

8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

概要

シリアルインタフェースLEDドライバMAX6968は定格5.5Vの8個のオープンドレイン定電流シンクLEDドライバ出力を提供します。MAX6968は3V~5.5Vの電源で動作します。MAX6968電源とLEDの電源は任意の順序で投入可能です。各定電流出力は1個の外付け抵抗を用いて同じ値に最大55mAまで設定可能です。MAX6968は25Mbの業界標準の4線式シリアルインタフェースで動作します。

MAX6968には業界標準のシフトレジスタ+ラッチタイプシリアルインタフェースが使われています。このドライバはデータ入力DINとクロック入力CLKを用いて8ビットのシフトレジスタにシフト入力されたデータを受け取ります。入力データは出力DOUTに8クロックサイクル後に現れるため、複数のMAX6968をカスケード接続することができます。ラッチをイネーブルする入力のLEがシフトレジスタの8ビットのデータを8ビットの出力ラッチにロードして、いずれのLEDをオンとするかオフとするかを設定します。出力をイネーブルする入力のOEが8出力のすべてをオンとオフにゲートし、これは十分に高速であるため、LEDの輝度制御用のPWM入力として使うことができます。

LEDの障害検出を必要とするアプリケーションに対しては、オープンとなったLEDを自動的に検出するMAX6977のデータシートを参照してください。

ウォッチドッグタイマを必要とする安全に関するアプリケーションに対しては、シリアルインタフェースが1秒を超えて非アクティブになると表示を空白とするフェイルセーフ機能を備えたMAX6978のデータシートを参照してください。

MAX6968は12シフトレジスタ+ラッチタイプLEDドライバファミリの一つです。このファミリには8ポートおよび16ポートタイプがあり、5.5Vまたは36V定格のLED出力、オープン回路LED検出およびウォッチドッグありなしのタイプが含まれています。すべてのバージョンは3V~5.5Vの電源で動作し、-40°C~+125°Cの温度範囲での動作が保証されています。

アプリケーション

- 可変メッセージ型誘導案内灯
- マーキーディスプレイ
- PoO (Point of Order) 標識
- 交通標識
- ゲーム用機能
- 建築用照明

特長

- ◆ 5V動作の25Mbの業界標準4線式シリアルインタフェース
- ◆ ロジック電源：3V~5.5V
- ◆ 5.5V定格の8個の定電流LED出力
- ◆ 出力当たり最大55mAの連続電流
- ◆ 1個の抵抗で設定可能な出力電流
- ◆ 各出力間は3%の電流マッチング
- ◆ 各IC間は6%の電流マッチング
- ◆ -40°C~+125°Cの温度範囲

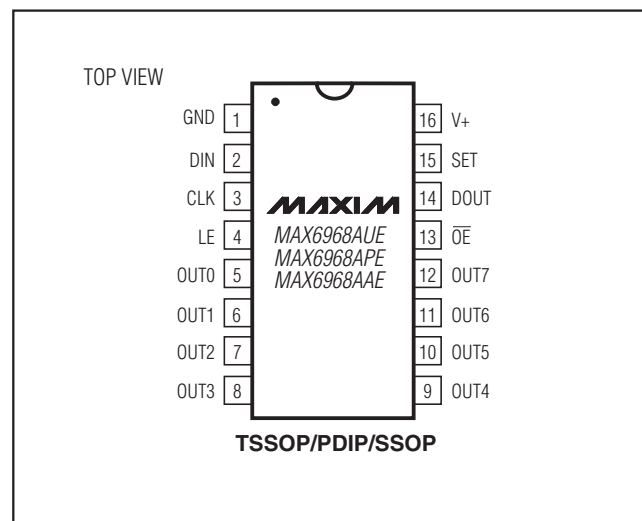
型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6968AUE	-40°C to +125°C	16 TSSOP-EP*
MAX6968APE	-40°C to +125°C	16 PDIP
MAX6968AAE	-40°C to +125°C	16 SSOP

*EP = エクスポーズドパッド。

標準動作回路と選択ガイドはデータシートの最後に記載されています。

ピン配置



8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage (with respect to GND)		Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
V+	-0.3V to +6V	16-Pin SSOP (derate 7.1mW/ $^\circ\text{C}$ above +70 $^\circ\text{C}$)
OUT_	-0.3V to +6V	16-Pin PDIP (derate 10.5mW/ $^\circ\text{C}$ above +70 $^\circ\text{C}$)
DIN, CLK, LE, $\overline{\text{OE}}$, SET	-0.3V to (V+ + 0.3V)	16-Pin TSSOP (derate 21.3mW/ $^\circ\text{C}$ over $T_A = +70^\circ\text{C}$)
DOUT Current	$\pm 10\text{mA}$	Operating Temperature Range
OUT_ Sink Current	.60mA	-40 $^\circ\text{C}$ to +125 $^\circ\text{C}$
Total GND Current	.480mA	Junction Temperature
		+150 $^\circ\text{C}$
		Storage Temperature Range
		-65 $^\circ\text{C}$ to +150 $^\circ\text{C}$
		Lead Temperature (soldering, 10s)
		+300 $^\circ\text{C}$

