

EVALUATION KIT
AVAILABLE**MAXIM**デジタル制御の
CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

概要

MAX1610/MAX1611は、冷陰極蛍光ランプ (CCFL) 用の完全に集積化された高効率ドライバで、4.5V~26Vの電源で動作します。高スイッチング周波数パワーMOSFETを内蔵しているため、外部部品点数が少なく、磁性部品の小型化が可能です。MAX1610/MAX1611は、ランプのオープン又は短絡に対して保護されています。CCFLを絶縁トランスの二次巻線で駆動することにより効率を改善し、輝度設定が暗いときのちらつきを防ぐことができます。輝度の調節はランプ電流をスケールリングするか、あるいは固定電流にしてチョッピングにより目に見えない速さでCCFLのオン/オフを切り換えることによって行います。

MAX1610は、輝度調節用の内部5ビットアップダウンカウンタの増減及びクリアを可能にするデジタル入力を備えています。MAX1611は、システムマネージメントバス(SMBus)2線シリアルインタフェースによってCCFLの輝度を直接調節することができます。どちらの製品もマイクロパワーシャットダウン機能及びロジック用の別電源を不要にするリニアレギュレータを備えています。シャットダウン中もデジタルインタフェースをアクティブ状態に保持して輝度設定を保存します。

アプリケーション

ノートブック/ラップトップコンピュータ

POS端末

ポータブル医療機器

計測器のディスプレイ

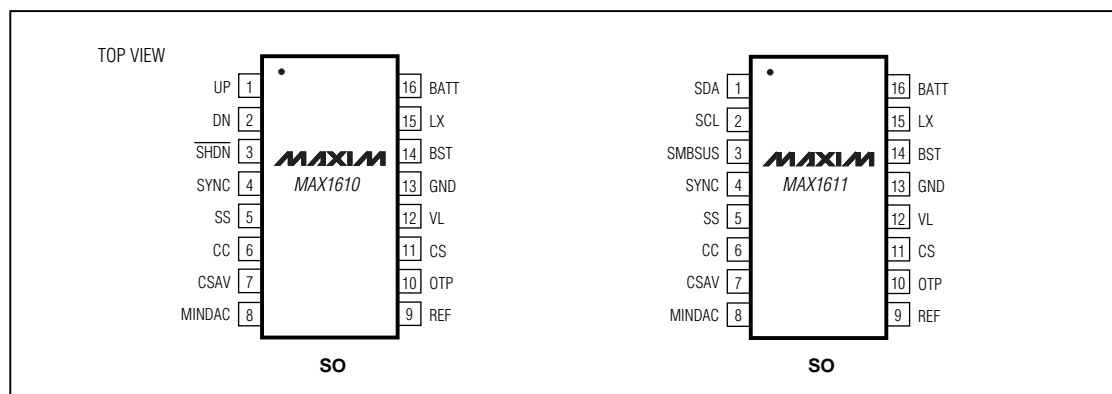
特長

- ◆ CCFL輝度の直接デジタル制御
- ◆ 低消費電流：最大3mA(動作時)
最大20µA(シャットダウン時)
- ◆ 低電圧動作：最低4.5V
- ◆ 内部26V、0.7 パワースイッチ
- ◆ ランプのオープン又は短絡時の保護
- ◆ 絶縁トランス二次巻線をサポート
- ◆ SMBusシリアルインタフェース(MAX1611)
- ◆ 低輝度でもちらつきなし
(内部280Hz電流チョッピング)
- ◆ 電力から光への高変換効率
- ◆ スwitching周波数：290kHz/145kHz選択可能
- ◆ 発振器同期入力
- ◆ パッケージ：16ピン ナローSOP

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1610CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX1611CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO

ピン配置



デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

BATT to GND	-0.3V to 28V	BATT, LX Current	1A
BST to GND	-0.3V to 30V	SDA Current	50mA
BST to LX	-0.3V to 6V	VL Current	50mA
LX to GND	-0.6V to (BATT + 0.3V)	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
VL to GND	-0.3V to 6V	SO (derate 8.70mW/°C above +70°C)	696mW
CS, CSAV, CC, SYNC, REF, MINDAC,		Operating Temperature Range	
SS, OTP to GND	-0.3V to (VL + 0.3V)	MAX1610CSE/MAX1611CSE	0°C to +70°C
SHDN, UP, DN to GND	-0.3V to 6V	Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
SMBSUS, SDA, SCL to GND	-0.3V to 6V	Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(T_A = 0°C to +70°C, BATT = 8.2V, MINDAC = 0V, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SUPPLY AND REFERENCE					
BATT Input Voltage Range		4.75		26	V
BATT Quiescent Supply Current, Operate Mode	BATT = 25V		1.5	3	mA
BATT Quiescent Supply Current, Shutdown Mode			10	20	μA
VL Output Voltage, Operate Mode	4.75V < BATT < 26V	4.25	4.5	4.75	V
VL Output Voltage, Shutdown Mode		3.0	3.6	4.75	V
REF Output Voltage	No load	1.92	2.0	2.08	V
REF Load Regulation	ISOURCE = 100μA		6	20	mV
SWITCHING REGULATOR					
BATT-to-LX Switch On-Resistance	BST - LX = 4.1V		0.7	1.0	Ω
LX Switch Off-Leakage Current				10	μA
Oscillator Frequency	SYNC = REF	250	290	330	kHz
	SYNC = GND	125	145	165	
Oscillator SYNC Pin Synchronization Range		240		350	kHz
SYNC High Pulse Width		200			ns
SYNC Low Pulse Width		200			ns
SYNC Input Current	SYNC = GND or VL	-1		1	μA
SYNC Input Low Voltage				0.5	V
SYNC Input High Voltage		4.0			V
Power-Switch Maximum Duty Cycle	SYNC = REF	89	91		%
SS Source Current	SS = GND	2.5	4.0	5.5	μA
SS Sink Current	SS = 0.5V	2			mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(T_A = 0°C to +70°C, BATT = 8.2V, MINDAC = 0V, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
DAC AND ERROR AMPLIFIER						
DAC Resolution	Guaranteed monotonic		5			Bits
MINDAC Input Voltage Range			0		1	V
MINDAC Input Bias Current			-1		1	μA
MINDAC Digital PWM Threshold				3		V
CSAV Input Voltage Range			0		1.0	V
CSAV Regulation Point	D/A at full scale		232	247	260	mV
	D/A at 1LSB			12		
CSAV Input Bias Current			-5		5	μA
CSAV to CC Voltage-to-Current Converter Transconductance	CC = 2V, CSAV = 1V, D/A at 1LSB			85		μmho
CC Sink Current	CC = 2V, CSAV = 1V, D/A at 1LSB			80		μA
CC Source Current	CC = 2V, CSAV = 0V, D/A at full scale			20		μA
OPEN AND SHORTED TUBE PROTECTION						
OTP Voltage Trip Point	Referred to REF	OTP rising	-20		20	mV
OTP Input Bias Current	GND < OTP < VL		-1		1	μA
CS Overcurrent Cutoff Threshold				500		mV
MAX1610 LOGIC LEVELS						
SHDN, UP, DN Input Low Voltage					0.8	V
SHDN, UP, DN Input High Voltage			2.4			V
SHDN, UP, DN Input Bias Current			-1		1	μA
MAX1611 LOGIC LEVELS						
SMBSUS, SDA, SCL Input Low Voltage					0.8	V
SMBSUS, SDA, SCL Input High Voltage			2.2			V
SMBSUS, SDA, SCL Input Bias Current			-1		1	μA
SDA Output Low Sink Current	V _{SDA} = 0.6V		6			mA

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

TIMING CHARACTERISTICS—MAX1610

(Figure 1, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
UP, DN Pulse Width High	t_1		1			μs
UP, DN Pulse Width Low	t_2		1			μs
UP, DN Pulse Separation	t_3		1			μs
Counter Reset Time	t_4		1			μs

