

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2023年5月31日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。
なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2023年3月31日

製品名：MAX25169

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：23 ページ、端子説明の表、ピン 45 とピン 46 の説明欄

【誤】

44
44	OUT4	LED ストリング 4 のカソード接続。OUT4 を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
45	OUT5	LED ストリング 5 のカソード接続。OUT4 を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
46	OUT6	LED ストリング 6 のカソード接続。OUT4 を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。

【正】

44
44	OUT4	LED ストリング 4 のカソード接続。OUT4 を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
45	OUT5	LED ストリング 5 のカソード接続。OUT5 を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
46	OUT6	LED ストリング 6 のカソード接続。OUT6 を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2023年5月31日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。
なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2023年3月31日

製品名：MAX25169

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：67ページ、

【誤】

reboot otp reg (0x79)

ビット・フィールド	ビット	説明
reboot_otp	7:0	不揮発性レジスタ <u>0x17~0x15</u> の内容を作業用レジスタ 0x17~0x25 にコピーするコマンド。このコマンドをイネーブルするには、アドレス 8'h79 の後にデータ 8'h5A を送信します。

【誤】

reboot otp reg (0x79)

ビット・フィールド	ビット	説明
reboot_otp	7:0	不揮発性レジスタ <u>0x17~0x25</u> の内容を作業用レジスタ 0x07~0x15 にコピーするコマンド。このコマンドをイネーブルするには、アドレス 8'h79 の後にデータ 8'h5A を送信します。

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御 6チャンネル、150mA、バックライトドライバ および4出力TFT LCDバイアス

概要

MAX25169は、自動車用TFT LCDアプリケーション向けの高集積TFT電源およびLEDバックライトドライバICです。このICには、1つの昇圧コンバータ、1つの反転昇降圧コンバータ、2つのゲートドライバ電源、およびディスプレイバックライト用の1~6のLEDストリングに給電可能な昇圧/SEPICコントローラが内蔵されています。

ソースドライバ電源は、ユニポーラモードで最大+18Vを供給できる昇圧コンバータと-10.5Vまでの負電圧を生成できる反転昇降圧コンバータで構成されています。AVDD出力は13.5Vで最大300mAを供給でき、NAVDDは最大200mAを供給できます。正出力のソースドライバ電源のレギュレーション電圧 (V_{AVDD}) は、内蔵NVメモリまたはI²Cを用いて設定されます。負出力のソースドライバ電源電圧 (V_{NAVDD}) は、常に厳格に-V_{AVDD}にレギュレーションされます。ソースドライバ電源は、2.65V~5.5Vの入力電圧範囲で動作します。

ゲートドライバ電源はレギュレーションされたチャージポンプで構成され、これらのチャージポンプは+31.5V~-18Vの電圧を生成し、それぞれ最大15mAの電流を供給できます。

このICは、最大6ストリングのLEDに対してストリング当たり150mA (最大) の電流を供給できる、入力スイッチ制御 (NGATE) 付き6ストリングLED用ドライバを備えています。

ロジック制御およびI²C制御のパルス幅変調 (PWM) 調光機能が内蔵されており、最小パルス幅は300nsと短く、また、LEDストリングの位相を互いにシフトできるオプションが備わっています。位相シフトが有効化されている場合、各ストリングが別々の時間にオンとなるため、入出力のリップルや可聴ノイズを低減できます。位相シフトを無効化すると、電流シンクが同時にオンになり、電流シンクの並列接続が可能となります。

全電力ドメインの起動およびシャットダウンシーケンスは、8つのプリセットモードのいずれかを用いて制御されます。このモードは、内蔵の不揮発性メモリまたはI²Cインターフェースを用いて選択できます。

MAX25169は7mm x 7mmの露出パッド付き48ピンTQFNパッケージを採用しており、-40°C~+125°Cの周囲温度範囲で動作します。

オーダー情報はデータシートの末尾に記載しています。

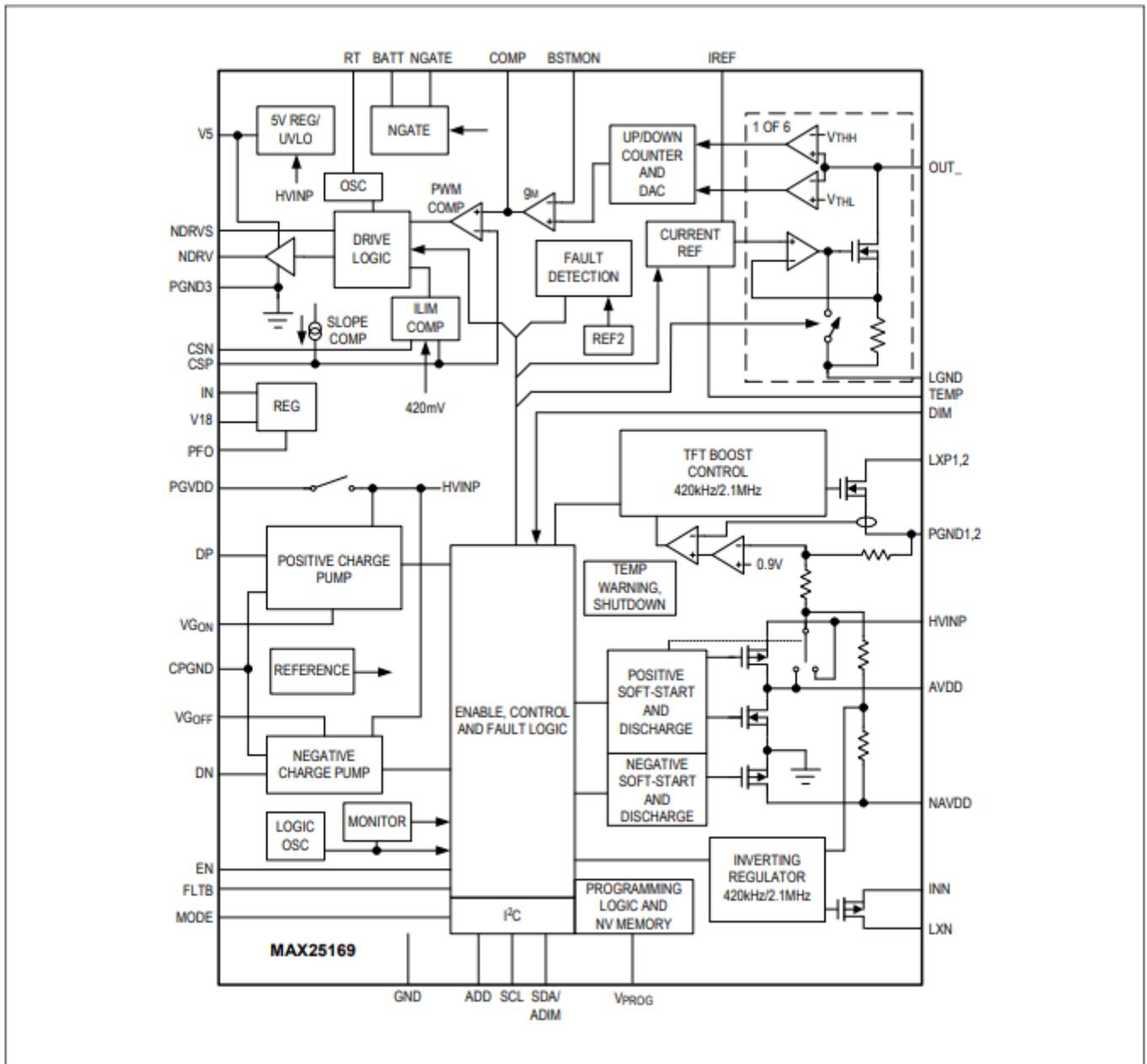
アプリケーション

- 自動車用ダッシュボード
- 車載中央情報ディスプレイ
- 車載ヘッドアップディスプレイ
- 車載ナビゲーションシステム

機能と利点

- 4出力のTFT LCDバイアス電源
 - TFT LCDセクション用入力 : 2.65V~5.5V
 - 420kHzまたは2.1MHzの昇圧コンバータおよび昇降圧コンバータを内蔵
 - 出力電圧が調整可能な正および負の15mAゲート電圧レギュレータ (トリブラ/反転ダブラ)
 - 柔軟なシーケンシング
 - 全出力で低電圧検出
 - 低自己消費電流のスタンバイモード
- 6チャンネル、36VのLEDバックライトドライバ
 - 外部NMOSFET直列スイッチへのNGATE制御
 - プログラマブルなnMOSFET電流制限
 - チャンネルあたり最大150mAの電流
 - 4.5V~36Vの入力電圧範囲、起動後は3V動作
 - 昇圧/SEPICコントローラ内蔵 (400kHz~2.2MHz同期)
 - 調光比 : 16667:1 (200Hz)
 - 適応型電圧最適化機能によりLED電流シンクでの消費電力を低減
 - 開放ストリング、短絡ストリング、地絡に対する診断機能
- 低EMI
 - LEDストリングの位相シフト調光
 - LED用ドライバ出力およびTFT出力に対するスペクトル拡散
 - 選択可能なスイッチング周波数
- 制御および診断用のI²Cインターフェース
 - FLTピンとI²Cによるフォルト通知
 - 不揮発性設定メモリ
- 過負荷および過熱からの保護
- ASIL B準拠
- -40°C~+125°Cの周囲温度で動作
- 露出パッド付きの7mm x 7mm、48ピンTQFNパッケージ
- AEC-Q100グレード1

簡略化ブロック図



目次

概要.....	1
アプリケーション.....	1
機能と利点.....	1
簡略化ブロック図.....	2
絶対最大定格.....	8
パッケージ.....	8
48 TQFN.....	8
電気的特性.....	8
標準動作特性.....	17
ピン配置.....	21
端子説明.....	21
詳細.....	24
電源電圧.....	24
PFO出力.....	24
TFT電源セクション.....	25
ソースドライバ電源.....	25
AVDD スイッチ.....	25
ゲートドライバ電源.....	25
シーケンシング.....	26
LEDドライバの概要.....	27
低電圧ロックアウト.....	27
低電圧動作.....	28
発振器周波数/外部同期.....	28
スペクトラム拡散変調.....	28
LEDの順方向電圧.....	28
LED電流制御.....	29
電流モードDC/DCコントローラ.....	29
9ビットD/Aコンバータ (DAC).....	29
起動シーケンス.....	29
ステージ1.....	29
ステージ2.....	29
ステージ3.....	30
バックライト昇圧の起動.....	30
開放LEDの管理および過電圧保護 (OVP).....	31
短絡LED検出.....	31
調光.....	31
低調光モード.....	31
位相シフト調光.....	32
調光時の自動フェードイン/フェードアウト.....	33

目次 (続き)

ストリングの個別ディスエーブル.....	33
ハイブリッド調光.....	33
温度フォールドバック.....	34
フォルト保護.....	36
ASIL Bの機能.....	37
A/Dコンバータ (ADC).....	37
シリアルインタフェース.....	37
不揮発性 (NV) メモリ.....	38
自動リフレッシュ機能.....	38
BURN、REBOOT、RESTARTコマンド.....	39
レジスタ.....	40
MAX25169.....	40
レジスタの詳細.....	42
アプリケーション情報.....	68
TFT電源セクション.....	68
AVDD昇圧コンバータ.....	68
昇圧コンバータのインダクタの選択.....	68
昇圧コンバータの出力フィルタコンデンサの選択.....	68
昇圧コンバータの外付けダイオードの選択.....	68
AVDD 電圧の設定.....	68
NAVDD反転レギュレータ.....	68
NAVDD レギュレータのインダクタの選択.....	68
NAVDD の外部ダイオードの選択.....	68
NAVDD の出力コンデンサの選択.....	68
VG _{ON} およびVG _{OFF} 出力電圧の設定.....	69
LEDドライバセクション.....	69
LEDドライバ用DC/DCコンバータ.....	69
電源回路の設計.....	69
昇圧構成.....	69
SEPIC 構成.....	70
電流検出抵抗と勾配補償.....	71
出力コンデンサの選択.....	71
外部スイッチングMOSFETの選択.....	72
整流ダイオードの選択.....	72
帰還補償.....	72
不揮発性メモリの使用.....	73
標準アプリケーション回路.....	75
基本的なアプリケーション回路.....	75
SEPICアプリケーション回路.....	76

目次（続き）

オーダー情報.....	77
改訂履歴.....	78

図一覧

図1. PFO波形.....	25
図2. 出力のシーケンシング	27
図3. バックライト昇圧の起動	30
図4. 位相シフト後の出力	32
図5. hdim_thr[1:0] = 10 (25%) の場合のハイブリッド調光	34
図6. ハイブリッド調光の動作モード.....	34
図7. 温度フォールドバックのグラフ	35
図8. TEMPの外付け回路.....	36

表一覧

表1. PFOスレッシュヨルド.....	25
表2. シーケンシング.....	26
表3. 温度フォールドバック例.....	35
表4. Add/Modeピン.....	38
表5. I ² Cアドレス.....	38

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

絶対最大定格

BATT、OUT1-6、BSTMON~GND	-0.3V~+42V	V _{PROG} ~GND	-0.3V~+12V
NGATE~BATT	+6V	NAVDD~GND	V _{V18} -16V~V _{V18} +0.3V
NGATE~GND	-0.3V~+42V	V _{GOFF} ~GND	V _{V18} -22V~V _{V18} +0.3V
IN、INN、FLT、PFO、DIM、EN、SDA、 SCL~GND	-0.3V~+6V	GND~PGND1、PGND2、PGND3	-0.3V~+0.3V
NDRV、NDRVS~GND	-0.3V~V5+0.3V	GND~LGND	-0.3V~+0.3V
TEMP、MODE、CSP、COMP、IREF、RT、 ADD~GND	-0.3V~V18+0.3V	GND~CPGND	-0.3V~+0.3V
HVINP~GND	-0.3V~+22V	GND~CSN	-0.3V~+0.3V
LXP~GND	-0.3V~+30V	連続消費電力 (T _A = +70°C) 48ピンTQFN-EP (+70°Cを超えると43mW/°Cでディレーティング)、 (多層基板)	3433mW
LXP1/2、PGND1/2の実効値合計電流定格	2.4A	動作温度範囲	-40°C~+125°C
V5~GND	-0.3V~MIN(6, HVINP+0.3)V	ジャンクション温度	+150°C
V18~GND	-0.3V~MIN(2.2, IN+0.3)V	保存温度範囲	-65°C~+150°C
PGVDD、AVDD、DP、DN~GND	-0.3V~HVINP+0.3V	リード温度 (はんだ処理、10s)	+300°C
LXN~INN	-22V~+0.3V	はんだ処理温度 (リフロー)	+260°C
LXN、INNの実効値電流定格	1.6A		
V _{GON} ~GND	-0.3V~+40V		

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

パッケージ

48 TQFN

Package Code	T4877+9C
Outline Number	21-0144
Land Pattern Number	90-0464
Thermal Resistance, Four-Layer Board:	
Junction to Ambient (θ _{JA})	23.3°C/W
Junction to Case (θ _{JC})	1°C/W

最新のパッケージ外形情報およびランドパターン (フットプリント) については、www.maximintegrated.com/packagesを参照してください。パッケージコードの「+」、「#」、「-」はRoHSステータスのみを示すものです。パッケージ図面に異なる末尾記号が付く場合がありますが、図面はRoHSステータスとは関係なくパッケージ固有のものであります。

パッケージの熱抵抗は、4層ボードを使ったJEDEC仕様JESD51-7に記載の方法を用いて得られたものです。パッケージの熱に対する考慮事項の詳細については、www.maximintegrated.com/thermal-tutorialを参照してください。

電気的特性

(特に指定のない限り、V_{IN} = 3.3V、V_{BATT} = 12V、標準動作回路、T_A = T_J = -40°C~+125°C。代表値はT_A = +25°Cでの値。)

(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT SUPPLY						
IN, INN Voltage Range	V _{IN_RNG}		2.65		5.5	V
IN UVLO Threshold, Rising	V _{IN_UVLOR}	IN voltage rising	2.4	2.5	2.57	V
IN UVLO Threshold, Falling	V _{IN_UVLOF}		2.3		2.5	V
PFO Threshold	V _{PFO}	IN falling, pfo_th = 0, PFO output goes low	2.4	2.5	2.6	V
Total Input Shutdown Current (IN + INN + HVINP + LXP)	I _{IN_SHDN}	EN = GND, T _A = +25°C		3.5	15	μA

電气的特性 (続き)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
IN + INN Quiescent Current	I_{IN_Q}	$V_{EN} = 3.3V$, no switching		2	4	mA	
V18 REGULATOR							
V18 Output Voltage	V_{V18_ACC}	No load on V18	1.72	1.8	1.88	V	
V18 Current Limit	I_{LIM_V18}	$V_{V18} = 1V$	50			mA	
V18 Undervoltage Lockout	V_{V18_UVLO}	V18 voltage rising	1.6	1.65	1.7	V	
V18 Undervoltage Hysteresis	$V_{V18_UVLO_HYS}$			150		mV	
V18OOR Diagnostic Levels				± 8		%	
TFT POWER SECTION / OSCILLATOR							
Operating Frequency	f_{BOOSTH}	f_{SW} bit = 0, dither disabled	1950	2100	2250	kHz	
	f_{BOOSTL}	f_{SW} bit = 1, dither disabled	380	420	460		
Frequency Dither	f_{BOOSTD}			± 6		%	
TFT POWER SECTION / BOOST REGULATOR							
HVINP Output Voltage Range	V_{HVINP}	$dis_navdd = 0$	4.9		10.5	V	
		$dis_navdd = 1$	11.7		18		
AVDD Adjustment Step Size	V_{STEP}			0.1		V	
AVDD Output Regulation	V_{AVDD_ACC}	$avdd[5:0] = 0x1A$, $dis_navdd = 0$	6.66	6.8	6.94	V	
LXP Maximum Duty Cycle	D_{LXP_MAX}	420kHz switching frequency	91.75	95		%	
		2.1MHz switching frequency	91.75	95			
Low-Side Switch On-Resistance	$R_{ON_LS_LXP}$	$I_{LXP} = 0.1A$		0.1	0.2	Ω	
LXP Leakage Current	I_{LEAK_LXP}	$V_{EN} = 0V$, $V_{LXP} = 15V$			6	μA	
LXP Current Limit	I_{LIMPHB}	$dis_navdd = 0$	Duty cycle = 80%, $Lxp_Lim_Low = 0$	1.5	1.8	2.1	A
	I_{LIMPLB}			Duty cycle = 80%, $Lxp_Lim_Low = 1$		1	
	I_{LIMPHU}	$dis_navdd = 1$	Duty cycle = 80%, $Lxp_Lim_Low = 0$	2.3	2.7	3.2	
	I_{LIMPLU}			Duty cycle = 80%, $Lxp_Lim_Low = 1$		1.35	
Soft-Start Period	t_{BOOST_SS}	Current-limit ramp		5		ms	
TFT POWER SECTION / INVERTING REGULATOR							
LXN Maximum Duty Cycle	D_{LXN_MAX}	$f_{SW} = 420kHz$ or $2.1MHz$	91.75	95		%	
$V_{AVDD} + V_{NAVDD}$ Regulation Voltage	$V_{NAVDD_AVDD_REG}$	$V_{INN} = 2.65V$ to $5.5V$, $V_{AVDD} = 6.8V$, $1mA$ $< I_{NAVDD} < 200mA$, $I_{AVDD} =$ same load as NAVDD	-34	0	34	mV	
LXN On-Resistance	R_{ON_LXN}	$I_{LXN} = 0.1A$		0.25	0.5	Ω	

電气的特性 (続き)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LXN Leakage Current	I_{LXN_LEAK}	$V_{LXN} = V_{NAVDD} = -6.8V$, $T_A = +25^{\circ}C$			20	μA
LXN Current Limit	I_{LIMNL}	Duty cycle = 80%, $Lxp_Lim_low = 1$	0.6	0.8		A
	I_{LIMNH}	Duty cycle = 80%, $Lxp_Lim_low = 0$	1.55	1.9	2.25	
Soft-Start Period	t_{INV_SS}	Current-limit ramp		5		ms
TFT POWER SECTION / CHARGE-PUMP REGULATORS						
PGVDD Operating Voltage Range	V_{PGVDD}		4.9		V_{HVINP}	V
HVINP-PGVDD Threshold for V_{GON} Startup	$V_{HVINP-PGVDD}$	$V_{HVINP} = 5V$	360	520	680	mV
High-Side DP/DN Current Limit	I_{DR_HS}	$V_{HVINP} = 6.8V$, $V_{DP} = V_{DN} = 3V$	95			mA
Low-Side DP/DN Current Limit	I_{DR_LS}	$V_{DP} = V_{DN} = 3V$	95			mA
High-Side DP/DN On-Resistance	R_{DR_HS}	$I_{DP} = I_{DN} = -20mA$, $V_{PGVDD} = V_{HVINP} = 6.8V$		5	8	Ω
Low-Side DP/DN On-Resistance	R_{DR_LS}	$I_{DP} = I_{DN} = 20mA$		3	6	Ω
V_{GON} Unipolar Voltage Range	V_{GON_RNG}	$dis_navdd = 1$	12.6		31.5	V
V_{GON} Bipolar Voltage Range	$V_{GONRNGB}$	$dis_navdd = 0$	8.4		21	V
V_{GON} Unipolar Adjustment Step Size	LSB_{VGON}	$dis_navdd = 1$		0.3		V
V_{GON} Bipolar Adjustment Step Size	LSB_{VGONB}	$dis_navdd = 0$		0.2		V
V_{GON} Internal Feedback Resistor Value	R_{VGON}		700		1250	k Ω
V_{GON} Output Voltage Accuracy	ACC_{VGON}	0x16h setting	-2		2	%
V_{GOFF} Voltage Range	V_{GOFF_RNG}		-18		-4	V
V_{GOFF} Adjustment Step Size	LSB_{VGOFF}			0.25		V
V_{GOFF} Output-Voltage Accuracy	ACC_{VGOFF}	0x16h setting	-3		+3	%
TFT POWER SECTION / SEQUENCE SWITCHES						
AVDD Switch On-Resistance	R_{ON_AVDD}	$V_{HVINP} = 6.8V$, $I_{AVDD} = -100mA$		0.9	1.6	Ω
AVDD Switch Current Limit	I_{LIM_AVDD}		400	500	650	mA
AVDD Discharge Resistance	R_{AVDD_DIS}	AVDD disabled, $V_{V18} > V_{V18_UVLO}$		1.2		k Ω
PGVDD On-Resistance	R_{ON_PGVDD}	($HVINP - PGVDD$), $I_{PGVDD} = 10mA$		2.5	5	Ω

電气的特性（続き）

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PGVDD Current Limit	I_{LIM_PGVDD}	$V_{PGVDD} = 3V$, $V_{HVINP} = 6.8V$	70	100		mA
VG _{ON} Discharge Resistance	R_{DIS_VGON}		2	3	4	k Ω
VG _{OFF} Discharge Current	I_{DIS_VGOFF}			1.5		mA
NAVDD Discharge Resistance	R_{NAVDD_DIS}	NAVDD disabled, $V_{V18} > V_{V18_UVLO}$		1		k Ω
TFT POWER SECTION / TFT FAULT PROTECTION						
Fault Timeout	t_{FAULT}	$t_{fault}[1:0] = 10$		60		ms
Fault Retry Time	t_{AUTO}	$t_{retry}[1:0] = 10$ or 11		1.9		s
FLTB Output Frequency		Stand-alone mode only	0.88	1	1.12	kHz
HVINP/AVDD Undervoltage Fault Threshold	THR_{UV}	Relative measurement between HVINP and AVDD	81	85	89	%
HVINP/AVDD Overvoltage Fault Threshold	THR_{OV}	Percentage of set value, voltage rising	111	115	119	%
HVINP/AVDD Short-Circuit Fault Threshold	THR_{SHRT}		36	40	44	%
NAVDD Undervoltage Fault Threshold	THR_{UV}	Of AVDD regulation voltage, NAVDD rising	81	85	89	%
NAVDD Overvoltage Fault Threshold	THR_{OV}	Of AVDD regulation voltage, NAVDD voltage falling	111	115	119	%
NAVDD Short-Circuit Fault Threshold	THR_{SHRT}	Of AVDD regulation voltage, NAVDD voltage rising	36	40	44	%
VG _{ON} Undervoltage Fault Threshold	THR_{RUV}	Of set value, VG _{ON} voltage falling	81	85	89	%
VG _{ON} Overvoltage Fault Threshold	THR_{ROV}	Of set value, VG _{ON} voltage rising	111	115	119	%
VG _{OFF} Undervoltage Fault Threshold	THR_{RUV}	Of set value, VG _{OFF} voltage rising	78		88	%
VG _{OFF} Overvoltage Fault Threshold	THR_{ROV}	Of set value, VG _{OFF} voltage falling	105		120	%
Short-Circuit Fault Delay		After completion of soft-start		10		μ s
Bandgap Out-of-Range Diagnostic Threshold				± 11		%
LED BACKLIGHT DRIVER						
BATT Operating Voltage Range	V_{BATT}		4.5		36	V
BATT Operating Voltage Range after Startup	V_{BATT}	Maximum duration 100ms	3		36	V
BATT Quiescent Supply Current	I_{Q_BATT}			5	10	μ A

電气的特性（続き）

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
BATT Shutdown Supply Current	I_{BATT_SHDN}	$V_{EN} = 0V$, $T_A = +25^{\circ}C$, typical application circuit		1	3	μA
BATT Undervoltage Lockout, Rising	V_{BATT_UVR}	BATT voltage rising	4.15	4.29	4.4	V
BATT Undervoltage Lockout, Falling	V_{BATT_UVF}	BATT voltage falling	2.77	2.9	2.95	V
BATT Threshold for Low-Voltage Operation Mode	V_{BATT_LVF}	BATT voltage falling	5.35	5.5	5.65	V
	V_{BATT_LVR}	BATT voltage rising	5.55	5.72	5.85	
LED BACKLIGHT DRIVER / V5 REGULATOR						
V5 Output Voltage	V_{V5}	$5.75V < V_{HVINP} < 18V$, $I_{V5} = 1mA$ to $10mA$	4.8	5	5.2	V
V5 Dropout Voltage	V_{V5_DRP}	$V_{HVINP} = 4.9V$, $I_{V5} = 5mA$		0.05	0.12	V
V5 Undervoltage Lockout	V_{V5_UVLOR}	V5 voltage rising	3.8	3.9	4.1	V
	V_{V5_UVLOF}	V5 voltage falling	3.6	3.7	3.8	
V5 Short-Circuit Current Limit	I_{V5_SC}	V5 shorted to GND	50			mA
V5 Overvoltage Threshold			5.6	5.75	5.9	V
LED BACKLIGHT DRIVER / NGATE OUTPUT						
NGATE Output Voltage	V_{NGATE}	Above V_{BATT} , $3.3V < V_{BATT} < 33V$, $I_{NGATE} = 1\mu A$	4.3	5.25	6	V
NGATE Source Current	I_{NG_SO}	$V_{NGATE} = V_{BATT}$	30	50		μA
NGATE Sink Current	I_{NG_SINK}		0.4	0.7		mA
NGATE Output Voltage at High Input Voltage	V_{NGATE_HV}	Above V_{BATT} , $V_{BATT} > 35.5V$, $I_{NGATE} = 1\mu A$	-0.3		0	V
BATT HV Comparator Threshold	V_{LD_THR}	BATT voltage rising	33		35.5	V
BATT HV Comparator Hysteresis	V_{LD_HYS}			0.7		V
NGATE Start Delay	t_{NG_DEL}	Delay between NGATE charge-pump turning on and BSTMON rising		2	2.2	ms
LED BACKLIGHT DRIVER / RT OSCILLATOR						
Switching Frequency Range	f_{SW_RT}	Frequency dithering disabled	400		2200	kHz
Oscillator Frequency Accuracy		$I_{RT} = 13.85\mu A$ ($f_{SW} = 400kHz$), $I_{RT} = 75\mu A$ ($f_{SW} = 2200kHz$)	-10		10	%
Boost Converter Maximum Duty Cycle, High Frequency		1.3MHz to 2.2MHz	89	91	94	%
Boost Converter Maximum Duty Cycle, Low Frequency		$f_{SW} = 400kHz$ to 1.3MHz	94		98	%