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

(Typical Operating Circuit, V+ = 3V to 5.5V, $T_A = T_{\text{MIN}}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at V+ = 5V, $T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		3.0		5.5	V
Output Voltage	V _{OUT}				5.5	V
Standby Current (Interface Idle, All Output Ports High Impedance, R _{SET} = 360 Ω)	I ₊	All logic inputs at V+ or GND, DOUT unloaded		4.5	5.6	mA
Standby Current (Interface Running, All Output Ports High Impedance, R _{SET} = 360 Ω)	I ₊	f _{CLK} = 5MHz, $\overline{\text{OE}}$ = V+, DIN and LE = V+ or GND, DOUT unloaded		4.7	6	mA
Supply Current (Interface Idle, All Output Ports Active Low, R _{SET} = 360 Ω)	I ₊	All logic inputs at V+ or GND, DOUT unloaded		10	25	mA
Input High Voltage DIN, CLK, LE, $\overline{\text{OE}}$	V _{IH}		0.7 V+			V
Input Low Voltage DIN, CLK, LE, $\overline{\text{OE}}$	V _{IL}				0.3 V+	V
Hysteresis Voltage DIN, CLK, LE, $\overline{\text{OE}}$	ΔV_I			0.8		V
Input Leakage Current DIN, CLK, LE, $\overline{\text{OE}}$	I _{IH} , I _{IL}		-1		+1	μA
Output High-Voltage DOUT	V _{OH}	I _{SOURCE} = 4mA	V+ -0.5V			V
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 4mA			0.5	V
Output Current OUT_	I _{OUT}	V+ = 3V to 5.5V, V _{OUT} = 0.5V to 2.5V, R _{SET} = 360 Ω	42	50	56	mA
Output Leakage Current OUT_	I _{LEAK}	$\overline{\text{OE}}$ = V+, V _{OUT} = V+			1	μA
Watchdog Timeout	t _{WD}			1		s

5V TIMING CHARACTERISTICS

(Typical Operating Circuit, $V_+ = 4.5V$ to $5.5V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CLK Clock Period	t_{CP}		40			ns
CLK Pulse-Width High	t_{CH}		19			ns
CLK Pulse-Width Low	t_{CL}		19			ns
DIN Setup Time	t_{DS}		4			ns
DIN Hold Time	t_{DH}		8			ns
DOUT Propagation Delay	t_{DO}		12		32	ns
DOUT Rise and Fall Time	t_{DR}, t_{DF}	$C_{DOUT} = 10pF, 20\%$ to 80%			10	ns
LE Pulse-Width High	t_{LW}		20			ns
LE Setup Time	t_{LS}		10			ns
LE Rising to OUT_ Rising Delay	t_{LRR}	(Note 2)			100	ns
LE Rising to OUT_ Falling Delay	t_{LRF}	(Note 2)			280	ns
CLK Rising to OUT_ Rising Delay	t_{CRR}	(Note 2)			100	ns
CLK Rising to OUT_ Falling Delay	t_{CRF}	(Note 2)			310	ns
\overline{OE} Rising to OUT_ Rising Delay	$t_{\overline{OE}H}$				100	ns
\overline{OE} Falling to OUT_ Falling Delay	$t_{\overline{OE}L}$				300	ns
LED Output OUT_ Turn-On Fall Time	t_f	80% to 20%			200	ns
LED Output OUT_ Turn-Off Rise Time	t_r	20% to 80%			120	ns

8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

3.3V TIMING CHARACTERISTICS

(Typical Operating Circuit, $V_+ = 3V$ to $5.5V$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CLK Clock Period	t_{CP}		52			ns
CLK Pulse-Width High	t_{CH}		24			ns
CLK Pulse-Width Low	t_{CL}		24			ns
DIN Setup Time	t_{DS}		4			ns
DIN Hold Time	t_{DH}		8			ns
DOUT Propagation Delay	t_{DO}		12		48	ns
DOUT Rise and Fall Time	t_{DR}, t_{DF}	$C_{DOUT} = 10pF, 20\%$ to 80%			10	ns
LE Pulse-Width High	t_{LW}		20			ns
LE Setup Time	t_{LS}		15			ns
LE Rising to OUT_ Rising Delay	t_{LRR}				100	ns
LE Rising to OUT_ Falling Delay	t_{LRF}				310	ns
CLK Rising to OUT_ Rising Delay	t_{CRR}				100	ns
CLK Rising to OUT_ Falling Delay	t_{CRF}				330	ns
\overline{OE} Rising to OUT_ Rising Delay	$t_{\overline{OE}H}$				100	ns
\overline{OE} Falling to OUT_ Falling Delay	$t_{\overline{OE}L}$				330	ns
LED Output OUT_ Turn-On Fall Time	t_f	80% to 20%			200	ns
LED Output OUT_ Turn-Off Rise Time	t_r	20% to 80%			120	ns

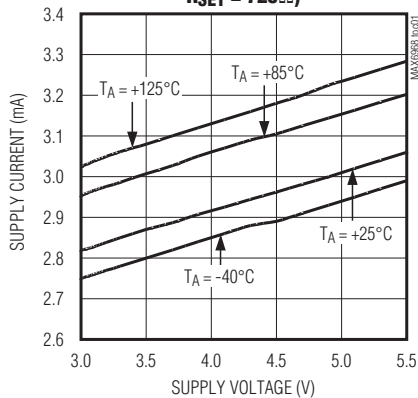
Note 1: All parameters tested at $T_A = +25^\circ C$. Specifications over temperature are guaranteed by design.

Note 2: See Figure 3.

