

**ロードスイッチ  
TCK301G、TCK302G、TCK303G  
応用と回路**

**リファレンスガイド**

**RD006-RGUIDE-02**

---

**東芝デバイス&ストレージ株式会社**

## 目次

1.	概要 .....	3
1.1.	ターゲットアプリケーション .....	3
2.	使用回路例、部品表 .....	4
2.1.	使用回路例 .....	4
2.2.	部品表 .....	4
3.	突入電流抑制機能について .....	5
4.	設計に際しての注意事項 .....	8
5.	製品概要 .....	8
5.1.	TCK301G、TCK302G、TCK303G .....	8
5.1.1.	概要 .....	8
5.1.2.	外観と端子配置 .....	9
5.1.3.	製品一覧 .....	9
5.1.4.	内部回路ブロック図 .....	10
5.1.5.	動作一覧 .....	10
5.1.6.	端子説明 .....	11

## 1. 概要

ロードスイッチ TCK301G、TCK302G、TCK303Gは突入電流抑制、過熱保護、過電圧保護、低電圧誤動作防止、逆流防止、フラグ信号出力機能を搭載した、入力電圧28Vに対応する高耐圧CMOSプロセスを用いたロードスイッチです。

これらの機能を搭載したTCK301G、TCK302G、TCK303Gは、リチウムイオン二次電池等を搭載したバッテリー駆動セットで、昨今重要視されている急速充電対応や、あらゆるシステムにおいて求められる省電力対応等の、大電流かつ高入力耐圧が求められる電源管理機能を実現可能なロードスイッチです。

本リファレンスガイドは、TCK301G、TCK302G、TCK303Gの各種機能の中でも、大電流スイッチ用途において重要視される突入電流抑制を目的としたスルーレートコントロール回路の動作、応用について解説していきます。

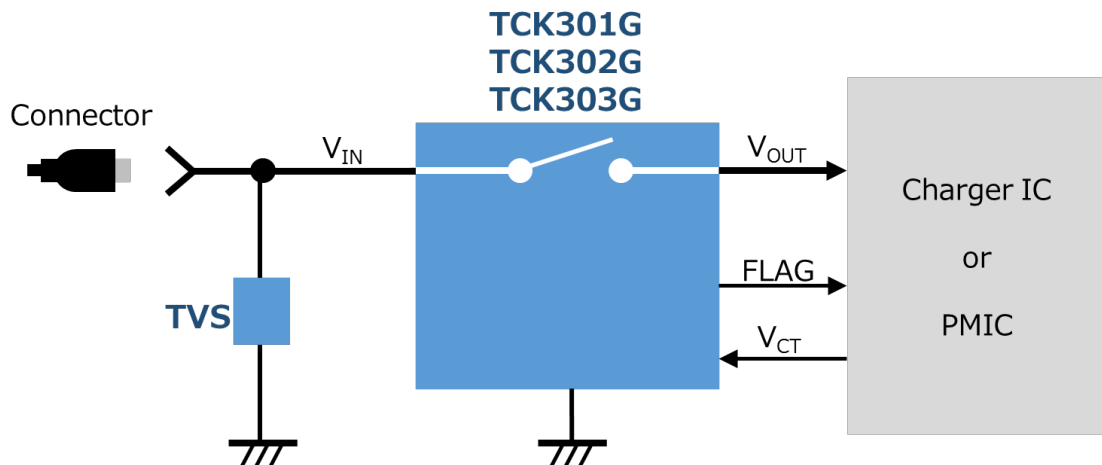
TCK301G、TCK302G、TCK303Gのその他各種保護機能、製品詳細については、データシートをご参照ください。

TCK301G、TCK302G、TCK303Gのデータシートダウンロードはこちらから → [Click Here](#)

### 1.1. ターゲットアプリケーション

- USB Type-C™搭載機器のUSB PD 対応急速充電回路のメインスイッチ
- 各種急速充電方式、ワイヤレス給電方式に対応する5~12 Vの電源入力回路のメインスイッチ
- 省電力対応が必要なシステムのパワーマネージメント用スイッチ

回路例：急速充電回路のメインスイッチ



※充電回路などの高電流アプリケーションに最適なTVSダイオード（ESD保護用）をラインアップしています。

製品の詳細はこちらから → [Click Here](#)

