

EVALUATION KIT  
AVAILABLE

# MAXIM

## 白色LED 2~10個用、高効率、 40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

### 概要

MAX1553/MAX1554は直列接続した白色LEDを定電流駆動し、携帯電話、PDAなどのハンドヘルド機器用の高効率ディスプレイバックライト電源になります。ステップアップコンバータは40V、低 $R_{DS(ON)}$ のNチャネルMOSFETスイッチを内蔵し、高効率とバッテリー寿命の最大化を実現します。MAX1553は480mAの電流制限を備え、2~6個の白色LEDを駆動することができます。これに対してMAX1554の電流制限値は970mAで、最大10個の白色LEDを駆動することができます。

アナログ/PWM Dual Mode™入力を1つ持ち、シンプルな2種類の方法で輝度を調整することができます。別個のイネーブル入力は、オン/オフの制御を提供します。ソフトスタートは、起動時の突入電流を最小限に抑えます。

MAX1553/MAX1554は、3mm x 3mmの省スペース8ピンTDFNパッケージで提供されます。

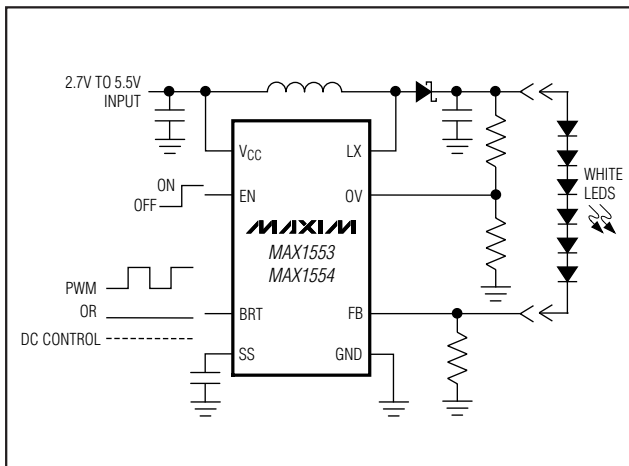
### アプリケーション

携帯電話

PDA、パームトップ、ワイヤレスハンドヘルド機器  
カラーディスプレイバックライト

Dual Modeは、Maxim Integrated Products, Inc.の商標です。

### 標準動作回路



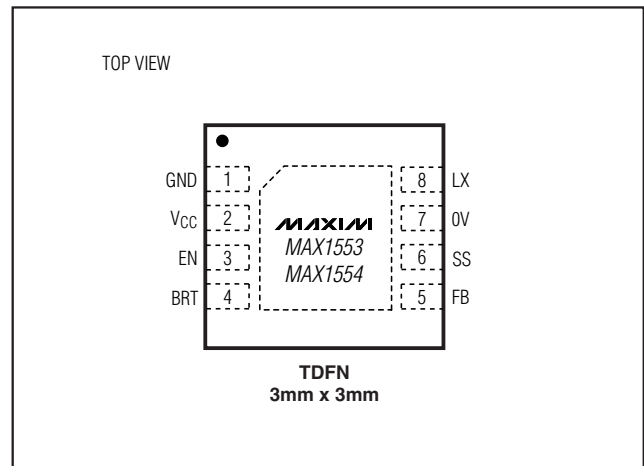
### 特長

- ◆ 定電流レギュレーションによってLED輝度を均一化
- ◆ 内蔵40V MOSFETスイッチによって10個のLEDを駆動
- ◆ 小型、薄型の外付け部品
- ◆ 入力電圧範囲：2.7V~5.5V
- ◆ 6個のLED駆動時に最大88%の効率
- ◆ 9個のLED駆動時に最大82%の効率 (20mA、 $V_{CC} = 3.6V$ )
- ◆ LED輝度をアナログまたはPWMで制御
- ◆ 低入力リップルに最適化
- ◆ ソフトスタートによって突入電流を最小化
- ◆ 3mm x 3mmの8ピンTDFNパッケージ

### 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX1553ETA	-40°C to +85°C	8 TDFN 3mm x 3mm	AGX
MAX1554ETA	-40°C to +85°C	8 TDFN 3mm x 3mm	AGY

### ピン配置



MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本データシートに記載された内容はMaxim Integrated Productsの公式な英語版データシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについては責任を負いかねます。正確な内容の把握には英語版データシートをご参照ください。

無料サンプル及び最新版データシートの入手には、マキシムのホームページをご利用ください。 <http://japan.maxim-ic.com>

# 白色LED 2~10個用、高効率、 40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V<sub>CC</sub>, FB, OV to GND.....-0.3V to +6.0V  
 LX to GND .....-0.3V to +45V  
 EN, BRT, SS to GND.....-0.3V to (V<sub>CC</sub> + 0.3V)  
 I<sub>LX</sub> .....0.9A<sub>RMS</sub>  
 Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
 8-Pin 3mm x 3mm TDFN  
 (derate 24.4mW/°C above +70°C).....1951mW

Operating Temperature Range .....-40°C to +85°C  
 Junction Temperature .....+150°C  
 Storage Temperature Range .....-65°C to +150°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) .....+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

