

# LEDフォルト検出付き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MAX6977は定格5.5Vの8個のオープンドレイン定電流シンクLED出力を提供します。MAX6977は3V~5.5Vの電源で動作します。MAX6977電源とLEDの電源は任意の順序で投入可能です。各定電流出力は同時に1個の外付け抵抗を用いて最大55mAまで設定可能です。MAX6977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。

MAX6977にはLEDのオープン回路を自動的に検出する回路が備わっています。フォルト状態はLEがハイになると、シリアルインタフェースのシフトレジスタにロードされ、次のデータ伝送がシフト入力されたときDOUTに自動的にシフト出力されます。

MAX6977は業界標準のシフトレジスタ+ラッチタイプの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MAX6977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が設定されます。出力をイネーブルする入力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。

ウォッチドッグタイマー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となった場合に表示をブランク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。

MAX6977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
- ◆ LEDのオープン回路フォルトを通知
- ◆ -40°C~+125°Cの温度範囲

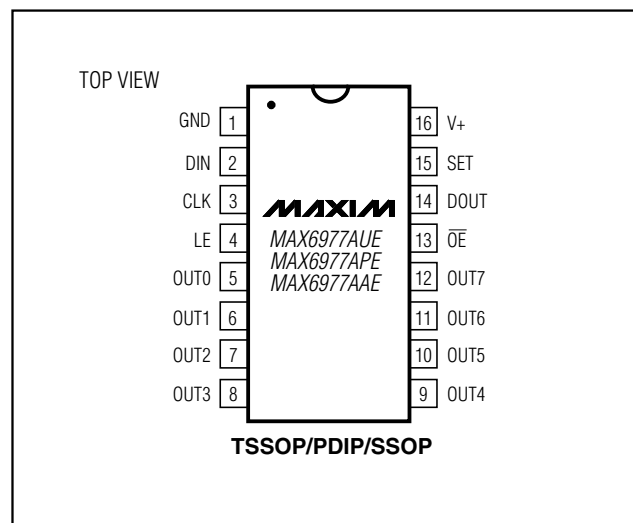
## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6977AUE	-40°C to +125°C	16 TSSOP-EP*
MAX6977APE	-40°C to +125°C	16 PDIP
MAX6977AAE	-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



# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流 LEDドライバ

MAX6977

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage (with respect to GND)		Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)
V+ .....	-0.3V to +6V	16-Pin SSOP (derate 7.1mW/°C above +70°C) .....
OUT_ .....	-0.3V to +6V	16-Pin PDIP (derate 10.5mW/°C above +70°C) .....
DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ , SET .....	-0.3V to (V+ + 0.3V)	16-Pin TSSOP (derate 21.3mW/°C above +70°C) .....
DOUT Current .....	±10mA	Operating Temperature Range .....
OUT_ Sink Current .....	60mA	Junction Temperature .....
Total GND Current .....	480mA	Storage Temperature Range .....
		Lead Temperature (soldering, 10s) .....

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<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at V+ = 5V, T<sub>A</sub> = +25°C.)  
(Note 1)

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

# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流 LEDドライバ

MAX6977

## 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 <sub>CP</sub>		40			ns
CLK Pulse Width High	t <sub>CH</sub>		19			ns
CLK Pulse Width Low	t <sub>CL</sub>		19			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		32	ns
DOUT Rise and Fall Time	t <sub>DR</sub> , t <sub>DF</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 20% to 80%			10	ns
LE Pulse Width High	t <sub>LW</sub>		20			ns
LE Pulse Width (Fault-Detection Data Valid)	t <sub>LF</sub>		20			ns
LE Setup Time	t <sub>LS</sub>		10			ns
LE Rising to OUT_ Rising Delay	t <sub>LRR</sub>	(Note 2)			100	ns
LE Rising to OUT_ Falling Delay	t <sub>LRF</sub>	(Note 2)			280	ns
CLK Rising to OUT_ Rising Delay	t <sub>CRR</sub>	(Note 2)			100	ns
CLK Rising to OUT_ Falling Delay	t <sub>CRF</sub>	(Note 2)			310	ns
$\overline{OE}$ Rising to OUT_ Rising Delay	t <sub>OE<math>\overline{H}</math></sub>				100	ns
$\overline{OE}$ Falling to OUT_ Falling Delay	t <sub>OE<math>\overline{L}</math></sub>				300	ns
LED Output OUT_ Turn-On Fall Time	t <sub>f</sub>	80% to 20%			200	ns
LED Output OUT_ Turn-Off Rise Time	t <sub>r</sub>	20% to 80%			120	ns

# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

## 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 <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		48	ns
DOUT Rise and Fall Time		C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 20% to 80%			10	ns
LE Pulse Width High	t <sub>LW</sub>		20			ns
LE Pulse Width (Fault-Detection Data Valid)	t <sub>LW</sub>		20			ns
LE Setup Time	t <sub>LS</sub>		15			ns
LE Rising to OUT_ Rising Delay					100	ns
LE Rising to OUT_ Falling Delay					310	ns
CLK Rising to OUT_ Rising Delay					100	ns
CLK Rising to OUT_ Falling Delay					330	ns
$\overline{OE}$ Rising to OUT_ Rising Delay	t <sub>OE<math>\overline{H}</math></sub>				100	ns
$\overline{OE}$ Falling to OUT_ Falling Delay	t <sub>OE<math>\overline{L}</math></sub>				330	ns
LED Output OUT_ Turn-On Fall Time	t <sub>f</sub>	80% to 20%			200	ns
LED Output OUT_ Turn-Off Rise Time	t <sub>r</sub>	20% to 80%			120	ns

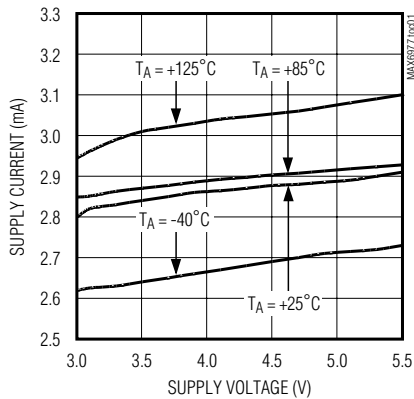
**Note 1:** All parameters tested at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ . Specifications over temperature are guaranteed by design.

**Note 2:** See Figure 3.

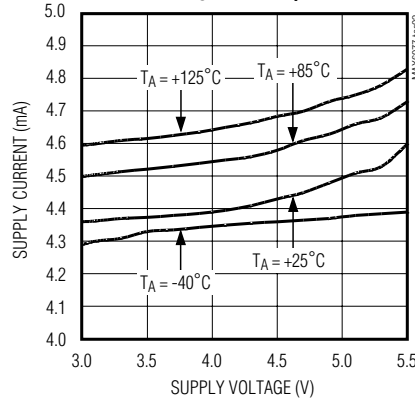
## 標準動作特性

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

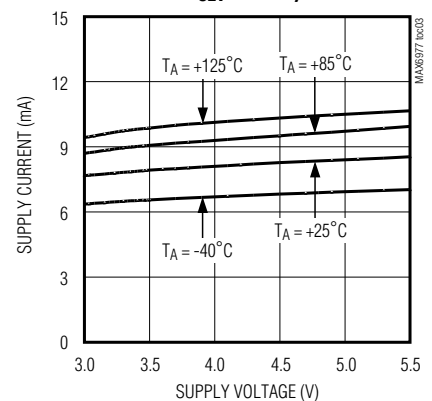
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS OFF,  
 $R_{SET} = 720\Omega$ )



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



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



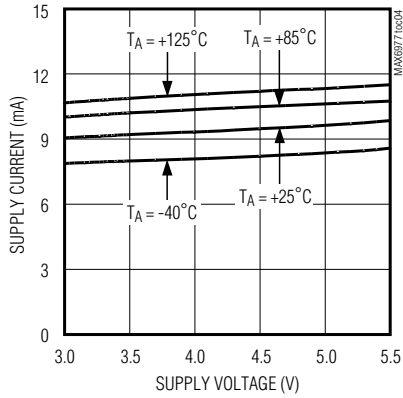
# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6977

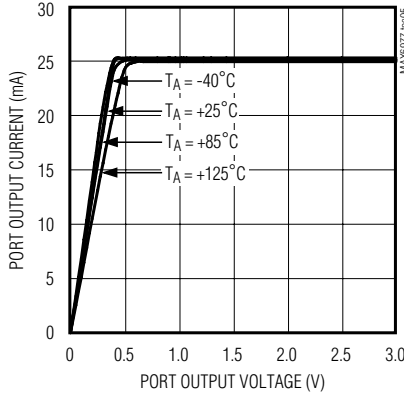
## 標準動作特性(続き)

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

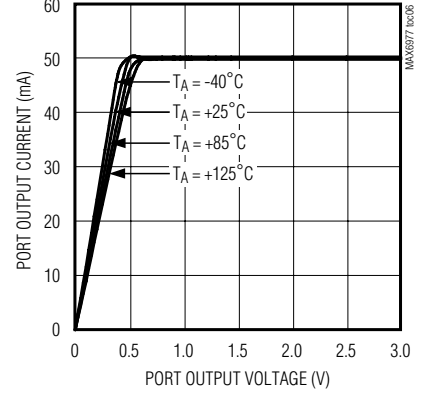
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON,  
 $R_{SET} = 360\Omega$ )



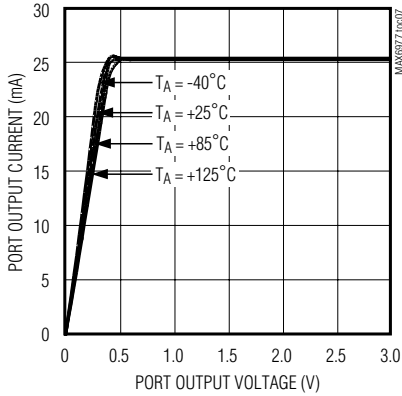
**PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE** ( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_+ = 3.3V$ )



