

東芝 CDMOS 集積回路 シリコン モノリシック

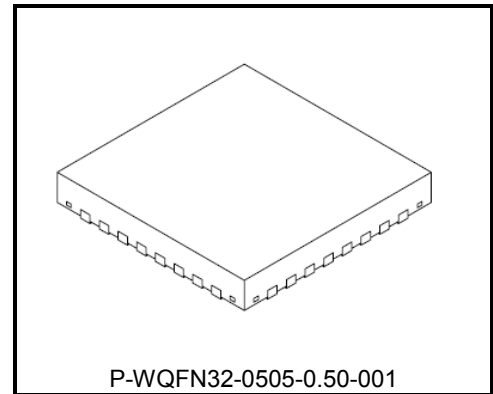
TC7735FTG

TFT 液晶/ 低温ポリシリコン液晶対応システム電源 IC

1. 概要

TC7735FTG は、TFT 液晶モジュールや低温ポリシリコン液晶モジュールに搭載されている液晶表示用ドライバが必要とする各電圧レベルを生成するシステム電源 IC です。システム用ロジック電源生成のほかに、ソースドライバ用とゲートドライバ用の高耐圧電源が生成可能であり VCOM アンプ回路も内蔵することで、TC7735FTG 1つで、容易に TFT 液晶や低温ポリシリコン液晶を駆動することが可能です。

さまざまな液晶表示用ドライバに接続可能となるよう電圧調整機能を内蔵し液晶表示用ドライバが必要とする電圧値に合わせて込むことが可能であり、液晶表示システム全体の特性の最適化を図ることができます。また、過電流保護や入力低電圧保護などの機能も搭載することで、安全性にも対応したシステム電源 IC となっています。



P-WQFN32-0505-0.50-001

質量: 0.06 g (標準)

2. 用途

TFT 液晶モジュール、低温ポリシリコン液晶モジュールなど

3. 特長

- 複合型の液晶モジュール用システム電源 IC
 - CH1:昇降圧 DC-DC コンバータ
 - CH2:降圧 DC-DC コンバータ
 - CH3:正極チャージポンプ
 - CH4:負極チャージポンプ
 - VCOM 用オペアンプ
- 広範囲な入力電圧をサポート: 4.5V~16V
- 電源シーケンス生成回路内蔵
- OSC 回路内蔵 : 1MHz
- スイッチング周波数外部クロック供給可能
- パワーグット(PG 端子)による内部状態監視機能搭載
- 入力低電圧保護機能、入力過電圧保護機能、サーマルシャットダウン機能、出力過電圧保護搭載
- デバッグ用シリアル通信(I²C バス)
- パワーオンリセット機能
- 動作温度 : -40 ~85°C
- パッケージ : QFN32pin

本製品は、MOS 構造の素子を搭載しており静電気に対し非常にデリケートであるため、お取り扱いに際しては、アースバンドや導電マットの使用、イオナイザ等による静電気の除去および、温湿度管理等の静電対策に充分ご配慮願います。

4. ブロック図

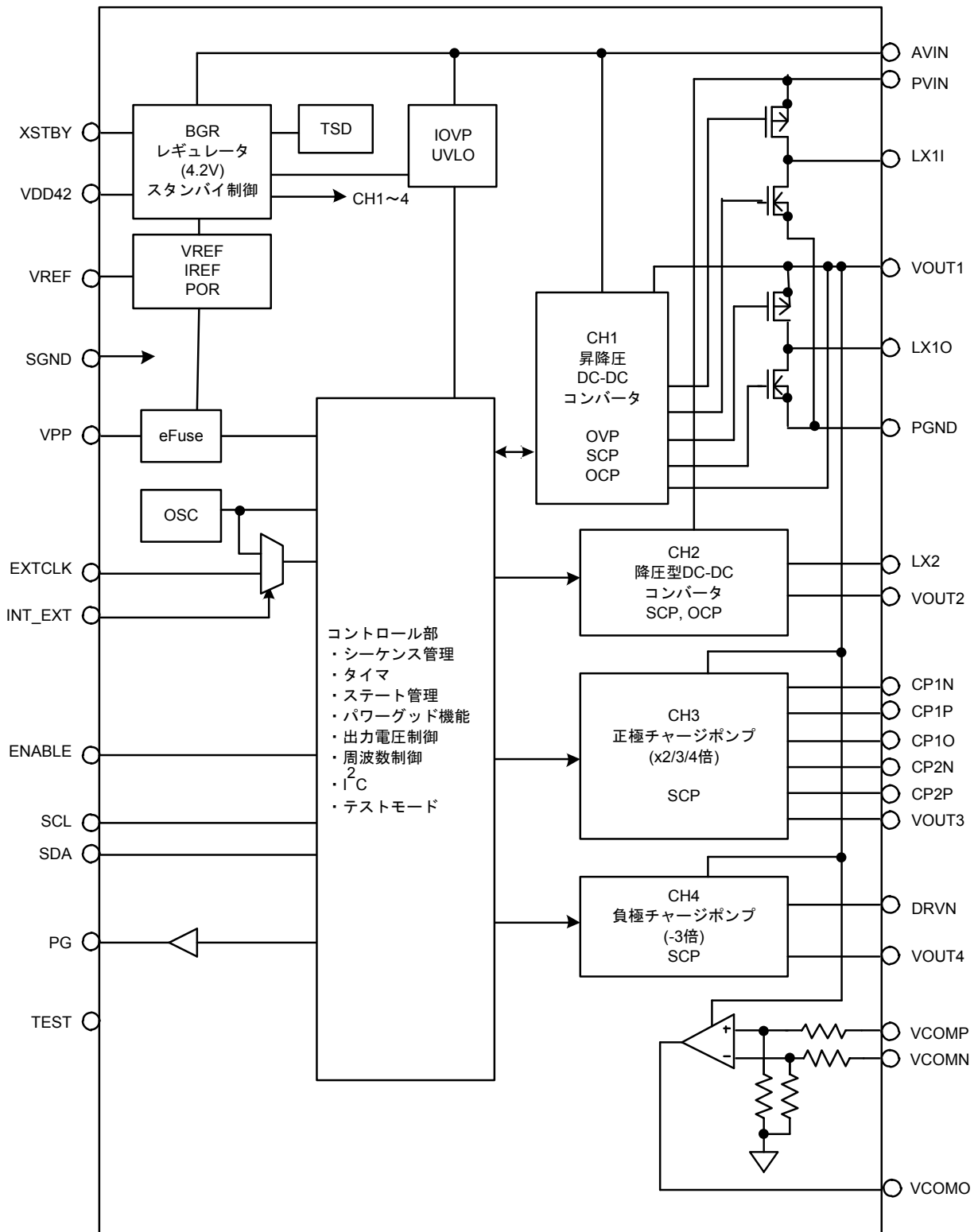


図 4.1 ブロック図

5. 端子配置図

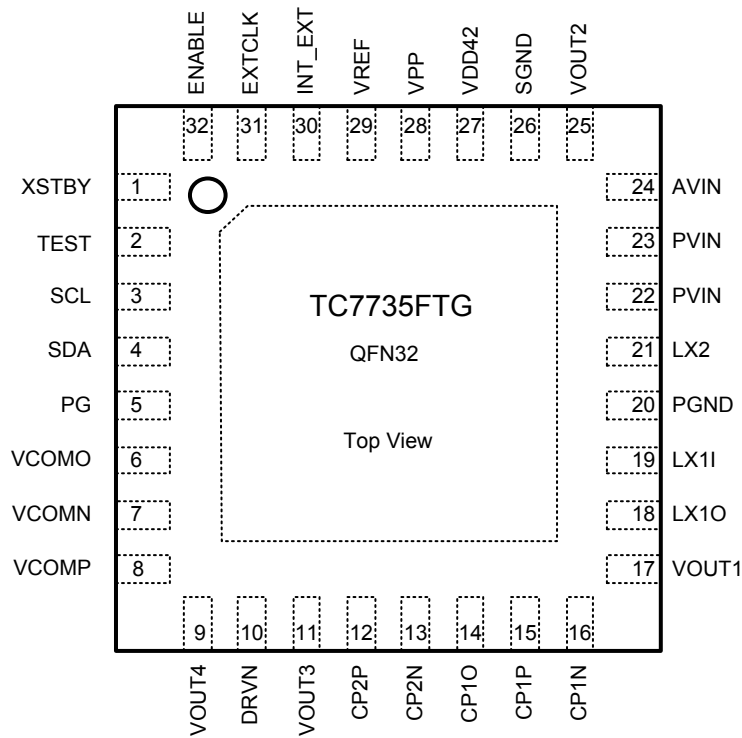


図 5.1 端子配置図

(注) TC7735FTGが封入されているQFN32パッケージはパッケージ裏面に放熱用サーマルパッドが設けられています。リフローなどにより裏面を基板に接地するようお願いします。

