

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

## 概要

MAX16809は、高集積、高効率の白色またはRGB LEDドライバです。このドライバは、LCDバックライトや、複数列のLEDを備えるその他のLED照明アプリケーション用に設計されています。MAX16809の電流モードPWMコントローラは、LEDアレイに必要な電圧を安定化します。入力電圧とLED電圧範囲に応じて、これをブーストまたはバックブースト(SEPIC)トポロジで使用することができます。

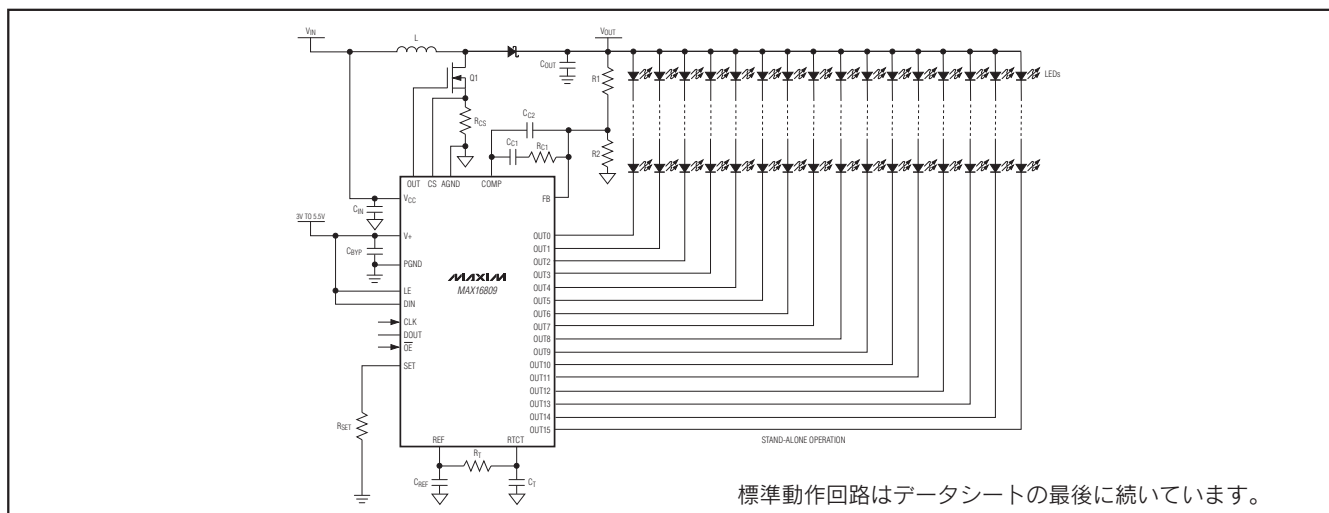
LEDドライバのMAX16809は、36V連続動作定格の16のオープンドレイン、定電流シンクLEDドライバ出力を備えています。LED電流制御回路はLED列間で $\pm 3\%$ の電流マッチングを実現し、55mAを超えるLED列用には電流出力の並列接続が可能です。出カインーブルピンは、全出力チャンネルの同時PWM調光用に使用されます。調光周波数範囲は50Hz~30kHzで、調光比は最大5000:1です。定電流出力は1個の抵抗器により設定可能で、LED電流を出力チャンネル当り最大55mAまで調整可能です。

MAX16809は、業界標準の4線式シリアルインタフェースを使って、スタンドアロンモードで、またはマイクロコントローラ( $\mu C$ )を使って動作します

MAX16809は、温度過昇保護を備え、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ の全温度範囲で動作し、5mm x 7mmの放熱特性を高めた38ピンTQFNエクスポートドパッドパッケージで提供されます。

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 16の定電流出力チャンネル(各最大55mA)
- ◆ 出力間電流マッチング:  $\pm 3\%$
- ◆ チャンネルの並列接続によってLED列当りの電流を増大
- ◆ 36V連続電圧定格の出力
- ◆ PWM調光用の出カインーブルピン(最高30kHz)
- ◆ 1個の抵抗器によって全チャンネルのLED電流を設定
- ◆ 広い調光比: 最大5000:1
- ◆ 電流検出用リファレンスが小さく(300mV)高効率を実現
- ◆ 8V~26.5Vの入力電圧、または外付けバイアスデバイスを使ってそれより高い入力電圧が可能
- ◆ 各出力チャンネルを制御する4線式シリアルインタフェース

## アプリケーション

LCD白色またはRGB LEDバックライト:

LCD TV、デスクトップ、ノートブック  
パネル、車載用ナビゲーション、ヘッドアップ、  
およびインフォテインメントディスプレイ  
工業用および医療用ディスプレイ

アンビエント、ムード、およびアクセント照明

## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX16809ATU+	$-40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$	38 TQFN-EP*

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

\*EP = エクスポートドパッド

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V<sub>CC</sub> to AGND .....-0.3V to +30V  
 Current into V<sub>CC</sub> (V<sub>CC</sub> > 24V) .....30mA  
 V+ to PGND .....-0.3V to +6V  
 OUT to AGND .....-0.3V to (V<sub>CC</sub> + 0.3V)  
 OUT Current (10μs duration) .....±1A  
 FB, COMP, CS, RTCT, REF to AGND .....-0.3V to +6V  
 COMP Sink Current .....10mA  
 OUT0–OUT15 to PGND .....-0.3V to +40V  
 DIN, CLK, LE,  $\overline{OE}$ , SET to PGND .....-0.3V to (V+ + 0.3V)  
 DOUT Current .....±10mA

OUT0–OUT15 Sink Current .....60mA  
 Total PGND Current (1s pulse time) .....960mA  
 Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
 38-Pin TQFN (derate 35.7mW/°C\* above +70°C) .....2857mW  
 Operating Temperature Range .....-40°C to +125°C  
 Junction Temperature .....+150°C  
 Storage Temperature Range .....-65°C to +150°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) .....+300°C

\*Per JEDEC51 Standard (Multilayer Board).

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 (PWM CONTROLLER)

(V<sub>CC</sub> = +15V, V+ = +3V to +5.5V referenced to PGND, R<sub>T</sub> = 10kΩ, C<sub>T</sub> = 3.3nF, REF = open, COMP = open, C<sub>REF</sub> = 0.1μF, V<sub>FB</sub> = 2V, CS = AGND, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to AGND, unless otherwise noted. T<sub>J</sub> = T<sub>A</sub> = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>REFERENCE</b>						
Output Voltage	V <sub>REF</sub>	I <sub>REF</sub> = 1mA, T <sub>J</sub> = +25°C	4.95	5	5.05	V
Line Regulation	ΔV <sub>LINE</sub>	12V < V <sub>CC</sub> < 25V, I <sub>REF</sub> = 1mA		0.4	4	mV
Load Regulation	ΔV <sub>LOAD</sub>	1mA < I <sub>REF</sub> < 20mA		6	50	mV
Total Output-Voltage Variation	V <sub>REFT</sub>	(Note 2)	4.875		5.125	V
Output Noise Voltage	V <sub>NOISE</sub>	10Hz < f < 10kHz		50		μV
Output Short-Circuit Current	I <sub>SHORT</sub>	V <sub>REF</sub> = 0V	30		180	mA
<b>OSCILLATOR</b>						
Initial Accuracy		T <sub>J</sub> = +25°C	51	54	57	kHz
Voltage Stability		12V < V <sub>CC</sub> < 25V		0.2	0.5	%
Temperature Stability				1		%
RTCT Ramp Peak-to-Peak				1.7		V
RTCT Ramp Valley				1.1		V
Discharge Current	I <sub>DIS</sub>	V <sub>RTCT</sub> = 2V, T <sub>J</sub> = +25°C	7.9	8.3	8.7	mA
		V <sub>RTCT</sub> = 2V, -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ +125°C	7.5	8.3	9.0	
Frequency Range	f <sub>OSC</sub>		20		1000	kHz
<b>ERROR AMPLIFIER</b>						
FB Input Voltage	V <sub>FB</sub>	FB shorted to COMP	2.45	2.5	2.55	V
Input Bias Current	I <sub>B(FB)</sub>			-0.01	-0.1	μA
Open-Loop Gain	A <sub>VOL</sub>	2V ≤ V <sub>COMP</sub> ≤ 4V		100		dB
Unity-Gain Bandwidth	f <sub>GBW</sub>			1		MHz
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	12V ≤ V <sub>CC</sub> ≤ 25V	60	80		dB
COMP Sink Current	I <sub>SINK</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.7V, V <sub>COMP</sub> = 1.1V	2	6		mA
COMP Source Current	I <sub>SOURCE</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.3V, V <sub>COMP</sub> = 5V	0.5	1.2	1.8	mA
COMP Output-Voltage High	V <sub>OH</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.3V, R <sub>COMP</sub> = 15kΩ to AGND	5	5.8		V
COMP Output-Voltage Low	V <sub>OL</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.7V, R <sub>COMP</sub> = 15kΩ to V <sub>REF</sub>		0.1	1.1	V