TIMING CHARACTERISTICS—MAX1611

(Figures 2 and 3, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Serial Clock High Period	t_{HIGH}		4			μs
SCL Serial Clock Low Period	t_{LOW}		4.7			μs
SCL, SCA Rise Time	t_R	(Note 1)			1	μs
SCL, SDA Fall Time	t_F	(Note 1)			0.3	μs
Start Condition Setup Time	$t_{\text{SU:STA}}$		4.7			μs
Start Condition Hold Time	$t_{\text{HD:STA}}$		4			μs
SDA Valid to SCL Rising Edge Setup Time, Slave Clocking in Data	$t_{\text{SU:DAT}}$		500			ns
SCL Falling Edge to SDA Transition	$t_{\text{HD:DAT}}$	(Note 1)	0			ns
SCL Falling Edge to SDA Valid, Reading Out Data	t_{DV}				1	μs

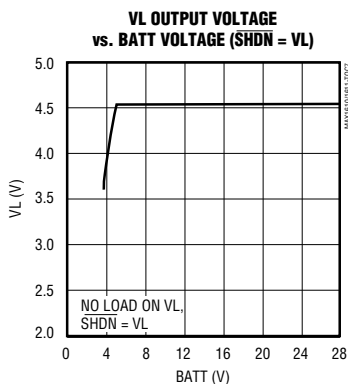
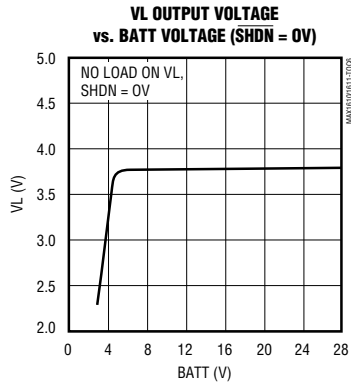
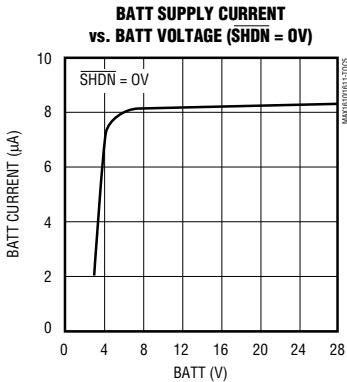
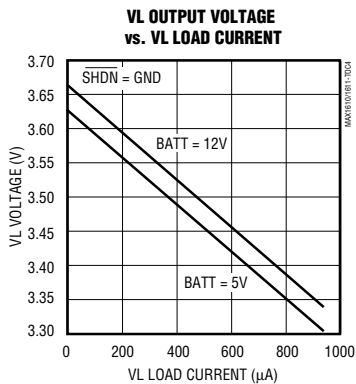
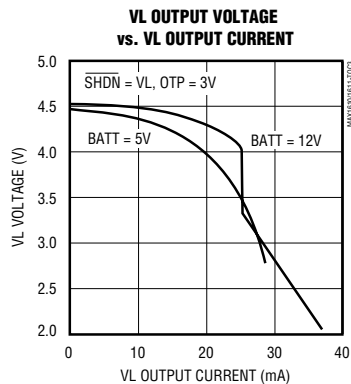
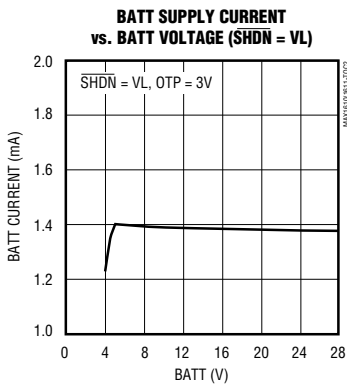
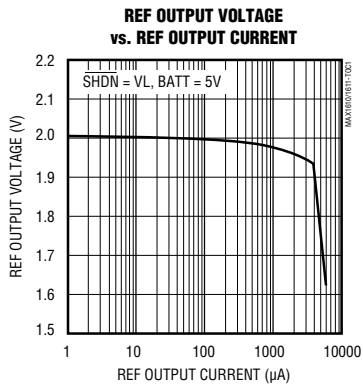
Note 1: Guaranteed by design.

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

標準動作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



デジタル制御の CCFLバックライト電源

端子説明

端子		名称	機能
MAX1610	MAX1611		
1	—	UP	ロジックレベル入力。UPの立上りエッジで5ビットDACの5ビットカウンタのカウンタが1つ増えます。UP = DN = 1の場合、カウンタはスケール中央に設定されます。
—	1	SDA	システムマネージメントバスシリアルデータ入力及びオープンドレイン出力
2	—	DN	ロジックレベル入力。DNの立上りエッジで5ビットDACの5ビットカウンタのカウンタが1つ減ります。UP = DN = 1の場合、カウンタはスケール中央に設定されます。
—	2	SCL	システムマネージメントバスシリアルクロック入力
3	—	$\overline{\text{SHDN}}$	ロジックレベルシャットダウン入力用ピン。 $\overline{\text{SHDN}}$ にロジックローを印加するとチップは低消費電流シャットダウンモードになります。
—	3	SMBSUS	システムマネージメントバスサスペンドモード入力。SMBSUSはチップの2つ構成設定の内の1つを選択します。これらの設定は、シリアルで予めプログラムされています。
4	4	SYNC	発振器同期入力。SYNCをREFに接続すると発振器の周波数が290kHzに設定されます。SYNCをGND又はVLに接続すると発振器の周波数が145kHzに下がります。
5	5	SS	ソフトスタート用ピン。4 μ Aの電流ソースがSSに取り付けられたコンデンサを充電します。このピンの電圧がスイッチのピーク電流を制限します。ランプがターンオフされるとSSはGNDに引き下げられます。
6	6	CC	電圧電流コンバータの出力。電流リミットを設定するPWMコンバータへの入力。CCに取り付けられたコンデンサが電流レギュレタループの帯域幅を設定します。
7	7	CSAV	電圧電流コンバータへの入力。このコンバータはCCのコンデンサを使ってCSAVの電圧を平均化します。
8	8	MINDAC	MINDACでの電圧がDACの最小スケール出力電圧を設定します。MINDACをVLに接続すると内部280Hz電流チョッピングモードがイネーブルされます。
9	9	REF	2.0Vリファレンス出力。0.1 μ FでGNDにバイパスして下さい。
10	10	OTP	オープンチューブ保護コンバータ。OTPがリファレンス電圧を超えている限り、NチャネルBATT-LXスイッチは強制的にオフになります。
11	11	CS	ローサイド電流検出入力。電流モードレギュレタは、CSの電圧が(REF - CC)を超えるとスイッチサイクルを終了します。
12	12	VL	内部リニアレギュレタの出力。VLを4.75V以上の電圧でオーバードライブしてチップを+5V \pm 5%で駆動すると電力を節約することができます。0.1 μ FでGNDにバイパスして下さい。
13	13	GND	システムグランド
14	14	BST	ハイサイドゲートドライバへの電源入力。このドライバが内部NチャネルMOSFETのオン/オフを切り換えます。
15	15	LX	内部ハイサイドゲートドライバのグランド接続部。内部NチャネルMOSFETのソース接続ポイント。
16	16	BATT	4.5V ~ 25Vバッテリー電圧入力ポイント。内部NチャネルパワーMOSFETのドレイン及びチップを駆動する内部リニアレギュレタの入力に接続されています。

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

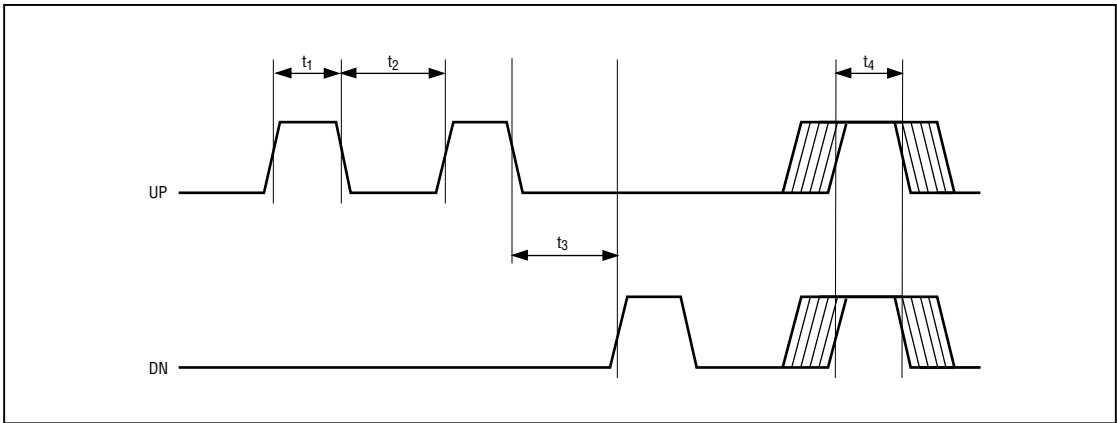


図1. MAX1610のUP及びDNの信号タイミング

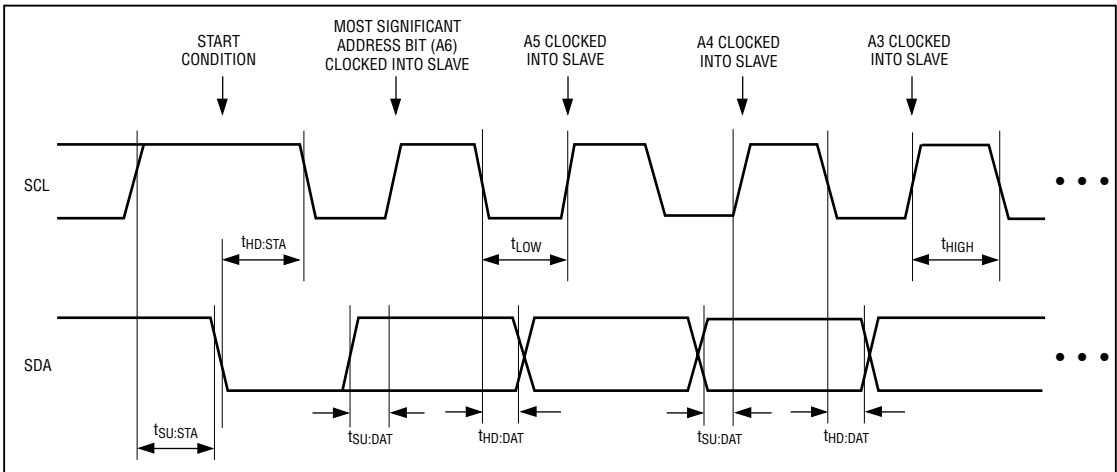


図2. MAX1611のSMBシリアルインタフェースのタイミング(アドレス)

デジタル制御の CCFLバックライト電源

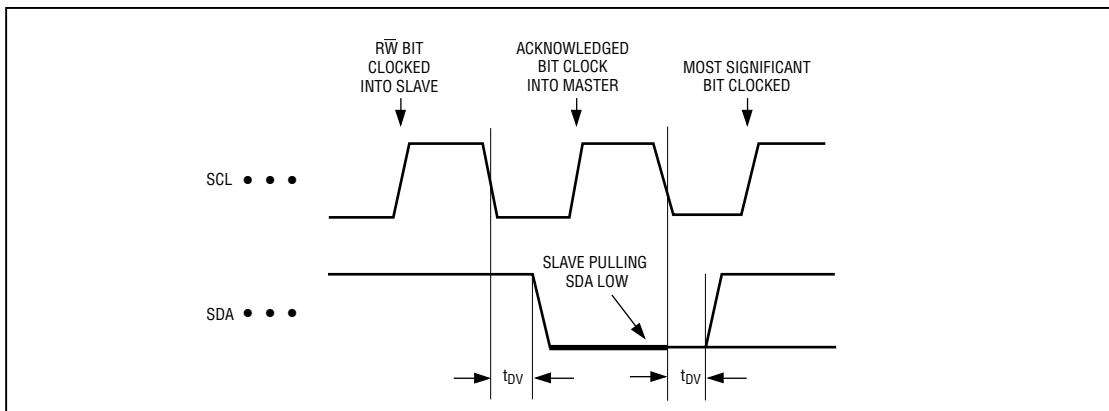


図3. MAX1611のSMBシリアルインタフェースのタイミング(アクノレッジ)

詳細

始めに

冷陰極蛍光ランプ(CCFL)には2つの端子があります。CCFLが発光するためには、この2つのランプ端子を高電圧(約AC 550V RMS)の高周波サイン波(45kHz)で駆動する必要があります。MAX1610/MAX1611では、変動するDC入力電圧を使用してこの高電圧高周波サイン波駆動電圧を発生します。MAX1610/MAX1611回路の正しい部品定数を選択するには、幾つかのCCFLパラメータ及び最小DC入力電圧を指定する必要があります。これらは表1に記載されています。

表3に、図4の回路で使用する推奨部品定数を示します(特定のCCFLパラメータに依存)。表3のC2の値は、T1の二次巻線の通常動作電圧がCCFLのストライク電圧にできるだけ近くなるように選択されています(ストライク電圧(V_S)は、CCFLの動作電圧(V_L)の約1.8倍と仮定)。

T1、C1、R2、Q1及びQ2は、ロイヤー発振器を形成します。ロイヤー発振器は、C1、T1の一次インダクタンス(L_p)、及びT1の二次巻線から見たインピーダンスに依存する周波数により発振する共振タンク回路です。MAX1610/MAX1611は、R1の電圧を検出することによってロイヤー発振器に供給される電流を安定化します。ロイヤー発振器に流れる電流(I_{R1})を一定とすると、CCFLに供給される電力はロイヤー発振器の周波数に依存します。表3のR1の値は、T1、C1及びC2の部品定数の変動範囲内でCCFLに供給される電力が最大定格を超えないように選択されています。図4のロイヤー発振器の波形は、図5及び図6に示されています。

アナログ回路

MAX1610/MAX1611は、ロイヤー発振器に供給される電流を安定化することにより、BATTの入力電圧が変動してもCCFLの輝度を一定に維持します。この電流は、CSAVとGNDの間の抵抗R1によって検出されます。BATT-LX内部スイッチが、固定周波数のパルス幅変調によってCSAVピンを安定化電圧に維持します。デジタルインタフェースを通じてCSAVの安定化電圧を調節することにより、CCFLの輝度を設定できます。MAX1610とMAX1611の唯一の相違点は、CSAV安定化電圧を設定する5ビットデジタルアナログコンバータ(DAC)を調節するために用いるデジタルインタフェースの部分だけとなっています。スケール最小(minスケール)CSAV安定化電圧は、MINDACピンを使用して抵抗で調節可能であり、これによってCCFLの最低輝度が設定されます。MAX1610/MAX1611のパワーアップ時のD/A設定は、スケール中央(バイナリの10000)に予め設定されています(図7)。

MINDACによるスケール最小値の設定

MINDACピンにより、CCFL輝度の最低値を設定します。MINDACでの電圧を8で割った値で最小CSAV安定化電圧が設定されます。例えば、図4の回路でR5(150k)とR6(51k)がREFからの抵抗分圧器を形成し、MINDACの電圧を507mVに設定します(REF = 2.0V)。これにより、CSAVの最小安定化電圧が63mVに設定されます(CSAVのフルスケール安定化電圧は247mV)。