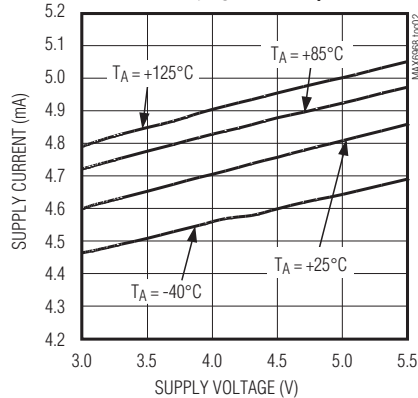
標準動作特性

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

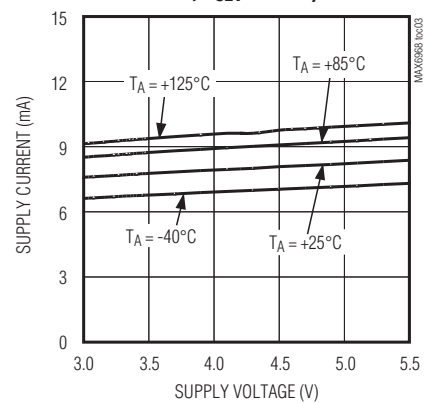
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS OFF,
 $R_{SET} = 720\Omega$)**



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



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



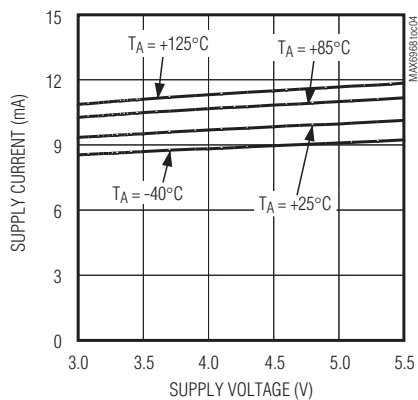
8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

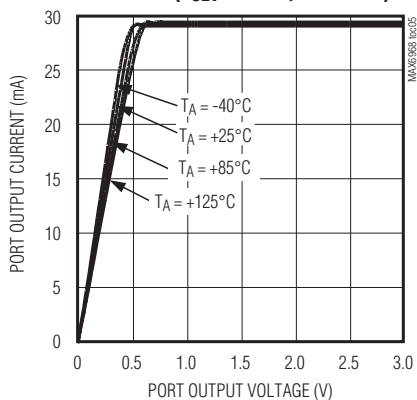
標準動作特性(続き)

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

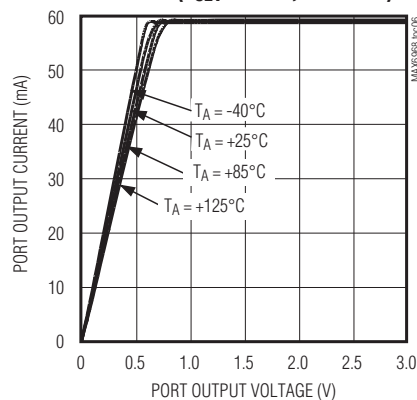
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON, $R_{SET} = 360\Omega$)



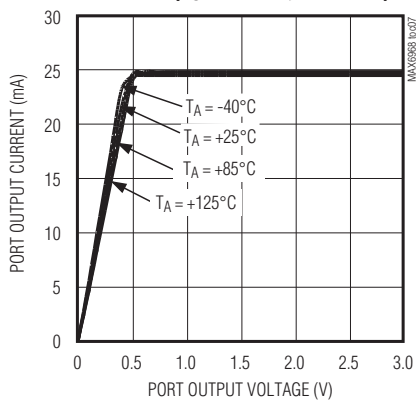
PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE
($R_{SET} = 720\Omega$, $V_+ = 3.3\text{V}$)



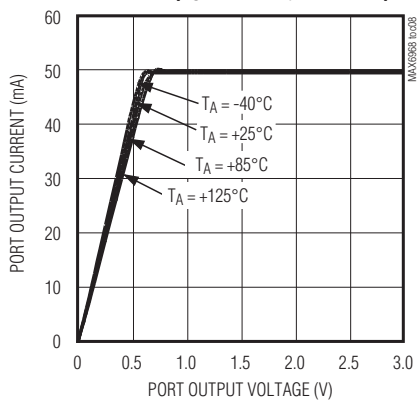
PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE
($R_{SET} = 360\Omega$, $V_+ = 3.3\text{V}$)



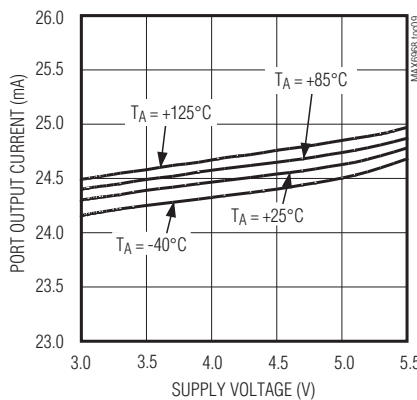
PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE
($R_{SET} = 720\Omega$, $V_+ = 5.0\text{V}$)



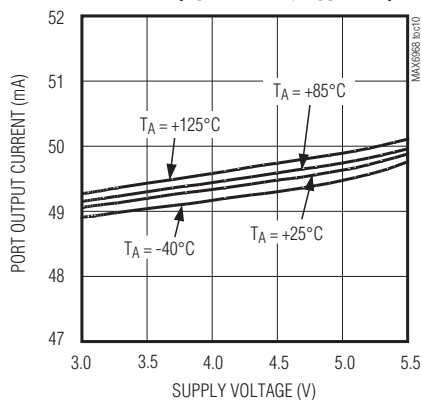
PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE
($R_{SET} = 360\Omega$, $V_+ = 5.0\text{V}$)



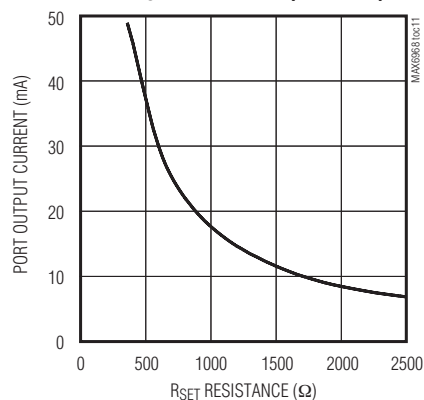
PORT OUTPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
($R_{SET} = 720\Omega$, $V_{OUT} = 2\text{V}$)



PORT OUTPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
($R_{SET} = 360\Omega$, $V_{OUT} = 2\text{V}$)



