

コモンドレインタイプ N-ch MOSFET ゲートドライバーICの基礎 (TCK42xG シリーズ)

概要

本 IC は、ロードスイッチに用いられる N-ch MOSFET のゲート駆動を行います。ロードスイッチ用の MOSFET は低オン抵抗の N-ch MOSFET が有利ですが、ゲートに適切な電圧を印加する必要があります。

本 IC はチャージポンプ回路により適切なゲートドライブ電圧を生成するだけでなく、過電圧保護機能 (OVLO)、低電圧誤動作防止機能 (UVLO)、逆流防止機能 (外付け MOSFET) などの保護機能に対応しています。また、コモンドレインタイプの N-ch MOSFET を用いることで回路の小型化にも貢献します。

本資料では、超小型で高い動作電圧を実現した TCK42xG シリーズについて各機能と使用上の注意点を説明します。

目次

1. はじめに.....	4
2. TCK42xG シリーズのアプリケーション	4
3. コモンソースタイプ Nch-MOSFET ゲートドライバーIC (TCK40xG シリーズ) との相違点	5
3.1. MOSFET の接続方式.....	5
3.2. 過電圧保護機能ラインアップ.....	6
3.3. ゲートドライブ電圧	7
3.4. オートディスチャージ機能の有無	8
4. TCK42xG のブロック図と回路説明	9
5. 内蔵保護機能.....	10
5.1. 外付け MOSFET のコモンドレイン接続による逆流防止保護.....	10
5.2. 過電圧保護機能、低電圧誤動作防止機能.....	10
5.3. 入力トレラント機能	10
6. TCK42xG のスイッチングタイム	11
7. TCK42xG と東芝 MOSFET を用いた動作解説.....	12
7.1. スwitching動作	13
7.2. 過電圧保護動作.....	15
8. 使用上の注意点	16
8.1. 入出力コンデンサー	16
8.2. V_{CT} 端子.....	16
9. まとめ	16
10. 関連リンク	17
11. 製品取り扱い上のお願い	18

図目次

図 2.1	TCK42xG シリーズを用いたロードスイッチ回路例	4
図 3.1	外付け MOSFET のバック・トゥ・バック接続	5
図 3.2	外付け MOSFET のシングルハイサイド接続	5
図 3.3	TCK42xG の V_{IN} VS V_{GATE} 特性 (TCK421G、GATE2 側)	6
図 3.4	TCK40xG のオートディスチャージ機能	8
図 3.5	オートディスチャージ機能の有無による出力波形の違い (TCK401G)	8
図 4.1	TCK42xG のブロック図	9
図 5.1	過電圧保護機能と低電圧誤動作防止機能 (TCK421G)	10
図 5.2	入力トレラント機能	10
図 6.1	TCK42xG のスイッチング動作波形図	11
図 7.1	使用回路	12
図 7.2	ターンオン動作 (VGATE1)	13
図 7.3	ターンオン動作 (VGATE2)	13
図 7.4	ターンオフ動作 (VGATE2)	13
図 7.5	V_{GATE} ON time(t_{ON}) - GATE capacitance (pF)	14
図 7.6	過電圧保護動作 (TCK421G、VGATE2)	15
図 7.7	過電圧保護復帰動作 (TCK421G、VGATE2)	15
図 8.1	通常のインバーターとシュミットトリガーインバーターの動作	16

表目次

表 3.1	Nch-MOSFET ゲートドライバーIC の過電圧保護検出しきい値電圧	6
表 3.2	Nch-MOSFET ゲートドライバーIC のゲートドライブ電圧	7
表 7.1	使用製品	12
表 7.2	V_{GATE} ON time (t_{ON}) simulation data	14

1. はじめに

TCK42xGシリーズは、外付けN-ch MOSFETを用いて大電流、高耐圧の電源供給を可能とするためのMOSFETゲートドライバーICです。低オン抵抗のMOSFETに対応可能なドライブ性能を備えており、逆流防止機能を備えたコモンドレインタイプのMOSFETを用いることで、実装面積を削減しつつ、電力損失や発熱を最小限に抑えた回路構成を実現することもできます。

USB-PD (Power Delivery)規格では、充電時間短縮のために電流を増加させるだけでなく、高い充電電圧にも対応することが求められます。TCK42xGシリーズは、2.7 V ~ 28 Vまでの幅広い入力電圧に対応しており、USB-PDや、その他急速充電にも対応が可能です。スイッチがオンしたときの突入電流を防止するため、スルーレート制御機能を内蔵しており、意図しない突入電流から後段のICを保護します。本資料では、TCK42xGシリーズの動作や内蔵されている機能について解説します。

2. TCK42xG シリーズのアプリケーション

TCK42xG シリーズはロードスイッチ回路での使用を想定しており、以下のアプリケーションに最適です。

- バッテリー充放電などのパワーマネジメント
- USB Type-C コネクタを使用した Power Delivery などの電源ライン
- 2入力1出力のパワーマルチプレクサー回路

