

**出力切斷付き  
650mA/350mAマイクロパワー  
低ノイズ昇圧コンバータ**
**特長**

- 低消費電流
  - アクティブ・モードで60µA
  - シャットダウン・モードで0.1µA
- 低ノイズ制御方式 (LT3495-1では、スイッチング周波数は常に可聴帯域を超える)
- パワーNPNを搭載:
  - 650mAの電流制限 (LT3495/B)
  - 350mAの電流制限 (LT3495-1/B-1)
- 出力切斷機能を搭載
- 出力調光機能を搭載
- 広い入力電圧範囲: 2.5V~16V
- 広い出力電圧範囲: 最大40V
- 帰還抵抗を内蔵
- 小型10ピン3mm×2mm DFNパッケージ

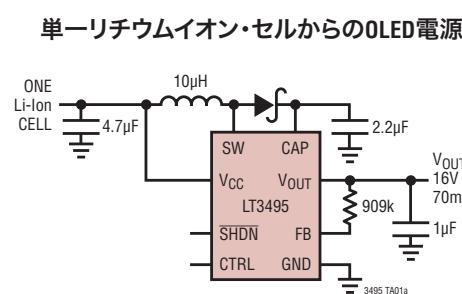
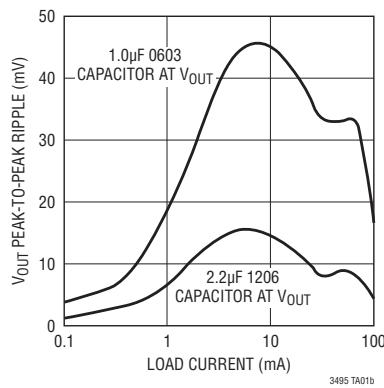
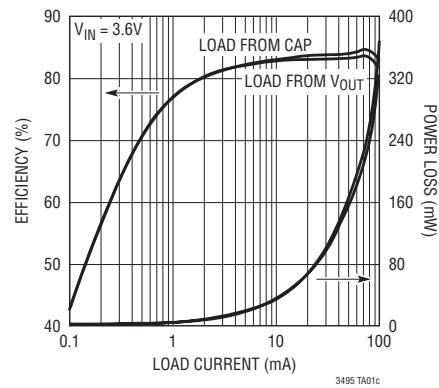
**アプリケーション**

- OLED電源
- 低ノイズ電源
- MP3プレーヤ

LT、LTc、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。\*特許出願中。

**概要**

LT<sup>®</sup>3495/LT3495B/LT3495-1/LT3495B-1は、パワースイッチ、帰還抵抗、出力切斷回路を内蔵する低ノイズ昇圧コンバータです。これらのデバイスはピーク・インダクタ電流とスイッチのオフ時間を変えることによって電力供給を制御します。この革新的な\*制御方式を採用することにより、出力電圧リップルを低く抑えるとともに、広い負荷範囲で高効率を維持します。LT3495/LT3495-1の場合、スイッチのオフ時間は一定のレベルを超えることができないので、スイッチング周波数が全負荷範囲で可聴帯域を超えることが保証されます。これらのデバイスは650mA (LT3495/LT3495B) および350mA (LT3495-1/LT3495B-1) の電流制限機能をもつ高性能NPNパワースイッチを搭載しています。消費電流は60µAと低く、シャットダウン時にはさらに0.1µA以下に低減されます。切斷回路を内蔵しているので、シャットダウン時に出力電圧を入力から絶縁することができます。補助リファレンス入力(CTRLピン)により、内蔵の1.235V帰還リファレンスをより小さな値でオーバーライドするので、動作時に出力電圧を完全に制御可能です。LT3495シリーズは小型10ピン3mm×2mm DFNパッケージで供給されます。

**標準的応用例**

**出力電圧リップルと  
負荷電流**

**効率と負荷電流**


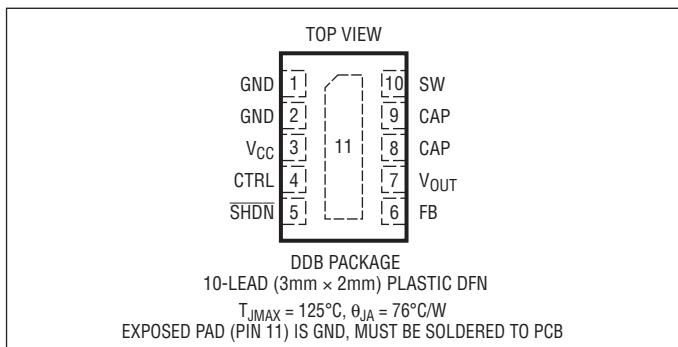
# LT3495/LT3495B/ LT3495-1/LT3495B-1

## 絶対最大定格

(Note 1)

V <sub>CC</sub> 電圧	16V
SW電圧	40V
CAP電圧	40V
V <sub>OUT</sub> 電圧	40V
SHDN電圧	10V
CTRL電圧	10V
FB電圧	2.5V
最大接合部温度	125°C
動作温度範囲 (Note 2)	-40°C~125°C
保存温度範囲	-65°C~150°C

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LT3495EDDB#PBF	LT3495EDDB#TRPBF	LDSS	10-Lead (3mm x 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3495EDDB-1#PBF	LT3495EDDB-1#TRPBF	LD SV	10-Lead (3mm x 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3495BEDDB#PBF	LT3495BEDDB#TRPBF	LD ST	10-Lead (3mm x 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3495BEDDB-1#PBF	LT3495BEDDB-1#TRPBF	LD SW	10-Lead (3mm x 2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/taapeandreel/> をご覧ください。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT<sub>A</sub> = 25°Cでの値。注記がない限り、V<sub>CC</sub> = 3V、V<sub>SHDN</sub> = V<sub>CC</sub> (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Operating Voltage			2.2	2.5	V
Maximum Operating Voltage			16		V
FB Voltage	V <sub>CTRL</sub> = 3V, (Note 3)	●	1.220	1.235	1.255
FB Voltage Line Regulation			0.03		%/V
FB Resistor	FB Voltage = 1.235V	●	74.7	76	kΩ
Quiescent Current	Not Switching		60	70	μA
Quiescent Current in Shutdown	V <sub>SHDN</sub> = 0V, V <sub>CC</sub> = 3V		0	1	μA
Minimum Switch-Off Time	After Start-Up (Note 4) During Start-Up (Note 4)		200		ns
Maximum Switch-Off Time	LT3495/LT3495-1, V <sub>FB</sub> = 1.5V	●	17	26	35
Maximum Switch-On Time			10		μs
Switch Current Limit	LT3495/LT3495B	●	550	650	780
					mA

3495b1b1fa

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = V_{CC}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Switch Current Limit	LT3495-1/LT3495B-1	●	275	350	450
Switch $V_{CESAT}$	LT3495/LT3495B, $I_{SW} = 400\text{mA}$ LT3495-1/LT3495B-1, $I_{SW} = 200\text{mA}$		200	125	mV
Switch Leakage Current	$V_{SW} = 5\text{V}$		0.01	1	$\mu\text{A}$
PMOS Disconnect Current Limit	After Start-Up During Start-Up	250 110	370 150	450 190	mA
PMOS Disconnect $V_{CAP} - V_{OUT}$	$I_{OUT} = 50\text{mA}$ , $V_{CAP} = 15\text{V}$		150		mV
$V_{CAP} - V_{OUT}$ Clamp Voltage			8.7		V
SHDN Input Voltage High			1.5		V
SHDN Input Voltage Low			0.3		V
SHDN Pin Bias Current	$V_{SHDN} = 3\text{V}$ $V_{SHDN} = 0\text{V}$	5.3 0	8		$\mu\text{A}$
CTRL Pin Bias Current	$V_{CTRL} = 0.5\text{V}$ , Current Flows Out of Pin	●	20	100	nA
CTRL to FB Offset	$V_{CTRL} = 0.5\text{V}$		6	14	mV
Maximum Shunt Current	LT3495/LT3495-1, $V_{FB} = 1.5\text{V}$		230		$\mu\text{A}$

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

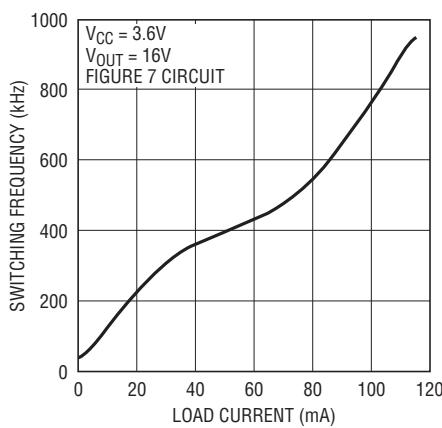
**Note 2:** LT3495/LT3495B/LT3495-1/LT3495B-1は、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

**Note 3:** 内部リファレンス電圧は、消費電流を「スイッチングしない」レベルより $150\mu\text{A}$ 上まで増加させる $V_{FB}$ 電圧レベルを検出することによって決定される。

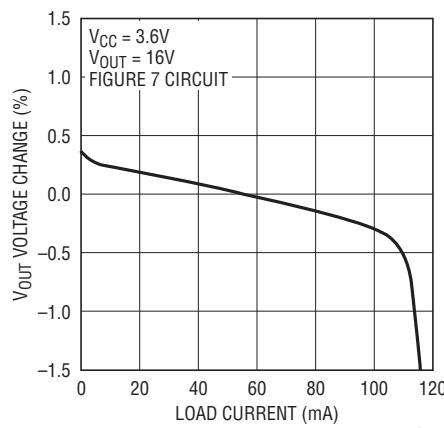
**Note 4:** CTRLが内部リファレンスをオーバーライドしていると、 $V_{FB}$ がCTRLの電圧の半分より低いときスタートアップ・モードになる。CTRLが内部リファレンスをオーバーライドしていないと、 $V_{FB}$ が内部リファレンス電圧の半分より低いときスタートアップ・モードになる。

## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

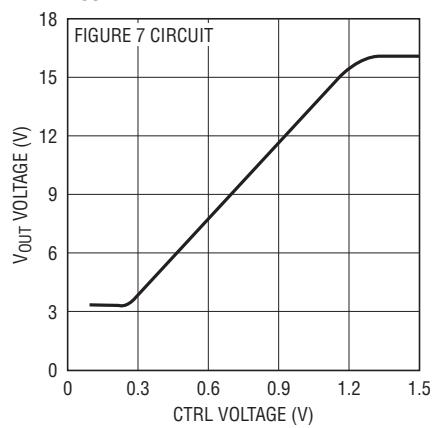
スイッチング周波数と負荷電流



負荷レギュレーション

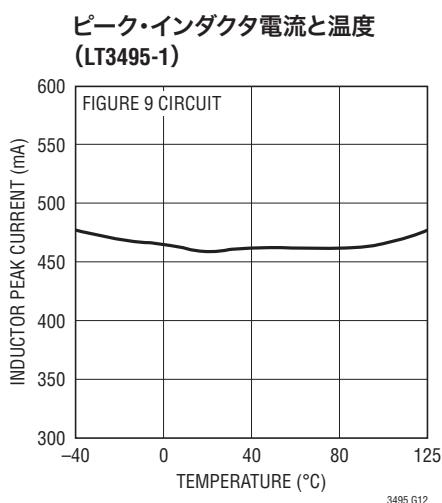
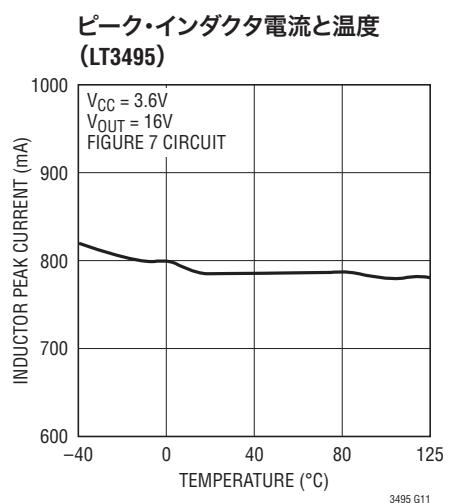
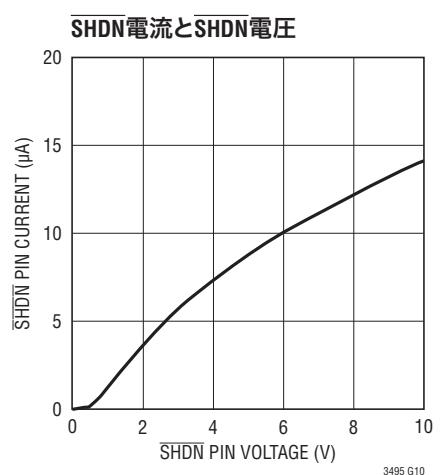
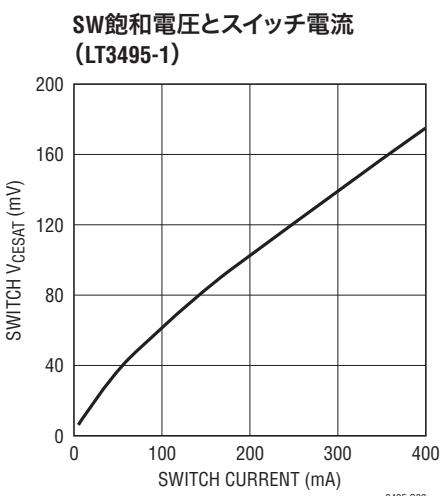
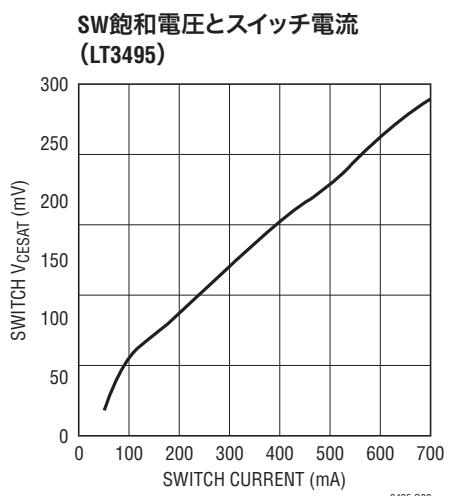
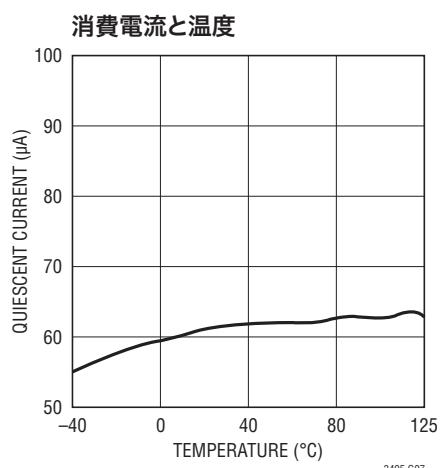
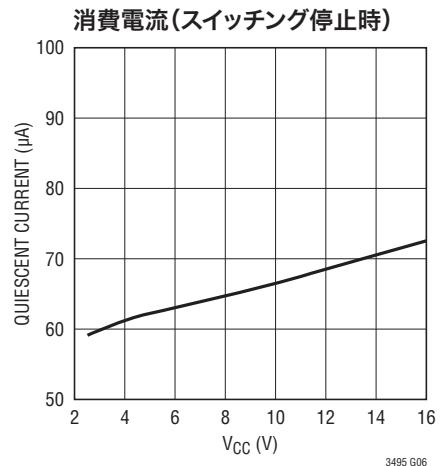
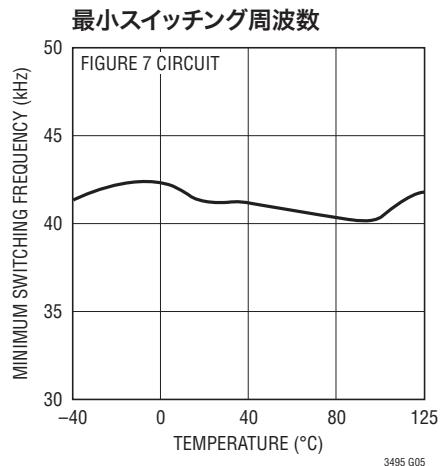
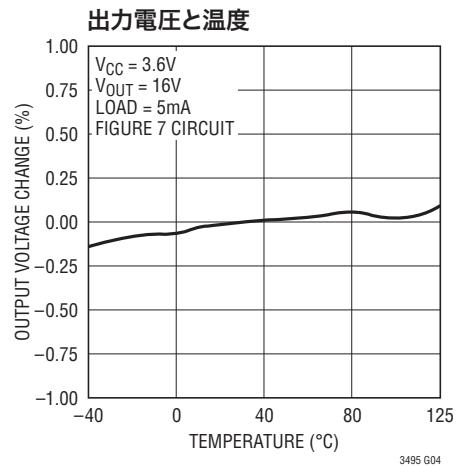