(V<sub>CC</sub> = 3.3V, V<sub>OV</sub> = 0V, C<sub>OUT</sub> = 1μF, R<sub>SENSE</sub> = 10Ω, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	MAX1553		2.7		5.5	V
	MAX1554		3.15		5.50	
Undervoltage Lockout Threshold	V <sub>CC</sub> rising or falling, 35mV hysteresis typical		2.35	2.5	2.65	V
Quiescent Current	Not switching			0.33	0.65	mA
	Switching			0.44	0.9	
Shutdown Supply Current	V <sub>EN</sub> = 0V	T <sub>A</sub> = +25°C		0.1	1	μA
		T <sub>A</sub> = +85°C		1		
OV Threshold	Rising edge		1.18	1.25	1.33	V
OV Input Bias Current	V <sub>OV</sub> = 1V	T <sub>A</sub> = +25°C		1	200	nA
		T <sub>A</sub> = +85°C		10		
BRT Input Resistance	0 < V <sub>BRT</sub> < 1.5V, EN = V <sub>CC</sub>		200	400	600	kΩ
<b>TIMING CONTROL</b>						
Maximum On-Time	V <sub>CC</sub> = 3.3V		2.0	3.4	4.8	μs
On-Time Constant (K)	t <sub>ON</sub> = K / V <sub>CC</sub>			6.3		μs-V
Minimum Off-Time			150	250	350	ns
<b>ERROR AMPLIFIER</b>						
FB Threshold	V <sub>BRT</sub> = 1.25V		192	203	212	mV
	V <sub>BRT</sub> = 3.3V			280		
FB Input Bias Current	V <sub>FB</sub> = 1.0V	T <sub>A</sub> = +25°C		15	200	nA
		T <sub>A</sub> = +85°C		100		
<b>N-CHANNEL SWITCH</b>						
LX On-Resistance				0.8	1.4	Ω

# 白色LED 2~10個用、高効率、 40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS(continued)

( $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_{OV} = 0V$ ,  $C_{OUT} = 1\mu F$ ,  $R_{SENSE} = 10\Omega$ ,  $T_A = 0^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
LX Current Limit	MAX1553		300	480	600	mA
	MAX1554, $V_{CC} = 4.2V$		600	970	1200	
LX Leakage Current	$V_{LX} = 38V$ , $V_{EN} = 0V$	$T_A = +25^\circ C$		0.1	5	$\mu A$
		$T_A = +85^\circ C$		1		
<b>SHUTDOWN CONTROL</b>						
EN Logic-Level High			1.8			V
EN Logic-Level Low					0.4	V
EN Input Current	$V_{EN} = 0V$ or $5.5V$	$T_A = +25^\circ C$		0.01	1	$\mu A$
		$T_A = +85^\circ C$		0.1		

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_{OV} = 0V$ ,  $C_{OUT} = 1\mu F$ ,  $R_{SENSE} = 10\Omega$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	MAX	UNITS
Supply Voltage	MAX1553		2.7	5.5	V
	MAX1554		3.15	5.50	
Undervoltage Lockout Threshold	$V_{CC}$ rising or falling, 35mV hysteresis typical		2.35	2.65	V
Quiescent Current	Not switching			0.65	mA
	Switching			0.9	
OV Threshold	Rising edge		1.18	1.33	V
BRT Input Resistance	$0 < V_{BRT} < 1.5V$ , $EN = V_{CC}$		200	600	$k\Omega$
<b>TIMING CONTROL</b>					
Maximum On-Time	$V_{CC} = 3.3V$		2.0	4.8	$\mu s$
Minimum Off-Time			150	350	ns
<b>ERROR AMPLIFIER</b>					
FB Threshold	$V_{BRT} = 1.25V$		192	217	mV
<b>N-CHANNEL SWITCH</b>					
LX On-Resistance				1.4	$\Omega$
LX Current Limit	MAX1553		300	600	mA
	MAX1554, $V_{CC} = 4.2V$		600	1200	
<b>SHUTDOWN CONTROL</b>					
EN Logic-Level High			1.8		V
EN Logic-Level Low				0.4	V

