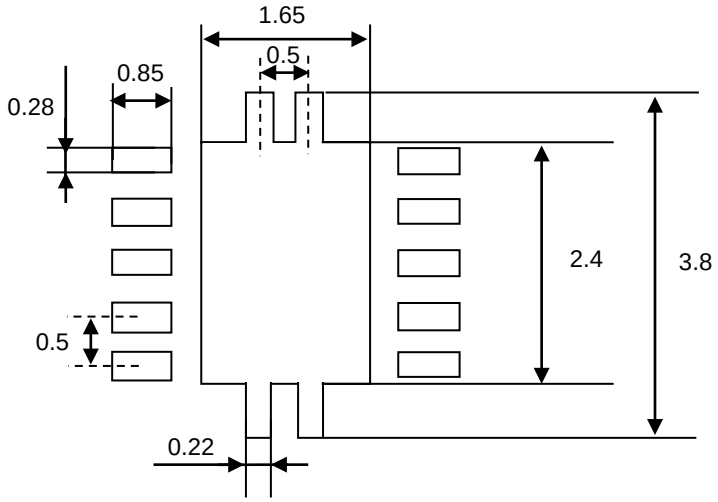


質量: 19.3 mg (標準)

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

参考パッド寸法

単位：mm



© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation

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エア、ソフトウエ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、お客様のハードウエア・ソフトウエア・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用途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。

© 2019-2020
Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation