

2 電源切り替え用ロードスイッチ IC TCK321G, TCK322G, TCK323G アプリケーションノート

概要

本資料は、電源ラインの切り替え可能なマルチプレクサー機能を内蔵した 2 入力 1 出力のロードスイッチ IC である TCK321G, TCK322G, TCK323G の各種保護機能や動作について解説します。

ロードスイッチ IC のマルチプレクサー機能は、2 つの充電系統をもつモバイル機器（スマートフォン、タブレット PC）のバッテリー充電用途などの電源管理に最適です。

目次

概要	1
目次	2
1. はじめに	6
2. TCK32*G の応用例	6
3. TCK321G,TCK322G,TCK323G の相違点	7
4. TCK32*G のブロック図と回路説明	8
4.1. 過電圧保護回路(OVLO) [図 4.1 (1)]	8
4.2. 低電圧誤動作防止回路 (UVLO) [図 4.1 (2)]	10
4.3. 突入電流抑制回路 (スルーレート制御) [図 4.1 (3)]	11
4.4. チャージポンプ回路 [図 4.1 (4)]	12
4.5. 逆流防止回路 [図 4.1 (5)]	12
4.6. 過熱保護回路 [図 4.1 (6)]	13
4.7. FLAG 出力回路 [図 4.1 (7)]	13
4.8. TCK32*G のその他の内蔵回路	14
4.8.1. ブレークビフォアメイク回路	14
5. 制御端子内部回路図	14
5.1. CNT 端子内部回路図	14
5.2. V _{SEL} 端子内部回路図	15
6. TCK32*G の制御モード	15
6.1. オフモード	15
6.2. オートセクションモード	16
6.2.1. TCK321G,TCK322G のオートセクションモードのタイミングチャート	16
6.2.2. TCK323G のオートセクションモードのタイミングチャート	18
6.3. マニュアルセクションモード	21
7. TCK32*G の AC 特性の定義	24
7.1. ホールド時間 (t_{HD})	24
7.2. V _{IN} 選択遅延時間 (t_{SEL})	24
7.3. ブレークビフォアメイク時間 (t_{BBM})	24
7.4. V _{OUT} オフ時間 (OVP) (t_{OVP})	25

7.5. V_{OUT} オフ時間 (CNT) (t_{OFF})	25
7.6. V_{OUT} 立ち上がり時間, 立ち下がり時間 (t_r, t_f)	25
8. IC の損失と接合温度の算出	26
9. 使用上の注意点	28
9.1. 外付けコンデンサについて	28
9.2. 実装について	28
9.3. 保護回路について	28
9.4. 許容損失について	28
10. まとめ	28
製品取り扱い上のお願い	29

図目次

図 2.1	TCK321G,TCK322G,TCK323G を使用したマルチプレクサー回路例	6
図 2.2	ディスクリートでマルチプレクサー回路を構成した例	7
図 2.3	単体のロードスイッチ IC でマルチプレクサー回路を構成した例.....	7
図 4.1	TCK32*G のブロック図	8
図 4.2	過電圧保護回路動作	9
図 4.3	過電圧保護動作時と解除時の動作例	9
図 4.4	低電圧誤動作回路動作	11
図 4.5	突入電流抑制回路動作時の出力電流波形	12
図 4.6	TCK32*G の逆流防止電流 I_{RB} -出力電圧 V_{OUT} 特性	12
図 4.7	電源切り替え時の逆流防止回路の動作	12
図 4.8	過熱保護動作.....	13
図 4.9	FLAG 端子等価回路図	14
図 4.10	ブレークビフォアメイク動作.....	14
図 5.1	CNT 端子内部回路	15
図 5.2	V_{SEL} 端子内部回路	15
図 6.1	TCK32*G の制御モード.....	15
図 6.2	TCK321G,TCK322G のオートセレクションモードのタイミングチャート	17
図 6.3	TCK323G のオートセレクションモードのタイミングチャート.....	19
図 6.4	TCK321G,TCK322G,TCK323G のマニュアルセレクションモードのタイミングチャート	22
図 7.1	チャタリング波形例	24
図 7.2	ホールド時間	24
図 7.3	V_{IN} 選択時間 (t_{SEL}) とブレークビフォアメイク時間 (t_{BBM}) の規定	24
図 7.4	V_{OUT} オフ時間 (t_{OVP}) の規定	25
図 7.5	V_{OUT} オフ時間 (t_{OFF}) の規定.....	25
図 7.6	V_{OUT} 立ち上がり時間 (t_r) と V_{OUT} 立ち下がり時間 (t_f) の規定	26
図 8.1	許容損失 P_D -周囲温度 T_a 特性.....	27

表目次

表 3.1	TCK321G,TCK322G,TCK323G の内蔵機能と相違点.....	7
表 4.1	TCK32*G の過電圧保護しきい値電圧比較表	10
表 4.2	TCK32*G の低電圧保護しきい値電圧.....	11
表 6.1	TCK321G,TCK322G,TCK323G のオフモードの動作.....	15
表 6.2	TCK321G,TCK322G,TCK323G のオートセクションモードの動作	16
表 6.3	TCK321G,TCK322G のオートセクションモードの動作一覧表	18
表 6.4	TCK323G のオートセクションモードの動作一覧表	20
表 6.5	TCK321G,TCK322G,TCK323G のマニュアルセクションモードの動作	21
表 6.6	TCK321G,TCK322G,TCK323G のマニュアルセクションモードの動作一覧表	23

1. はじめに

2電源切り替え用ロードスイッチIC(パワーマルチプレクサーIC)とは、複数の入力電源系統を持つシステムで、入力される電源系統を切り替えて後段のICや回路に電力を供給するパワーマネジメントICです。スマートフォンやタブレットPCなどの2系統の充電系統をもつモバイル機器向けバッテリー充電用途など、大電流かつ高耐圧が求められるパワーマネジメントに最適な製品がTCK321G,TCK322G,TCK323G (以下、TCK32*G)です。TCK32*Gシリーズは突入電流抑制 (スルーレート制御)、過熱保護、過電圧保護、低電圧誤動作防止、逆流防止、FLAG出力機能を内蔵し、入力電圧36 Vに対応する高耐圧CMOSプロセスを用いた2入力1出力のマルチプレクサー用ロードスイッチICです。さらに、本製品は入力の切り替えの方法として外部制御信号による切り替え機能 (マニュアルセレクションモード) だけでなく、入力電圧の状況に応じて出力する入力電圧を自動的に切り替える機能 (オートセレクションモード) も内蔵しており、外部制御信号不要なスタンドアロンでの動作も可能です。

本資料では、TCK32*Gの機能や動作について解説します。各種保護機能、製品の詳細については、データシートをご参照ください。

TCK321G のデータシートはこちら → [Click Here](#)

TCK322G のデータシートはこちら → [Click Here](#)

TCK323G のデータシートはこちら → [Click Here](#)

2. TCK32*G の応用例

2つの電源系統からの入力電圧を切り替えて出力するマルチプレクサー回路を TCK32*G を使用して構成した例を図 2.1 に示します。このシステムでは、USBコネクタから供給される V_{INA} 、ワイヤレスチャージャーから供給される V_{INB} のどちらか一方からシステムに電源が供給されます。

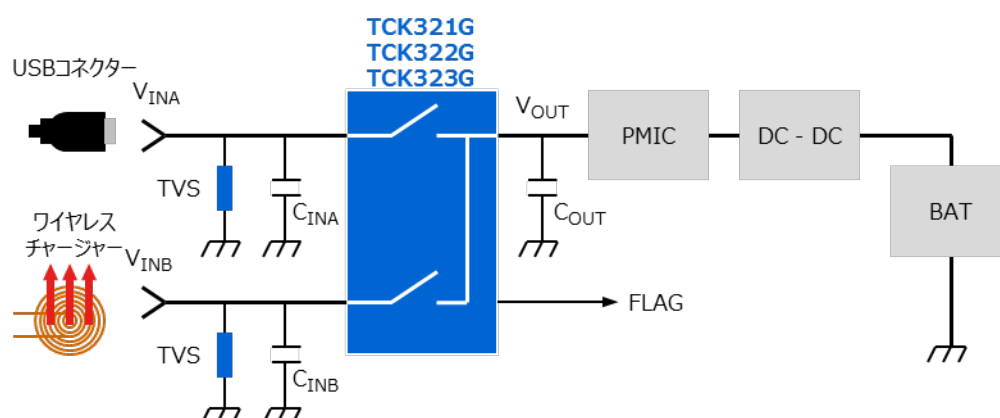


図 2.1 TCK321G,TCK322G,TCK323G を使用したマルチプレクサー回路例

また、ディスクリートや単体のロードスイッチ IC で同様のマルチプレクサー回路を構成した例を図 2.2、図 2.3 に示します。マルチプレクサー回路を構成する場合には、専用の TCK32*G を使用することにより、部品点数も少なくシステムの小型化が可能となります。

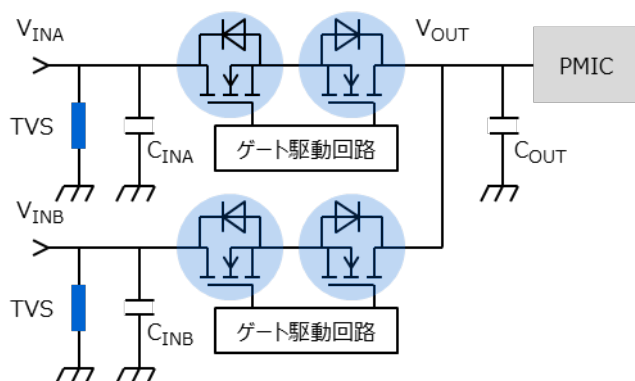


図 2.2 ディスクリートでマルチプレクサー回路を構成した例

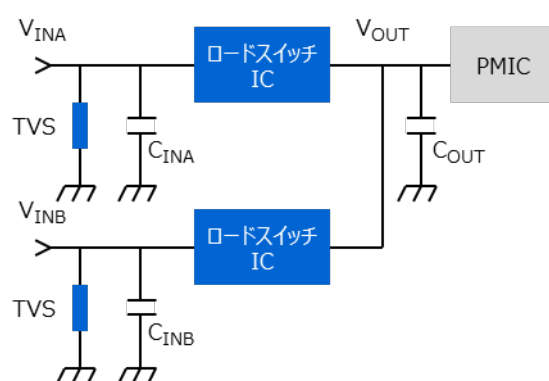


図 2.3 単体のロードスイッチ IC でマルチプレクサー回路を構成した例

3. TCK321G,TCK322G,TCK323G の相違点

TCK321G,TCK322G,TCK323Gの相違点は、[オートセレクションモード](#)時にICの状態を外部へ出力するFLAG信号の入力電圧系統の相違 (TCK321GとTCK322Gは V_{INA} の状態を出力、TCK323Gは V_{INB} の状態を出力) と、[過電圧保護](#)の設定値となります。

表 3.1 TCK321G,TCK322G,TCK323G の内蔵機能と相違点

形名	過電圧保護 (OVLO)		低電圧誤動作防止 (UVLO)		突入電流抑制	過熱保護	過電流保護	ブレークビ オアメイク	逆流防止 (スイッチオフ時)	FLAG 出力 (オートセレクションモード時)
	V_{INA}	V_{INB}	V_{INA}	V_{INB}						
TCK321G	✓ 12.0 V (標準)	✓ 12.0 V (標準)	✓ 2.6 V (標準)	✓ 2.6 V (標準)	✓	✓	—	✓	✓	✓ Q ₁ の状態 (V_{INA} の状態) を出力
TCK322G	✓ 15.0 V (標準)	✓ 15.0 V (標準)	✓ 2.6 V (標準)	✓ 2.6 V (標準)	✓	✓	—	✓	✓	✓ Q ₁ の状態 (V_{INA} の状態) を出力
TCK323G	✓ 15.0 V (標準)	✓ 15.0 V (標準)	✓ 2.6 V (標準)	✓ 2.6 V (標準)	✓	✓	—	✓	✓	✓ Q ₂ の状態 (V_{INB} の状態) を出力

4. TCK32*G のブロック図と回路説明

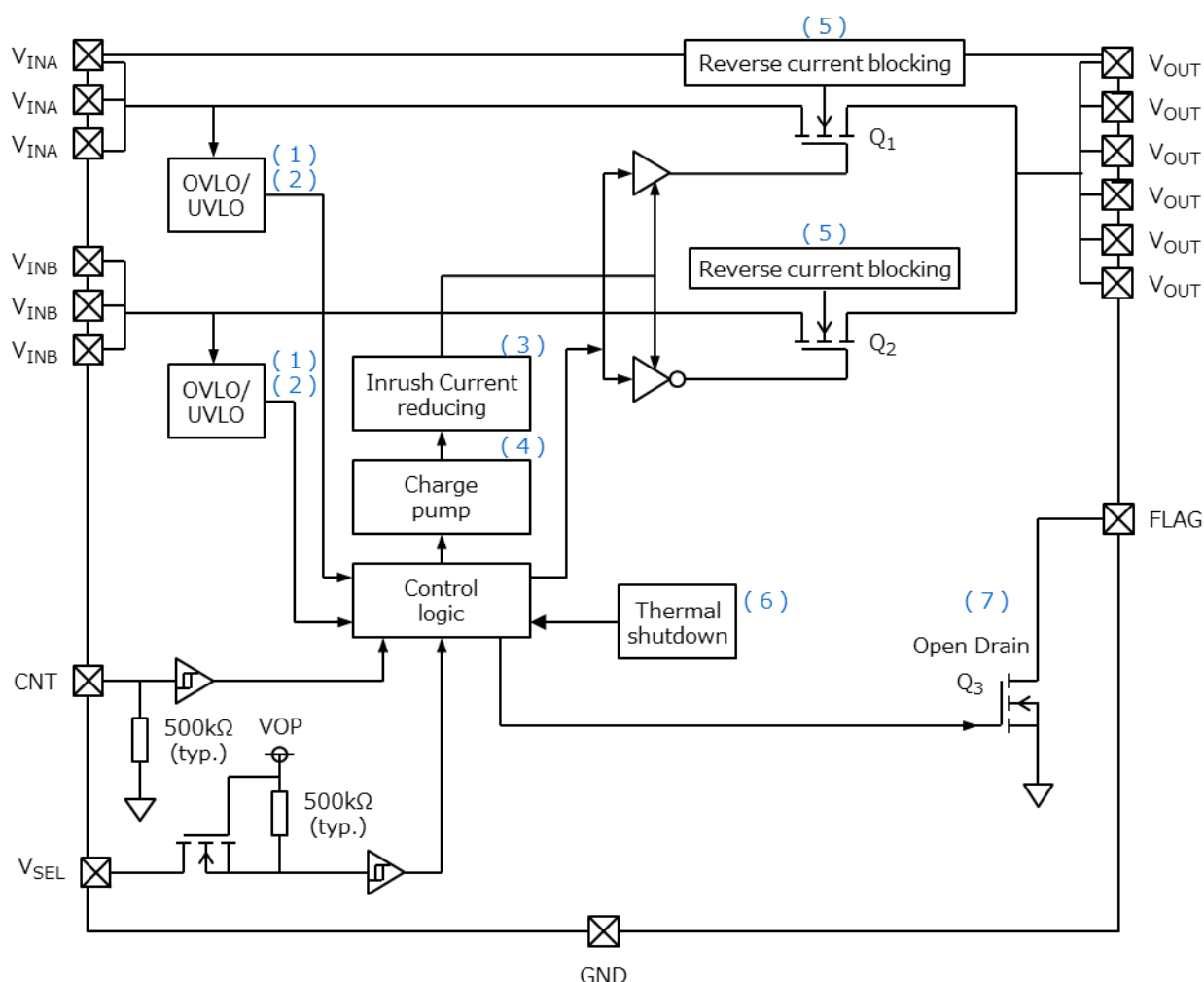
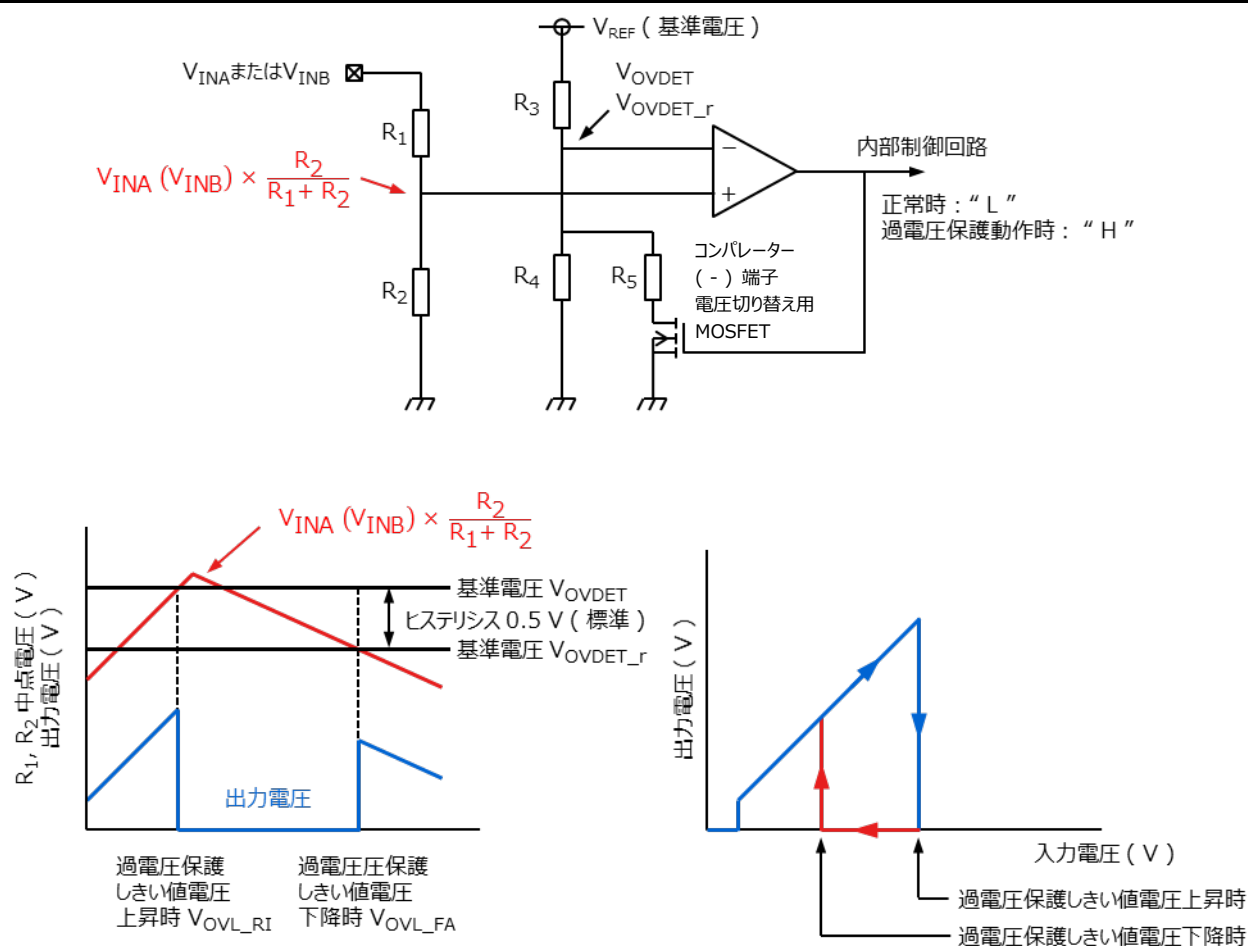


図 4.1 TCK32*G のブロック図

4.1. 過電圧保護回路(OVLO) [図 4.1 (1)]

過電圧保護回路は、入力電圧 V_{INA} または V_{INB} が上昇して V_{OUT} 端子に接続された IC や回路を過電圧から保護するために出力をオフさせる回路です。 V_{INA} または V_{INB} が上昇して過電圧保護しきい値電圧上昇時である V_{OVL_RI} まで上昇すると過電圧保護回路が動作して出力をオフします。その後、 V_{INA} または V_{INB} が過電圧保護しきい値電圧降時 V_{OVL_FA} まで低下すると、出力は自動的にオンとなります。過電圧保護回路は、図 4.2 のように V_{INA} または V_{INB} と IC 内部の分圧された基準電圧をコンパレータで比較することによって動作します。 V_{INA} または V_{INB} が上昇して基準電圧 V_{OVDET} を上回ると、過電圧状態と判断してコンパレータが反転して出力をオフします。コンパレータが反転すると同時に、基準電圧 (コンパレータの-入力) の切り替え用の Nch MOSFET がオンして、基準電圧は V_{OVDET_r} に切り替わります。 V_{INA} または V_{INB} が低下して切り替わった基準電圧 V_{OVDET_r} を下回ると、再びコンパレータが反転して出力はオンになります。



なお、過電圧保護からの復帰時には、図 4.3 のようにチャタリングなどによる誤動作防止のために設定された 15 ms (標準) のホールド時間後に出力がオンとなります。

測定条件: $C_{IN}=1\ \mu\text{F}$, $C_{OUT}=1\ \mu\text{F}$, $R_L=50\ \Omega$

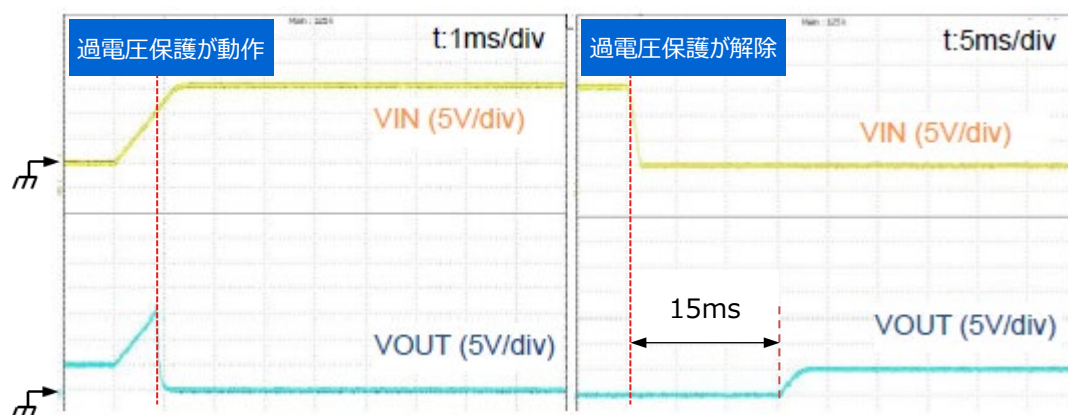


表 4.1 TCK32*G の過電圧保護しきい値電圧比較表

形 名	項 目	記 号	測 定 条 件	Ta=25 °C			Ta=- 40~85 °C		単位
				最小	標準	最大	最小	最大	
TCK321G	過電圧保護しきい値 (OVLO) 上昇時	V _{OV_L_RI}	—	—	12.0	—	10.5	13.5	V
	過電圧保護しきい値 (OVLO) 下降時	V _{OV_L_FA}	—	—	V _{OV_L_RI} -0.5	—	—	—	V
TCK322G	過電圧保護しきい値 (OVLO) 上昇時	V _{OV_L_RI}	—	—	15.0	—	13.4	16.6	V
	過電圧保護しきい値 (OVLO) 下降時	V _{OV_L_FA}	—	—	V _{OV_L_RI} -0.5	—	—	—	V
TCK323G	過電圧保護しきい値 (OVLO) 上昇時	V _{OV_L_RI}	—	—	15.0	—	13.4	16.6	V
	過電圧保護しきい値 (OVLO) 下降時	V _{OV_L_FA}	—	—	V _{OV_L_RI} -0.5	—	—	—	V

4.2. 低電圧誤動作防止回路 (UVLO) [図 4.1 (2)]

V_{INA} または V_{INB} が低下して TCK32*G の出力端子 V_{OUT} に接続される後段の IC や回路の最低動作電圧を下回り、システムが誤動作しないようにする回路が低電圧誤動作防止回路です。V_{INA} または V_{INB} が低電圧保護しきい値電圧下降時 V_{UVL_FA} まで低下すると出力をオフにします。低電圧誤動作防止回路にはヒステリシスが設定されており、低電圧誤動作防止回路が動作後に、V_{INA} または V_{INB} が設定値 V_{UVL_RI} まで上昇すると、出力は自動的にオンになります。低電圧誤動作防止回路は、図 4.4 のように V_{INA} または V_{INB} と IC 内部の分圧された基準電圧をコンパレータで比較することによって動作します。V_{INA} または V_{INB} が基準電圧 V_{UVDET} を下回るとコンパレータが反転して、出力をオフにします。コンパレータが反転すると同時に、基準電圧切り替え用の Nch MOSFET がオフして基準電圧が設定値 V_{UVDET_r} に切り替わります。V_{INA} または V_{INB} が上昇して切り替わった基準電圧 V_{UVDET_r} を上回ると、再びコンパレータが反転して出力はオンになります。

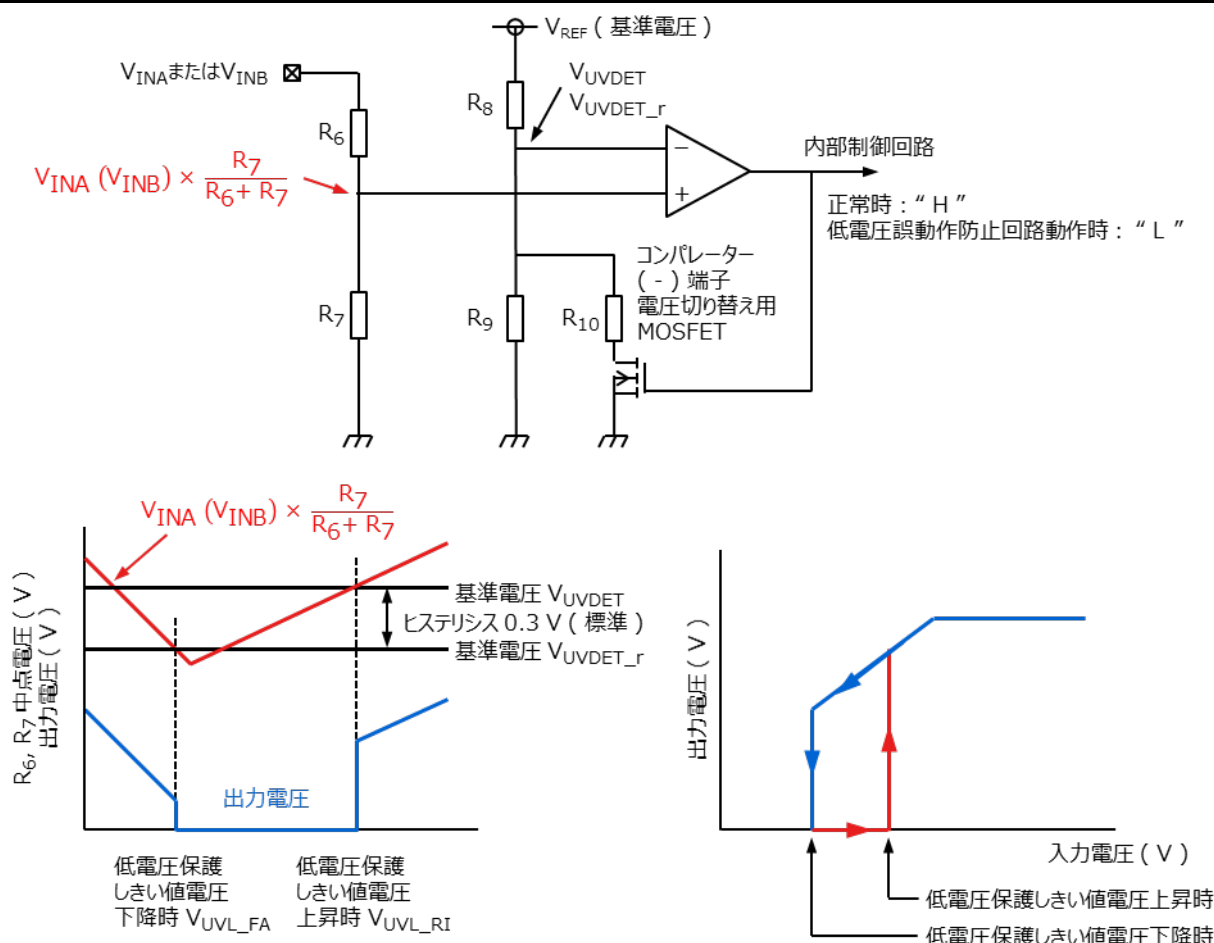


図 4.4 低電圧誤動作回路動作

表 4.2 TCK32*G の低電圧保護しきい値電圧

形 名	項 目	記 号	測 定 条 件	Ta=25 °C			Ta= -40~85 °C		単位
				最小	標準	最大	最小	最大	
TCK321G	低電圧保護しきい値電圧 (UVLO) 上昇時	V _{UVL_RI}	—	—	2.9	—	2.3	3.5	V
TCK322G	低電圧保護しきい値電圧 (UVLO) 下降時	V _{UVL_FA}	—	—	V _{UVL_RI} - 0.3	—	—	—	V
TCK323G									

4.3. 突入電流抑制回路 (スルーレート制御) [図 4.1 (3)]

突入電流抑制は、スルーレート制御回路によって行われます。負荷に大きな容量性負荷が接続された状態で出力段の MOSFET が高速にオンすると、この容量性負荷を充電するための大きな電流が流れます。このとき、ロードスイッチ IC 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ることや、誤動作を招く恐れがあります。このため、出力段の MOSFET の緩やかに ON することで、ゆっくりと容量性負荷に充電させて、安定したシステムの立ち上げを可能とする回路がスルーレート制御回路です。

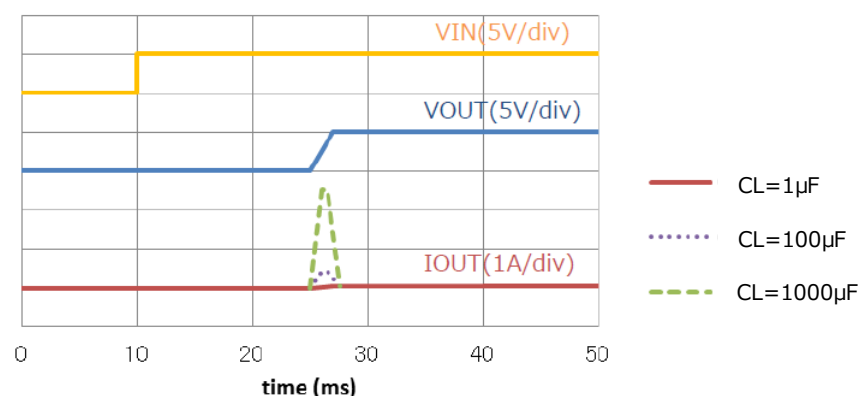


図 4.5 突入電流抑制回路動作時の出力電流波形

4.4. チャージポンプ回路 [図 4.1 (4)]

チャージポンプ回路とは、スイッチ用の Nch MOSFET のゲート駆動電圧を生成するための昇圧回路です。

4.5. 逆流防止回路 [図 4.1 (5)]

内蔵されたスイッチ用の MOSFET がオフしているときに、 V_{INA} または $V_{INB} < V_{OUT}$ となったときに出力端子 V_{OUT} から入力端子 V_{INA} または V_{INB} への逆流を防止します。なお、MOSFET がオンしているときには、逆流防止機能は動作しません。

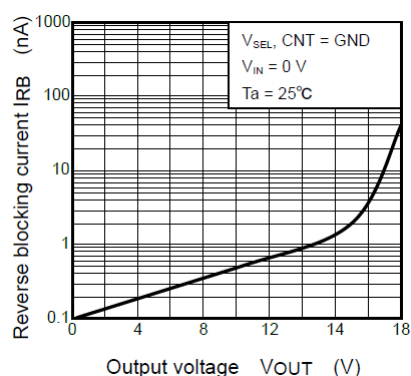
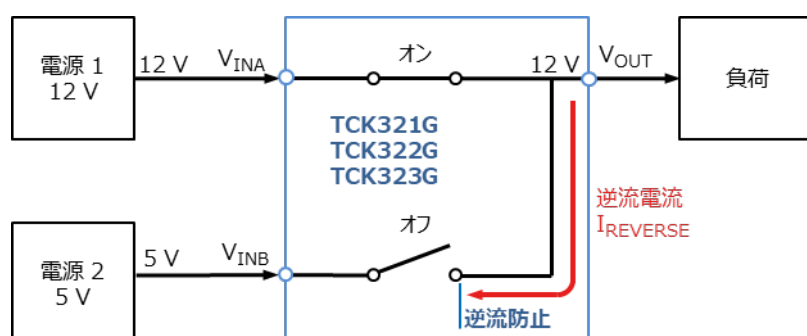
図 4.6 TCK32*G の逆流防止電流 I_{RB} -出力電圧 V_{OUT} 特性

図 4.7 電源切り替え時の逆流防止回路の動作

4.6. 過熱保護回路 [図 4.1 (6)]

過熱保護回路とは、サーマルシャットダウン (TSD: Thermal Shut Down) 回路とも呼ばれ、TCK32*G の接合温度を検出することにより素子保護を行う回路です。TCK32*G の接合温度が設定温度まで上昇したときに、出力をオフさせてICを劣化や破壊から保護します。接合温度の検出は、図 4.8(a) に示すように温度変化の小さい基準電圧 V_{TSD} と、ダイオードの順方向電圧 V_F を比較することで行います。TCK32*G が正常に動作しているときは、 V_{TSD} に対して V_F が高い状態となっています。 V_F は約 $-2 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ の温度係数を持っているため、IC の接合温度が 158°C (標準) までが上昇して、 V_F が V_{TSD} を下回るとコンパレータが反転してICをオフにします。このとき、同時にコンパレータの出力信号により基準電圧を V_{TSD} から V_{TSD_r} に切り替えます。TCK32*G がオフになると消費電力は大幅に低減して接合温度が低下します。接合温度が低下して V_F が V_{TSD_r} を上回ると、自動的に出力はオンになります。過熱保護が動作して出力をオフする接合温度と、過熱保護が解除される接合温度の差が過熱保護のヒステリシス幅 (15°C 標準) となります。

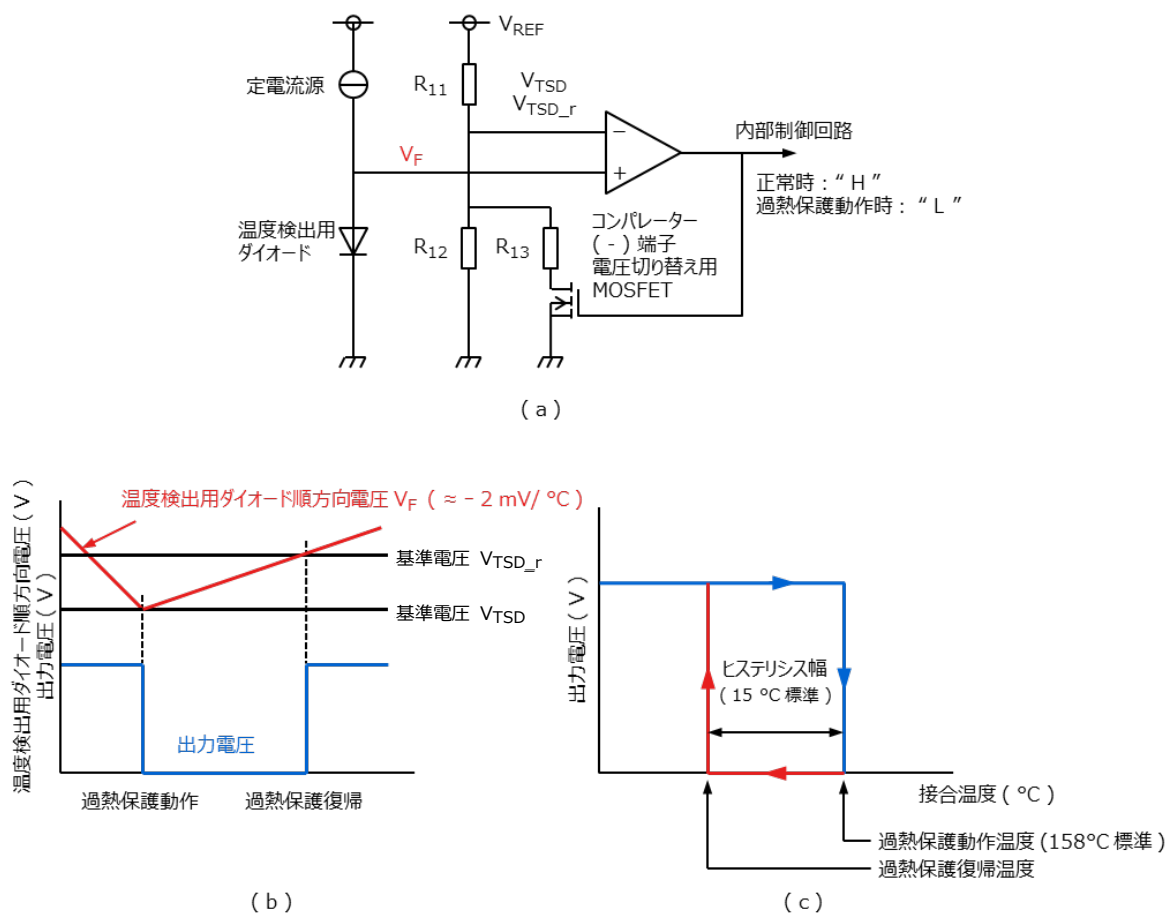


図 4.8 過熱保護動作

4.7. FLAG 出力回路 [図 4.1 (7)]

FLAG 出力回路とは、過電圧保護回路および低電圧誤動作防止回路が動作したときに、FLAG 端子出力を“L”→“H”へ遷移させてシステムの異常をIC 外部のPMIC などに出力する回路です。FLAG 端子は、オープンドレイン構造となっており、外付けにプルアップ抵抗を接続してください。なお、プルアップ抵抗値は、FLAG 端子のシンク電流 (データシート上では、 $I_{SINK}=1 \text{ mA}$ 時に $V_{OL}=0.4 \text{ V}$ 最大で規定しています) を考慮して選定の上、実機で十分な評価を実施して問題のない

ことを確認してください。

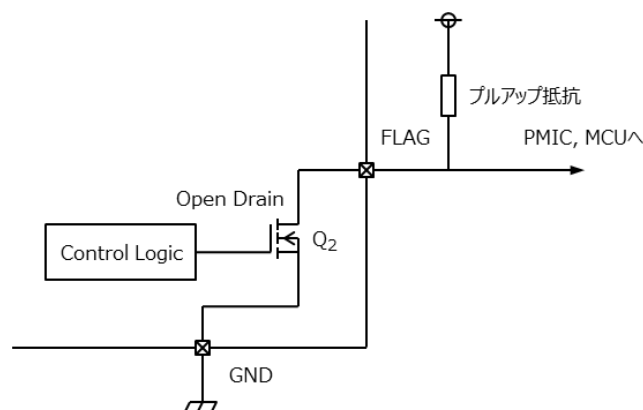


図 4.9 FLAG 端子等価回路図

4.8. TCK32*G のその他の内蔵回路

4.8.1. ブレークビフォアメイク回路

ブレーク・ビフォア・メイク回路とは、IC に内蔵された 2 つのスイッチが切り替わるときに、1 つのスイッチがオフとなり、別のスイッチがオンするまでの期間中、両方のスイッチを同時にオフさせる回路です。この回路により、スイッチが切り替わるときに、2 つの電源系統がショートすることを防ぐことができます。