電气的特性（続き）

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Boost Minimum On-Time				60		ns
Frequency Dither, High Setting	SSHI	bl_ssl = 0		±6		%
Frequency Dither, Low Setting	SSLO	bl_ssl = 1		±4		%
RT Output Voltage	V_{RT}	$R_{RT} = 65k\Omega$ or $R_{RT} = 10k\Omega$	0.875	0.9	0.925	V
Sync Threshold	V_{RT_SYNC}	V_{RT} rising	0.77		0.84	V
Sync Frequency Duty-Cycle	D_{SYNC}			50		%
Sync Frequency Range			400		2200	kHz
LED BACKLIGHT DRIVER / SLOPE COMPENSATION						
Peak Slope-Compensation Current Ramp per Cycle	I_{SLOPE}	Current ramp added to CS	42	50	60	μA
LED BACKLIGHT DRIVER / CURRENT-LIMIT COMPARATOR						
CSP Threshold Voltage	V_{CSP_CSNL}	bl_ilim = 1	275	300	325	mV
	V_{CSP_CSN}	bl_ilim = 0	380	410	440	
CSP Threshold Voltage During Low Voltage	V_{CSP_LV}	$V_{BATT} < V_{BATT_LVF}$, V_{BATT} falling	560	600	640	mV
CSP Input Current	I_{CSP}	$V_{EN} = 0V$, $V_{CSP} = 0.4V$			+1	μA
LED BACKLIGHT DRIVER / ERROR AMPLIFIER						
OUT_Regulation High Threshold	V_{THH}	V_{OUT_rising}	0.825	0.85	0.875	V
OUT_Regulation Low Threshold	V_{THL}	$V_{OUT_falling}$	0.55	0.58	0.61	V
Transconductance	g_M		410	630	890	μS
COMP Sink Current	I_{COMP_SINK}	$V_{COMP} = 1V$	270	380	500	μA
COMP Source Current	I_{COMP_SRC}	$V_{COMP} = 1V$	270	380	500	μA
LED BACKLIGHT DRIVER / MOSFET DRIVER						
NDRV On-Resistance	R_{NDRV_LS}	$V_{VS} = 5V$, $I_{NDRV} = 100mA$		1.2	2	Ω
	R_{NDRV_HS}	$V_{VS} = 5V$, $I_{NDRV} = -100mA$		1.5	3	
NDRV Rise Time	t_{NDRV_R}	$C_{NDRV} = 1nF$, (Note 2)		8		ns
NDRV Fall Time	t_{NDRV_F}	$C_{NDRV} = 1nF$, (Note 2)		8		ns
NDRVS Input Logic-Low	V_{IL_NDRVS}	V_{NDRVS} falling		2	2.4	V
NDRVS Input Logic-High	V_{IH_NDRVS}	V_{NDRVS} rising	2.55	3.3		V
NDRVS Input Current	I_{NDRVS}	$V_{NDRVS} = 5V$		60		μA
LED BACKLIGHT DRIVER / LED CURRENT SINKS						
IREF Output Voltage	V_{IREF}	$I_{IREF} = 40\mu A$		0.86	0.88	0.9

電气的特性（続き）

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Full-Scale OUT_ Output Current	I_{OUT}	iset[6:0] = 0x7F, 150mA setting	145	150	154	mA
	I_{OUT100}	iset[6:0] = 0x4D, 100mA setting	97	100	103	
	I_{OUT50}	iset[6:0] = 0x1B, 50mA setting	48	50	52	
	I_{OUT23}	iset[6:0] = 0x00, 23mA setting	21.5	23	25.2	
Current Regulation Between Strings	$I_{OUT_MATCH150}$	$I_{OUT_} = 150mA$, design target	-2		+2	%
Current-Setting Resolution	I_{OUT_LSB}			1		mA
OUT_ Leakage Current	I_{OUT_LEAK}	$V_{OUT_} = 36V$, DIM = 0, all OUT_ pins shorted together, $T_A = +25^{\circ}C$		0.1	5 μ A	μ A
		$V_{OUT_} = 36V$, DIM = 0, all OUT_ pins shorted together		0.1	15	μ A
OUT_ Minimum Pulse Width				300		ns
OUT_ Minimum Negative Pulse Width				90		ns
OUT_ Rise Time	I_{OUT_TR}	$I_{OUT_} = 150mA$, 10% to 90% $I_{OUT_}$		150		ns
OUT_ Fall Time	I_{OUT_TF}	$I_{OUT_} = 150mA$, 90% to 10% $I_{OUT_}$		20		ns
LED BACKLIGHT DRIVER / DIM, ADIM INPUTS						
DIM Frequency Range			90		50000	Hz
DIM Sampling Frequency				20		MHz
ADIM Input Frequency Range			10		100	kHz
LED BACKLIGHT DRIVER / LED FAULT DETECTION						
LED Short-Detection Threshold	V_{THSHRT}	I ² C mode, bit configuration = 11 (00: short detection disabled), default value in stand-alone mode	7.7	8	8.3	V
		I ² C mode, led_short_th[1:0] = 10	5.75	6	6.25	
		I ² C mode, led_short_th[1:0] = 01	2.8	3	3.2	
OUT_ Check-LED-Source Current	I_{OUT_CKLED}	$V_{OUT_} = 0.5V$	50	60	70	μ A
OUT_ Short-to-GND Detection Threshold	V_{OUT_GND}	$V_{OUT_}$ falling	230	250	270	mV
OUT_ Unused-Detection High Threshold	V_{OUT_UN}		0.8	0.85	0.9	V
OUT_ Open-LED-Detection Threshold	V_{OUT_OPEN}		230	250	270	mV
Shorted-LED-Detection Flag Delay	t_{SHRT}			6.8		μ s
LED BACKLIGHT DRIVER / OVERVOLTAGE AND UNDERVOLTAGE PROTECTION						
BSTMON Overvoltage Threshold	V_{BSTMON_OV}	V_{BSTMON} rising	0.92	0.95	0.98	V

電气的特性（続き）

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
BSTMON Overvoltage Hysteresis	V_{BSTMON_OVHYS}			50		mV
BSTMON Input Bias Current	I_{BSTMON}	$0 < V_{BSTMON} < 1V$	-1		+1	μA
BSTMON Undervoltage-Trip Threshold	$V_{OVPUVLO}$	V_{BSTMON} rising	0.384	0.4	0.416	V
Boost Undervoltage-Detection Delay	$OVPUVLO_BLK$			10		μs
Boost Undervoltage-Blanking Time		After soft-start, $fast_ss = 1$	26.28	28.46	30.74	ms
		After soft-startup, $fast_ss = 0$	49	53.25	57.5	
TEMP PIN						
TEMP Pin Voltage	V_{TEMP}	$I_{TEMP} = -10\mu A$	380	400	420	mV
TEMP to IOUT_ Gain				0.667		$\%/\mu A$
TEMP Pin Disable Threshold				0.5		V
TEMP Pin Leakage Current		$+25^{\circ}C$		0.05	1	μA
TEMP Current for LED Current Disable	I_{TEMPD}		80	120	160	μA
PROGRAMMING VOLTAGE						
V_{PROG} Voltage			8.2	8.5	8.8	V
V_{PROG} Voltage Undervoltage Threshold		V_{PROG} rising		8	8.2	V
V_{PROG} Voltage Overvoltage Threshold		V_{PROG} falling	8.8	9		V
V_{PROG} Input Current		During NV programming, $T_A = +25^{\circ}C$		9	25	mA
NV Programming Time				16	20	ms
LOGIC INPUTS AND OUTPUTS (EN, SCL, SDA, DIM, ADD, MODE, PFO)						
Digital Inputs Logic-High	V_{IH}		1.25			V
Digital Inputs Logic-Low	V_{IL}				0.5	V
Digital Inputs Hysteresis	V_{HYS}			300		mV
EN Input Pull-Down Resistor			100	165		k Ω
EN Blanking Time	T_{EN_BLK}			10		μs
DIM Pullup Current	I_{DIM}	$V_{DIM} = 0V$		5		μA
ADD and MODE Pull-up Current	I_{ADD_MODE}	$V_{ADD} = V_{MODE} = 0V$		2		μA
SCL Input Current	I_{SCL}	$V_{SCL} = +5V$			+1	μA
PFO, FLTB, SDA Output Low Voltage	V_{OL_OUT}	$I_{FLTB} = I_{SDA} = I_{PFO} = 5mA$			0.4	V
PFO, FLTB, SDA Output Leakage Current	I_{OUT_LEAK}	$V_{EN} = 0V, V_{FLTB} = V_{SDA} = V_{PFO} = 5.5V$			+1	μA

電气的特性（続き）

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $V_{BATT} = 12V$ 、標準動作回路、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は $T_A = +25^{\circ}C$ での値。)
(Note 1)

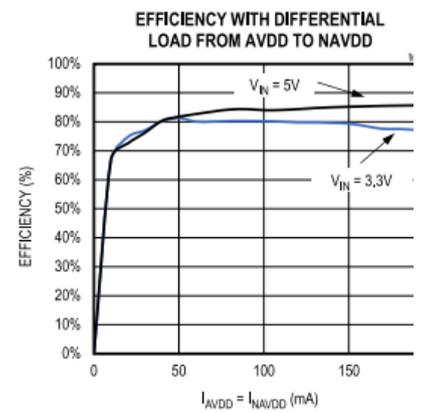
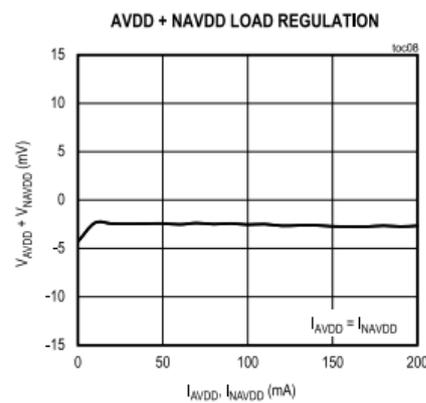
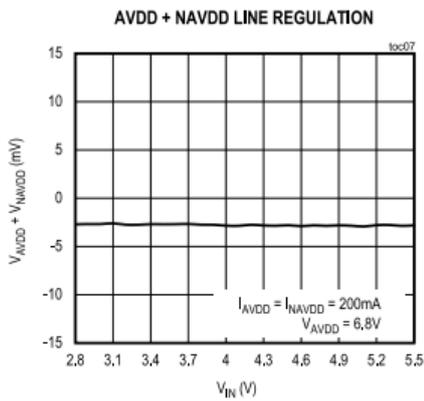
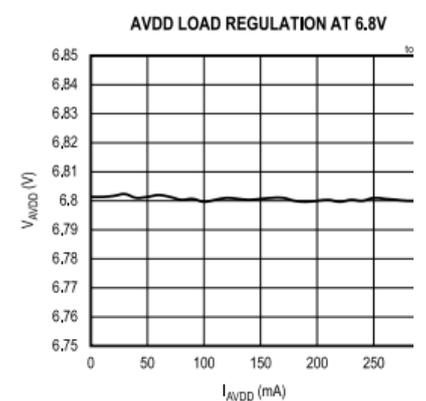
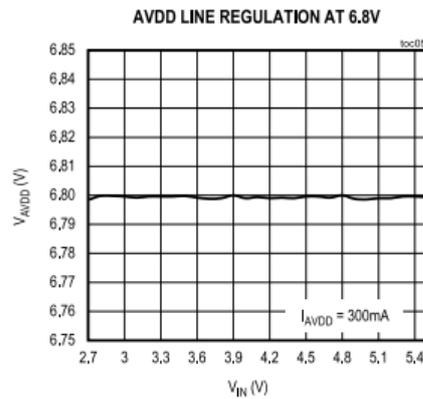
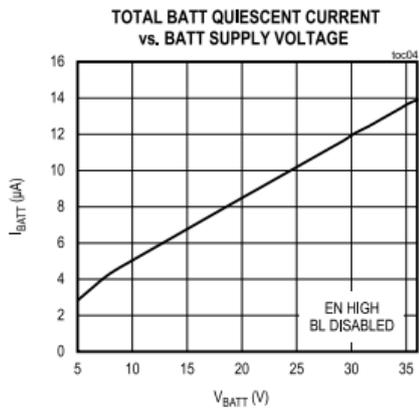
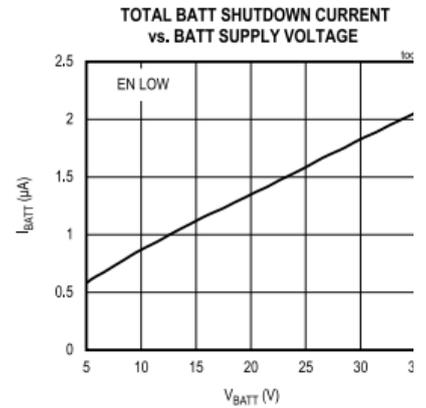
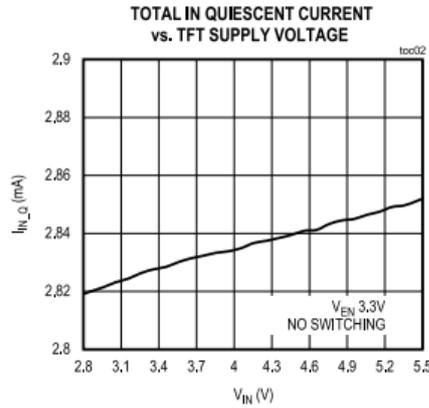
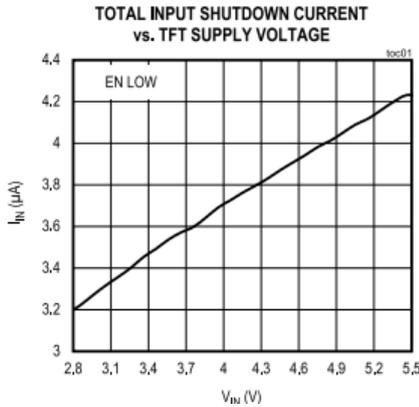
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
THERMAL WARNING/SHUTDOWN						
Thermal-Warning Threshold, TFT Section	T_{WARN_TFT}	Temperature rising		125		$^{\circ}C$
Thermal-Warning Threshold, Backlight Section	T_{WARN_BL}			125		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Threshold, TFT Section	T_{SHDN_TFT}	Temperature rising		165		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Threshold, Backlight Section	T_{SHDN_BL}	Temperature rising		160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis	T_{SHDN_HYS}			17		$^{\circ}C$
ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER						
ADC Measurement Resolution	ADC_{BIT}	(Note 2)		8		bits
Total Measurement Error, Current	$E_{ADC_{OUT}}$	150mA setting	-8		+8	mA
Total Measurement Error, BSTMON	$E_{ADC_{BSTMON}}$	$V_{BSTMON} = 0.9V$	-70		70	mV
ADC Gain Error	ADC_{GAIN}	150mA setting	-4		+4	%
ADC Offset Error	ADC_{OFF}	150mA setting	-4		+4	LSB
Measurement Resolution, Current	LSB_{OUT}			0.64		mA
Measurement Resolution, BSTMON	LSB_{BSTMON}			3.9216		mV
I ² C INTERFACE						
Clock Frequency	f_{SCL}				0.4	MHz
Hold Time (Repeated) START	$t_{HD:STA}$		600			ns
SCL Low Time	t_{LOW}		1300			ns
SCL High Time	t_{HIGH}		600			ns
Setup Time (Repeated) START	$t_{SU:STA}$		600			ns
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$		0			ns
Data Setup Time	$t_{SU:DAT}$		100			ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$		600			ns
Spike Suppression				50		ns

Note 1: 制限値は $T_A = +25^{\circ}C$ および $T_A = +125^{\circ}C$ で全てテストしています。動作温度範囲および関連する電源電圧範囲全体での制限値は、設計と特性評価により裏付けられています。

Note 2: 設計により裏付けられています。出荷テストの対象外です。

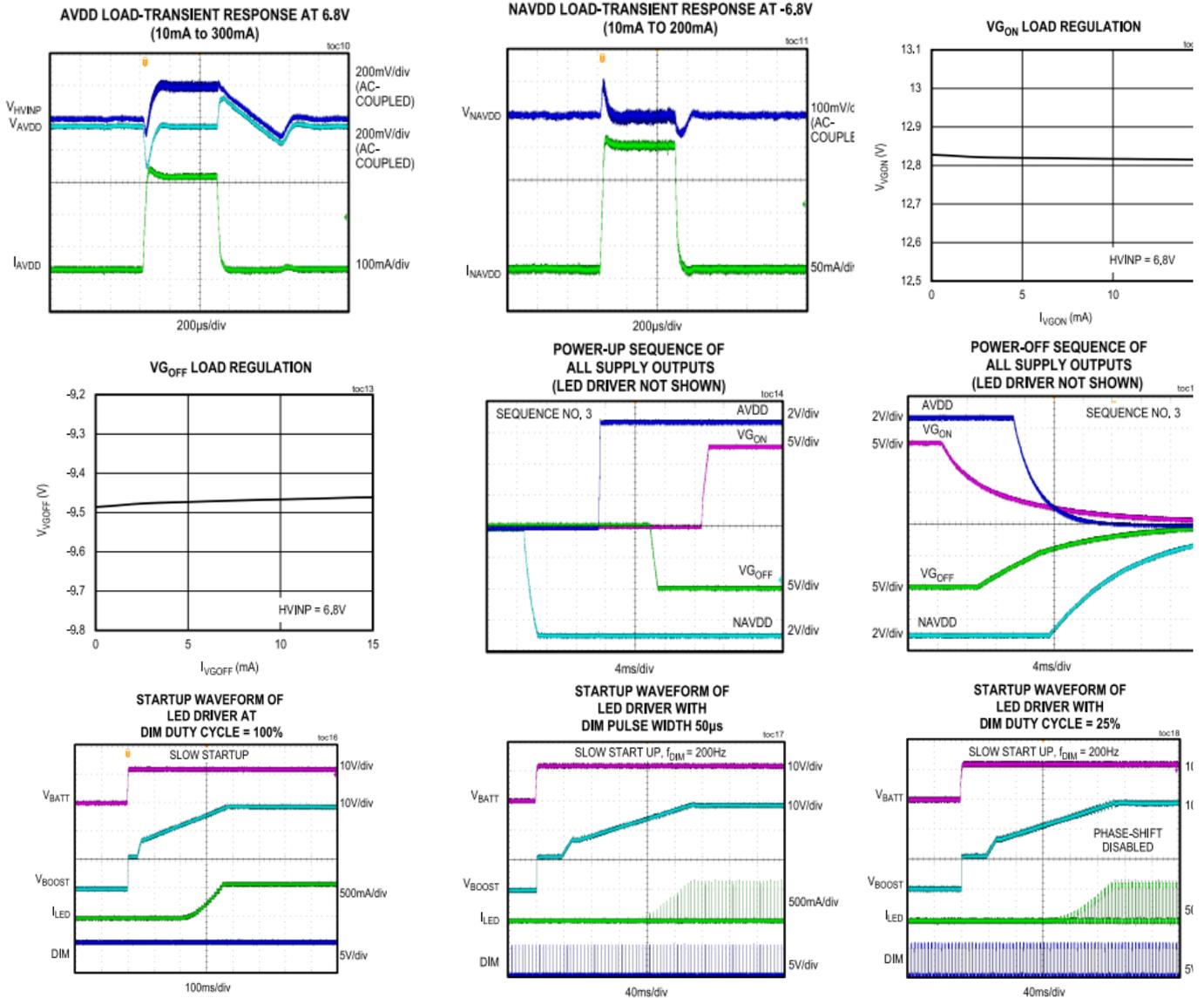
標準動作特性

(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{INN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{BATT} = 12\text{V}$ 、 $f_{DIM} = 200\text{Hz}$)



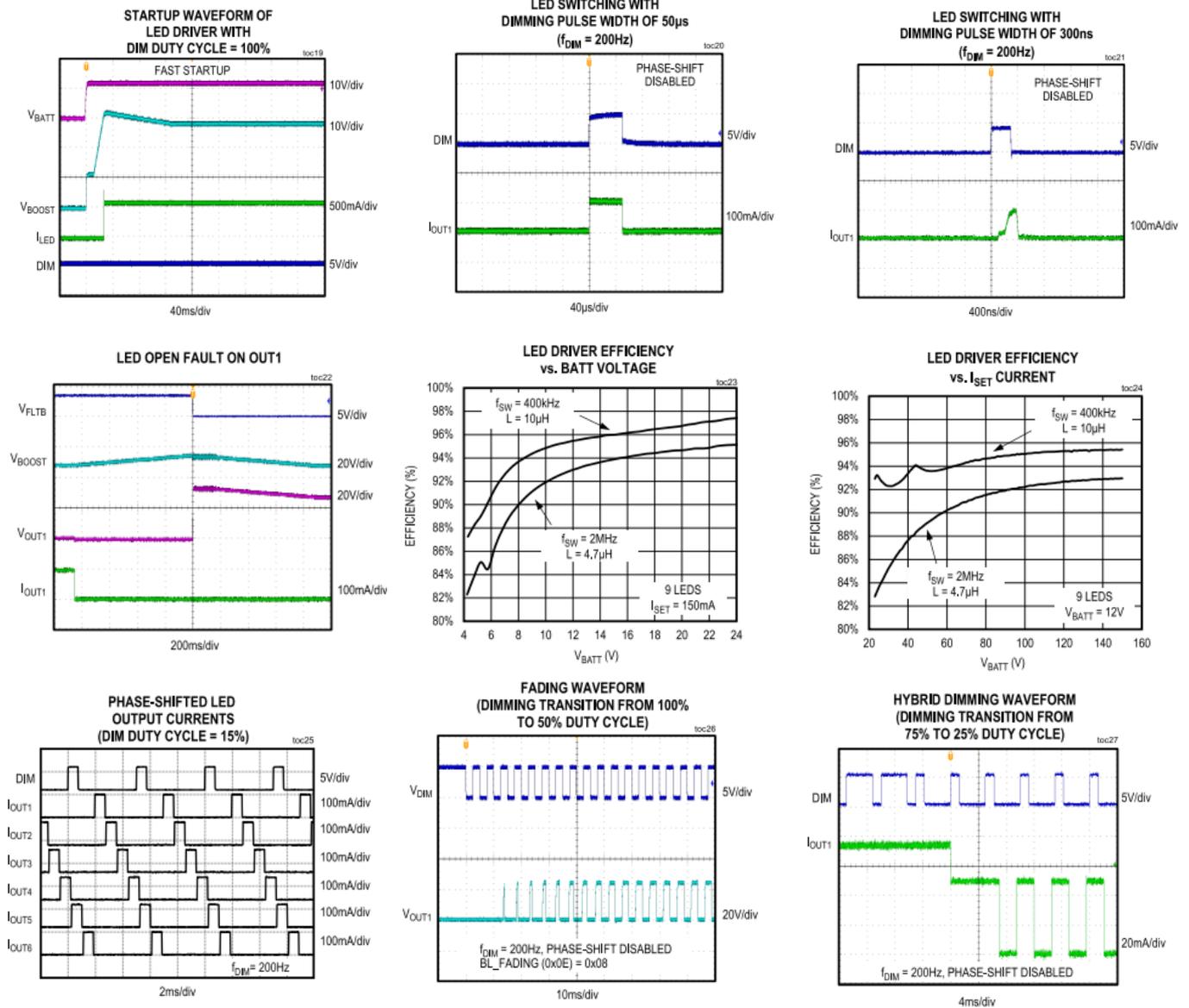
標準動作特性（続き）

(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{INN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{BATT} = 12\text{V}$ 、 $f_{DIM} = 200\text{Hz}$)



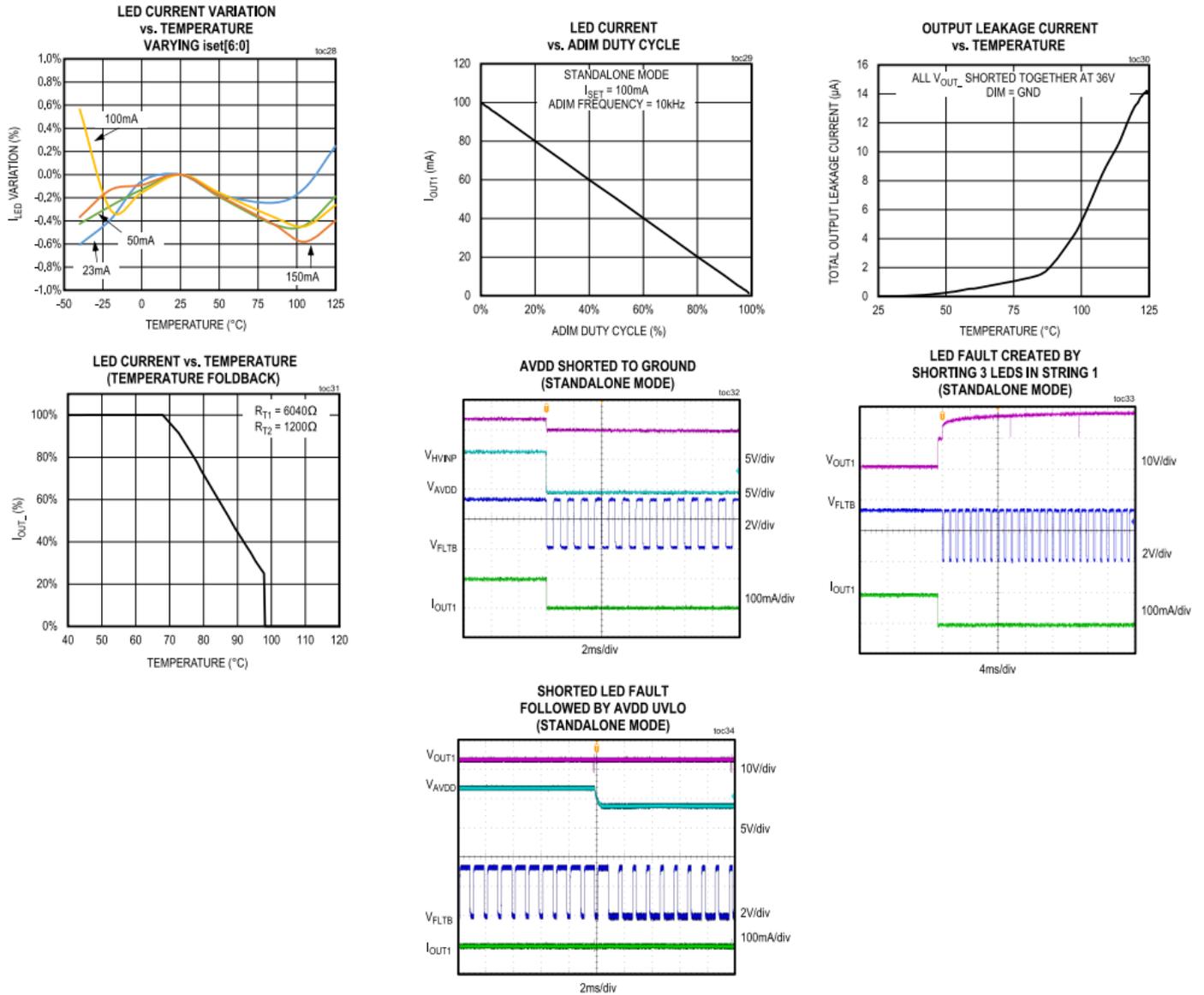
標準動作特性 (続き)