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

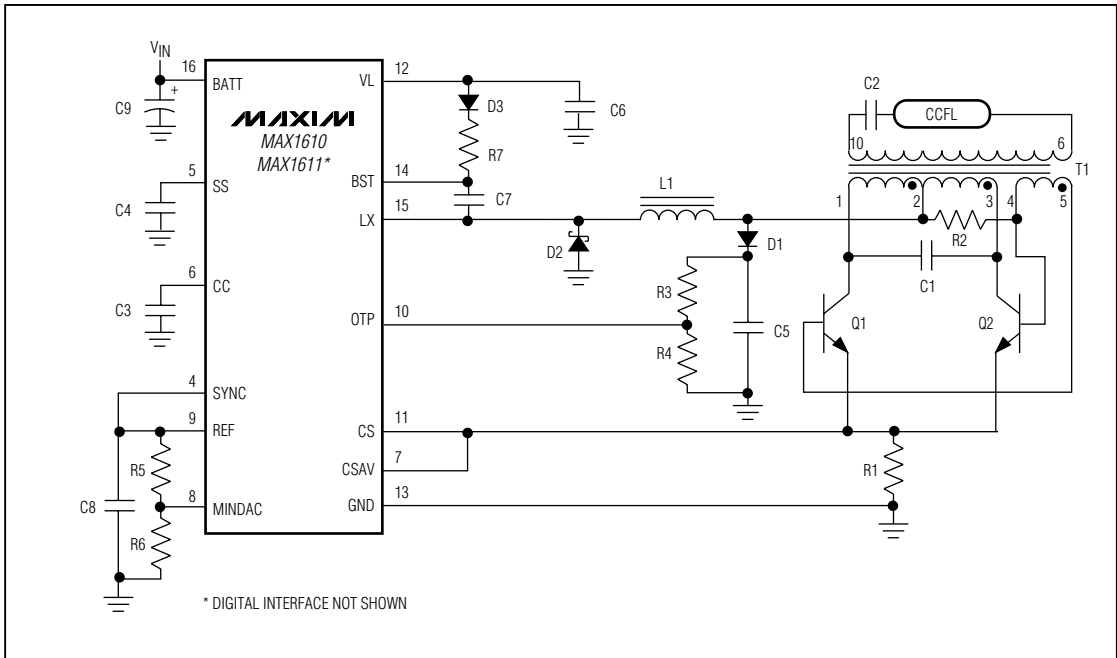


図4. 標準的なフローティングランプアプリケーション回路

表1. 必要なCCFL仕様値

仕様	単位	記号	説明
CCFL最小ストライク電圧 (「キックオフ電圧」)	V_{RMS}	V_S	CCFLは通常 $550V_{RMS}$ で動作しますが、初期には蛍光管を点灯するために高電圧を必要とします。
CCFL標準動作電圧 (「ランプ電圧」)	V_{RMS}	V_L	CCFLが一旦点灯すると、光出力を維持するために必要な電圧は約 $550V_{RMS}$ に低下します。小さな蛍光管では、僅か $250V_{RMS}$ で動作するものもあります。CCFLの動作電圧は、蛍光管の輝度が変わっても比較的一定に留まります。
CCFL最大動作電流 (「ランプ電流」)	mA_{RMS}	I_L	CCFLを通るAC電流の最大2乗平均値は、ほとんど常に $5mA_{RMS}$ です。CCFLは、DC電流を許容しません。
CCFL最大周波数 (「ランプ周波数」)	kHz	f_L	最大ACランプ電流周波数。
DC電源の最小入力電圧	V	V_{MIN}	MAX1610/MAX1611回路への最小DC入力電圧により、DC-AC変換トランスに必要な巻線比が決まります。最小入力電圧を減少すると、一定の出力電力を得るために必要なトランスのサイズが増大します。

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

表2. 標準アプリケーション回路の部品定数

a) 抵抗

SYMBOL	VALUE	TOLERANCE	POWER RATING
R1	(Note)	±1%	1/8W
R2	510Ω	±10%	1/8W
R3	51kΩ	±5%	1/16W
R4	8.2kΩ	±5%	1/16W
R5	150kΩ	±5%	1/16W
R6	51kΩ	±5%	1/16W
R7	20Ω	±10%	1/16W

b) コンデンサ

SYMBOL	VALUE	TOLERANCE	WORKING VOLTAGE	NOTES
C1	0.1μF	±20%	±25V	δF ≤ 0.001 @ 1kHz
C2	(Note 1) (pF)	±10%	±3kV	High voltage
C3, C5	27nF	±20%	25V	
C4, C6, C7, C8	0.1μF	-20%	25V	Ceramic, larger values acceptable
C9	10μF	-50%	35V	Tantalum, low ESR

c) その他の部品

SYMBOL	DESCRIPTION	GENERIC PART	SURFACE-MOUNT PART	MANUFACTURER
Q1, Q2	1A NPN switching transistor, V _{CEO} ≥ 50V	2N2222A	FMMT619, SOT23	Zetex
D1, D3	50mA silicon diode, V _{BR} ≥ 40V	1N4148	CMPD4448, SOT23	Central
D2	1A Schottky diode, V _{BR} ≥ 30V	1N5818	EC10QS04	Nihon
L1	100μH, 1A inductor		CDR125-101	Sumida
T1	6W Royer oscillator transformer, turns ratio 67:1, secondary (pins 10 and 6) : primary (pins 1 and 3), primary magnetizing inductance (L _p) of 44μH ±20%		CTX110605	Coiltronics

Note: Component values depend on lamp characteristics. See Table 3 to select values.

表3. 図4の回路定数の選択

V _L (V _{RMS})	I _L (mA _{RMS})	C2	R1	V _{CT} (V _{MAX})	f _{ROY} (kHz)		
					MIN	TYP	MAX
250	3	22pF	1.21Ω	3.63V	50.3	58.6	71.8
250	5	43pF	0.715Ω	3.61V	43.3	49.7	60.3
300	3	18pF	1.18Ω	4.30V	52.1	61.0	75.1
300	5	36pF	0.681Ω	4.14V	45.6	52.8	64.7
450	5	20pF	0.732Ω	6.55V	51.1	59.7	73.3
500	5	18pF	0.715Ω	7.17V	52.1	61.0	75.1
550	5	18pF	0.665Ω	7.29V	52.5	61.8	76.7
600	5	15pF	0.698Ω	8.41V	53.6	63.1	78.1

Note: f_{ROY} = Royer oscillator damped resonant oscillation frequency. T1 primary magnetizing inductance (L_p) = 44μH ±20%. V_{CT} = average voltage from the T1 center tap to the emitters of Q1 and Q2 (ignoring Q1, Q2 V_{CE,SAT}). C1 = 0.1μF ± 20%; C2 = ±10% tolerance; R1 = ±1% tolerance.