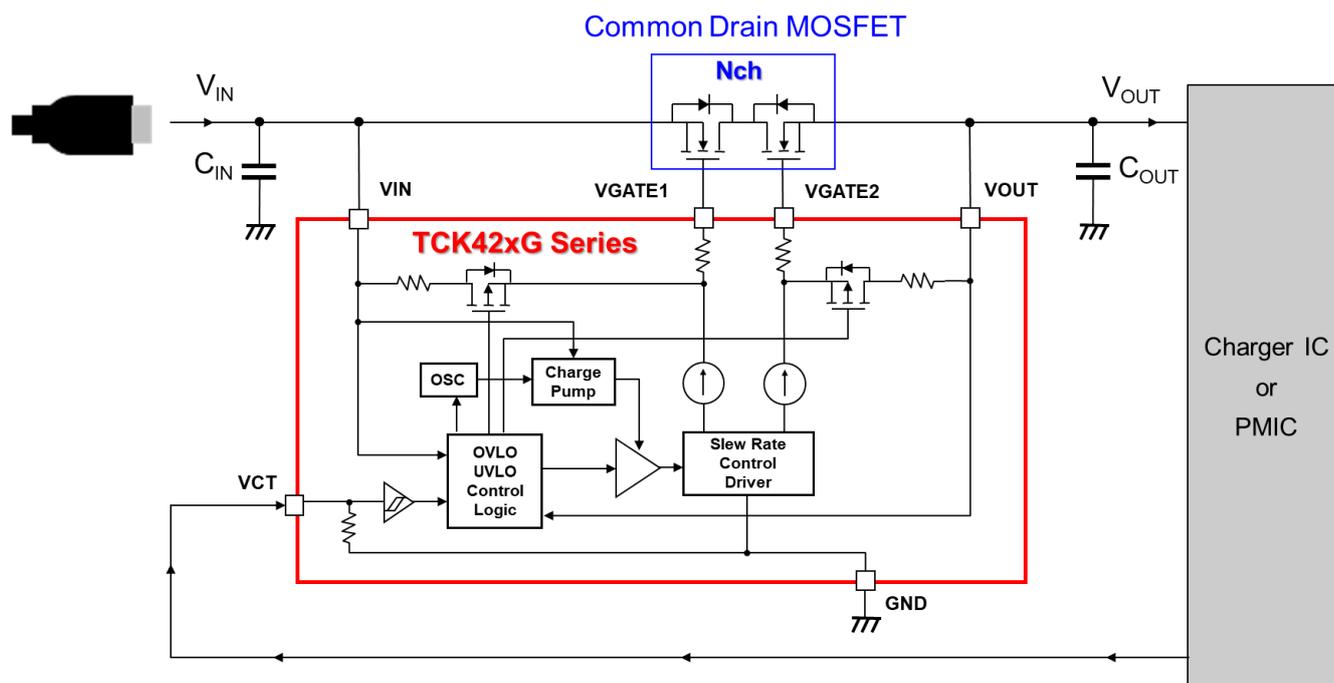


図 2.1 TCK42xG シリーズを用いたロードスイッチ回路例

上記のようなアプリケーションに適した、外付け MOSFET のパラメトリックサーチはこちら



[Click Here](#)

TCK42xG の機能を活用した、パワーマルチプレクサー回路のリファレンスデザインはこちら



[Click Here](#)

3. コモンソースタイプ Nch-MOSFET ゲートドライバーIC (TCK40xG シリーズ) との相違点

当社はコモンソースタイプ Nch-MOSFET ゲートドライバーIC の TCK40xG を量産済であり、 V_{CT} Active High の TCK401G と、 V_{CT} Active Low の TCK402G をラインアップしています。

TCK42xG と TCK40xG の機能的な相違点は、①MOSFET の接続方式、②過電圧保護機能 (OVLO) ラインアップ、③ゲートドライブ電圧、④オートディスチャージ機能の有無です。

3.1. MOSFET の接続方式

外付け MOSFET について、TCK42xG はコモンドレインの、TCK40xG はコモンソースのバック・トゥ・バック接続が可能です (図 3.1)。バック・トゥ・バック接続とは、2つの外付け MOSFET のドレインまたはソースを共通に接続することで出力側から入力側への逆流を防止する方式です。2つの外付け MOSFET について、TCK42xG は独立した 2つの VGATE 端子で制御していますが、TCK40xG は 1つの VGATE 端子で制御しています。なお、TCK42xG も TCK40xG もシングルハイサイド接続に対応していますが、その場合は出力端子からの逆流は防止できません (図 3.2)。

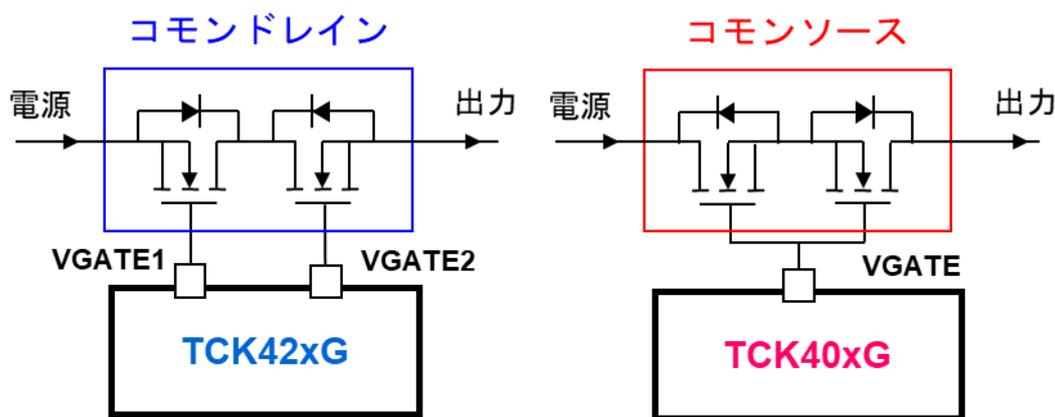


図 3.1 外付け MOSFET のバック・トゥ・バック接続

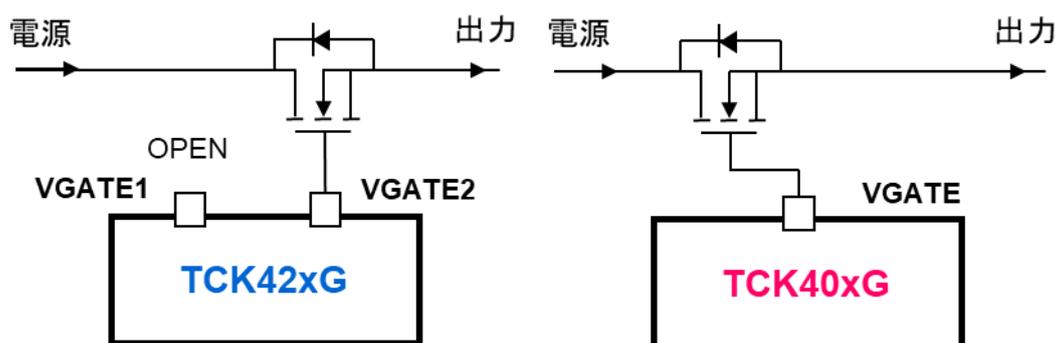


図 3.2 外付け MOSFET のシングルハイサイド接続

3.2. 過電圧保護機能ラインアップ

TCK42xG および TCK40xG は、過電圧保護機能 (OVLO: Over Voltage Lock Out) を搭載しています。V_{IN} が過電圧保護検出しきい値電圧 (V_{IN_OVLO}) 以上に上昇すると、外付け MOSFET や後段 IC を保護するために V_{GATE} を降圧させることで、出力をオフする機能です (図 3.3)。

TCK42xG は使用用途に合わせ複数の V_{IN_OVLO} をラインアップしており、5 V ~ 24 V の電源ラインの使用に適しています (表 3.1)。

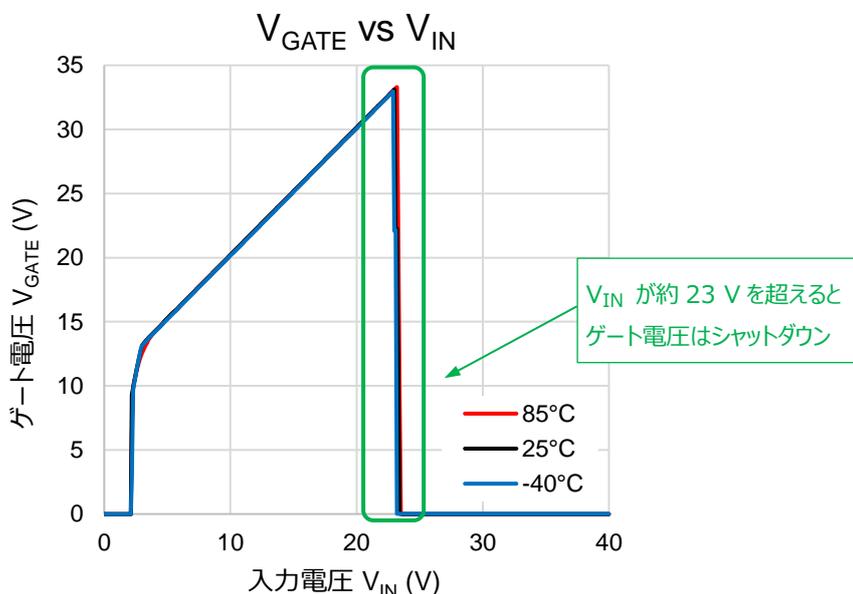


図 3.3 TCK42xG の V_{IN} vs V_{GATE} 特性 (TCK421G、GATE2 側)

表 3.1 Nch-MOSFET ゲートドライバーIC の過電圧保護検出しきい値電圧

形 名	過電圧保護検出しきい値電圧 (V _{IN_OVLO})			
	min	typ.	max	
TCK40xG	28 V 以上			
TCK42xG	TCK420G	26.50 V	27.73 V	28.50 V
	TCK421G	22.34 V	23.26 V	24.05 V
	TCK422G	13.61 V	14.29 V	14.91 V
	TCK423G	13.61 V	14.29 V	14.91 V
	TCK424G	10.35 V	10.83 V	11.47 V
	TCK425G	5.76 V	6.31 V	6.87 V

3.3. ゲートドライブ電圧

TCK42xG および TCK40xG はチャージポンプ回路を備えており、昇圧回路からゲートドライブ電圧 (V_{GS} : $V_{GATE}-V_{IN}$)を生成して外付け MOSFET を駆動します。TCK40xG は V_{IN} に依存していますが、TCK42xG のゲートドライブ電圧は $V_{IN} = 5\text{ V}$ 以上で一定となるよう内部制御しています (表 3.2)。

表 3.2 Nch-MOSFET ゲートドライバーIC のゲートドライブ電圧

型名	測定条件	ゲートドライブ電圧 (V_{GS} : $V_{GATE} - V_{IN}$)					
		$T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$			$T_a = -40\text{ to }85\text{ }^\circ\text{C}$		
		min	typ.	max	min	max	
TCK40xG	$V_{IN} = 3\text{ V}$	—	4.0	—	2.8	5.1	
	$V_{IN} = 5\text{ V}$	—	6.5	—	5.1	7.9	
	$V_{IN} = 9\text{ V}$	—	6.5	—	5.1	7.9	
	$12\text{ V} \leq V_{IN} \leq 28\text{ V}$	—	8.5	—	6.9	10	
TCK42xG	TCK420G TCK421G TCK422G	$V_{IN} = 2.7\text{ V}$	—	9.2	—	8	10
		$V_{IN} = 5\text{ V}$	—	10	—	9	11
		$V_{IN} = 9\text{ V}$	—	10	—	9	11
		$V_{IN} = 12\text{ V}$	—	10	—	9	11
		$V_{IN} = 20\text{ V}$ (TCK422G を除く)	—	10	—	9	11
		$V_{IN} = 24\text{ V}$ (TCK420G のみ)	—	10	—	9	11
	TCK423G TCK424G TCK425G	$V_{IN} = 2.7\text{ V}$	—	5.6	—	4.9	6.3
		$V_{IN} = 5\text{ V}$	—	5.6	—	5.0	6.3
		$V_{IN} = 9\text{ V}$ (TCK425G を除く)	—	5.6	—	5.0	6.3
		$V_{IN} = 12\text{ V}$ (TCK423G のみ)	—	5.6	—	5.0	6.3

3.4. オートディスチャージ機能の有無

TCK42xG にはオートディスチャージ機能を搭載していません。オートディスチャージ機能とは、容量性負荷に蓄えられた電荷を急速に放電する機能です。TCK40xG はオートディスチャージ機能を搭載しており、IC がオフになったとき DIS 端子-GND 間に内蔵された MOSFET をオンさせることで、容量の大きな出力コンデンサーが接続されている場合でも放電時間を短くすることができ、システムの電源シーケンスの設定を容易にします (図 3.4、図 3.5)。複数のロードスイッチ回路が存在する容量性負荷が接続されたシステムで、電源シーケンスの設定に細心の注意を要する場合は TCK40xG の使用を推奨します。

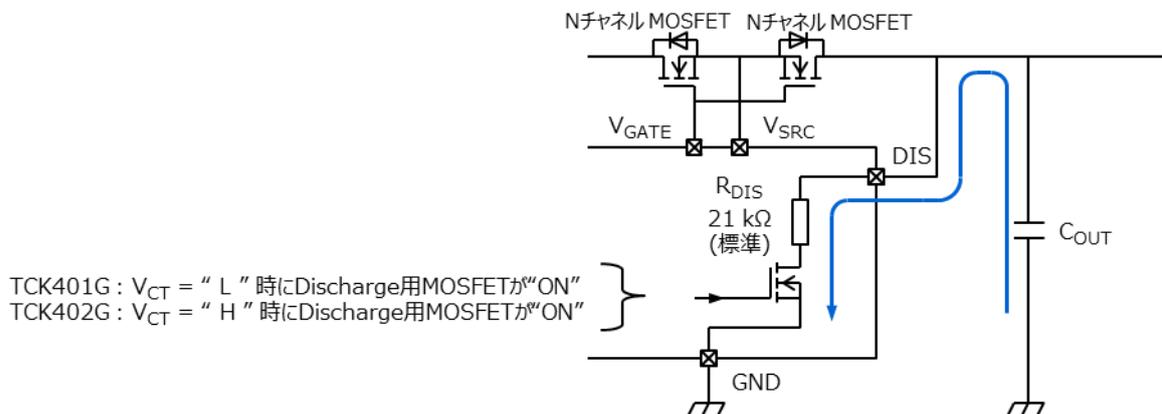


図 3.4 TCK40xG のオートディスチャージ機能

測定条件 : $V_{IN} = 5\text{ V}$, $V_{CT} = 0\text{ V} \rightarrow 5\text{ V}$, $I_{OUT} = 5\text{ A}$, $C_{OUT} = 4.7\text{ }\mu\text{F}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$



オートディスチャージ機能なし

オートディスチャージ機能あり

図 3.5 オートディスチャージ機能の有無による出力波形の違い (TCK401G)

4. TCK42xG のブロック図と回路説明

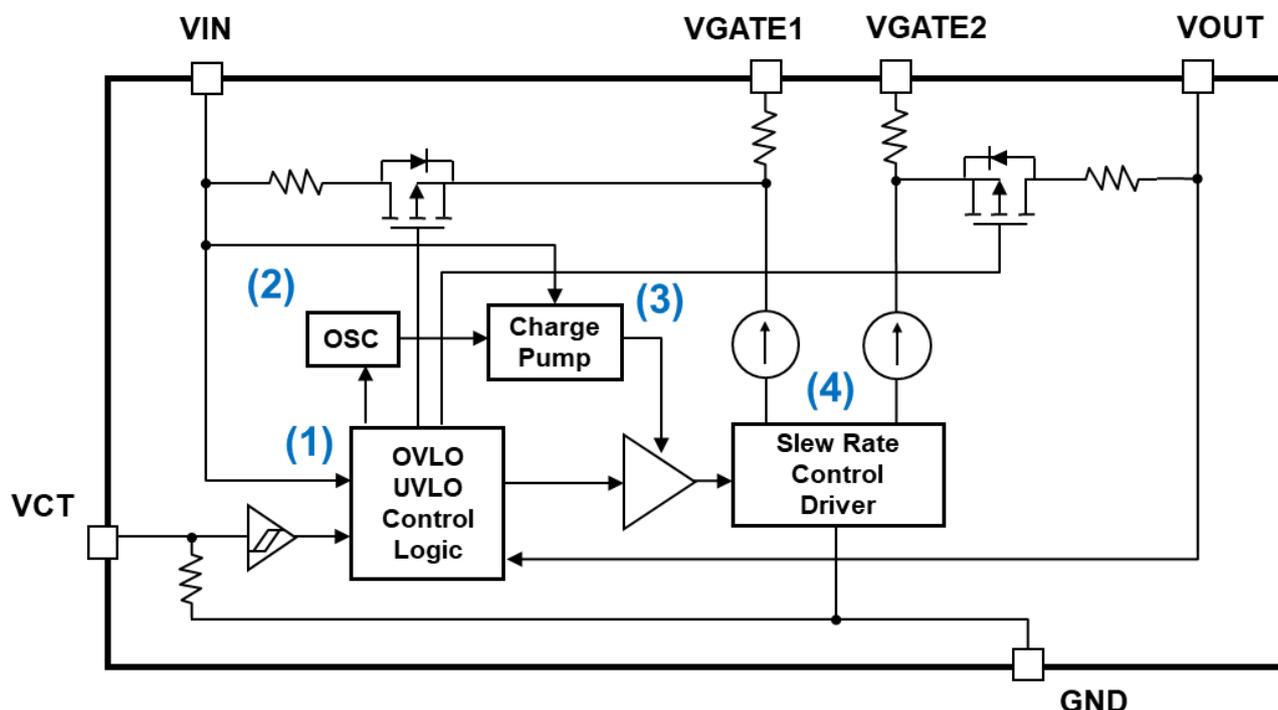


図 4.1 TCK42xG のブロック図

(1) 過電圧保護機能・低電圧誤動作防止回路

動作電圧範囲を超える、もしくは下回る電圧を検知し、ゲートへの出力をオフする回路です。

(2) 発振回路

外付け MOSFET のゲート駆動用のチャージポンプ回路を動作させるための発振回路です。

(3) チャージポンプ回路

チャージポンプ回路とは、外付け MOSFET のゲートドライブ電圧 $V_{GS} (= V_{IN} - V_{GATE})$ を生成する昇圧回路です。TCK42xG は V_{IN} が 5V 以上で、一定の V_{GS} を生成します (表 3.2)。入力電圧 V_{IN} の上昇とともに V_{GATE} が上昇しますが、外付け MOSFET の V_{GS} 耐圧を超えないよう、 V_{IN} が所定の過電圧保護機能しきい値電圧を超えたときに出力をオフします (表 3.1、図 3.3)。

(4) 突入電流抑制機能 (スルーレート制御) 内蔵ゲートドライブ回路

突入電流抑制機能は、スルーレート制御回路によって行われます。大きな容量性負荷が接続された状態で、出力側の外付け MOSFET が高速にオンすると、この容量性負荷を充電するために大電流が流れます。このとき、ロードスイッチ回路の電源側の基板上に存在する配線インピーダンスによって、瞬時的に V_{IN} が低下してシステムが不安定になったり、誤動作を招いたりする恐れがあります。スルーレート制御回路により突入電流を抑え、安定したシステムの立ち上げが可能になります。

5. 内蔵保護機能

5.1. 外付け MOSFET のコモンレイン接続による逆流防止保護

逆流防止機能とは、電源オフやコントロール端子による制御などで TCK42xG 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。TCK42xG は、バック・トゥ・バックによる逆流防止を行っています。バック・トゥ・バックとは、2つの外付け MOSFET をコモンレインに接続し、出力オフ時に2つの MOSFET も同時にオフさせることで逆流を防止する回路です (図 3.1)。

5.2. 過電圧保護機能、低電圧誤動作防止機能

図 5.1 は、TCK421G の V_{IN} vs V_{GATE} 特性です。

過電圧保護機能 (OVLO: Over Voltage Lock Out)は、 V_{IN} が過電圧保護検出しきい値電圧 (V_{IN_OVLO})以上に上昇すると、外付け MOSFET や後段 IC を保護するために V_{GATE} を降圧させ、出力をオフする機能です。