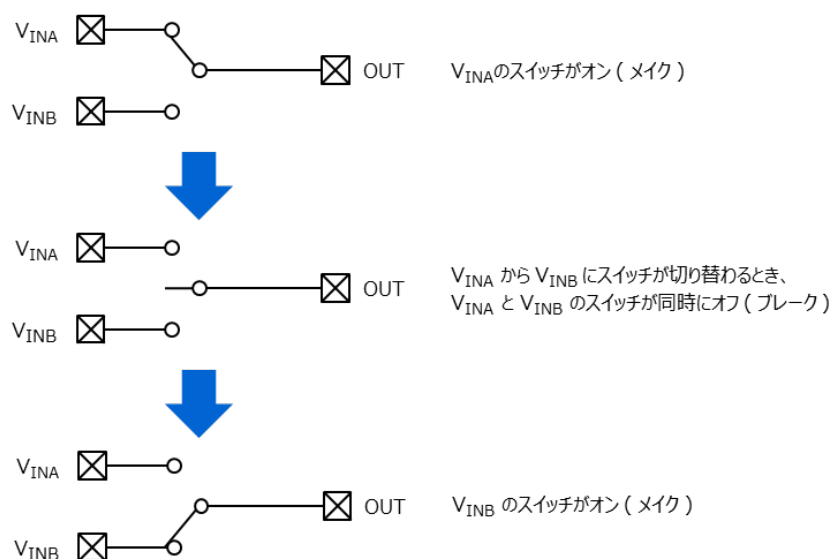


図 4.10 ブレークビフォアメイク動作

5. 制御端子内部回路図

5.1. CNT 端子内部回路図

CNT 端子と GND 端子間には、IC 内部で 500k Ω (標準) のプルダウン抵抗が接続されています。

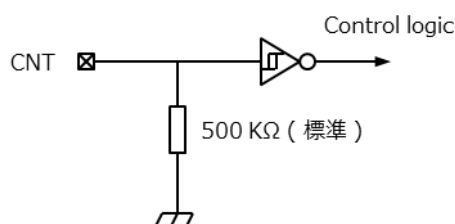
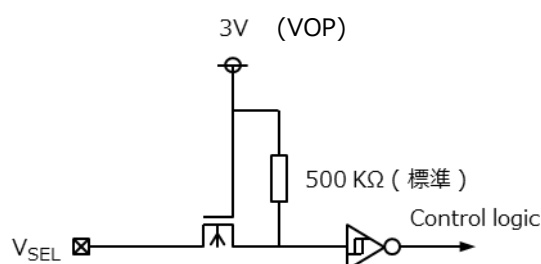


図 5.1 CNT 端子内部回路

5.2. V_{SEL} 端子内部回路図

V_{SEL} 端子には、内部の 3 V 電源(VOP)にプルアップされた 500kΩ (標準) の抵抗と、電圧レベル変換用の MOSFET が接続されています。

図 5.2 V_{SEL} 端子内部回路

6. TCK32*G の制御モード

TCK32*G では、[ブレイク・ビフォア・メイク](#)機能の特長を生かしながら、モード制御端子 CNT と入力選択端子 V_{SEL} に入力する制御信号により、「オフモード」、「オートセレクションモード」および「マニュアルセレクションモード」の 3 種類の動作モードを選択することができます。以下ではそれぞれのモードでの動作を解説します。

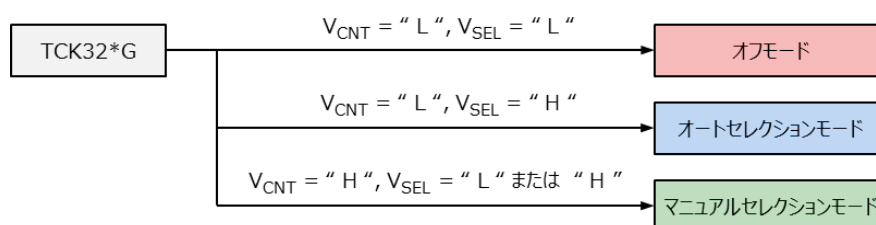


図 6.1 TCK32*G の制御モード

6.1. オフモード

表 6.1 TCK321G, TCK322G, TCK323G のオフモードの動作

V_{CNT}="L", V_{SEL}="L"時

入力電圧	V _{INA} , V _{INB} の電圧には依存せず
出力電圧	オフ (出力停止)
FLAG 出力	オフ (ハイインピーダンス)
逆流電流防止	V _{INA} :有効 V _{INB} :有効

6.2. オートセクションモード

オートセクションモードは、 $V_{CNT}="L"$ 、 $V_{SEL}="H"$ で設定されます。オートセクションモードでは、 V_{INA} と V_{INB} に正常な範囲の入力電圧が同時に入力されているとき、 V_{INA} の入力電圧を優先的に出力します。 V_{INA} と V_{INB} が同時に入力されている状態で、 V_{INA} が過電圧保護回路または低電圧誤動作防止回路の動作電圧範囲にあるときには V_{INB} を出力します。また、TCK321G,TCK322GおよびTCK323Gでは、FLAGの出力方法が異なっており、それぞれ下記のように出力します。

表 6.2 TCK321G,TCK322G,TCK323G のオートセクションモードの動作

$V_{CNT}="L"$, $V_{SEL}="H"$ 時

入力電圧		V_{INA} :動作電圧範囲内 V_{INB} :動作電圧範囲内	V_{INA} :動作電圧範囲内 V_{INB} :動作電圧範囲外	V_{INA} :動作電圧範囲外 V_{INB} :動作電圧範囲内	V_{INA} :動作電圧範囲外 V_{INB} :動作電圧範囲外
出力電圧		オン ($V_{OUT}=V_{INA}$)	オン ($V_{OUT}=V_{INA}$)	オン ($V_{OUT}=V_{INB}$)	オフ (出力停止)
FLAG 出力	TCK321G → V_{INA} の情報を出力	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オフ (ハインピーダンス)	オフ (ハインピーダンス)
	TCK322G → V_{INA} の情報を出力	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オフ (ハインピーダンス)	オフ (ハインピーダンス)
	TCK323G → V_{INB} の情報を出力	オフ (ハインピーダンス)	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オフ (ハインピーダンス)
逆流電流防止		V_{INA} :無効 V_{INB} :有効	V_{INA} :無効 V_{INB} :有効	V_{INA} :有効 V_{INB} :無効	V_{INA} :有効 V_{INB} :有効

動作電圧範囲内: $V_{ULV_RI}<V_{IN}*<V_{OVL_RI}$

動作電圧範囲外: $V_{UVL_FA}>V_{IN}*または V_{IN}*>V_{OVL_RI}$

6.2.1. TCK321G,TCK322G のオートセクションモードのタイミングチャート

TCK321G,TCK322G の FLAG 出力は、 V_{INB} の入力電圧情報は無視されて、 V_{INA} の入力電圧情報を出力します。 V_{INA} が正常な電圧範囲にあるときに“L”が出力され、過電圧保護回路または低電圧誤動作防止回路が動作時に“H”の信号が出力されます。なお、[ホールド時間 \$t_{HD}\$](#) については、7.1を参照してください。