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

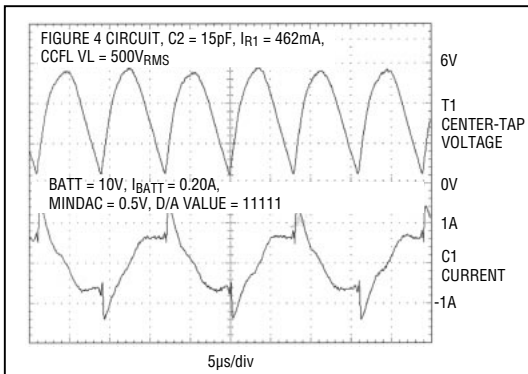


図5. 図4の回路のロイヤル発振器の標準動作波形

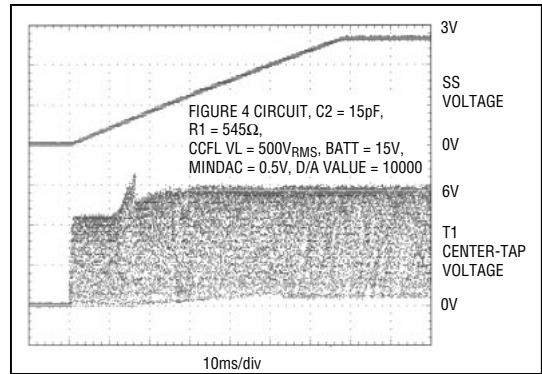


図6. 図4の回路のスタートアップ波形

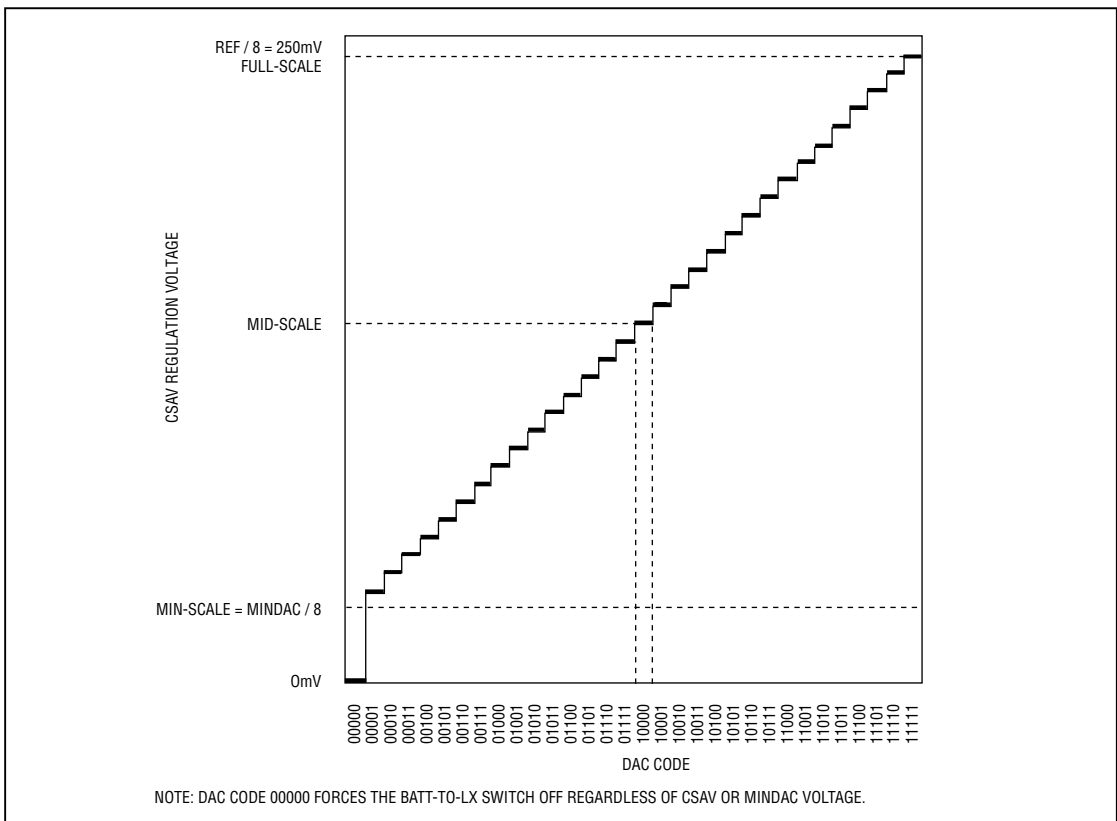


図7. CSAVの安定化電圧範囲

デジタル制御の CCFLバックライト電源

オープンチューブ保護(OTP)

ロイヤル発振器に実際に使用されるトランスには、必ず最大許容二次電圧が指定されています。最大許容二次電圧を超えた電圧がかかると、巻線の絶縁が破壊されてトランスが恒久的に損傷する恐れがあります。CCFLを取り付けていない状態でCCFL駆動回路がターンオンされたり、機械的な故障で通常動作中にCCFLが切り離されたりすると、この最大許容二次電圧を超えてしまう可能性があります。こうした障害状態からトランスを保護するために、OTPピンを使用してトランスのセンタータップの電圧を検出して下さい(図4のピン2)。OTPの電圧がREFリファレンス電圧を超えると、BATT-LXパワースイッチが強制的にオフになります。

例えば、図4のCTX110605トランスは、最大許容連続二次電圧が $1340V_{RMS}$ となっています。D1とC5がT1のセンタータップのピーク電圧を検出します。R3とR4でセンタータップピーク電圧のリミットが決まります。T1のセンタータップの電圧と二次電圧の関係は、図8に図示されています。Q1/Q2飽和電圧とR1電流検出抵抗の電圧を無視すると、下記の式1が得られます。

$$V_{CTPK} = \frac{V_{SEC}\sqrt{2}}{2N}$$

ここで V_{SEC} は二次巻線で許容される最大2乗平均電圧、Nは二次と一次の巻線比、 V_{CTPK} はトランスセンタータップのピーク電圧です。

アナログ部のブロック図

図9に、MAX1610/MAX1611のアナログ回路の機能図を示します。これらのチップのアナログ回路は同一であり、デジタルインタフェースだけが異なっています。

ループ補償コンデンサ(CC)

BATT-LXスイッチは、固定周波数でターンオンし、CSピンの電流検出電圧が(CC - REF)を超えるとターンオフします。CCピンの電圧が上がるとCS電流リミットも上がります。トランスコンダクタンスアンブがCSAVの電圧を所望の安定化電圧と比較し、誤差に比例する電流をCCピンに流します。CCとGNDの間のコンデンサによってこの安定化ループの帯域幅が決まります(下の式2を参照)。

$$BW = \frac{85}{2\pi C3}$$

ここでBWはCSAV安定化ループの帯域幅(kHz単位)、C3はCCとGNDの間の容量(nF単位)です。

ソフトスタート(SS)

ソフトスタート機能は、パワーアップ時にOTPがトリガされるのを防ぎます。SSとGNDの間にコンデンサを取り付けると、CS電流リミットがゆっくりと上昇してロイヤル発振器がソフトスタートされます。パワーオンリセット又はランプがターンオフされている時には、内部回路がSSをGNDに引き下げます(DAC = 00000、シャットダウンモード、ON-1 = 0又はON-0 = 0)(図10及び図11)。SSがGNDに引き下げられていない時は、内部の $4\mu A$ 電流ソースがSSピンのコンデンサに電流を流し込みます。このピンは内部でREFにダイオードクランプされているため、約2.7Vの最大電圧まで電圧が上昇します。CCでの電圧に関係なく、CS電流検出電圧はSSの電圧を5で割った値よりも高くなることは許されません。

周波数選択及び同期

SYNCピンは、BATT-LXのスイッチング周波数の設定、及びBATT-LXのスイッチング周波数を外部発振器に同期させるという2つの機能を果たします。SYNCがGND又はVLに接続されていると、スイッチング周波数が