$V_{OUT}$ とCTRL電圧



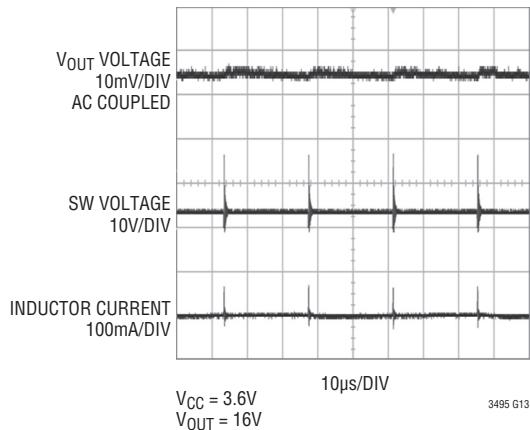
# LT3495/LT3495B/ LT3495-1/LT3495B-1

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

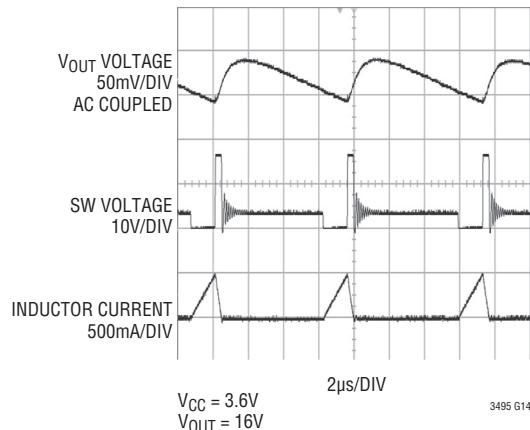


標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

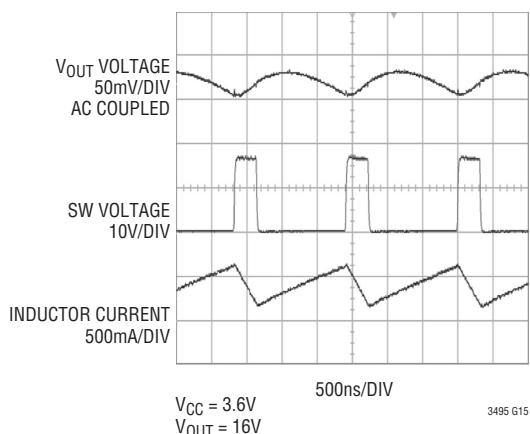
無負荷でのLT3495の  
スイッチング波形



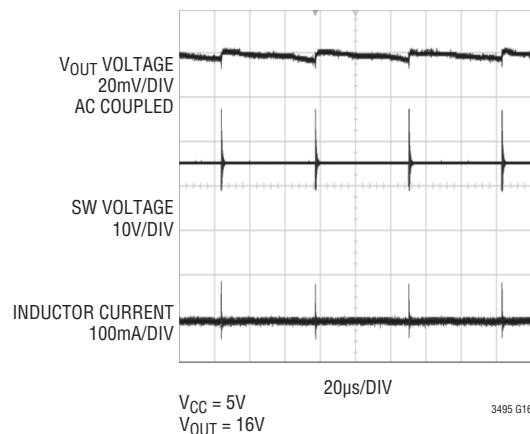
10mAでのLT3495の  
スイッチング波形



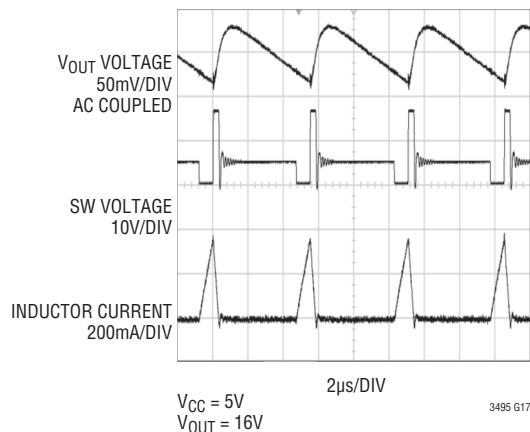
80mAでのLT3495の  
スイッチング波形



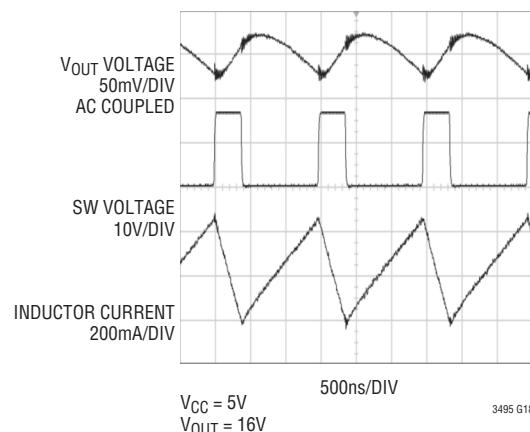
無負荷でのLT3495B-1の  
スイッチング波形



10mAでのLT3495B-1の  
スイッチング波形

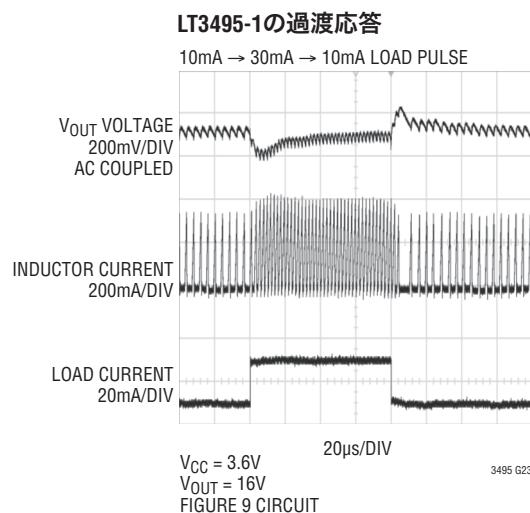
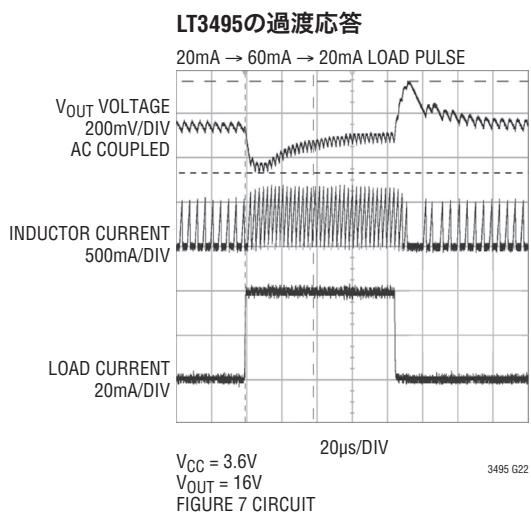
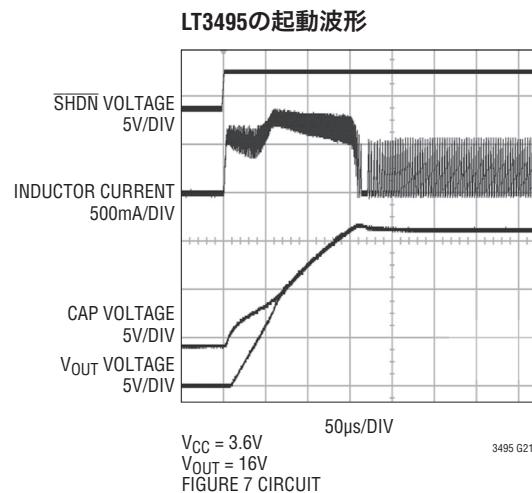
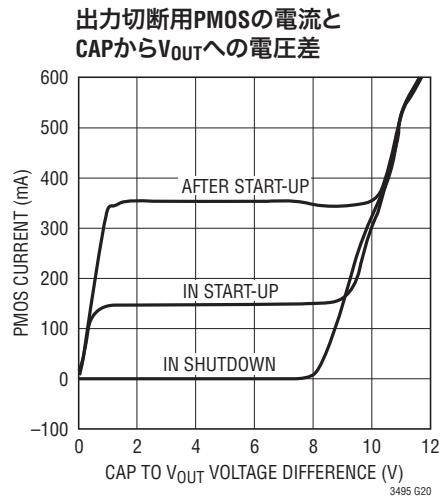
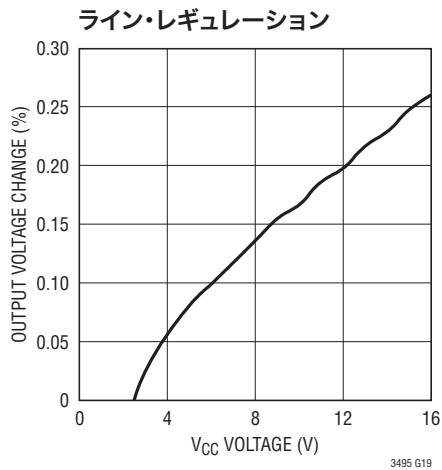