## 2. 使用回路例、部品表

### 2.1. 使用回路例

図 2.1.1 は、ロードスイッチ TCK301G、TCK302G、TCK303G の使用回路例です。

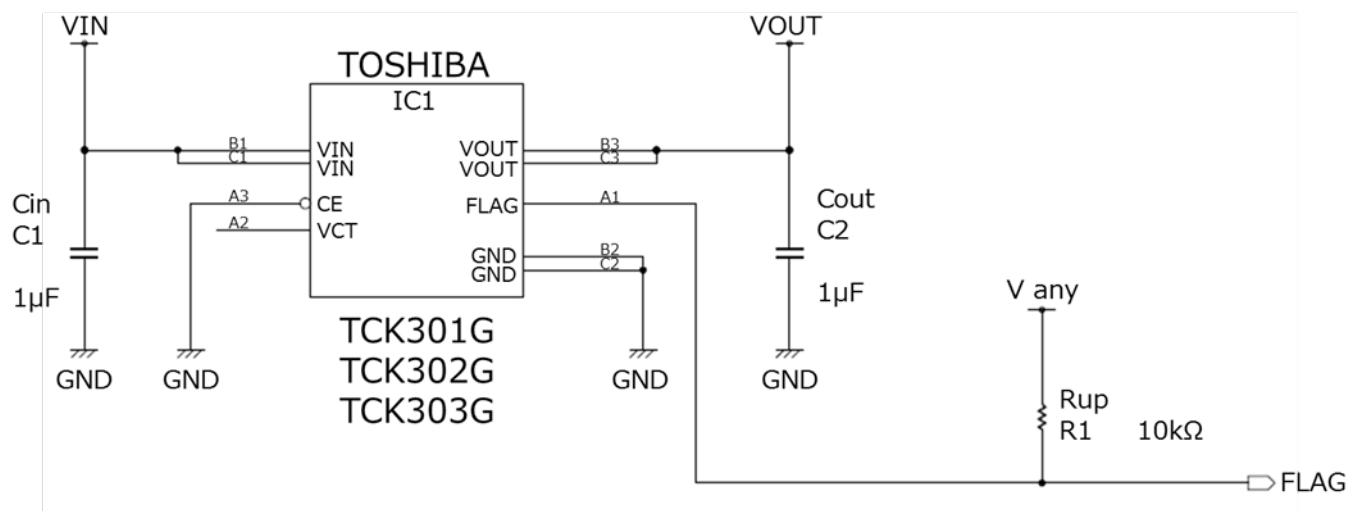


図 2.1.1 TCK301G、TCK302G、TCK303G の使用回路例

### 2.2. 部品表

表 2.2.1 部品表

アイテム	部品	数量	値	部品名	メーカー	説明	パッケージ名称	標準寸法 mm (inch)
1	IC1	1	—	TCK301G TCK302G TCK303G	TOSHIBA	ロードスイッチ IC	WCSP9	1.5 x 1.5
2	R1	1	10kΩ			カーボン、±5%	—	1.0 x 0.5 (0402)
3	C1	1	1µF			セラミック、50V、±10%	—	3.2 x 1.6 (1206)
4	C2	1	1µF			セラミック、50V、±10%	—	3.2 x 1.6 (1206)

### 3. 突入電流抑制機能について

本製品にはスイッチング過渡時に生じる突入電流（ラッシュ電流とも呼称されます）を抑制するスルーレートコントロールドライバ回路（スロースタート回路なども対象とされます）が内蔵されています。複数の供給元となるPMICから電源供給されているケースでは、個々の過渡的なスイッチング時における突入電流が著しく大きくなった場合、一時的にPMICの電流容量値を超えてしまい、システム全体のシャットダウンなどの誤動作やシステムトラブルを引き起こす可能性があります。また、負荷側においても同様のケースが想定され、このような状況を防ぐために突入電流の抑制が求められます。図3.1にスルーレートコントロールドライバの有無による出力電圧（ $V_{OUT}$ ）、出力電流（ $I_{OUT}$ ）の波形イメージを示します。