PORT OUTPUT CURRENT vs. R_{SET} RESISTANCE
($V_+ = 5.0\text{V}$)



8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

端子説明

端子	名称	機能
1	GND	グラウンド
2	DIN	シリアルデータ入力。データはCLKの立上りエッジで内部の8ビットシフトレジスタにロードされます。
3	CLK	シリアルクロック入力。データはCLKの立上りエッジで内部の8ビットシフトレジスタにロードされます。
4	LE	ロードイネーブル入力。データはLEが高いときに、内部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、LEがローの間は保持されます。
5-12	OUT0-OUT7	LEDドライバの出力。OUT0~OUT7はオープンドレイン、定電流シンク出力で5.5V定格です。
13	\overline{OE}	出力イネーブル入力。ハイにすると、OUT0~OUT7はハイインピーダンスとなりますが出力ラッチの内容は変わりません。ローにすると、OUT0~OUT7がイネーブルとなり、出力ラッチの内容に従います。
14	DOUT	シリアルデータ出力。データはCLKの立上りエッジで内部の8ビットシフトレジスタからDOUTにクロック出力されます。
15	SET	LED電流の設定。SETをGNDに抵抗(R_{SET})を通して接続すると、最大LED電流が設定されます。
16	V+	正の電源電圧。V+をGNDに0.1 μ Fのセラミックコンデンサでバイパスしてください。
PAD	エクスポーズパッド*	パッケージ下側のエクスポーズパッド。GNDに接続してください。

*TSSOPパッケージのみ。

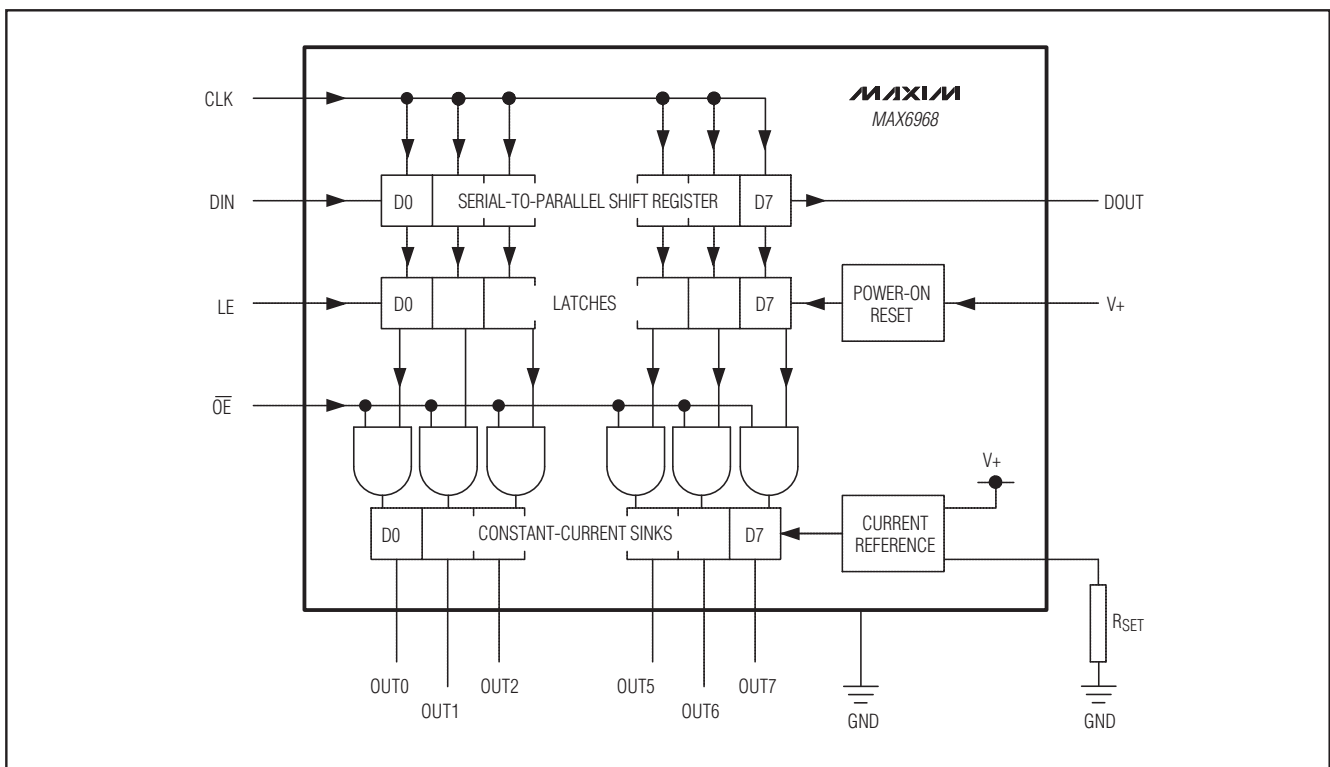


図1. MAX6968のブロック図

詳細

LEDドライバMAX6968は4線式シリアルインタフェースで駆動する8個の定電流シンクのオープンドレイン出力ポートで構成されています。その出力はLEDをスタティックまたはマルチプレックスアプリケーションのいずれかで駆動します(図1)。定電流出力はデバイスへの供給電圧変動($5V \pm 10\%$ および $3V \sim 5.5V$)およびドライバ出力の電圧降下の現実的な範囲($0.5V \sim 2.5V$)に対して電流精度が保証されています。ドライバには電流検出を行う(単純な電流ミラーではない)フィードバック回路が使用され、出力電圧の最大許容範囲内で、非常に小さい電流変動に抑えられています(「標準動作特性」を参照してください)。