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (PWM CONTROLLER) (continued)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = +3V$  to  $+5.5V$  referenced to PGND,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ , REF = open, COMP = open,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ , CS = AGND, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to AGND, unless otherwise noted.  $T_J = T_A = -40^\circ C$  to  $+125^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>CURRENT-SENSE AMPLIFIER</b>						
Current-Sense Gain	$A_{CS}$	(Notes 3, 4)	2.85	3	3.40	V/V
Maximum Current-Sense Signal	$V_{CS\_MAX}$	(Note 3)	0.275	0.300	0.325	V
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$12V \leq V_{CC} \leq 25V$		70		dB
Current-Sense Input Bias Current	$I_{CS}$	$V_{COMP} = 0V$		-1	-2.5	$\mu A$
Current Sense to OUT Delay	$t_{PWM}$	50mV overdrive		60		ns
<b>MOSFET DRIVER</b>						
OUT Low-Side On-Resistance	$V_{RDS\_ONL}$	$I_{SINK} = 200mA$	$T_J = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ (Note 2)	4.5	10	$\Omega$
			$T_J = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	4.5	12	
OUT High-Side On-Resistance	$V_{RDS\_ONH}$	$I_{SOURCE} = 100mA$	$T_J = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$ (Note 2)	3.5	7.5	$\Omega$
			$T_J = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$	3.5	10	
Source Current (Peak)	$I_{SOURCE}$	$C_{LOAD} = 10nF$		2		A
Sink Current (Peak)	$I_{SINK}$	$C_{LOAD} = 10nF$		1		A
Rise Time	$t_R$	$C_{LOAD} = 1nF$		15		ns
Fall Time	$t_F$	$C_{LOAD} = 1nF$		22		ns
<b>UNDERVOLTAGE LOCKOUT/STARTUP</b>						
Startup Voltage Threshold	$V_{CC\_START}$		7.98	8.4	8.82	V
Minimum Operating Voltage After Turn-On	$V_{CC\_MIN}$		7.1	7.6	8.0	V
Undervoltage-Lockout Hysteresis	$UVLO_{HYST}$			0.8		V
<b>PULSE-WIDTH MODULATION (PWM)</b>						
Maximum Duty Cycle	$D_{MAX}$		94.5	96	97.5	%
Minimum Duty Cycle	$D_{MIN}$				0	%
<b>SUPPLY CURRENT</b>						
Startup Supply Current	$I_{START}$	$V_{CC} = 7.5V$		32	65	$\mu A$
Operating Supply Current	$I_{CC}$	$V_{FB} = V_{CS} = 0V$		3	5	mA
$V_{CC}$ Zener Voltage	$V_Z$	$I_{CC} = 25mA$	24	26.5		V

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (LED DRIVER)

(V+ = +3V to +5.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		3.0		5.5	V
Output Voltage	V <sub>OUT_</sub>				36	V
Standby Current (Interface Idle, All Output Ports High Impedance)		R <sub>SET</sub> = 360Ω, DIN, LE, CLK = PGND or V+, $\overline{OE}$ = V+, DOUT unconnected		3.6	4.5	mA
Standby Current (Interface Active, All Output Ports High Impedance)		R <sub>SET</sub> = 360Ω, f <sub>CLK</sub> = 5MHz, $\overline{OE}$ = V+, DIN, LE = PGND or V+, DOUT unconnected		3.8	4.8	mA
Supply Current (Interface Idle, All Output Ports Active Low)	I+	R <sub>SET</sub> = 360Ω, $\overline{OE}$ = PGND, DIN, LE = V+, DOUT unconnected		30	52.5	mA
<b>INTERFACE (DIN, CLK, DOUT, LE, <math>\overline{OE}</math>)</b>						
Input-Voltage High (DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ )	V <sub>IH</sub>		0.7 x V+			V
Input-Voltage Low (DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ )	V <sub>IL</sub>				0.3 x V+	V
Hysteresis Voltage (DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ )	V <sub>HYST</sub>			0.8		V
Input Leakage Current (DIN, CLK)	I <sub>LEAK</sub>		-1		+1	μA
$\overline{OE}$ Pullup Current to V+	I <sub>OE</sub>	V+ = 5.5V, $\overline{OE}$ = PGND	0.25	1.5	25	μA
LE Pulldown Current to PGND	I <sub>LE</sub>	V+ = 5.5V, LE = V+	0.25	1.5	25	μA
Output-Voltage High (DOUT)	V <sub>OH</sub>	I <sub>SOURCE</sub> = 4mA	V+ - 0.5V			V
Output-Voltage Low (DOUT)	V <sub>OL</sub>	I <sub>SINK</sub> = 4mA			0.5	V
OUT_ Output Current	I <sub>OUT_</sub>	0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C, V <sub>OUT</sub> = 1V to 2.5V, R <sub>SET</sub> = 360Ω	43.25	47.5	51.75	mA
		T <sub>A</sub> = -40°C, V <sub>OUT</sub> = 1V to 2.5V, R <sub>SET</sub> = 360Ω	40		55	
OUT_ Leakage Current		$\overline{OE}$ = V+			1	μA

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 5V TIMING CHARACTERISTICS

(V+ = +4.5V to +5.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. TA = TJ = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at TA = +25°C.) (Notes 1, 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS</b>						
CLK Clock Period	tCP		40			ns
CLK Pulse-Width High	tCH		19			ns
CLK Pulse-Width Low	tCL		19			ns
DIN Setup Time	tDS		4			ns
DIN Hold Time	tDH		8			ns
DOUT Propagation Delay	tDO		10		50	ns
DOUT Rise Time	tDR	CDOUT = 10pF, 20% to 80%			10	ns
DOUT Fall Time	tDF	CDOUT = 10pF, 80% to 20%			10	ns
LE Pulse-Width High	tLW		20			ns
LE Setup Time	tLS		15			ns
LE Rising to OUT_ _ Rising Delay	tLRR	(Note 6)			110	ns
LE Rising to OUT_ _ Falling Delay	tLRF	(Note 6)			340	ns
CLK Rising to OUT_ _ Rising Delay	tCRR	(Note 6)			110	ns
CLK Rising to OUT_ _ Falling Delay	tCRF	(Note 6)			340	ns
$\overline{OE}$ Rising to OUT_ _ Rising Delay	t $\overline{OER}$	(Note 6)			110	ns
$\overline{OE}$ Falling to OUT_ _ Falling Delay	t $\overline{OEF}$	(Note 6)			340	ns
OUT_ _ Turn-On Fall Time	tF	80% to 20% (Note 6)			210	ns
OUT_ _ Turn-Off Rise Time	tR	20% to 80% (Note 6)			130	ns

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 3.3V TIMING CHARACTERISTICS

( $V_+ = +3V$  to  $< +4.5V$ ,  $AGND = PGND = 0V$ ; all voltages are measured with respect to  $PGND$ , unless otherwise noted.  $T_A = T_J = -40^\circ C$  to  $+125^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Notes 1, 5)

PARAMETERS	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS</b>						
CLK Clock Period	t <sub>CP</sub>		52			ns
CLK Pulse-Width High	t <sub>CH</sub>		24			ns
CLK Pulse-Width Low	t <sub>CL</sub>		24			ns
DIN Setup Time	t <sub>DS</sub>		4			ns
DIN Hold Time	t <sub>DH</sub>		8			ns
DOUT Propagation Delay	t <sub>DO</sub>		12		70	ns
DOUT Rise Time	t <sub>DR</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 20% to 80%			12	ns
DOUT Fall Time	t <sub>DF</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 80% to 20%			12	ns
LE Pulse-Width High	t <sub>LW</sub>		20			ns
LE Setup Time	t <sub>LS</sub>		15			ns
LE Rising to OUT_ <sub>__</sub> Rising Delay	t <sub>LRR</sub>	(Note 6)			140	ns
LE Rising to OUT_ <sub>__</sub> Falling Delay	t <sub>LRF</sub>	(Note 6)			400	ns
CLK Rising to OUT_ <sub>__</sub> Rising Delay	t <sub>CRR</sub>	(Note 6)			140	ns
CLK Rising to OUT_ <sub>__</sub> Falling Delay	t <sub>CRF</sub>	(Note 6)			400	ns
$\overline{OE}$ Rising to OUT_ <sub>__</sub> Rising Delay	t <sub>ÖER</sub>	(Note 6)			140	ns
$\overline{OE}$ Falling to OUT_ <sub>__</sub> Falling Delay	t <sub>ÖEF</sub>	(Note 6)			400	ns
OUT_ <sub>__</sub> Turn-On Fall Time	t <sub>F</sub>	80% to 20% (Note 6)			275	ns
OUT_ <sub>__</sub> Turn-Off Rise Time	t <sub>R</sub>	20% to 80% (Note 6)			150	ns

**Note 1:** This device is 100% production tested at  $T_J = +25^\circ C$  and  $+125^\circ C$ . Limits to  $-40^\circ C$  are guaranteed by design.