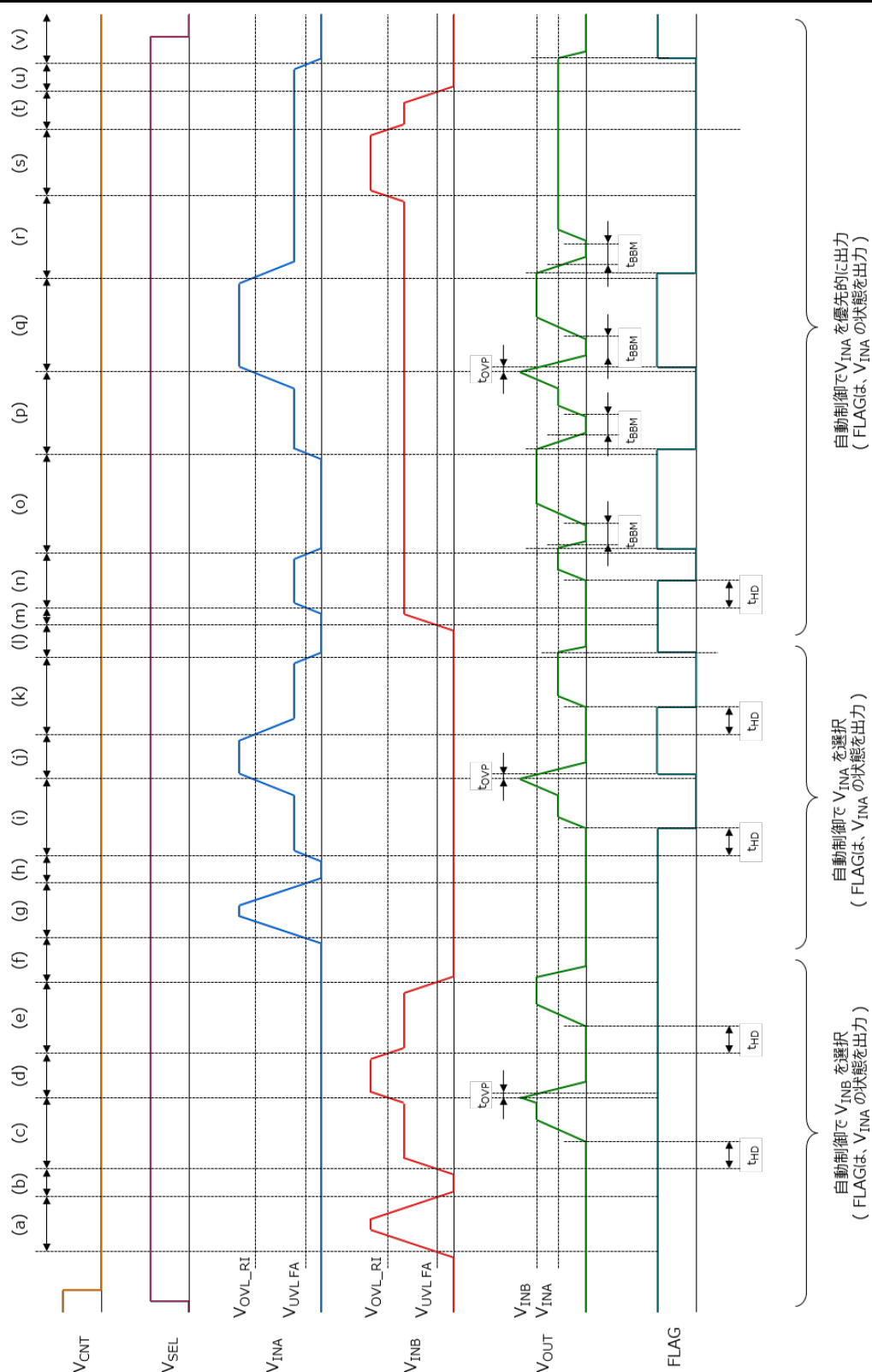


図 6.2 TCK321G, TCK322G のオートセレクションモードのタイミングチャート

表 6.3 TCK321G,TCK322G のオートセレクションモードの動作一覧表

* : ホールド時間 t_{HD} 後にオン** : ブレークビフォアメイク時間 t_{BBM} 後にオン

領域	V _{CNT}	V _{SEL}	V _{INA}	V _{INB}	V _{OUT}		FLAG	
					V _{OUT} 出力	出力する入力電圧	FLAG 出力	出力する入力電圧情報
(a)	L	H	L	H	オフ	—	Hz	—
(b)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(c)	L	H	L	M	オン (*)	V _{INB}	Hz	—
(d)	L	H	L	H	オフ	—	Hz	—
(e)	L	H	L	M	オン (*)	V _{INB}	Hz	—
(f)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(g)	L	H	H	L	オフ	—	Hz	—
(h)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(i)	L	H	M	L	オン (*)	V _{INA}	Hz → Low	V _{INA}
(j)	L	H	H	L	オフ	—	Low → Hz	V _{INA}
(k)	L	H	M	L	オン (*)	V _{INA}	Hz → Low	V _{INA}
(l)	L	H	L	L	オフ	—	Low → Hz	V _{INA}
(m)	L	H	L	M	オフ	—	Hz	—
(n)	L	H	M	M	オン (*)	V _{INA}	Hz → Low	V _{INA}
(o)	L	H	L	M	オン (**)	V _{INB}	Low → Hz	V _{INA}
(p)	L	H	M	M	オン (**)	V _{INA}	Hz → Low	V _{INA}
(q)	L	H	H	M	オン (**)	V _{INB}	Low → Hz	V _{INA}
(r)	L	H	M	M	オン (**)	V _{INA}	Hz → Low	V _{INA}
(s)	L	H	M	H	オン	V _{INA}	Low	V _{INA}
(t)	L	H	M	M	オン	V _{INA}	Low	V _{INA}
(u)	L	H	M	L	オン	V _{INA}	Low	V _{INA}
(v)	L	H→L	L	L	オフ	—	Low → Hz	V _{INA}

M : 正常動作電圧範囲

Hz : ハイインピーダンス

H : 過電圧範囲

L : 低電圧誤動作防止電圧範囲

6.2.2. TCK323G のオートセレクションモードのタイミングチャート

TCK323GのFLAG出力は、V_{INA}の入力電圧情報は無視されて、V_{INB}の入力電圧情報をFLAGに出力します。V_{INB}が正常な電圧範囲にあるときに“L”が出力され、過電圧保護回路または低電圧誤動作防止回路が動作時には“H”の信号が出力されます。なお、[ホールド時間 \$t_{HD}\$](#) については、7.1 を参照してください。

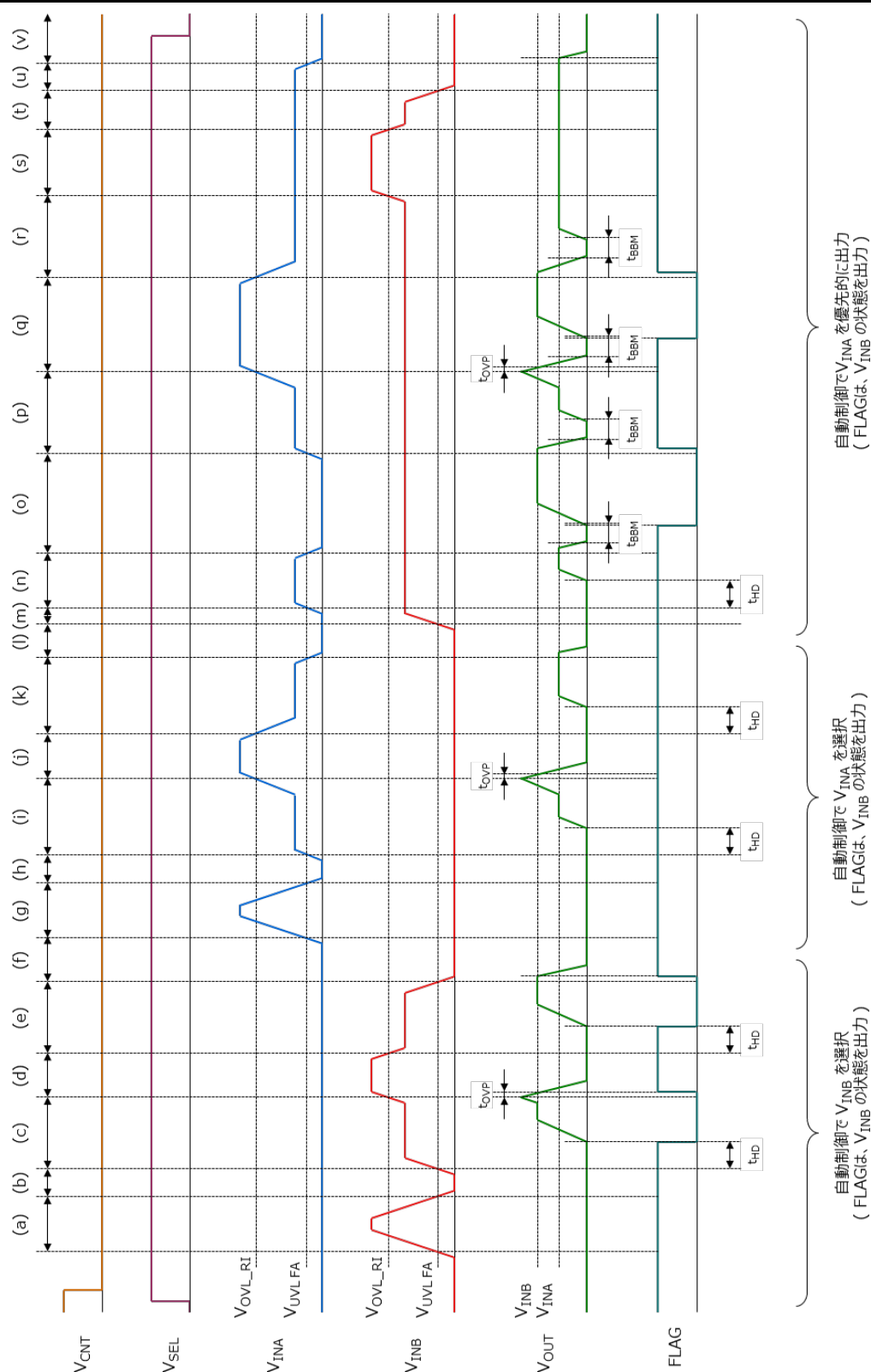


図 6.3 TCK323G のオートセレクションモードのタイミングチャート

表 6.4 TCK323G のオートセレクションモードの動作一覧表

* : ホールド時間 t_{HD} 後にオン** : ブレークビフォアメイク時間 t_{BBM} 後にオン

領域	V_{CNT}	V_{SEL}	V_{INA}	V_{INB}	V_{OUT}		FLAG	
					V_{OUT} 出力	出力する入力電圧	FLAG 出力	出力する入力電圧情報
(a)	L	H	L	H	オフ	—	Hz	—
(b)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(c)	L	H	L	M	オン (*)	V_{INB}	Hz → Low	V_{INB}
(d)	L	H	L	H	オフ	—	Hz	—
(e)	L	H	L	M	オン (*)	V_{INB}	Hz → Low	V_{INB}
(f)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(g)	L	H	H	L	オフ	—	Hz	—
(h)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(i)	L	H	M	L	オン (*)	V_{INA}	Hz	—
(j)	L	H	H	L	オフ	—	Hz	—
(k)	L	H	M	L	オン (*)	V_{INA}	Hz	—
(l)	L	H	L	L	オフ	—	Hz	—
(m)	L	H	L	M	オフ	—	Hz	—
(n)	L	H	M	M	オン (*)	V_{INA}	Hz	—
(o)	L	H	L	M	オン (**)	V_{INB}	Hz → Low	V_{INB}
(p)	L	H	M	M	オン (**)	V_{INA}	Hz	—
(q)	L	H	H	M	オン (**)	V_{INB}	Hz → Low	—
(r)	L	H	M	M	オン (**)	V_{INA}	Low → Hz	V_{INB}
(s)	L	H	M	H	オン	V_{INA}	Hz	—
(t)	L	H	M	M	オン	V_{INA}	Hz	—
(u)	L	H	M	L	オン	V_{INA}	Hz	—
(v)	L	H→L	L	L	オフ	—	Hz	—

M : 正常動作電圧範囲

Hz : ハイインピーダンス

H : 過電圧範囲

L : 低電圧誤動作防止電圧範囲

6.3. マニュアルセレクションモード

マニュアルセレクションモードでは、TCK321G, TCK322G および TCK323G は全て同じ動作を行います。マニュアルセレクションモードは、 V_{SEL} 端子への制御信号により出力端子 V_{OUT} へ出力させる電圧を V_{INA} または V_{INB} に切り替える制御モードです。モード制御信号 $V_{CNT} = "H"$ 、入力切り替え信号 $V_{SEL} = "H"$ で、入力電圧が正常範囲内であれば V_{INA} を出力します。また、モード制御信号 $V_{CNT} = "H"$ 、入力切り替え信号 $V_{SEL} = "L"$ のときには V_{INB} を V_{OUT} に出力します。なお、 V_{CNT}, V_{SEL} がともに "L" のときは、IC はオフとなり、 V_{OUT} は出力されません。FLAG 出力は V_{INA} または V_{INB} のいずれかの入力電圧で過電圧保護回路または低電圧誤動作防止回路が動作したときに、FLAG 出力は "L" の信号を出力して異常を外部に出力します。なお、[ホールド時間 \$t_{HD}\$](#) については、7.1 を参照してください。

表 6.5 TCK321G, TCK322G, TCK323G のマニュアルセレクションモードの動作

$V_{CNT} = "H", V_{SEL} = "H"$ 時 (V_{INA} をアクティブ)

入力電圧		V_{INA} : 動作電圧範囲内 V_{INB} : 動作電圧範囲内	V_{INA} : 動作電圧範囲内 V_{INB} : 動作電圧範囲外	V_{INA} : 動作電圧範囲外 V_{INB} : 動作電圧範囲内	V_{INA} : 動作電圧範囲外 V_{INB} : 動作電圧範囲外
出力電圧		オン ($V_{OUT} = V_{INA}$)	オン ($V_{OUT} = V_{INA}$)	オフ (出力停止)	オフ (出力停止)
FLAG 出力	TCK321G	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)
	TCK322G	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)
	TCK323G	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)
逆流電流防止		V_{INA} : 無効 V_{INB} : 有効	V_{INA} : 無効 V_{INB} : 有効	V_{INA} : 有効 V_{INB} : 有効	V_{INA} : 有効 V_{INB} : 有効