低電圧誤動作防止機能 (UVLO: Under Voltage Lock Out)は、 V_{IN} が低下し TCK42xG の後段に接続される IC の最低動作電圧を下回ることによってシステムが誤動作しないように、所定の低電圧誤動作防止しきい値電圧 (V_{IN_UVLO})を下回ると V_{GATE} を降圧させ出力をオフする機能です。

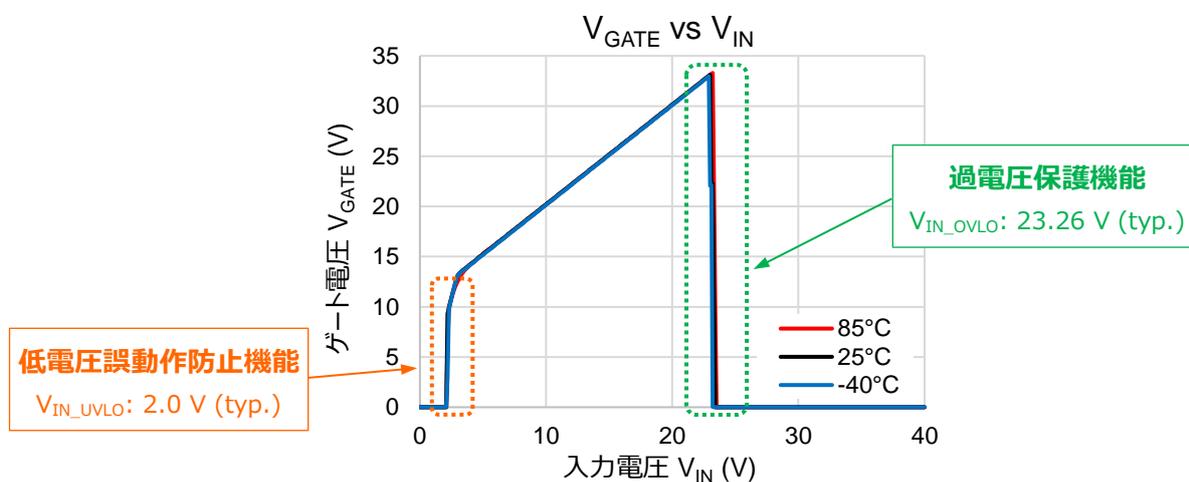


図 5.1 過電圧保護機能と低電圧誤動作防止機能 (TCK421G)

5.3. 入力トレラント機能

入力トレラント機能とは、コントロール端子電圧 V_{CT} が V_{IN} 以上に高くなったときや、 $V_{IN} = 0$ V となったときでも V_{CT} 端子から入力 V_{IN} 端子 V_{IN} へ電流が流れ込むことを防止する機能です (図 5.2)。

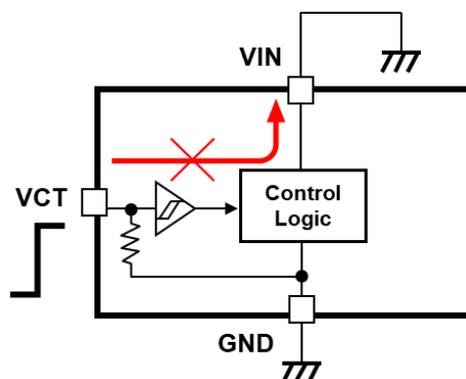


図 5.2 入力トレラント機能

6. TCK42xG のスイッチングタイム

VGATE 端子は、外付け MOSFET のゲートを駆動する端子です。TCK42xG の VCT 端子にスイッチ信号が入力されアクティブ状態となった際に、VIN 端子に接続された電圧を内部のチャージポンプ回路で昇圧し、VGATE 端子に出力します。ここではスイッチングタイムのデータシート上での規定について解説します。

図6.1は、TCK42xGの出力段VGATE端子 (V_{GATE2})におけるスイッチング動作の波形図です。データシートのAC特性項目で規定されるVGATEオン時間 (t_{ON})は、VCT端子の制御信号が $\frac{1}{2}V_{CT}$ となる電圧を起点に、 $V_{GATE2}-V_{OUT}$ が1Vまで昇圧されるまでの時間を規定しています。TCK42xGは、 V_{IN} が5V以上の時に t_{ON} が一定となるように制御しています。VGATEオフ時間 (t_{OFF})は、VCT端子の制御信号が $\frac{1}{2}V_{CT}$ となる電圧を起点に、 $V_{GATE2}-V_{OUT}$ が1Vまで降圧されるまでの時間を規定しています。