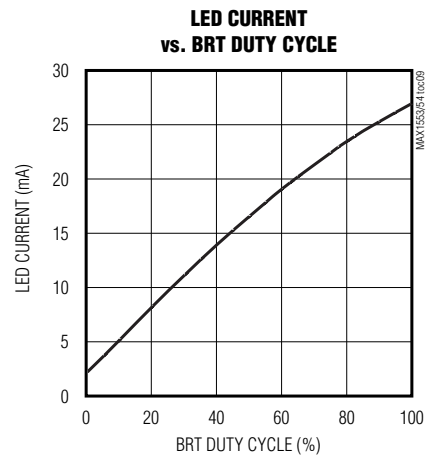
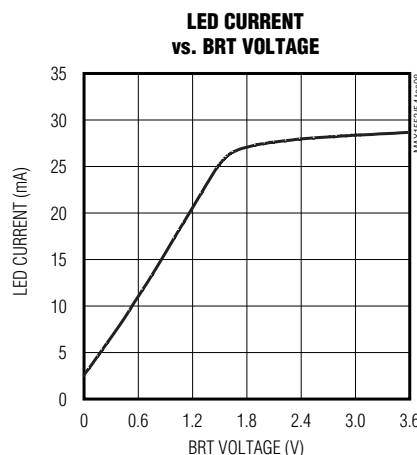
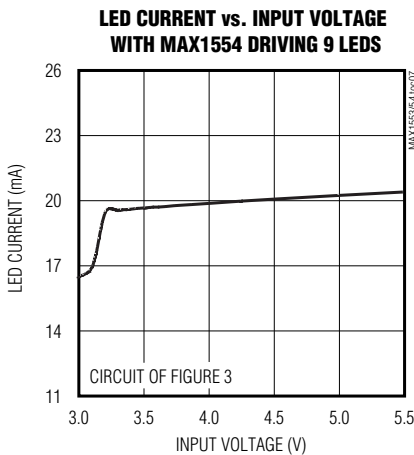
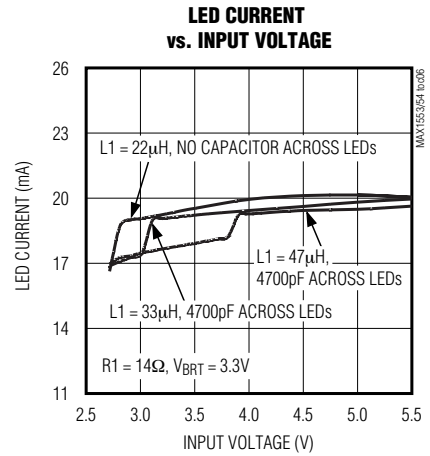
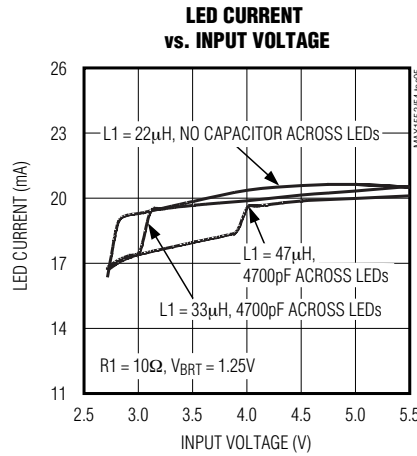
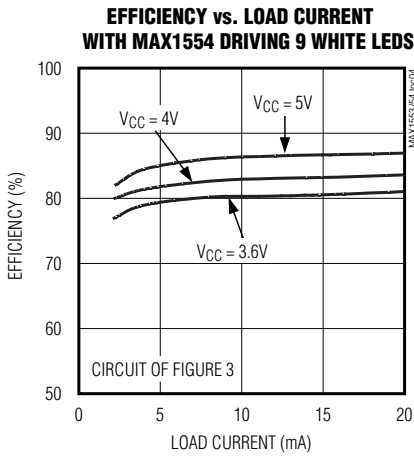
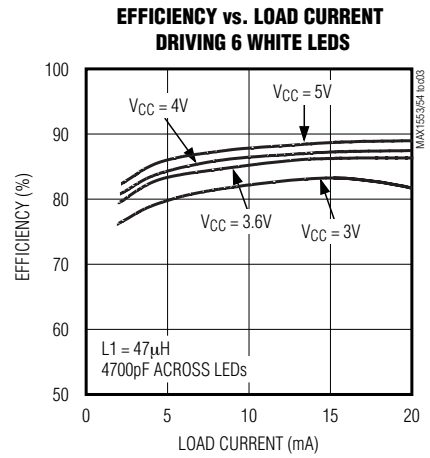
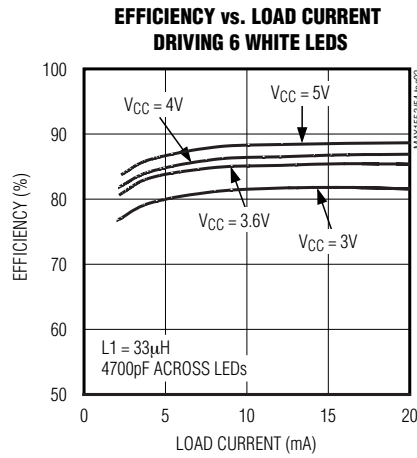
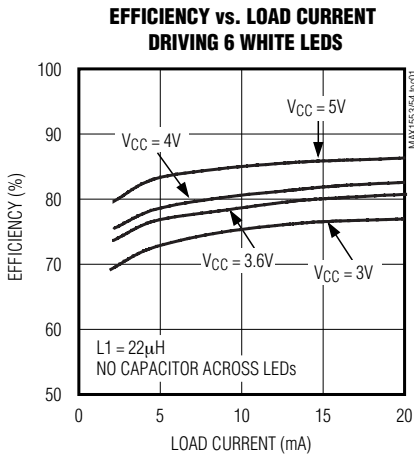
**Note 1:** Specifications to  $-40^\circ C$  are guaranteed by design, not production tested.

# 白色LED 2~10個用、高効率、40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

## 標準動作特性

(MAX1553 driving six white LEDs,  $V_{CC} = V_{EN} = 3.6V$ , Circuit of Figure 1,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