**Note 2:** Guaranteed by design, not production tested.

**Note 3:** Parameter is measured at trip point of latch with  $V_{FB} = 0V$ .

**Note 4:** Gain is defined as  $A = \Delta V_{COMP} / \Delta V_{CS}$ ,  $0.05V \leq V_{CS} \leq 0.25V$ .

**Note 5:** See Figures 3 and 4.

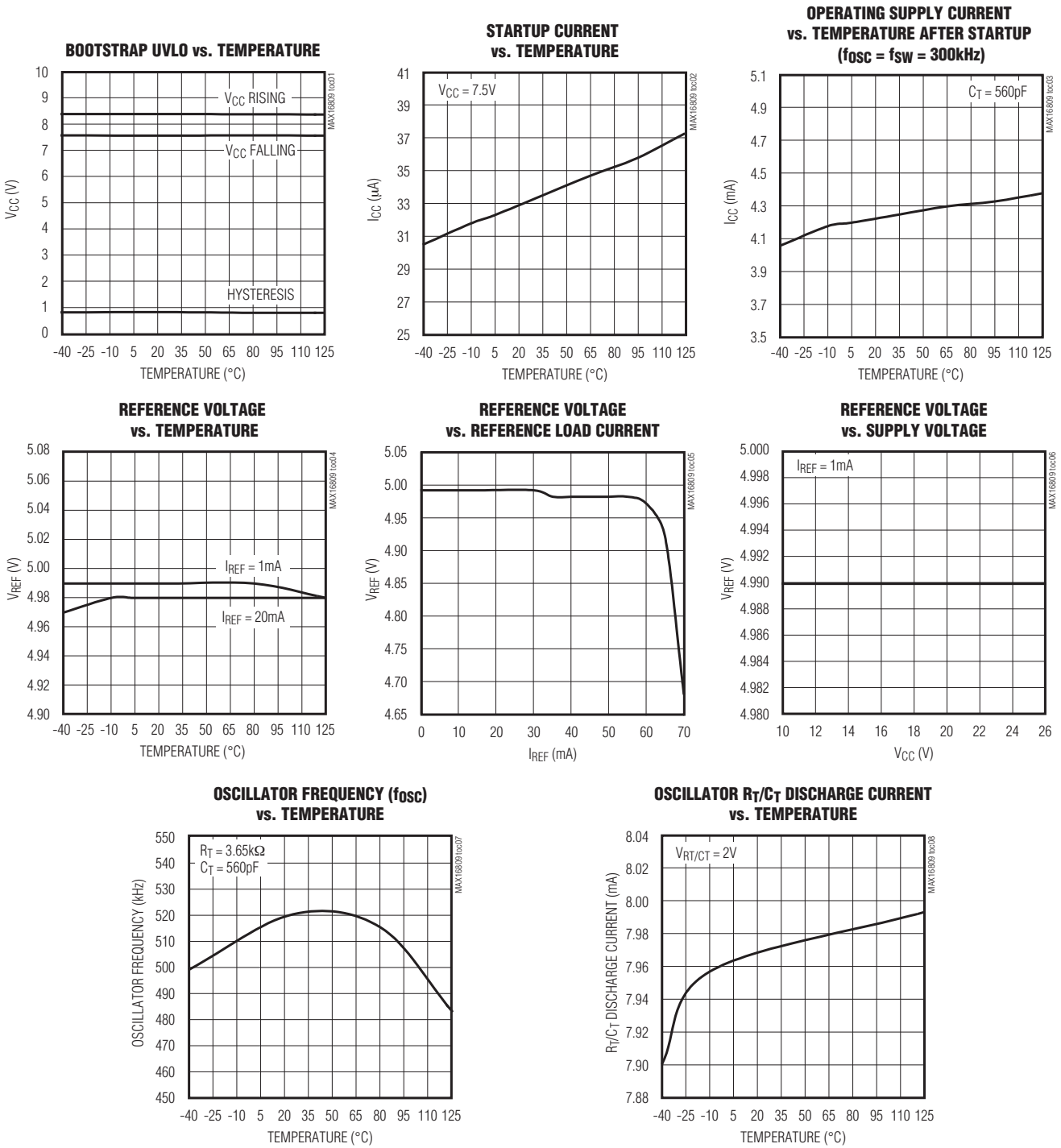
**Note 6:** A  $65\Omega$  pullup resistor is connected from OUT\_<sub>\_\_</sub> to 5.5V. Rising refers to  $V_{OUT\_}$  when current through OUT\_<sub>\_\_</sub> is turned off and falling refers to  $V_{OUT\_}$  when current through OUT\_<sub>\_\_</sub> is turned on.

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 標準動作特性

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

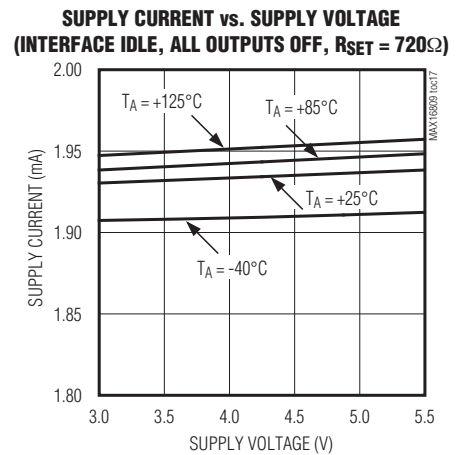
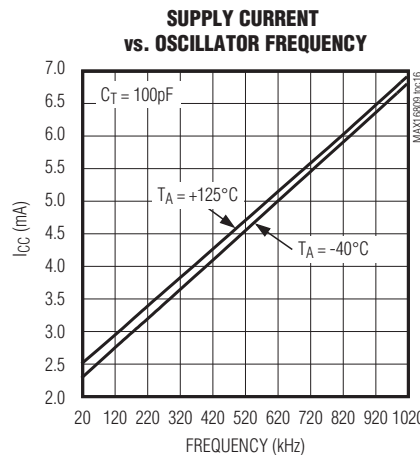
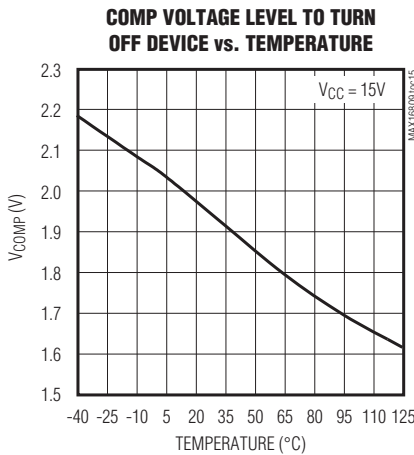
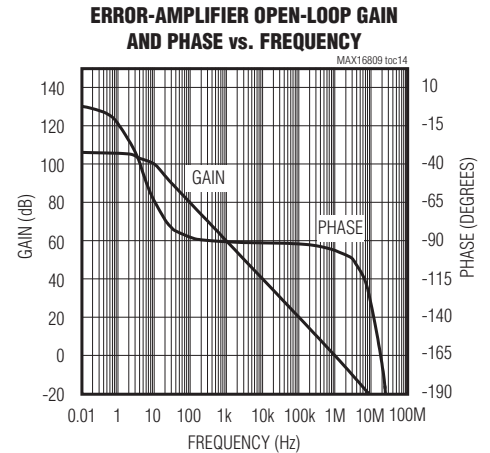
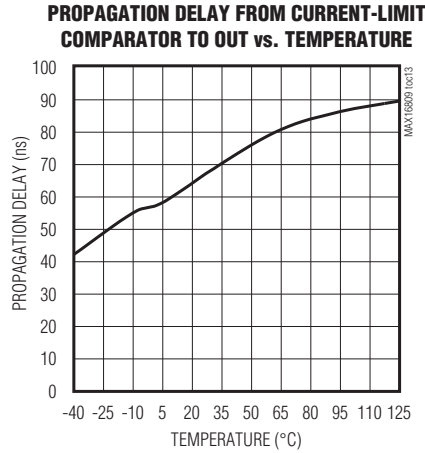
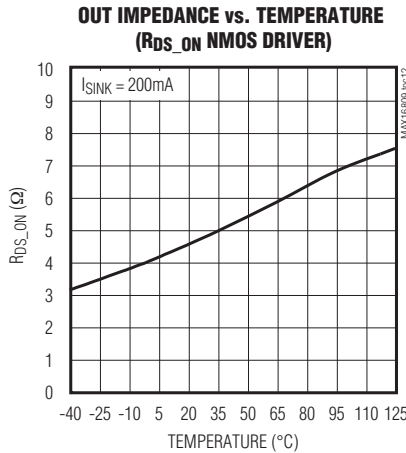
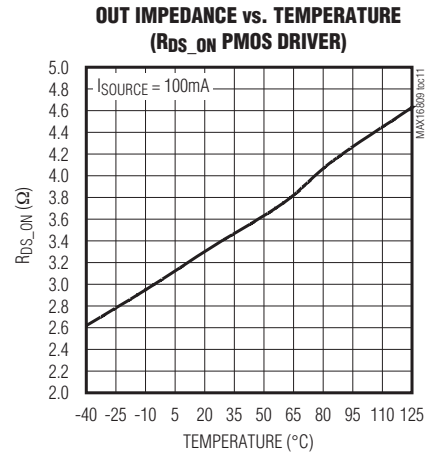
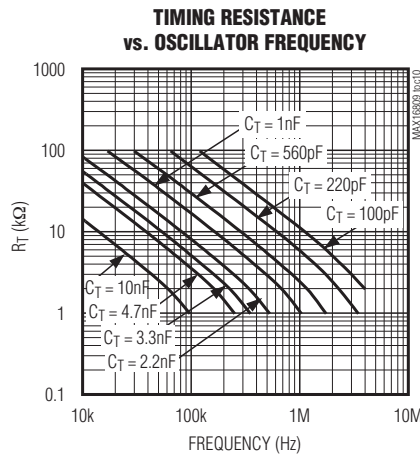
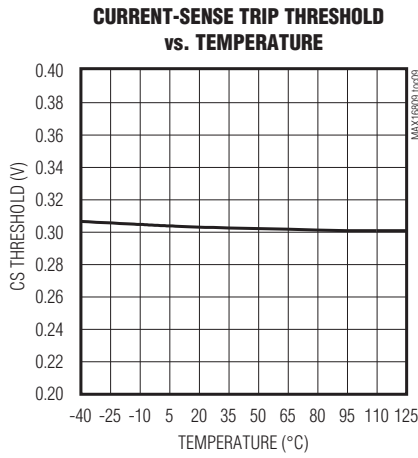


# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)





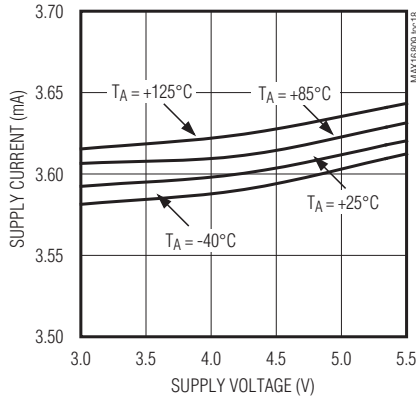
# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

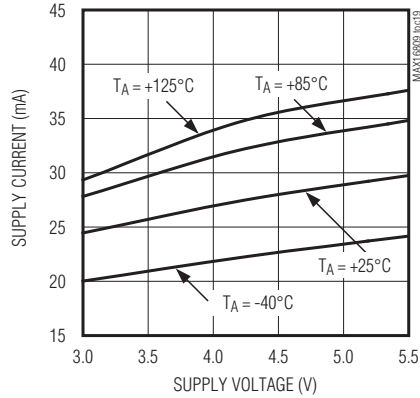
## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

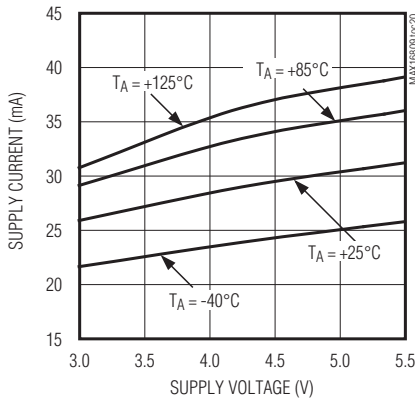
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS OFF,  $R_{SET} = 360\Omega$ )



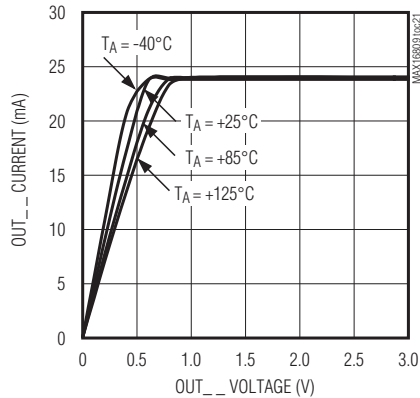
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON,  $R_{SET} = 720\Omega$ )



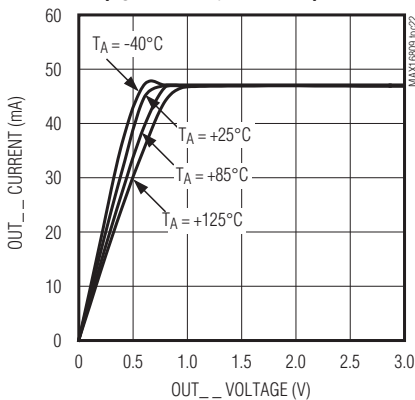
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON,  $R_{SET} = 360\Omega$ )



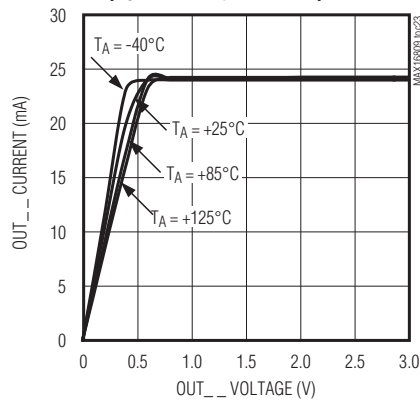
**OUT\_ \_ CURRENT vs. OUT\_ \_ VOLTAGE**  
( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_+ = 3.3V$ )



**OUT\_ \_ CURRENT vs. OUT\_ \_ VOLTAGE**  
( $R_{SET} = 360\Omega$ ,  $V_+ = 3.3V$ )



**OUT\_ \_ CURRENT vs. OUT\_ \_ VOLTAGE**  
( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_+ = 5.0V$ )

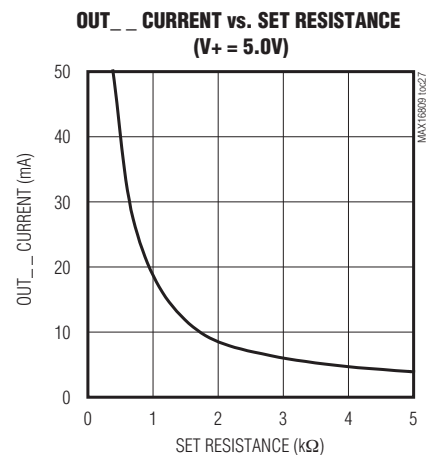
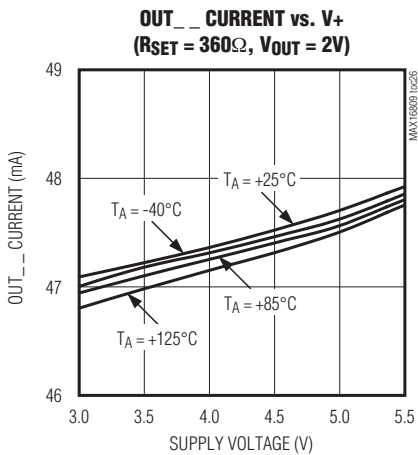
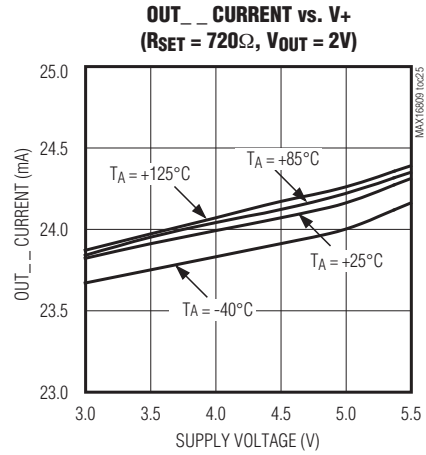
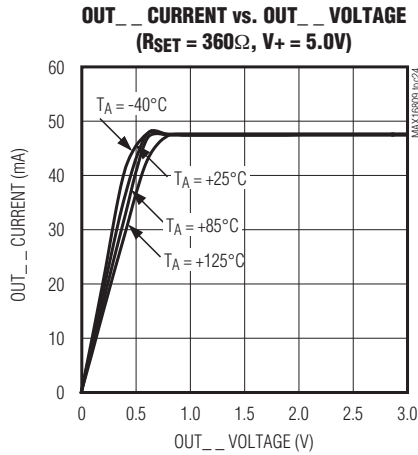


# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 端子説明

端子	名称	機能
1, 31, 32, 36, 38	N.C.	接続なし。内部で接続されていません。無接続のままにしてください。
2	FB	エラーアンプ反転入力
3	COMP	エラーアンプ出力
4-11	OUT8-OUT15	LEDドライバ出力。OUT8~OUT15は、36V定格のオープンドレイン、定電流シンク出力です。
12	OE	アクティブローの出力イネーブル入力。OUT0~OUT15をイネーブルするためにはOEをPGNDに対してローに駆動してください。OUT0~OUT15をディセーブルするためにはOEをPGNDに対してハイに駆動してください。
13	DOUT	シリアルデータ出力。データは、CLKの立上りエッジで16ビットの内蔵シフトレジスタからDOUTにクロックアウトされます。
14	SET	LED電流設定。LED電流を設定するためにはR <sub>SET</sub> をSETからPGNDに接続してください。
15	V+	LEDドライバ正電源電圧。V+を0.1μFのセラミックコンデンサでPGNDにバイパスしてください。
16, 17	PGND	電源グランド
18	DIN	シリアルデータ入力。データは、CLKの立上りエッジで内蔵16ビットシフトレジスタにロードされます。
19	CLK	シリアルクロック入力
20	LE	ラッチイネーブル入力。データは、LEがハイの間に内蔵シフトレジスタから出力ラッチに透過的にロードされます。データは、LEの立下りエッジで出力ラッチにラッチされて、LEがローの間は保持されます。
21-28	OUT0-OUT7	LEDドライバ出力。OUT0~OUT7は、36V定格のオープンドレイン、定電流シンク出力です。
29	RTCT	PWMコントローラタイミング抵抗器/コンデンサ接続部。RTCTからREFまでの抵抗器R <sub>T</sub> とRTCTからAGNDまでのコンデンサC <sub>T</sub> は、発振器の周波数を設定します。
30	CS	PWMコントローラ電流検出入力
33	AGND	アナロググランド
34	OUT	MOSFETドライバ出力OUT。外付けnチャンネルMOSFETのゲートに接続してください。
35	V <sub>CC</sub>	電源入力。V <sub>CC</sub> を0.1μFのセラミックコンデンサ、または並列接続した0.1μFと大容量値のセラミックコンデンサでAGNDにバイパスしてください。
37	REF	5Vリファレンス出力。REFを0.1μFのセラミックコンデンサでAGNDにバイパスしてください。
—	EP	エクスポーズパッド。電力消費を改善するためにグランドプレーンに接続してください。デバイスの唯一のグランド接続部として使用しないでください。

## 詳細

LEDドライバのMAX16809は、複数列のLEDの駆動に必要な電圧を発生するブーストまたはバックブースト(SEPIC)コンバータとして使用可能なスイッチモードコントローラを内蔵しています。このデバイスは、高集積、ローサイドドライバ、プログラマブル発振器(20kHz~1MHz)、エラーアンプ、高効率用低電圧(300mV)電流検出、および外部回路の電源を投入する5Vリファレンスを内蔵しています(図1aおよび1b参照)。

LEDドライバのMAX16809は、4線式シリアルインタフェース、および16のオープンドレイン、定電流シンク出力ポートの駆動に必要な電圧を発生する電流モードPWMコントローラを内蔵しています。

このドライバでは、電流検出フィードバック回路(単純なカレントミラーではない)を使用して、全許容範囲の出力電圧に対してきわめて小さい電流変動を保証します(「標準動作特性」参照)。4線式シリアルインタフェースは、16ビットのシフトレジスタと16ビットのトランスペアレントラッチで構成されます。シフトレジスタはクロック入力CLKとデータ入力DINによって書き込まれ、データはデータ出力DOUTに伝播されます。データ出力は、複数のドライバをカスケード接続して同時に動作させることができます。16ビットシフトレジスタの内容は、ラッチイネーブル入力LEによってトランスペアレントラッチにロードされます。ラッチは、ハイのとき、シフトレジスタ出力に対して透過的で、LEの立下りエッジで電流状態をラッチします。各ドライバ出力は、オープンドレインの定電流シンクで、直列に接続されたLED列のカソードに接続する必要があります。

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

定電流能力は、出力当たり最大55mAで、外付け抵抗器  $R_{SET}$  によって16出力すべてに対して設定されます。デバイスはスタンドアロンモードで動作させることができます(「標準動作回路」参照)。

チャンネル数は、MAX16809およびとともにMAX6970およびMAX6971ファミリを使用することによって拡張することができます。

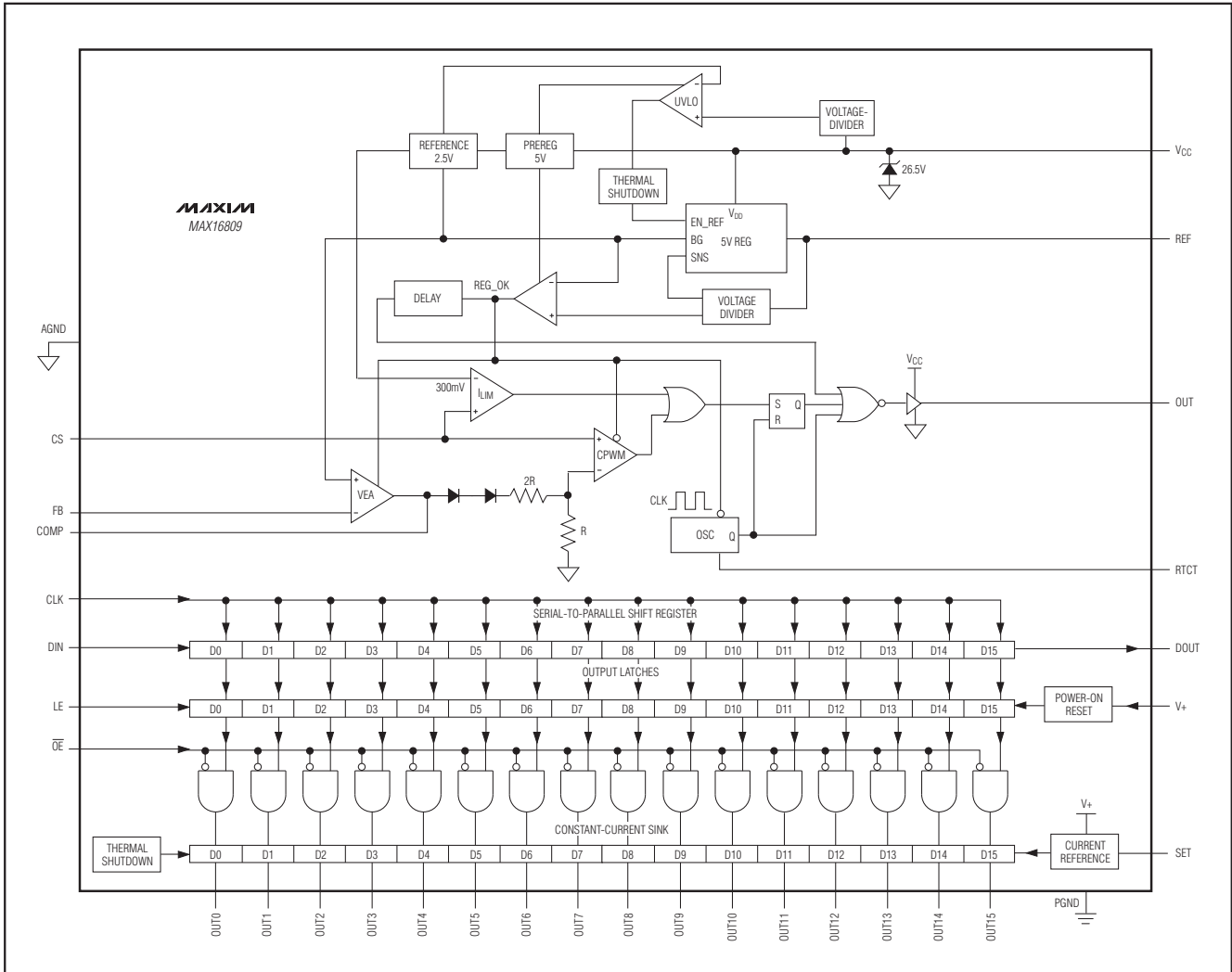


図1a. 内部ブロック図

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

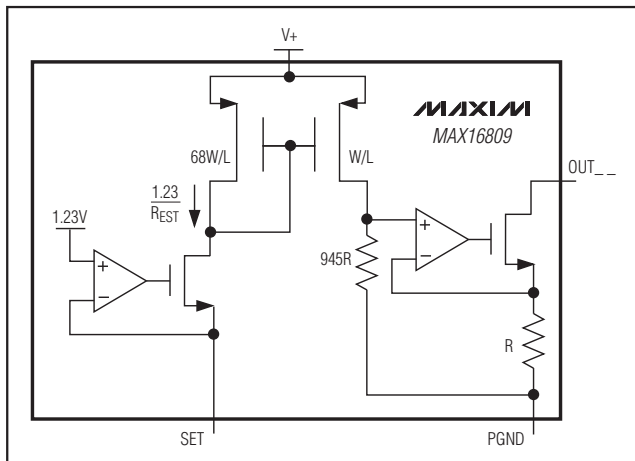


図1b. OUT\_ \_ドライバの内部回路図

## スイッチモードコントローラ

### 電流モード制御ループ

電流モード制御には電圧モード制御よりも優れた点が2つあります。その1つはフィードフォワードで、これはコントローラがサイクルごとに入力電圧の変動を調整することによって行われます。もう1つは、電流モードコントローラの安定性要件が電圧モード制御方式のダブルポールと違ってシングルポールの安定性要件にまで緩和されることです。MAX16809には電流モード制御ループが採用されており、このループではエラーアンプの出力が電流検出電圧( $V_{CS}$ )と比較されます。電流検出信号がCPWMコンパレータの反転入力よりも低いとき、コンパレータの出力はローで、スイッチは各クロックパルスでオンになります。電流検出信号がCPWMコンパレータの反転入力よりも高いとき、コンパレータの出力はハイで、スイッチはオフになります。

