

ThinSOT パッケージのマイクロパワー昇圧 DC/DC コンバータ

特長

- ▶ 低静止電流 :
 - ▶ 20 μ A (アクティブ・モード時)
 - ▶ <2 μ A (シャットダウン・モード時)
- ▶ 1.2V の低 V_{IN} で動作
- ▶ 低 V_{CESAT} のスイッチ : 270mV (300mA 時)
- ▶ 小型の表面実装部品を使用
- ▶ 高出力電力 : 最大 30V
- ▶ 低背型 (1mm) ThinSOT™ パッケージ

アプリケーション

- ▶ ポータブル電子機器
- ▶ バッテリ・バックアップ
- ▶ デジタル・カメラ
- ▶ 有機発光ダイオード (OLED) 電源
- ▶ 医療用診断機器

代表的なアプリケーション回路

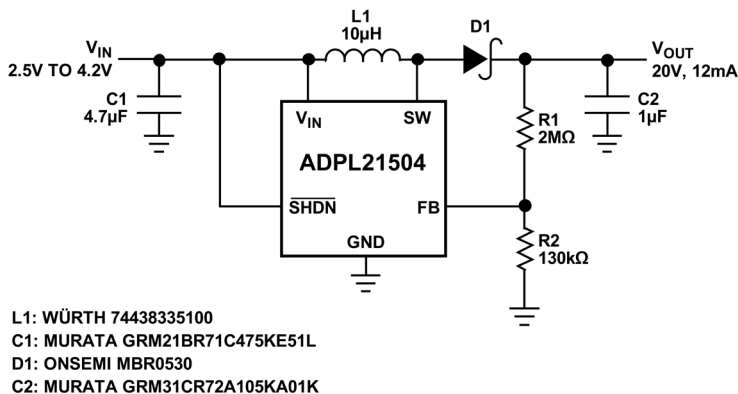


図 1. 1 セル・リチウムイオン電池入力、20V 出力の LCD バイアス用コンバータ

概要

ADPL21504 は、5 ピン、低背型 (1mm) ThinSOT パッケージのマイクロパワー昇圧 DC/DC コンバータです。ADPL21504 は 350mA の電流制限と 1.2V~15V の入力電圧範囲を備え、大電力システム向けに設計されています。無負荷時の静止電流はわずか 20 μ A で、シャットダウン時には更に 2 μ A (最大値) まで低減されます。電流制限付きの固定オフ時間制御方式により、動作電流を抑制して、広い負荷電流範囲で高効率を実現できます。32V のスイッチを使用して、最大 30V の高電圧出力をシンプルな昇圧トポロジで生成できるため、コストのかかるトランスが不要になります。ADPL21504 はオフ時間が 400ns と短いため、小型で低背型のインダクタやコンデンサを使用でき、スペースに制約のあるポータブル・アプリケーションにおいてフットプリントとコストを最小限に抑えることができます。

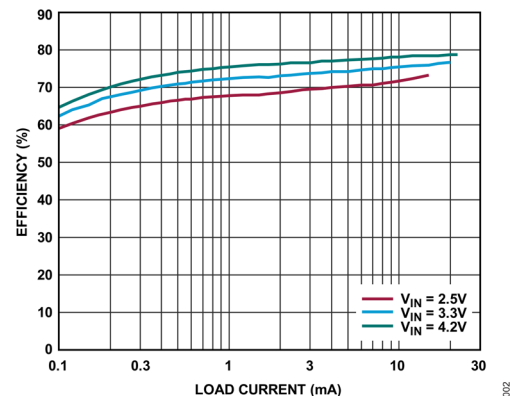


図 2. 効率と負荷電流の関係

目次

特長	1
アプリケーション	1
概要	1
代表的なアプリケーション回路	1
改訂履歴	2
仕様	3
絶対最大定格	4
ピン配置およびピン機能の説明	5
端子説明	5
ブロック図	6
代表的な性能特性	7
動作原理	9
アプリケーション情報	10
インダクタの選択	10
インダクタの選択—昇圧レギュレータ	10
インダクタの選択—SEPIC レギュレータ	11
電流制限のオーバーシュート	11
コンデンサの選択	11
ダイオードの選択	11
出力電圧リップルの低減	11
代表的なアプリケーション	12
パッケージの説明	14
オーダー・ガイド	15

改訂履歴

05/2025 - Rev. 0, Initial Release.

仕様

表 1. 電気的特性

(T_A = 25°C における仕様。特に指定のない限り、V_{IN} = 1.2V、V_{SHDN} = 1.2V。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage	V _{INMIN}					1.2	V
Quiescent Current	I _Q	Not Switching			20	35	μA
		V _{SHDN} = 0V				2	μA
FB Comparator Trip Point	V _{FB_TRIP}		-40°C ≤ T _J ≤ 85°C	1.205	1.23	1.255	V
FB Comparator Hysteresis	V _{FB_HYS}				8		mV
Output Voltage Line Regulation		1.2V < V _{IN} < 12V			0.06	0.12	%/V
FB Pin Bias Current ¹	I _{FB_BIAS}	V _{FB} = 1.23V	-40°C ≤ T _J ≤ 85°C		50	100	nA
Switch Off Time	t _{OFF}	V _{FB} > 1V			400		ns
		V _{FB} < 0.6V			1.5		μs
Switch V _{CESAT}	V _{SW_CESAT}	I _{SW} = 300mA			270	375	mV
Switch Current Limit	I _{LIM}			300	350	400	mA
SHDN Pin Current	I _{SHDN}	V _{SHDN} = 1.2V			2	4	μA
		V _{SHDN} = 5V			8	15	μA
SHDN Input Voltage High	V _{SHDN_HIGH}			0.9			V
SHDN Input Voltage Low	V _{SHDN_LOW}					0.25	V
Switch Leakage Current	I _{SW_LKG}	Switch Off, V _{SW} = 5V			0.02	6	μA