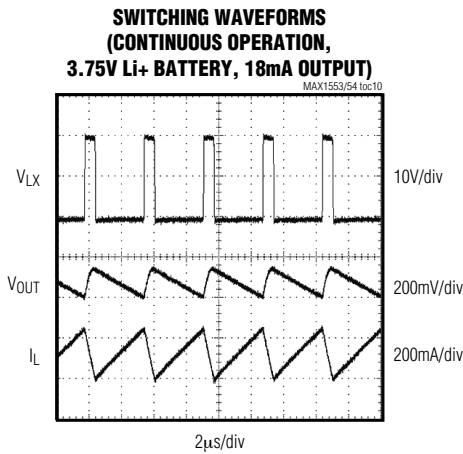


# 白色LED 2~10個用、高効率、40Vステップアップコンバータ

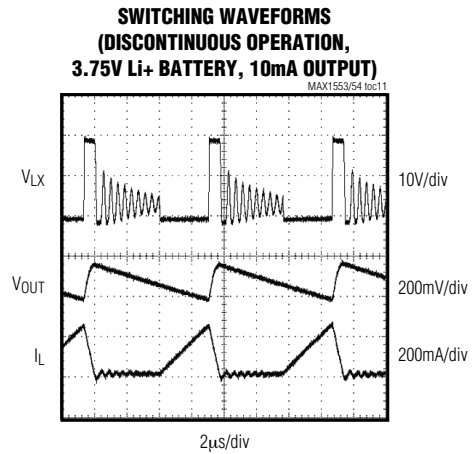
MAX1553/MAX1554

## 標準動作特性(続き)

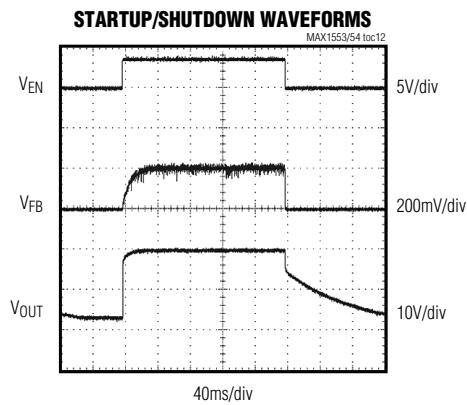
(MAX1553 driving six white LEDs,  $V_{CC} = V_{EN} = 3.6V$ , Circuit of Figure 1,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



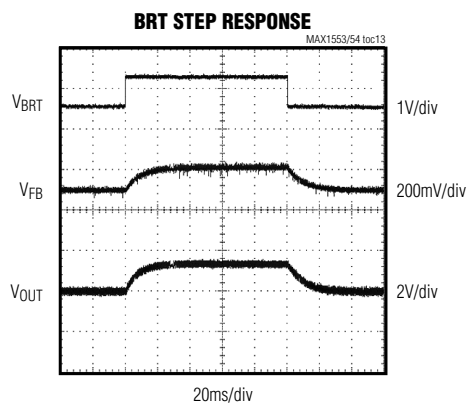
L1 = 47µH, 4700pF CAPACITOR ACROSS LEDs



L1 = 47µH, 4700pF CAPACITOR ACROSS LEDs



L1 = 22µH



L1 = 22µH,  
VBRT = 0.5V TO 1.25V TO 0.5V

# 白色LED 2~10個用、高効率、 40Vステップアップコンバータ

## 端子説明

端子	名称	機能
1	GND	グラウンド
2	VCC	電圧供給入力。2.7V~5.5V。V <sub>CC</sub> からICに電源を供給します。
3	EN	イネーブル入力。ハイにするかV <sub>CC</sub> に接続すると、ICがイネーブルになります。ENをローにするとシャットダウンします。
4	BRT	輝度制御入力。アナログ制御信号かPWM制御信号のいずれかを使います。LED電流の制御範囲は10~1です。PWM信号は100Hz~10kHzで、振幅が1.72Vを超えている必要があります。
5	FB	フィードバック入力。LEDのカソードに接続します。また、FBとGNDの間に抵抗を挿入し、LED電流をセットします。
6	SS	ソフトスタートタイミング制御入力。SSとGNDの間にコンデンサを挿入し、ソフトスタートタイミングを制御します。ソフトスタート用コンデンサについては、「ソフトスタート」の項をご覧ください。SSは、ENがローになると、内蔵の200Ωスイッチでグラウンドに落とされます。
7	OV	過電圧検出。抵抗分割器でLEDのアノードにつなぎ、過電圧スレッショルドを設定します。図1、図2、図3を参照してください。
8	LX	インダクタ接続。インダクタとダイオードに接続します。ENがローのとき、LXはハイインピーダンスになります。
—	EP	エクスポーズドパッド。GNDに接続します。

## 詳細

### 制御方式

MAX1553/MAX1554では、電流制限付きの最小オフタイム制御方式を採用しています。FBの電圧がレギュレーションスレッショルド以下に低下すると、内蔵のローサイドMOSFETがオンになり、インダクタ電流が電流制限値まで上昇します。そして電流制限コンパレータがトリップすると、最小オフタイム(250ns)の間、ローサイドMOSFETがオフになります。250nsが経過したとき、FB電圧がレギュレーションスレッショルド以上であれば、ローサイドMOSFETはオフのままとなります。FB電圧がレギュレーションスレッショルド以下に低下すると、ローサイドMOSFETがオンに戻り、上述のサイクルをくり返します。このように、レギュレーション方式が固定周波数ではなく、パルススキップする方式となっていることが、MAX1553/MAX1554の効率が非常に高い理由です。

### ソフトスタート

MAX1553/MAX1554には、突入電流を抑えるソフトスタート機能が搭載されています。ソフトスタート時間は、外付けコンデンサ、C3(図1、図2、図3)でセットします。C3の値は、次式で求めます。

$$C3 = \frac{t_{SS}}{2 \times 10^5}$$

ただし、t<sub>SS</sub>はソフトスタート時間です。0.1μFでソフトスタート時間が20msになります。

### シャットダウン

MAX1553/MAX1554には、低電流シャットダウン機能が搭載されています。ENがローになるとICがオフになり、消費電流が約0.1μAまで低減します。通常動作時には、ENをハイにするかV<sub>CC</sub>に接続します。