6. 端子機能説明

表 6.1 端子機能

端子名称	I/O	端子説明						
PVIN	-	電源端子(1) パワー電源端子です。AVIN 端子と同じ電源を供給してください。AVIN 端子と内部でショートされています。						
AVIN	-	電源端子(2) アナログ電源端子です。PVIN 端子と同じ電源を供給してください。PVIN 端子と内部でショートされています。						
PGND	-	パワー-GND 端子 共通グラウンド(GND)に接続してください。SGND 端子と内部でショートされています。						
SGND	-	アナログ GND 端子 共通グラウンド(GND)に接続してください。PGND 端子と内部でショートされています。						
VDD42	O	内部レギュレータ出力端子 内部回路用として 4.2V を生成するレギュレータ出力端子です。電圧安定化用として VDD42 端子と PGND 端子間にコンデンサを接続してください。外部への電源供給はできません。						
VREF	O	内部レギュレータ出力端子 内部回路用として 1.5V を生成するレギュレータ出力端子です。電圧安定化用として VREF 端子と PGND 端子間にコンデンサを接続してください。外部への電源供給はできません。						
XSTBY	I	ディープスタンバイ制御端子(プルダウン付) TC7735FTG のディープスタンバイ端子です。XSTBY="L"のときすべての回路が停止します。						
ENABLE	I	イネーブル制御端子 出力電圧制御用イネーブル端子です。ENABLE 端子を制御することによってコントロールロジックにて管理されている出力電圧パターンの時間を制御することが可能です。 入力はフローティング状態にしないでください。 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>ENABLE</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td> <td>液晶モジュールに必要な電源 CH1~CH4、VCOM 用オペアンプはすべて停止します。</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>液晶モジュールに必要な電源 CH1~CH4、VCOM 用オペアンプはすべて動作します。このとき、レジスタにて設定されたシーケンスに合わせ各電源が起動します。</td> </tr> </tbody> </table>	ENABLE	内容	L	液晶モジュールに必要な電源 CH1~CH4、VCOM 用オペアンプはすべて停止します。	H	液晶モジュールに必要な電源 CH1~CH4、VCOM 用オペアンプはすべて動作します。このとき、レジスタにて設定されたシーケンスに合わせ各電源が起動します。
ENABLE	内容							
L	液晶モジュールに必要な電源 CH1~CH4、VCOM 用オペアンプはすべて停止します。							
H	液晶モジュールに必要な電源 CH1~CH4、VCOM 用オペアンプはすべて動作します。このとき、レジスタにて設定されたシーケンスに合わせ各電源が起動します。							
EXTCLK	I	外部クロック信号入力端子(プルダウン付) 外部クロックを入力し各電源スイッチング周波数を制御したい場合、EXTCLK 端子よりクロック入力することで、外部クロック制御が可能になります。外部クロック供給を使用する場合は、INT_EXT 端子を High レベルにしてください。外部クロックモードを使用しない場合は EXTCLK 端子はオープン状態としてください。						
INT_EXT	I	各電源用クロック選択信号入力端子 各電源用の内部 OSC クロックまたは外部クロックを選択する端子です。 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>INT_EXT</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L</td> <td>内部クロックモード: 各電源用クロックは内部 OSC 回路を使用します。</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>外部クロックモード: 各電源用クロックは外部供給となります。EXTCLK 端子よりクロック信号を入力してください。</td> </tr> </tbody> </table> <p>INT_EXT="H"の場合は、VDD42 端子と短絡してください。</p>	INT_EXT	内容	L	内部クロックモード: 各電源用クロックは内部 OSC 回路を使用します。	H	外部クロックモード: 各電源用クロックは外部供給となります。EXTCLK 端子よりクロック信号を入力してください。
INT_EXT	内容							
L	内部クロックモード: 各電源用クロックは内部 OSC 回路を使用します。							
H	外部クロックモード: 各電源用クロックは外部供給となります。EXTCLK 端子よりクロック信号を入力してください。							
SCL	I	² I ² C クロック入力端子 ² I ² C 通信を行う場合は、必ずプルアップ抵抗を接続してください。(注 1) 使用しない場合は、GND に接続してください。						
SDA	I/O	² I ² C データ入出力端子 ² I ² C 通信を行う場合は、必ずプルアップ抵抗を接続してください。(注 1) 使用しない場合は、GND に接続してください。						

(注 1) SDA,SCL 端子ともに VDD42 側に ESD 保護ダイオードが接続されています。外部 IC との ²I²C バスの共有はできませんのでご注意ください。

表 6.2 端子機能

端子名称	I/O	端子説明
PG	O	パワーグット出力端子 PG 信号は CH1~CH4 正常動作時 Low レベルを出力します。この端子はオープンドレイン出力端子となっているためプルアップ抵抗を接続してください。
LX1I LX1O	O	CH1(昇降圧 DC-DC コンバータ)インダクタ接続端子 昇降圧 DC-DC コンバータ回路のドライバ出力端子です。LX1I 端子と LX1O 端子間にインダクタを接続することで昇圧 DC-DC コンバータ回路または降圧 DC-DC コンバータ回路を構成することができます。入力電圧から昇圧または降圧の切り替えを自動で行います。
VOUT1	O	CH1(昇降圧 DC-DC コンバータ)出力端子 昇降圧 DC-DC コンバータ回路の出力端子です。VOUT1 端子から出力される設定電圧を基準に LDO 回路やチャージポンプ回路の電圧を生成します。電圧安定化用として VOUT1 端子と PGND 端子間にコンデンサを接続してください。
LX2	O	CH2(降圧 DC-DC コンバータ)インダクタ接続端子 液晶モジュール用システム電源を生成します。3V から 5V までの電圧をカバーすることができます。LX2 端子にインダクタを接続してください。
VOUT2	I	CH2(降圧 DC-DC コンバータ)電圧フィードバック端子 降圧 DC-DC コンバータの出力電圧を安定化させるためにフィードバックする入力端子です。電圧安定化用として VOUT2 端子と PGND 端子間にコンデンサを接続してください。
CP1P CP1N CP2P CP2N	I/O	CH3(正極チャージポンプ)コンデンサ接続端子 CP1P 端子と CP1N 端子間および CP2P 端子と CP2N 端子間にコンデンサを接続することにより正極チャージポンプ回路を使用することができます。x2 倍で使用する場合は CP1P と CP1N 端子処理を必ずオープン状態にしてください。
CP1O	O	CH3(正極チャージポンプ)中間出力端子 チャージポンプにて生成された昇圧中間電圧を出力します。電圧安定化用として CP1O 端子と PGND 端子間にコンデンサを接続してください。x2 倍で使用する場合は CP1O 端子をオープン状態にしてください。
VOUT3	O	CH3(正極チャージポンプ)出力端子 液晶モジュールのゲートドライバが必要とする高電圧を出力する端子です。電圧安定化用として VOUT3 端子と PGND 端子間にコンデンサを接続してください。
DRVN	O	CH4(負極チャージポンプ)ドライブ出力端子 液晶モジュールのゲートドライバが必要とする負極側高電圧を出力する端子です。コンデンサおよびダイオードを接続することでチャージポンプ回路が構成され、VOUT1 の電位反転した電圧値が出力されます。
VOUT4	I	CH4(負極チャージポンプ)電圧フィードバック端子 負極チャージポンプ出力電圧を安定化させるためにフィードバックする入力端子です。外部にて構成したチャージポンプ回路の出力電圧をフィードバックさせてください。
VCOMP	I	VCOM 用オペアンプ非反転入力端子 VCOM 用アンプの非反転入力端子です。
VCOMN	I	VCOM 用オペアンプ反転入力端子 VCOM 用オペアンプの反転入力端子です。
VCOMO	O	VCOM 用オペアンプ出力端子 VCOM 用オペアンプの出力端子です。
VPP	I	eFuse 用電圧入力端子 VDD42 端子と短絡してください。
TEST	I	テスト端子(プルダウン付) この端子は東芝出荷検査用のテスト端子です。共通グラウンド(GND)に接続してください。

7. 入出力・電源端子等価回路

7.1 電源端子

表 7.1 電源端子等価回路

(注) 等価回路はわかりやすいように簡略化されています。

端子名	等価回路図
AVIN, PVIN PGND, SGND	

7.2 ロジック入出力端子

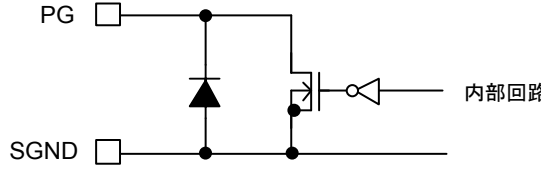
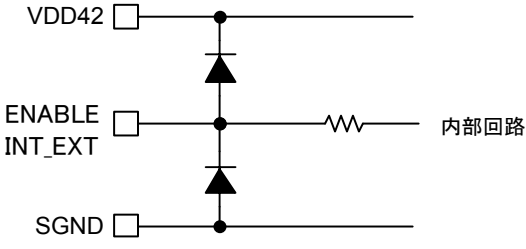
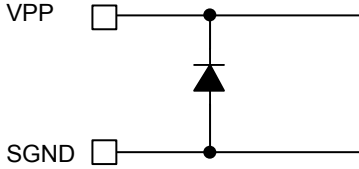
表 7.2 ロジック入出力端子等価回路

(注) 等価回路はわかりやすいように簡略化されています。

端子名	等価回路図
XSTBY	
TEST EXTCLK	
SCL	
SDA	

表 7.3 ロジック入出力端子等価回路

(注) 等価回路はわかりやすいように簡略化されています。

端子名	等価回路図
PG	
ENABLE INT_EXT	
VPP	

7.3 アナログ入出力端子

表 7.4 アナログ入出力端子等価回路

(注) 等価回路はわかりやすいように簡略化されています。

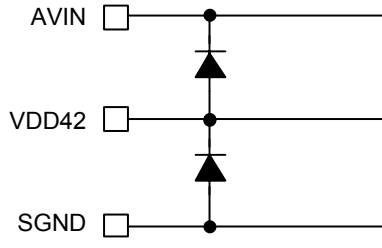
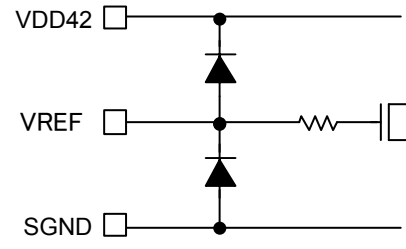
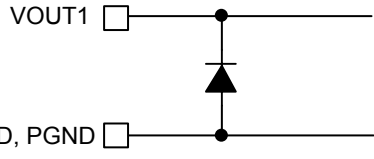
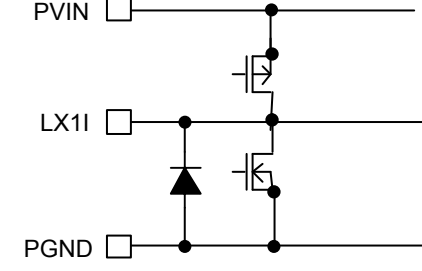
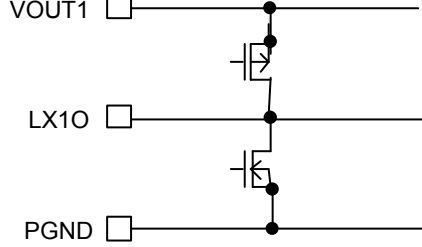
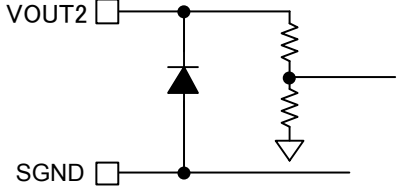
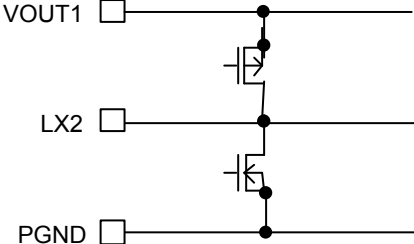
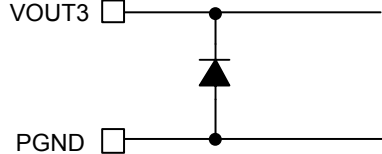
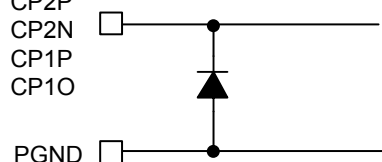
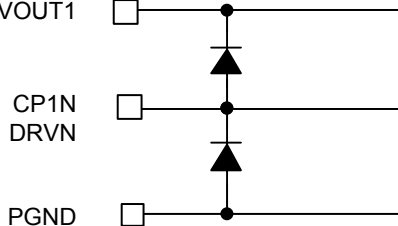
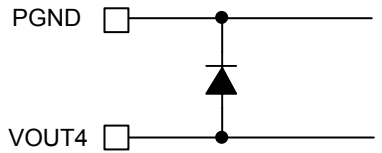
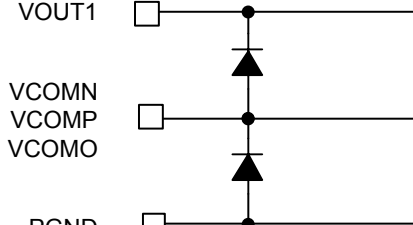
端子名	等価回路図
VDD42	
VREF	
VOUT1	
LX11	
LX10	