動作電圧範囲内: $V_{ULV_RI} < V_{IN*} < V_{OVL_RI}$

動作電圧範囲外: $V_{UVL_FA} > V_{IN*}$ または $V_{IN*} > V_{OVL_RI}$

$V_{CNT} = "H", V_{SEL} = "L"$ 時 (V_{INB} をアクティブ)

入力電圧		V_{INA} : 動作電圧範囲内 V_{INB} : 動作電圧範囲内	V_{INA} : 動作電圧範囲内 V_{INB} : 動作電圧範囲外	V_{INA} : 動作電圧範囲外 V_{INB} : 動作電圧範囲内	V_{INA} : 動作電圧範囲外 V_{INB} : 動作電圧範囲外
出力電圧		オン ($V_{OUT} = V_{INB}$)	オフ (出力停止)	オン ($V_{OUT} = V_{INB}$)	オフ (出力停止)
FLAG 出力	TCK321G	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)
	TCK322G	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)
	TCK323G	オフ (ハインピーダンス)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)	オン (Low 出力)
逆流電流防止		V_{INA} : 有効 V_{INB} : 無効	V_{INA} : 有効 V_{INB} : 有効	V_{INA} : 有効 V_{INB} : 無効	V_{INA} : 有効 V_{INB} : 有効

動作電圧範囲内: $V_{ULV_RI} < V_{IN*} < V_{OVL_RI}$

動作電圧範囲外: $V_{UVL_FA} > V_{IN*}$ または $V_{IN*} > V_{OVL_RI}$

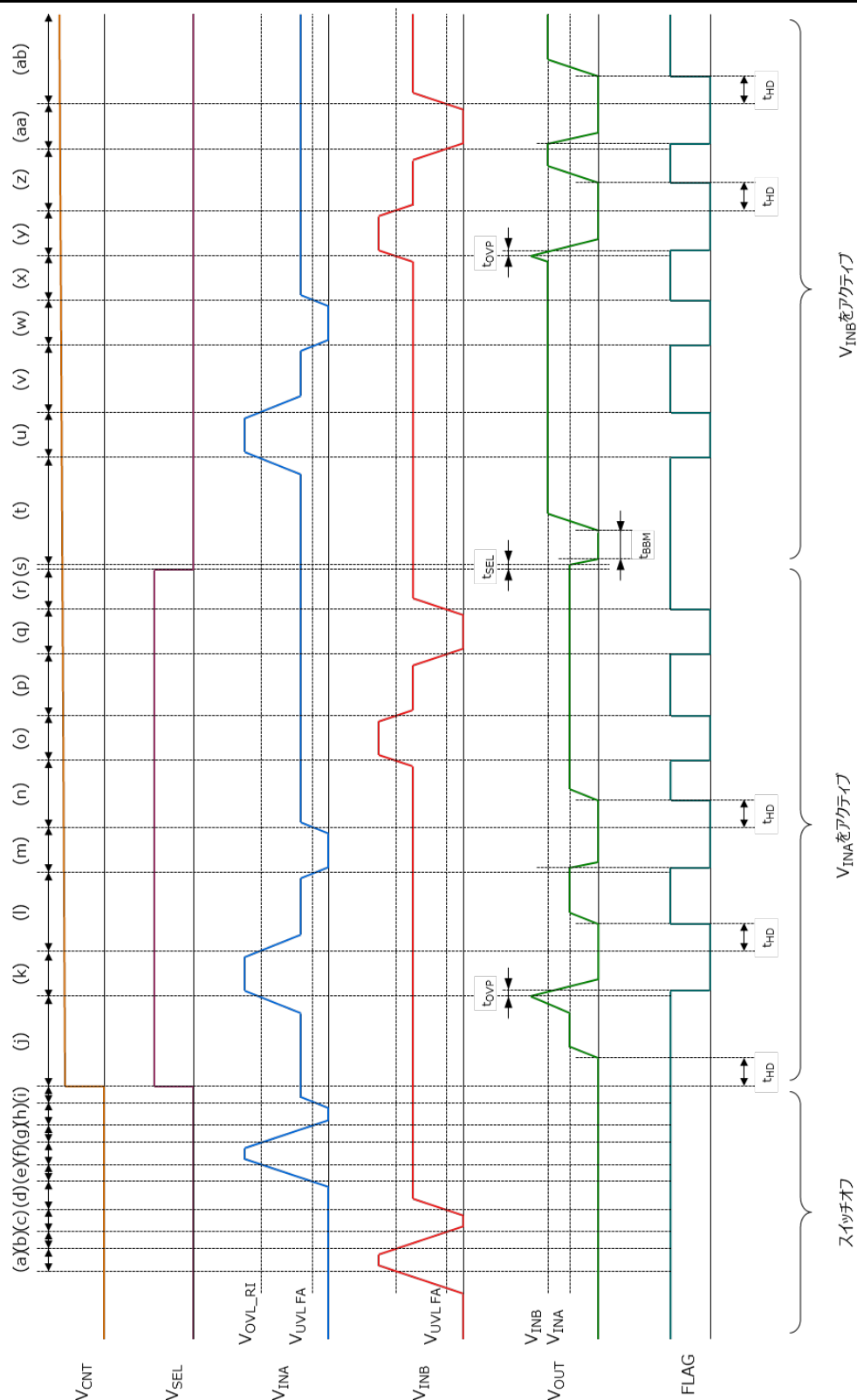


図 6.4 TCK321G, TCK322G, TCK323G のマニュアルセレクションモードのタイミングチャート

表 6.6 TCK321G,TCK322G,TCK323G のマニュアルセレクションモードの動作一覧表

* : ホールド時間 t_{HD} 後にオン** : V_{IN} 選択遅延時間 t_{SEL} 後にオフ*** : ブレークビフォアメイク時間 t_{BBM} 後にオン

領域	V_{CNT}	V_{SEL}	V_{INA}	V_{INB}	V_{OUT}		FLAG	
					V_{OUT} 出力	出力する入力電圧	FLAG 出力	出力する入力電圧情報
(a)	L	L	L	H	オフ	—	Hz	—
(b)	L	L	L	M	オフ	—	Hz	—
(c)	L	L	L	L	オフ	—	Hz	—
(d)	L	L	L	M	オフ	—	Hz	—
(e)	L	L	M	M	オフ	—	Hz	—
(f)	L	L	H	M	オフ	—	Hz	—
(g)	L	L	M	M	オフ	—	Hz	—
(h)	L	L	L	M	オフ	—	Hz	—
(i)	L	L	M	M	オフ	—	Hz	—
(j)	H	H	M	M	オン (*)	V_{INA}	Hz	—
(k)	H	H	H	M	オフ	—	Hz → Low	—
(l)	H	H	M	M	オン (*)	V_{INA}	Low → Hz	—
(m)	H	H	L	M	オフ	—	Hz → Low	—
(n)	H	H	M	M	オン (*)	V_{INA}	Low → Hz	—
(o)	H	H	M	H	オン	V_{INA}	Low	—
(p)	H	H	M	M	オン	V_{INA}	Hz	—
(q)	H	H	M	L	オン	V_{INA}	Low	—
(r)	H	H	M	M	オン	V_{INA}	Hz	—
(s)	H	L	M	M	オフ (**)	—	Hz	—
(t)	H	L	M	M	オン (***)	V_{INB}	Hz	—
(u)	H	L	H	M	オン	V_{INB}	Low	—
(v)	H	L	M	M	オン	V_{INB}	Hz	—
(w)	H	L	L	M	オン	V_{INB}	Low	—
(x)	H	L	M	M	オン	V_{INB}	Hz	—
(y)	H	L	M	H	オフ	—	Low	—
(z)	H	L	M	M	オン (*)	V_{INB}	Low → Hz	—
(aa)	H	L	M	L	オフ	—	Hz → Low	—
(ab)	H	L	M	M	オン (*)	V_{INB}	Low → Hz	—

M : 正常動作電圧範囲

Hz : ハイインピーダンス

H : 過電圧範囲

L : 低電圧誤動作防止電圧範囲

7. TCK32*G の AC 特性の定義

7.1. ホールド時間 (t_{HD})

ホールド時間 t_{HD} とは、入力電圧を印加したときのチャタリングなどによる誤動作を防止するために設定された出力をオンさせるまでの遅延時間です。低電圧誤動作防止電圧以上で、過電圧保護電圧以下の入力電圧を検出すると、IC 内部で設定された時間後 (15 ms 標準) に出力がオンします。この機能により、入力電圧に依存しない出力電圧の立ち上げ時間を設定することが可能です。

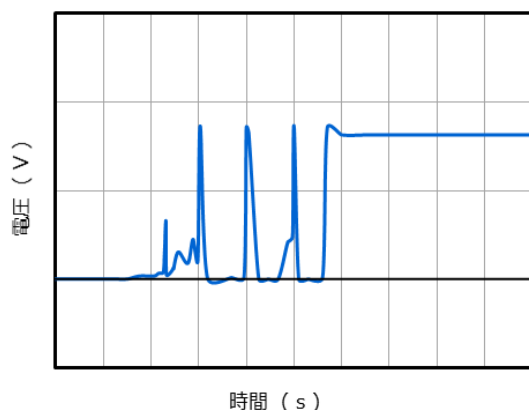


図 7.1 チャタリング波形例

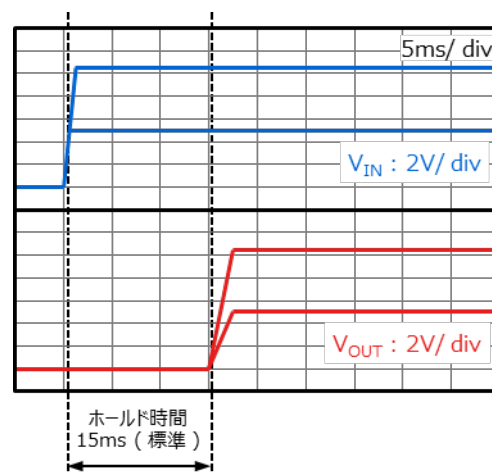


図 7.2 ホールド時間

7.2. V_{IN} 選択遅延時間 (t_{SEL})

マニュアルセレクションモード時に、入力選択端子 V_{SEL} の信号が反転し、図 7.3 のように出力電圧 V_{OUT} が 90 % に低下するまでの遅れ時間です。