60mAでのLT3495B-1の  
スイッチング波形



# LT3495/LT3495B/ LT3495-1/LT3495B-1

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



3495b1b1fa

## ピン機能

**GND(ピン1,2)**: グランド。ローカル・グランド・プレーンに直接接続します。

**V<sub>CC</sub>(ピン3)**: 入力電源ピン。ローカルにバイパスする必要があります。

**CTRL(ピン4)**: 調光ピン。使用しない場合、CTRLを1.5V以上に接続します。使用する場合、CTRLを1.235Vより下にドライブして内部リファレンスをオーバーライドします。詳細は「アプリケーション」のセクションを参照してください。

**SHDN(ピン5)**: シャットダウン・ピン。デバイスをイネーブルするには1.5V以上の電圧に接続します。シャットダウンするにはグランドに接続します。

**FB(ピン6)**: 帰還ピン。このピンのメタル・トレースの面積を小さくしてノイズを抑えます。基準電圧は1.235Vです。76kΩの内

部抵抗がFBピンからGNDに備わっています。望みの出力電圧を得るには、次式に従ってR1を選択します。

$$R1 = 76 \cdot (V_{OUT}/1.235 - 1) k\Omega$$

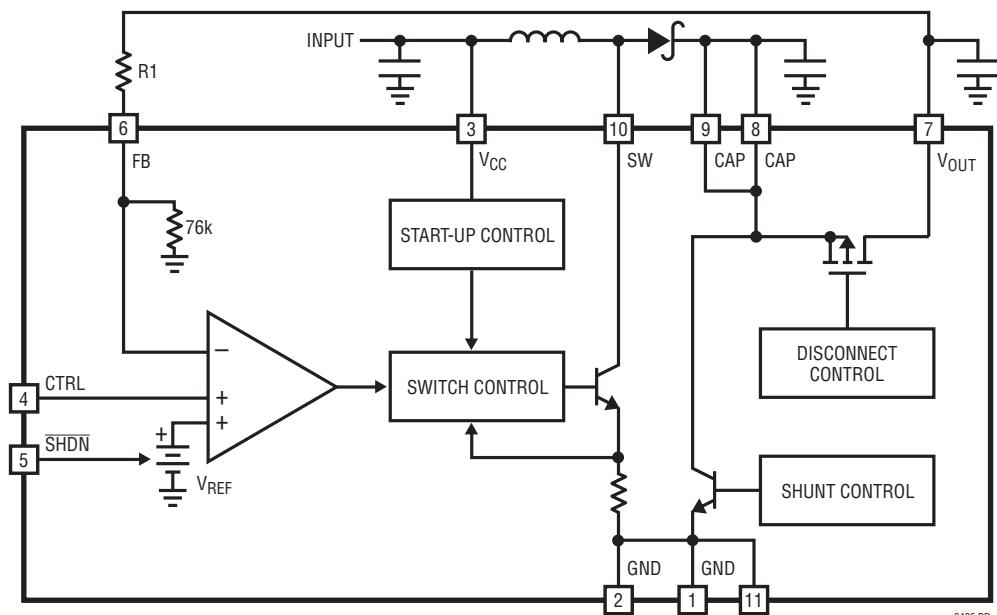
**V<sub>OUT</sub>(ピン7)**: 出力切断用PMOSのドレイン。バイパス・コンデンサをこのピンからGNDに接続します。「アプリケーション情報」を参照。

**CAP(ピン8,9)**: 出力切断用PMOSのソース。バイパス・コンデンサをこのピンからGNDに接続します。

**SW(ピン10)**: スイッチ・ピン。これは内部NPNパワースイッチのコレクタです。このピンに接続されるメタル・トレースの面積を小さくしてEMIを抑えます。

**露出パッド(ピン11)**: グランド。このピンはPCBに半田付けする必要があります。

## ブロック図



# LT3495/LT3495B/ LT3495-1/LT3495B-1

## 動作

LT3495シリーズは可変ピーク電流、可変オフ時間の制御方式を利用して、広い出力電流範囲にわたって高効率を実現します。

デバイスの動作はブロック図を参照するとより良く理解できます。デバイスはFBピンの電圧をモニタして出力電圧を検出します。外部トップ帰還抵抗の値を選択して、ユーザーが望みの出力電圧を設定します。デバイスは76kのボトム精密帰還抵抗を内蔵しています。出力電圧調整を使わない場合(CTRLピンを1.5V以上に接続)、内部リファレンス( $V_{REF} = 1.235V$ )がFBの安定化サーボ電圧を設定します。

スイッチ制御ブロックがアンプの出力を検出し、スイッチング周波数や他のパラメータを調整してレギュレーションを達成します。回路の起動時にインダクタ電流が制御された状態に留まるように特に注意が払われています。

LT3495/LT3495-1では、スイッチング周波数は約45kHzより下に下がることは決して許されません。このため、出力電圧が高くドリフトしすぎないように最小負荷を与える必要があります。ほとんどのアプリケーションで、この最小負荷は「シャント制御」ブロックによってデバイス内部で自動的に与えられます。この電流のレベルは適応性があり、不要な場合は自己消滅して、高い負荷レベルでの効率を改善します。ただし、入力電圧と出力電圧が近いと、内部シャント電流が十分大きくないことがあります。この状態では、出力電圧が高くドリフトしすぎないように最小出力負荷を与える必要があります。

LT3495B/B-1では、最小スイッチング周波数の機能がディスエーブルされており、スイッチング周波数をゼロまで下げることができます。その結果、出力電圧は決して高くドリフトすることなく、最小出力負荷は必要ありません。

LT3495シリーズはPMOS出力切断スイッチも備えています。 $\overline{SHDN}$ ピンを介してデバイスがイネーブルされるとPMOSスイッチがオンします。デバイスがシャットダウンするとPMOSスイッチがオフするので、 $V_{OUT}$ ノードはグランドに下がることができます。このタイプの切断機能は多くの電源で要求されます。

LT3495シリーズは10 $\mu$ sの最大スイッチ・オン時間も設定します。この機能は、入力電源のインピーダンスがあまりにも大きくなつたため、命令されたピーク・スイッチ電流に決して到達しなくとも、デバイスが出力にエネルギーを供給し続けることを保証します。

LT3495/LT3495BとLT3495-1/LT3495B-1の違いは電流制限のレベルです。LT3495/LT3495Bの標準ピーク電流リミットは650mAですが、LT3495-1/LT3495B-1の標準ピーク電流リミットは350mAです。LT3495とLT3495B/LT3495-1/LT3495B-1の違いを表1に示します。

表1. LT3495とLT3495B/LT3495-1/LT3495B-1の違い

デバイス	スイッチ電流リミット(mA)	最小スイッチング周波数(kHz)	最小出力負荷要件
LT3495	650	45	特定の条件では必要
LT3495B	650	0	不要
LT3495-1	350	45	特定の条件では必要
LT3495B-1	350	0	不要

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

LT3495/LT3495Bに使えるインダクタをいくつか表2に示し、LT3495-1/LT3495B-1に使えるインダクタを表3に示します。これらの表は完全ではなく、他にも多くのメーカーで使えるインダクタがあります。異なった寸法や形状のものがたくさんありますので、詳しい情報や全関連製品については、各メーカーにお問い合わせください。