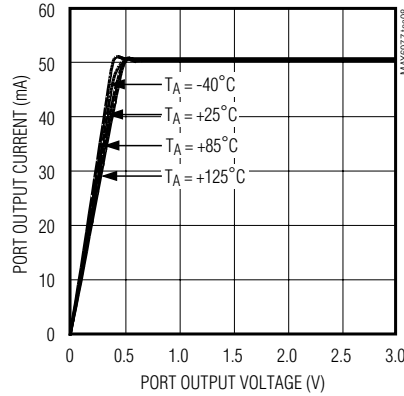
**PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE** ( $R_{SET} = 360\Omega$ ,  $V_+ = 3.3V$ )



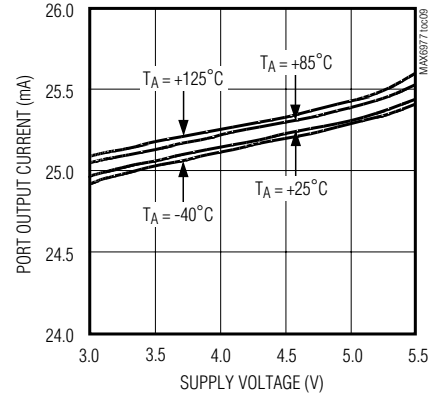
**PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE** ( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_+ = 5.0V$ )



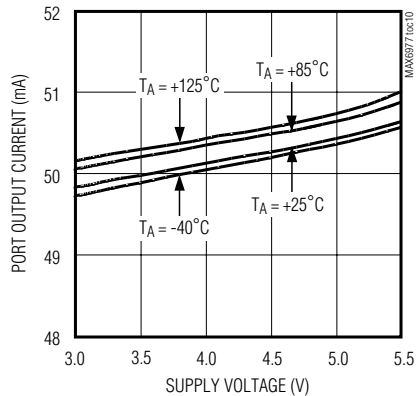
**PORT OUTPUT CURRENT vs. PORT OUTPUT VOLTAGE** ( $R_{SET} = 360\Omega$ ,  $V_+ = 5.0V$ )



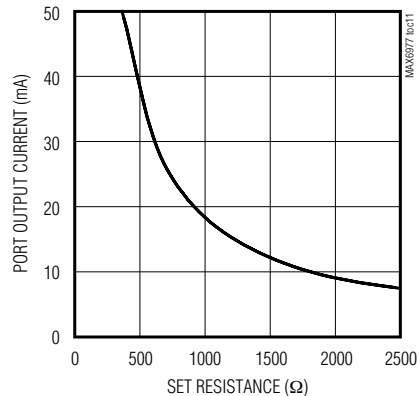
**PORT OUTPUT CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE** ( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_{OUT} = 2V$ )



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



**PORT OUTPUT CURRENT vs. SET RESISTANCE**



# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

## 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(複数)。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 $\mu$ 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。