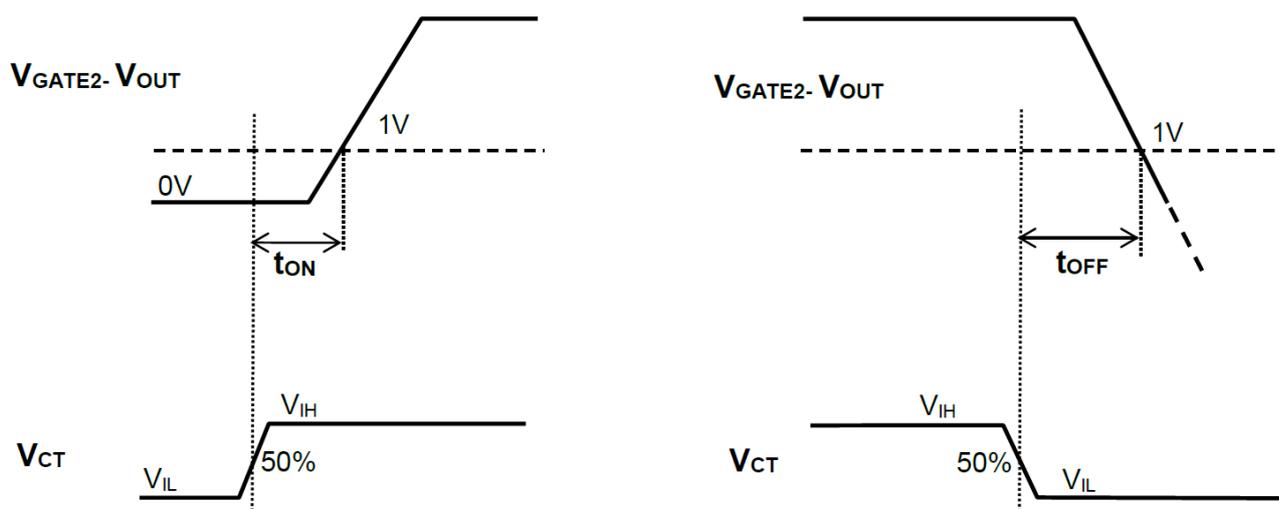


図 6.1 TCK42xG のスイッチング動作波形図

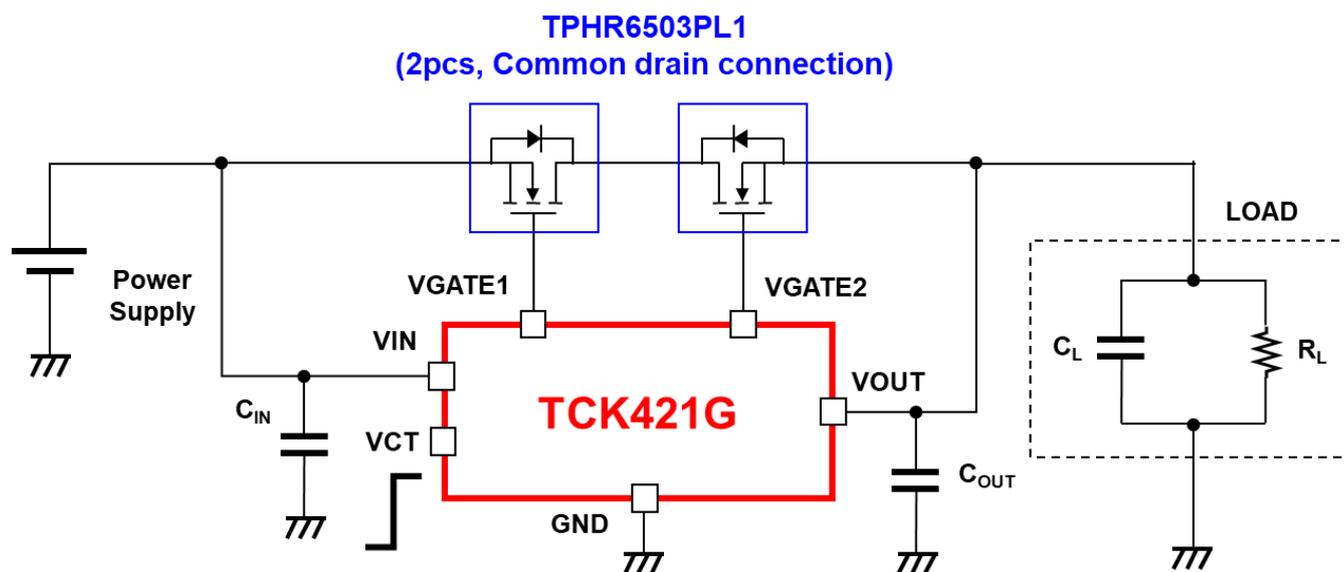
7. TCK42xG と東芝 MOSFET を用いた動作解説

TCK42xG と東芝 MOSFET を用いたときの実際の動作について、TCK421G に TPHR6503PL1 をコモンドレイン接続した回路を例に解説します (表 7.1、図 7.1)。

表 7.1 使用製品

ゲートドライバーIC		MOSFET	
品名	概要	品名	概要*
TCK421G	$V_{GS}: 10\text{ V}$ $V_{IN_OVLO}: 23.16\text{ V}$	TPHR6503PL1	Single N-channel MOSFET $V_{DSS}: 30\text{ V}$ $V_{GSS}: \pm 20\text{ V}$ $R_{DS(ON)}: 0.41\text{ m}\Omega$ at $V_{GS} = 10\text{ V}$ $C_{iss}: 7700\text{ pF}$ Package: SOP Advance(N)

* V_{DSS} : ドレイン・ソース間電圧
 V_{GSS} : ゲート・ソース間電圧
 $R_{DS(ON)}$: ドレイン・ソース間オン抵抗
 C_{iss} : 入力容量



7.1. スイッチング動作

図 7.2 および図 7.3 は、VGATE1 端子および VGATE2 端子のターンオン動作です。VIN 印加時に VCT 端子をオンしてもすぐには出力されず、Delay 時間 t_{HD} (Hold time) が生じます (①)。 t_{HD} の後、 $V_{GS} (= V_{GATE} - V_{IN})$ が 10 V になるまで V_{GATE1} および V_{GATE2} が上昇します (②)。上昇後、 V_{GS} が 10 V をキープするように間欠動作を行います (③)。

測定条件 : $V_{IN} = 20\text{ V}$, $V_{CT} = 0\text{ V} \rightarrow 1.2\text{ V}$, $I_{OUT} = 1\text{ A}$, $C_{IN} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$

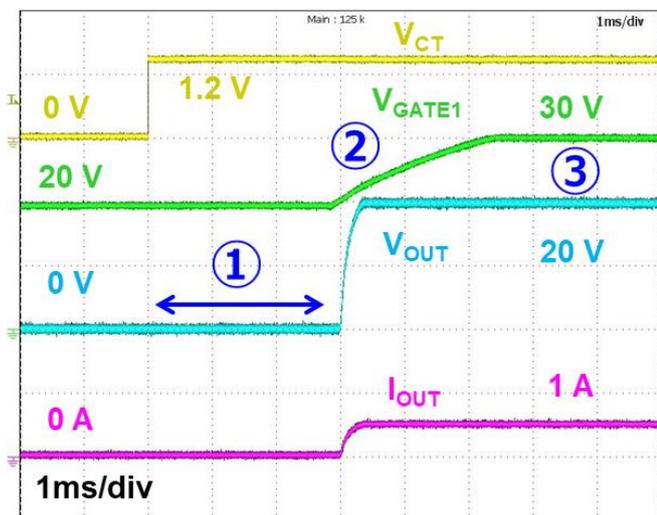


図 7.2 ターンオン動作 (VGATE1)