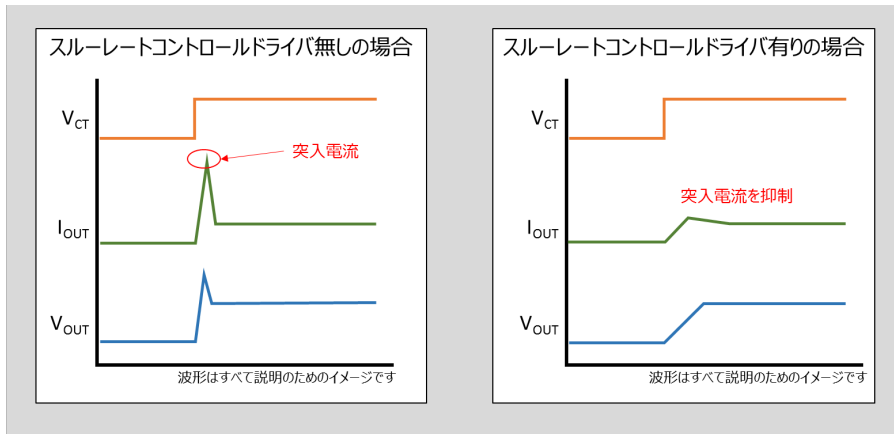


図 3.1 スルーレートコントロールドライバ回路の有無による出力電圧、出力電流の波形イメージ

内部のドライバ回路の時定数で定まるスロースタート回路と、負荷容量（ $C_L$ ）および等価抵抗（ $R_L$ ）によって、出力電圧（ $V_{OUT}$ ）の起動時間や過渡時の突入電流の値が決定されます。標準条件で測定した起動波形の実測例を図 3.2 に示します。

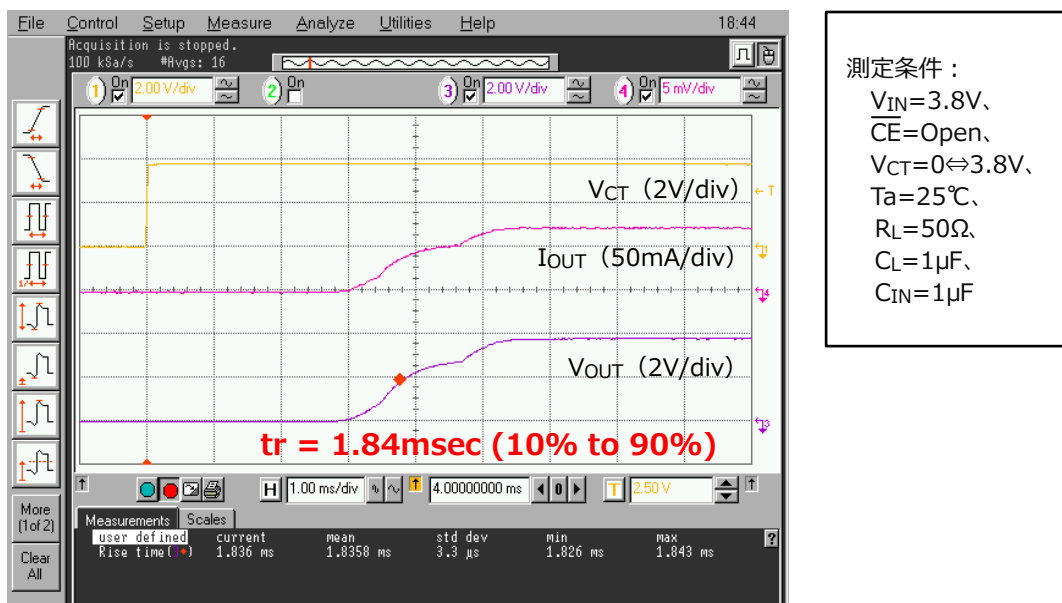
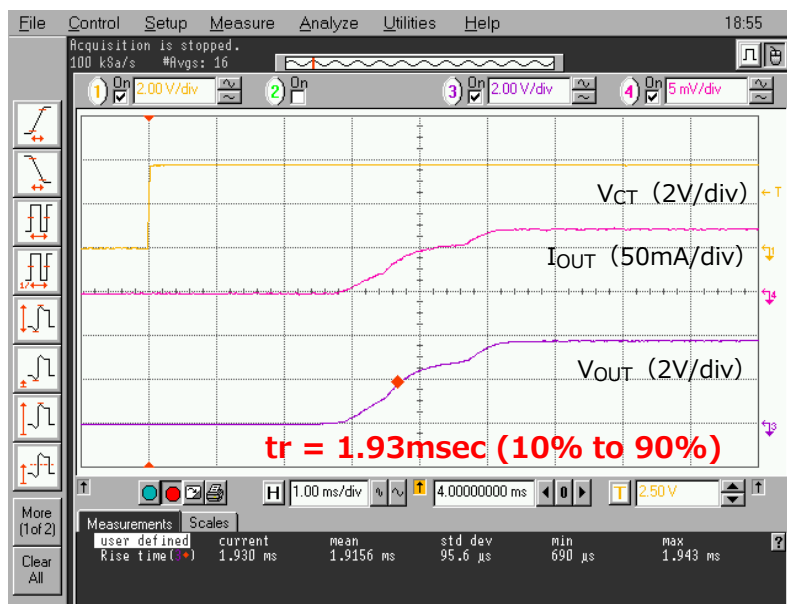