(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{INN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{BATT} = 12\text{V}$ 、 $f_{DIM} = 200\text{Hz}$)

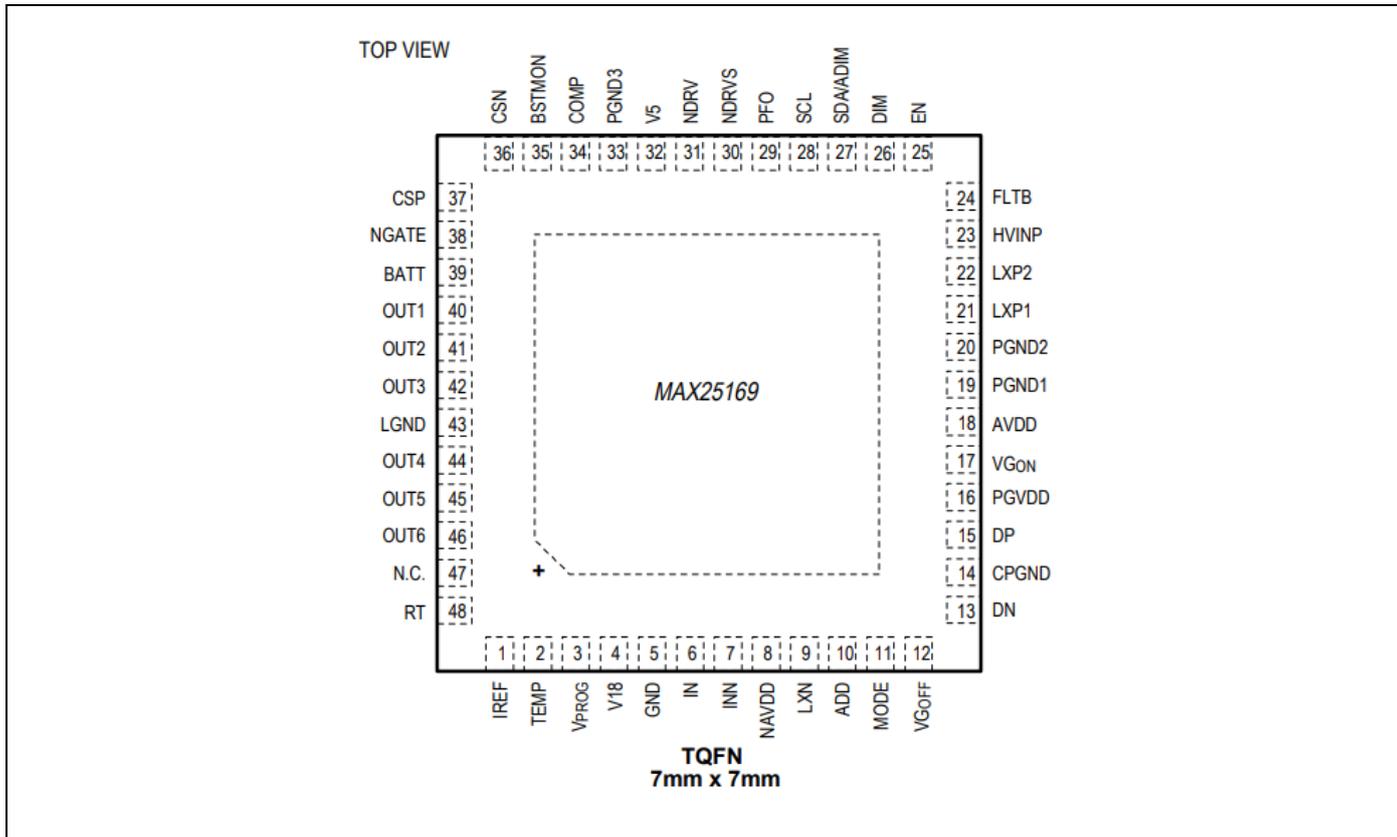


標準動作特性 (続き)

(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = V_{INN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{BATT} = 12\text{V}$ 、 $f_{DIM} = 200\text{Hz}$)



ピン配置



端子説明

ピン	名称	説明
1	IREF	リファレンス電流設定ピン。IREFとGNDの間に22kΩの1%抵抗を接続します。
2	TEMP	温度センサー入力。高温時にLED電流の削減を行うためには、NTC温度センサー（例：NTCLE100E3103G）をGNDに接続し、NTCとTEMP間およびNTCとV18間に抵抗を接続します。
3	V _{PROG}	プログラミング電圧。不揮発性レジスタのプログラミング時には、このピンに8.5Vの電圧を印加します。通常動作時は、このピンは抵抗を介してGNDに接続します。
4	V18	内蔵1.8Vレギュレータの出力。V18とGNDの間に1μFと22nFのコンデンサを並列に接続し、更に100nFのコンデンサをV18ピンとGNDピンの近くに追加します。
5	GND	グランド接続
6	IN	電源入力。INとGNDの間に10μFのセラミックコンデンサを1つ以上接続します。
7	INN	昇降圧コンバータの入力。INNとGNDの間に10μFのセラミックコンデンサを接続します。
8	NAVDD	負のソースドライバ出力電圧
9	LXN	DC/DC反転コンバータのインダクタ/ダイオード接続
10	ADD	デバイスのアドレス選択ピン。GNDまたはV18に接続することで、デバイスのPCアドレスを選択できます。表5を参照してください。ADDにはV18へのプルアップが内蔵されています。
11	MODE	モードセクタピン。このピンをADDと併用することで、PCインタフェースの動作モードと、それが使用されているかどうかを判定できます。表3を参照してください。MODEにはV18へのプルアップが内蔵されています。

端子説明（続き）

ピン	名称	説明
12	VG _{OFF}	負出力チャージポンプブロックの出力。負出力チャージポンプの出力に直結することで、VG _{OFF} とGNDの間に接続された内部スイッチを介してVG _{OFF} の放電を容易に行うことができます。VG _{OFF} はレギュレータの帰還ピンにもなります。
13	DN	負出力チャージポンプ用のレギュレーションされたチャージポンプドライバ。外付けのフライングコンデンサに接続します。
14	CPGND	チャージポンプのグラウンド。
15	DP	正出力チャージポンプ用のレギュレーションされたチャージポンプドライバ。外付けのフライングコンデンサに接続します。
16	PGVDD	正出力チャージポンプ用に切り替えられたHVINP電圧。VG _{ON} 出力のソフトスタート制御を行います。PGVDDは1μFのセラミックコンデンサを用いてGNDにバイパスします。
17	VG _{ON}	正出力チャージポンプブロックの出力。VG _{ON} は正出力チャージポンプの出力に直結することで、VG _{ON} とGNDの間に接続された内部スイッチを介してVG _{ON} の放電を容易に行うことができます。VG _{ON} はレギュレータの帰還ピンにもなります。
18	AVDD	正のソースドライバ出力電圧。AVDDはコンデンサを用いてGNDにバイパスします。
19	PGND1	電源グラウンド接続。
20	PGND2	電源グラウンド接続。
21	LXP1	昇圧HVINPコンバータのスイッチングノード接続。LXP1は外付けのインダクタおよび整流ダイオードに接続します。
22	LXP2	昇圧HVINPコンバータのスイッチングノード接続。LXP2は外付けのインダクタおよび整流ダイオードに接続します。
23	HVINP	AVDD、PGVDD、チャージポンプ用の昇圧出力および入力
24	FLT _B	アクティブローのオープンドレインのフォルト通知出力。FLT _B と5V未満の外部電源との間に外部プルアップ抵抗を接続します。
25	EN	イネーブル入力。ENをハイにすると、デバイスが動作可能となります。ENピンがローになると、デバイスは低自己消費電流のシャットダウン状態になります。ENはプルダウン抵抗を内蔵しています。
26	DIM	PWM調光入力。DIMにはV18へのプルアップが内蔵されています。
27	SDA/ADIM	I ² CデータI/O。SDAとシステムのロジック電源の間にプルアップ抵抗を接続します。スタンバイモードの場合、このピンはアナログ調光入力になります（使用しない場合、GNDに接続します）。
28	SCL	I ² Cクロック入力。SCLとシステムのロジック電源の間にプルアップ抵抗を接続します。
29	PFO	オープンドレインのパワーフェール通知ピン。IN電圧がスレッシュホールドを下回ると、PFO出力はローレベルになります。PFOとINの間に外付けのプルアップ抵抗を追加します。
30	NDRV _S	外部MOSFETのゲート用検出接続。NDRV _S は、ゲート抵抗の後のゲートに直接接続します。
31	NDRV	スイッチングnMOSFETゲートドライバの出力。NDRVは外部スイッチングパワーMOSFETのゲートに接続します。通常、小さな抵抗（1Ω～22Ω）をNDRV出力とnMOSFETのゲートの間に配置して、ゲートドライバのスルーレートを減少させ、スイッチングノイズを低減します。
32	V5	NDRVゲートドライバの電圧源となる5Vレギュレータ出力。2.2μFのセラミックコンデンサをV5およびPGND3のできるだけ近くに配置します。
33	PGND3	電源グラウンド接続。
34	COMP	LEDドライバスイッチングコンバータの補償入力。RCネットワークをCOMPとGNDの間に接続してバックライトの昇圧コンバータを補償します（帰還補償のセクションを参照）。
35	BSTMON	LEDドライバ出力電圧検出入力。この電圧は過電圧と低電圧の保護に使用します。
36	CSN	LEDドライバMOSFETの負の電流検出接続。このピンはCOMPピンに接続された補償ネットワークのGND側に直接接続します。

端子説明（続き）

ピン	名称	説明
37	CSP	LEDドライバMOSFETの正の電流検出接続。MOSFETのソースとPGNDの間に検出抵抗を接続し、更に、MOSFETのソースとCSPの間に抵抗を接続して、勾配補償を設定します（ 電流検出抵抗と勾配補償 のセクションを参照）。
38	NGATE	内部チャージポンプで駆動される外部直列nMOSFETへのゲート接続
39	BATT	LEDドライバ電源入力。BATTは4.5V～36Vの電源に接続します。BATTはセラミックコンデンサを使用してグラウンドにバイパスします。
40	OUT1	LEDストリング1のカソード接続
41	OUT2	LEDストリング2のカソード接続。OUT2を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
42	OUT3	LEDストリング3のカソード接続。OUT3を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
43	LGND	LEDグラウンド接続。
44	OUT4	LEDストリング4のカソード接続。OUT4を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
45	OUT5	LEDストリング5のカソード接続。OUT4を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
46	OUT6	LEDストリング6のカソード接続。OUT4を使用しない場合は、9.1kΩを用いてグラウンドに接続します。
47	N.C.	内部接続なし。
48	RT	バックライト昇圧コンバータ用の周波数設定抵抗
-	EP	露出パッド。最大限の熱放散を実現するには、切れ目のない大面積の銅グラウンドプレーンに接続します。EPを唯一の電気的グラウンド接続として使用しないでください。

詳細

MAX25169は、自動車用TFT LCDアプリケーション向けの高集積TFT電源およびLEDバックライトドライバICです。このICには、1つの昇圧コンバータ、1つの反転昇降圧コンバータ、2つのゲートドライバ電源、およびディスプレイバックライトの1~6のLEDストリングに給電できる昇圧/SEPICコントローラが内蔵されています。デバイス設定は全て、内蔵の不揮発性メモリに格納できます。

ソースドライバ電源は、昇圧コンバータと反転昇降圧コンバータで構成され、+18Vから-10.5Vまでの電圧を生成できます。正出力のソースドライバは、13.5Vで最大300mAを供給でき、負出力のソースドライバは200mAを供給できます。正出力ソースドライバ電源のレギュレーション電圧 (V_{AVDD}) はI²Cで設定できます。負出力ソースドライバ電源の電圧 (V_{NAVDD}) は常に厳格に $-V_{AVDD}$ にレギュレーションされます。ソースドライバ電源は、2.65V~5.5Vの入力電圧範囲で動作します。

ゲートドライバ電源はレギュレーションされたチャージポンプで構成され、これらのチャージポンプは+31.5V~-18Vの電圧を生成し、それぞれ最大15mAの電流を供給できます。

このICは、最大6ストリングのLEDに対してストリング当り150mA (最大) の電流を供給できる、入力スイッチ制御 (NGATE) 付き6ストリングLED用ドライバを備えています。ロジック制御およびI²C制御のパルス幅変調 (PWM) 調光機能が内蔵されており、最小パルス幅は300nsと短く、また、LEDストリングの位相を互いにシフトできるオプションが備わっています。位相シフトが有効化されている場合、各ストリングが別々の時間にオンとなるため、入出力のリプルや可聴ノイズを低減できます。位相シフトを無効化すると、各電流シンクが同時にオンになり、電流シンクの並列接続が可能となります。

全電力ドメインの起動およびシャットダウンシーケンスは、不揮発性メモリの設定を用いて選択可能な8つのプリセットモードのいずれかを用いて制御されます。HVINP以外のレギュレータがイネーブルされると、HVINP昇圧コンバータは自動的にイネーブルされます (それ以前にアクティブになっていない場合)。この場合、2番目のレギュレータは、HVINPのソフトスタートが完了するとイネーブルされます。

電源電圧

INの電圧はデバイスの主電源電圧です。内蔵レギュレータはINの電圧から1.8V電源を引き出し、この1.8V電源が内部回路のほとんどに電力を供給します。デバイスが動作するためには、INの電圧が V_{IN_UVLO} より高いことが必要です。更に、デバイスが機能するためには、V18が V_{V18_UVLO} より高いことが必要です。INの電圧が V_{PFO} 未満に低下した場合は、V18電源が低電圧ロックアウトレベルになるまでPFO出力がローにアサートします。INがENに直接接続されていると、起動時に vin_uvlo フォルトが検出される可能性があります。これを回避するには、INとENの間の抵抗とENとGNDの間のコンデンサで構成される、時定数が10ms以上のフィルタを配置します。

BATTピンの電圧は、NGATE駆動用出力のリファレンスです。バックライトセクションが機能するには、BATTの電圧が V_{BATT_UVR} を上回っていることが必要です ($V5$ が V_{VCC_UVLOR} を超えていることも必要です)。ひとたびバックライトブロックが動作すれば、BATT電圧は V_{BATT_UVF} まで低下しても動作を維持できます ($V5$ は常時 V_{VCC_UVLOF} より高い電圧を維持する必要があります)。外部昇圧MOSFETの駆動用出力 (NDRV) は、V5の電圧 (公称5V) から給電されます。V5はHVINP電圧から引き出されます。HVINPの電圧が5Vより低い場合には、V5レギュレータはドロップアウト状態になり、NDRV出力は5Vに達しません。

PFO出力

PFOは、INピンが V_{PFO_F} のスレッショルド未満であることを通知するオープンドレイン出力です。この状態になるとPFO出力はローにアサートします。

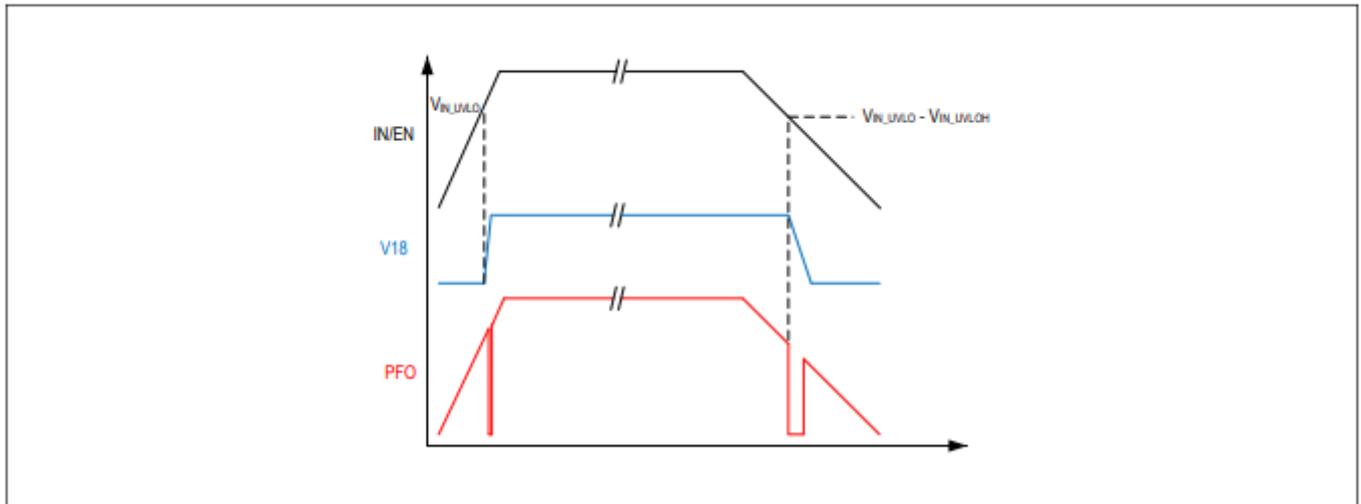


図 1. PFO波形

PFO出力のスレッシュホールドは、SEQレジスタ（アドレス0x09）のpfo_thビットを用いて選択できます。このビットは、不揮発性メモリに格納することもできます。スレッシュホールドの公称値は次のとおりです。

表 1. PFO スレッシュホールド

SETTING OF pfo_th BIT	PFO FALLING THRESHOLD
0 (default)	2.5V
1	2.4V

TFT電源セクション

ソースドライバ電源

ソースドライバ電源は、出力スイッチ付き昇圧コンバータ（HVINPで出力）と反転昇降圧コンバータで構成され、次の2通りの方法のどちらかで使用できます。

- 昇圧コンバータのみまたはユニポーラモード：この場合、昇圧コンバータの出力電圧範囲は11.7V～18Vで、VG_{ON}の範囲は12.6V～31.5Vです。反転コンバータは使用しません。このモードを使用するには、レジスタTFT_CONFIGのdis_navddビットを1にセットします。このモードでは、LXNとNAVDDの外付け部品は不要で、INNはINに接続する必要があります。
- バイポーラモード：このモードでは、どちらのコンバータも動作し、反転コンバータの出力電圧は昇圧コンバータの出力電圧に追従します。V_{NAVDD}をV_{AVDD}と独立に調整することはできません。このモードでは、昇圧コンバータの出力電圧範囲は4.9V～10.5Vで、VG_{ON}の範囲は8.4V～21Vです。このモードがデフォルトの動作モードです（dis_navdd = 0）。

AVDDスイッチ

シーケンシングを容易なものにするために、AVDDの電流制限されたスイッチによってHVINP昇圧コンバータの出力をAVDDのコンデンサに接続します。AVDD出力がオンになると、スイッチの電流制限は最終値まで8段階で増加します。最大電流制限値に達するまでの合計時間は、SEQレジスタのtstart[1:0]フィールドで設定されたHVINPソフトスタート時間の半分です。これにより、AVDD起動時のHVINP電圧の急激な低下やINからの入力電流のサージを回避できます。

ゲートドライバ電源

正出力ゲートドライバ電源（VG_{ON}）は最大+31.5Vの正電圧を生成し、負出力ゲートドライバ電源（VG_{OFF}）は最小-18Vの負電圧を生成します。どちらもトリプラ/ダブラのインバータ構成で最大15mAの電流を出力できます。VG_{ON}とVG_{OFF}のレギュレーション電圧は、VG_{ON}レジスタのvgon[5:0]フィールドおよびVG_{OFF}レジスタのvgoff[5:0]フィールドに書き込むことで、独立に設定できます。VG_{ON}電圧は、TFT_CONFIGレジスタ（アドレス0x07）のdis_navddビットの設定にも依存する点に注意してください。

シーケンシング

STARTレジスタのstartビットが1にセットされている場合、出力はseq_setビットでプログラムされたシーケンスで有効化されます。ENピンがハイになるとデバイスが自動でパワーアップするよう、startビットを1に設定しnv_start不揮発性ビットに格納できます。この設定は、シーケンスの実行前に書き込むことが必要で、ターンオンシーケンス時とターンオフシーケンス時には変更できません。シーケンスのオプションは次のとおりです。

表 2. シーケンシング

SEQUENCE NO.	SEQUENCE SET BITS			POWER-ON				POWER-OFF (REVERSE-ORDER OF POWER-ON)			
	seq_set2	seq_set1	seq_set0	1st	2nd after t1 ms	3rd after t2 ms	4th after t3 ms	1st	2nd after t3 ms	3rd after t2 ms	4th after t1 ms
1	0	0	0	AVDD	NAVDD	VG _{OFF}	VG _{ON}	VG _{ON}	VG _{OFF}	NAVDD	AVDD
2	0	0	1	AVDD	NAVDD	VG _{ON}	VG _{OFF}	VG _{OFF}	VG _{ON}	NAVDD	AVDD
3 (default)	0	1	0	NAVDD	AVDD	VG _{OFF}	VG _{ON}	VG _{ON}	VG _{OFF}	AVDD	NAVDD
4	0	1	1	NAVDD	AVDD	VG _{ON}	VG _{OFF}	VG _{OFF}	VG _{ON}	AVDD	NAVDD
5	1	0	0	NAVDD	VG _{OFF}	AVDD	VG _{ON}	VG _{ON}	AVDD	VG _{OFF}	NAVDD
6	1	0	1	VG _{OFF}	VG _{ON}	NAVDD	AVDD	AVDD	NAVDD	VG _{ON}	VG _{OFF}
7	1	1	0	AVDD/ NAVDD	VG _{OFF}	VG _{ON}	—	VG _{ON}	VG _{OFF}	AVDD/ NAVDD	—
8	1	1	1	AVDD/ NAVDD	VG _{ON}	VG _{OFF}	—	VG _{OFF}	VG _{ON}	AVDD/ NAVDD	—

dis_navddが1にセットされNAVDD出力が無効化されている場合、表2のNAVDDのスロットは出力がオンにならないままとなります。

表2に記載されている時間は、DELAYレジスタ（アドレス0x08）のdelayt1、delayt2、delayt3の各設定により決まります。最も起動が速いのは、これらの遅延を0に設定した場合です。全てのTFT出力が各パワーグッドレベルを超えると、バックライトブロックがオンになります。

出力電圧はオフシーケンス時にはモニタされません。各出力は、図2に示すように、設定された遅延時間で順次オフになります。各遅延時間が0に設定されている場合、出力は1msの遅延でシーケンスに従いオフになります。シーケンスは、burn_otp_regレジスタに書き込むことで不揮発性メモリに格納できます。

パワーダウンがENピンを用いて行われる場合、V18リニア電圧レギュレータはパワーダウンシーケンスの終了後200msでパワーダウンします。この時間が経過すると、デバイスはシャットダウンモードになり、EN入力をハイに設定することで再始動できます。STARTビットをローにすることで出力をオフにした場合は、V18はオンのままです。

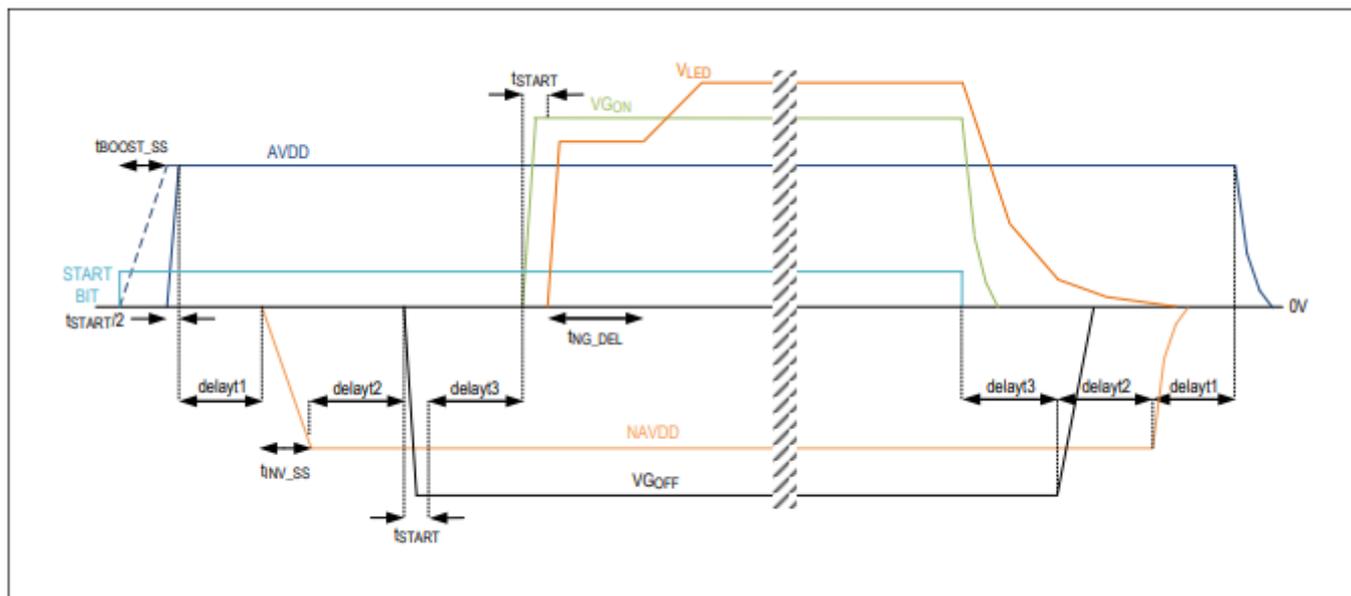


図 2. 出力のシーケンシング

LEDドライバの概要

このICは、高性能バックライトドライバを実現するのに必要な全ての機能を搭載した高効率で高輝度のLEDドライバも内蔵しており、自動車用アプリケーションや汎用アプリケーションで用いられる中～大画面ディスプレイのLEDに給電できます。自動車用アプリケーションで最大40Vのロードダンプ電圧保護が可能であり、昇圧またはSEPICタイプのスイッチドモード電源を可能にするピーク電流モード制御を備えたDC/DCコントローラと、チャンネル当り23mA～150mAの定電流シンク能力のある6チャンネルLEDドライバの、2つの主要ブロックを内蔵しています。