表 7.5 アナログ入出力端子等価回路

(注) 等価回路はわかりやすいように簡略化されています。

端子名	等価回路図
VOUT2	
LX2	
VOUT3	
CP2N CP2P CP1P CP1O	
CP1N DRVN	
VOUT4	
VCOMN VCOMP VCOMO	

8. 機能仕様/ 動作説明

TC7735FTG は、液晶表示用ドライバが必要とする高電圧を生成することができます。システムロジック用電圧 (VCC) を生成するとともにソースドライバ用高電圧 (AVDD) 電源、ゲートドライバ用高電圧 (VGH) 電源および低電圧 (VGL) 電源、また VCOM 用電源の 4 種類の電源を生成することが可能です。

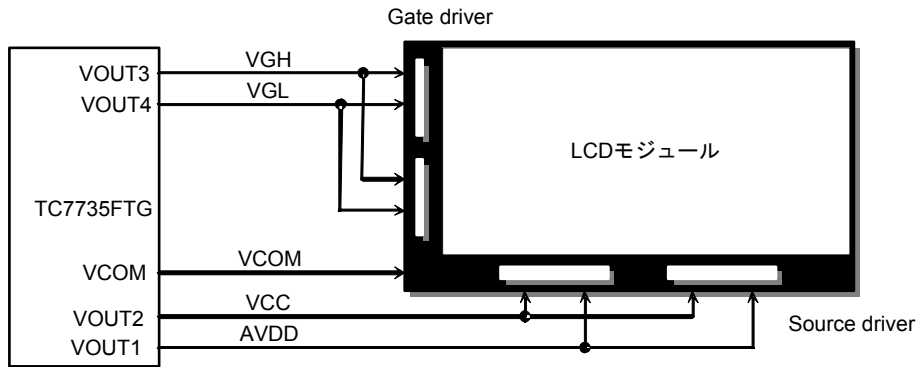


図 8.1 システム図

また、TC7735FTG はデバッグ用シリアル通信機能を搭載しており、各電源の出力電圧レベルや電源 ON・OFF シーケンスなどのタイミング調整の変更が可能です。これらのデータを内蔵する eFuse に書き込むことで、最適な電圧環境を構築することができます。

表 8.1 出力設定

出力	標準設定品	設定可能範囲(注)
VOUT1	9.2V	5 ~ 15V (0.2V step)
VOUT2	3.3V	3 ~ 5V (0.1V step)
VOUT3	18.0V	14 ~ 22V (0.2V step)
VOUT4	-6.0V	-5 ~ -15V (0.2V step)

(注) 標準設定品は電圧設定の変更ができません。シリアル通信機能を使って出力設定を変更するためにはデバッグ用サンプルが必要です。

8.1 動作説明

TC7735FTG は XSTBY 端子、ENABLE 端子設定により図 8.2 に示すように動作状態が遷移します。

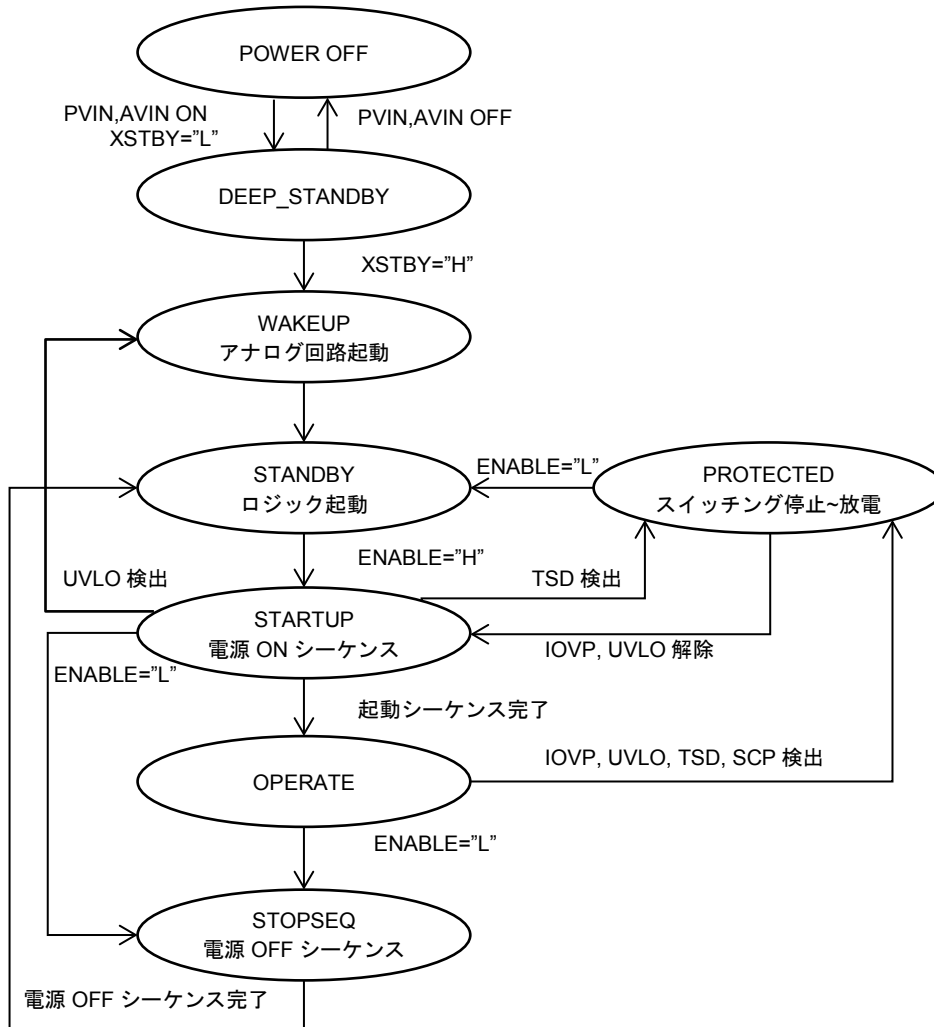


図 8.2 状態遷移図

8.1.1 DEEP STANDBY

DEEP STANDBY は PVIN/AVIN に電源供給し XSTBY="L"入力時の状態です。OSC 回路、内部レギュレータ、各電源回路はすべて停止しています。PVIN,AVIN 電源が入力状態においても低消費電流動作を保つことが可能です。

8.1.2 WAKEUP

XSTBY="H"入力後、OSC 回路、内部レギュレータの起動中を示します。eFuse からレジスタ設定値を読み出します。

8.1.3 STANDBY

XSTBY="H"、ENABLE="L"の状態、すべての内部レギュレータが動作している状態です。I²C 制御が可能となりレジスタ設定値を保持します。液晶駆動用各電源回路は停止している状態です。

8.1.4 STARTUP

STANDBY から ENABLE="H"入力により、各電源 CH および VCOM 用オペアンプが電源 ON シーケンスに従いソフトスタートを行っている状態です。電源 ON シーケンスはレジスタ設定で指定された値に従います。すべての電源 CH および VCOM 用オペアンプのソフトスタートが完了したとき、OPERATE 状態に移行します。STARTUP では SCP、OVP 機能を除くすべての保護回路が有効となります。

8.1.5 OPERATE

すべての電源 CH、VCOM 用オペアンプが動作し、また、すべての保護機能が有効となります。PG 端子は"L"を出力します。OCP 以外の保護機能による異常検出後、機能毎のタイマカウンタによる遅延時間の間、異常検出状態を継続した場合、PROTECTED 状態へ移行します。

8.1.6 STOPSEQ

OPERATE から ENABLE="L"入力により、電源 OFF シーケンスに従い各電源を OFF している状態です。電源 OFF シーケンスはレジスタ設定で指定された値に従い、すべての電源が OFF したとき、STANDBY 状態に移行します。

8.1.7 PROTECTED

STARTUP、または OPERATE で IOVP、SCP、TSD、UVLO 保護機能のいずれかによって電源 CH 出力を停止した状態です。PG 端子は Hi-Z となります。IOVP、UVLO が解除された場合は、STARTUP 状態へ移行します。ENABLE="L"入力の場合は、STANDBY 状態に移行します。

8.2 レジスタ説明 (デバッグ用)

TC7735FTG はデバック用 I²C バスを内蔵しており、TC7735FTG のレジスタを制御することも可能です。
 図 8.3 に示すように SCL 端子、SDA 端子をプルアップし、外付け MCU に接続してください。