### 過電圧保護

MAX1553/MAX1554には、可変過電圧保護回路が搭載されています。OVの電圧が過電圧スレッショルド(1.25V、typ)に達すると、保護回路が作動し、内蔵MOSFETのスイッチングが停止して出力電圧がゆっくりと低下します。

過電圧保護時のピーク出力電圧は、出力とOVの間に抵抗分割器を挿入して設定します(図1、図2、図3のR2とR3)。まずR3の値を決め(10kΩを推奨)、次に次式を用いてR2の値を求めます。

$$R2 = R3 \times \left( \frac{V_{OUT(PEAK)}}{V_{OV}} - 1 \right)$$

ただし、V<sub>OV</sub>は過電圧スレッショルド(1.25V、typ)、V<sub>OUT(PEAK)</sub>は所望ピーク出力電圧です。

# 白色LED 2~10個用、高効率、40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

## ファンクションダイアグラム

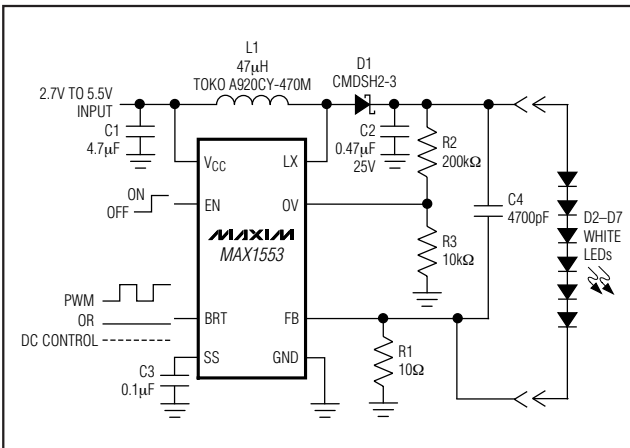
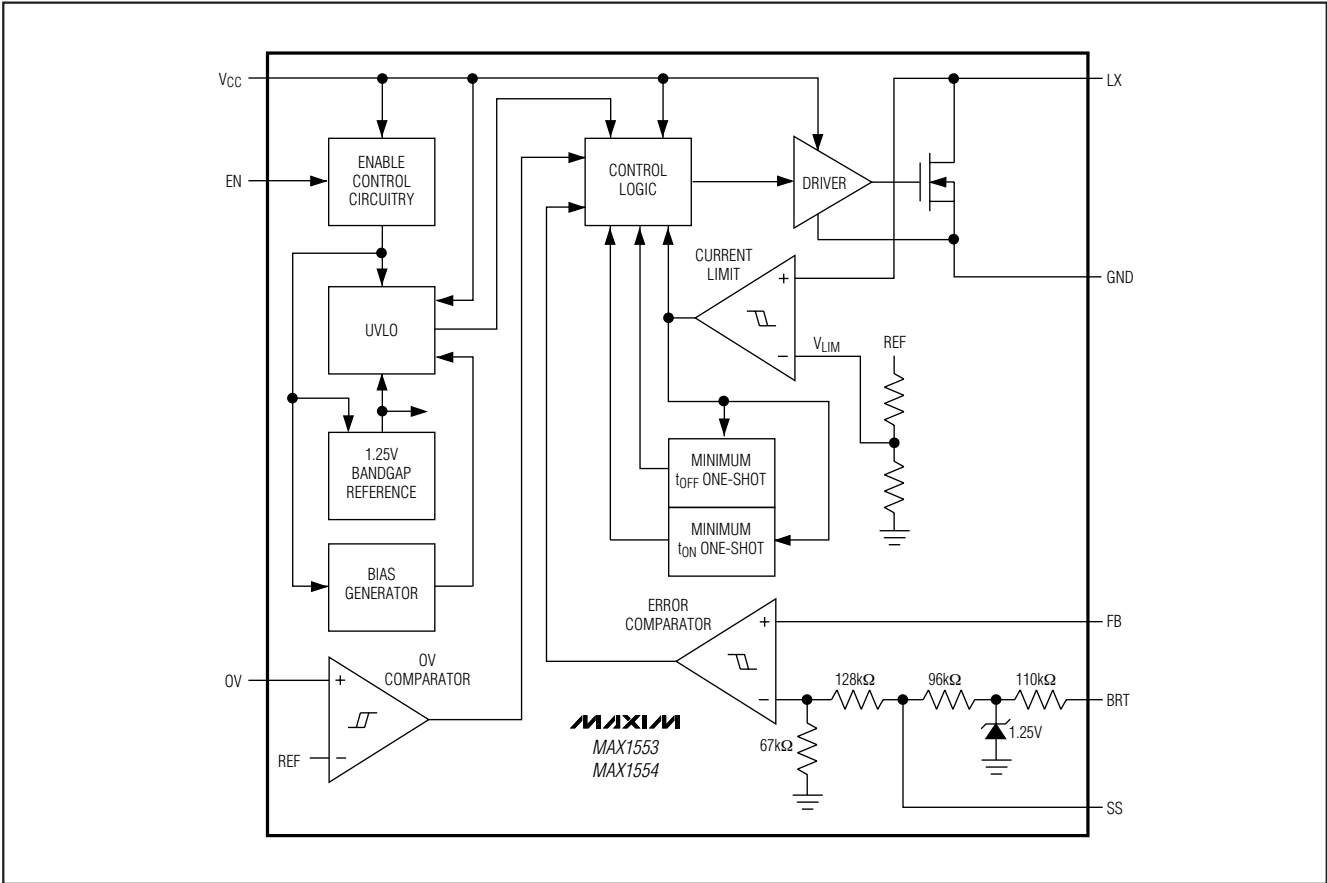