4線式シリアルインタフェースは8ビットのシフトレジスタと8ビットの透過ラッチで構成されています。シフトレジスタにはクロック入力CLKとデータ入力DINによって書き込まれ、そのデータは伝播してデータ出力DOUTに現れます。このデータ出力があることによって、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。8ビットシフトレジスタの内容はラッチイネーブル入力のLEによって透過ラッチへロードされます。LEが高いとき、ラッチはシフトレジスタに対して透過であり、LEの立下りエッジでその時点の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あり、1個のLEDまたは複数LEDの直列ストリングの

いずれかのカソードに接続してください。LEDのアノードはMAX6968の電源のV+に関係なく、最大5.5Vの電源に接続することができます。定電流能力は出力当たり最大55mAであり、1個の外付け抵抗の R_{SET} によって8個すべての出力が設定されます。

最初の電源投入と動作

内蔵のリセット回路によって、電源投入時にMAX6968の内部レジスタのすべてがクリアされます。したがって、OUT0~OUT7のすべての出力はハイインピーダンスに初期化され、インタフェース出力のDOUTはローに初期化されます。これはCLK、DIN、 \overline{OE} 、およびLE入力のロジックレベルに関係ありません。

4線式シリアルインタフェース

MAX6968のシリアルインタフェースは4つの入力(DIN、CLK、LE、 \overline{OE})およびデータ出力(DOUT)を使用する4線式シリアルインタフェースです。このインタフェースはMAX6968に表示データを書き込むために使用されます。シリアルインタフェースのデータワード長は8ビットのD0~D7です。図2を参照してください。

5つのインタフェース端子の機能は次の通りです。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ルされるときに安定していなければなりません。データはMSBを先頭にシフト入力されます。これはデータビットD7が最初で、その後7ビットが続き、LSBのD0が最後となることを意味します。

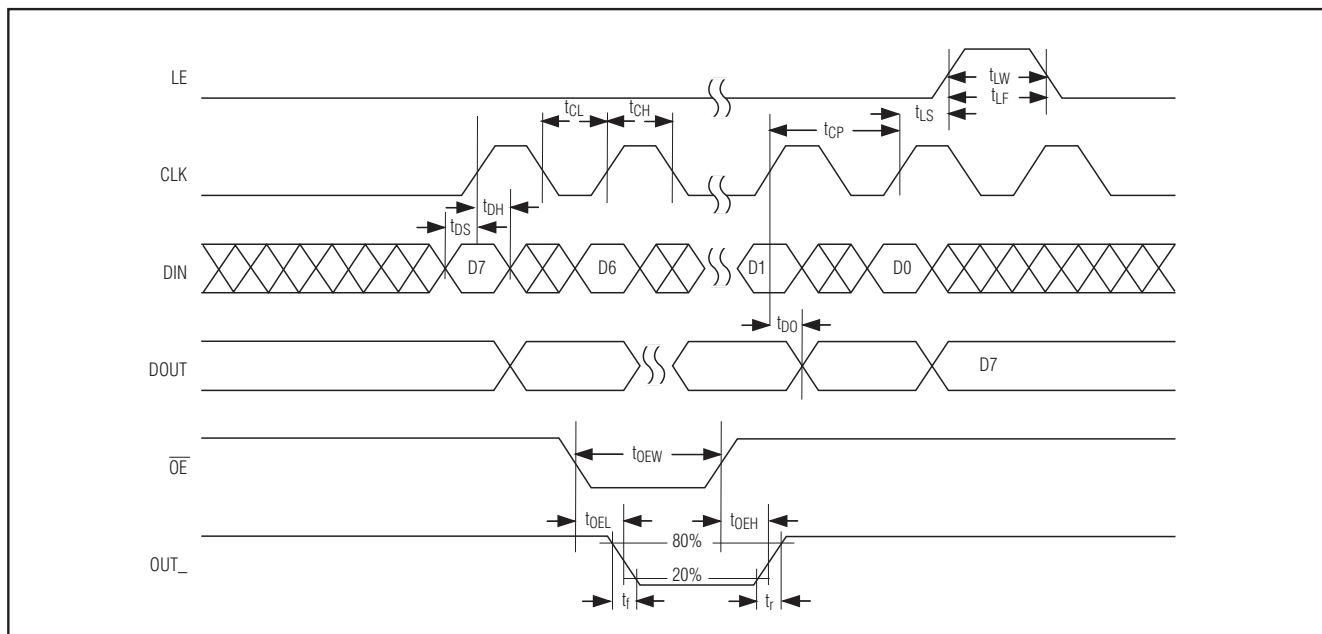


図2. 4線式シリアルインタフェースのタイミング図

アプリケーション情報

LEDの出力電流を設定するための外付け部品R_{SET}の選択

MAX6968は外付け抵抗R_{SET}を使用して、出力OUT0～OUT7のLED電流を設定します。R_{SET}の最小許容値は307.6Ωであり、その値は出力電流を55mAに設定します。R_{SET}の最大許容値は1.5kΩです。リファレンス値は360Ωであり、出力電流を50mAに設定する値です。異なった値の出力電流を設定するためには次の式を使用してください。

$$R_{SET} = 18,000 / I_{OUT}$$

ここで、I_{OUT}はmAで表した所望の出力電流です。

消費電力の計算

MAX6968の消費電力(P_D)の上限は次の式で決定されます。

$$P_D = (V_+ \times I_+) + (V_{OUT} \times DUTY \times I_{OUT} \times N)$$

ここで、

V₊ = 電源電圧

I₊ = I_{OUT}のLED駆動電流をN個の出力がシンクしているときの動作電源電流

DUTY = OEに印加されるPWMデューティサイクル

N = 同時にLEDを駆動しているMAX6968の出力数(最大は8)