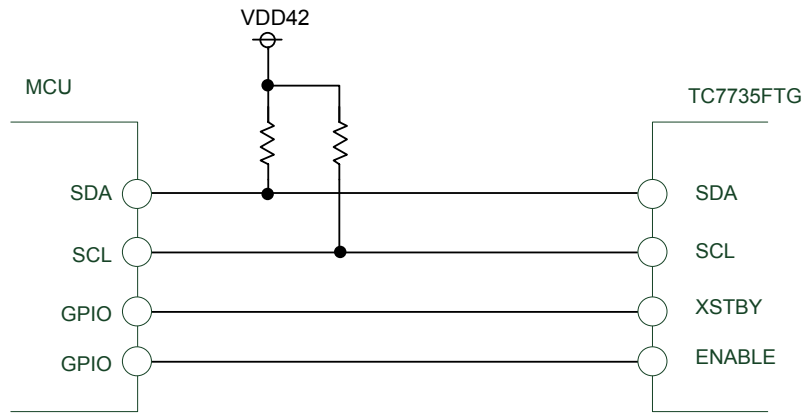


図 8.3 MCU との接続例

(注) レジスタの変更は STANDBY (XSTBY="H", ENABLE="L")状態で行ってください。

8.3 レジスタマップ

レジスタマップについては、下表を参照してください。
 03h~06h レジスタはデバック用サンプルで有効となります。

表 8.2 レジスタマップ

Register No.	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	R/W
00h	Reserved	SEL_REGI	SLP_SEL[1:0]		-	PWIDE_SEL[2:0]			R/W
01h	CH3TIM_SEL[1:0]		CH3DIV_SEL[1:0]		CH4DIV_SEL[1:0]		Reserved		R/W
02h	CH1_DLY[1:0]		CH4_DLY	CH1_FDLY	FSQ_SEL	-	-	-	R/W
03h	Reserved	Reserved	CH1_VSET[5:0]						R/W
04h	-	Reserved	-	CH2_VSET[4:0]					R/W
05h	-	Reserved	CH3_VSET[5:0]						R/W
06h	-	Reserved	CH4_VSET[5:0]						R/W
07h	-	TSD	UVLO	OVP	SCP_CH1	SCP_CH2	SCP_CH3	SCP_CH4	R

8.3.1 設定(00h)

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
00h	Reserved	SEL_REGI	SLP_SEL[1:0]		-	PWIDE_SEL[2:0]		
初期値	0	0	0	1	0	0	0	1

SEL_REGI : eFuse またはレジスタを選択します。
レジスタ値を有効にする場合は、SEL_REGI="1"に設定してください。

表 8.3 SEL_REGI

SEL_REGI	内容
0	eFuse 有効
1	レジスタ有効

SLP_SEL[1:0] : 外部クロック入力時の調整用レジスタです。(表 8.4 参照)

PWIDE_SEL [2:0] : 外部クロック入力時の調整用レジスタです。(表 8.4 参照)

表 8.4 SLP_SEL, PWIDE_SEL

外部クロック周波数	SLP_SEL[1:0]	PWIDE_SEL [2:0]
400kHz~800kHz	11	100
800kHz~1.2MHz	01	001

(注) bit7 は"0"固定としてください。

8.3.2 設定(01h)

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
01h	CH3TIM_SEL[1:0]		CH3DIV_SEL[1:0]		CH4DIV_SEL[1:0]		Reserved	
初期値	0	0	1	0	1	0	1	0

CH3TIM_SEL[1:0] : CH3 正極チャージポンプの通倍段数を設定します。

表 8.5 CH3TIM_SEL

CH3TIM_SEL [1:0]	通倍段数
00	× 4
01	× 3
10	× 2
11	設定禁止

CH3DIV_SEL[1:0] : CH3 正極チャージポンプの分周比を設定します。
スイッチング周波数推奨値は 125kHz です。

表 8.6 CH3DIV_SEL

CH3DIV_SEL[1:0]	分周比
00	1/2
01	1/4
10	1/8
11	設定禁止

CH4DIV_SEL[1:0] : CH4 負極チャージポンプの分周比を設定します。
スイッチング周波数推奨値は 125kHz です。

表 8.7 CH4DIV_SEL

CH4DIV_SEL[1:0]	分周比
00	1/2
01	1/4
10	1/8
11	設定禁止

(注) bit1-0 は"10"固定としてください。

8.3.3 設定(02h)

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
02h	CH1_DLY[1:0]		CH4_DLY	CH1_FDLY	FSQ_SEL	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0

CH1_DLY[1:0] : CH1 出力の立ち上げ遅延時間を設定します。

表 8.8 CH1_DLY

CH1_DLY[1:0]	遅延時間
00	40ms
01	20ms
10	10ms
11	CH2 立ち上がり(90%)到達時

CH4_DLY : CH4 出力の立ち上げ遅延時間を設定します。

表 8.9 CH4_DLY

CH4_DLY	遅延時間
0	20ms
1	10ms

CH1_FDLY : CH1 出力の立ち下げ遅延時間を設定します。

表 8.10 CH1_FDLY

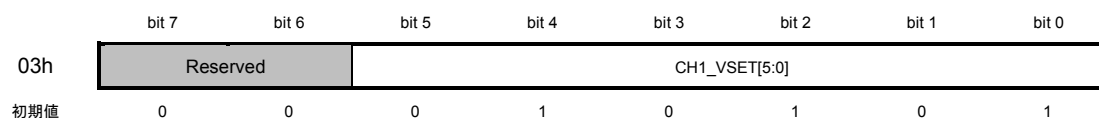
CH1_FDLY	遅延時間
0	4ms
1	2ms

FSQ_SEL : CH3,CH4 出力の立ち上げ順を設定します。

表 8.11 FSQ_SEL

FSQ_SEL	立ち下げ順
0	CH3⇒CH4
1	CH4⇒CH3

8.3.4 VOUT1 電圧設定(03h)



CH1_VSET[5:0] : VOUT1 電圧値を設定します。

表 8.12 CH1_VSET

CH1_VSET [5:0]	VOUT1[V]	CH1_VSET [5:0]	VOUT1[V]	CH1_VSET [5:0]	VOUT1[V]	CH1_VSET [5:0]	VOUT1[V]
000000	5.0	010000	8.2	100000	11.4	110000	14.6
000001	5.2	010001	8.4	100001	11.6	110001	14.8
000010	5.4	010010	8.6	100010	11.8	110010	15.0
000011	5.6	010011	8.8	100011	12.0	110011	設定禁止
000100	5.8	010100	9.0	100100	12.2	110100	
000101	6.0	010101	9.2	100101	12.4	110101	
000110	6.2	010110	9.4	100110	12.6	110110	
000111	6.4	010111	9.6	100111	12.8	110111	
001000	6.6	011000	9.8	101000	13.0	111000	
001001	6.8	011001	10.0	101001	13.2	111001	
001010	7.0	011010	10.2	101010	13.4	111010	
001011	7.2	011011	10.4	101011	13.6	111011	
001100	7.4	011100	10.6	101100	13.8	111100	
001101	7.6	011101	10.8	101101	14.0	111101	
001110	7.8	011110	11.0	101110	14.2	111110	
001111	8.0	011111	11.2	101111	14.4	111111	

(注) bit7,bit6 は"0"固定としてください。

(注) デバッグ用に電圧値を変更する場合は、ENABLE="L"で行ってください。

8.3.5 VOUT2 電圧設定(04h)

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
04h	-	Reserved	-	CH2_VSET[4:0]				
初期値	0	0	0	0	0	0	1	1

CH2_VSET[4:0] : VOUT2 電圧値を設定します。(注 1)

表 8.13 CH2_VSET

CH2_VSET[4:0]	VOUT2[V]	CH2_VSET[4:0]	VOUT2[V]
00000	3.0	10000	4.6
00001	3.1	10001	4.7
00010	3.2	10010	4.8
00011	3.3	10011	4.9
00100	3.4	10100	5.0
00101	3.5	10101	設定禁止
00110	3.6	10110	
00111	3.7	10111	
01000	3.8	11000	
01001	3.9	11001	
01010	4.0	11010	
01011	4.1	11011	
01100	4.2	11100	
01101	4.3	11101	
01110	4.4	11110	
01111	4.5	11111	

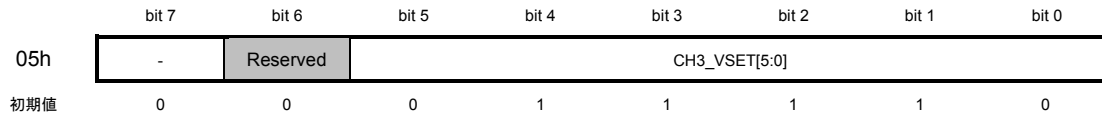
(注 1) VOUT2 設定範囲: $VOUT2 < V_{IN} \times 0.75$

(条件や外付け部品に左右されますので参考値です。実動作条件で確認をしてください。)

(注) bit6 は"0"固定としてください。

(注) デバッグ用に電圧値を変更する場合は、ENABLE="L"で行ってください。

8.3.6 VOUT3 電圧設定(05h)



CH3_VSET[5:0] : VOUT3 電圧値を設定します。(注 1)

表 8.14 CH3_VSET

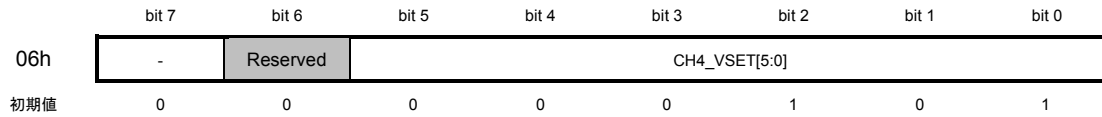
CH3_VSET [5:0]	VOUT3[V]	CH3_VSET [5:0]	VOUT3[V]	CH3_VSET [5:0]	VOUT3[V]	CH3_VSET [5:0]	VOUT3[V]
000000	設定禁止	010000	15.2	100000	18.4	110000	21.6
000001		010001	15.4	100001	18.6	110001	21.8
000010		010010	15.6	100010	18.8	110010	22.0
000011		010011	15.8	100011	19.0	110011	設定禁止
000100		010100	16.0	100100	19.2	110100	
000101		010101	16.2	100101	19.4	110101	
000110		010110	16.4	100110	19.6	110110	
000111		010111	16.6	100111	19.8	110111	
001000		011000	16.8	101000	20.0	111000	
001001		011001	17.0	101001	20.2	111001	
001010	14.0	011010	17.2	101010	20.4	111010	
001011	14.2	011011	17.4	101011	20.6	111011	
001100	14.4	011100	17.6	101100	20.8	111100	
001101	14.6	011101	17.8	101101	21.0	111101	
001110	14.8	011110	18.0	101110	21.2	111110	
001111	15.0	011111	18.2	101111	21.4	111111	

(注 1) VOUT3 設定範囲: $VOUT3 < VOUT1 \times 2 - 0.97V$
 or $VOUT3 < VOUT1 \times 3 - 1.33V$
 or $VOUT3 < VOUT1 \times 4 - 2.82V$
 (条件や外付け部品に左右されますので参考値です。実際の動作条件で確認をしてください。)