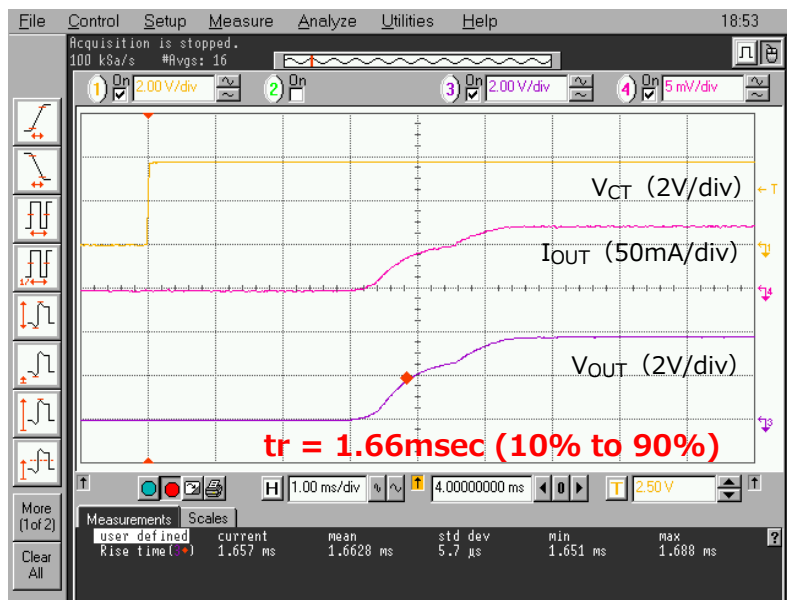
図 3.2 TCK303G の起動波形 実測例（標準測定条件）

図 3.3、図 3.4 に周囲温度を変化させた際の起動波形の実測例を示します。温度範囲はデータシートに記載の動作温度範囲で定義されています。図 3.3 は周囲温度 85℃の際の実測例、図 3.4 は周囲温度-40℃の際の実測例です。



測定条件：  
 $V_{IN}=3.8V$ 、  
 $\overline{CE}=\text{Open}$ 、  
 $V_{CT}=0\leftrightarrow 3.8V$ 、  
 $T_a=85^\circ\text{C}$ 、  
 $R_L=50\Omega$ 、  
 $C_L=1\mu\text{F}$ 、  
 $C_{IN}=1\mu\text{F}$

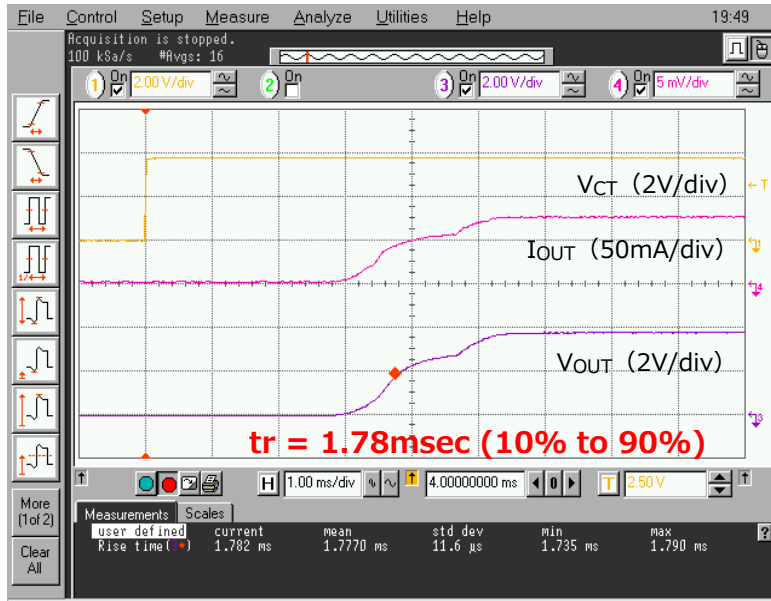
図 3.3 TCK303G の起動波形 実測例（周囲温度 85℃、その他は標準測定条件）