図1. MAX1553により6個の白色LEDを駆動する回路

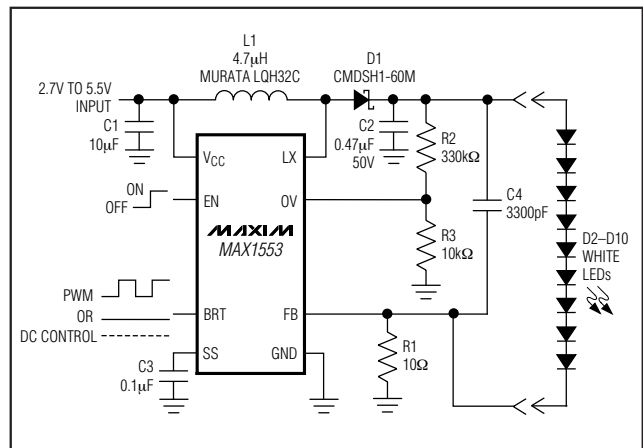


図2. MAX1553により9個の白色LEDを最大15mAで駆動する回路

# 白色LED 2~10個用、高効率、40Vステップアップコンバータ

## LED電流の調整

出力電流を変化させるとLEDの輝度が変わります。LED電流は、BRTの電圧( $V_{BRT}$ )とFBの検出抵抗( $R1$ )によって設定します。 $V_{BRT}$ のレンジは0~1.25Vです。このとき、LED電流は次式で求められます。

$$I_{LED} = \frac{V_{BRT} + 0.17}{6.67 \times R1}$$

さらに高い電圧をBRTにかけることが可能ですが、 $V_{BRT}$ に1.72Vを超える電圧をかけても1.72V時以上の出力電流は得られません。「標準動作特性」にある「LED Current vs. BRT Voltage」のグラフを参照してください。最大のLED電流を得たい場合には、次式によって $V_{BRT}$ を最大にセットしたときの $R1$ を求めます。

$$R1 = \frac{V_{BRT(MAX)} + 0.17}{6.67 \times I_{LED(MAX)}}$$

ただし、BRTに $V_{CC}$ など1.72Vを超える電圧が印可されている場合、 $V_{BRT(MAX)}$ を1.72Vとします。そのような場合以外は、BRTに加えられる最大制御電圧を $V_{BRT(MAX)}$ とします。 $R1$ における消費電力は、通常5mW以下であるため、標準チップ抵抗を安心して使うことができます。

## PWMディミング制御

BRT入力はまた、LED輝度制御用のデジタル入力として使うことも可能です。このとき、ロジックレベルのPWM信号を直接BRTに加えます。周波数レンジは100Hz~10kHz、デューティサイクルレンジは0~100%です。デューティサイクルが0%のとき電流は最小、デューティサイクルが100%のとき電流は最大になります。「標準動作特性」にある「LED Current vs. BRT Duty Cycle」のグラフを参照してください。BRT抵抗とSSコンデンサによりローパスフィルタが形成されるため、PWMディミング制御によってLEDにDC電流を供給する際、RCフィルタを挿入する必要はありません。

## コンデンサの選択

ほとんどのアプリケーションにおいて、出力コンデンサ(C2)に0.47 $\mu$ Fのセラミックコンデンサを推奨します。入力コンデンサ(C1)は、駆動するLED数が6個以下であれば4.7 $\mu$ Fのセラミックコンデンサ、7個以上であれば

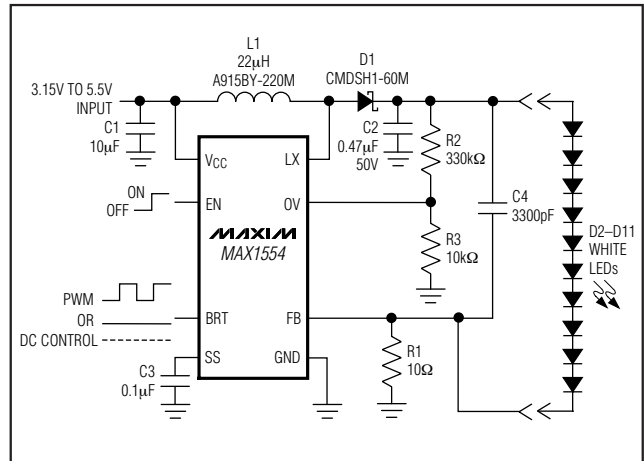


図3. MAX1554により10個の白色LEDを駆動する回路

10 $\mu$ Fのコンデンサとします。広い温度範囲で安定するように、X5RかX7R以上の誘電体を用いたコンデンサを使用してください。

## インダクタの選択

MAX1553のインダクタ電流制限は480mAで、20mAで最大6個のLED、あるいは15mAで最大9個のLEDを駆動することができます。使用できるインダクタは4.7 $\mu$ Hから47 $\mu$ Hです。インダクタ値を大きくすると効率が向上し、小さくするとサイズが小さくなります。効率を求めるなら、TOKOのD62シリーズかD62Lシリーズの47 $\mu$ Hがいいでしょう。小型化を求めるなら、Murata LQH32Cの4.7 $\mu$ Hのほうがいいでしょう。