(注) bit6 は"0"固定としてください。

(注) デバッグ用に電圧値を変更する場合は、ENABLE="L"で行ってください。

8.3.7 VOUT4 電圧設定(06h)



CH4_VSET[5:0] : VOUT4 電圧値を設定します。(注 1)

表 8.15 CH4_VSET

CH4_VSET [5:0]	VOUT4[V]	CH4_VSET [5:0]	VOUT4[V]	CH4_VSET [5:0]	VOUT4[V]	CH4_VSET [5:0]	VOUT4[V]
000000	-5.0	010000	-8.2	100000	-11.4	110000	-14.6
000001	-5.2	010001	-8.4	100001	-11.6	110001	-14.8
000010	-5.4	010010	-8.6	100010	-11.8	110010	-15.0
000011	-5.6	010011	-8.8	100011	-12.0	110011	設定禁止
000100	-5.8	010100	-9.0	100100	-12.2	110100	
000101	-6.0	010101	-9.2	100101	-12.4	110101	
000110	-6.2	010110	-9.4	100110	-12.6	110110	
000111	-6.4	010111	-9.6	100111	-12.8	110111	
001000	-6.6	011000	-9.8	101000	-13.0	111000	
001001	-6.8	011001	-10.0	101001	-13.2	111001	
001010	-7.0	011010	-10.2	101010	-13.4	111010	
001011	-7.2	011011	-10.4	101011	-13.6	111011	
001100	-7.4	011100	-10.6	101100	-13.8	111100	
001101	-7.6	011101	-10.8	101101	-14.0	111101	
001110	-7.8	011110	-11.0	101110	-14.2	111110	
001111	-8.0	011111	-11.2	101111	-14.4	111111	

(注 1) VOUT4 設定範囲: $VOUT4 > VOUT1 \times (-3) + 5.97V$
 (条件や外付け部品に左右されますので参考値です。実際の動作条件で確認をしてください。)

(注) bit6 は"0"固定としてください。

(注) デバッグ用に電圧値を変更する場合は、ENABLE="L"で行ってください。

8.3.8 ステータスリード(07h)

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
07h	-	TSD	UVLO	OVP	SCP_CH1	SCP_CH2	SCP_CH3	SCP_CH4
初期値	-	-	-	-	-	-	-	-

Bit6-1 は各保護機能の検出結果を出力します。

表 8.16 ステータスリード

Bit	レジスタ名	内容	Data="0"	Data="1"
6	TSD	TSD(過温度保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出
5	UVLO	UVLO(低電圧保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出
4	OVP	OVP(過電圧保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出
3	SCP_CH1	CH1 の SCP(短絡保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出
2	SCP_CH2	CH2 の SCP(短絡保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出
1	SCP_CH3	CH3 の SCP(短絡保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出
0	SCP_CH4	CH4 の SCP(短絡保護)エラーの検出結果を読み出します。	非検出	検出

8.4 電源シーケンスについて

8.4.1 電源 ON シーケンス

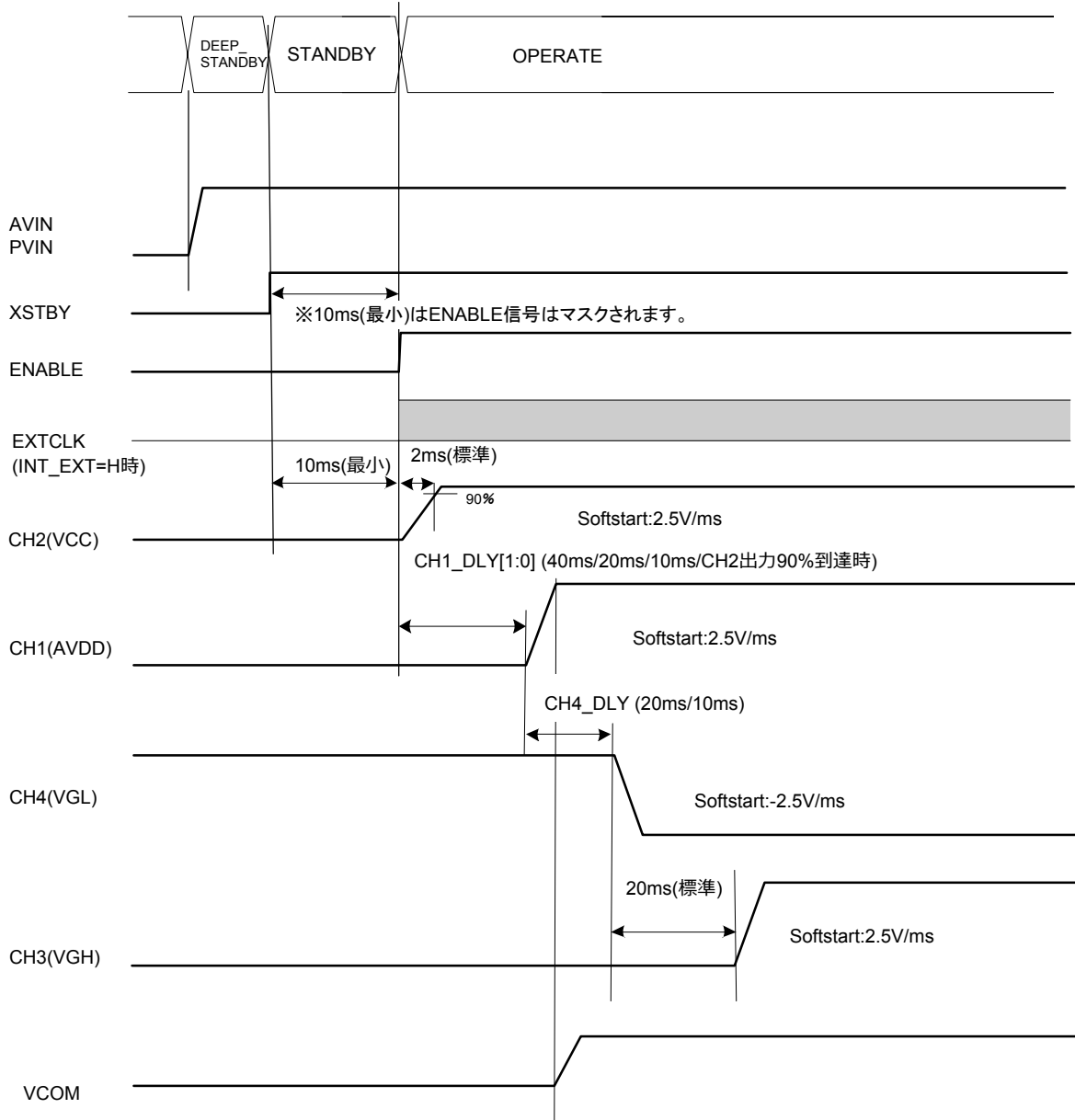


図 8.4 電源 ON シーケンス

8.4.2 電源 OFF シーケンス

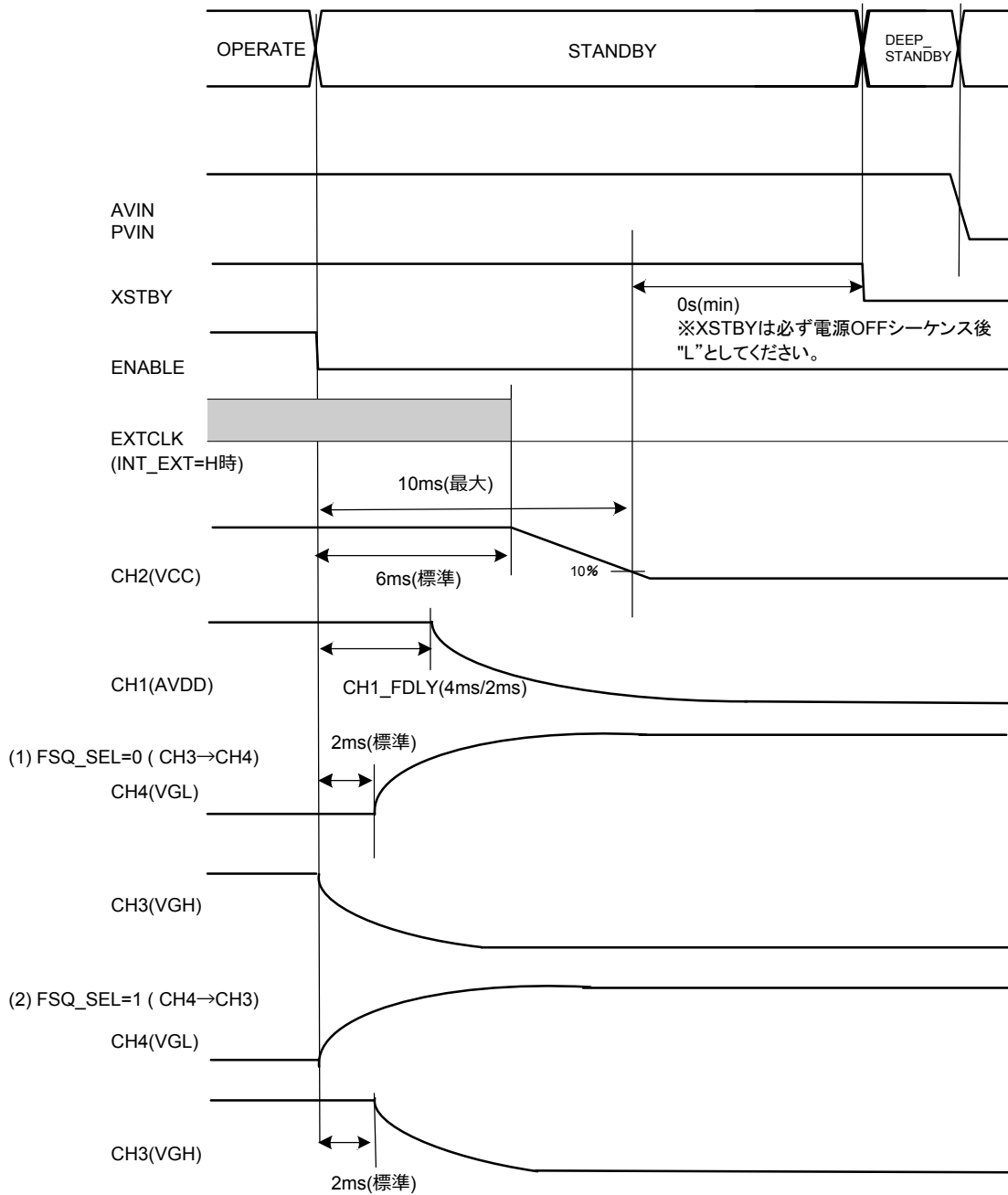


図 8.5 電源 OFF シーケンス

8.5 保護機能

8.5.1 低電圧保護(UVLO)機能

低電圧保護(UVLO)機能は AVIN 端子電圧が低いときに誤動作を抑制するための機能です。AVIN 端子が 4.0V(標準)下回った場合 UVLO 検出を行い、5 μ s(標準)の間に 4.2V(標準)を上回らない場合 PROTECTED ステートへ移行し、06h[5](UVLO)に”1”をセットします。