測定条件：  
 $V_{IN}=3.8V$ 、  
 $\overline{CE}=\text{Open}$ 、  
 $V_{CT}=0\leftrightarrow 3.8V$ 、  
 $T_a=-40^\circ\text{C}$ 、  
 $R_L=50\Omega$ 、  
 $C_L=1\mu\text{F}$ 、  
 $C_{IN}=1\mu\text{F}$

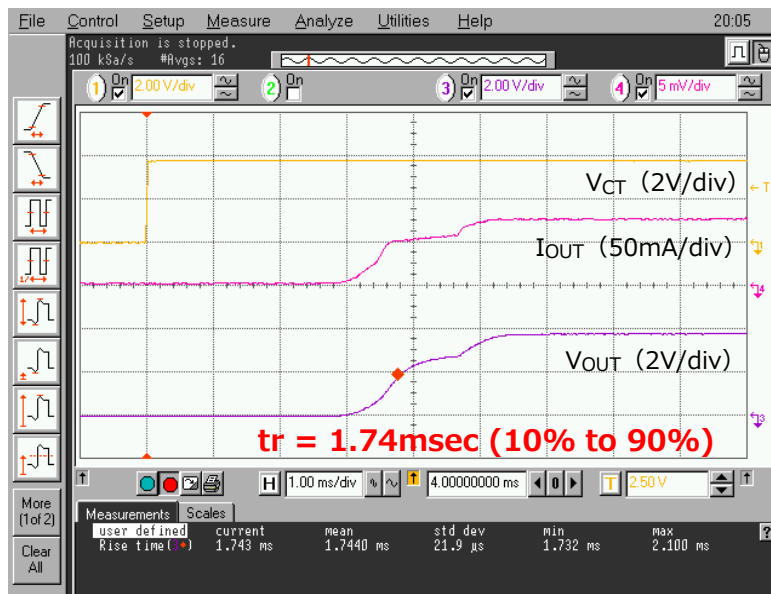
図 3.4 TCK303G の起動波形 実測例（周囲温度-40℃、その他は標準測定条件）

図 3.5、図 3.6 に、負荷容量 ( $C_L$ ) を変化させた際の、起動波形の実測例を示します。 $C_L$  が大きくなれば起動時の  $C_L$  へのチャージ電流が増えるため、出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) の立ち上がりは、標準条件と比較して速くなる方向となり、立ち上がりの電流値は大きくなる傾向となります。TCK301G、TCK302G、TCK303G に内蔵されたスルーレートコントロールドライバ回路は、出力電流を制御し、突入電流を抑制します。図 3.2 に掲載した標準条件の  $C_L=1\mu\text{F}$  に対して、図 3.5 は  $C_L=2.2\mu\text{F}$ 、図 3.6 は  $C_L=4.7\mu\text{F}$  に変化させた場合の起動波形の実測例ですが、ほとんど有意差の無い安定した起動波形を得ることができます。



測定条件：  
 $V_{IN}=3.8\text{V}$ 、  
 $\overline{CE}=\text{Open}$ 、  
 $V_{CT}=0\leftrightarrow 3.8\text{V}$ 、  
 $T_a=25^\circ\text{C}$ 、  
 $R_L=50\Omega$ 、  
 $C_L=2.2\mu\text{F}$ 、  
 $C_{IN}=1\mu\text{F}$

図 3.5 TCK303G の起動波形 実測例 ( $C_L=2.2\mu\text{F}$ 、その他は標準測定条件)