このICには勾配補償をプログラム可能な固定周波数のピーク電流モード制御機能があり、PWMコントローラのデューティサイクルを制御できます。コントローラを用いて動作するDC/DCコンバータは、幅広い入力電源範囲からLEDストリングに必要な電源電圧を生成します。DC/DCコンバータ出力と6チャンネル定電流シンクドライバ (OUT1～OUT6) の間にLEDストリングを接続すると、LEDストリングを通じて電流を制御できます。6本のLEDストリング全てのLED電流は、ISETレジスタ (アドレス0x0A) のiset[6:0]フィールドに書き込むことで設定できます。

このICには、LEDストリングの順方向電圧に応じてコンバータ出力電圧を調整する、適応型の電圧制御機能があります。この機能は、定電流シンクドライバ間の電圧降下を最小限に抑え、デバイスの消費電力を削減します。バックライト昇圧コンバータと電流シンクは、TFTバイアスセクションの全シーケンスが終了するとイネーブルされます。

このICは、調光周波数が200Hz (調光パルス幅は300nsの狭さ) で非常に広いPWM調光範囲 (16,666:1) を実現します。内部調光信号は、DIM信号または位相シフト調光ロジックから供給されます。LEDストリングの位相シフトを無効化するには、BL_CONFIG1レジスタ (アドレス0x0B) のpsenビットに書き込みを行います。

その他の優れた機能として、開放LEDストリング、部分的または完全な短絡ストリング、および不使用ストリングの検出とストリングの切り離しも可能です。開放LED状態が生じた場合、過電圧保護機能により、BSTMON電圧およびそれに対応してコンバータの出力電圧がクランプされます。

短絡LEDストリングのスレッシュホールドは、BL_CONFIG2レジスタ (アドレス0x0C) のslidet[1:0]フィールドを用いて設定できます。

FLTb信号は、ローにアサートすることで開放LED、短絡LED、過熱の各状態を通知します (各状態がマスクされていない場合)。

個々の電流シンクチャンネルをディスエーブルするには、(OUT6を最初として) 対応するOUT_とLGND_を9.1kΩの抵抗を介して接続します。この場合、FLTbはディスエーブルされたチャンネルについては開放LED状態の通知は行いません。

低電圧ロックアウト

WLEDセクションには、BATTの入力電圧とV5の内部LDOレギュレータの出力をモニタする2つのUVLOがあります。バックライト昇圧

コンバータがアクティブになるのは、BATTとV5の両方がそれぞれのUVLOスレッシュホールドを超過した場合のみです。

低電圧動作

昇圧コンバータのソフトスタートが完了した後、MAX25169は3Vという低いBATT電圧で動作を続けます。

入力電圧が非常に低い場合、昇圧コンバータの効率は低下し、その結果、入力電流が非常に高いレベルに達する可能性があります。BATT電圧がV_{BATT_LVF}未満になると、昇圧コンバータの電流制限は自動的にV_{CSP_LV}に増加し、スイッチング周波数は1.35MHzより高い場合には低下します。このモードでは、標準的な電流制限値を4連続サイクル超過すると、100msタイマが起動し、この時間が経過すると電流制限値は元の値に戻ります。入力電圧がV_{BATT_LVR}より高い値に戻ると、通常のスイッチング周波数での動作が再開します。

外部昇圧コンバータ部品は最も厳しい場合を想定して選択する必要があります。代替策は、低入力電圧時には出力電力を低減することです。

BATTの電圧が低電圧ロックアウトレベル (V_{BATT_UVF}) 未満になった場合は常に、昇圧コンバータはディスエーブルになります。

発振器周波数/外部同期

内部発振器の周波数は、RTピンとGNDの間に接続したタイミング抵抗 (R_{RT}) を用いて400kHz~2.2MHzの範囲で設定できます。目的のスイッチング周波数 (f_{sw}) に対するR_{RT}の値を計算するには、次式を用います。

$$R_{RT} = \frac{26400000}{f_{sw}} - 0.32$$

ここでR_{RT}の単位はkΩ、f_{sw}の単位はHzです。RT抵抗の値があまりに低い場合、あるいはRTピンがGNDに短絡している場合、昇圧コンバータは起動せず、FLT_Bピンがローになり、BL_DIAGレジスタのrtoorビットがセットされます。

発振器を外部クロックに同期させる場合は、外部クロックをRT入力にAC結合します。AC結合に用いるコンデンサの値は、C_{SYNC} = 10pFで、外部クロックのデューティサイクルは50%とする必要があります。コンバータを同期させる場合、起動時には同期信号をRTピンに印加しないでください。RT抵抗値のチェックが失敗する原因となる可能性があるためです。

低入力電圧でスイッチング周波数が1.35MHzを超えている場合、スイッチング周波数は自動的に1.35MHzに低下し、高デューティサイクル動作を可能にして出力電圧のレギュレーションを維持します。これは、デバイスが外部周波数に同期している場合は当てはまりません。

スペクトラム拡散変調

このICには、スイッチング周波数とその高調波でのピーク電磁場干渉 (EMI) を低減する、スペクトラム拡散モードがあります。スペクトラム拡散は、BL_CONFIG2レジスタ (アドレス0x0C) のbl_ss_offビットを使って有効化/無効化できます。

スペクトラム拡散は、スイッチング周波数がRTとGND間に外付けした抵抗で設定されたスイッチング周波数の94%~106%または97%~103%の範囲 (BL_CONFIG2のbl_sslビットで設定) で変化する、疑似ランダムディザリング手法を用います。スペクトラム拡散を用いると、基本波と各高調波の合計エネルギーがより広い帯域幅に拡散するため、該当周波数でのピークエネルギーは減少します。

外部同期を用いる場合は、スペクトラム拡散は無効化されます。

LEDの順方向電圧

MAX25169が駆動するLEDの順方向電圧は、電流と温度によって変化します。LEDの順方向電圧は電流と共に増加しますが、温度が高くなると減少します。したがってLEDの1ストリングの両端間の最高電圧は、動作温度が最も低い場合に発生します。MAX25169を用いる場合、最も厳しい場合でのデバイスのOUT__{pin}の電圧を含む合計ストリング電圧 (最低動作温度時) は、絶対最大定格である42V未満となるようにする必要があります。通常の動作条件では温度範囲全域において、昇圧出力電圧を36V以下とすることを推奨します。42Vの最大電圧を確保するには、開放LEDの管理および過電圧保護 (OVP) のセクションに記載の手順を用いてBSTMON抵抗分圧器を選択してください。

LED電流制御

このICは、6個の同一の定電流源を用いて複数の高輝度LEDストリングを駆動します。各チャンネルを流れる電流は、ISETレジスタの7ビット値 (iset) を設定することで、23mA～150mAの範囲で調整できます。

複数のチャンネルを並列接続すれば、150mAを超えるストリング電流も可能です。

電流モードDC/DCコントローラ

このICのバックライト昇圧コンバータは、昇圧またはSEPIC構成でLEDを駆動するよう設計された、固定周波数の電流モードコントローラです。このICは、インダクタのピーク電流とLED電流シンク間の電圧をレギュレーションするマルチループ制御機能を備え、消費電力を最小限に抑えています。

プログラマブルな勾配補償機能を用いることで、連続導通モードでデューティサイクルが50%を超える場合に発生する可能性のある、低調波振動を回避できます。

外部nMOSFETは、各スイッチングサイクルの開始時にオンになります。インダクタの電流は直線的に増加し、帰還ループで設定されたピーク電流レベルでオフになります。ピークインダクタ電流は、外部nMOSFETのソースとPGNDの間に接続された電流検出抵抗 (Rcs) の電圧で検知されます。

このICには、立上がりエッジブランキング機能があり、外部nMOSFETのスイッチングノイズを抑制します。PWMコンパレータは、電流検出電圧に勾配補償信号を加えたものをトランスコンダクタンスエラーアンプの出力と比較します。CSの電圧がエラーアンプの出力電圧 (COMPピンでの電圧) を超えると、コントローラは外部nMOSFETをオフにします。このプロセスがスイッチングサイクルごとに繰り返され、ピーク電流モードの制御が行われます。

ピーク電流モード制御ループの他、このICには制御用に2つの帰還ループがあります。コンバータの出力電圧は、BSTMON入力を通じて検知され、これがエラーアンプの反転入力に送られます。

BSTMONのゲイン (Aovp) は、 V_{OUT}/V_{BSTMON} または $(R17 + R16)/R16$ で定義されます (標準アプリケーション回路のセクションを参照)。もう1つの帰還はOUT_の電流シンクから生じます。このループは電流シンクのヘッドルームを制御し、合計消費電力を最小限に抑えると同時に、正確なLED電流マッチングを確保します。それぞれの電流シンクには、下限スレッシュホールドが0.58V、上限スレッシュホールドが0.85Vのウィンドウコンパレータがあります。これらのコンパレータは、アップ/ダウンカウンタを制御するロジックを駆動します。アップ/ダウンカウンタはDIM入力の立下がりエッジごとに更新されて8ビットD/Aコンバータ (DAC) を駆動し、これによってエラーアンプに対するリファレンスが設定されます。システムが定常状態の場合は、全てのアクティブなOUT_ピンの電圧が最小ウィンドウスレッシュホールドを上回っている必要があり、また、少なくとも1つが上限スレッシュホールド未満であることが必要です。

9ビットD/Aコンバータ (DAC)

エラーアンプのリファレンス入力は、9ビットDACで制御されます。DAC出力電圧は起動時に一定の割合で上昇し、ソフトスタートが実施されます (起動シーケンスのセクションを参照)。通常動作時、DACの出力電圧は0.482V～0.996Vの範囲に制限されます。通常動作時にはDAC出力電圧が0.482V以上に制限されているため、出力の過電圧スレッシュホールドは最低LED順方向電圧の2倍未満の値に設定する必要があります。DACのLSBは、次の式に従って最小出力電圧ステップを決定します。

$$V_{STEP_MIN} = V_{DAC_LSB} \times A_{OVP}$$

ここで、 V_{STEP_MIN} は最小出力電圧ステップ、 V_{DAC_LSB} は1.95mV (代表値)、 A_{ovp} はBSTMON抵抗分圧器のゲインです。

起動シーケンス

WLEDセクションの起動シーケンスは、以降のセクションに示す3つの段階で構成されています。全体的な起動時間は、BL_CONFIG1レジスタのfast_ssビットを用いて選択できます。ソフトスタート終了時 (ステージ2終了時) の昇圧出力電圧は、低速起動モードと高速起動モードで異なります。

ステージ1

TFTシーケンスの完了後、V5とBATTの電圧がそれぞれの低電圧スレッシュホールドを超えていれば、コントローラは外部nMOSFET用のチャージポンプを起動します。チャージポンプの出力電流は外部nMOSFETのゲートを充電し、このMOSFETをオンにします。2msの時間が経過すると起動ステージ2が開始します。NGATEを使用しない場合は、BL_DISレジスタ (アドレス0x0D) のcp_disビットをセットしてNGATEチャージポンプをディスエーブルします。

ステージ2

NGATEの外部MOSFETがイネーブルされた後、ICはパワーアップのチェックを開始します。このチェックでは、不使用ストリング検出、

OUT_地絡検出、RTピン開放/短絡検出、IREF短絡検出が行われます。損傷の可能性を避けるため、いずれかのOUT_で地絡が検出された場合にはコンバータは起動しません。

不使用が検出された電流シンクはディスエーブルされ、通常動作時に誤ってフォルトをフラグ通知するのを防止します。これらのチェックを行った後、コンバータは動作を開始し、出力電圧が上昇を始めます。エラーアンプに対するDACリファレンスは、BSTMONピンが0.48V（または高速起動モードの場合は0.88V）に達するまで段階的に増加します。

このステージの所要時間は、約50ms（高速起動モードでは22ms）に固定されています。

ステージ3

3つめのステージは2つ目のステージが終了すると開始され、DIM入力がハイになります。ステージ3の間、OUT_の最低電圧がウィンドウコンパレータ制限値である0.58V（代表値）～0.85V（代表値）の範囲内になるまで、コンバータの出力が調整されます。この出力の上昇も、エラーアンプにリファレンスを提供するDACによって制御されます。DACの出力はDIM入力の立上がりエッジごとに更新されます。DIM入力のデューティサイクルが100%の場合（DIM=ハイ）は、DAC出力は10msごとに更新されます。

低速起動モードでのソフトスタートの合計時間は、次式で計算できます。

$$t_{SS} = 50ms + \frac{V_{LED} + 0.875 - (0.48 \times A_{OVP})}{f_{DIM} \times 0.01 \times A_{OVP}}$$

ここで、 t_{SS} は合計ソフトスタート時間、50msはステージ1で要する固定時間、 V_{LED} はLEDストリングの合計順方向電圧、0.715Vはウィンドウコンパレータの中央値、 A_{OVP} is the gain of the OVP resistor-divider、 f_{DIM} は調光周波数（DIM入力のデューティサイクルが100%の場合は100Hzを使用）、0.01VはDACのクロックサイクルごとの最大電圧ステップです。

高速起動モード（BL_CONFIG1（0x0B）レジスタのfast_ssビットを1にセット）では、次式を用いる必要があります。

$$t_{SS} = 22ms + 0.88 \times \frac{A_{OVP} - (V_{LED} + 0.875)}{f_{DIM} \times 0.01 \times A_{OVP}}$$

バックライト昇圧の起動

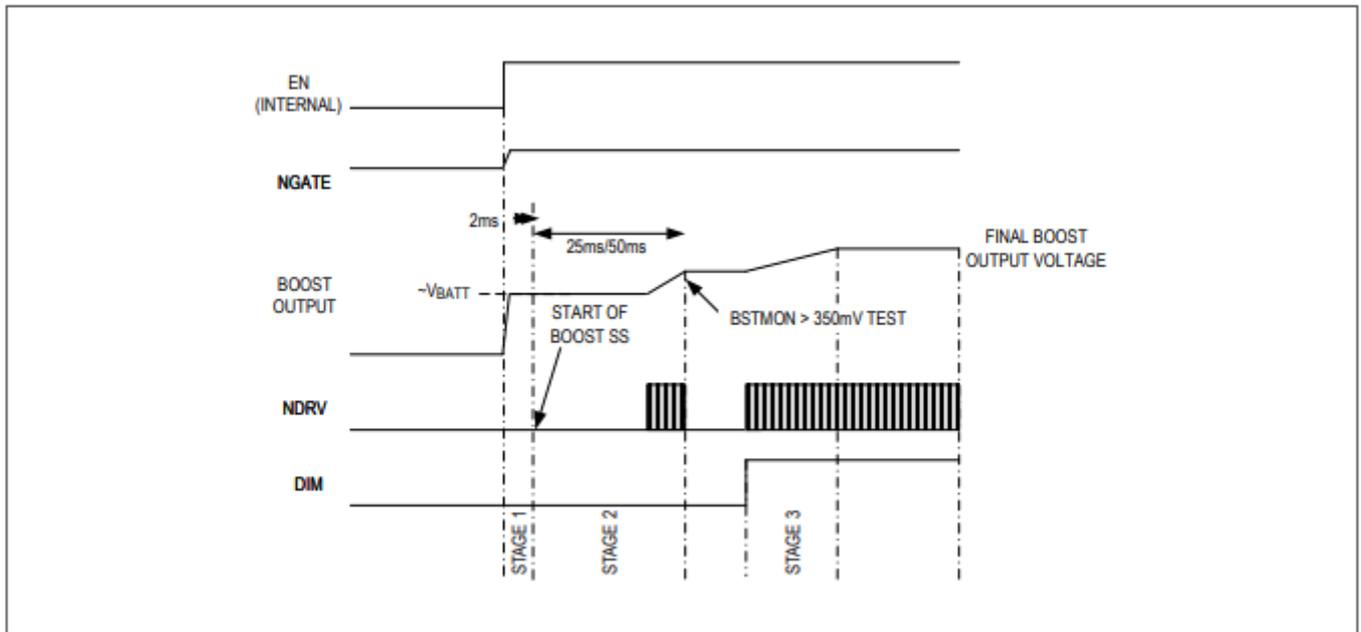


図 3. バックライト昇圧の起動

開放LEDの管理および過電圧保護 (OVP)

パワーアップすると、ICは使用していない電流シンクチャンネルを検出してこれを切り離してから、DC/DCコンバータのソフトスタートを開始します。これにより、不使用チャンネルに対してFLT_B出力がアサートされるのを防止できます。ソフトスタート後、ICは開放ストリングを検出し、それらを内蔵の最低OUT_電圧検出器から切り離します。これにより、DC/DCコンバータの出力電圧を安全限界内に保持し、高効率を維持できます。

LEDストリングが開放の場合、開放となっているOUT_の電圧はGNDになります。その後、DC/DCコンバータの出力電圧は、コンバータ出力、BSTMON入力、GNDの間に接続された分圧器で設定される過電圧保護スレッシュホールド (PWMコントローラがオフに切り替わりNDRVをローに保持するスレッシュホールド) まで増加します。この時点で、V_{OUT_} < 250mV (代表値) である電流シンク出力は全て、最低電圧検出器から切り離されます。次式に従って、V_{OUT_OVP} (昇圧コンバータが生成できる最大電圧となります) を選択します。

$$V_{OUT_OVP} > 1.1 \times (V_{LED_MAX} + 1)$$

ここで、V_{LED_MAX}は予想される最大LEDストリング電圧です。V_{OUT_OVP}は、OUT_ピンが絶対最大定格を超えることないように選択する必要があります。

BSTMONの抵抗分圧器の上側抵抗 (R17) は次式を用いて選択できます。

$$R17 = R16 \times \left(\frac{V_{OUT_OVP}}{0.95} - 1 \right)$$

ここで、0.95VはBSTMONの代表的なスレッシュホールドです。次式をチェックしてBSTMONピンの最低電圧が常に0.4Vより大きくなるようにし、昇圧コンバータが低電圧のためにラッチオフすることのないようにしてください。

$$(V_{LED_MIN} + 0.55) \times \frac{R16}{R16 + R17} > 0.4V$$

ここで、V_{LED_MIN}は最も厳しい場合の最低LEDストリング電圧です。

開放LED状態が生じると、FLT_Bがローにアサートされ、フォルトの生じたチャンネルに対応するビットが1にセットされます。

開放チャンネルがない状態で昇圧電圧がBSTMON過電圧スレッシュホールドに達すると、コンバータは直ちにディスエーブルされ、BSTMON電圧が50mV分低下するとスイッチングを再開します。この状態では、昇圧コンバータの出力電圧は、動作にヒステリシスがあるため三角形状となり、BL_DIAGレジスタのbstovビットがセットされます。

短絡LED検出

このICはOUT_の立下がりエッジで短絡LEDをチェックします。OUT_の電圧がBL_CONFIG2レジスタのslidet[1:0]フィールドを用いて設定された値より大きい場合に、LEDの短絡がOUT_で検知されます。いずれかのストリングで短絡が検出されると、短絡したLEDストリングは切り離され、DIMの後続のいずれかの立下がりエッジで短絡が解消されたことをデバイスが検知するまで、FLT_B出力フラグがアサートされます (フォルトがマスクされていない場合)。短絡LED検出は、低調光モードでは無効化されます。DIM入力がハイに接続されている場合、短絡LED検出は連続して実行されます。

短絡LED検出は、アクティブなOUT_チャンネルが全てレジスタBL_CONFIG2 (アドレス0x0C) のSLDET[1:0]ビットで設定されたスレッシュホールドを超えた場合にも、無効化されます。こうした状況が発生するのは昇圧コンバータアプリケーションにおいて、バッテリーのロードダンプ時のように、入力電圧が合計LEDストリング電圧降下よりも大きくなる場合です。短絡LEDフォルトがロードダンプの間に発生した場合、ロードダンプが終了し最低OUT_電圧が2.028V未満になるまで、フォルトフラグはアサートされません。短絡LEDの検出後にロードダンプが生じた場合、ロードダンプが終了し最低OUT_電圧が2.028V未満になるまで、フォルトフラグはデアサートされ、ロードダンプが終了し最低OUT_電圧が2.028Vに達すると再度アサートされます。

調光

調光は、DIMピンに印加された外部PWM信号を用いるか、TON_レジスタに書き込みを行うことで実行できます。DIMピンの信号は、位相シフトが無効化されている場合を除き20MHzの内部クロックでサンプリングされます。また位相シフトが無効化されている場合はDIM信号が直接OUT_を制御します。

低調光モード

ICの動作は非常に狭い調光パルスで変化し、LEDの一貫性のある調光応答が確保されています。調光のオン時間が50μs (代表値) より短い場合、デバイスは低調光モードになります。この状態では、コンバータは連続的にスイッチングを行い、LED短絡検出は無効化されま

す。DIM入力が51 μ s（代表値）より長くなると、デバイスは通常動作モードに戻り、短絡LED検出が有効化され、パワーFETのスイッチングは有効な調光信号がハイの場合にのみ行われます。

位相シフト調光

レジスタBL_CONFIG1（アドレス0x0B）のpsenビットがセットされていると、LEDストリングの位相シフトが可能になります。これを行うため、DIM信号は20MHzクロックにより内部でサンプリングされます。デバイスはストリング間の位相シフトを、イネーブルされているストリング数に応じた値に自動で設定します。

位相シフトが有効化されている場合、サンプリングされたDIM入力を用いて、位相シフトしたLEDストリングごとに別々に調光信号が生成されます。DIM信号を取得する分解能は、DIM入力周波数が高いほど低下します。そのため、調光周波数は100Hz～3kHzの範囲とすることを推奨します。ただし、調光周波数をこれより高くすることは技術的には可能です。ストリング間の位相シフトは次式で定まりません。

$$\Theta = 360 n$$

ここで、nは使用する合計ストリング数、 Θ は度単位の位相シフト量です。位相シフトを有効化した場合のタイミング図の例については、[図4](#)を参照してください。

位相シフトが無効化されている場合は、全てのストリングが同時にオン/オフします。複数の電流シンクが並列に接続されている場合は、位相シフトを無効化する必要があります。

通常動作時にフォルトが検出され、あるストリングがディスエーブルされた場合は、位相シフトはその新しい状況に応じて調整されます。

使用していないストリングをディスエーブルする場合は、番号の大きいOUT_電流シンクからディスエーブルしてください。

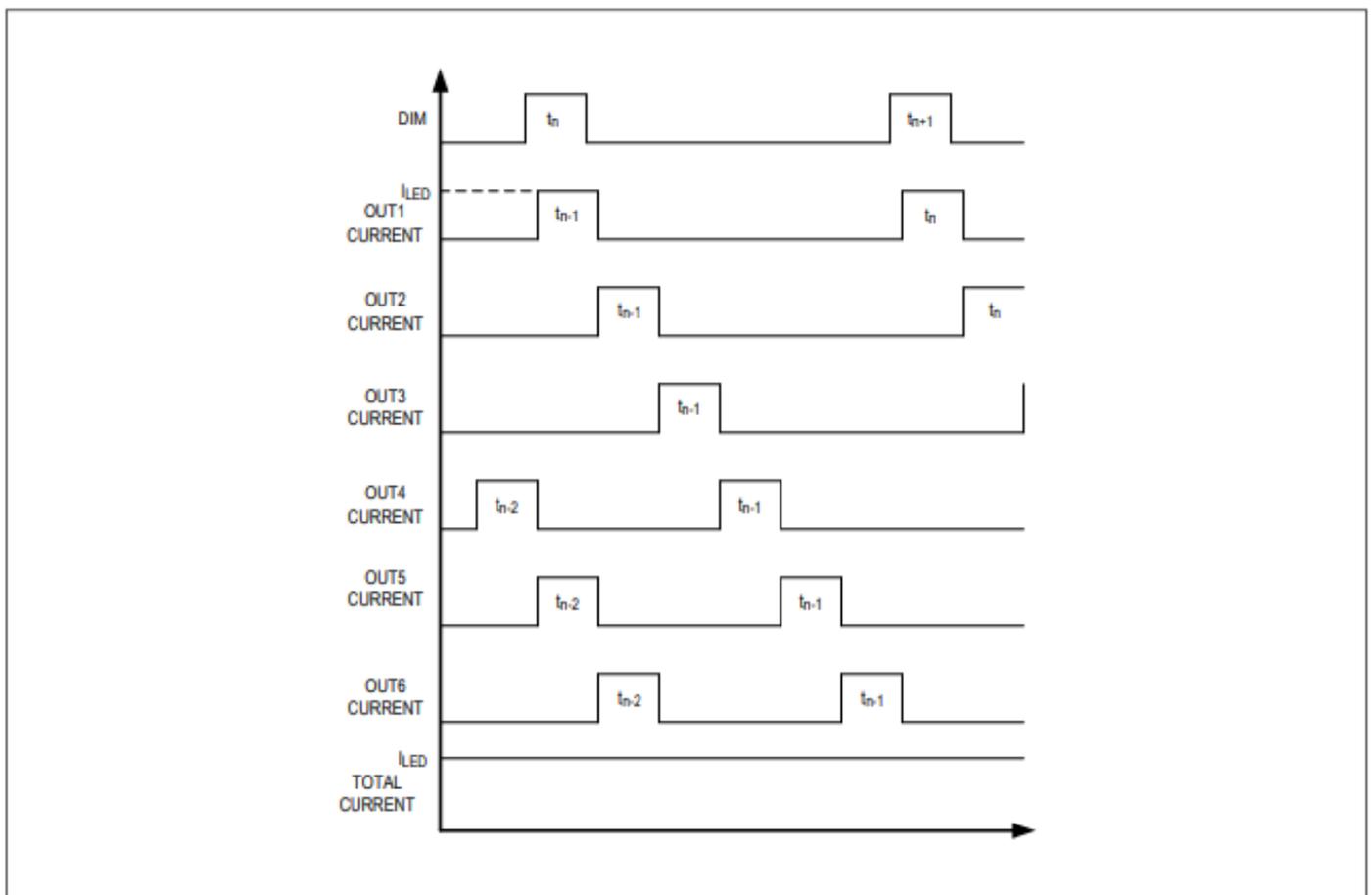


図 4. 位相シフト後の出力

調光時の自動フェードイン/フェードアウト

このデバイスは、BL_FADINGレジスタのFADE_IN_OUTビットを1にセットすることで、DIM入力のデューティサイクルまたはTON_設定が突然変化した場合でも、輝度を滑らかに変化させるよう設定できます。

このフェード機能を用いる場合は、デューティサイクル100%の直前や直後にDIM周波数を一定に保つことが重要です。これは、誤った周波数測定が行われフェードイン/フェードアウトの速度が変動することを回避するために必要です。

調光変化のステップサイズは、FADE_GAINビットの設定に応じ、6.25%または12.5%です。合計変化時間はTDIMフィールドに0~5の値を書き込むことで設定できます。この設定により、更新速度は2^{TDIM}ごとに1回となります。この変化時間は、次式に示すように最初と最後の調光値に依存します。

$$t = \frac{1}{f_{DIM}} \times 2^{TDIM} \times \frac{\ln(DIM_F) - \ln(DIM_i)}{FADE_GAIN}$$

ここで、f_{DIM}は調光周波数、TDIMはTDIMレジスタの設定値、DIM_Fは最終調光設定値、DIM_iは初期調光設定値、FADE_GAINは0.0625または0.125です。この式で、DIM_FはDIM_iより大きいことが必要です。フェーディング関数は対称で、最終調光比が初期調光比より低い場合には値を入れ替えることができます。