MAX1554のインダクタ電流制限は970mAで、20mAで最大10個のLEDを駆動することができます。使用できるインダクタは4.7 $\mu$ Hから22 $\mu$ Hです。TOKO D62シリーズの22 $\mu$ Hなら、9~10個のLEDを駆動するとき、小型で高効率を実現することができます。

効率を追求してインダクタ値を大きくすると、インダクタ電流が定常的に流れます。このような場合(特に10 $\mu$ H以上のとき)、LEDと並列にコンデンサを挿入すると(図1、図2、図3のC4)、安定度と入力、出力リップルが改善します。

インダクタは飽和しないように、デバイスのLX電流制限に適した電流規格のものを使用します。ただし、サイズを重視する場合には、10%程度の飽和であれば許容可能となることがあります。インダクタの直流抵抗も、できる限り低いほうが効率が高くなります。



# 白色LED 2~10個用、高効率、40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

表1. 部品供給会社

SUPPLIER	PHONE	WEBSITE
Central Semiconductor	631-435-1110	www.centrasemi.com
Kamaya	260-489-1533	www.kamaya.com
Murata	814-237-1431	www.murata.com
Nichia	248-352-6575	www.nichia.com
Panasonic	714-373-7939	www.panasonic.com
Sumida	847-956-0666	www.sumida.com
Taiyo Yuden	408-573-4150	www.t-yuden.com
TDK	847-803-6100	www.component.tdk.com
TOKO	847-297-0070	www.toko.com

## ダイオードの選択

MAX1553/MAX1554はスイッチング周波数が高く、効率向上のためには高速な整流ダイオード(D1)が必要です。回復時間が速く、順方向電圧が低いことから、ショットキダイオードを推奨します。

平均出力電流とピークインダクタ電流を超える規格のダイオードを必ず使用してください。また、ダイオードの逆方向の破壊電圧が $V_{OUT}$ を超えている必要があります。

## アプリケーション情報

### 低入力電圧アプリケーション

MAX1553/MAX1554は、最小入力電圧が2.7V(MAX1553)と3.15V(MAX1554)となっています。ただし、これ以下にバッテリー電圧が下がっても、 $V_{CC}$ さえ動作レンジに入っていれば、LEDを駆動することが可能です。ほとんどのシステムはディスプレイがアクティブでバックライトを点灯しているとき、システム電源として3.3Vを持ちますが、このロジック電源を $V_{CC}$ に接続し、バッテリーを直接ブーストインダクタに接続するという方法が考えられます。なお、ENがローになるとバッテリーから電流を消費することもなくなります(図4)。

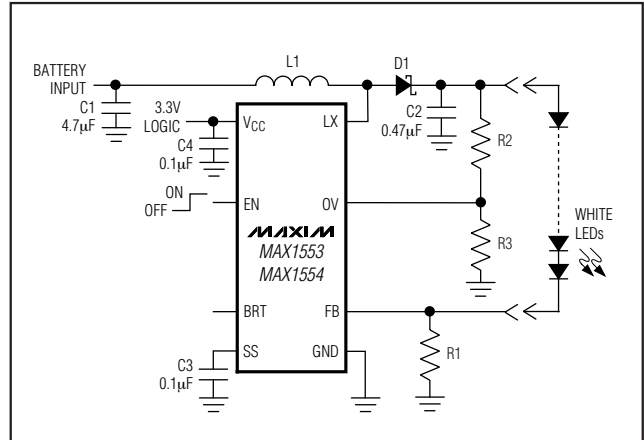


図4. MAX1553/MAX1554では、LED動作電圧レンジ以下のバッテリー電圧でもLEDを駆動することができます。そのためには、 $V_{CC}$ をロジック電源から供給し、ブーストインダクタをバッテリーに接続します。

## プリント基板レイアウト

高速スイッチングによる大電流が流れるため、プリント基板レイアウトを注意深く検討する必要があります。評価キット(MAX1553EVKIT)に、適切なレイアウトの例があります。

プリント基板のレイアウトでは、ICからインダクタやダイオード、入力コンデンサ、出力コンデンサ、R1までのトレースをできるだけ短くします。トレースは短く、直線で、幅広くします。LXノードなどノイズの多いトレースはFBから離します。 $V_{CC}$ バイパスコンデンサ(C1)は、ICのできるだけ近くに取り付けます。C1とC2のグランドとの接続は、互いにできるだけ近くなるようにします。R1、R3、C3はスター接続によりグランドに落とし、BRT電源はICのできるだけ近くとします。 $V_{CC}$ からC1、C2からLED、LEDからR1までのトレースは、必要に応じて長くすることができます。