測定条件：  
 $V_{IN}=3.8\text{V}$ 、  
 $\overline{CE}=\text{Open}$ 、  
 $V_{CT}=0\leftrightarrow 3.8\text{V}$ 、  
 $T_a=25^\circ\text{C}$ 、  
 $R_L=50\Omega$ 、  
 $C_L=4.7\mu\text{F}$ 、  
 $C_{IN}=1\mu\text{F}$

図 3.6 TCK303G の起動波形 実測例 ( $C_L=4.7\mu\text{F}$ 、その他は標準測定条件)

## 4. 設計に際しての注意事項

- 外付けコンデンサについて  
動作保証と、電源安定度向上のため、外付として入力コンデンサおよび出力コンデンサを接続して下さい。入力、出力ともに 1.0  $\mu\text{F}$  以上のコンデンサをできるだけ端子の近くに実装して下さい。コンデンサの耐圧は使用する電圧に対してマージンを持つようにして下さい。
- 実装について  
IC と出力コンデンサの距離が長いと、この配線抵抗のインピーダンスや L 成分により位相補償に影響を及ぼす可能性があります。より安定した電源にするため、出力コンデンサはできるだけ IC の近くに実装し、VIN と GND パターンはできるだけ大きくして配線インピーダンスを小さくしてください。
- 逆流防止回路について  
本製品は逆流防止回路を内蔵しています。出力n-ch MOSFETのOFF状態で、入力電圧VINが動作範囲内の場合、常に出力電圧VOUTをモニタし、VOUTからVINへの逆流を防止する回路です。この回路により、VIN端子に接続された電源等の破壊を防ぐことができます。
- 保護回路について  
本製品に搭載している逆流防止回路、過熱保護特性、過/低電圧保護機能は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。本製品の使用にあたっては、上記および当社「半導体信頼性ハンドブック」などに記載の絶対最大定格に対するデレーティングを考慮の上、いかなる場合でも絶対最大定格を超えないよう注意してください。なお、セットでフェールセーフなどの十分な安全対策を施すことを推奨致します。
- 許容損失について  
実使用状態では予想される最大許容損失に対して、できるだけ余裕を持った基板パターン設計をしてください。また、実際のご使用の際には周囲温度、入力電圧、出力電流等のパラメータを考慮の上、最大許容損失に対して、適当なデレーティング（一般的には最大値の 70~80%）を考慮した設計をお願いします。

## 5. 製品概要

### 5.1. TCK301G、TCK302G、TCK303G

#### 5.1.1. 概要

TCK301G、TCK302G、TCK303G は入力電圧 28V に対応する高耐圧 CMOS プロセスのロードスイッチで、73m $\Omega$ （標準）（ $V_{\text{IN}} = 4.5\text{V}$ 、1.0A）の低オン抵抗、最大 3A の高出力電流、2.3 ~ 28V の幅広い入力動作電圧範囲を特徴としています。

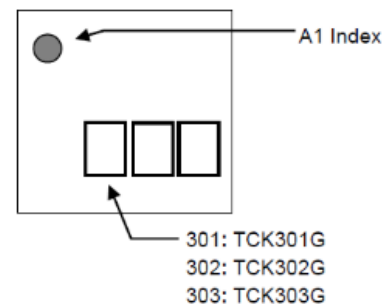
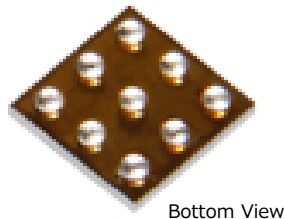
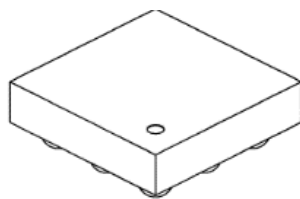
- 小型パッケージ: 0.5mm ピッチ WCSP9 (1.5 mm x 1.5 mm, t: 0.5 mm (標準))、PD=1.65 W
- 高耐圧入力電圧:  $V_{\text{IN}}$  (最大) = 28V
- 出力電流:  $I_{\text{OUT}}$  (DC) = 3.0A
- 低オン抵抗 :  $R_{\text{ON}} = 73 \text{ m}\Omega$  (標準) at  $V_{\text{IN}} = 4.5\text{V}$ ,  $I_{\text{OUT}} = 1.0\text{A}$