フェーディングを有効化して100%調光に移行する場合、フェーディングの100%への移行が全て完了するまで入力調光を100%から変更しないでください。

起動時にフェードインが有効化されている場合、デバイスは0から目的の調光レベルまで滑らかに変化します。startビットがローになっている場合やENピンがグラウンドに設定されている場合は、フェードアウトは実行されません。

ストリングの個別ディスエーブル

使用しないLEDストリングをディスエーブルするには、9.1kΩの抵抗を介して不使用のOUT_をグラウンドに接続するか、BL_DISレジスタ（アドレス0x0D）の対応するDIS_ビットを1にセットしてから、startビットをセットします。バックライト昇圧の起動時、デバイスはOUT_ピンを通じて60μA（代表値）の電流を供給し、対応する電圧を測定します。ストリングを適切にディスエーブルするためには、このチェック時にOUT_電圧の測定値が270mV~775mVの範囲になることが必要です。OUT_の地絡チェックの最大スレッショルドは270mVで、不使用ストリング検出の最小スレッショルドは775mVです。

注：不使用ストリングをディスエーブルする場合、番号の最も大きい電流シンクから始めてください（つまり、2つのストリングをディスエーブルする必要がある場合、OUT6とその次のチャンネルをディスエーブルしてください。2つのストリングを無作為にディスエーブルすることはできません）。通常動作では、対応するTON_設定を0に変更することでストリングを選択的にオフにできます。これは、内部調光を使用している場合（DIM入力ピンを使用していない場合）のみ可能です。

ハイブリッド調光

ハイブリッド調光を有効化するには、レジスタBL_CONFIG1（アドレス0x0B）のhdimビットをセットします。ハイブリッド調光が有効化されている場合、ADIMピンはデバイス動作には影響しません。ハイブリッド調光モードでは、調光デューティサイクルを100%から減少させると共に電流を減らすことで、外部LEDの調光を開始します（図5参照）。hdim_thr[1:0]ビットで設定されたクロスオーバーレベルで、調光はPWM調光に遷移し、LED電流はチョッピングされます。dim_extビットに応じてデバイスは次のどちらかの方法で機能します。

- (dim_ext = 1) DIM ピンのデューティサイクルを測定し、それを LED 電流値と PWM 設定値を組み合わせたものに変換します。
- (dim_ext = 0) TON1 レジスタの 18 ビット値を読み出し、それを LED 電流値と PWM 設定値を組み合わせたものに変換します。

図6に、位相シフトを有効化した標準調光とハイブリッド調光の違いを示します。

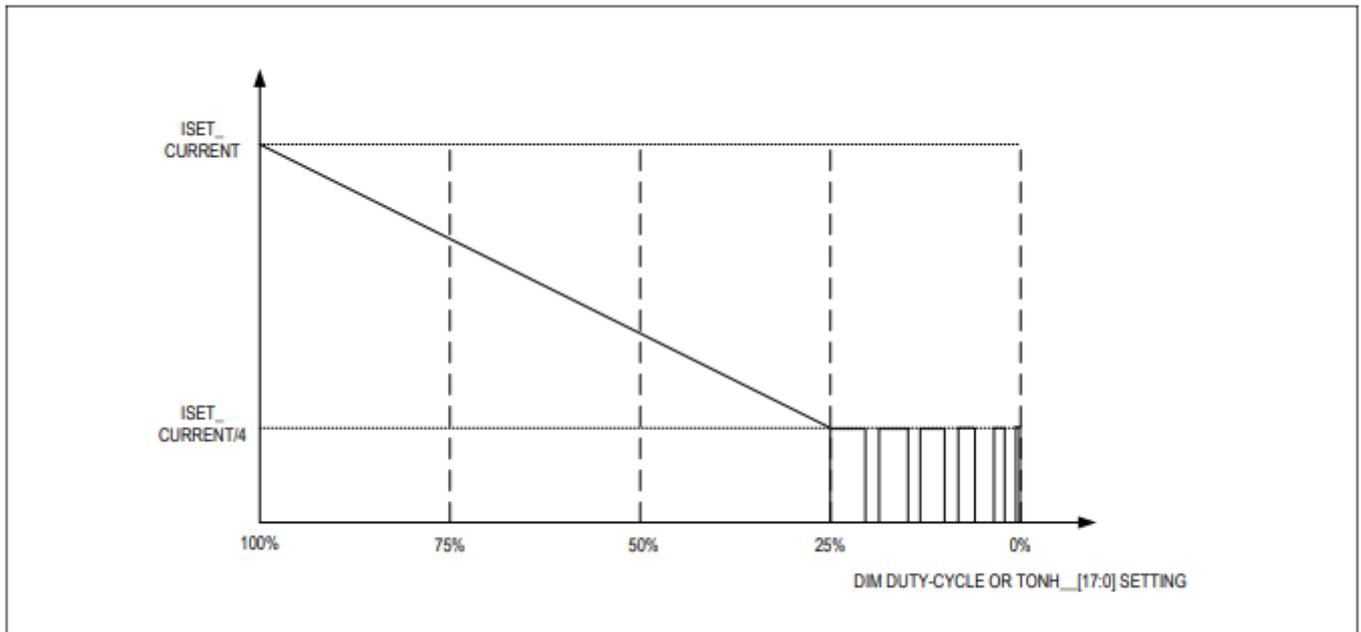


図 5. hdim_thr[1:0] = 10 (25%) の場合のハイブリッド調光

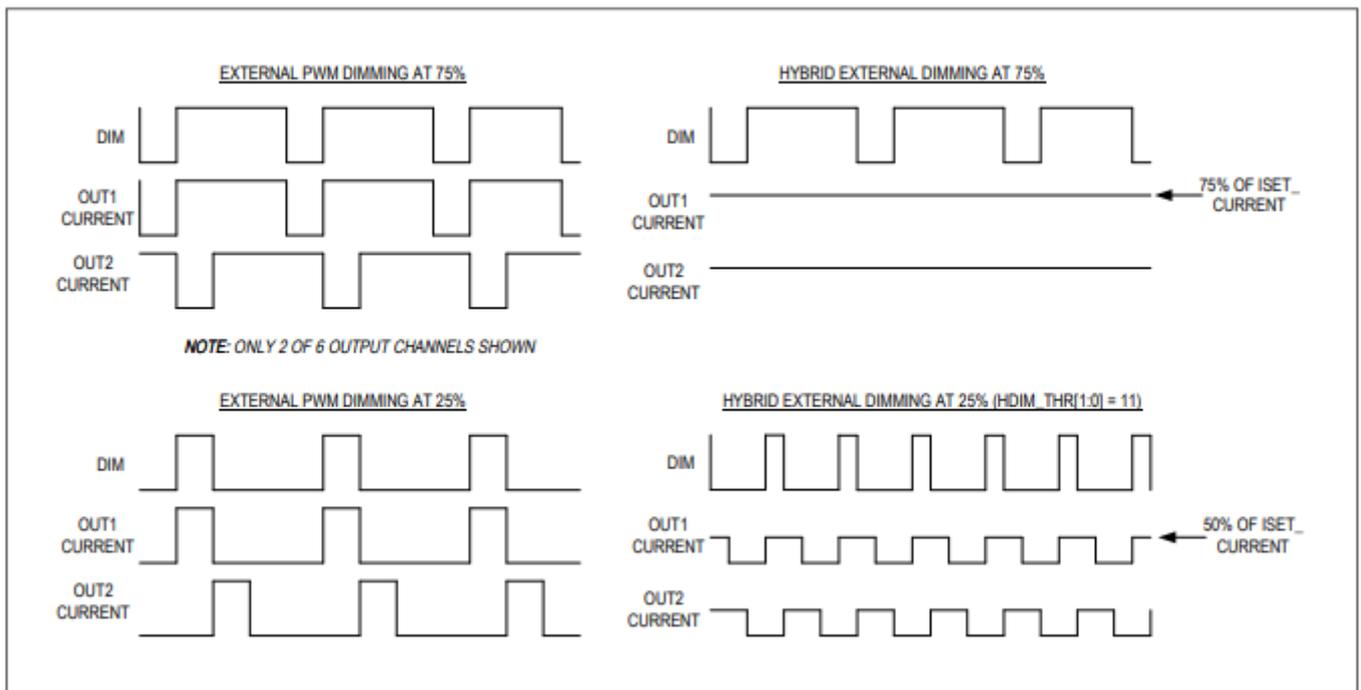


図 6. ハイブリッド調光の動作モード

温度フォールドバック

NTC温度センサーをGNDとV18電源に接続した抵抗 (RT1) の間に接続し、更に、このNTCとRT1の接続部とTEMPピンの間に別の抵抗 (RT2) を接続すると、温度フォールドバックを実行できます。温度がT1 (RT1で設定) に達すると、LEDの電流は図7に示すように直線的に減少します。この電流減少の勾配はRT2で設定されます。MAX25169は、特にNTCLE100E3103Gまたはこれと同等のNTCデバイスを

用いるよう設計されています。表3に、特定のT1とT_{DELTA}の値を得るためのRT1とRT2の値の例を示します。

表3. 温度フォールドバック例

RT1	RT2	T1	T _{DELTA}
6.04kΩ	1.2kΩ	70°C	30°C
6.04kΩ	2kΩ	70°C	50°C

温度がT1になると、レジスタDIAG_REGのOTWビットがアサートされます。温度がT_{OFF}になると、LED電流はオフになり、bL_{ot}ビットがハイにセットされ、FLTBピンがローにアサートされます。

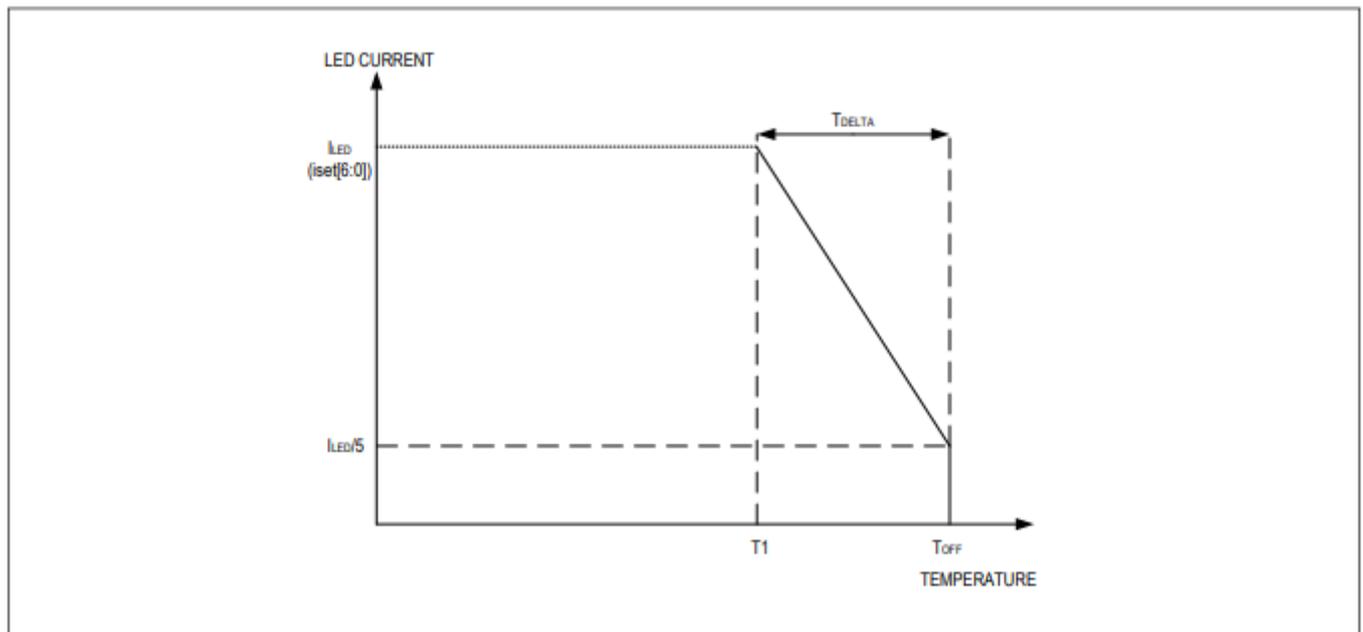


図7. 温度フォールドバックのグラフ

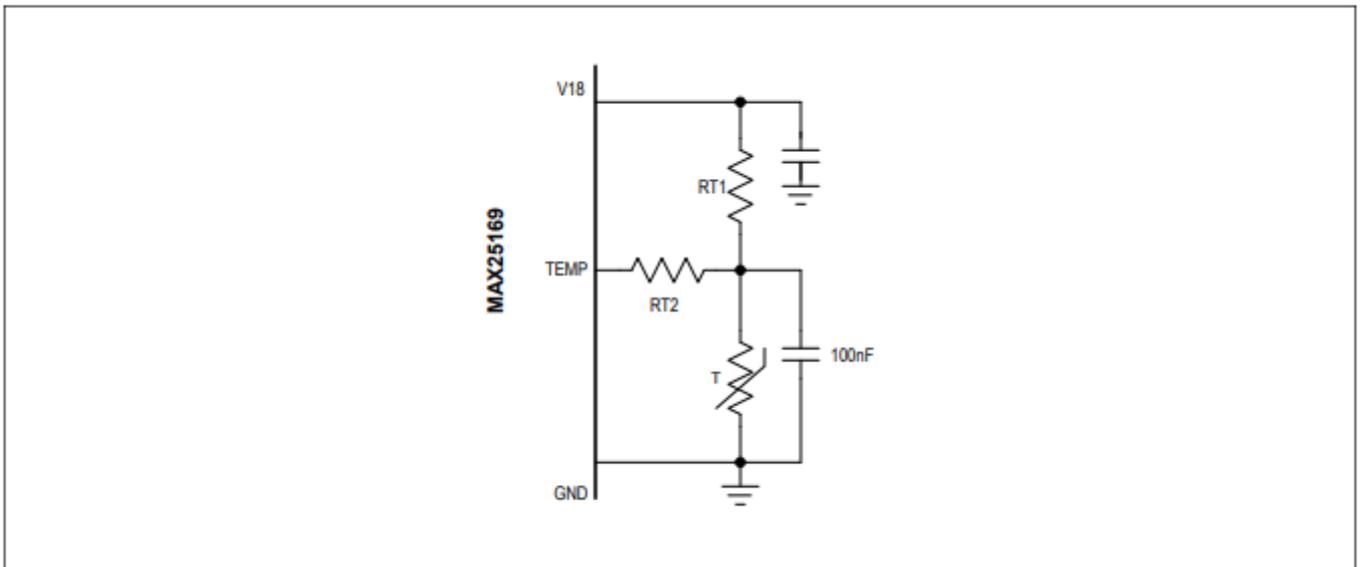


図 8. TEMPの外付け回路

フォルト保護

MAX25169には堅牢なフォルト保護機能と過負荷保護機能があります。VG_{OFF}、NAVDD、AVDD、VG_{ON}のいずれかの出力が目的のレギュレーション電圧の85%（代表値）を15ms（代表値）以上下回る場合、または、いずれかの出力で短絡状態がわずかの時間でも発生した場合、全ての出力がラッチオフされフォルト状態がセットされます。バックライトセクションには包括的な診断機能とフォルトの信号通知機能もあります。

どちらのデバイスセクション（TFTおよびバックライト）にも、サーマルフォルト検出とサーマル警告機能があります。TFTが過熱状態になるとデバイス全体がディスエーブルされますが、バックライトセクションで過熱状態が発生した場合はそのセクションのみがディスエーブルされます。

サーマルフォルトは、ダイ温度が17°C低下するとクリアされます。

フォルトが検出されると、オープンドレインのFLTB出力はフォルトがマスクされている場合を除きローになります。FLTB出力ピンは、アクティブラーのオープンドレイン出力で、様々なデバイスフォルトの通知信号を発するために用いられます。FLTB出力は、以下に示す状態の一部または全てをフラグ通知します。

TFTセクション：

- HVINP、AVDD、NAVDD、VGONまたはVGOFFの低電圧フォルト
- HVINP、AVDD、NAVDD、VGONまたはVGOFFの過電圧フォルト
- TFT バイアスセクションのサーマル警告
- TFT バイアスセクションのサーマルシャットダウン

バックライトセクション：

- いずれかの OUT_ピンの開放フォルト
- いずれかの OUT_ピンの短絡LED フォルト
- いずれかの OUT_の地絡
- LED 昇圧コンバータの低電圧
- IREF 抵抗の地絡
- RT 抵抗が範囲外
- NTC フォルト
- V5 電源が範囲外
- BATT の低電圧
- バックライトセクションのサーマル警告
- バックライトセクションのサーマルシャットダウン

更に、次の一般的なフォルトの通知信号が發せられます。

- I²Cのパリティエラー
- INピンの低電圧
- 不揮発性メモリフォルト
- 冗長リファレンスとの比較に基づくバンドギャップ範囲外フォルト
- 内部発振器故障
- V18が範囲外

上記条件の一部は、TFTMASK1、TFTMASK2、BL_MASKの各レジスタの対応するマスクビットを用いて、FLT Bがローにならないようマスクすることができます。

スタンダアロンモードでは、flt_b_modeビットが0の場合、以下の方法でFLT Bピンのデューティサイクルがフォルトのタイプを示します。

- FLT Bが連続的にロー：いずれかのブロックのサーマルシャットダウンフォルト、INの低電圧、不揮発性メモリフォルト、クロックエラー、またはV18が範囲外
- FLT Bのデューティサイクルが25%：LEDおよびTFTの両セクションでフォルト発生
- FLT Bのデューティサイクルが50%：TFTセクションでフォルト発生
- FLT Bのデューティサイクルが75%：LEDセクションでフォルト発生

このリストは優先度順に並んでおり、FLT Bが連続的にローの場合が最優先となります。

ASIL Bの機能

デバイスのTFTセクションには次の診断機能が備わっています。

- 全出力のOV/UV
- OV/UVコンパレータ用冗長リファレンス。2つのバンドギャップの違いが非常に大きい場合、HVINPで低電圧フォルト信号および過電圧フォルト信号が同時に発せられます。

バックライトセクションには次の診断機能があります。

- 各OUT_ピンの電流とBSTMON電圧を測定するA/Dコンバータ(ADC)
- V5電源での過電圧検出

次の機能は両機能ブロックに共通です。

- PCB開放またはスタックフォルトを検出するFLT B診断機能
- 内部発振器用モニタ
- I²Cトランザクション：オプションのパリティチェック

A/Dコンバータ(ADC)

ADCを用いて、各ストリングの電流およびBSTMONピンの電圧を測定しています。

CONVERTレジスタ(0x01)のconvertビットを1にセットすると変換サイクルが開始されます。サイクルが終了すると、変換ビットが0にリセットされてサイクルの終了を通知すると共に、IOUT1~IOUT6およびVBSTMONの各レジスタには更新された値が格納されます。電流測定のスケーリング値は、22kΩのIREF抵抗を用いて160mA(分解能0.64mA)となっています。これより大きな値はフルスケール(0xFF)として読み出されます。電流測定は低調光モードとなっているチャンネルに対しては行われません。これは、変換を行う前にlo_dim_ビットを読み出すことで確認できます。低調光モードのチャンネルに変換が試みられた場合は、返される電流値が0x00となります。同様に、ディスエーブルされたチャンネル、開放回路チャンネル、短絡LED状態のチャンネルでもゼロ電流が読み出されます。

BSTMONピンの電圧変換のスケーリング値は1Vで、分解能は3.92mVです。

変換完了までの時間は、位相シフトが有効となっているかどうかによって異なります。位相シフトが有効となっている場合、変換完了までに最長で2調光サイクルを要する場合があります。位相シフトが無効な場合は、1調光サイクルが最長の遅延です(変換はDIMサイクルの最初から始まり、50μs以内に終了します)。

シリアルインタフェース

MAX25169 ICは、シリアルデータライン(SDA)とシリアルクロックライン(SCL)からなるI²C 2線式シリアルインタフェースを備えています。SDAとSCLにより、ICとコントローラ間の通信を最大400kHzのクロックレートで容易に行うことができます。コントローラ(通常はマイクロコントローラ)はSCLを生成し、バス上でデータ転送を開始します。デバイスの動作モードは、表4に示すように、ADDピンおよびMODEピンで制御されます。

表 4. Add/Mode ピン

MODE	ADD	OPERATION MODE	FLTB
GND	GND	Full I ² C read/write access	Low with fault
GND	V18	Full I ² C read/write access	Low with fault
V18	GND	Standalone mode, no I ² C access	PWM output with fault
V18	V18	I ² C read-only access	Low with fault

デバイスをスタンダロンモードで起動した場合は、デバイスはそのモードにラッチされ、動作モードの変更はデバイスをパワーオフすることによってのみ行うことができます。

読出しアドレスと書込みアドレスを表5に示します。

表 5. I²C アドレス

ADD PIN CONNECTION	DEVICE ADDRESS							WRITE ADDRESS READ ADDRESS	ADD PIN CONNECTION
	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		
GND	1	0	0	0	1	1	0	0x8C	0x8D
V18	1	0	0	0	1	1	1	0x8E	0x8F

コントローラデバイスは、適切なペリフェラルIDとそれに続くレジスタアドレスおよびデータワードを送信することで、MAX25169と通信できます。各送信シーケンスは、START (S) 条件または繰り返しSTART (Sr) 条件、およびSTOP (P) 条件でフレーム化されます。バスで送信される各ワードは8ビット長で、この後に常にアクノレックロックパルスが続きます。

ICのSDAラインは、入力としても、オープンドレイン出力としても動作します。SDAバスには500Ωより大きなプルアップ抵抗が必要です。一般に、この抵抗は、バスの立上がり時間が120ns以下となるよう、バス容量の関数として選択する必要があります。ICのSCLラインは入力としてのみ動作します。バスに複数のコントローラがある場合、あるいは単一コントローラシステムのコントローラにオープンドレインのSCL出力がある場合は、SCLに500Ωを超えるプルアップ抵抗が必要です。一般に、SCLラインの抵抗を選択する場合、SDAと同じ推奨事項が当てはまります。SDAおよびSCLのラインに直列抵抗を接続しても構いません。SCL入力およびSDA入力はノイズスパイクを抑制するため、ノイズの多いバスでも適切なデバイス動作が確保できます。

不揮発性 (NV) メモリ

MAX25169には、6ブロックのワンタイムプログラマブルメモリがあります（以前に実行された書込み回数はREG_CTRLレジスタのnv_count[2:0]で読み出せます）。ユーザは0x07~0x15の揮発性レジスタのブロックを不揮発性メモリに格納でき、これが0x17~0x25のレジスタアドレスに割り当てられます。不揮発性メモリに最初の書込みを行う前に0x17~0x25のアドレスから読出しを行うと、0xFFの結果が返されることに注意してください。

不揮発性メモリの内容は、1ビット誤り訂正/2ビット誤り検出 (SEDED) 冗長コードにより保護されています。また、不揮発性メモリからレジスタ0x07~0x15へのデータ転送はパリティチェックにより保護されています。パリティチェックが失敗すると、再試行が2回行われます。全ての試行が失敗した場合、デバイスは起動せず、nv_fitビットがセットされ、FLTBピンがローにアサートされます。SEDEDチェックが失敗した場合、デバイスは起動せず、nv_fitビットがセットされ、FLTBピンがローにアサートされます。

エラーがない場合は、格納された値を用い格納されたシーケンスで出力がオンになります。

レジスタ0x07~0x15の内容を不揮発性メモリに格納するには、25mA以上を供給できる8.5V ±2%の電圧源をV_{PROG}ピンに接続する必要があります。V_{PROG}電圧が安定していれば、burn_otp_regレジスタに書込みを行うことで、I²CのNV書込みコマンドを実行できます。NV書込みが不成功の場合（V_{PROG}電圧が範囲外のため、あるいは一般的なメモリエラーのため）、nv_fitビットがセットされ、FLTBピンがローになります。NV書込みコマンドが実行された後に、nv_fitビットをチェックする必要があります。nv_fitがハイであれば、更にNV書込みを試みることができます。

不揮発性メモリをプログラムする必要がない場合は、V_{PROG}をGNDに接続します。

自動リフレッシュ機能

レジスタCONFIGのrefreshビットがセットされている場合、デバイスは不揮発性レジスタから1秒ごとに読出しを行い、対応する揮発性ビットにそのデータを書き込みます。これにより、揮発性レジスタが破損した場合でもその影響を回避できます。自動リフレッシュ読出しは、デバイス起動後の最初の読出しと同じ方法で誤り訂正が行われます。不揮発性メモリをプログラミングする場合は、[不揮発性メモリ](#)

[の使用](#)のセクションを参照してください。

BURN、REBOOT、RESTARTコマンド

BURNコマンドを用いることで、レジスタ0x07~0x15の内容を不揮発性メモリに格納することができます。また、REBOOTコマンドを用いることで、不揮発性メモリの内容を読み出してそれらをレジスタ0x07~0x15に格納することができます。RESTARTコマンドを用いると、デバイスをラッチフォルトモードから再起動できます。RESTARTコマンドが実行されると全フォルトビットがクリアされます。

BURNコマンドは、0xA5をレジスタアドレス0x78 (burn_otp_reg) に書き込むことで実行されます。

REBOOTコマンドは、0x5Aをレジスタアドレス0x79 (reboot_otp_reg) に書き込むことで実行されます。

RESTARTコマンドは、0xC3をレジスタアドレス0x7A (soft_restart) に書き込むことで実行されます。

パリティチェックが有効化されてこれらのユーザコマンドの1つがデバイスに送信された場合、3つめのバイトは送信された3バイト全体で偶数パリティとなっている必要があります。