8.5.2 過電流検出(OCP)機能

過電流保護(OCP)機能は、電源 CH1 または CH2 DC-DC コンバータの過電流による破壊を抑制するための機能です。OCP 検出条件は DC-DC コンバータのハイサイド MOSFET を流れる電流が規定値に達することです。OCP 検出電流値は CH1 のドライバ電流が 0.8A(標準)を上回った場合、CH2 のドライバ電流が 1A(標準)を上回った場合です。OCP を検出した場合、DC-DC コンバータのハイサイド MOSFET をオフし、ローサイド MOSFET をオンします。OCP 機能はスイッチングサイクル単位で動作するため、次のスイッチングサイクルで自動的に解除し、通常動作状態に復帰します。

8.5.3 短絡保護(SCP)機能

SCP 機能は、各電源 CH が短絡された場合の過電流・加熱による破壊を防止する機能です。各電源 CH のフィードバック端子がしきい値：出力電圧設定値の 80%を下回った場合 SCP 検出を行い、1ms(標準)の間にしきい値を上回らない場合 PROTECTED ステートへ移行し、06h[3:0](SCP_CHx)に”1”をセットします。

8.5.4 過温度保護(TSD)機能

過温度保護(TSD)機能は、内部温度上昇による IC 破壊を抑制するための機能です。内部温度が 150°C(標準)を上回った場合は TSD 検出を行い、1ms(標準)の間に 130°C(標準)を下回らない場合 PROTECTED ステートへ移行し、06h[6](TSD)に”1”をセットします。

8.5.5 入力過電圧保護(IOVP)機能

入力過電圧保護機能は、AVIN 端子電圧が高いときに IC 破壊を抑制するための機能です。AVIN 端子が 22V(標準)以上となった場合、CH1,CH2 電源のスイッチング動作を停止します。AVIN 端子が 17.0V(最小)を下回った場合に OPERATE ステートへ自動復帰します。

8.5.6 出力過電圧保護(OVP)機能

出力過電圧保護機能は、CH1 DC-DC コンバータの過電圧による破壊を抑制するための機能です。VOUT1 端子電圧がしきい値：出力電圧設定値の 120%を上回った場合 OVP 検出を行い 5 μ s(標準)の間にしきい値を下回らない場合 PROTECTED ステートへ移行し、06h[4](OVP)に”1”をセットします。

8.6 インタフェース

TC7735FTGはI²Cインタフェースにより各種機能の設定を行います。I²C規格のスレーブ動作およびファストモード(400kHz)をサポートしており、シングル書き込み、連続書き込み、シングル読み出し、連続読み出しを行うことが可能です。TC7735FTGのスレーブアドレスは0b1001101固定です。書き込み動作および読み出し動作については図8.6～図8.9を参照してください。

表 8.17 I²C インタフェース説明

記号	説明
S	スタートコンディション
Sr	反復スタートコンディション
Slave Address	スレーブアドレス(7bit)
R	リードモード (R/W=1)
W	ライトモード (R/W=0)
A	アクノリッジ信号 (Lレベルを出力)
NA	非アクノリッジ信号 (HiZ出力)
P	ストップコンディション

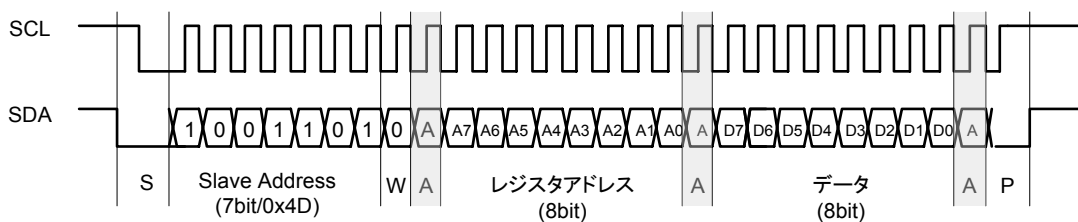


図 8.6 シングル書き込みモード

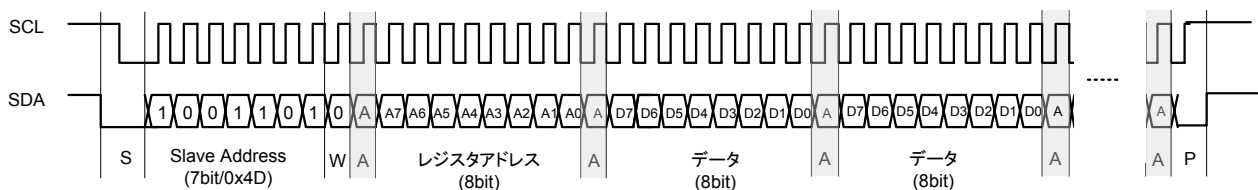


図 8.7 連続書き込みライトモード

(注) 連続書き込み時、レジスタ 07h には書き込みを実行せず、ACK 信号を返信します。

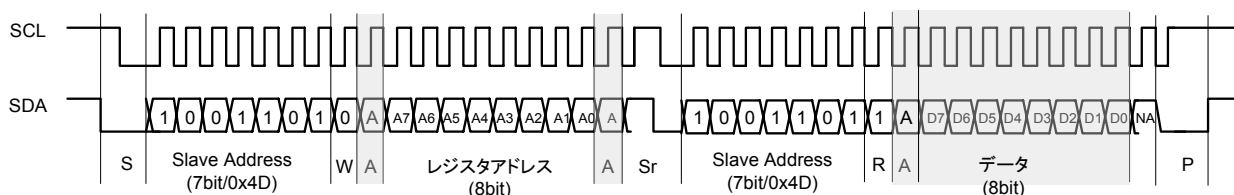


図 8.8 シングル読み出しモード

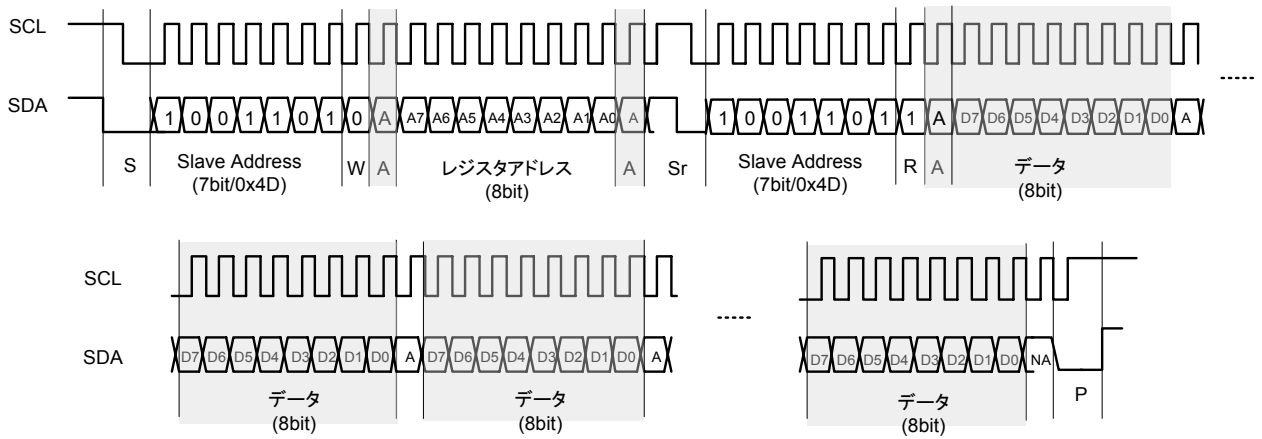


図 8.9 連続読み出しモード

- (注) ACK="1"の場合、MCU はストップコンディションを行ってください。
- (注) ストップコンディションを認識した場合、TC7735FTG は SDA を開放し、スタートコンディション待ちとなります。この時アクセス中であった場合は転送データを破棄とし、クロックカウントをイニシャライズします。
- (注) コマンドが途中で中断した場合は、中断する前のコマンドは反映され、中断されたコマンドは実行されません。コマンドを反映させるために再度コマンド設定を行ってください。

9. 絶対最大定格 (Ta=25°C)

表 9.1 絶対最大定格

項 目	記 号	定 格	単 位
電源電圧	AVIN,PVIN	- 0.3 ~ 18	V
		40 (1s)	
電源電圧	SGND, PGND	+ 0.3	V
端子電圧(注 1)	V _{IN1} ,	- 0.3 ~ 40.0	V
端子電圧(注 2)	V _{IN2}	- 0.3 ~ 30.0	V
端子電圧(注 3)	V _{IN3}	- 0.3 ~ 18.0	V
端子電圧(注 4)	V _{IN4} ,	- 18.0 ~ 0.3	V
端子電圧(注 5)	V _{IN5} ,	- 0.3 ~ 7.8	V
端子電圧(注 6)	V _{IN6} ,	- 0.3 ~ 5.5	V
端子電圧(注 7)	V _{IN7}	- 0.3 ~ 8.0	V
許容損失	PD	4.2 (注 8)	W
動作周囲温度	Topr	- 40 ~ 85	°C
ジャンクション温度	T _J	150	°C
保存温度	T _{stg}	- 55 ~ 150	°C

(注) 絶対最大定格は瞬時たりとも超えてはならない規格です。絶対最大定格を超えると IC の破壊や損傷や劣化の原因となり、IC 以外にも破壊や損傷や劣化を与えるおそれがあります。いかなる動作条件においても必ず絶対最大定格を超えないように設計を行ってください。ご使用に際しては、記載された動作範囲内でご使用ください。