V_{OUT} = 負荷LEDを駆動しているときのMAX6968の出力ポート電圧

I_{OUT} = R_{SET}によって設定されるLED駆動電流

P_D = 電流をmAで表したときのmWで表した消費電力

消費電力の例：

I_{OUT} = 47mA, N = 8, DUTY = 1, V_{OUT} = 2V, V₊ = 5.25V

$$P_D = (5.25V \times 25mA) + (2V \times 1 \times 47mA \times 8) = 0.883W$$

このように、16ピンTSSOPパッケージ(「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の項よりT_{JA} = 1 / 0.0213 = +46.95°C/W)では最高許容周囲温度のT_Aは次の式で与えられます。

$$T_{J(MAX)} = T_A + (P_D \times T_{JA}) = +150^\circ C = T_A + (0.883 \times 46.95^\circ C/W)$$

したがって、T_A = +108.5°Cとなります。

過昇温度カットオフ

MAX6968は温度センサを内蔵しており、ダイ温度がおよそ+165°Cを超えた場合、すべての出力をオフにします。ダイ温度がおよそ+140°C未満に低下した場合、出力は再びイネーブルとなります。レジスタの内容は影響されないため、ドライバの消費電力が過大になると、外部からの症状は負荷のLEDがオンとオフの間を繰り返すように見えます。これはドライバが過熱と冷却を繰り返し、LEDをオフした後、再びオンになることを繰り返しているからです。

電源について

MAX6968はチップ電源のV₊、および1つ以上のLED電源で動作します。MAX6968にできる限り近づけて配置した0.1μFのコンデンサで各電源をGNDにバイパスしてください。LEDの駆動をスタティックに行うには、通常はこれで十分です。マルチプレクス形またはPWMのアプリケーションでは、4～16個のMAX6968ごとに各電源に4.7μF以上のバルク電解コンデンサを追加することが必要です。必要とするコンデンサはLEDの負荷電流、PWMスイッチング周波数、およびシリアルインタフェースの速度に依存します。V₊のデカップリングが不十分であると、タイミング問題を引き起こし、LED電源のノイズが大きくなりLED電流のレギュレーションに影響を及ぼす可能性があります。

TSSOPバージョンの場合は、下側のエクスポーズドパッドをGNDに接続してください。

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 2382

PROCESS: BiCMOS

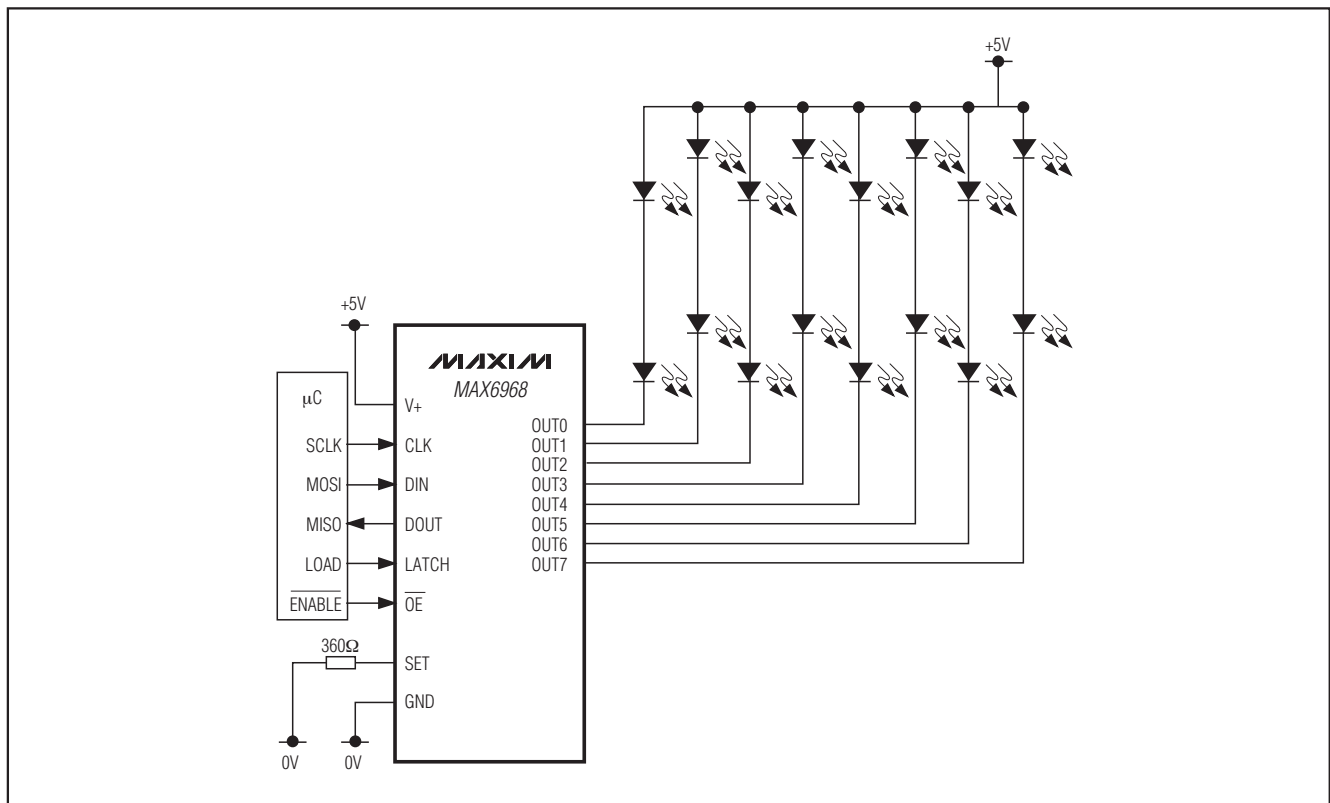
8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