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

レジスタ

MAX25169

ADDRESS	NAME	MSB							LSB	
USER REGISTERS										
0x00	DEVICE[7:0]	–	–	dev_id[5:0]						
0x01	CONVERT[7:0]	convert	–	–	–	–	–	–	–	
0x02	REG_CTRL[7:0]	–	dis_refr	nv_count[2:0]			rev_id[2:0]			
0x03	TFTMASK1[7:0]	hvinp_ov_m ask	avdd_uv_m ask	navdd_ov_m ask	navdd_uv_m ask	vgon_ov_m ask	vgon_uv_m ask	vgoff_ov_m ask	vgoff_uv_m ask	
0x04	TFTMASK2[7:0]	fltflt	par_err_ma sk	vin_uvlo_ma sk	hvinp_uv_m ask	–	–	clk_err_mas k	th_warn_ma sk	
0x05	TFT_FAULT1[7:0]	hvinp_ov	avdd_uv	navdd_ov	navdd_uv	vgon_ov	vgon_uv	vgoff_ov	vgoff_uv	
0x06	TFT_FAULT2[7:0]	v18oor	par_err	vin_uvlo	hvinp_uv	th_shdn	nvflt	clk_err	th_warn	
0x07	TFT_CONFIG[7:0]	dis_navdd	refresh	en_ss	fSW	tretry[1:0]		tfault[1:0]		
0x08	DELAY[7:0]	delayt1[1:0]		delayt2[1:0]		delayt3[1:0]		–	par_en	
0x09	SEQ[7:0]	seq_set[2:0]			pfo_th	tstart[1:0]		lxp_lim_low	start	
0x0A	ISET[7:0]	–	iset[6:0]							
0x0B	BL_CONFIG1[7:0]	dim_ext	hdim	hdim_thr[1:0]		bstforce	fast_ss	psen	fltb_mode	
0x0C	BL_CONFIG2[7:0]	bl_ilim	fpwm[2:0]			bl_ss_off	bl_ssl	slDET[1:0]		
0x0D	BL_DIS[7:0]	cp_dis	–	dis_bl	dis6	dis5	dis4	dis3	dis2	
0x0E	BL_FADING[7:0]	–	–	–	fade_gain	fade_in_out	tfade[2:0]			
0x0F	CUSTOMER_USE1[7:0]	customer_use1[7:0]								
0x10	CUSTOMER_USE2[7:0]	customer_use2[7:0]								
0x11	CUSTOMER_USE3[7:0]	customer_use3[7:0]								
0x12	CUSTOMER_USE4[7:0]	customer_use4[7:0]								
0x13	AVDD_SET[7:0]	–	–	avdd[5:0]						
0x14	VGON[7:0]	–	–	vgon[5:0]						
0x15	VGOFF[7:0]	–	–	vgoff[5:0]						
0x17	NV_CONFIG[7:0]	nv_dis_navd d	nv_refresh	nv_en_ss	nv_fSW	nv_tretry[1:0]		nv_tfault[1:0]		
0x18	NV_DELAY[7:0]	nv_delayt1[1:0]		nv_delayt2[1:0]		nv_delayt3[1:0]		unused	nv_par_en	
0x19	NV_SEQ[7:0]	nv_seq_set[2:0]			nv_pfo_th	nv_tstart[1:0]		nv_lxp_lim_ low	nv_start	
0x1A	NV_ISET[7:0]	unused	nv_iset[6:0]							
0x1B	NV_BL_CONFIG1[7:0]	nv_dim_ext	nv_hdim	nv_hdim_thr[1:0]		nv_bstforce	nv_fast_ss	nv_psen	nv_fltb_mo de	
0x1C	NV_BL_CONFIG2[7:0]	nv_bl_ilim	nv_fpwm[2:0]			nv_bl_ss_of f	nv_bl_ssl	nv_slDET[1:0]		

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

ADDRESS	NAME	MSB							LSB
0x1D	NV_BL_DIS[7:0]	nv_cp_dis	unused	nv_dis_bl	nv_dis6	nv_dis5	nv_dis4	nv_dis3	nv_dis2
0x1E	NV_BL_FADING[7:0]	unused[2:0]			nv_fade_gai n	nv_fade_in_ out	nv_tfade[2:0]		
0x1F	NV_CUSTOMER_U SE1[7:0]	nv_customer_use1[7:0]							
0x20	NV_CUSTOMER_U SE2[7:0]	nv_customer_use2[7:0]							
0x21	NV_CUSTOMER_U SE3[7:0]	nv_customer_use3[7:0]							
0x22	NV_CUSTOMER_U SE4[7:0]	nv_customer_use4[7:0]							
0x23	NV_AVDD_SET[7:0]	unused[1:0]		nv_avdd[5:0]					
0x24	NV_VGON[7:0]	unused[1:0]		nv_vgon[5:0]					
0x25	NV_VGOFF[7:0]	unused[1:0]		nv_vgoff[5:0]					
0x26	AVDD_LIM[7:0]	-	-	avdd_lim[5:0]					
0x27	LO_DIM[7:0]	ton_master	-	lo_dim6	lo_dim5	lo_dim4	lo_dim3	lo_dim2	lo_dim1
0x28	TON1H[7:0]	ton1h[7:0]							
0x29	TON1L[7:0]	ton1l[7:0]							
0x2A	TON2H[7:0]	ton2h[7:0]							
0x2B	TON2L[7:0]	ton2l[7:0]							
0x2C	TON3H[7:0]	ton3h[7:0]							
0x2D	TON3L[7:0]	ton3l[7:0]							
0x2E	TON1_3LSB[7:0]	-	-	ton3lsb[1:0]		ton2lsb[1:0]		ton1lsb[1:0]	
0x2F	TON4H[7:0]	ton4h[7:0]							
0x30	TON4L[7:0]	ton4l[7:0]							
0x31	TON5H[7:0]	ton5h[7:0]							
0x32	TON5L[7:0]	ton5l[7:0]							
0x33	TON6H[7:0]	ton6h[7:0]							
0x34	TON6L[7:0]	ton6l[7:0]							
0x35	TON4_6LSB[7:0]	-	-	ton6lsb[1:0]		ton5lsb[1:0]		ton4lsb[1:0]	
0x36	OPEN_REG[7:0]	-	-	out6o	out5o	out4o	out3o	out2o	out1o
0x37	SHORTGND_REG[7:0]	-	-	out6sg	out5sg	out4sg	out3sg	out2sg	out1sg
0x38	SHORTED_LED_R EG[7:0]	-	-	out6sl	out5sl	out4sl	out3sl	out2sl	out1sl
0x39	BL_MASK[7:0]	-	battuv	battvmask	bstuvmask	omask	sgmask	bl_otwmask	slmask
0x3A	BL_DIAG[7:0]	v5oor	rotor	irefoor	bstuv	bstov	hw_rst	bl_otw	bl_ot
0x3B	VBSTMON[7:0]	vbstmon[7:0]							
0x3C	IOUT1[7:0]	iout1[7:0]							
0x3D	IOUT2[7:0]	iout2[7:0]							
0x3E	IOUT3[7:0]	iout3[7:0]							
0x3F	IOUT4[7:0]	iout4[7:0]							
0x40	IOUT5[7:0]	iout5[7:0]							

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

ADDRESS	NAME	MSB						LSB
0x41	IOUT6[7:0]							out6[7:0]
USER COMMANDS								
0x78	burn_otp_reg[7:0]							burn_otp[7:0]
0x79	reboot_otp_reg[7:0]							reboot_otp[7:0]
0x7A	soft_restart[7:0]							soft_restart[7:0]

レジスタの詳細

DEVICE (0x00)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–						dev_id[5:0]
Reset	–	–						
Access Type	–	–						Read Only

ビットフィールド	ビット	説明
dev_id	5:0	デバイスID。0x39が読み出されます。

CONVERT (0x01)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	convert	–	–	–	–	–	–	–
Reset	0b0	–	–	–	–	–	–	–
Access Type	Write,Read–	–	–	–	–	–	–	–

ビットフィールド	ビット	説明
convert	7	このビットを1にセットするとADCの変換サイクルが開始されます。サイクルが終了するとこのビットは自動的にリセットされ、データの準備が完了したことを通知します。

REG_CTRL (0x02)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	dis_refr						rev_id[2:0]
Reset	–	0b0						0x0
Access Type	–	Write, Read						Read Only

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
dis_refr	6	リフレッシュディスエーブルビット。このビットを用いると、burn_otpコマンドの前にリフレッシュを一時的にディスエーブルできます。	0x0：リフレッシュビットによってリフレッシュがオンかオフかが決まります。 0x1：リフレッシュはディスエーブルされています
nv_count	5:3	このフィールドは、不揮発性メモリへの書き込み回数の合計を示します。最大値は6です。	
rev_id	2:0	リビジョンID。0x0が読み出されます。	

TFTMASK1 (0x03)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	hvinp_ov_mask	avdd_uv_mask	navdd_ov_mask	navdd_uv_mask	vgon_ov_mask	vgon_uv_mask	vgoff_ov_mask	vgoff_uv_mask
Reset	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明
hvinp_ov_mask	7	このビットが1の場合、AVDDの過電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
avdd_uv_mask	6	このビットが1の場合、AVDDの低電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
navdd_ov_mask	5	このビットが1の場合、NAVDDの過電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
navdd_uv_mask	4	このビットが1の場合、NAVDDの低電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
vgon_ov_mask	3	このビットが1の場合、V _{GON} の過電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
vgon_uv_mask	2	このビットが1の場合、V _{GON} の低電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
vgoff_ov_mask	1	このビットが1の場合、V _{G_{OFF}} の過電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。
vgoff_uv_mask	0	このビットが1の場合、V _{G_{OFF}} の低電圧によりFLTBがローにアサートされることはありません。

TFTMASK2 (0x04)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	fltflt	par_err_mask	vin_uvlo_mask	hvinp_uv_mask	–	–	clk_err_mask	th_warn_mask
Reset	0x0	0x0	0x0	0x0	–	–	0x0	0x1
Access Type	Read Only	Write, Read	Write, Read	Write, Read	–	–	Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明
fltflt	7	このビットが1の場合、FLTBピンがハイまたはローにスタックしていることを示します。
par_err_mask	6	このビットが1の場合、パリティエラーによりFLTBピンがアサートされることはありません。
vin_uvlo_mask	5	このビットが1の場合、INの低電圧によりFLTBがアサートされることはありません。
hvinp_uv_mask	4	hvinp_uv診断のマスクビット。このビットが1の場合、HVINPの低電圧によりFLTBがアサートされることはありません。
clk_err_mask	1	このビットが1の場合、clk_errフォルトによりFLTBがアサートされることはありません。
th_warn_mask	0	このビットが1の場合、過熱警告によりFLTBがローにアサートされることはありません。

TFT_FAULT1 (0x05)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	hvinp_ov	avdd_uv	navdd_ov	navdd_uv	vgon_ov	vgon_uv	vgoff_ov	vgoff_uv
Reset	0x0							
Access Type	Read Clears All							

ビットフィールド	ビット	説明
hvinp_ov	7	このビットが1の場合、AVDDが過電圧であることを示します。

ビットフィールド	ビット	説明
avdd_uv	6	このビットが1の場合、AVDDが低電圧であることを示します。
navdd_ov	5	このビットが1の場合、NAVDDが過電圧であることを示します。
navdd_uv	4	このビットが1の場合、NAVDDが低電圧であることを示します。
vgon_ov	3	このビットが1の場合、VG _{ON} が過電圧であることを示します。
vgon_uv	2	このビットが1の場合、VG _{ON} が低電圧であることを示します。
vgoff_ov	1	このビットが1の場合、VG _{OFF} が過電圧であることを示します。
vgoff_uv	0	このビットが1の場合、VG _{OFF} が低電圧であることを示します。

TFT_FAULT2 (0x06)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	v18oor	par_err	vin_uvlo	hvinp_uv	th_shdn	nvflt	clk_err	th_warn
Reset	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	Read Clears All	Read Only	Read Clears All					

ビットフィールド	ビット	説明
v18oor	7	1.8V出力が範囲外であり、過電圧レベルを超えているか低電圧レベルを下回っていることを示します。
par_err	6	PCトランザクションでパリティエラーが検出されたことを示します。
vin_uvlo	5	INピンが低電圧状態であることを示します。これが生じた場合、デバイスは全出力をオフにし、INがINのUVLOレベルを超えた状態に戻るまで待機します。その後、出力は設定されたシーケンスに従い再度イネーブルされます。
hvinp_uv	4	このビットが1の場合、昇圧出力HVINPが低電圧であることを示します。
th_shdn	3	このビットが1の場合、TFTセクションで過熱シャットダウンが発生し、デバイス全体がオフになっていることを示します。
nvflt	2	不揮発性メモリ故障 - NVメモリの内容の作業用メモリへの転送に失敗、または複数のエラーが検出。
clk_err	1	このビットが1の場合、TFTセクションまたはバックライトセクションのクロックが動作しない状態が5 μ s継続しているか、クロックが範囲外となっています。このフォルトがマスクされていない場合、FLT _B ピンはローにアサートされ、ローカルのマイクロコントローラはENピンを用いてデバイスをディスエーブルする必要があります。このフォルトはパワーオンリセット (POR) でのみクリアできます。
th_warn	0	このビットが1の場合、サーマル警告を示します。

TFT_CONFIG (0x07)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	dis_navdd	refresh	en_ss	fSW	tretry[1:0]		tfault[1:0]	
Reset	0x0	0x0	0x0	0x0	0x1		0x0	
Access Type	Write, Read		Write, Read					

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
dis_navdd	7	このビットを1にセットすると、NAVDDコンバータがディスエーブルされます。このビットをセットしてからstartビットを用いてデバイスをイネーブルします。dis_navddビットは、デバイス動作の間は変更できません。	

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
refresh	6	このビットを1にセットすると、NVレジスタの内容が揮発性レジスタに毎秒コピーされます。	0x0: リフレッシュをディスエーブル 0x1: リフレッシュをイネーブル
en_ss	5	このビットを1にセットすることによってスペクトラム拡散をイネーブルします。	
fSW	4	TFTセクションのスイッチング周波数を設定します。	0x0: 2.1MHz 0x1: 420kHz
retry	3:2	フォルト発生から再試行までの時間を設定します。	0x0: 再試行をディスエーブル 0x1: 0.95s後に再試行、合計3回の再試行 0x2: 1.9s後に再試行、合計3回の再試行 0x3: 1.9s後に再試行
tfault	1:0	フォルト遅延時間を設定	0x0: 15ms 0x1: 30ms 0x2: 60ms 0x3: 90ms

DELAY (0x08)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	delayt1[1:0]		delayt2[1:0]		delayt3[1:0]		–	par_en
Reset	0x2		0x2		0x2		–	0x0
Access Type	Write, Read		Write, Read		Write, Read		–	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明
delayt1	7:6	起動シーケンスの遅延t1を設定。0、5ms、10ms、15msから選択します。
delayt2	5:4	起動シーケンスの遅延t2を設定。0、5ms、10ms、15msから選択します。
delayt3	3:2	起動シーケンスの遅延t3を設定。0、5ms、10ms、15msから選択します。
par_en	0	パリティイネーブルビット。このビットを1にセットすると、デバイスへの書込みトランザクションでパリティチェックを行います。

SEQ (0x09)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	seq_set[2:0]			pfo_th	tstart[1:0]		lxp_lim_low	start
Reset	0x2			0x0	0x1		0b0	0x0
Access Type	Write, Read			Write, Read	Write, Read		Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
seq_set	7:5	シーケンス選択ビット。	0x0: シーケンス1 0x1: シーケンス2 0x2: シーケンス3 0x3: シーケンス4 0x4: シーケンス5 0x5: シーケンス6 0x6: シーケンス7 0x7: シーケンス8

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
pfo_th	4	このビットは、PFO出力の公称立下がりスレッシュホールドを設定します。	0x0: 2.5V 0x1: 2.4V
tstart	3:2	このフィールドはVG _{ON} とVG _{OFF} の起動時間を1ms~8msの範囲で設定します。それに応じてAVDDの起動時間は0.5ms、1ms、2msまたは4msに設定されます。	0x0: 1ms 0x1: 2ms 0x2: 4ms 0x3: 8ms
lxp_lim_low	1	このビットが1の場合、HVINP昇圧コンバータの電流制限が減少します。	
start	0	このビットを1にセットすると、デバイス出力は、SEQレジスタのseq_setビットで設定されるシーケンスでオンになります。	

ISET (0x0A)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	iset[6:0]						
Reset	–							
Access Type	–	Write, Read						

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
iset	6:0	このレジスタの値によって、OUT _n のLED電流が23mA~150mAの範囲で設定されます。	0x0: 23mA 0x1: 24mA ...: ... 0xB: 34mA 0xC: 35mA ...: ... 0x7D: 148mA 0x7E: 149mA 0x7F: 150mA

BL CONFIG1 (0x0B)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	dim_ext	hdim	hdim_thr[1:0]		bstforce	fast_ss	psen	fltb_mode
Reset	0x1	0x0	0x00		0x0	0x0	0x1	0x0
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read		Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
dim_ext	7	このビットが1の場合、DIMピンを介した調光がイネーブルされます。0の場合、調光はTONレジスタを用いて制御されます。	
hdim	6	このビットが1の場合、ハイブリッド調光がイネーブルされます。	
hdim_thr	5:4	ハイブリッド調光スレッシュホールドを設定。デフォルト値は6.25% (00) です。	0x00: 6.25% 0x01: 12.5% 0x10: 25% 0x11: 50%
bstforce	3	このビットが1の場合、調光信号に関わりなく昇圧コンバータは連続動作します。	

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
fast_ss	2	昇圧ソフトスタートが低速か高速かを選択します。高速ソフトスタートを選択するには、1にセットします。	
Psen	1	0の場合、位相シフトがディスエーブルされます。1の場合、位相シフトがイネーブルされます。	
fltb_mode	0	このビットは、スタンダアロンモードでのFLTBピンの動作モードを設定します。0の場合、FLTBはフォルトのタイプを示すPWM信号を出力します。1の場合、フォルトが検出された場合にFLTBがローになります。	

BL_CONFIG2 (0x0C)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	bl_ilim	fpwm[2:0]			bl_ss_off	bl_ssl	sldet[1:0]	
Reset	0x1	0x001			0x0	0x0	0x00	
Access Type	Write, Read	Write, Read			Write, Read	Write, Read	Write, Read	

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
bl_ilim	7	昇圧電流制限値を2つのレベルのどちらかに設定します。1の場合、低い方の電流制限値が選択されます。	
pwm	6:4	これらのビットは内部PWMモードでのPWM周波数を設定します。	0x0: 153Hz 0x1: 203Hz 0x2: 305Hz 0x3: 610Hz 0x4: 980Hz 0x5: 1220Hz 0x6: 1401Hz 0x7: 1634Hz
fpwm	3	1の場合、スペクトラム拡散スイッチングがディスエーブルされます。	
bl_ssl	2	スペクトラム拡散がイネーブルされている場合、bl_sslビットによって次のように拡散量が選択されます。0の場合、拡散は±6%（公称値）で、1の場合、拡散は±3%です。パーセンテージを変更する場合、まずSS_OFFビットを用いてスペクトラム拡散をディスエーブルし、次にSSLの値を変更し、最後にSS_OFFを用いてスペクトラム拡散を再イネーブルします。	
sldet	1:0	短絡LEDスレッシュホールドの設定値。	0x0: ディスエーブル 0x1: 3V 0x2: 6V 0x3: 8V

BL_DIS (0x0D)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	cp_dis	–	dis_bl	dis6	dis5	dis4	dis3	dis2
Reset	0x0	–	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	Write, Read	–	Write, Read	Write, Read	Write,	read	Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明
cp_dis	7	このビットが1の場合、NGATEピンを駆動する内蔵チャージポンプがディスエーブルされます。外部直列抵抗を使用していない場合に1にセットします。動作時にCP_DISを0にセットするとデバイスが完全にシャットダウンされるため、推奨しません。
dis_bl	5	バックライトセクション用のディスエーブルビット。
dis6	4	このビットを1にセットすると、OUT6がディスエーブルされます。これはENAに1を書き込む前に行う必要があります。
dis5	3	このビットを1にセットすると、OUT5がディスエーブルされます。これはENAに1を書き込む前に行う必要があります。
dis4	2	このビットを1にセットすると、OUT4がディスエーブルされます。これはENAに1を書き込む前に行う必要があります。
dis3	1	このビットを1にセットすると、OUT3がディスエーブルされます。これはENAに1を書き込む前に行う必要があります。
dis2	0	このビットを1にセットすると、OUT2がディスエーブルされます。これはENAに1を書き込む前に行う必要があります。

BL_FADING (0x0E)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	–	fade_gain	fade_in_out	tfade[2:0]		
Reset	–	–	–	0b0	0b0	0x0		
Access Type	–	–	–	Write, Read	Write, Read	Write, Read		

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
fade_gain	4	このビットを1にセットすると、fade-in-out機能のゲインが12.5%になり、0の場合は6.25%になります。	
fade_in_out	3	このビットを1にセットすると、LED調光のfade-in-out機能が有効になります。	
tfade	2:0	フェーディングの更新時間を2TDIMに従って設定します。TDIMは0~5が可能です。0にセットすると、フェーディングは調光サイクルごとに更新されます。	0x1: 2 0x2: 4 0x3: 8 0x4: 16 0x5: 32 0x6: N/A 0x7: N/A

CUSTOMER_USE1 (0x0F)

不揮発性メモリにも格納する可能性のあるユーザデータを格納するために用いられるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	customer_use1[7:0]							
Reset								
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
customer_use1	7:0	

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

CUSTOMER_USE2 (0x10)

不揮発性メモリにも格納する可能性のあるユーザデータを格納するために用いられるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	customer_use2[7:0]							
Reset								
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
customer_use2	7:0	

CUSTOMER_USE3 (0x11)

不揮発性メモリにも格納する可能性のあるユーザデータを格納するために用いられるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	customer_use3[7:0]							
Reset								
Access Type								

ビットフィールド	ビット	説明
customer_use3	7:0	

CUSTOMER_USE4 (0x12)

不揮発性メモリにも格納する可能性のあるユーザデータを格納するために用いられるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	customer_use4[7:0]							
Reset								
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
customer_use4	7:0	

AVDD_SET (0x13)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	-	-	avdd[5:0]					
Reset	-	-	0x1A					
Access Type	-	-	Write, Read					

ビットフィールド	ビット	説明																																																																																																																																																			
avdd	5:0	AVDDとNAVDDの電圧を設定します。dis_navddビットでNAVDDをディスエーブルすると、avddビットが表す電圧値は変化します。																																																																																																																																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>値</th> <th>dis_navdd = 1</th> <th>dis_navdd = 0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0x0</td><td>11.7</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x1</td><td>11.8</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x2</td><td>11.9</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x3</td><td>12</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x4</td><td>12.1</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x5</td><td>12.2</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x6</td><td>12.3</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>0x7</td><td>12.4</td><td>4.9</td></tr> <tr><td>0x8</td><td>12.5</td><td>5</td></tr> <tr><td>0x9</td><td>12.6</td><td>5.1</td></tr> <tr><td>0xA</td><td>12.7</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>0xB</td><td>12.8</td><td>5.3</td></tr> <tr><td>0xC</td><td>12.9</td><td>5.4</td></tr> <tr><td>0xD</td><td>13</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>0xE</td><td>13.1</td><td>5.6</td></tr> <tr><td>0xF</td><td>13.2</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>0x10</td><td>13.3</td><td>5.8</td></tr> <tr><td>0x11</td><td>13.4</td><td>5.9</td></tr> <tr><td>0x12</td><td>13.5</td><td>6</td></tr> <tr><td>0x13</td><td>13.6</td><td>6.1</td></tr> <tr><td>0x14</td><td>13.7</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>0x15</td><td>13.8</td><td>6.3</td></tr> <tr><td>0x16</td><td>13.9</td><td>6.4</td></tr> <tr><td>0x17</td><td>14</td><td>6.5</td></tr> <tr><td>0x18</td><td>14.1</td><td>6.6</td></tr> <tr><td>0x19</td><td>14.2</td><td>6.7</td></tr> <tr><td>0x1A</td><td>14.3</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>0x1B</td><td>14.4</td><td>6.9</td></tr> <tr><td>0x1C</td><td>14.5</td><td>7V</td></tr> <tr><td>0x1D</td><td>14.6</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>0x1E</td><td>14.7</td><td>7.2</td></tr> <tr><td>0x1F</td><td>14.8</td><td>7.3</td></tr> <tr><td>0x20</td><td>14.9</td><td>7.4</td></tr> <tr><td>0x21</td><td>15</td><td>7.5</td></tr> <tr><td>0x22</td><td>15.1</td><td>7.6</td></tr> <tr><td>0x23</td><td>15.2</td><td>7.7</td></tr> <tr><td>0x24</td><td>15.3</td><td>7.8</td></tr> <tr><td>0x25</td><td>15.4</td><td>7.9</td></tr> <tr><td>0x26</td><td>15.5</td><td>8</td></tr> <tr><td>0x27</td><td>15.6</td><td>8.1</td></tr> <tr><td>0x28</td><td>15.7</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>0x29</td><td>15.8</td><td>8.3</td></tr> <tr><td>0x2A</td><td>15.9</td><td>8.4</td></tr> <tr><td>0x2B</td><td>16</td><td>8.5</td></tr> <tr><td>0x2C</td><td>16.1</td><td>8.6</td></tr> <tr><td>0x2D</td><td>16.2</td><td>8.7</td></tr> <tr><td>0x2E</td><td>16.3</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>0x2F</td><td>16.4</td><td>8.9</td></tr> </tbody> </table>	値	dis_navdd = 1	dis_navdd = 0	0x0	11.7	N/A	0x1	11.8	N/A	0x2	11.9	N/A	0x3	12	N/A	0x4	12.1	N/A	0x5	12.2	N/A	0x6	12.3	N/A	0x7	12.4	4.9	0x8	12.5	5	0x9	12.6	5.1	0xA	12.7	5.2	0xB	12.8	5.3	0xC	12.9	5.4	0xD	13	5.5	0xE	13.1	5.6	0xF	13.2	5.7	0x10	13.3	5.8	0x11	13.4	5.9	0x12	13.5	6	0x13	13.6	6.1	0x14	13.7	6.2	0x15	13.8	6.3	0x16	13.9	6.4	0x17	14	6.5	0x18	14.1	6.6	0x19	14.2	6.7	0x1A	14.3	6.8	0x1B	14.4	6.9	0x1C	14.5	7V	0x1D	14.6	7.1	0x1E	14.7	7.2	0x1F	14.8	7.3	0x20	14.9	7.4	0x21	15	7.5	0x22	15.1	7.6	0x23	15.2	7.7	0x24	15.3	7.8	0x25	15.4	7.9	0x26	15.5	8	0x27	15.6	8.1	0x28	15.7	8.2	0x29	15.8	8.3	0x2A	15.9	8.4	0x2B	16	8.5	0x2C	16.1	8.6	0x2D	16.2	8.7	0x2E	16.3	8.8	0x2F	16.4	8.9
		値	dis_navdd = 1	dis_navdd = 0																																																																																																																																																	
		0x0	11.7	N/A																																																																																																																																																	
		0x1	11.8	N/A																																																																																																																																																	
		0x2	11.9	N/A																																																																																																																																																	
		0x3	12	N/A																																																																																																																																																	
		0x4	12.1	N/A																																																																																																																																																	
		0x5	12.2	N/A																																																																																																																																																	
		0x6	12.3	N/A																																																																																																																																																	
		0x7	12.4	4.9																																																																																																																																																	
		0x8	12.5	5																																																																																																																																																	
		0x9	12.6	5.1																																																																																																																																																	
		0xA	12.7	5.2																																																																																																																																																	
		0xB	12.8	5.3																																																																																																																																																	
		0xC	12.9	5.4																																																																																																																																																	
		0xD	13	5.5																																																																																																																																																	
		0xE	13.1	5.6																																																																																																																																																	
		0xF	13.2	5.7																																																																																																																																																	
		0x10	13.3	5.8																																																																																																																																																	
		0x11	13.4	5.9																																																																																																																																																	
		0x12	13.5	6																																																																																																																																																	
		0x13	13.6	6.1																																																																																																																																																	
		0x14	13.7	6.2																																																																																																																																																	
		0x15	13.8	6.3																																																																																																																																																	
		0x16	13.9	6.4																																																																																																																																																	
		0x17	14	6.5																																																																																																																																																	
		0x18	14.1	6.6																																																																																																																																																	
		0x19	14.2	6.7																																																																																																																																																	
		0x1A	14.3	6.8																																																																																																																																																	
0x1B	14.4	6.9																																																																																																																																																			
0x1C	14.5	7V																																																																																																																																																			
0x1D	14.6	7.1																																																																																																																																																			
0x1E	14.7	7.2																																																																																																																																																			
0x1F	14.8	7.3																																																																																																																																																			
0x20	14.9	7.4																																																																																																																																																			
0x21	15	7.5																																																																																																																																																			
0x22	15.1	7.6																																																																																																																																																			
0x23	15.2	7.7																																																																																																																																																			
0x24	15.3	7.8																																																																																																																																																			
0x25	15.4	7.9																																																																																																																																																			
0x26	15.5	8																																																																																																																																																			
0x27	15.6	8.1																																																																																																																																																			
0x28	15.7	8.2																																																																																																																																																			
0x29	15.8	8.3																																																																																																																																																			
0x2A	15.9	8.4																																																																																																																																																			
0x2B	16	8.5																																																																																																																																																			
0x2C	16.1	8.6																																																																																																																																																			
0x2D	16.2	8.7																																																																																																																																																			
0x2E	16.3	8.8																																																																																																																																																			
0x2F	16.4	8.9																																																																																																																																																			