(注 1) LX1I, LX2 端子

(注 2) VOUT3, CP1P, CP1O, CP2N, CP2P 端子

(注 3) VOUT1, LX1O, DRVN, CP1N, VCOMP 端子

(注 4) VOUT4 端子

(注 5) VCOMN, VCOMO 端子

(注 6) XSTBY, SDA, SCL, ENABLE, EXTCLK, INT_EXT, PG, TEST, VDD42, VOUT2, VREF 端子

(注 7) VPP 端子

(注 8) 熱シミュレーション値。条件：無風、実装基板は JEDEC 標準 4 層

10. 電気的特性

10.1 DC 特性(1)

10.1.1 共通特性

表 10.1 DC 特性(1)

(特に指定のない限り, $V_{IN}=14.0V$, $PGND = SGND = 0V$, $T_a = 25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	適用端子
動作電圧	V_{IN}	$T_a = -40\sim 85^\circ C$	4.5	—	16	V	AVIN PVIN
IOVP 検出電圧	V_{IOVP}		21	22	23	V	AVIN
IOVP ヒステリシス	$V_{IOVP\ Hys}$		—	5	—	V	AVIN
UVLO 動作電圧	V_{UVLO}	AVIN falling	3.8	4.0	4.2	V	AVIN
UVLO ヒステリシス	$V_{UVLO\ Hys}$		—	0.2	—	V	AVIN
VDD42 端子電圧	V_{REG42}		—	4.2	—	V	VDD42
VREF 端子電圧	V_{REF}		—	1.5	—	V	VREF
消費電流	IQ1	XSTBY="L"(DEEP_STANDBY)	—	—	12	μA	AVIN PVIN
	ICC1	XSTBY="H, ENABLE="L" (STANDBY, PROTECTED)	—	—	4.5	mA	AVIN PVIN
	ICC2	ENABLE="H"(OPERATE) Non Switching	—	—	10	mA	AVIN PVIN
発振周波数	f_{OSCINT}		850	—	1150	kHz	
外部クロック入力範囲	f_{OSCEX}		400	—	1,200	kHz	EXTCLK
外部クロック DUTY	f_{OSC_duty}		40	—	60	%	EXTCLK
入力電圧	VIH1		1.8	—	—	V	ENABLE XSTBY EXTCLK INT_EXT SDA, SCL
	VIL1		—	—	0.5		
TSD 検出温度	T_{TSD}	Temp. rising	—	150	—	$^\circ C$	
	T_{TSDHys}	ヒステリシス	—	20	—		
出力電圧	VOL	$I_{SINK}=4mA$	GND	—	0.5	V	PG

10.1.2 CH1 昇降圧 DC-DC コンバータ

表 10.2 DC 特性(2)

(特に指定のない限り, $V_{IN}=14.0V$, $PGND=SGND=0V$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	適用端子
出力電圧	V_{O1}	標準設定品(注)	—	9.2	—	V	VOUT1
出力電圧精度	ΔV_{O1}		-1.5	—	1.5	%	VOUT1
OCP 検出ピーク電流	I_{OCP1}	Buckモード時	—	0.8	—	A	
SCP 検出電圧	V_{SCP1}		—	$V_{O1} \times 0.8$	—	V	VOUT1
出力電圧スルーレート	V_{SR1}	立ち上がり時, 内部クロック使用時	—	2.5	—	V/ms	VOUT1
最大駆動能力	$I_{OUT1max}$		100	—	—	mA	VOUT1

(注) 出力電圧は、eFuse 書き込みにより変更可能です。

10.1.3 CH2 降圧 DC-DC コンバータ

表 10.3 DC 特性(3)

(特に指定のない限り, $V_{IN}=14.0V$, $PGND=SGND=0V$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	適用端子
出力電圧	V_{O2}	標準設定品(注)	—	3.3	—	V	VOUT2
出力電圧精度	ΔV_{O2}		-2.0	—	2.0	%	VOUT2
OCP検出ピーク電流	I_{OCP2}		—	1.0	—	A	
SCP検出電圧	V_{SCP2}		—	$V_{O2} \times 0.8$	—	V	VOUT2
出力電圧スルーレート	V_{SR2}	立ち上がり時, 内部クロック使用時	—	2.5	—	V/ms	
最大駆動能力	$I_{OUT2max}$		500	—	—	mA	

(注) 出力電圧は、eFuse 書き込みにより変更可能です。

10.1.4 CH3 正極チャージポンプ

表 10.4 DC 特性(4)

(特に指定のない限り, $V_{IN}=14.0V$, $PGND = SGND = 0V$, $T_a = 25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	適用端子
出力電圧	V_{O3}	標準設定品(注)	—	18.0	—	V	VOOUT3
出力電圧精度	ΔV_{O3}		-2.0	—	2.0	%	VOOUT3
SCP検出電圧	V_{SCP3}		—	$V_{O3} \times 0.8$	—	V	VOOUT3
スイッチング周波数	f_{SW3}	外部クロック使用時 (分周比設定範囲) 設計推奨値:125kHz	100	—	200	kHz	
出力電圧スルーレート	V_{SR3}	内部クロック使用時	—	2.5	—	V/ms	VOOUT3
最大駆動能力	$I_{OUT3max}$		2	—	—	mA	

(注) 出力電圧は、eFuse 書き込みにより変更可能です。

10.1.5 CH4 負極チャージポンプ

表 10.5 DC 特性(5)

(特に指定のない限り, $V_{IN}=14.0V$, $PGND = SGND = 0V$, $T_a = 25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	適用端子
出力電圧	V_{O4}	標準設定品(注)	—	-6.0	—	V	VOOUT4
出力電圧精度	ΔV_{O4}		-5.0	—	5.0	%	VOOUT4
SCP検出電圧	V_{SCP4}		—	$V_{O3} \times 0.8$	—	V	VOOUT4
スイッチング周波数	f_{SW4}	外部クロック使用時 (分周比設定範囲) 設計推奨値:125kHz	100	—	200	kHz	
出力電圧スルーレート	V_{SR4}	内部クロック使用時	—	-2.5	—	V/ms	VOOUT4
最大駆動能力	$I_{OUT4max}$		2	—	—	mA	

(注) 出力電圧は、eFuse 書き込みにより変更可能です。

10.1.6 VCOM アンプ

表 10.6 DC 特性(6)

(特に指定のない限り, $V_{IN}=14.0V$, $PGND = SGND = 0V$, $T_a = 25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位	適用端子
出力電圧範囲	V_{VCOMO}	$0.5 \geq V_{COMP} \geq 7.5V$ $VO1 \geq V_{VCOMO} + 0.6V$	0.5	—	7.5	V	VCOMO
端子間オフセット	V_{p-pOS}	ボルテージフォロア時(VCOMN 端子と VCOMO 端子をショート)	-25	—	25	mV	VCOMO
最大駆動能力	I_{COMmax}		2	—	—	mA	

10.2 AC 特性
10.2.1 I²C バス

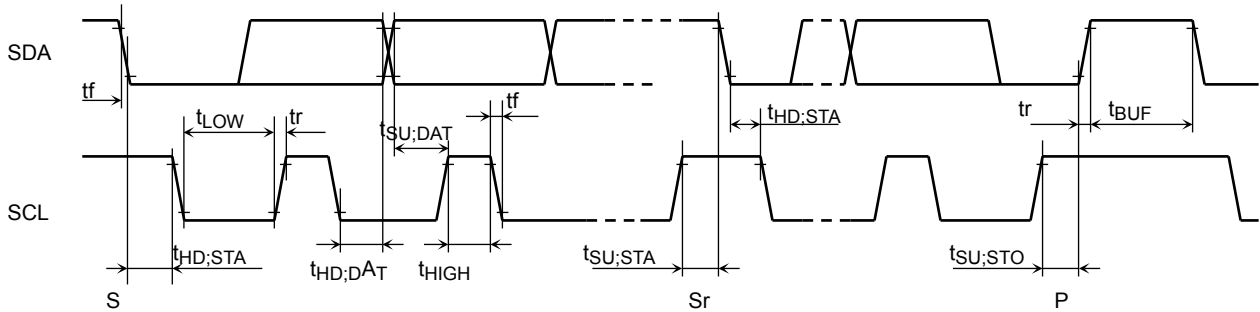
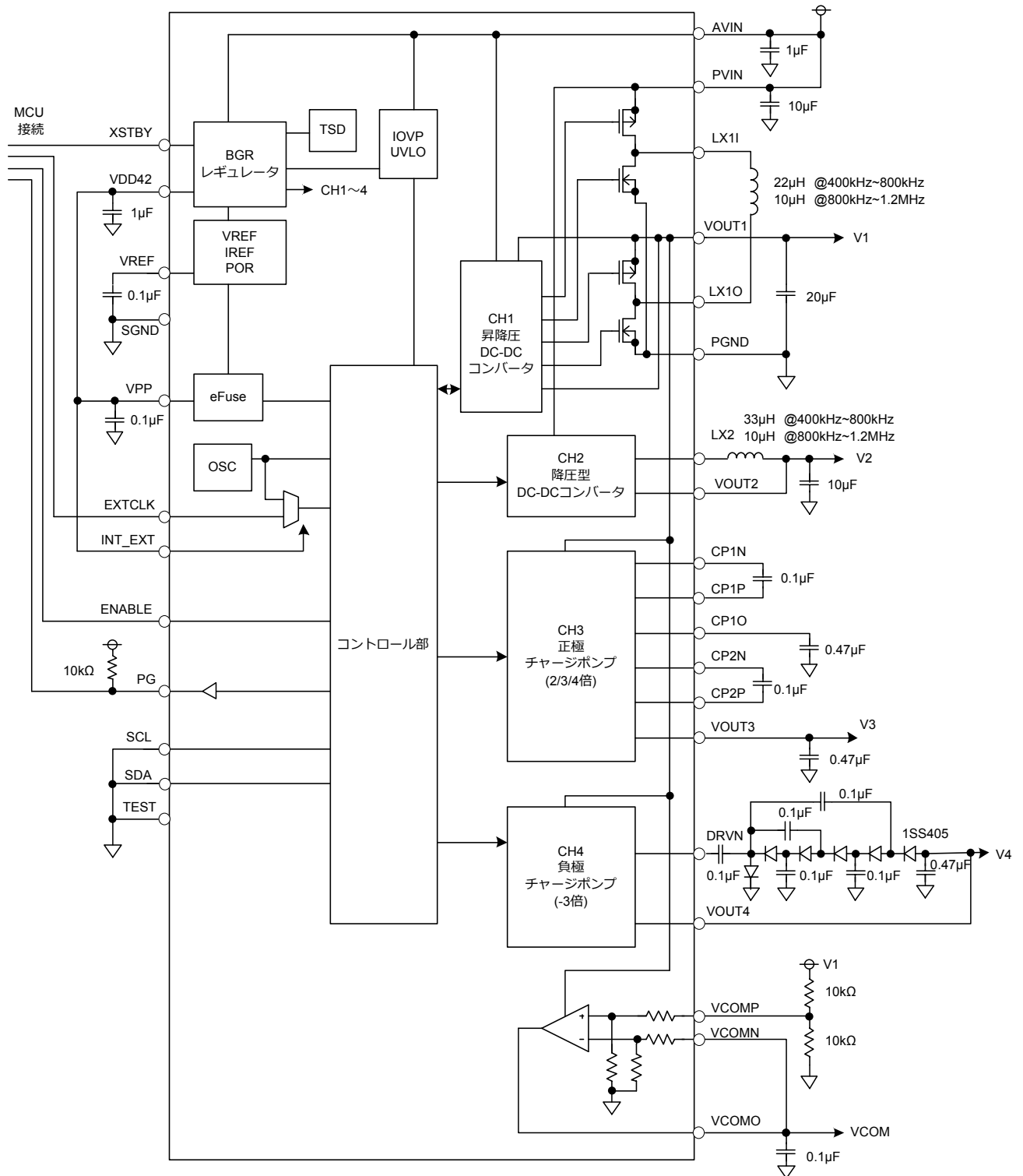