LT3495シリーズのほとんどのデザインには3.3μH以上のインダクタを推奨します。コア損失とDCR(銅線抵抗)の小さなインダクタがLT3495シリーズのアプリケーションには適しています。最大出力電力を得るには、飽和電流定格がピーク・インダクタ電流を超えているインダクタにします。ピーク・インダクタ電流は次式から計算できます。

$$I_{PK} = I_{LIMIT} + \frac{V_{IN} \cdot 200 \cdot 10^{-9}}{L} \text{ amps}$$

ここで、LT3495/LT3495BおよびLT3495-1/LT3495B-1の $I_{LIMIT}$ はそれぞれ0.65Aおよび0.35Aです。Lはヘンリーで表したインダクタンス値、 $V_{IN}$ は昇圧回路への入力電圧です。

表2. LT3495/LT3495Bに推奨するインダクタ

PART	L (μH)	DCR (mΩ)	SIZE (mm)	VENDOR
LPS4018-103ML	10	200	4.4 × 4.4 × 1.7	Coilcraft <a href="http://www.coilcraft.com">www.coilcraft.com</a>
MSS5131-103MLC	10	83	5.1 × 5.1 × 3.1	
LPS3015-472MLC	4.7	200	3.0 × 3.0 × 1.5	
LPS3015-682MLC	6.8	300	3.0 × 3.0 × 1.5	
LQH43CN4R7M03	4.7	150	4.5 × 3.2 × 2.8	Murata <a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>
CR32-6R8	6.8	202	4.1 × 3.7 × 3.0	Sumida <a href="http://www.sumida.com">www.sumida.com</a>
744031004	4.7	105	3.8 × 3.8 × 1.7	Wurth Elektronik <a href="http://www.weonline.com">www.weonline.com</a>

### コンデンサの選択

セラミック・コンデンサはサイズが小さくESRが低いので、ほとんどのLT3495シリーズのアプリケーションに最適です。X5RとX7Rのタイプは、Y5VやZ5Uなど他のタイプに比べて広い電圧範囲と温度範囲で容量を維持するので推奨します。ほとんどのアプリケーションには4.7μFの入力コンデンサと1μF～10μFの出力コンデンサで十分です。必ず電圧定格が十分大きなコンデンサを使ってください。定格が1μF～10μFのほとんどのコンデンサ(特に0603のケース・サイズ)はバイアス電圧が

加えられると容量が大幅に減少します。望みの出力電圧での実際の容量を必ず調べてください。一般に0805サイズまたは1206サイズのコンデンサは適しています。インダクタ電流をフィルタするにはCAPノードに配置した2.2μFのコンデンサを推奨します。他方、1μF～10μFのコンデンサをV<sub>OUT</sub>ノードに配置すると優れた過渡応答と安定性が得られます。コンデンサ・メーカーをいくつか表4に示します。詳細情報および全関連部品についてはメーカーへお問い合わせください。

表3. LT3495-1/LT3495B-1に推奨するインダクタ

PART	L (μH)	DCR (mΩ)	SIZE (mm)	VENDOR
LP04815-472MLC	4.7	150	4.8 × 4.8 × 1.5	Coilcraft <a href="http://www.coilcraft.com">www.coilcraft.com</a>
LP04815-682MLC	6.8	180	4.8 × 4.8 × 1.5	
LP04815-103MLC	10	230	4.8 × 4.8 × 1.5	
LPS3008-472MLC	4.7	350	3.0 × 3.0 × 0.8	
LPS3008-682MLC	6.8	500	3.0 × 3.0 × 0.8	
LPS3008-103MLC	10	650	3.0 × 3.0 × 0.8	
LQH32CN4R7M53	4.7	150	3.2 × 2.5 × 1.6	Murata <a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>
LQH32CN100K33	10	300	3.2 × 2.5 × 2.0	
CDH28D09/S-6R2	6.2	369	3.3 × 3.0 × 1.0	Sumida <a href="http://www.sumida.com">www.sumida.com</a>
744030004	4.7	290	3.5 × 3.3 × 1.0	Wurth Elektronik <a href="http://www.weonline.com">www.weonline.com</a>

表4. 推奨セラミック・コンデンサ・メーカー

MANUFACTURER	PHONE	WEBSITE
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	<a href="http://www.t-yuden.com">www.t-yuden.com</a>
AVX	(843) 448-9411	<a href="http://www.avxcorp.com">www.avxcorp.com</a>
Murata	(814) 237-1431	<a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>
Kemet	(408) 986-0424	<a href="http://www.kemet.com">www.kemet.com</a>
TDK	(847) 803-6100	<a href="http://www.tdk.com">www.tdk.com</a>

### ダイオードの選択

ショットキー・ダイオードは順方向電圧降下が小さく、スイッチング速度が速いので、LT3495シリーズと一緒に使うのに推奨します。Diodes Inc.のB0540WS-7は最適です。このダイオードは、0.5Aの平均順方向電流を扱うように定格が規定されており、逆降伏電圧が40Vです。

## アプリケーション情報

### 出力電圧と補助リファレンス入力の設定

LT3495シリーズには内部1.235Vリファレンスと補助リファレンス入力が備わっています。このため、ユーザーは内部リファレンスを使うか、それとも外部リファレンス電圧を与えるか選択することができます。ディスプレイの輝度やコントラストを調節する場合など、デバイスの動作中にCTRLピンの電圧を調節して出力電圧を変えることができます。内部1.235Vリファレンスを使うには、CTRLピンを1.5Vより上に保つ必要があります。CTRLピンが0V～1.235Vに保たれていると、LT3495はFBピンがCTRLピンの電圧にほぼ等しくなるように出力を安定化します。1.235Vに近いCTRL電圧では、CTRLピンと内部リファレンスの間でソフトな移行が生じます。この様子を図1に示します。

最大出力電圧を設定するには、次式に従ってR1の値を選択します。

$$R1 = 76 \cdot \left( \frac{V_{OUT}}{1.235} - 1 \right) k\Omega$$

CTRLを使って内部リファレンスをオーバーライドすると、出力電圧を最大値から入力電圧レベルの近くまで下げることができます。CTRLピンをドライブする電圧ソースがLT3495から離れて配置されていると、このピンをローカルにバイパスするために小さな0.1μFのコンデンサが必要になることがあります。

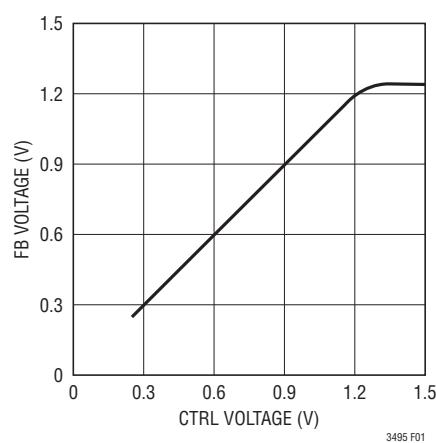


図1. CTRLからFBへの移行

### 帰還ノードの選択

1個の帰還抵抗をV<sub>OUT</sub>ピンまたはCAPピンに接続することができます(図2を参照)。V<sub>OUT</sub>ピンの安定化により、出力切断用PMOS両端の電圧降下によって生じる出力オフセットが除去されます。CAPピンの安定化では出力切断両端の電圧降下が補償されないので、出力電圧V<sub>OUT</sub>が抵抗分割器によって設定された電圧よりわずかに低くなります。ほとんどの条件で、帰還抵抗をV<sub>OUT</sub>ピンに接続することを推奨します。

### CAPノードへの負荷の接続

コンバータの効率は負荷をV<sub>OUT</sub>ピンの代わりにCAPピンに接続することによって改善することができます。こうすると、PMOS切断回路の電力損失は無視できるほどになります。帰還抵抗をV<sub>OUT</sub>に接続すると、シャットダウン時にはPMOSトランジスタがオープンになるので、帰還抵抗ストリングでは静止電流が全く消費されません(図3参照)。この方法の欠点は、シャットダウン時にCAPノードがグランド電圧になることができず、V<sub>CC</sub>からダイオードによる電圧降下分を差し引いた程度の値に制限されることです。デバイスに接続された負荷は電流をシンクするだけにします。CAPピンやV<sub>OUT</sub>ピンに強制的に外部電源をかけることはしないでください。