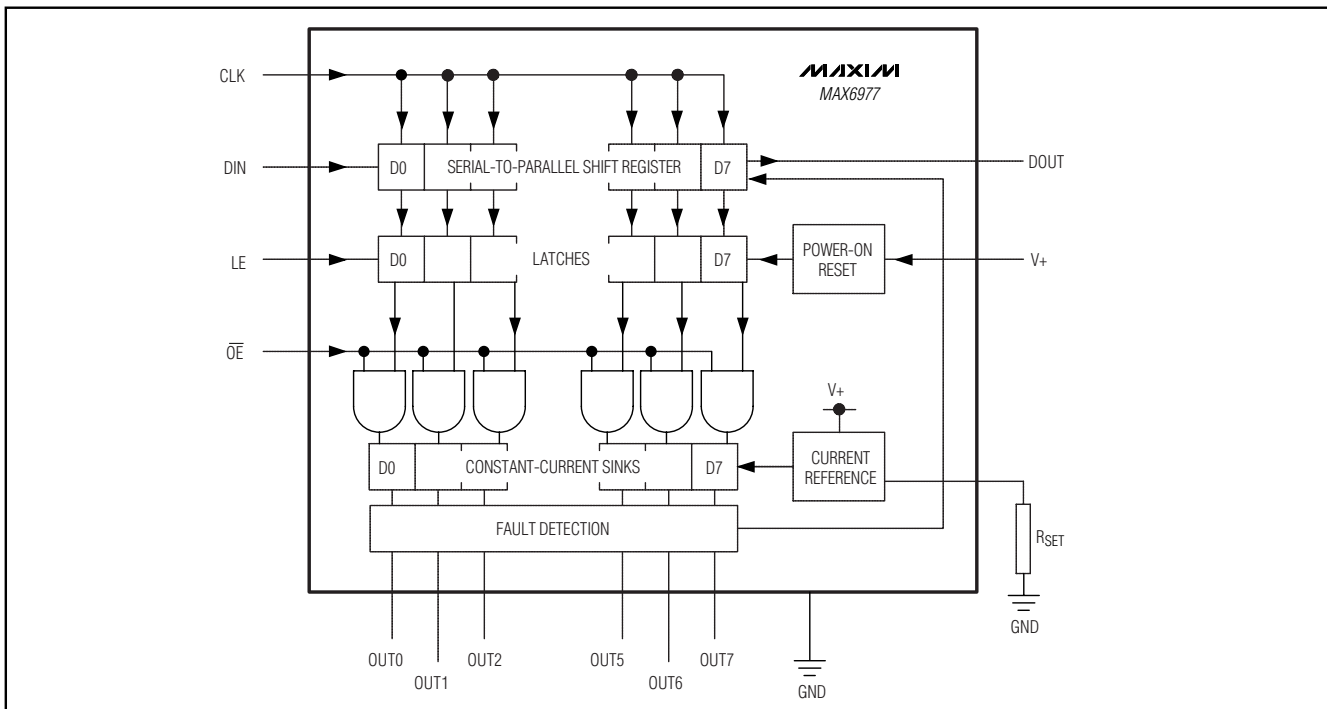


図1. MAX6977のブロック図

## 詳細

LEDドライバMAX6977は8個の定電流シンクのオープンドレイン出力ポートを駆動する4線式シリアルインタフェース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~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~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、出力電圧の許容範囲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)。



# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流 LEDドライバ

MAX6977

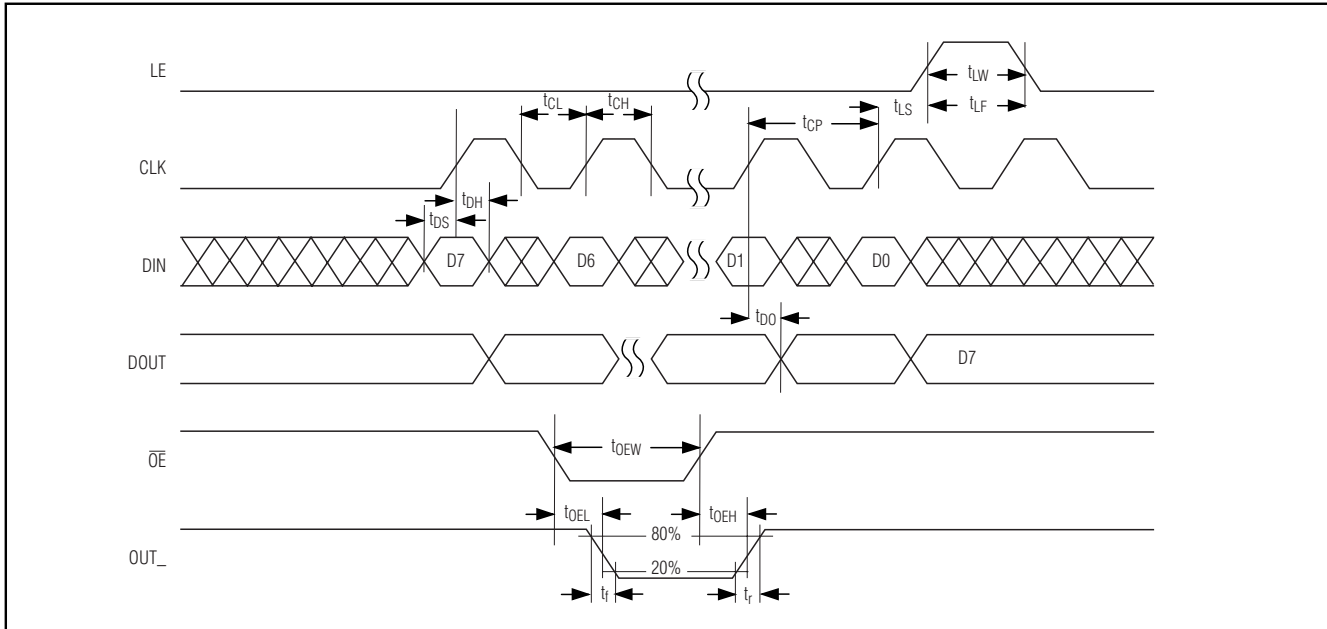


図2. 4線式シリアルインタフェースタイミング図

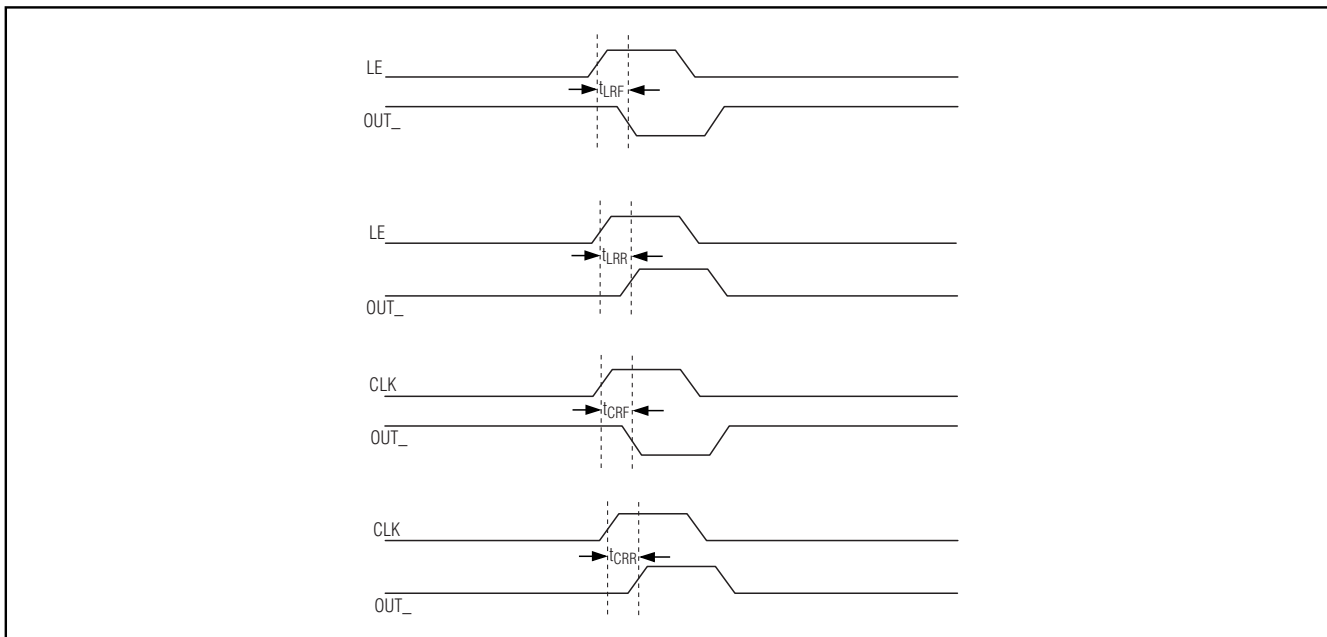


図3. LEとCLKのOUT\_に対するタイミング

# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6977

オープン回路のチェックはLEの立上りエッジのすぐ後に行われますが、これは新しいLEDデータがシフトレジスタから出力ラッチにロードされる時です。オープン回路フォルトが複数のポートで検出される場合は、シリアルインタフェースシフトレジスタの中のD6とD5の2ビットの両方がハイにセットされます。オープン回路フォルトが検出されない場合は、D6とD5は両方ともローにクリアされます。シリアルインタフェースシフトレジスタの中の他の6ビット位置のデータは変化しません。フォルト状態は、次のデータ伝送がシフト入力されたときにDOOUTに自動的にシフト出力されます。新しいLEDデータの8ビットがすべてシフトレジスタにシフト入力された後は、LEは通常ハイになるため、その時点ではDOOUTはデータビットのD7を出力しています。CLKの次の2つの立上りエッジで2つのフォルトステータスビットのD6とD5はその順序でクロック同期出力され、その後は5つの変化のないデータビットのD4～D0が続きます。

標準的なフォルト検出アプリケーションはすべてのシフト出力データを試験します。ビットD0～D4とD7はデータリンクの完全性をチェックするために、元の伝送データと照合されます。D5とD6が最初にチェックされ、同じデータが含まれるかどうかを確認(ステータスの検証)され、その次にフォルトが実際のロジックレベルで通知されるかどうかを確認されます。

フォルトステータスビットによって、いずれのドライバチップに最低1個のオープン回路LEDがあるかが識別されます。1個ずつ異なったLEDを点灯させる8個のテストパターンを実行することによって、1個のデバイスによって駆動される幾つのLEDがフォルトであるかを決定することが可能です。フォルトステータスビットは、同時に1出力を識別するために有効に使うことができます。

## 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<sub>SET</sub>の選択

MAX6977は外付け抵抗R<sub>SET</sub>を使用して、出力OUT0～OUT7のLED電流を設定します。R<sub>SET</sub>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<sub>SET</sub>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。

$$R_{SET} = 18000 / I_{OUT}$$

ここで、I<sub>OUT</sub>はmAで表した所望の出力電流です。

### 消費電力の計算

MAX6977の消費電力(P<sub>D</sub>)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<sub>+</sub> = 電源電圧

I<sub>+</sub> = I<sub>OUT</sub>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MAX6977の出力数(最大は8)

V<sub>OUT</sub> = 負荷LEDを駆動しているときのMAX6977の出力ポート電圧

I<sub>OUT</sub> = R<sub>SET</sub>によって設定されるLED駆動電流

P<sub>D</sub> = 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:

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

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

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<sub>JA</sub> = 1 / 0.0213 = +46.95°C/W)では、最高許容周囲温度のT<sub>A</sub>は次の式で与えられます。

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

したがって、T<sub>A</sub> = +108.5°Cとなります。

### 過昇温度カットオフ

MAX6977は温度センサを内蔵しており、ダイ温度がおおよそ+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、ドライバは過大に消費することはなく、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が、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交互に行っているからです。