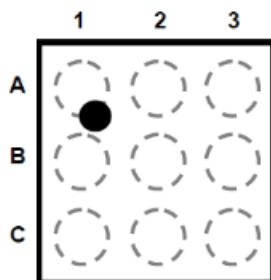
- 突入電流抑制（スルーレートコントロール）回路内蔵
- 過電圧保護（OVLO）回路内蔵：6.6V at 301G, 10.5V at 302G, 15.5V at 303G（標準）
- 低電圧誤動作防止（UVLO）回路内蔵：2.9V（標準）
- フラグ出力あり
- VCT 端子による出力停止中も FLAG 端子にて入力過電圧/低電圧監視が可能
- 出力ホールド時間あり（15ms）
- 逆流防止回路（スイッチ OFF）内蔵
- 過熱保護回路内蔵

### 5.1.2. 外観と端子配置

#### 製品外観と現品表示



#### 端子接続（Top View）



	1	2	3
A	FLAG	V <sub>CT</sub>	$\overline{\text{CE}}$
B	V <sub>IN</sub>	GND	V <sub>OUT</sub>
C	V <sub>IN</sub>	GND	V <sub>OUT</sub>

図 5.1.1 TCK301G、TCK302G、TCK303G の製品外観、現品表示、端子接続

### 5.1.3. 製品一覧

表 5.1.1 製品一覧

製品名	過電圧保護	CE 動作論理	V <sub>CT</sub> 動作論理	V <sub>CT</sub> 抵抗
TCK301G	6.6V（標準）	Active Low	Active High	Pull up
TCK302G	10.5V（標準）	Active Low	Active High	Pull up
TCK303G	15.5V（標準）	Active Low	Active High	Pull up