### 低電圧ロックアウト(UVLO)

MAX16809のターンオン電源電圧は8.4V (typ)です。 $V_{CC}$ が8.4Vに達すると、リファレンス電源が投入されます。ターンオン電圧からUVLOスレッショルドまでに0.8Vのヒステリシスがあります。 $V_{CC}$ が8.4Vに達すると、MAX16809は7.6Vに下がるまでは $V_{CC}$ で動作します。 $V_{CC}$ が7.6V (typ)以下になると、デバイスはUVLO状態になります。UVLO状態では、 $V_{CC}$ への自己消費電流は32 $\mu$ A (typ)に低下し、OUTとREFはローに駆動されます。

### MOSFETドライバ

OUTは、外付けnチャンネルMOSFETを駆動してAGNDから $V_{CC}$ までスイングします。 $V_{CC}$ は外付けMOSFETの $V_{GS}$ の絶対最大定格以下に保たれるようにしてください。

OUTは、pMOSのオン抵抗が3.5 $\Omega$  (typ)でnMOSのオン抵抗が4.5 $\Omega$  (typ)のプッシュプル出力です。ドライバは、2A (typ)をソースし、1A (typ)をシンクします。このため、MAX16809はゲート電荷の大きいMOSFETを素早くオン/オフすることができます。 $V_{CC}$ をこのピンの近くに配置した1個または複数0.1 $\mu$ FのセラミックコンデンサでAGNDにバイパスしてください。外付けMOSFETを駆動するために供給される平均電流は、全ゲート電荷( $Q_G$ )とコンバータの動作周波数に依存します。MAX16809の電力消費は平均出力駆動電流( $I_{DRIVE}$ )の関数です。次式を使って、 $I_{DRIVE}$ によるデバイスの電力消費を計算してください。

$$I_{DRIVE} = (Q_G \times f_{sw})$$

$$PD = (I_{DRIVE} + I_{CC}) \times V_{CC}$$

ここで、 $I_{CC}$ は動作消費電流です。所定周波数における動作消費電流については、「標準動作特性」をご覧ください。

### エラーアンプ

MAX16809はエラーアンプを内蔵しています。反転入力FBで、非反転入力内部で2.5Vのリファレンスに接続されています。コンバータの出力 $V_{OUT}$ 、FB、およびAGNDの間に抵抗分圧器によって出力電圧を設定してください。次式を使って出力電圧を設定してください。

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \times V_{FB}$$

ここで、 $V_{FB} = 2.5V$ です。

### 発振器

発振器の周波数は、外付けコンデンサとRTCTの抵抗器を使って設定することができます(「標準動作回路」で $R_T$ および $C_T$ を参照)。 $R_T$ はRTCTと5Vリファレンス(REF)の間に接続され、 $C_T$ はRTCTとAGNDの間に接続されます。REFは、この電圧が2.8Vに達するまで $R_T$ を通じて $C_T$ を充電します。その後、 $C_T$ はこの電圧が1.1Vに達するまで8.3mAの内部電流シンクによって放電し、1.1Vに達した時点で $R_T$ を通じて $C_T$ を再び充電されます。発振器の周期は、 $C_T$ の充電時間と放電時間の和です。次式にしたがって充電時間を計算してください。

$$t_c = 0.57 \times R_T \times C_T$$

ここで、 $t_c$ は秒単位、 $R_T$ はオーム( $\Omega$ )単位、 $C_T$ はファラッド(F)単位です。

つぎに、放電時間は次のようになります。

$$t_d = (R_T \times C_T \times 1000) / [(4.88 \times R_T) - (1.8 \times 1000)]$$

ここで、 $t_d$ は秒単位、 $R_T$ はオーム( $\Omega$ )単位、 $C_T$ はファラッド(F)単位です。

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

この場合、発振器の周波数は次の通りです。

$$f_{osc} = \frac{1}{(t_c + t_d)}$$

$$R_{CS} = \frac{V_{CS}}{I_{P-P}}$$

## リファレンス出力

REFは、20mAを供給可能な5Vリファレンス出力です。REFを0.1μFのコンデンサでAGNDにバイパスしてください。

## 電流制限

MAX16809は、過負荷または障害状態でオンサイクルを終了する高速電流制限コンパレータを内蔵しています。外付けMOSFETのソースとAGNDとの間に接続された電流検出抵抗器 $R_{CS}$ は、電流制限値を設定します。CS入力には0.3Vの電圧トリップレベル( $V_{CS}$ )を備えています。次式を使って $R_{CS}$ を計算してください。

$I_{P-P}$ はMOSFETを流れるピーク電流です。この電流(電流検出抵抗器を流れる)によって発生する電圧が電流制限コンパレータのスレッショルドを超えると、MOSFETドライバ(OUT)は60ns以内にスイッチをオフにします。多くの場合、検出波形の前縁のスパイクを除去する小型RCフィルタが必要です。RCフィルタの時定数を50nsに設定してください。

## バックブースト(SEPIC)動作

図2は、MAX16809をスタンドアロン動作モードで使用したバックブーストアプリケーション回路を示します。1列のLEDの全順方向電圧に応じて $V_{OUT}$ が $V_{IN}$ 以下または以上になる可能性があるときに、SEPICトポロジが必要です。