表 10.7 AC 特性

(特に指定のない限り, $V_{IN} = 14.0V$, $PGND = SGND = 0V$, $T_a = 25^\circ C$)

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
動作クロック周波数	f_{SCL}		—	—	400	kHz
反復スタート条件の ホールド時間	$t_{HD;STA}$		0.6	—	—	μs
反復スタート条件の セットアップ時間	$t_{SU;STA}$		0.6	—	—	μs
データ・ホールド時間	$t_{HD;DAT}$		0	—	0.9	μs
データ・セットアップ時間	$t_{SU;DAT}$		100	—	—	ns
SCL 信号 Low 期間	t_{LOW}		1.3	—	—	μs
SCL 信号 High 期間	t_{HIGH}		0.6	—	—	μs

11. 応用回路例



(注) CH3TIM_SEL [1:0]="10"(x2)設定時は CP1N,CP1P,CP1O 端子オープンとしてください。

(注) 応用回路例は、参考例であり、量産設計に際しては、十分な評価を行ってください。

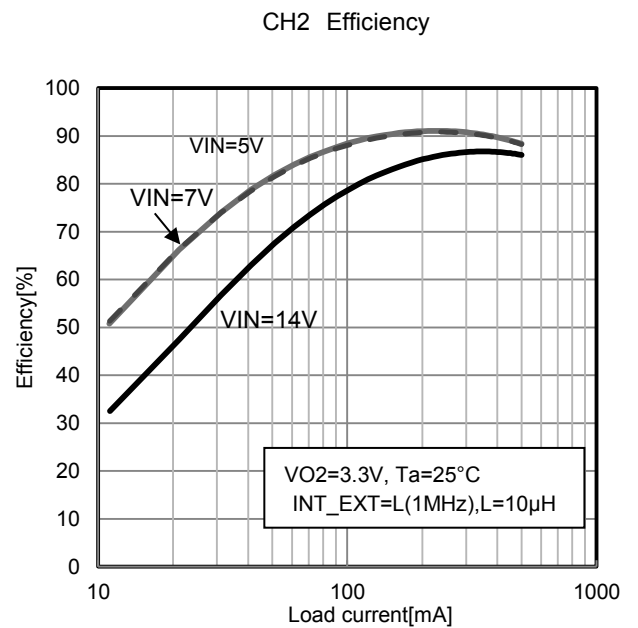
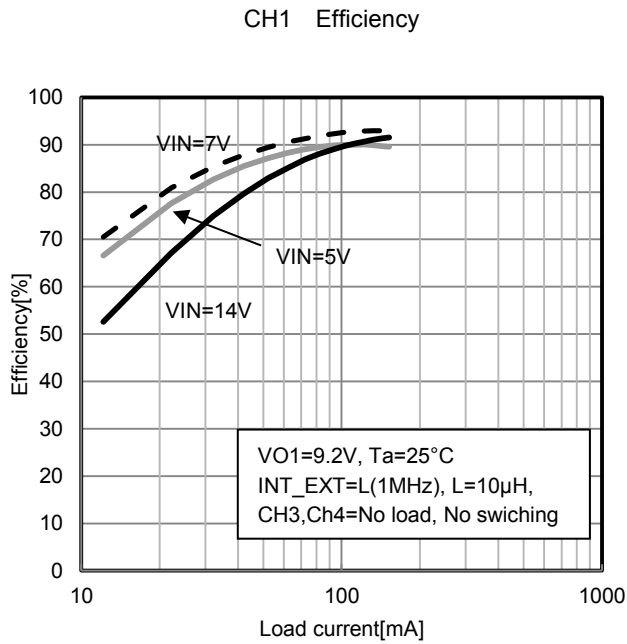
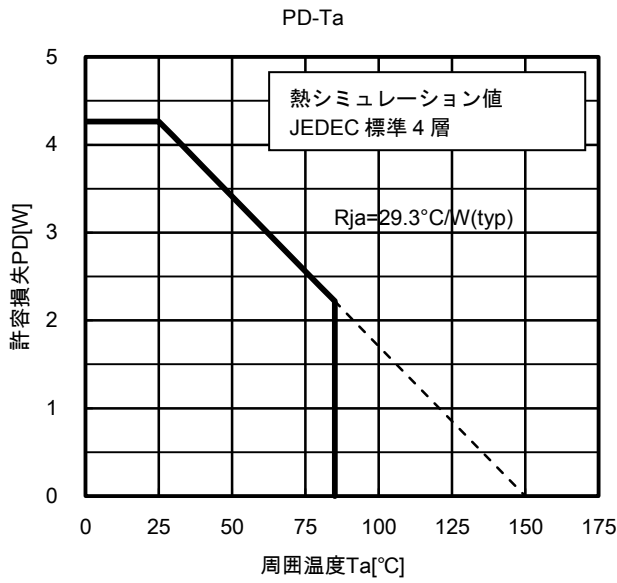
使用上の注意

出力間ショート、あるいは出力の天絡、地絡時には瞬時の大電流により IC が損傷を受ける恐れがあります。特に電源端子(PVIN, AVIN)、出力端子は、隣接ピンや他のピンと短絡した場合に、IC や周辺部品が破壊したり、発煙・発火に至ったり、傷害を負う恐れがあります。出力ライン、PVIN/AVIN ライン、PGND/SGND ラインの設計には十分留意してください。

IC は正しく実装してください。誤った実装(逆差しなど)をした場合、IC が破壊することがあります。

電源ヒューズのご使用をお願い致します。

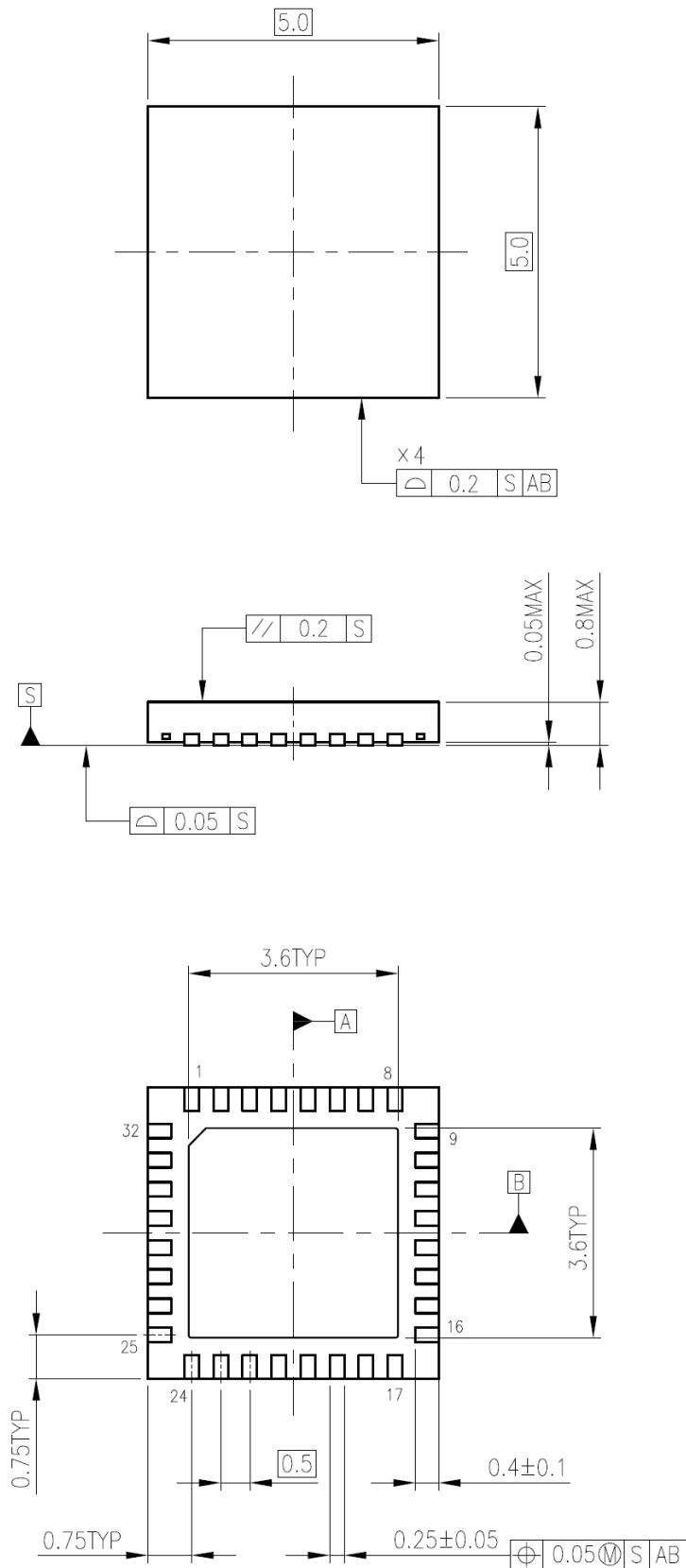
12. 標準特性(参考)



13. パッケージ外形図

P-WQFN32-0505-0.50-001

Unit: mm



質量: 0.06 g (標準)

14. 製品取り扱い上のお願ひ

- 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（以下、本製品という）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いたします。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、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、電力機器、金融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きを行ってください。
- 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。