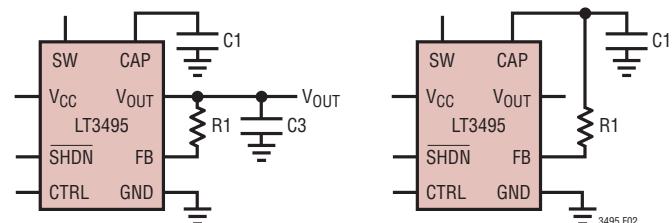


図2. CAPピンまたはV<sub>OUT</sub>ピンを使った帰還接続

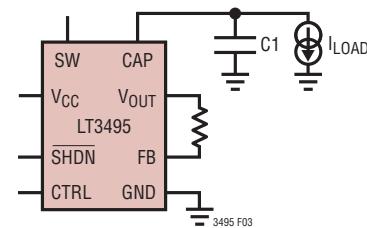


図3. 効率の改善された接続

## アプリケーション情報

### 最大出力負荷電流

特定のLT3495シリーズの回路の最大出力電流はいくつかの回路変数の関数です。次の方法は与えられた回路の最大負荷電流の予測に役立ちます。

ステップ1: ピーク・インダクタ電流を計算します。

$$I_{PK} = I_{LIMIT} + \frac{V_{IN} \cdot 200 \cdot 10^{-9}}{L} \text{ amps}$$

ここで、LT3495/LT3495BおよびLT3495-1/LT3495B-1の $I_{LIMIT}$ はそれぞれ0.65Aおよび0.35Aです。Lはヘンリーで表したインダクタンス値、 $V_{IN}$ は昇圧回路への入力電圧です。

ステップ2: インダクタ・リップル電流を計算します。

$$I_{RIPPLE} = \frac{(V_{OUT} + 1 - V_{IN}) \cdot 200 \cdot 10^{-9}}{L} \text{ amps}$$

ここで、 $V_{OUT}$ は目標の出力電圧です。インダクタ・リップル電流がピーク電流より大きいと、回路は不連続導通モードでだけ動作します。 $I_{RIPPLE} < I_{PK}$ となるようにインダクタ値を増加させます。アプリケーション回路が不連続モードでだけ動作するように設計することはできますが、出力電流能力が減少します。

ステップ3: 平均入力電流を計算します。

$$I_{IN(AVG)} = I_{PK} - \frac{I_{RIPPLE}}{2} \text{ amps}$$

ステップ4: 公称出力電流を計算します。

$$I_{OUT(NOM)} = \frac{I_{IN(AVG)} \cdot V_{IN} \cdot 0.8}{V_{OUT}} \text{ amps}$$

ステップ5: 出力電流をディレーティングします。

$$I_{OUT} = I_{OUT(NOM)} \cdot 0.8 \text{ amps}$$

低出力電圧では、出力電流能力が増加します。出力切断を使うと(負荷電流は $V_{OUT}$ から取られる)、これらの高電流によりPMOSスイッチの電圧降下が大きくなるので、前の式で予測されるよりも出力電流能力が減少します。

### 突入電流

出力コンデンサが放電している状態で $V_{CC}$ がグランドから動作電圧までステップ状に上昇すると、高いレベルの突入電流がインダクタとショットキー・ダイオードを通じて出力コンデンサに流れ込むことがあります。突入電流を大きくする条件には、 $V_{IN}$ に突如加わる大きな電圧ステップ、CAPピンに接続された容量の大きな出力コンデンサ、低い飽和電流のインダクタなどがあります。デバイスはこれらの事象に対処するように設計されていますが、突入電流が1.5Aを超えないようにします。推奨範囲内の値の出力コンデンサを使い、入力電圧が5Vより低い回路では突入電流は小さく、デバイスに害を与えることはありません。 $V_{CC}$ に(5Vを超える)大きなステップが加わり、CAPピンに大きなコンデンサが使われている場合、突入電流を測定して安全動作を確認します。

### ソフトスタート

図4に示されているように、起動電流を制限するRCフィルタをCTRLピンに使ってSHDNピンとCTRLピンを接続することにより、LT3495はソフトスタートを実現することができます。CTRLピンのバイアス電流は小さいので、大きなRC時定数を得るのに小さなコンデンサを使うことができます。ソフトスタートの波形を図5に示します。

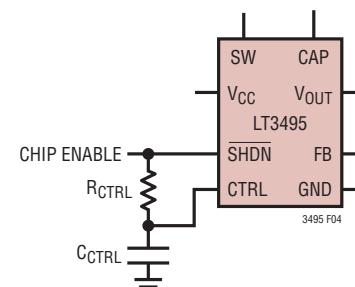


図4. ソフトスタート回路

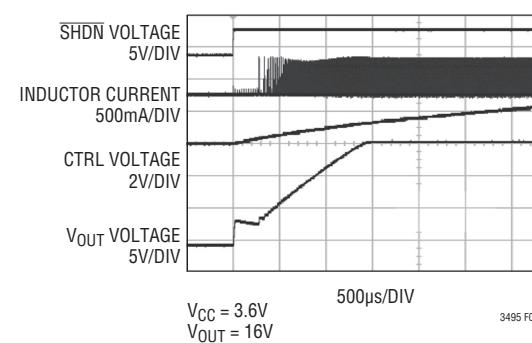


図5. ソフトスタートの波形

## アプリケーション情報

ソフトスタート時間は $R_{CTRL}$ と $C_{CTRL}$ の値によって設定することができます。次式を使ってソフトスタート時間を設計することができます。

$$T_{START-UP} = R_{CTRL} \cdot C_{CTRL} \cdot \ln \left( \frac{V_{SHDN}}{V_{SHDN} - 1.235} \right)$$

ここで、 $V_{SHDN}$ はデバイスがバイニーブルされるときの $SHDN$ ピンの電圧です。ソフトスタートがうまく作動するように、デバイスがバイニーブルされたときの $CTRL$ ピンの初期電圧は0Vの近くにします。この初期条件が満たされないとソフトスタートが機能しないことがあります。

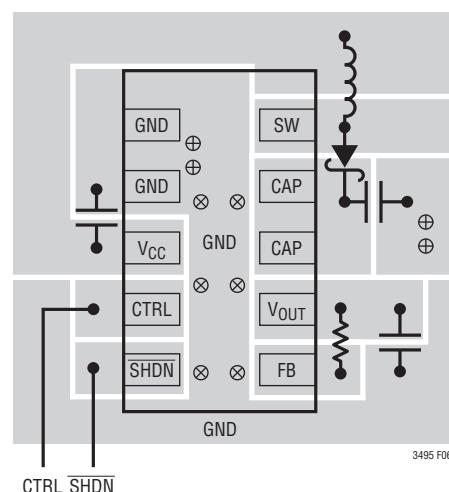
## 出力切断機能

LT3495シリーズにはシャットダウン時に負荷を入力から絶縁する出力切断用PMOSが備わっています。通常動作の間、PMOSを通る最大電流はチップ内部の回路によって制限されます。CAPと $V_{OUT}$ の電圧差が8.7V(標準)より大きいと、PMOSを通る電流は制限されず、はるかに高くなることがあります。その結果、CAPから $V_{OUT}$ ピンに8.7V以上の電圧を強制するとPMOSを損傷することがあります。CAP電圧が高い場合、または大きなコンデンサがCAPピンに使われている場合、 $V_{OUT}$ をGNDに短絡すると大きなPMOS電流が流れることができます。この条件では、PMOSのピーク電流を1A未満に保ちます。

PMOSの熱放散にも常に注意してください。さらに、入力電圧が8Vより大きいと、シャットダウン時にPMOSがオンし、出力電圧はもはや入力から絶縁されません。この状態では、出力電圧は入力電圧より約8V低くなります。

## 基板レイアウトの検討事項

全てのスイッチング・レギュレータの場合と同様、PCB基板のレイアウトと部品配置には細心の注意が必要です。効率を最大にするため、スイッチの立上り時間と立下り時間はできるだけ短くします。電磁干渉(EMI)の問題を防ぐには、高周波数のスイッチング経路の適切なレイアウトが不可欠です。SWピンの電圧信号の立上りと立下りは鋭いエッジになります。SWピンに接続される全てのトレースの長さと面積をできるだけ小さくし、常にスイッチング・レギュレータの下のグランド・プレーンを使ってプレーン間の結合を小さく抑えます。さらに、FBピンは内部誤差アンプに供給し、ノイズに敏感です。このピンへの全てのトレースの長さと面積を最小にすることを推奨します。帰還抵抗 $R1$ を $V_{OUT}$ ピンから直接FBピンに接続し、トレースをできるだけ短くします。推奨部品配置を図6に示します。