### 電源について

MAX6977はデバイス電源のV<sub>+</sub>、および1つ以上のLED電源で動作します。MAX6977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。マルチプレクス型またはPWMのアプリケーションでは、4～16個のMAX6977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してください。必要とするコンデンサ値は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<sub>+</sub>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、非常にノイズの多いLED電源は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バージョンに対しては、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

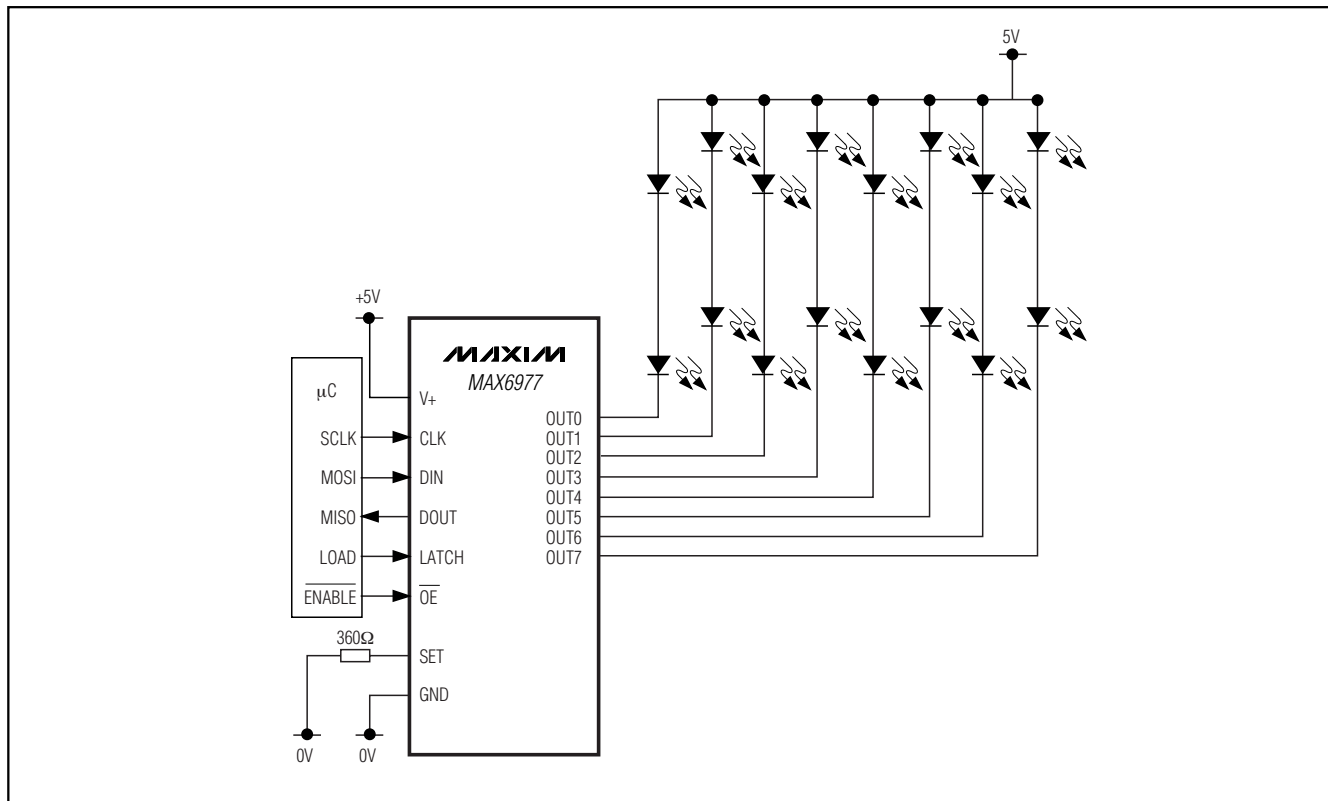
PROCESS: BiCMOS

# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

## 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



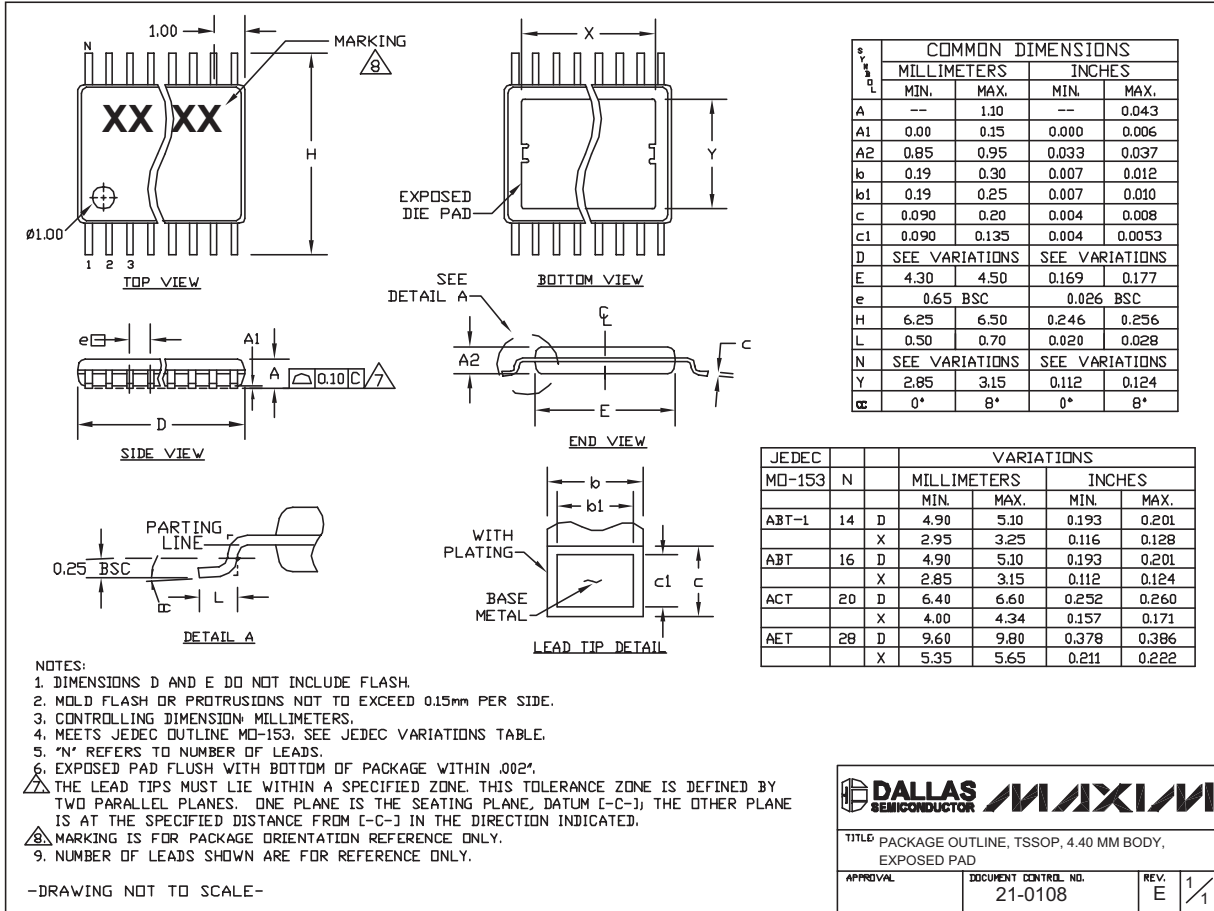
# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6977

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](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)