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

ビットフィールド	ビット	説明		
		0x30	16.5	9
		0x31	16.6	9.1
		0x32	16.7	9.2
		0x33	16.8	9.3
		0x34	16.9	9.4
		0x35	17	9.5
		0x36	17.1	9.6
		0x37	17.2	9.7
		0x38	17.3	9.8
		0x39	17.4	9.9
		0x3A	17.5	10
		0x3B	17.6	10.1
		0x3C	17.7	10.2
		0x3D	17.8	10.3
		0x3E	17.9	10.4
		0x3F	18	10.5

[VGON \(0x14\)](#)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	vgon[5:0]					
Reset	–	–	0x16					
Access Type	–	–	Write, Read					

ビットフィールド	ビット	説明		
vgon	5:0	VG _{ON} の電圧を設定します。		
		値	dis_navdd = 0	dis_navdd = 1
		0x0	8.4	12.6
		0x1	8.6	12.9
		0x2	8.8	13.2
		0x3	9	13.5
		0x4	9.2	13.8
		0x5	9.4	14.1
		0x6	9.6	14.4
		0x7	9.8	14.7
		0x8	10	15
		0x9	10.2	15.3
		0xA	10.4	15.6
		0xB	10.6	15.9
		0xC	10.8	16.2
		0xD	11	16.5
		0xE	11.2	16.8
		0xF	11.4	17.1
		0x10	11.6	17.4
		0x11	11.8	17.7
		0x12	12	18
		0x13	12.2	18.3
		0x14	12.4	18.6
		0x15	12.6	18.9
		0x16	12.8	19.2
		0x17	13	19.5
		0x18	13.2	19.8
		0x19	13.4	20.1
		0x1A	13.6	20.4
		0x1B	13.8	20.7
0x1C	14	21		
0x1D	14.2	21.3		
0x1E	14.4	21.6		
0x1F	14.6	21.9		
0x20	14.8	22.2		
0x21	15	22.5		
0x22	15.2	22.8		
0x23	15.4	23.1		
0x24	15.6	23.4		
0x25	15.8	23.7		
0x26	16	24		
0x27	16.2	24.3		
0x28	16.4	24.6		
0x29	16.6	24.9		
0x2A	16.8	25.2		
0x2B	17	25.5		
0x2C	17.2	25.8		
0x2D	17.4	26.1		
0x2E	17.6	26.4		
0x2F	17.8	26.7		

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

ビットフィールド	ビット	説明		
		0x30	18	27
		0x31	18.2	27.3
		0x32	18.4	27.6
		0x33	18.6	27.9
		0x34	18.8	28.2
		0x35	19	28.5
		0x36	19.2	28.8
		0x37	19.4	29.1
		0x38	19.6	29.4
		0x39	19.8	29.7
		0x3A	20	30
		0x3B	20.2	30.3
		0x3C	20.4	30.6
		0x3D	20.6	30.9
		0x3E	20.8	31.2
		0x3F	21	31.5

VG OFF (0x15)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	vgon[5:0]					
Reset	–	–	0x16					
Access Type	–	–	Write, Read					

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
vgoff	5:0	V _{G_{OFF}} の電圧を設定します。	0x0: -4 0x1: -4.25 0x2: -4.5 0x3: -4.75 0x4: -5 0x5: -5.25 0x6: -5.5 0x7: -5.75 0x8: -6 0x9: -6.25 0xA: -6.5 0xB: -6.75 0xC: -7 0xD: -7.25 0xE: -7.5 0xF: -7.75 0x10: -8 0x11: -8.25 0x12: -8.5 0x13: -8.75 0x14: -9 0x15: -9.25 0x16: -9.5 0x17: -9.75 0x18: -10 0x19: -10.25 0x1A: -10.5 0x1B: -10.75 0x1C: -11 0x1D: -11.25 0x1E: -11.5 0x1F: -11.75 0x20: -12 0x21: -12.25 0x22: -12.5 0x23: -12.75 0x24: -13 0x25: -13.25 0x26: -13.5 0x27: -13.75 0x28: -14 0x29: -14.25 0x2A: -14.5 0x2B: -14.75 0x2C: -15 0x2D: -15.25 0x2E: -15.5 0x2F: -15.75 0x30: -16 0x31: -16.25 0x32: -16.5 0x33: -16.75 0x34: -17 0x35: -17.25 0x36: -17.5 0x37: -17.75 0x38: -18 0x39: Do not use 0x3A: Do not use 0x3B: Do not use 0x3C: Do not use

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
			0x3D: Do not use 0x3E: Do not use 0x3F: Do not use

NV_CONFIG (0x17)

不揮発性設定レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_dis_navdd	nv_refresh	nv_en_ss	nv_fSW	nv_tretry[1:0]		nv_tfault[1:0]	
Reset	0x1	0x1	0x1	0x1	0x3		0x3	
Access Type	Read Only	Read Only	Read Only	Read Only	Read Only		Read Only	

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
nv_dis_navdd	7	dis_navddのNV設定	
nv_refresh	6	refreshビットのNV設定	
nv_en_ss	5	en_ssビットのNV設定	
nv_fSW	4	fSWビットのNV設定	0x0: 2.2MHz 0x1: 440kHz
nv_tretry	3:2	tretryビットのNV設定	
nv_tfault	1:0	tfaultビットのNV設定	

NV_DELAY (0x18)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_delayt1[1:0]		nv_delayt2[1:0]		nv_delayt3[1:0]		unused	nv_par_en
Reset	0x3		0x3		0x3		0x1	0x1
Access Type	Read Only		Read Only		Read Only		Read Only	Read Only

ビットフィールド	ビット	説明
nv_delayt1	7:6	delayt1のNV設定
nv_delayt2	5:4	delayt2のNV設定
nv_delayt3	3:2	delayt3のNV設定
unused	1	
nv_par_en	0	par_enビットのNV設定

NV_SEQ (0x19)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_seq_set[2:0]			nv_pfo_th	nv_tstart[1:0]		nv_lxp_lim_low	nv_start
Reset	0x7			0x1	0x3		0x1	0x1
Access Type	Read Only			Read Only	Read Only		Read Only	Read Only

ビットフィールド	ビット	説明
nv_seq_set	7:5	seq_setビットのNV設定
nv_pfo_th	4	pfo_thビットのNV設定
nv_tstart	3:2	tstartビットのNV設定
nv_lxp_lim_low	1	lxp_lim_lowビットのNV設定
nv_start	0	startビットのNV設定

NV ISET (0x1A)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	unused	nv_iset[6:0]						
Reset	0x1	0x7F						
Access Type	Read Only	Read Only						

ビットフィールド	ビット	説明
unused	7	
nv_iset	6:0	NVのLED電流設定

NV BL CONFIG1 (0x1B)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_dim_ext	nv_hdim	nv_hdim_thr[1:0]		nv_bstforce	nv_fast_ss	nv_psen	nv_ftb_mode
Reset	0x1	0x1	0x3		0x1	0x1	0x1	0x1
Access Type	Read Only	Read Only	Read Only		Read Only	Read Only	Read Only	Read Only

ビットフィールド	ビット	説明
nv_dim_ext	7	dim_extビットのNV設定
nv_hdim	6	hdimビットのNV設定
nv_hdim_thr	5:4	hdim_thrビットのNV設定
nv_bstforce	3	bstforceビットのNV設定
nv_fast_ss	2	fast_ssビットのNV設定
nv_psen	1	psenビットのNV設定
nv_ftb_mode	0	ftb_modeビットのNV設定

NV BL CONFIG2 (0x1C)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_bl_ilim	nv_fpwm[2:0]			nv_bl_ss_off	nv_bl_ssl	nv_sldet[1:0]	
Reset	0x1	0x7			0x1	0x1	0x3	
Access Type	Read Only	Read Only			Read Only	Read Only	Read Only	

ビットフィールド	ビット	説明
nv_bl_ilim	7	bl_ilimビットのNV設定
nv_fpwm	6:4	fpwmビットのNV設定

ビットフィールド	ビット	説明
nv_bl_ss_off	3	bl_ss_offビットのNV設定
nv_bl_ssl	2	bl_sslビットのNV設定
nv_slidet	1:0	短絡LEDスレッショルドのNV設定

NV BL DIS (0x1D)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_cp_dis	unused	nv_dis_bl	nv_dis6	nv_dis5	nv_dis4	nv_dis3	nv_dis2
Reset	0x1							
Access Type	Read Only							

ビットフィールド	ビット	説明
nv_cp_dis	7	cp_disビットのNV設定
unused	6	
nv_dis_bl	5	dis_blビットのNV設定
nv_dis6	4	dis6ビットのNV設定
nv_dis5	3	dis5ビットのNV設定
nv_dis4	2	dis4ビットのNV設定
nv_dis3	1	dis3ビットのNV設定
nv_dis2	0	dis2ビットのNV設定

NV BL FADING (0x1E)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	unused[2:0]			nv_fade_gain	nv_fade_in_out	nv_tfade[2:0]		
Reset	0x7			0x1	0x1	0x7		
Access Type	Read Only			Read Only	Read Only	Read Only		

ビットフィールド	ビット	説明
unused	7:5	
nv_fade_gain	4	fade_gainビットのNV設定
nv_fade_in_out	3	fade_in_outのNV設定
nv_tfade	2:0	tfadeビットのNV設定

NV CUSTOMER USE1 (0x1F)

ユーザデータを格納するために使用できるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_customer_use1[7:0]							
Reset	0xff							
Access Type	Read Only							

ビットフィールド	ビット	説明
nv_customer_use1	7:0	

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

NV CUSTOMER USE2 (0x20)

ユーザデータを格納するために使用できるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_customer_use2[7:0]							
Reset	0xff							
Access Type	Read Only							

ビットフィールド	ビット	説明
nv_customer_use2	7:0	

NV CUSTOMER USE3 (0x21)

ユーザデータを格納するために使用できるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_customer_use3[7:0]							
Reset	0xff							
Access Type	Read Only							

ビットフィールド	ビット	説明
nv_customer_use3	7:0	

NV CUSTOMER USE4 (0x22)

ユーザデータを格納するために使用できるレジスタ。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	nv_customer_use4[7:0]							
Reset	0xff							
Access Type	Read Only							

ビットフィールド	ビット	説明
nv_customer_us4	7:0	

NV ADD SET (0x23)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	unused[1:0]		nv_avdd[5:0]					
Reset	0x3		0x3f					
Access Type	Read Only		Read Only					

ビットフィールド	ビット	説明
unused	7:6	
nv_avdd	5:0	avddビットのNV設定

NV_VGON (0x24)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	unused[1:0]			nv_vgon[5:0]				
Reset	0x3			0x3f				
Access Type	Read Only			Read Only				

ビットフィールド	ビット	説明
unused	7:6	
nv_vgon	5:0	vgonビットのNV設定

NV_VGOFF (0x25)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	unused[1:0]			nv_vgoff[5:0]				
Reset	0x3			0x3f				
Access Type	Read Only			Read Only				

ビットフィールド	ビット	説明
unused	7:6	
nv_vgoff	5:0	vgoffビットのNV設定

AVDD_LIM (0x26)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	avdd_lim[5:0]					
Reset	–	–	0x3F					
Access Type	–	–	Write, Read					

ビットフィールド	ビット	説明
avdd_lim	5:0	avddの最大制限値の設定。この機能を用いるには、このレジスタに書き込んでからavddの設定を行います。avdd_limを超えるavddの設定値は許容されません。

LO_DIM (0x27)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton_master	–	lo_dim6	lo_dim5	lo_dim4	lo_dim3	lo_dim2	lo_dim1
Reset	0x0	–	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	Write, Read	–	Read Only					

ビットフィールド	ビット	説明
ton_master	7	このビットをセットすると、チャンネル1の18ビットPWM設定 (TON1H:TON1L:TON1LSB) が全6チャンネルに適用されます。
lo_dim6	5	1の場合、チャンネル6が低調光モードであることを示します。
lo_dim5	4	1の場合、チャンネル5が低調光モードであることを示します。
lo_dim4	3	1の場合、チャンネル4が低調光モードであることを示します。
lo_dim3	2	1の場合、チャンネル3が低調光モードであることを示します。
lo_dim2	1	1の場合、チャンネル2が低調光モードであることを示します。
lo_dim1	0	1の場合、チャンネル1が低調光モードであることを示します。

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

TON1H (0x28)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton1h[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton1h	7:0	チャンネル1用の18ビットのオン時間設定の最上位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。

TON1L (0x29)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton1l[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton1l	7:0	チャンネル1用の18ビットのオン時間設定の最下位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。

TON2H (0x2A)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton2h[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton2h	7:0	チャンネル2用の18ビットのオン時間設定の最上位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。

TON2L (0x2B)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton2l[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton2l	7:0	チャンネル2用の18ビットのオン時間設定の最下位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

TON3H (0x2C)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton3h[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton3h	7:0	チャンネル3用の18ビットのオン時間設定の最上位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。"

TON3L (0x2D)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton3l[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton3l	7:0	チャンネル3用の18ビットのオン時間設定の最下位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。"

TON1_3LSB (0x2E)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	ton3lsb[1:0]		ton2lsb[1:0]		ton1lsb[1:0]	
Reset	–	–	0x3		0x3		0x3	
Access Type	–	–	Write, Read		Write, Read		Write, Read	

ビットフィールド	ビット	説明
ton3lsb	5:4	チャンネル3用の18ビットのオン時間設定の最下位ビット。この値は50ns刻みで設定されます。
ton2lsb	3:2	チャンネル2用の18ビットのオン時間設定の最下位ビット。この値は50ns刻みで設定されます。
ton1lsb	1:0	チャンネル1用の18ビットのオン時間設定の最下位ビット。この値は50ns刻みで設定されます。

TON4H (0x2F)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton4h[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton4h	7:0	チャンネル4用の18ビットのオン時間設定の最上位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。"

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

TON4L (0x30)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton4l[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton4l	7:0	チャンネル4用の18ビットのオン時間設定の最下位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。

TON5H (0x31)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton5h[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton5h	7:0	チャンネル5用の18ビットのオン時間設定の最上位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。

TON5L (0x32)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton5l[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton5l	7:0	チャンネル5用の18ビットのオン時間設定の最下位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。"

TON6H (0x33)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton6h[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton6h	7:0	チャンネル6用の18ビットのオン時間設定の最上位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。"

TON6L (0x34)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	ton6l[7:0]							
Reset	0xFF							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
ton6l	7:0	チャンネル6用の18ビットのオン時間設定の最下位バイト。この値は50ns刻みで設定されます。"

TON4 6LSB (0x35)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	-	-	ton6lsb[1:0]		ton5lsb[1:0]		ton4lsb[1:0]	
Reset	-	-	0x3		0x3		0x3	
Access Type	-	-	Write, Read		Write, Read		Write, Read	

ビットフィールド	ビット	説明
ton6lsb	5:4	チャンネル6用の18ビットのオン時間設定の最下位ビット。この値は50ns刻みで設定されます。
ton5lsb	3:2	チャンネル5用の18ビットのオン時間設定の最下位ビット。この値は50ns刻みで設定されます。
ton4lsb	1:0	チャンネル4用の18ビットのオン時間設定の最下位ビット。この値は50ns刻みで設定されます。

OPEN REG (0x36)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	-	-	out6o	out5o	out4o	out3o	out2o	out1o
Reset	-	-	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	-	-	Read Clears All					

ビットフィールド	ビット	説明
out6o	5	このビットが1の場合、OUT6が開放状態であることを示しています。
out5o	4	このビットが1の場合、OUT5が開放状態であることを示しています。
out4o	3	このビットが1の場合、OUT4が開放状態であることを示しています。
out3o	2	このビットが1の場合、OUT3が開放状態であることを示しています。
out2o	1	このビットが1の場合、OUT2が開放状態であることを示しています。
out1o	0	このビットが1の場合、OUT1が開放状態であることを示しています。

SHORTGND REG (0x37)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	out6sg	out5sg	out4sg	out3sg	out2sg	out1sg
Reset	–	–	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	–	–	Read Clears All					

ビットフィールド	ビット	説明
out6sg	5	このビットが1の場合、OUT6の地絡を示しています。
out5sg	4	このビットが1の場合、OUT5の地絡を示しています。
out4sg	3	このビットが1の場合、OUT4の地絡を示しています。
out3sg	2	このビットが1の場合、OUT3の地絡を示しています。
out2sg	1	このビットが1の場合、OUT2の地絡を示しています。
out1sg	0	このビットが1の場合、OUT1の地絡を示しています。

SHORTEND LED REG (0x38)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	–	out6sl	out5sl	out4sl	out3sl	out2sl	out1sl
Reset	–	–	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0	0x0
Access Type	–	–	Read Clears All					

ビットフィールド	ビット	説明
out6sl	5	このビットが1の場合、OUT6のLEDが短絡していることを示しています。
out5sl	4	このビットが1の場合、OUT5のLEDが短絡していることを示しています。
out4sl	3	このビットが1の場合、OUT4のLEDが短絡していることを示しています。
out3sl	2	このビットが1の場合、OUT3のLEDが短絡していることを示しています。
out2sl	1	このビットが1の場合、OUT2のLEDが短絡していることを示しています。
out1sl	0	このビットが1の場合、OUT1のLEDが短絡していることを示しています。

BL MASK (0x39)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	battuv	battuvmask	bstuvmask	omask	sgmask	bl_otwmask	slmask
Reset	–	–	0x1	0x0	0x0	0x0	0x1	0x0
Access Type	–	Read Clears All	Write, Read					

ビットフィールド	ビット	説明
battuv	6	このビットはBATTピンが低電圧であることを示し、これによりバックライト昇圧コンバータがディスエーブルされます。
battuvmask	5	BATTの低電圧通知のマスクビット。このビットが1の場合、BATTの低電圧によりFLTbがローにアサートされることはありません。
bstuvmask	4	昇圧コンバータの低電圧通知のマスクビット。このビットが1の場合、昇圧出力の低電圧によりFLTbがローにアサートされることはありません。
omask	3	開放LED通知のマスクビット。
sgmask	2	地絡通知のマスクビット。

ビットフィールド	ビット	説明
bl_otwmask	1	このビットが1の場合、バックライトの過熱警告によりFLTBピンがローにアサートされることはありません。
slmask	0	短絡LED通知のマスクビット。

BL_DIAG (0x3A)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	v5oor	rotor	irefoor	bstuv	bstov	hw_rst	bl_otw	bl_ot
Reset		0x0	0x0	0x0	0x0	0x1	0x0	0x0
Access Type	Read Clears All							

ビットフィールド	ビット	説明
v5oor	7	このビットが1の場合、NDRV出力のV5電源が範囲外であることを示しています。V5が範囲外であることが検出されると、バックライトブロックがディスエーブルされます。
rotor	6	このビットが1の場合、RTの抵抗が事前設定された範囲から外れていることを示しています。
irefoor	5	このビットが1の場合、IREF電流が過大であることを示しています。これは多くの場合、IREFの抵抗値が不適切であるためです。この状態になると、ICは動作を停止します。
bstuv	4	1の場合、昇圧出力で低電圧が検出され、昇圧がディスエーブルされます。
bstov	3	1の場合、昇圧コンバータが過電圧制限値に達しています。
hw_rst	2	1の場合、デバイスはハードウェアリセット（パワーアップ）を終了したところです。このビットはこのレジスタの最初の読み出し後にリセットされます。
bl_otw	1	1の場合、バックライトセクションの温度が+125° Cを超えているか、バックライト回路の温度が温度T1に達しています。
bl_ot	0	1の場合、バックライトセクションの温度が+165° Cを超えてバックライトブロックがシャットダウンされているか、TEMP入力がLED電流の供給を停止するレベルに達しています。

VBSTMON (0x3B)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	vbstmon[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
vbstmon	7:0	ADCによるBSTMONピンの測定結果

IOUT1 (0x3C)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	iout1[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

ビットフィールド	ビット	説明
iout1	7:0	ADCによるOUT1の電流測定結果

IOUT2 (0x3D)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	iout2[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
iout2	7:0	ADCによるOUT2の電流測定結果

IOUT3 (0x3E)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	iout3[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
iout3	7:0	ADCによるOUT3の電流測定結果

IOUT4 (0x3F)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	iout4[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
iout4	7:0	ADCによるOUT4の電流測定結果

IOUT5 (0x40)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	iout5[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
iout5	7:0	ADCによるOUT5の電流測定結果

IOUT6 (0x41)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	iout6[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
iout6	7:0	ADCによるOUT6の電流測定結果

burn_otp_reg (0x78)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	burn_otp[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write, Read							

ビットフィールド	ビット	説明
burn_otp	7:0	レジスタ0x07~0x15の内容を不揮発性レジスタ0x17~0x25にコピーするコマンド。このコマンドをイネーブルするには、アドレス8'h78の後にデータ8'hA5を送信します。

reboot_otp_reg (0x79)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	reboot_otp[7:0]							
Reset								
Access Type	Write Only							

ビットフィールド	ビット	説明
reboot_otp	7:0	不揮発性レジスタ0x17~0x15の内容を作業用レジスタ0x17~0x25にコピーするコマンド。このコマンドをイネーブルするには、アドレス8'h79の後にデータ8'h5Aを送信します。

soft_restart (0x7A)

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	soft_restart[7:0]							
Reset	0x00							
Access Type	Write Only							

ビットフィールド	ビット	説明
soft_restart	7:0	ラッチされたフォルトモードからデバイスを再起動するために使用するコマンド。このコマンドを実行すると、全てのフォルトがクリアされます。このコマンドをイネーブルするには、アドレス8'h7Aの後にデータ8'hC3を送信します。

アプリケーション情報

TFT電源セクション

AVDD昇圧コンバータ

昇圧コンバータのインダクタの選択

デバイスを動作させるには、インダクタンス値 (L)、インダクタ飽和電流 (I_{SAT})、DC抵抗 (R_{DC}) の3つの主要なインダクタパラメータを規定する必要があります。昇圧コンバータを2.1MHzで動作させるには2.2μHのインダクタを用います。また、420kHzで動作させるには10μHのインダクタを用います。ユニポーラモードでは、2.1MHzに対し3.3μHのインダクタを用います。

インダクタの飽和定格は、最大LXP電流制限値より大きくなくてはなりません。

昇圧コンバータの出力フィルタコンデンサの選択

出力フィルタコンデンサを選択する場合の第一の基準は、低等価直列抵抗 (ESR) であることです。ピークインダクタ電流と出力フィルタコンデンサのESRとの積によって、出力電圧に生じる高周波リップルの振幅が決まります。安定化のためには、昇圧コンバータの出力フィルタコンデンサの値は、2.1MHzの場合で10μF以上、420kHzの場合で20μF以上とする必要があります。

NAVDDがイネーブルされた場合にHVINPが大きく低下することを防ぐには、HVINPノードの容量をNAVDDの容量より大きくします。

昇圧コンバータの外付けダイオードの選択

HVINP出力に使用するダイオードには、ピーク電流定格がLXP電流制限値以上のものを選びます。ダイオードのブレイクダウン電圧定格は、HVINP電圧の絶対値より大きいことが必要です。ショットキーダイオードを用いるとコンバータの全体的な効率は向上しますが、最大動作温度で低リークとなるよう選択する必要があります。

AVDD電圧の設定

AVDD出力は、AVDD_SETレジスタ (アドレス0x13) のavdd[5:0]フィールドに6ビットの値を書き込むことで設定されます。この出力電圧は、TFT_CONFIGレジスタ (アドレス0x07) のdis_navddビットの設定値にも依存します。

NAVDD反転レギュレータ

NAVDDコンバータは、絶対値がAVDDと同じで値が負の電圧を出力します。NAVDDが出力できる最大負電圧は-10.5Vです。NAVDDはTFT_CONFIGレジスタのdis_navddビットを用いてディスエーブルできます。

NAVDDレギュレータのインダクタの選択

デバイスを動作させるには、インダクタンス値 (L)、インダクタ飽和電流 (I_{SAT})、DC抵抗 (R_{DC}) の3つの主要なインダクタパラメータを規定する必要があります。コンバータを2.1MHzで動作させるには2.2μHのインダクタを用います。また、420kHzで動作させるには10μHのインダクタを用います。

インダクタの飽和電流定格は、最大LXN電流制限値より大きくなくてはなりません。

NAVDDの外部ダイオードの選択

NAVDD出力に使用するダイオードには、ピーク電流定格がLXN電流制限値以上のものを選びます。ダイオードのブレイクダウン電圧の定格は、最大INN電圧とNAVDD電圧の絶対値の和より大きいことが必要です。ショットキーダイオードを用いると、コンバータの全体的な効率を向上できます。

NAVDDの出力コンデンサの選択

内部スイッチがオンの場合にNAVDDのコンデンサが負荷電流を供給するため、出力フィルタコンデンサを選択する場合の第一の基準は、ESRおよび容量値が低いことです。NAVDD出力の電圧リップルには次の2つの成分があります。

- ESRによるリップル。これは、ピークインダクタ電流と出力フィルタコンデンサのESRとの積です。
- バルク容量によるリップル。これは次式で定められます。

$$\Delta V_{BULK} = \frac{I_{NAVDDG} \times \frac{D}{f_{SW}}}{C_{NAVDD}}$$

安定化のためには、NAVDDの出力コンデンサの値は、スイッチング周波数が2.1MHzの場合で10μF以上、420kHzの場合で15μF以上とする必要があります。

VG_{ON}およびVG_{OFF}出力電圧の設定

外部チャージポンプ回路は、VG_{ON}/HVINPおよびVG_{OFF}/HVINPの各比率に応じて選択します。いずれの場合でも、VG_{ON}とVG_{OFF}の電圧は、許容動作範囲内にあることが必要です。

VG_{ON}およびVG_{OFF}の電圧は、VG_{ON}レジスタ (0x14) およびVG_{OFF}レジスタ (0x15) に6ビットの値を書き込むことで設定されます。なお、VG_{ON}の電圧範囲は、dis_navddビットの設定に依存する点に注意してください。

LEDドライバセクション

LEDドライバ用DC/DCコンバータ

デバイスのDC/DCコントローラには定電流シンクドライバを用いることが必要なグランド基準の出力があり、このコントローラを用いて2種類のコンバータトポロジが可能です。LEDストリングの順方向電圧が常に入力電源電圧範囲より高い場合には、昇圧コンバータトポロジを用います。LEDストリングの順方向電圧が電源電圧の範囲内である場合は、SEPICトポロジを用います。