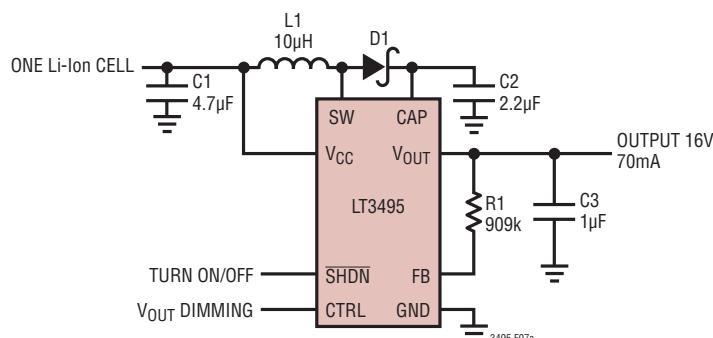


◎ 熱性能を改善するため  
グランド・フレーンへのビアが必要

◎ 2番目のメタル・レイヤを通るCAPの  
グランド・リターンのためのビア。  
コンデンサのグランドはデバイスの  
グランドに直接戻す必要がある

図6. 推奨基板レイアウト

標準的応用例



C1: 4.7µF 6.3V, X5R, 0603  
C2: 2.2µF 25V, X5R, 0805  
C3: 1µF 25V, X5R, 0603  
D1: DIODES INC. B0540WS-7  
L1: COILCRAFT LPS4018-103MLB

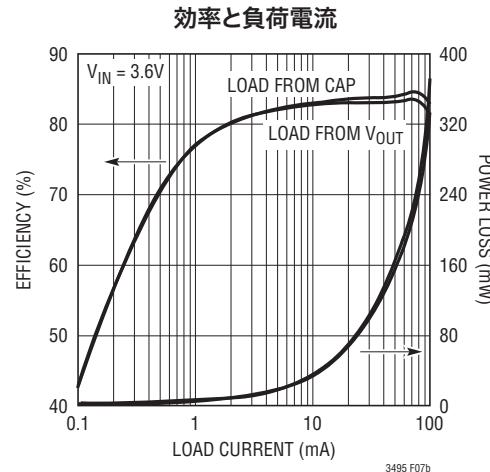
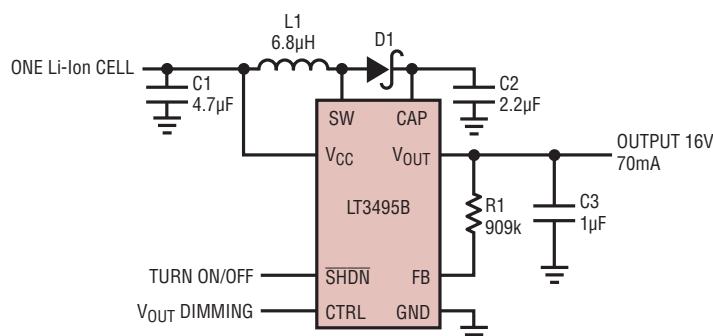


図7. LT3495を使った單一リチウムイオン・セル入力の昇圧コンバータ



C1: 4.7µF 6.3V, X5R, 0603  
C2: 2.2µF 25V, X5R, 0805  
C3: 1µF 25V, X5R, 0603  
D1: DIODES INC. B0540WS-7  
L1: SUMIDA CR32-6R8

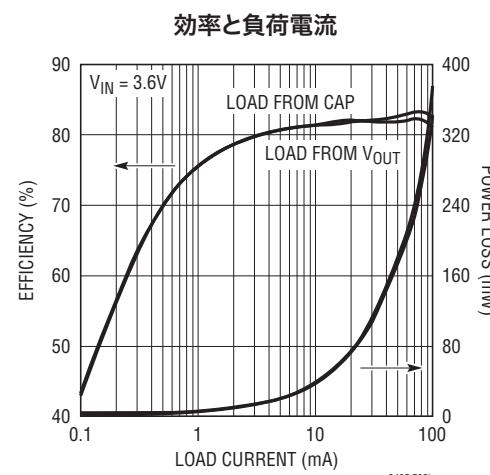


図8. LT3495Bを使った單一リチウムイオン・セル入力の昇圧コンバータ

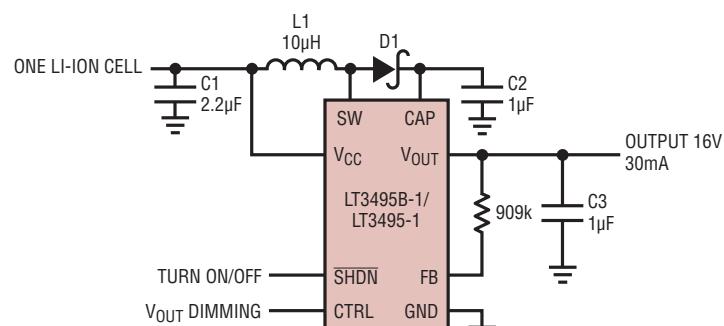
LT3495/LT3495Bの最大出力電流と出力電圧

$V_{OUT}$	R1 VALUE REQUIRED ( $M\Omega$ )	MAXIMUM OUTPUT CURRENT AT 3V INPUT (mA)
40	2.37	26
35	2.05	31
30	1.78	37
25	1.47	43
20	1.15	57
15	0.845	74
10	0.536	120
5	0.232	250

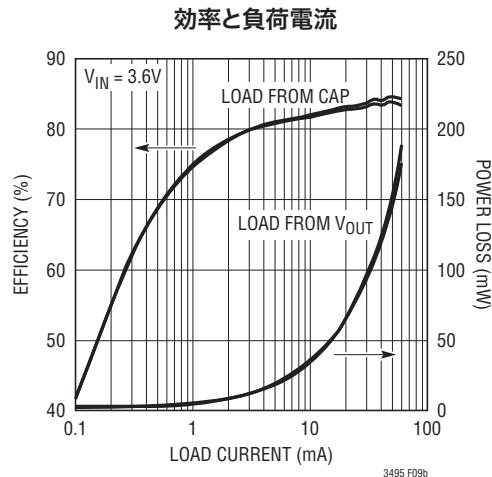
# LT3495/LT3495B/ LT3495-1/LT3495B-1

## 標準的応用例

LT3495-1/LT3495B-1を使った単一リチウムイオン・セル入力の昇圧コンバータ



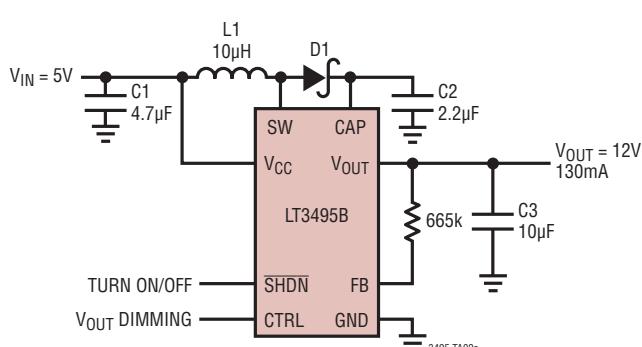
C1: 2.2μF, 6.3V, X5R, 0603  
C2: 1μF, 25V, X5R, 0603  
C3: 1μF, 25V, X5R, 0603  
D1: DIODES INC. B0540WS-7  
L1: MURATA LQH32CN100K33



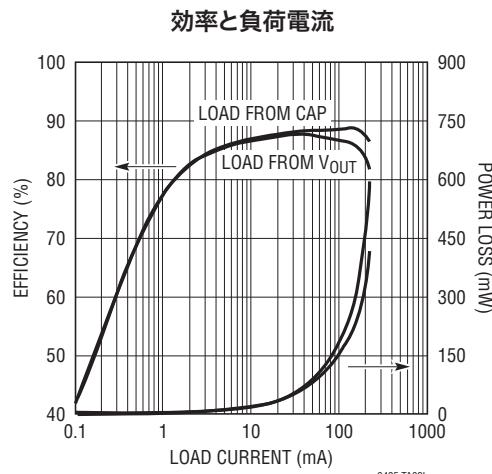
## LT3495-1/LT3495B-1の最大出力電流と出力電圧

$V_{OUT}$	R1 VALUE REQUIRED (MΩ)	MAXIMUM OUTPUT CURRENT AT 3V INPUT (mA)
40	2.37	12
35	2.05	15
30	1.78	18
25	1.47	21
20	1.15	28
15	0.845	36
10	0.536	63
5	0.232	120