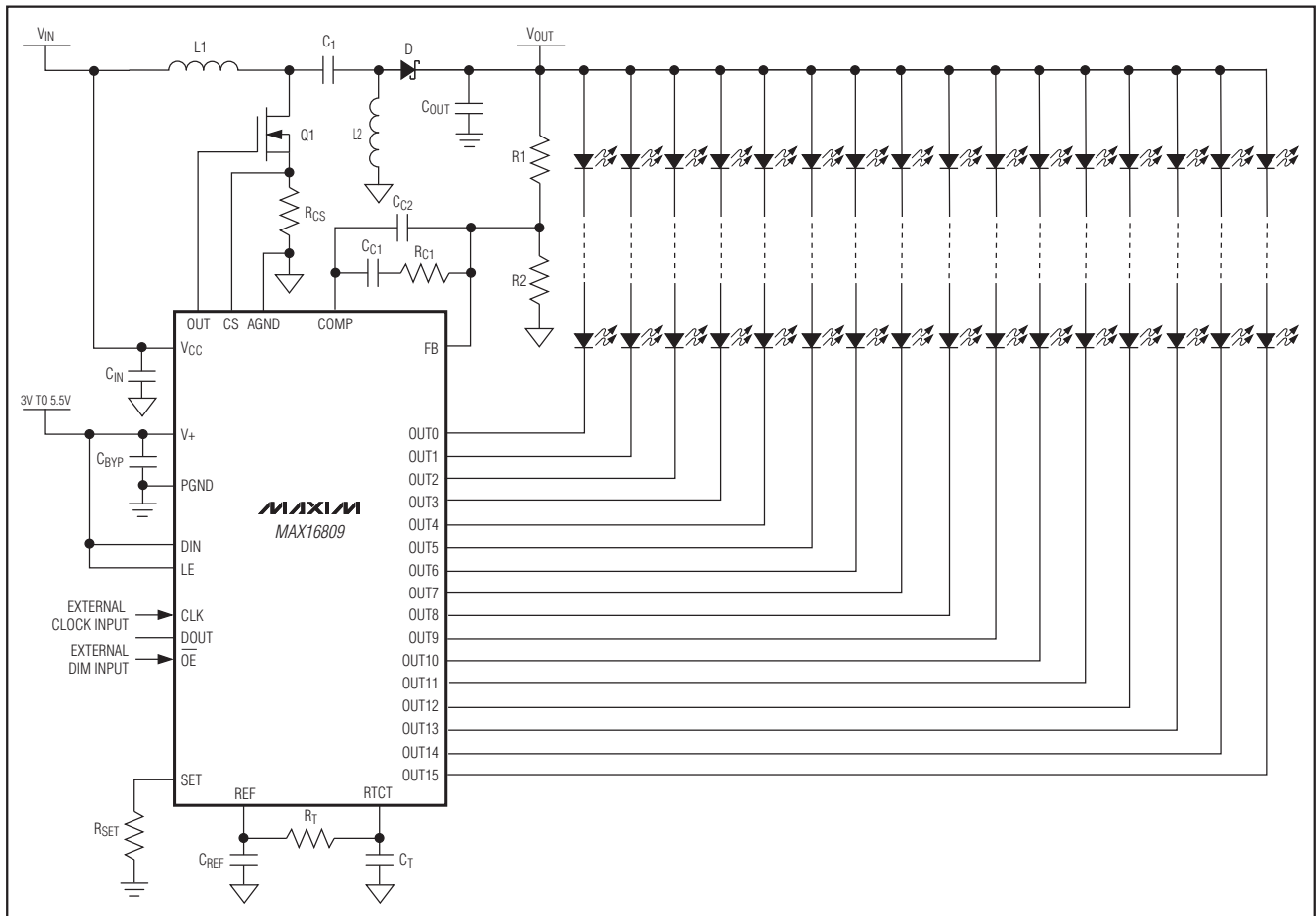


図2. バックブースト(SEPIC)動作

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

## LEDドライバ

### 4線式インタフェース

MAX16809はスタンダロンモードでも動作します(「標準動作回路」参照)。マイクロコントローラとともに使用するために、MAX16809はDIN、CLK、LE、 $\overline{OE}$ の各入力、およびデータ出力としてDOUTを使用した4線式シリアルインタフェースを備えています。このインタフェースは、LEDチャンネルのデータをMAX16809に書き込むために使用されます。シリアルインタフェースデータのワード長は16ビット、D0~D15です。図3を参照してください。5つのインタフェースピン機能は下記の通りです。

DINは、シリアルデータ入力であり、CLKの立上りエッジでサンプリングされる時安定でなければなりません。データはMSBを先頭にシフトインされます。つまり、データビットD15は最初にクロックインされ、さらにこれに15データビットが続き、LSB、D0で終了します。

CLKは、その立上りエッジでDINのデータをMAX16809の16ビットシフトレジスタにシフトインするシリアルクロック入力です。

LEは、16ビットシフトレジスタのデータをその16ビット出力ラッチ(トランスペアレントラッチ)に転送するMAX16809のラッチイネーブル入力です。データはLEの立下りエッジでラッチされます(図4)。4番目の入力( $\overline{OE}$ )は、出力ドライバの出力イネーブルを制御します。 $\overline{OE}$ がハイに駆動されると、出力(OUT0~OUT15)は出力ラッチの内容を変えずにハイインピーダンスに強制されます。 $\overline{OE}$ をローに駆動すると、出力を出力ラッチの状態に追従させることができます。 $\overline{OE}$ はシリアルインタフェースの動作に無関係です。データは、 $\overline{OE}$ の状態に関係なくシリアルインタフェースシフトレジスタにシフトインされてラッチされます。DOUTは、MAX16809の16ビットシフトレジスタのデータをCLKの立上りエッジでシフトアウトするシリアルデータ出力です。DINのデータは、シフトレジスタから伝播して16クロックサイクル後にDOUTに現れます。表1は、4線式シリアルインタフェースの真理値表を示します。

表1. 4線式シリアルインタフェースの真理値表

SERIAL DATA INPUT DIN	CLOCK INPUT CLK	SHIFT REGISTER CONTENTS						LOAD INPUT LE	LATCH CONTENTS						BLANKING INPUT $\overline{OE}$	OUTPUT CONTENTS CURRENT AT OUT_ _									
		D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn		D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn		D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn				
H		H	R0	R1	...	Rn-2	Rn-1																		
L		L	R0	R1	...	Rn-2	Rn-1																		
X		R0	R1	R2	...	Rn-1	Rn																		
		X	X	X	...	X	X	L	R0	R1	R2	...	Rn-1	Rn											
		P0	P1	P2	...	Pn-1	Pn	H	P0	P1	P2	...	Pn-1	Pn	L	P0	P1	P2	...	Pn-1	Pn				
									X	X	X	...	X	X	H	L	L	L	...	L	L				

- L = ローロジックレベル
- H = ハイロジックレベル
- X = 任意
- P = 現在の状態(シフトレジスタ)
- R = 前の状態(ラッチ)

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

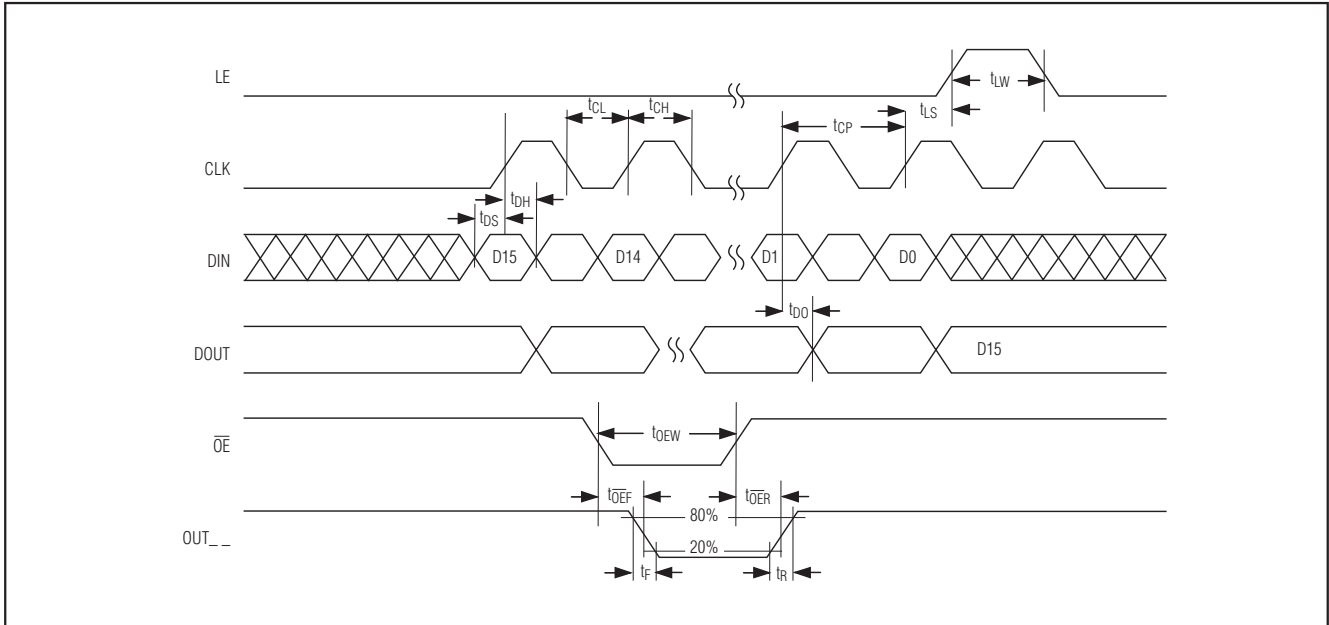


図3. 4線式シリアルインタフェースのタイミング図

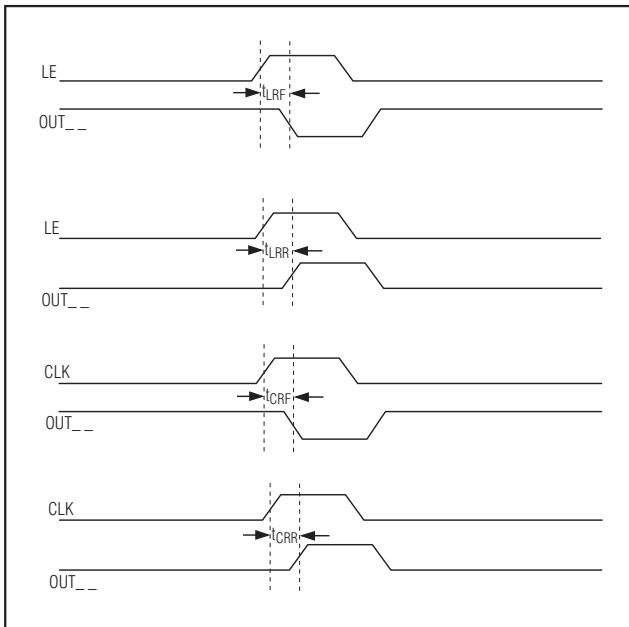


図4. LEとCLKのOUT\_に対するタイミング

## LED出力電流を設定する外付け部品R<sub>SET</sub>の選択

MAX16809では、出力OUT<sub>0</sub>～OUT<sub>15</sub>のLED電流を設定するために外付けR<sub>SET</sub>が使用されます。R<sub>SET</sub>の最小許容値は311Ωで、この値は出力電流を55mAに設定します。R<sub>SET</sub>の最大許容値は5kΩで(I<sub>OUT\_</sub> = 3.6mA)、SETの最大許容容量は100pFです。