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 740

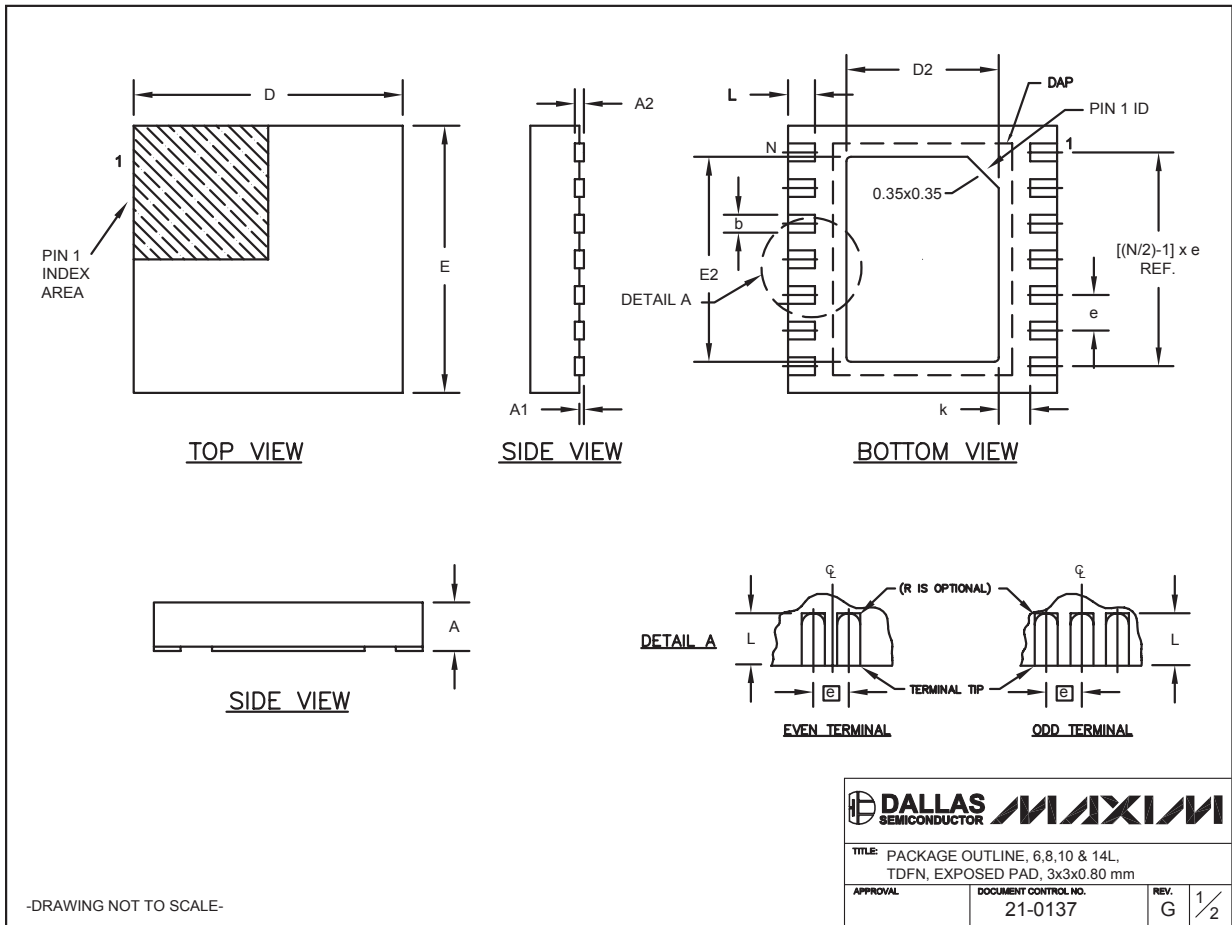
PROCESS: BiCMOS

# 白色LED 2~10個用、高効率、 40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

## 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、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)



# 白色LED 2~10個用、高効率、 40Vステップアップコンバータ

MAX1553/MAX1554

## 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、<http://japan.maxim-ic.com/packages>をご参照下さい。)


COMMON DIMENSIONS		
SYMBOL	MIN.	MAX.
A	0.70	0.80
D	2.90	3.10
E	2.90	3.10
A1	0.00	0.05
L	0.20	0.40
k	0.25 MIN.	
A2	0.20 REF.	

PACKAGE VARIATIONS								
PKG. CODE	N	D2	E2	e	JEDEC SPEC	b	[(N/2)-1] x e	DOWNBONDS ALLOWED
T633-1	6	1.50±0.10	2.30±0.10	0.95 BSC	MO229 / WEEA	0.40±0.05	1.90 REF	NO
T633-2	6	1.50±0.10	2.30±0.10	0.95 BSC	MO229 / WEEA	0.40±0.05	1.90 REF	NO
T833-1	8	1.50±0.10	2.30±0.10	0.65 BSC	MO229 / WEEC	0.30±0.05	1.95 REF	NO
T833-2	8	1.50±0.10	2.30±0.10	0.65 BSC	MO229 / WEEC	0.30±0.05	1.95 REF	NO
T833-3	8	1.50±0.10	2.30±0.10	0.65 BSC	MO229 / WEEC	0.30±0.05	1.95 REF	YES
T1033-1	10	1.50±0.10	2.30±0.10	0.50 BSC	MO229 / WEED-3	0.25±0.05	2.00 REF	NO
T1433-1	14	1.70±0.10	2.30±0.10	0.40 BSC	----	0.20±0.05	2.40 REF	YES
T1433-2	14	1.70±0.10	2.30±0.10	0.40 BSC	----	0.20±0.05	2.40 REF	NO

### NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN mm. ANGLES IN DEGREES.
2. COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08 mm.
3. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.
4. PACKAGE LENGTH/PACKAGE WIDTH ARE CONSIDERED AS SPECIAL CHARACTERISTIC(S).
5. DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO229, EXCEPT DIMENSIONS "D2" AND "E2", AND T1433-1 & T1433-2.
6. "N" IS THE TOTAL NUMBER OF LEADS.
7. NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.

-DRAWING NOT TO SCALE-

	
TITLE PACKAGE OUTLINE, 6,8,10 & 14L, TDFN, EXPOSED PAD, 3x3x0.80 mm	
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0137
REV.	G 2/2

**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 \_\_\_\_\_ 11