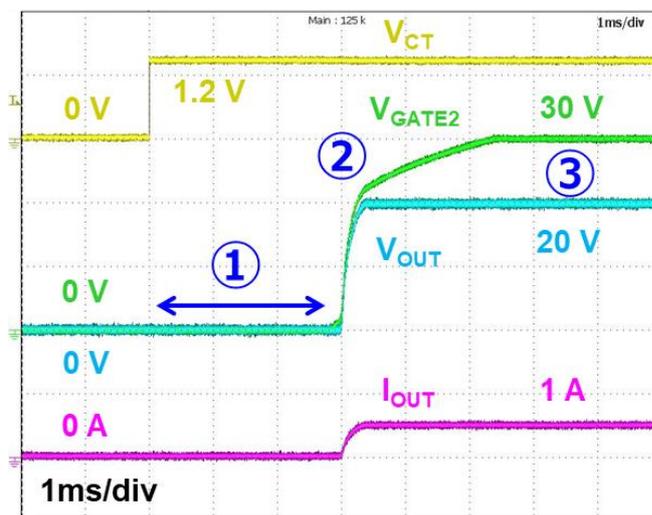


図 7.3 ターンオン動作 (VGATE2)

図 7.4 は、VGATE2 端子のターンオフ動作です。VCT 端子がオフされると (①)、 V_{GATE2} および V_{OUT} が降圧します (②)。 $V_{GATE2} - V_{OUT}$ が外付け MOSFET のゲートしきい値電圧 V_{th} を下回ったとき、 V_{OUT} と I_{OUT} が完全にゼロとなります (③)。

測定条件 : $V_{IN} = 20\text{ V}$, $V_{CT} = 1.2\text{ V} \rightarrow 0\text{ V}$, $I_{OUT} = 1\text{ A}$, $C_{IN} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $T_a = 25^\circ\text{C}$

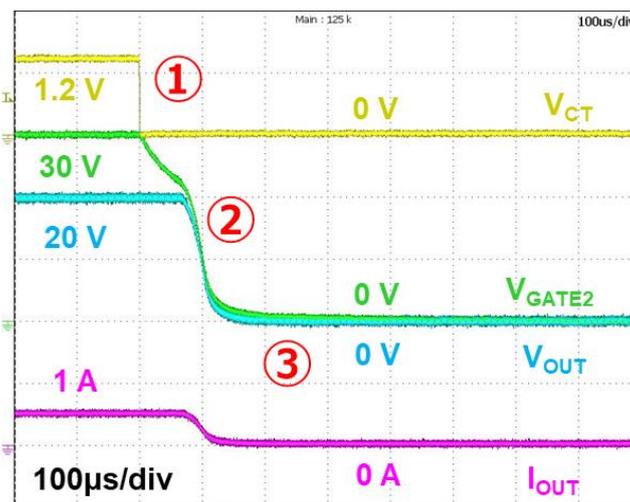


図 7.4 ターンオフ動作 (VGATE2)

※TCK42xG の V_{GATE} オン時間 (t_{ON})について

MOSFET のゲートをドライブする V_{GATE} 端子の立ち上がりは、V_{GATE} オン時間 (t_{ON})としてデータシート上に規定されていますが、これは実使用回路における外付け MOSFET のスイッチング時間を規定している訳ではありませんので注意が必要です。実際の応用回路で MOSFET がオンするまでの時間は、MOSFET のゲート容量やゲートしきい値電圧 V_{th}に依存します (表 7.2、図 7.5)。なお、t_{ON} は V_{IN} が 5 V 以上の時に、同一ゲート容量において V_{IN} に依存せず一定になるよう制御されています。

TCK42xG の t_{ON} 既定の条件として、データシート上ではゲート容量 4000 pF を想定しています。ゲート容量値が 4000 pF より小さい場合、t_{ON} はデータシートの記載値より短くなり、4000 pF より大きい場合、t_{ON} はデータシートの記載値より長くなります。V_{GATE} 端子の出力立ち上がりに関するデータシート上の規定については、“6. TCK42xG のスイッチングタイム”で解説していますので、併せてご参照ください。

表 7.2 V_{GATE} ON time (t_{ON}) simulation data

V _{IN}	GATE capacitance						Unit
	1000 pF	2000 pF	4000 pF	6000 pF	8000 pF	10000 pF	
2.7 V	2870	2890	2920	2960	3000	3040	μs
5 V	3450	3460	3490	3510	3540	3570	
9 V	3450	3460	3490	3510	3540	3570	
12 V	3450	3460	3490	3510	3540	3560	
20 V	3450	3460	3490	3510	3540	3570	
24 V	3450	3460	3490	3510	3540	3570	

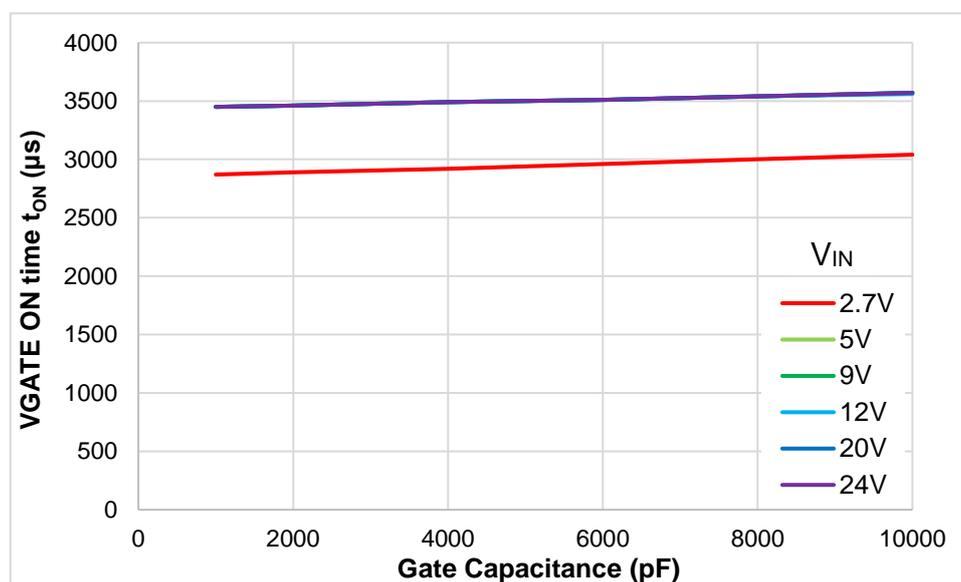


図 7.5 V_{GATE} ON time(t_{ON}) - GATE capacitance (pF)