次式を使って出力電流を設定してください。

$$R_{SET} = \frac{17,100V}{I_{OUT\_}}$$

ここで、I<sub>OUT\_</sub>は希望する出力電流(mA単位)で、R<sub>SET</sub>の値はオーム単位です。

## 温度過昇カットオフ

MAX16809は、ダイ温度が+165℃を超えるとすべての出力をオフにする温度センサを内蔵しています。ダイ温度が+140℃未満に低下すると、出力は再びイネーブされます。レジスタの内容は影響されないため、ドライバの消費が過大になると、ドライバが過熱と冷却を繰り返してLEDをオフにした後再びオンにするため、外見的な兆候としては負荷のLEDにオン/オフのサイクルが現れます。



# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

## スタンドアロン動作

スタンドアロン動作をするMAX16809には4線式インタフェースが使用されません(「標準動作回路」参照)。16の出力ポートをイネーブルするために、DINとLEをV+に接続し、外部から少なくとも16のクロックパルスをCLKに供給してください。この起動パルスシーケンスは、外部クロックまたはPWM信号のいずれかを使って実行することができます。また、外部クロックは、RTCTの信号と外付けコンパレータを使って発生させることができます。

## LED調光

### PWM調光

すべての出力チャンネルは、PWM信号(50Hz~30kHz)をOEに印加することによって同時に調光することができます。このため、最大5000:1までの広範な調光が可能です。各チャンネルは、4線式シリアルインタフェースを使って独立にオン/オフされます。調光はPWMデューティサイクルに比例します。

### LED電流振幅の調整

R<sub>SET</sub>としてアナログまたはデジタルポテンシオメータを使用すると、LED電流の振幅調整とリニア調光を行うことができます。

### 電力消費の計算

次式を使って、MAX16809の上限電力消費(PD)を予測してください。

$$PD = DUTY \times \left[ (V_+ \times I_+) + \sum_{i=0}^{i=15} V_{OUTi} \times I_{OUTi} \right] + (V_{CC} \times I_{CC})$$

ここで、

V<sub>+</sub> = 電源電圧

I<sub>+</sub> = V<sub>+</sub>動作消費電流

DUTY = OEに印加されるPWMデューティサイクル

V<sub>OUTi</sub> = 負荷LEDを駆動するMAX16809ポートの出力電圧

I<sub>OUTi</sub> = R<sub>SET</sub>によってプログラムされるLED駆動電流

PD = 電力消費

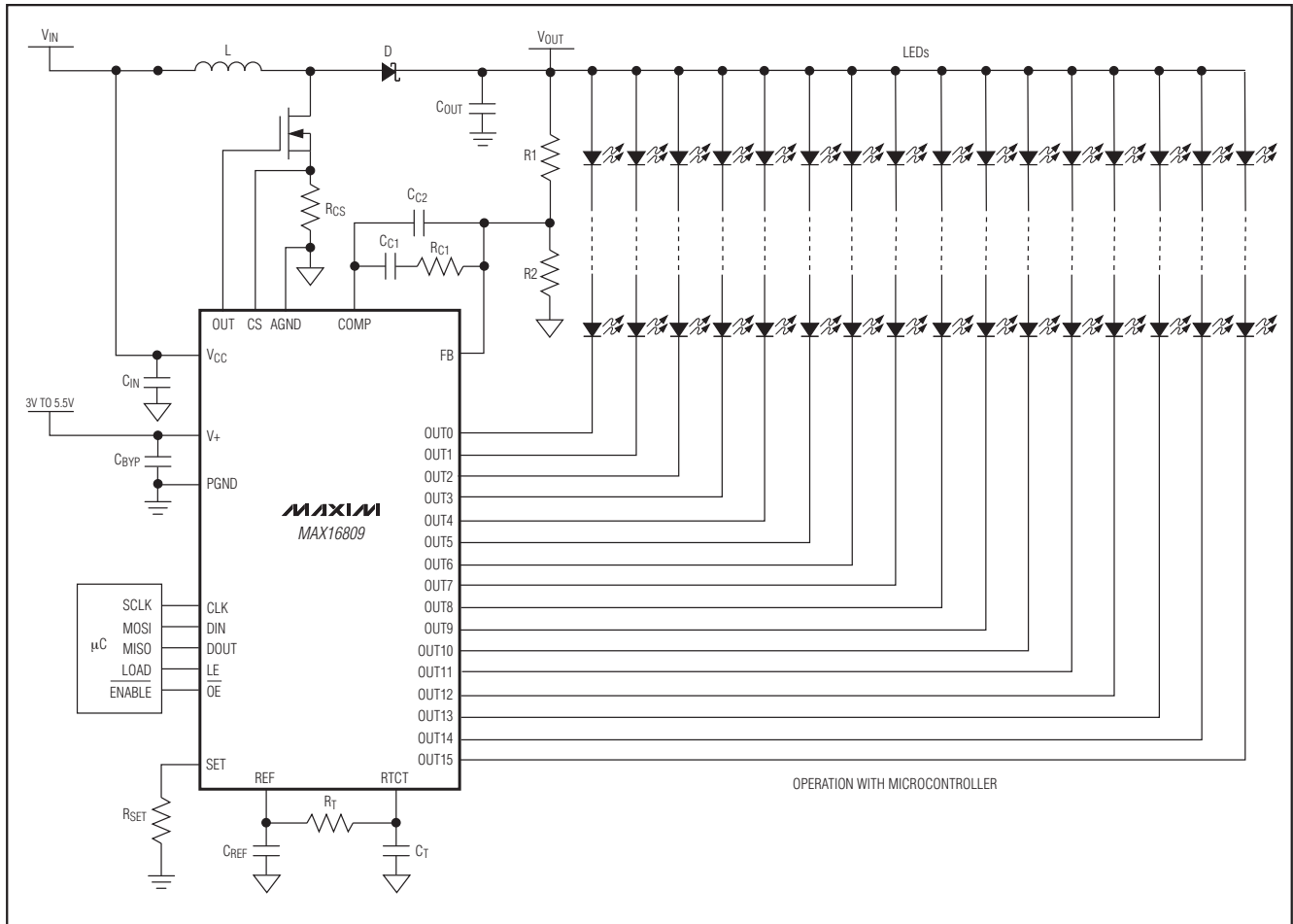
### PCBレイアウトの指針

細心の注意を払ってPCBをレイアウトすることは、低スイッチング損失と障害のない安定した動作を実現するためにきわめて重要です。ノイズ耐性を向上させるために、できる限り多層基板を使用してください。スターグランド構成を使用して敏感なアナロググランドを保護してください。AGND、PGND、入力バイパスコンデンサのグランドリード、および出力フィルタグランドリードを1点に接続することによって、グランドノイズを最小限に抑えてください(スターグランド構成)。さらに、浮遊容量、トレース抵抗、および放射ノイズを低減するために、トレース長を最小にしてください。出力分圧器とFBピンの間のトレースは、AGNDとPGNDの間のトレースと同様に短くする必要があります。

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

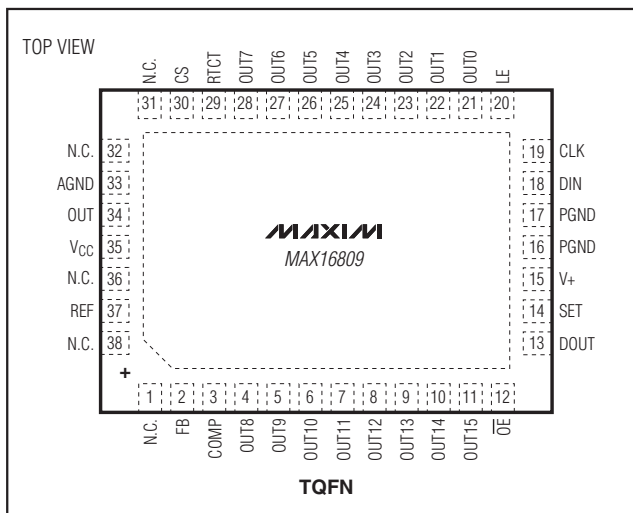
標準動作回路(続き)



# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## ピン配置



## チップ情報

PROCESS: BiCMOS

## パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)を参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
38 TQFN-EP	T3857-1	<b>21-0172</b>

# スイッチモードブーストおよびSEPICコントローラ付き 高集積16チャンネルLEDドライバ

MAX16809

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	10/06	初版	—
1	3/07	データシート内でMAX16810をリリースされた製品として記述	1, 14, 16, 22, 23
2	8/09	データシートからMAX16810を削除	1-20

**マキシム・ジャパン株式会社**

〒169-0051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

Maximは完全にMaxim製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

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