7.3. ブレークビフォアメイク時間 (t_{BBM})

ブレークビフォアメイク時間は、 V_{INA} と V_{INB} の入力切り替わる際に、ブレークビフォアメイク機能により V_{INA} と V_{INB} に接続されるスイッチ用の MOSFET がともにオフになる時間です。ブレークビフォアメイク時間は、出力電圧 V_{OUT} の立ち下がり 10 % から立ち上がり 10 % の期間で規定されます。

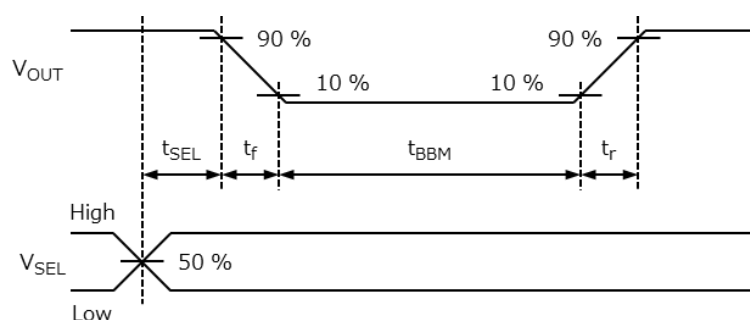


図 7.3 V_{IN} 選択時間 (t_{SEL}) とブレークビフォアメイク時間 (t_{BBM}) の規定

7.4. V_{OUT} オフ時間 (OVP) (t_{OVP})

V_{OUT} オフ時間 t_{OVP} は、入力電圧 V_{IN} が過電圧保護しきい値電圧 ($OVLO$) を超えてから、出力電圧 V_{OUT} が V_{OVLO_RI} の 80 % まで低下するまでの遅延時間で規定されます。

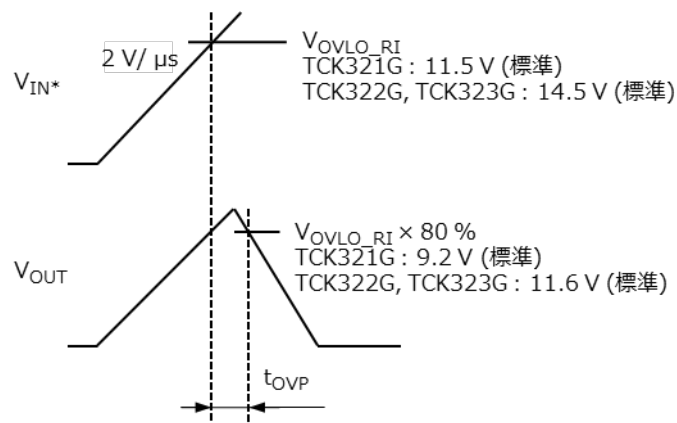


図 7.4 V_{OUT} オフ時間 (t_{OVP}) の規定

7.5. V_{OUT} オフ時間 (CNT) (t_{OFF})

V_{OUT} オフ時間 t_{OFF} は、モード制御電圧 V_{CNT} の切り替わり 50% から、出力電圧 V_{OUT} が 80% まで低下する時間で規定されます。

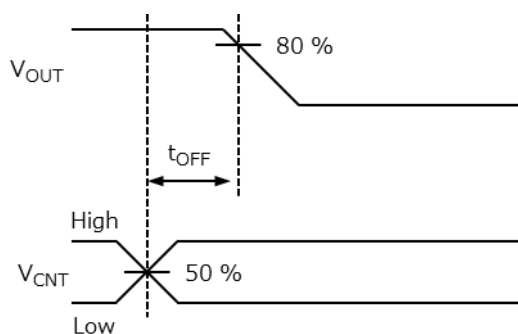


図 7.5 V_{OUT} オフ時間 (t_{OFF}) の規定

7.6. V_{OUT} 立ち上がり時間, 立ち下がり時間 (t_r, t_f)

V_{OUT} 立ち上がり時間 t_r は、出力電圧 V_{OUT} が 10% から 90% までの立ち上がり時間、 V_{OUT} 立ち下がり時間 t_f は、 V_{OUT} が 90% から 10% まで立ち下がり時間で規定されます。

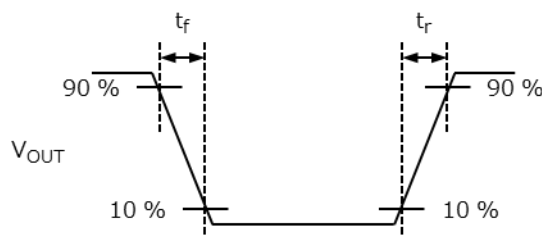


図 7.6 V_{OUT} 立ち上がり時間 (t_r) と V_{OUT} 立ち下がり時間 (t_f) の規定

8. IC の損失と接合温度の算出

IC の損失 P_D は、(8-1) 式により求めることができます。なお、 $V_{IN} \times I_{Q(ON)}$ の項が $I_{OUT}^2 \times R_{ON}$ の項に対して非常に小さい場合には無視することも可能です。

1) マニュアルセレクションモードで、 $V_{INA} = V_{INB}$ の入力電圧が印加されているとき

$$P = I_{OUT}^2 \times R_{ON} + (V_{INA} + V_{INB}) \times I_{Q(ON)} \quad (W) \quad (8-1)$$

I_{OUT}	:	出力電流	(A)
R_{ON}	:	オン抵抗	(Ω)
V_{INA}, V_{INB}	:	入力電圧	(V)
$I_{Q(ON)}$	:	オン時の消費電流	(A)

2) オートセレクションモードで $V_{INA} \neq V_{INB}$ の入力電圧が印加されているとき

$$P = I_{OUT}^2 \times R_{ON} + I_{Q(ON_VINA)} \times V_{INA} + I_{Q(ON_VINB)} \times V_{INB} \quad (W) \quad (8-2)$$

I_{OUT}	:	出力電流	(A)
R_{ON}	:	オン抵抗	(Ω)
V_{INA}, V_{INB}	:	入力電圧	(V)
$I_{Q(ON_VINA)}$	:	V_{INA} のオン時の消費電流	(A)
$I_{Q(ON_VINB)}$	:	V_{INB} のオン時の消費電流	(A)

また、接合温度 T_j は、(8-3) 式から求められます。

$$\begin{aligned}
 T_j &= P \times R_{th(j-a)} + T_a \\
 &= P \times \frac{T_{j(max)} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}}{P_D} + T_a \\
 &= P \times \frac{150\text{ }^{\circ}\text{C} - 25\text{ }^{\circ}\text{C}}{P_D} + T_a \quad ({}^{\circ}\text{C})
 \end{aligned}
 \tag{8-3}$$

P	: IC の損失	(W)
P_D	: データシートで規定されたサイズの基板に実装したときの許容損失	(W)
R_{th}	: 熱抵抗	(${}^{\circ}\text{C}/\text{W}$)
T_j	: 接合温度	(${}^{\circ}\text{C}$)
T_a	: 周囲温度	(${}^{\circ}\text{C}$)

TCK32*G の許容損失は基板実装時を絶対最大定格で規定しています。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、出力電流などのパラメーターを考慮の上、最大許容損失に対して、最適なデレーティングを考慮した設計をお願いします。

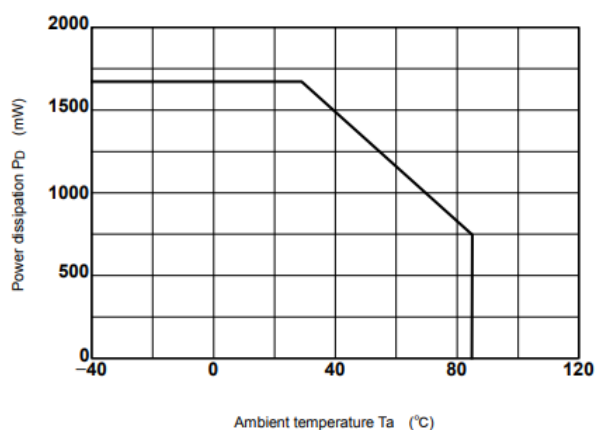


図 8.1 許容損失 P_D -周囲温度 T_a 特性

基板条件

基板材質	: ガラスエポキシ基板 (FR4)
基板面積	: 40 mm × 300 mm (Cu4 層)

9. 使用上の注意点

9.1. 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、外付け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ください。入力、出力ともに1.0 μ 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ください。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ください。

9.2. 実装について

より安定した電源を供給するため、出力コンデンサはできるだけICの近くに実装し、 V_{IN} 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。

9.3. 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。

9.4. 許容損失について

実使用状態における最大許容損失時に、本製品の温度定格を超えないように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。その際は周囲温度、入力電圧、出力電流など各種環境も考慮する必要があります。

10. まとめ

本資料では、2 電源切り替え用ロードスイッチ IC(パワーマルチプレクサーIC)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。2 電源切り替え用ロードスイッチ IC は、スマートフォン、タブレット PC、ウェアラブルデバイスなどの複数の充電システムを持つモバイル機器のパワーマネジメントに非常に有効な製品であり、当社では、2 電源切り替え用ロードスイッチ IC をはじめ、低損失化が可能な低オン抵抗で、かつ、各種の保護機能を内蔵したロードスイッチ IC 製品のラインアップを取りそろえています。2 電源切り替え用ロードスイッチ IC をご使用いただく際には、本アプリケーションノートなどをご参考の上、ぜひ弊社ラインアップをご検討いただけると幸いです。

2 電源切り替え用ロードスイッチ IC のパラメトリックサーチはこちら → [Click Here](#)

ロードスイッチ IC ご紹介ページはこちら → [Click Here](#)

ロードスイッチ IC FAQ ページはこちら → [Click Here](#)

ロードスイッチ IC のご購入ページはこちら → [Click Here](#)

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にご使用ください。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/>