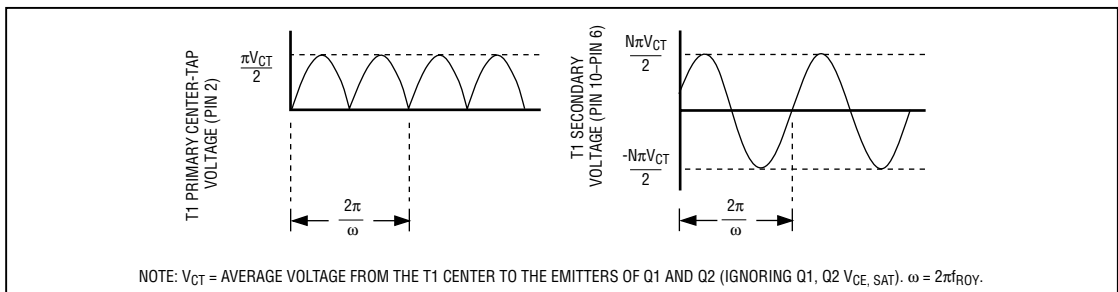


図8. トランスの一次/二次電圧の関係

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

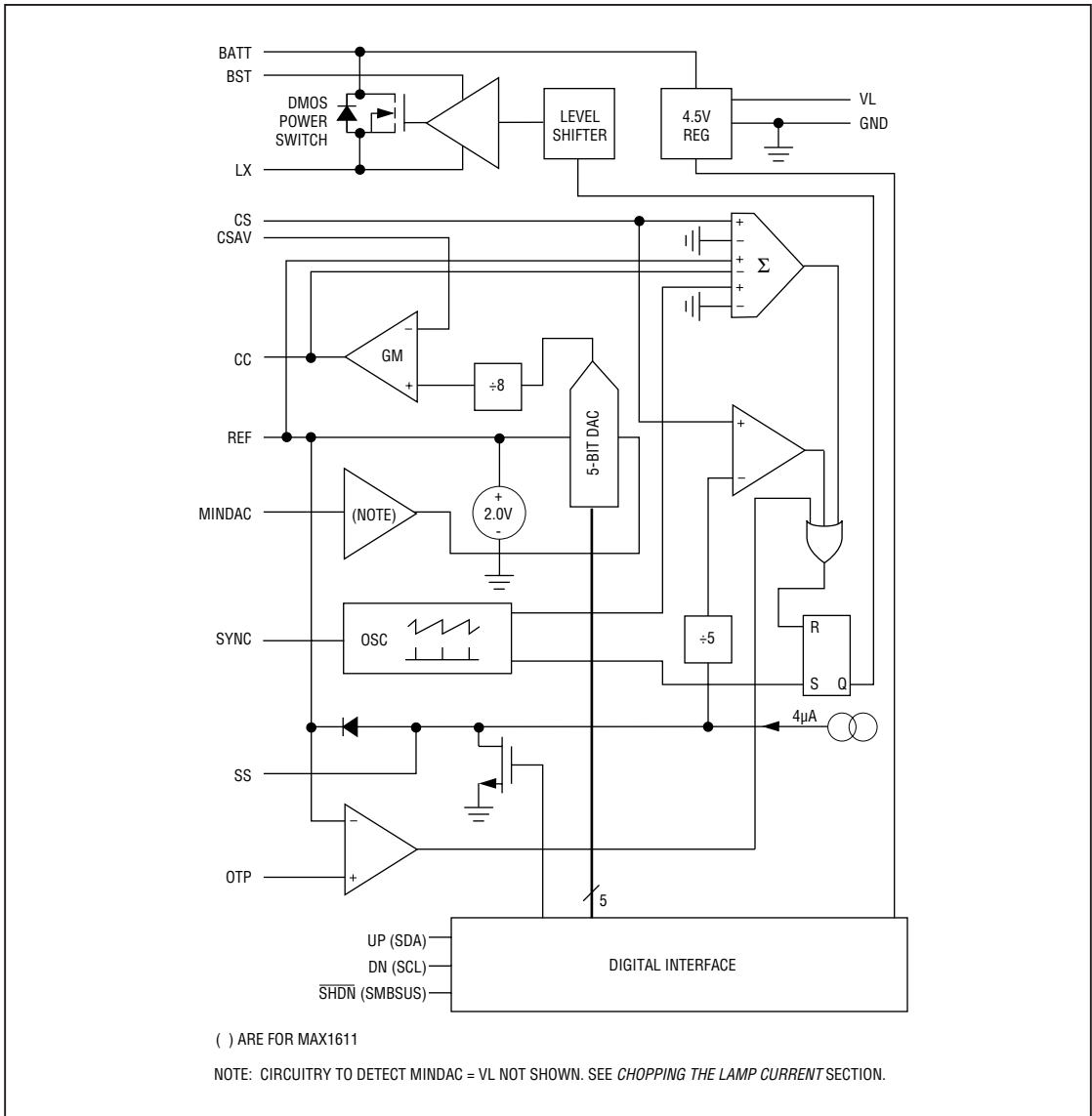


図9. ファンクションダイグラム

デジタル制御の CCFLバックライト電源

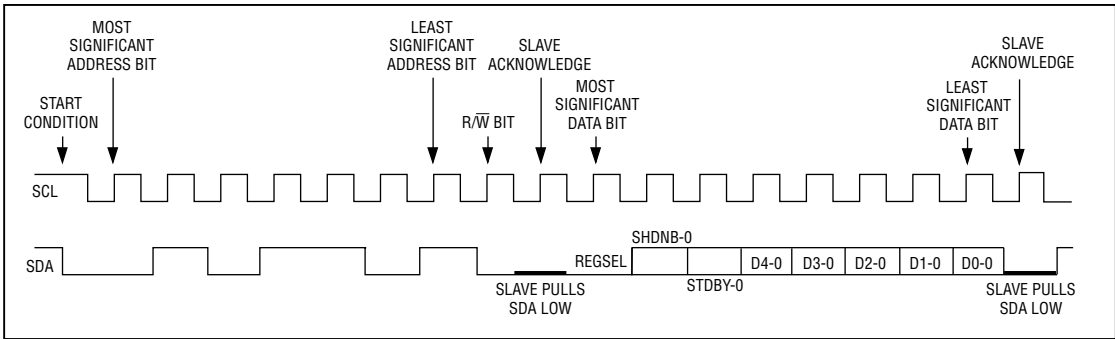


図10. MAX1611シリアルインタフェースのシングルバイト書込例(REGSEL = 0)

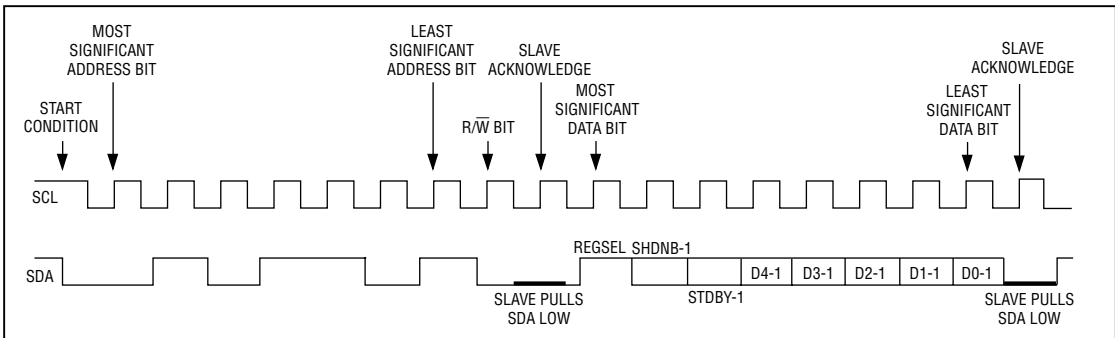


図11. MAX1611シリアルインタフェースのシングルバイト書込例(REGSEL = 1)

145kHzに設定されます。SYNCがREFに接続されていると、スイッチング周波数は290kHzに設定されます。SYNCに立上りエッジがくると、スイッチが強制的にオンになり、BATT-LXスイッチサイクルが再開されます。

MAX1610のデジタルインタフェース

MAX1610は、内部5ビットアップ/ダウンカウンタを備えています。このカウンタは、内部5ビットDACの値を設定します。電源投入時、あるいはUP及びDNピンが同時にハイになると、この5ビットアップ/ダウンカウンタがバイナリの10000(スケール中央に対応)に設定されます。UPの立上りエッジで5ビットカウンタのカウンタが1つ増えます。DNの立上りエッジで5ビットカウンタのカウンタが1つ減ります。このカウンタは、アンダーフローやオーバーフローで桁上がり/下がりすることはありません。例えば、CCFLが最大強度レベルになっている時にUPの立上りエッジが来ても出力は変化しません。

SHDNピンを使うと、5ビットアップ/ダウンカウンタを使わなくてもMAX1610の消費電流を10µAに低減することができます。SHDN = 1の場合、MAX1610はVLが

4.5Vの状態で作動します。BATT-LXパワースイッチが作動すると、BSTを通じて(電源電流の他に)新たに3mAの電流が消費され、VLは少なくとも4.5mAの電流を供給しなければなりません。SHDN = 0の場合は、(VLを通じて最大500µAの電流のソースとなるラレギュレータを除き)全てのアナログ回路がターンオフします。ラレギュレータは内部ロジックの状態を保存し、シャットダウン中にデジタルインタフェースをアクティブ状態に保ちます(SHDN = 0)。

MAX1611のデジタルインタフェース

Intelシステムマネージメントバス(SMBus™)を通じて書き込まれたシングルバイトのデータがMAX1611を制御します。図10と図11にシングルバイト書込みの例を示します。MAX1611は、構成データを保存するための7ビットラッチを2つ備えています。同時にアクティブにできる7ビットラッチは1つだけです。MAX1611は、自分のアドレス(バイナリ0101101)にのみ応答します。SMBSUSピンによって、2つの構成データセットの内のどちらを使用するかを選択します。図12に、MAX1611のデジタル回路の回路図を示します。