選択ガイド

PART	NO. OF OUTPUTS	MAX OUTPUT VOLTAGE (V)	MAX OUTPUT CURRENT	LED FAULT DETECTION	WATCHDOG
MAX6968	8	5.5	55mA	—	—
MAX6977				Yes	—
MAX6978				Yes	Yes
MAX6970	8	36		—	—
MAX6981				Yes	—
MAX6980				Yes	Yes
MAX6969	16	5.5		—	—
MAX6984				Yes	—
MAX6979				Yes	Yes
MAX6971	16	36		—	—
MAX6982				Yes	—
MAX6983				Yes	Yes

標準動作回路



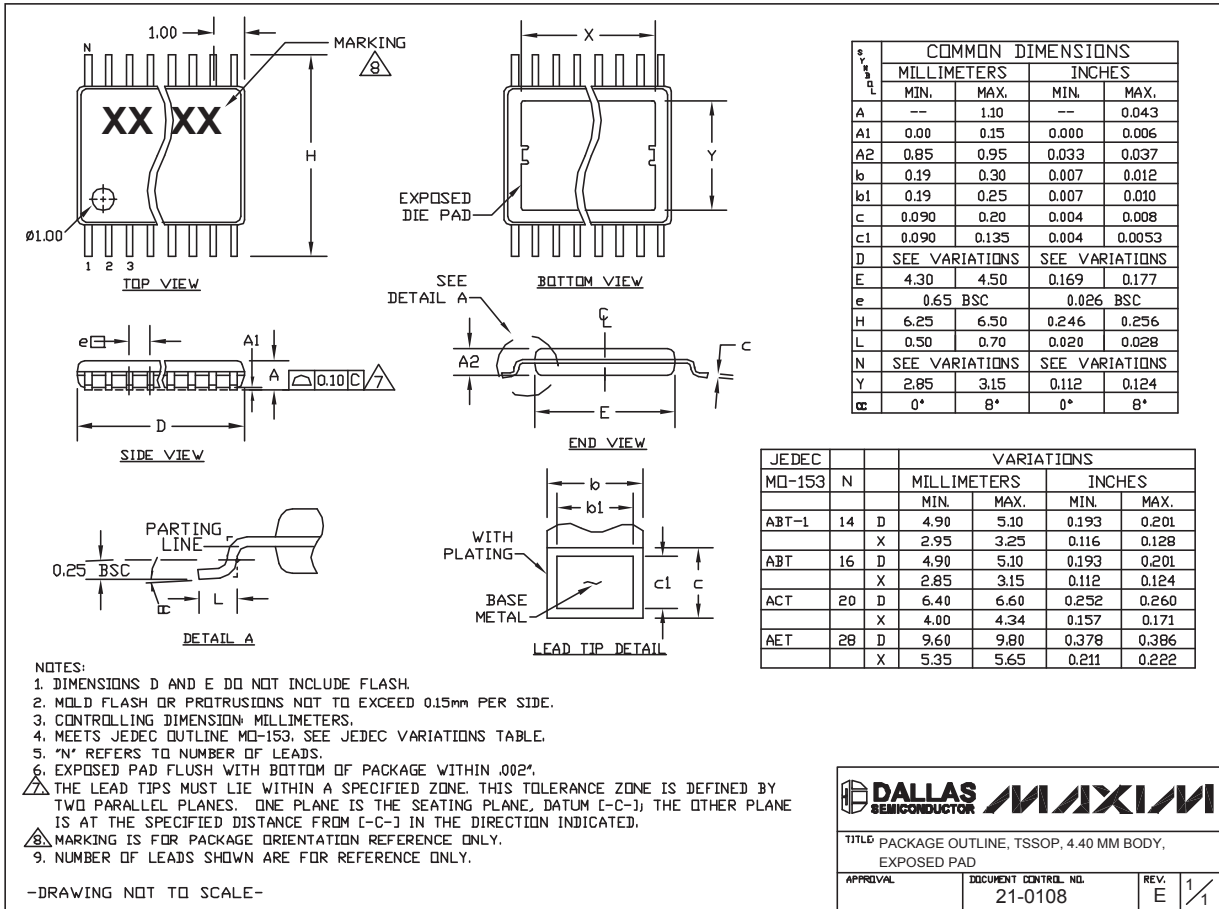
8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

TSSOP 4.4mm BODY EPS

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)