なお、昇圧コンバータトポロジが最大の効率を実現できます。

電源回路の設計

まず上述の要素に基づいてコンバータのトポロジを選択します。必要な入力電源電圧範囲、LEDストリングを駆動するのに必要な最大電圧 (最も厳しい場合の定LED電流シンクの電圧0.875V (V_{LED}) を含む)、および次式で表されるLEDストリングを駆動するのに必要な合計出力電流 (I_{LED}) を決定します。

$$I_{LED} = I_{STRING} \times N_{STRING}$$

ここで、I_{STRING}はストリング当りのLED電流 (単位: アンペア)、N_{STRING}は使用するストリング数です。最大デューティサイクル (D_{MAX}) は次式で計算します。

昇圧構成の場合:

$$D_{MAX} = \frac{(V_{LED} + V_{D1} - V_{IN_MIN})}{(V_{LED} + V_{D1} - V_{DS} - 0.42)}$$

SEPIC構成の場合:

$$D_{MAX} = \frac{(V_{LED} + V_{D1})}{(V_{IN_MIN} - V_{DS} - 0.42 + V_{LED} + V_{D1})}$$

ここで、V_{D1}は整流ダイオードの順方向電圧降下 (単位: ボルト、約0.6V)、V_{IN_MIN}は最低入力電源電圧 (単位: ボルト)、V_{DS}はオン時の外部MOSFETのドレインソース間電圧 (単位: ボルト)、0.42Vはピーク電流検出電圧です。初めはV_{DS}に0.2Vの概算値を用いてD_{MAX}を計算します。最大インダクタ電流に基づいてパワーMOSFETを選択した後に、より正確なD_{MAX}の値を計算します。

昇圧構成

平均インダクタ電流はライン電圧に応じて変動し、平均電流が最大になるのはライン電圧が最も低い場合です。昇圧コンバータでは、平均インダクタ電流は入力電流に等しくなります。インダクタ電流のピーク間の最大リップル (ΔI_L) を選択してください。推奨するピーク間リップルは、平均インダクタ電流の60%です。

次式を用いて、最大平均インダクタ電流 (I_{LAVG}) とピークインダクタ電流 (I_{LP}) をアンペアを単位として計算します。

$$I_{LAVG} = \frac{I_{LED}}{1 - D_{MAX}}$$

ピーク間インダクタリップル (ΔI_L) が平均インダクタ電流の $\pm 30\%$ となることを許容すると、次式が成り立ちます。

$$\Delta I_L = I_{L_{AVG}} \times 0.3 \times 2$$

および

$$I_{L_P} = I_{L_{AVG}} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

インダクタ電流リップルを最大値に設定して最小インダクタンス値 (L_{MIN}) をヘンリー単位で計算します。

$$L_{MIN} = \frac{(V_{IN_MIN} - V_{DS} - 0.41) \times D_{MAX}}{f_{SW} \times \Delta I_L}$$

ここで、0.41Vはピーク電流検出電圧です (bl_illumを0に設定した場合。bl_illumが1に設定されている場合は、この式で0.3Vを用います)。最小インダクタンスが L_{MIN} の計算値より大きく電流定格が I_{L_P} より大きいインダクタを選択してください。昇圧構成の場合、選択するインダクタの推奨飽和電流制限値は、インダクタのピーク電流より10%大きな値です。

SEPIC構成

SEPIC構成の電源回路設計は、出力電圧が入力電源電圧を基準とする一般的な設計と非常に類似しています。SEPICの場合、出力はグラウンドを基準とし、インダクタは2つの部分に分割されます (SEPICのアプリケーション回路のセクションを参照)。一方のインダクタ (L_2) ではLED電流が平均電流となり、他方のインダクタ (L_1) では入力電流が平均電流となります。次式を用いることで、平均インダクタ電流 (I_{L1_AVG} 、 I_{L2_AVG}) およびピークインダクタ電流 (I_{L1_P} 、 I_{L2_P}) をアンペア単位で計算できます。

$$I_{L1_AVG} = \frac{I_{LED} \times D_{MAX} \times 1.1}{1 - D_{MAX}}$$

係数1.1は、コンバータの損失を考慮して10%のマージンを設定したことを示しています。

$$I_{L2_AVG} = I_{LED}$$

ピーク間インダクタリップル (ΔI_L) が平均インダクタ電流の $\pm 30\%$ であると仮定すると、次式が成り立ちます。

$$\Delta I_{L1} = I_{L1_AVG} \times 0.3 \times 2$$

および

$$I_{L1_P} = I_{L1_AVG} + \frac{\Delta I_{L1}}{2}$$

$$\Delta I_{L2} = I_{L2_AVG} \times 0.3 \times 2$$

および

$$I_{L2_P} = I_{L2_AVG} + \frac{\Delta I_{L2}}{2}$$

インダクタ電流リップルを最大値に設定して最小インダクタンス値 $L1_{MIN}$ および $L2_{MIN}$ をヘンリー単位で計算します。

$$L1_{MIN} = \frac{(V_{IN_MIN} - V_{DS} - 0.42) \times D_{MAX}}{f_{SW} \times \Delta I_{L1}}$$

$$L2_{MIN} = \frac{(V_{IN_MIN} - V_{DS} - 0.42) \times D_{MAX}}{f_{SW} \times \Delta I_{L2}}$$

0.42Vはピーク電流検出電圧です。最小インダクタンスが $L1_{MIN}$ および $L2_{MIN}$ の計算値より大きく、電流定格が I_{L1_P} および I_{L2_P} より大きいインダクタをそれぞれ選択します。選択するインダクタの推奨飽和電流制限値は、インダクタのピーク電流より10%大きな値です。

これ以降の計算を簡単にするため、 $L1$ と $L2$ は $L1/L2$ が並列に接続された単一のインダクタとみなします。結合したインダクタンス値と電流は次式で計算できます。

$$L_{MIN} = \frac{L1_{MIN} \times L2_{MIN}}{L1_{MIN} + L2_{MIN}}$$

および

$$IL_{AVG} = IL1_{AVG} + IL2_{AVG}$$

ここで、 IL_{AVG} は、SEPIC構成用に結合された両方のインダクタを流れる合計平均電流です。これらの値は、以降のセクションのSEPIC構成の計算で使用します。カップリングコンデンサCSは、そのピーク間リップルが最低電源電圧の2%未満となるように選択します。これにより、L1、CS、L2で構成される直列共振回路で生成される2次の効果が、コンバータの通常動作に影響を及ぼさないようにできます。CSの最小値は次式を使用して計算します。

$$CS \geq \frac{I_{LED} \times D_{MAX}}{V_{IN_MIN} \times 0.02 \times f_{SW}}$$

ここで、CSはカップリングコンデンサの最小値（単位：ファラッド）、 I_{LED} はLED電流（単位：アンペア）、係数0.02は2%のリップルに対応したものです。

電流検出抵抗と勾配補償

MAX25169のバックライト昇圧コンバータは電流を増加させて勾配補償を行います。このランプ電流は、スイッチング周波数と同期しており、各クロックサイクルの最初にゼロで始まり、クロックサイクルの最後で50 μ Aに達するまで直線的に増加します。勾配補償抵抗 (R_{SC}) は、CSP入力と外部MOSFETのソースとの間に接続します。これにより、CSP入力電圧にプログラマブルなランプ電圧が加わり、勾配補償が可能となります。

勾配補償抵抗 (R_{SC}) の値を計算するには次式を使用します。

昇圧構成の場合：

$$R_{SC} = \frac{(V_{LED} - 2 \times V_{IN_MIN}) \times R_{CS} \times 3}{L_{MIN} \times 50\mu A \times f_{SW} \times 4}$$

SEPICおよび結合インダクタ構成の場合：

$$R_{SC} = \frac{(V_{LED} - V_{IN_MIN}) \times R_{CS} \times 3}{L_{MIN} \times 50\mu A \times f_{SW} \times 4}$$

ここで、 V_{LED} および V_{IN_MIN} の単位はボルト、 R_{SC} および R_{CS} の単位はオーム、 L_{MIN} の単位はヘンリー、 f_{SW} の単位はヘルツです。スイッチ電流検出抵抗 (R_{CS}) の値は、次式で計算できます。

昇圧構成の場合：

$$R_{CS} = \frac{4 \times L_{MIN} \times f_{SW} \times V_{CS_MAX} \times 0.9}{I_{LP} \times 4 \times L_{MIN} \times f_{SW} + D_{MAX} \times (V_{LED} - 2 \times V_{IN_MIN}) \times 3}$$

SEPICおよび結合インダクタ構成の場合：

$$R_{CS} = \frac{4 \times L_{MIN} \times f_{SW} \times V_{CS_MAX} \times 0.9}{I_{LP} \times 4 \times L_{MIN} \times f_{SW} + D_{MAX} \times (V_{LED} - V_{IN_MIN}) \times 3}$$

ここで、 V_{CS_MAX} は、ピーク電流検出スレッシュホールドの最小値で、 bl_ilim が0の場合は0.38、 bl_ilim が1の場合は0.275です。電流検出スレッシュホールドには勾配補償成分も含まれます。許容誤差を考慮して、最小電流検出スレッシュホールドには0.9を乗じます。

出力コンデンサの選択

いずれのコンバータトポロジでも、メインスイッチがオンの場合、出力コンデンサが負荷電流を供給します。出力コンデンサの機能は、コンバータの出力リップルを許容可能なレベルまで低減することです。LEDストリングの電圧は定電流であることから安定しているため、出力電圧リップルは全て、定電流シンクの出力で生じます。MAX25169では、安定した出力電流を得るために、ピーク間出力電圧リップルを250mVに制限しています。

出力コンデンサのESR、ESL、バルク容量が出力リップルに影響します。ほとんどのアプリケーションでは、低ESRのセラミックコンデンサを用いると出力ESRおよびESLの影響を大幅に低減できます。この場合、必要なバルク容量を実現するために複数のセラミックコン

デンサを並列に接続します。ただし、PWM調光時の可聴ノイズを最小限に抑えるためには、昇圧出力にセラミックコンデンサを用いることを制限した方がよい場合もあります。そのような場合は、電解コンデンサまたはタンタルコンデンサを追加することでバルク容量の大部分を提供できます。

外部スイッチングMOSFETの選択

外部スイッチングMOSFETの電圧定格は、整流ダイオードの電圧降下および寄生インダクタンスや寄生容量を原因とするリングングによるオーバーシュートを含めた、最大昇圧出力電圧に耐えられる大きさであることが必要です。MOSFETのV_{DS}の電圧定格は、最大出力電圧と整流ダイオードの降下分を合算したものより30%高い値となるようにすることを推奨します。

MOSFETの連続ドレイン電流定格 (ID) は、ケース温度が最大動作周囲温度となっている場合、次式による計算値より大きいことが必要です。

$$I_{DRMS} = \left(\sqrt{I_{LAVG}^2 \times D_{MAX}} \right) \times 1.3$$

MOSFETはスイッチング損失と導通損失の両方によって電力を消費します。次式を用いるとMOSFETの導通損失を計算できます。

$$P_{COND} = I_{LAVG}^2 \times D_{MAX} \times R_{DS(ON)}$$

ここで、R_{DS(ON)}は、MOSFETのオン状態のドレイン-ソース間抵抗です。次式を用いると、MOSFETのスイッチング損失を計算できます。

$$P_{SW} = \frac{I_{LAVG} \times V_{LED}^2 \times C_{GD} \times f_{SW}}{2} \times \left(\frac{1}{I_{GON}} + \frac{1}{I_{GOFF}} \right)$$

ここで、I_{GON}はMOSFETオン時のゲート電流、I_{GOFF}は、MOSFETのオフ時のゲート電流（どちらも単位はアンペア）です。また、C_{GD}はMOSFETのゲート-ドレイン間容量（単位：ファラッド）です。

整流ダイオードの選択

ショットキー整流ダイオードを用いると、順方向の電圧降下を低減でき、逆回復時のMOSFETの負荷を最小限にできます。ダイオードの逆回復時間が長いと、MOSFETのスイッチング損失が増加します。電圧定格が昇圧コンバータの最大出力電圧より20%高く、電流定格が次式より大きなショットキーダイオードを選択してください：

$$I_D = I_{LAVG} \times (1 - D_{MAX}) \times 1.2$$

帰還補償

通常動作時、LEDストリング電流がPWM調光時にイネーブルされている場合は、帰還制御ループはOUT₋の最低電圧が0.58V~0.85Vのウィンドウコンバータ制限範囲内に入るようレギュレーションします。PWM調光時にLED電流がオフになっている場合は、制御ループによりコンバータはオフにされます。PWM調光パルス幅が50μs未満の場合、コンバータは連続的に動作します。

帰還ループにとって最も厳しいのは、LEDドライバが通常動作モードで最低OUT₋電圧をレギュレーションする場合です。昇圧構成でインダクタ電流が連続導通モードの場合、スイッチングコンバータの小信号伝達関数には右半面 (RHP) ゼロがあります。このRHPゼロにより20dB/decadeのゲインと90°の位相遅れが加わります。これにより、補償が困難になります。

最も厳しい場合のRHPゼロ周波数 (f_{ZRHP}) は次式で計算できます。

昇圧構成の場合：

$$f_{ZRHP} = \frac{V_{LED} \times (1 - D_{MAX})^2}{2\pi \times L \times I_{LED}}$$

SEPIC構成の場合：

$$f_{ZRHP} = \frac{V_{LED} \times (1 - D_{MAX})^2}{2\pi \times L \times I_{LED} \times D_{MAX}}$$

ここで、 f_{ZRHP} の単位はヘルツ、 V_{LED} の単位はボルト、 L は $L1$ のインダクタンス値で単位はヘンリー、 I_{LED} の単位はアンペアです。このゼロを回避する簡単な方法は、RHPゼロ周波数の1/5より低い周波数から-20dB/decadeの勾配でループゲインを0dBまでロールオフすることです。

スイッチングコンバータの小信号伝達関数には出力ポールもあります。実効的な出力インピーダンスと出力フィルタ容量によって、次式のとおり、出力ポール周波数 (f_{P1}) が定まります。

昇圧構成の場合：

$$f_{P1} = \frac{I_{LED}}{2\pi \times V_{LED} \times C_{OUT}}$$

SEPIC構成の場合：

$$f_{P1} = \frac{I_{LED} \times D_{MAX}}{2\pi \times V_{LED} \times C_{OUT}}$$

ここで、 f_{P1} の単位はヘルツ、 V_{LED} の単位はボルト、 I_{LED} の単位はアンペア、 C_{OUT} の単位はファラッドです。補償部品 (R_{COMP} および C_{COMP}) には次の2つの機能があります。つまり、 C_{COMP} はループゲインに-20dB/decadeの勾配を与える低周波数ポールを生み出し、 R_{COMP} は R_{COMP} と C_{COMP} によって形成されるゼロより高い周波数でエラーアンプのゲインを平坦化します。補償を行う場合、このゼロは出力ポール周波数 (f_{P1}) で生じます。そのため、変調器と補償器を組み合わせた場合の応答には、 f_{P1} より高い周波数で-20dB/decadeの勾配が生じます。

合計ループゲインがRHPゼロ周波数の1/5の周波数で-20dB/decadeの低下勾配にて0dBと交差するよう、 f_{P1} での合計ループゲインを固定するために必要な R_{COMP} の値は、次式で計算できます。

昇圧構成の場合：

$$R_{COMP} = \frac{f_{ZRHP} \times R_{CS} \times I_{LED}}{5 \times f_{P1} \times GM_{COMP} \times V_{LED} \times (1 - D_{MAX})}$$

SEPIC構成の場合：

$$R_{COMP} = \frac{f_{ZRHP} \times R_{CS} \times I_{LED} \times D_{MAX}}{5 \times f_{P1} \times GM_{COMP} \times V_{LED} \times (1 - D_{MAX})}$$

ここで、 R_{COMP} は補償抵抗で単位はオーム、 f_{ZRHP} および f_{P2} の単位はヘルツ、 R_{CS} はスイッチ電流検出抵抗で単位はオーム、 GM_{COMP} はエラーアンプのトランスコンダクタンス (700 μ S) です。

C_{COMP} の値は次式で計算できます。

$$C_{COMP} = \frac{1}{2\pi \times R_{COMP} \times f_{Z1}}$$

ここで、 f_{Z1} は、クロスオーバー周波数の1/5、したがって f_{ZRHP} の1/5の周波数に配置される補償ゼロです。出力コンデンサに低ESRがない場合は、ESRゼロ周波数は、0dBクロスオーバー周波数の範囲内となる可能性もあります。同じ周波数に配置されるこのポールを打ち消すために、追加のポールが必要になる場合があります。これを行うには、COMPとGNDの間にコンデンサを直接接続します。

不揮発性メモリの使用

自動リフレッシュ機能を用いない場合にデバイスの不揮発性プログラミングを実行するには、次のシーケンスに従います。

- フルI²CモードのデバイスのINピンとINNピンに3.3V~5Vの範囲の電圧を印加します。
- OTPに格納する必要がある値を0x07~0x15のレジスタに書込みます。
- V_{PROG} に8.5Vを印加します。
- 必要に応じ、 V_{PROG} の8.5Vが安定化するまで待機します。
- burn_otp_regコマンドを送信します (レジスタアドレス0x78に0xA5を書き込む)。パリティが有効化されている場合は、必要に応じて最終バイトを変更することで全体のパリティが偶数となることを確認します。
- 20ms待機します。
- nvflt bitが0であれば書込みは成功です。次の手順に進みます。nvfltが1の場合は再試行します (手順5および6)。
- reboot_otpコマンドを送信 (レジスタアドレス0x79に0x5Aを書き込む) するか、デバイスに再度電源投入します。

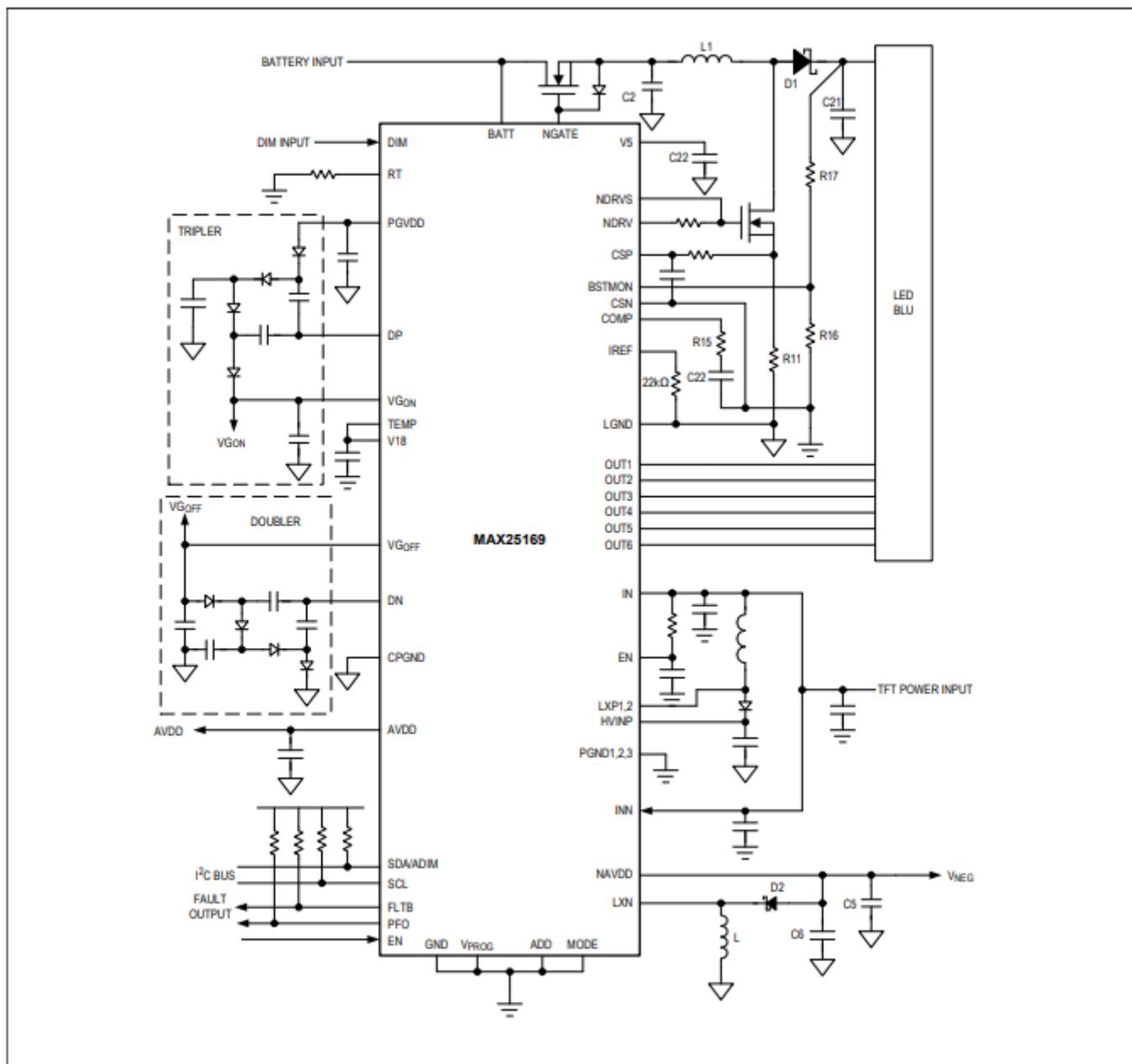
自動リフレッシュ機能を有効化した状態で不揮発性プログラミングを行う場合は、特別な注意が必要です。そのような場合、少なくとも1回のキャリブレーションを既に行っているならば、次のシーケンスに従います。

1. フルI²CモードのデバイスのINピンとINNピンに3.3V~5Vの範囲の電圧を印加します。
2. REG_CTRL[6]を1にセットします。このdis_refreshビットは、プログラミング操作中にリフレッシュが行われることを防止します。
3. 目的のデータを揮発性レジスタに書込みます。
4. VPROGに8.5Vを印加します。
5. burn_otp_regコマンドを送信します (0x78に0xA5を書き込む)。
6. 20ms待機します。
7. nvflt bitが0であれば書込みは成功です。次の手順に進みます。nvfltが1の場合は再試行します (手順5および6)。
8. reboot_otpコマンドを送信 (レジスタアドレス0x79に0x5Aを書き込む) するか、デバイスに再度電源投入します。
9. REG_CTRL[6]が0であることを確認します。

不揮発性メモリへの書込みは合計で6回行うことができます。

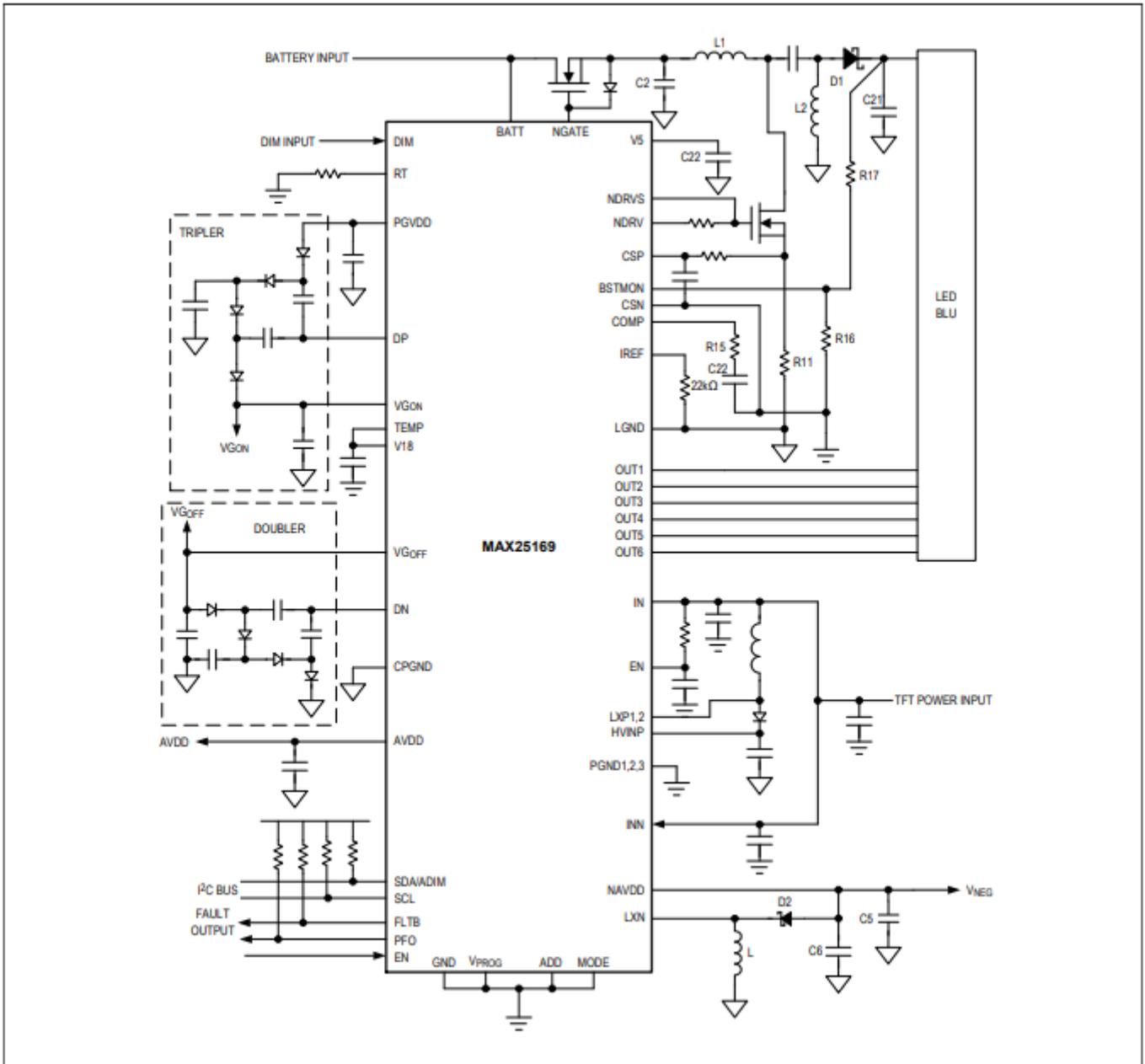
標準アプリケーション回路

基本的なアプリケーション回路



代表的なアプリケーション回路 (続き)

SEPICアプリケーション回路



MAX25169

ASIL Bの機能を備えた自動車用I²C制御、6チャンネル、150mA
バックライトドライバおよび4出力TFT LCDバイアス

オーダー情報

PART	TEMP RANGE	PACKAGE CODE	PIN-PACKAGE	FEATURES	7-BIT I ² C ADDRESSES
MAX25169ATM/V+	-40°C to +125°C	T4877+9C	48 TQFN-EP*	—	0x46/0x47
MAX25169ATM/VY+**	-40°C to +125°C	T4877Y+9C	48 TQFN-EP*	—	0x46/0x47
MAX25169ATMB/V+**	-40°C to +125°C	T4877+9C	48 TQFN-EP*	V _{GON} /V _{GOFF} disabled	0x46/0x47

/Vは車載適合製品であることを示します。

+は鉛 (Pb) フリー/ROHS準拠のパッケージであることを示します。

*EP = 露出パッド。

Y = 側面濡れ性 (SW) パッケージ。

**計画中の製品 - 発売時期についてはお問い合わせください

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	9/22	初版発行	-