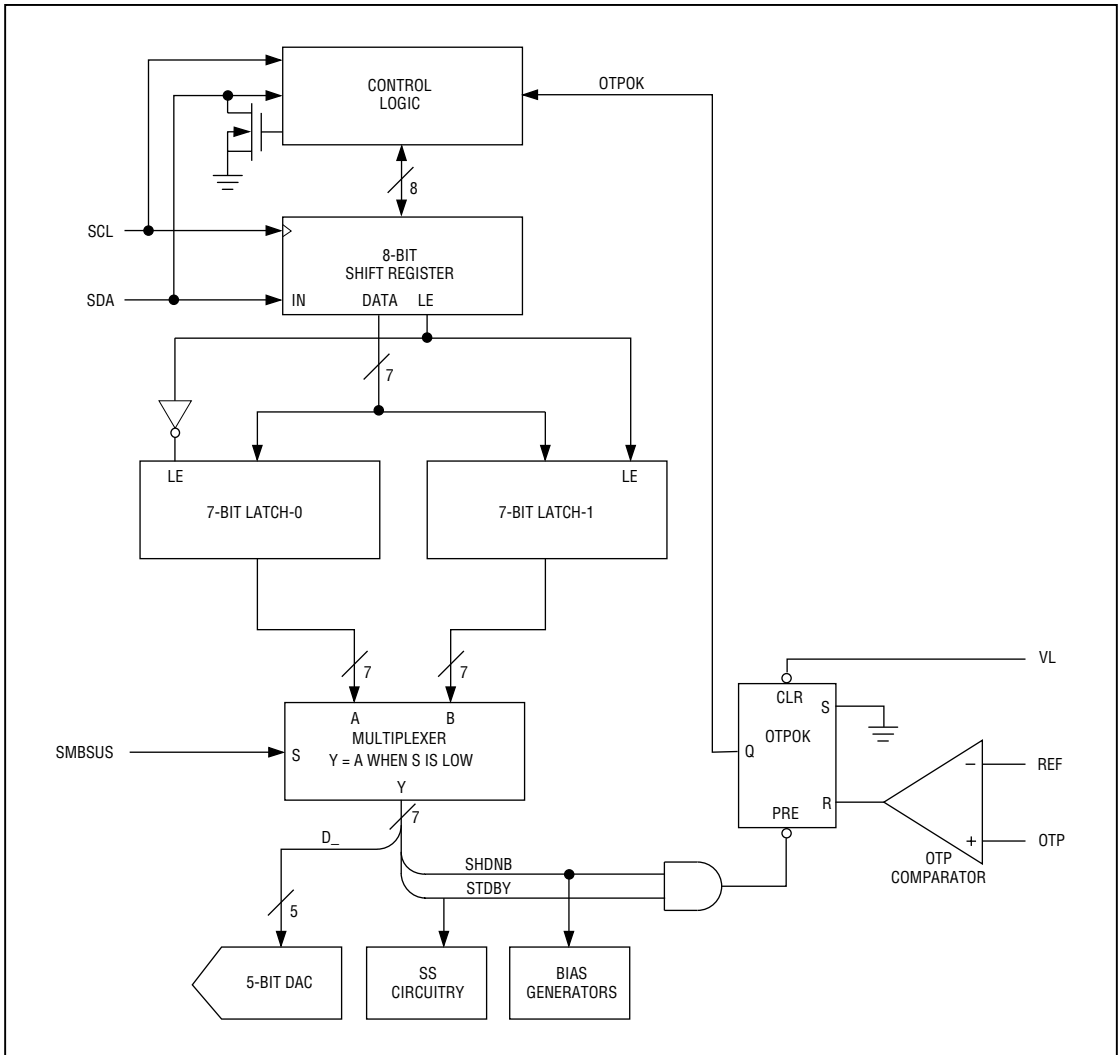


図12. MAX1611シリアルインタフェース回路のブロック図

デジタル制御の CCFLバックライト電源

表4. MAX1611 構成バイト(REGSEL = 0)

ビット	名称	POR 状態*	説明
7	REGSEL	—	レジスタ選択。このビットがゼロの時、残りの7ビットが7ビットラッチ0に書き込まれます(図13)。
6	SHDNB-0	0	完全シャットダウン。SHDNB-0 = 0の時にSMBSUSをローにすると、MAX1611は低自己消費電流のシャットダウンモードに入ります。このモードではリファレンスはオフになり、VLリニアレギュレータ出力は低電流のラレギュレーションモードに切り替わります。SHDNB-0 = 1の時にSMBSUSをローにすると、MAX1611は通常動作モードになります。このモードでは、リファレンス及び内部VLリニアレギュレータは完全にオンになります。SHDNB-0はSTDBY-0に優先します。つまり、SHDNB-0 = 0かつSMBSUS = 0であれば、STDBY-0の値に関らずMAX1611がシャットダウンされます。
5	STDBY-0	0	スタンバイ。CCFL電源のみをディセーブルします。SMBSUSがローに留まりSTDBY-0 = 0である限り、内部電源スイッチはオフに維持され、SSはGNDに短絡されます。内部リファレンスとリニアレギュレータは影響されません。STDBY = 1かつSMBSUSがローであると、MAX1611は通常動作になります。
4 3 2 1 0	D4-0 D3-0 D2-0 D1-0 D0-0	1 0 0 0 0	DAC入力データ。SMBSUSピンがローの時、D4-0 ~ D0-0でDACが設定されます。

*パワーアップ後の初期レジスタ状態

表4. MAX1611 構成バイト(REGSEL = 1)

ビット	名称	POR 状態*	説明
7	REGSEL	—	レジスタ選択。このビットが1の時、残りの7ビットが7ビットラッチ1に書き込まれます(図13)。
6	SHDNB-1	1	完全シャットダウン。SHDNB-1 = 0の時にSMBSUSをハイにすると、MAX1611は低自己消費電流のシャットダウンモードに入ります。このモードではリファレンスはオフになり、VLリニアレギュレータ出力は低電流のラレギュレーションモードに切り替わります。SHDNB-1 = 1の時にSMBSUSをハイにすると、MAX1611は通常動作モードになります。このモードでは、リファレンス及び内部VLリニアレギュレータは完全にオンになります。SHDNB-1はSTDBY-1に優先します。つまり、SHDNB-1 = 0かつSMBSUS = 0であれば、STDBY-1の値に関らずMAX1611がシャットダウンされます。
5	STDBY-1	1	スタンバイ。CCFL電源のみをディセーブルします。SMBSUSがハイに留まりSTDBY-1 = 0である限り、内部電源スイッチはオフに維持され、SSはGNDに短絡されます。内部リファレンスとリニアレギュレータは影響されません。STDBY-1 = 1かつSMBSUSがハイであれば、MAX1611は通常動作になります。
4 3 2 1 0	D4-1 D3-1 D2-1 D1-1 D0-1	1 0 0 0 0	DAC入力データ。SMBSUSピンがハイの時、D4-1 ~ D0-1でDACが設定されます。

*パワーアップ後の初期レジスタ状態

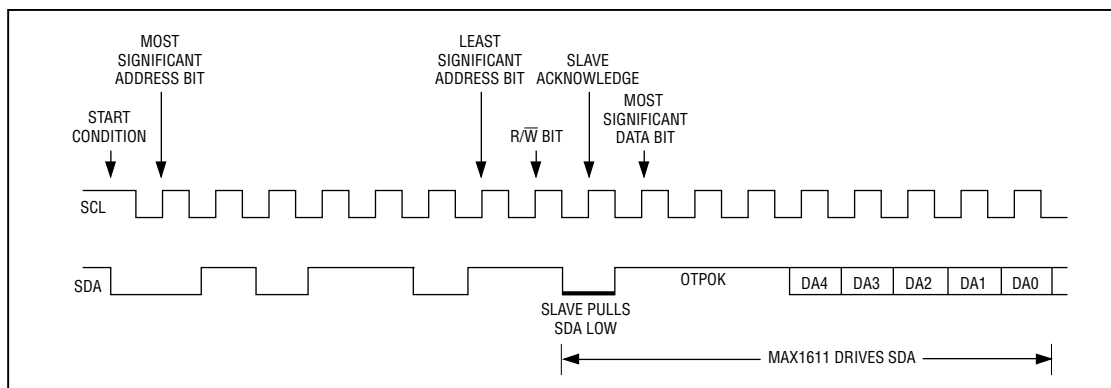


図13. MAX1611シリアルインタフェースの読取例

表6. MAX1611のステータスビット

ビット	名称	POR状態*	機能
7	OTPOK	1	ラッチされたオープンチューブ検出情報。OTPOK = 0は、オープンチューブ検出がトリガされたことを示します。OTPピンの電圧がREFを超えると、OTPOKビットは直ちにクリアされます。OTPOKピンをリセットするには、シャットダウン又はスタンバイに入って下さい。
6	—	—	未使用。これらのビットは常にロジック1をリターンします。
5	—	—	
4	DA4		SMBSUSで選択されたDAC設定を表示します。
3	DA3		
2	DA2		
1	DA1		
0	DA0		

*パワーアップ後の初期レジスタ状態

SMBSUSピンによって、2つの7ビットレジスタの内のどちらを使用するかを選択することに注意して下さい。表4及び表5に、構成データのデータフォーマットが記載されています。

MAX1611のステータス情報は、SMBus読取バイトプロトコルを使用して読取することができます。図13にステータス読取の例を示します。表6にステータス情報のデータフォーマットが記載されています。

シャットダウン中(SMBSUS = 0かつSHDNB-0 = 0、又はSMBSUS = 1かつSHDNB-1 = 0)、MAX1611のシリアルインタフェースが完全に機能しているため、シリアルインタフェースでSHDNB-0又はSHDNB-1ビットを設定することにより、MAX1611を通常動作状態に戻すことができます。