## 5Vから12V/130mAの昇圧コンバータ



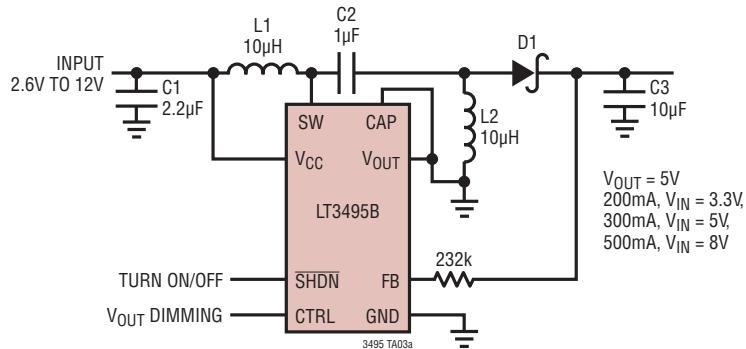
C1: 4.7μF, 6.3V, X5R, 0603  
C2: 2.2μF, 25V, X5R, 0805  
C3: 10μF, 25V, X5R, 1206  
D1: DIODES INC. B0540WS-7  
L1: COILCRAFT LPS4018-103MLB



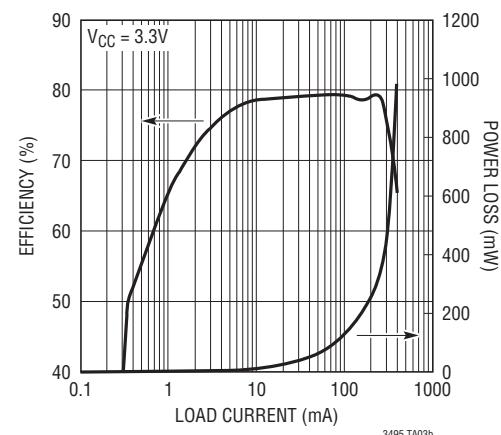
3495b1b1fa

## 標準的応用例

### 入力範囲の広い5V出力のSEPICコンバータ

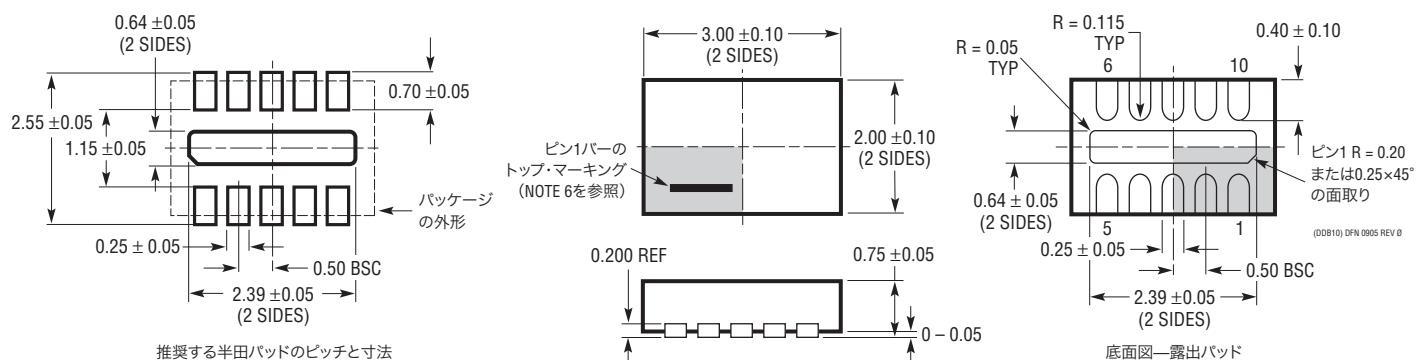


### 効率と負荷電流



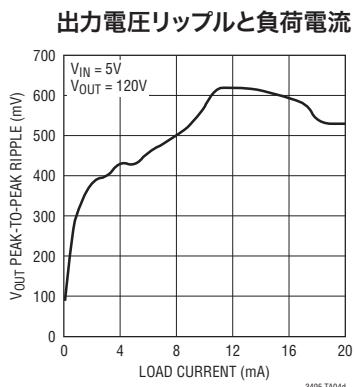
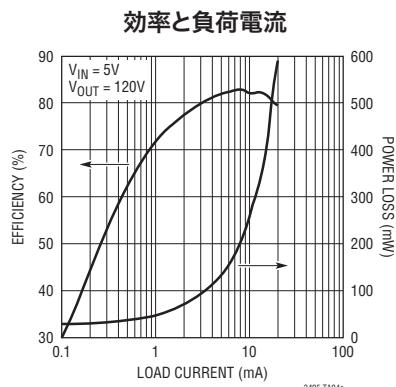
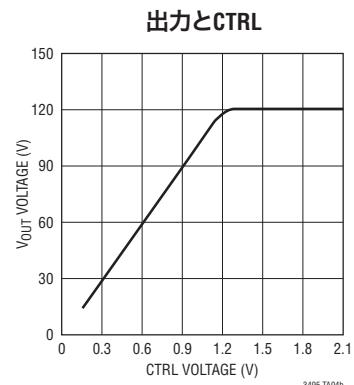
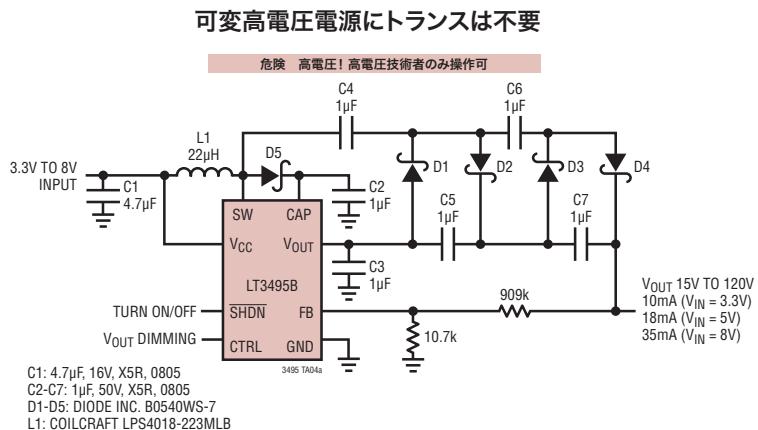
## パッケージ

**DDBパッケージ**  
**10ピン・プラスチックDFN (3mm×2mm)**  
(Reference LTC DWG # 05-08-1722 Rev 0)



# LT3495/LT3495B/ LT3495-1/LT3495B-1

## 標準的応用例



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1930/LT1930A	1A (Isw)、1.2MHz/2.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ :2.6V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 34V、 $I_Q$ = 4.2mA/5.5mA、 $I_{SD}$ < 1μA、ThinSOTパッケージ
LT1945 (Dual)	デュアル出力、昇圧/反転、350mA (Isw)、固定オフ時間、高効率昇圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ :1.2V~15V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±34V、 $I_Q$ = 40μA、 $I_{SD}$ < 1μA、10ピンMSパッケージ
LT1946/LT1946A	1.5A (Isw)、1.2MHz/2.7MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ :2.45V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 34V、 $I_Q$ = 3.2mA、 $I_{SD}$ < 1μA、8ピンMSパッケージ
LT3463/LT3463A	デュアル出力、昇圧/反転、250mA (Isw)、固定オフ時間、内蔵ショットキー・ダイオード付き高効率昇圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ :2.3V~15V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±40V、 $I_Q$ = 40μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNパッケージ
LT3467/LT3467A	1.1A (Isw)、1.3MHz/2.1MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ、ソフトスタート付き	$V_{IN}$ :2.4V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 40V、 $I_Q$ = 1.2mA、 $I_{SD}$ < 1μA、ThinSOTパッケージ
LT3471	デュアル出力、1.3A (Isw)、高効率昇圧/反転DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ :2.4V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±40V、 $I_Q$ = 2.5mA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNパッケージ
LT3473/LT3473A	1A (Isw)、1.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ、内蔵ショットキー・ダイオードと出力切断機能付き	$V_{IN}$ :2.2V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 36V、 $I_Q$ = 100μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNパッケージ
LT3494/LT3494A	180mA/350mA (Isw)、高効率昇圧DC/DCコンバータ、出力切断機能付き	$V_{IN}$ :2.1V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 40V、 $I_Q$ = 65μA、 $I_{SD}$ < 1μA、DFNパッケージ
LT3580	2A、40V、2.5MHz昇圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ :2.5V~32V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 40V、 $I_Q$ = 1mA、 $I_{SD}$ < 1μA、MS8E 3mm×3mm DFN-8パッケージ

3495b1b1fa