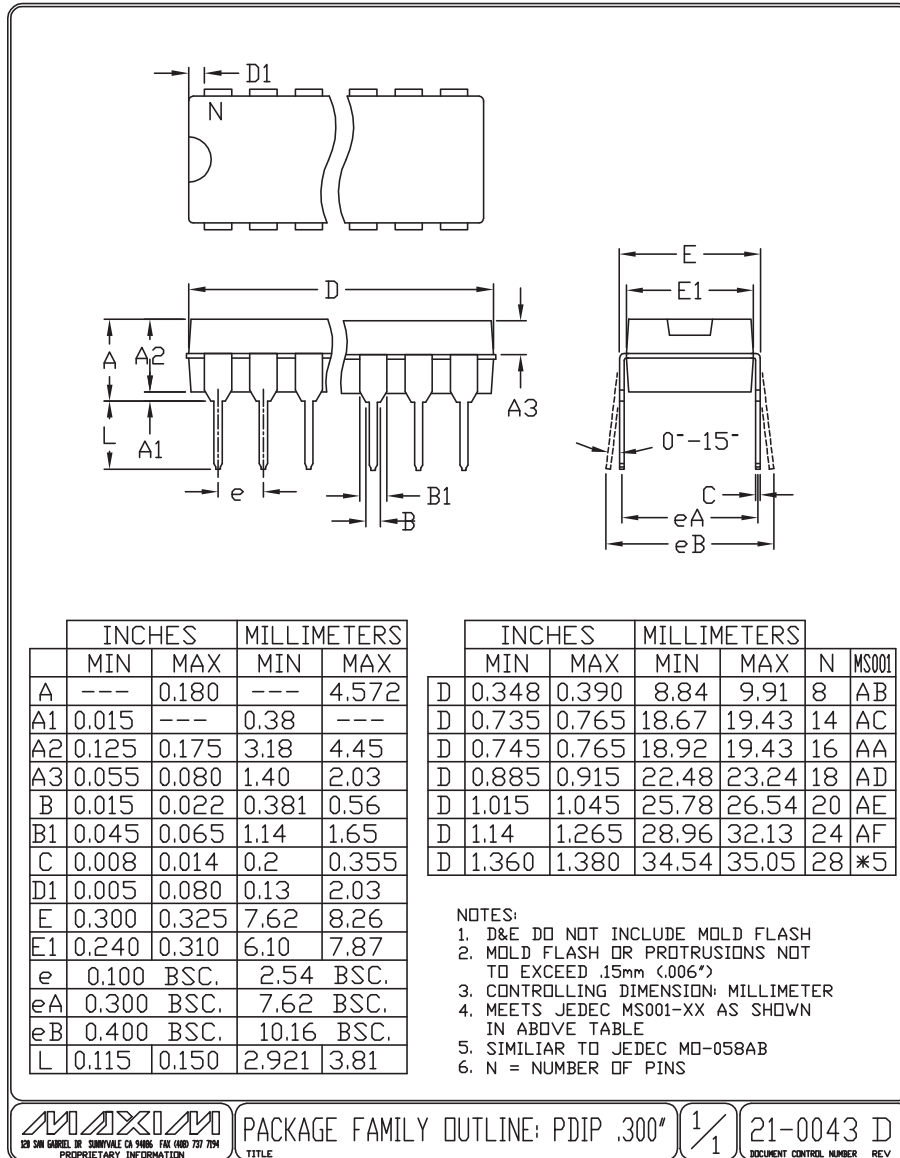


8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)

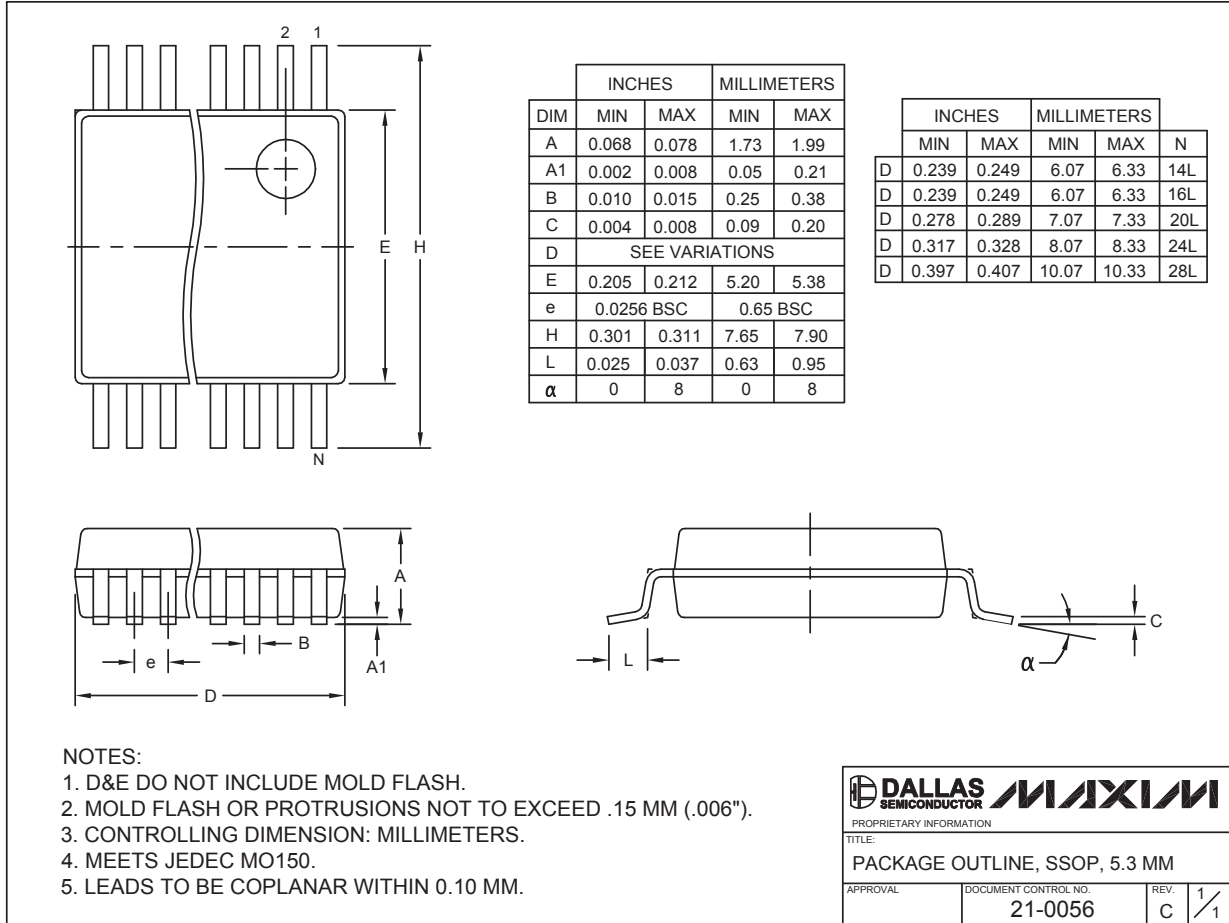


8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6968

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



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

マキシムは完全にマキシム製品に組み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。マキシム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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ 13