ランプ電流のチョッピング

ランプ電流をチョッピングすることにより、ランプのちらつきを起こさずに持続光量レベルを低くすることができます。強度は、オン時間のデューティサイクル

を制御することによって変更します。MINDACをVLに接続すると特別モードになり、CCFL強度は目に見えない周波数でランプをオン/オフすることにより調節されます。SSピンはオフ時間にGNDに引き下げられ、オン時には2.7Vに上昇します。オン時にはCSAVピンはREF/8(250mV)に安定化します。オフ時にはBATT-LXパワースイッチが強制的にオフになり、CC補償ノードがハイインピーダンスになります。図4の回路のR5、R6及びC4は省いて下さい。

このモードでは、SSをフローティングのまま残し、CCのコンデンサを0.1µFまで増やして下さい。また、D1(図4)と直列に330Ωの抵抗を挿入することにより、ランプのストライクの繰返しによってオープンランプ検出回路がトリップすることを防いで下さい。SSピンは、スイッチング周波数を1024で割った周波数(SYNC = REFで283Hz)で振動します。強度は、SSピンのデューティサイクルによって変わります。デューティサイクルは、DACによって3%ステップで設定されます。デューティサイクルは強度によって異なります。フル

デジタル制御の CCFLバックライト電源

スケールの場合、デューティサイクルは100%になります。DACコードが00001、00010及び00011のいずれかの場合、最小9%のデューティサイクルになります。DACコードが00000の場合、ランプが完全にオフになります(デューティサイクル0%)。DACがスケール中央に設定された時のチョッピングされた波形を図14に示します。

アプリケーション情報

ランプ電流の直接安定化

MAX1610/MAX1611は、T1の二次巻線を通じてCCFL電流を直接安定化することができます(図15)。これにより、最大ランプ電流(I_L)をより正確に設定できます。この方法の弱点は、二次巻線とグラウンドの間の電圧が図4の場合の2倍になるため、ランプの一端が他端よりも明るくなる「温度計」効果を生じやすくなることです。図15は、R1、R40、D40及びD41を除いて、図4と同じ部品定数を使用しています。D40及びD41は、D1と同じタイプのダイオードです。R1を $0.68 \pm 10\%$ にすることにより、ピーク電流リミットを約735mAに設定して下さい。R40を $107 \pm 1\%$ にすることにより、ランプ電流を 5mA_{RMS} にして下さい。この回路は、部品を調節しなくても広範囲のランプタイプを許容します。

部品メーカー

表7に、C1の供給元として3社を挙げます。C1とロイヤール共振タンクT1のインダクタンスの間でエネルギーが循環するため、過熱を防ぐためにC1は損失係数の低いものを使用する必要があります。表8に、高電圧バラストコンデンサC2のメーカーが記載されています。

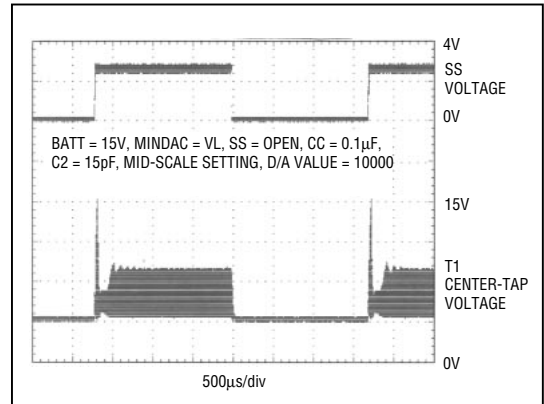


図14. チョッピングされた波形

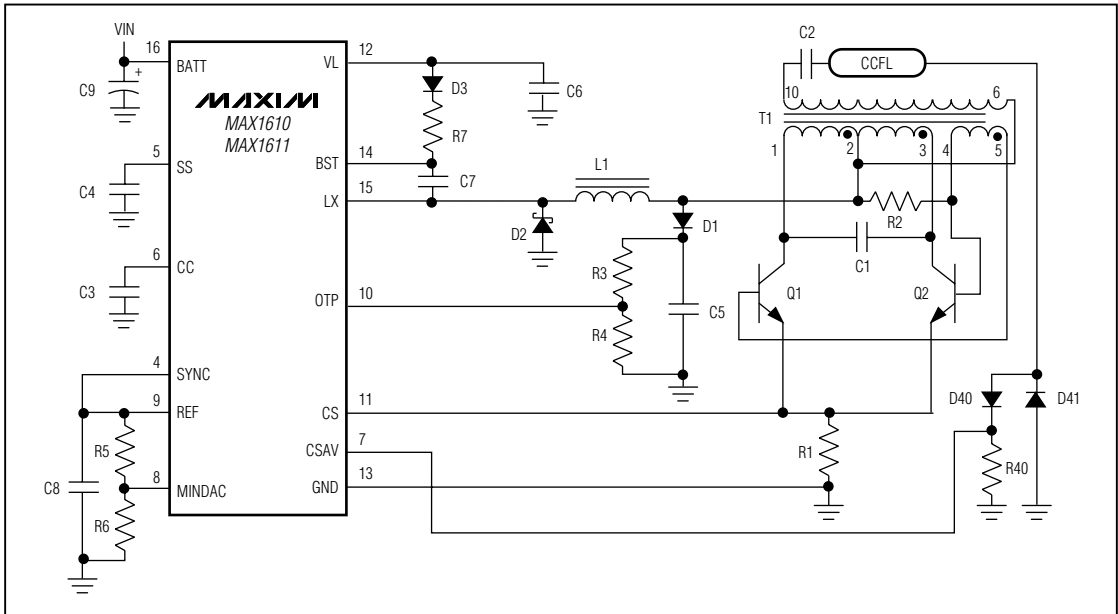


図15. CCFL電流を直接安定化

表7. コンデンサC1のメーカー

PART	SUPPLIER	LOCATION	PHONE	FAX	NOTES/CONTACT
SMD7.3104	WIMA	Elmsford, NY	914-347-2474	914-347-7230	Dissipation factor (tan δ) at 1kHz and 20°C ≤ 0.008.
		Germany	(0621) 8785-0	(0621) 8710457158	
		Hong Kong	5-70-11-51	58-06-84-74	
CHEV0025J104	PACCOM Electronics	Redmond, WA	206-883-9200	206-881-6959	Dissipation factor (tan δ) at 1kHz ≤ 0.002.
4040N104M250	NOVACAP	Valencia, CA	805-295-5920	805-295-5928	Dissipation factor (tan δ) at 1kHz and 20°C ≤ 0.0015.

表8. コンデンサC2のメーカー

PART	SUPPLIER	LOCATION	PHONE	FAX
1808HA330KATMA	AVX/Kyocera	Olean, NY	716-372-6611	716-372-6316
		Vancouver, WA	206-696-2840	206-695-5836
		Germany	08131 9004-0	08131 9004-44
		Hong Kong	852-363-3303	852-765-8185
GHM1040SL330J3K	Murata	Smyrna, GA	404-436-1300	404-436-3030
		Germany	49-911-66870	49-911-6687193
		Taiwan	886-2-562-4218	886-2-536-6721
302C1812A330K	Metuchen Capacitors, Inc.	Old Bridge, NJ	908-679-3366	908-679-3222
302R29N330K	Johanson Dielectrics	Sylmar, CA	818-364-9800	818-364-6100

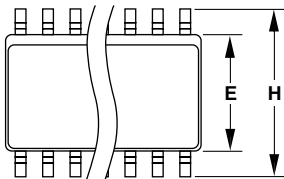
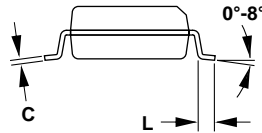
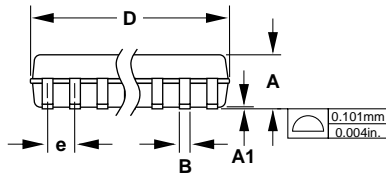
チップ情報 _____

TRANSISTOR COUNT : 5457

デジタル制御の CCFLバックライト電源

MAX1610/MAX1611

パッケージ



**Narrow SO
SMALL-OUTLINE
PACKAGE
(0.150 in.)**

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
E	0.150	0.157	3.80	4.00
e	0.050		1.27	
H	0.228	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	8	0.189	0.197	4.80	5.00
D	14	0.337	0.344	8.55	8.75
D	16	0.386	0.394	9.80	10.00

21-0041A

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

20 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**