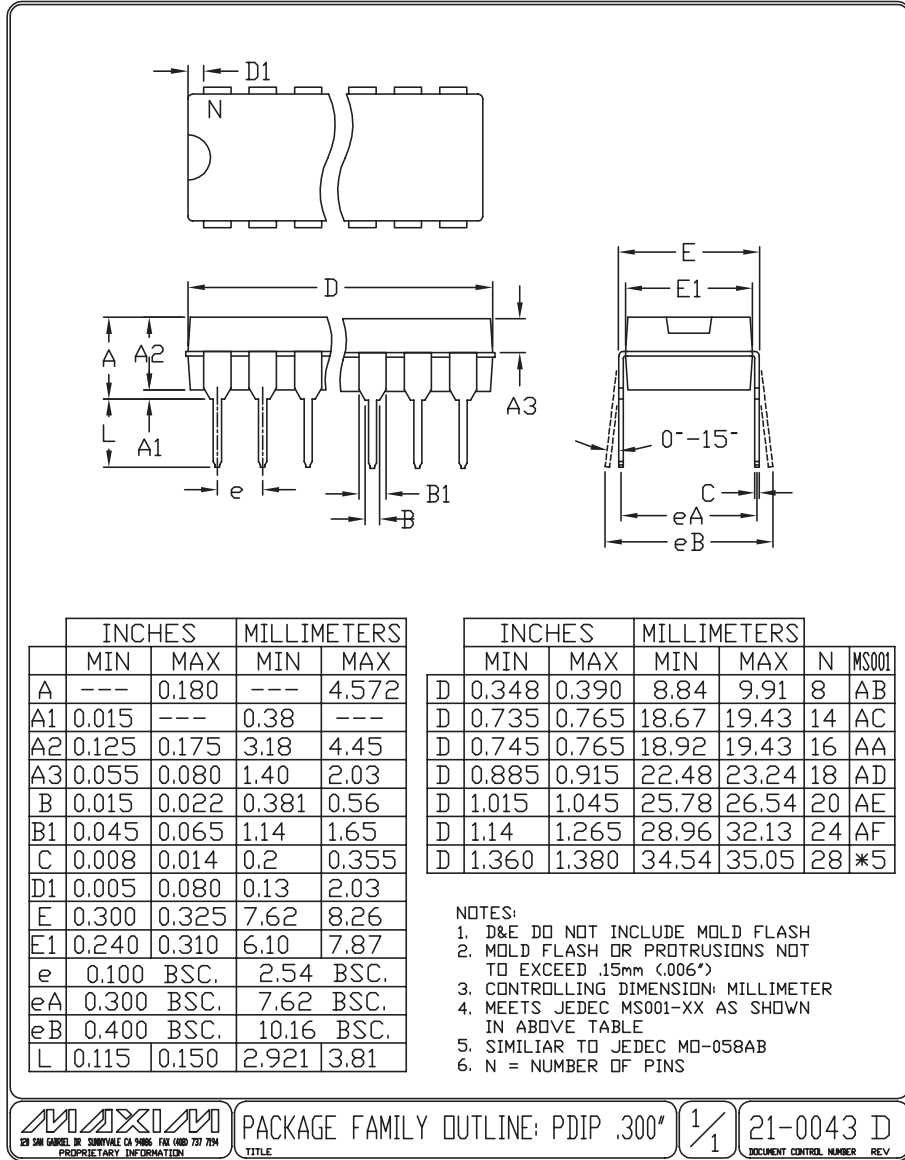


# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流LEDドライバ

MAX6977

## 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](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



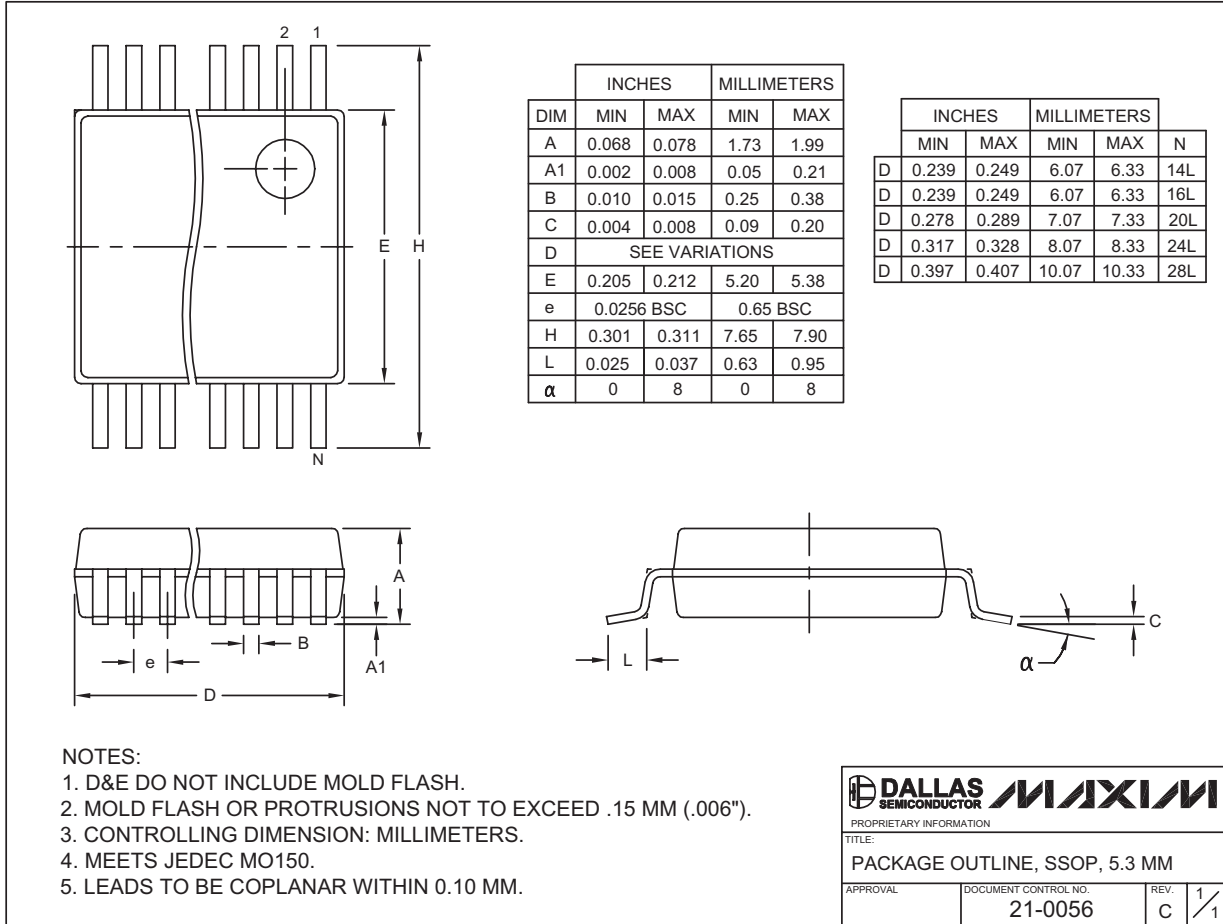
# LEDフォルト検出付き8ポート、5.5V定電流 LEDドライバ

MAX6977

SSOP/PS

## 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](http://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