7.2. 過電圧保護動作

図 7.6 は、VGATE2 端子の過電圧保護動作です。VIN を上昇させると VGATE2 および VOUT も併せて上昇します (①)。TCK421G の VIN_OVLO を超えたとき、過電圧保護機能が作動、VGATE2 および VOUT が降圧します (②)。VGATE2-VOUT が外付け MOSFET のゲートしきい値電圧 Vth を下回った時点で、VOUT と IOUT が完全にゼロとなります (③)。

測定条件 : VIN = 20 V → 25 V, VCT = 1.2 V, IOUT = 1 A, CIN = 1 μF, COUT = 1 μF, Ta = 25°C

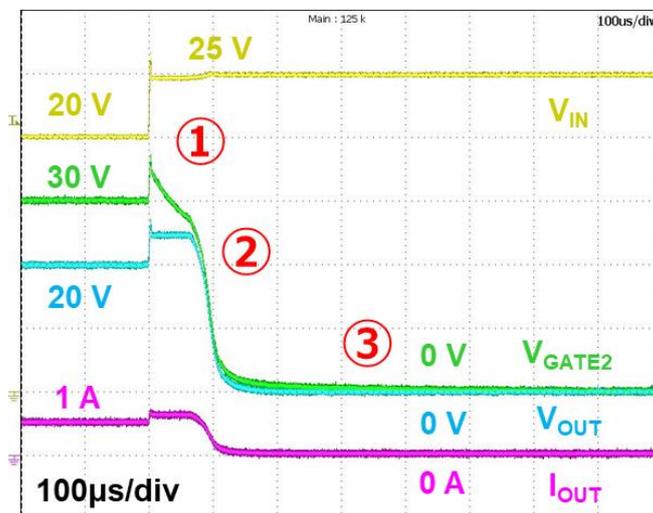


図 7.6 過電圧保護動作 (TCK421G、VGATE2)

図 7.7 は過電圧保護機能からの復帰動作です。VIN が VIN_OVLO より下回り正常動作範囲に戻ると (①)、一定時間後に VGATE2 および VOUT が上昇を開始 (②)、VGS が 10 V をキープするように間欠動作を行います (③)。この一連の復帰動作における、VIN が正常動作範囲に戻ってから VGATE が上昇するまでのターンオン時間は、tON と同等です。

測定条件 : VIN = 25 V → 20 V, VCT = 1.2 V, IOUT = 1 A, CIN = 1 μF, COUT = 1 μF, Ta = 25°C

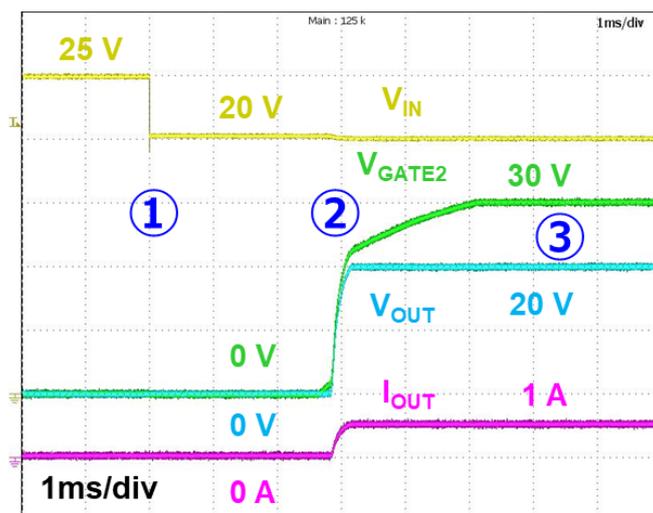


図 7.7 過電圧保護復帰動作 (TCK421G、VGATE2)

8. 使用上の注意点

8.1. 入出力コンデンサー

TCK42xGの安定動作のため、1 μ F以上の入力コンデンサー C_{IN} および出力コンデンサー C_{OUT} を接続してください。 C_{IN} 、 C_{OUT} ともに、できるだけ端子の近くにコンデンサーを実装してください。コンデンサー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ください。

8.2. V_{CT} 端子

TCK42xGの V_{CT} 端子にはシュミットトリガーインバーターが接続されています。シュミットトリガーインバーターでは、入力の立ち上がりとしきい値 (V_P , V_N)が設定されています。メカニカルスイッチで発生するチャタリングおよびリングングが重畳した不安定な制御信号が入力されても、図8.1 (b)のように安定した出力を得ることができます。対して、入力に対して1つのしきい値を持つ通常のインバーターでは、図8.1 (a)のように出力が誤動作する可能性があります。

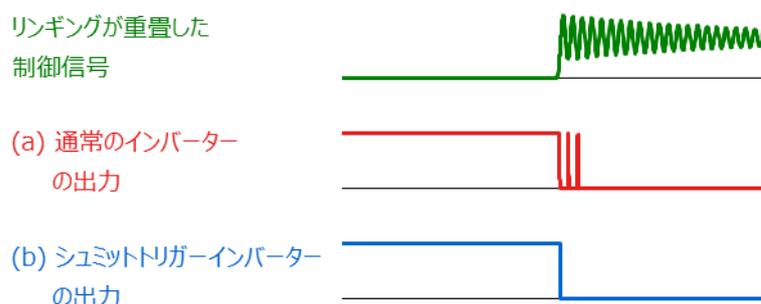


図 8.1 通常のインバーターとシュミットトリガーインバーターの動作

9. まとめ

本資料では、コモンドレインタイプ N-ch MOSFET のゲートドライバーIC である、TCK42xG の電気的特性や保護機能などのデータシートに記載されている基礎的な内容について説明しました。当社では、ゲートドライバーIC の他、MOSFET を内蔵した低損失なロードスイッチ IC も各種ラインアップしています。ロードスイッチ IC はモバイル機器をはじめとした電子機器のパワーマネジメントに非常に有効な製品です。ロードスイッチ IC をご使用いただく際には、本アプリケーションノート等をご参考の上、ぜひ当社ラインアップをご検討いただくと幸いです。

10. 関連リンク

- 製品のラインアップ (カタログ)  [Click](#)
- MOSFET ゲートドライバーIC のラインアップ (パラメトリックサーチ)  [Click](#)
- ロードスイッチ IC のラインアップ (パラメトリックサーチ)  [Click](#)
- オンラインディストリビューターご購入、在庫検索 
- パワーマネジメント IC の FAQ  [Click](#)
- アプリケーションノート  [Click](#)

11. 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。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>