### 5.1.4. 内部回路ブロック図

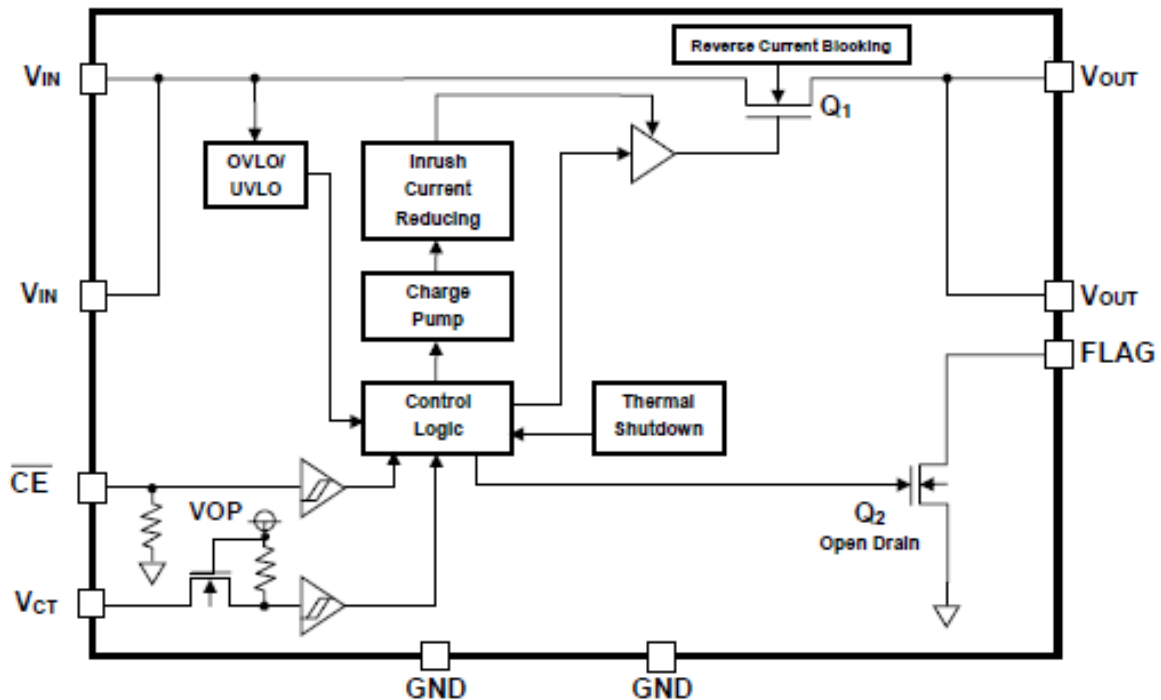


図 5.1.2 TCK301G、TCK302G、TCK303G の内部回路ブロック図

### 5.1.5. 動作一覧

表 5.1.2 TCK301G、TCK302G、TCK303G の動作一覧

		$\overline{CE}$ : "L"			$\overline{CE}$ : "H"
		$V_{UVL} < V_{IN} < V_{OVL}$	$V_{UVL} > V_{IN}$ 、または $V_{IN} > V_{OVL}$	過熱保護検出時	-
$V_{ct}$ :"H" または "OPEN"	Q1 ( $V_{out}$ )	ON ( $V_{out}$ )	ON ( $V_{out}$ )	ON ( $V_{out}$ )	OFF (出力停止)
	Q2 (FLAG)	ON (LOW)	OFF (High Z)	OFF (High Z)	OFF (High Z)
	逆流電流防止	無効	無効	無効	有効
$V_{ct}$ :"L"	Q1 ( $V_{out}$ )	OFF (出力停止)	OFF (出力停止)	OFF (出力停止)	OFF (出力停止)
	Q2 (FLAG)	ON (LOW)	OFF (High Z)	OFF (High Z)	OFF (High Z)
	逆流電流防止	有効	有効	有効	有効

## 5.1.6. 端子説明

表 5.1.3 TCK301G、TCK302G、TCK303G の端子説明

ピン番号	ピン名称	機能
A1	FLAG	オープンドレイン、アクリッジ信号出力端子。 ホールド時間経過後に入力電圧が最小 $V_{IN}$ と過電圧保護値の間になると FLAG 端子は“L”になります。入力電圧が規定の電圧範囲からはずれる、 $\overline{CE}$ を high レベルにするまたは過熱保護回路が動作すると FLAG 端子はハイインピーダンスになります。
B1、C1	$V_{IN}$	電源入力端子。過電圧保護 (OVLO) と低電圧誤動作防止 (UVLO) 回路を内蔵しています。
A2	$V_{CT}$	スイッチコントロール端子。内部で VOP にプルアップ接続しています。
B2、C2	GND	グラウンド。
A3	$\overline{CE}$	チップイネーブル端子。内部でプルダウン接続されています。
B3、C3	$V_{OUT}$	出力端子。

END OF DOCUMENT

## ご利用規約

本規約は、お客様と東芝デバイス & ストレージ株式会社（以下「当社」といいます）との間で、当社半導体製品を搭載した機器を設計する際に参考となるドキュメント及びデータ（以下「本リファレンスデザイン」といいます）の使用に関する条件を定めるものです。お客様は本規約を遵守しなければなりません。本リファレンスデザインをダウンロードすることをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。なお、本規約は変更される場合があります。当社は、理由の如何を問わずいつでも本規約を解除することができます。本規約が解除された場合は、お客様は、本リファレンスデザインを破棄しなければなりません。またお客様が本規約に違反した場合は、お客様は、本リファレンスデザインを破棄し、その破棄したことを証する書面を当社に提出しなければなりません。

### 第1条 禁止事項

お客様の禁止事項は、以下の通りです。

1. 本リファレンスデザインは、機器設計の参考データとして使用されることを意図しています。信頼性検証など、それ以外の目的には使用しないでください。
2. 本リファレンスデザインを販売、譲渡、貸与等しないでください。
3. 本リファレンスデザインは、高温・多湿・強電磁界などの対環境評価には使用できません。
4. 本リファレンスデザインを、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しないでください。

### 第2条 保証制限等

1. 本リファレンスデザインは、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。
2. 本リファレンスデザインは参考用のデータです。当社は、データおよび情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
3. 半導体素子は誤作動したり故障したりすることがあります。本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、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。また、使用されている半導体素子に関する最新の情報（半導体信頼性ハンドブック、仕様書、データシート、アプリケーションノートなど）をご確認の上、これに従ってください。
4. 本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、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下さい。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
5. 本リファレンスデザインは、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。
6. 当社は、本リファレンスデザインに関して、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。）をせず、また当社は、本リファレンスデザインに関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。

### 第3条 輸出管理

お客様は本リファレンスデザインを、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てはなりません。また、お客様は「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なければなりません。

### 第4条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。