¹ FB ピンに流れ込むバイアス電流。

絶対最大定格

表 2. 絶対最大定格

PARAMETER	RATING
V_{IN} , \overline{SHDN} Voltage	15V
SW Voltage	32V
FB Voltage	V_{IN}
Current into the FB Pin	1mA
Junction Temperature	125°C
Operating Temperature Range ²	-40°C to 85°C
Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらはストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを示唆するものではありません。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

ピン配置およびピン機能の説明

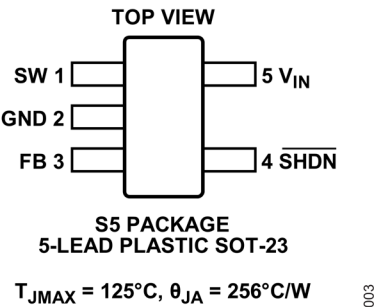


図 3. ピン配置

端子説明

表 3. 端子説明

端子	名称	説明
Pin 1	SW	スイッチ・ピン。このピンは、内部 NPN パワー・スイッチのコレクタです。電磁干渉（EMI）を低減するために、このピンに接続される金属パターンの面積は最小限に抑えてください。
Pin 2	GND	グラウンド。このピンはローカル・グラウンド・プレーンに直接接続します。
Pin 3	FB	フィードバック・ピン。R1 および R2 の値を選択することにより出力電圧を設定します（詳細については図 4 を参照）。 <div>$R1 = R2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{1.23} - 1 \right)$</div>
Pin 4	SHDN	シャットダウン・ピン。デバイスをイネーブルするには、このピンを 0.9V 以上の電圧に接続します。0.25V 未満の電圧に接続するとデバイスはオフになります。
Pin 5	VIN	入力電源ピン。このピンは、デバイスのできるだけ近くにコンデンサを配置してバイパスします。

ブロック図

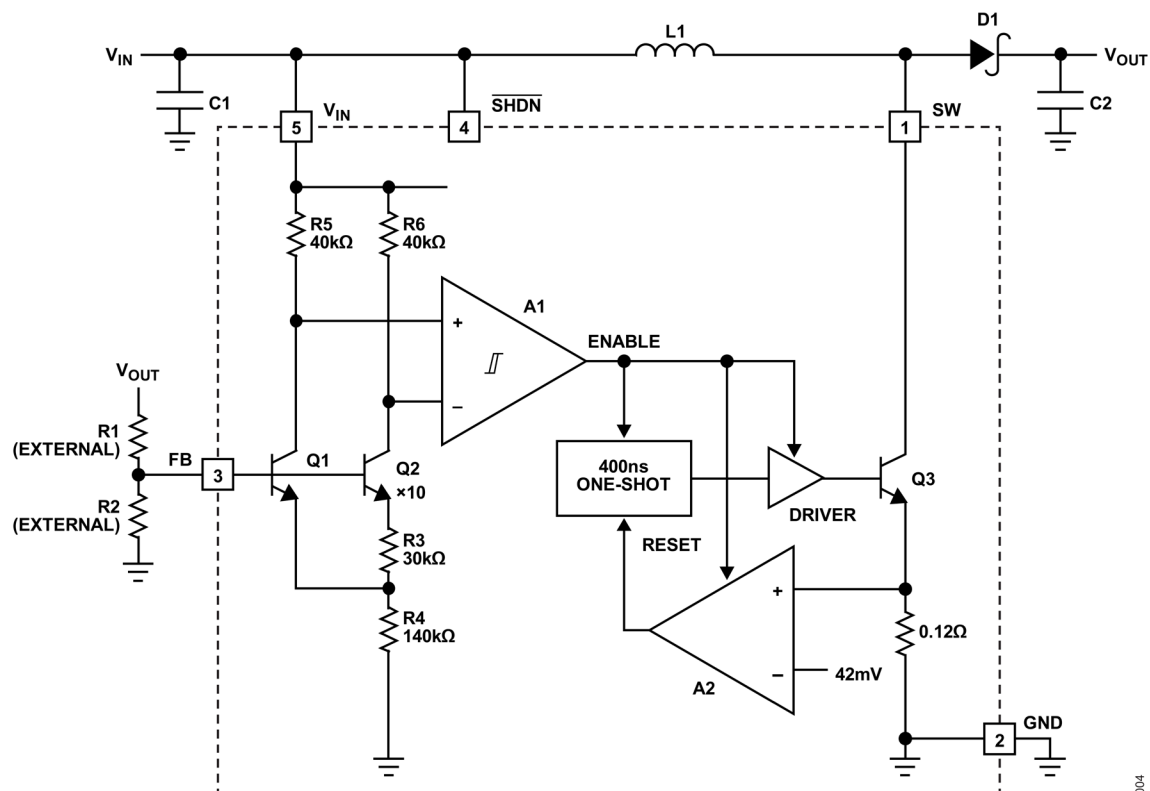


図 4. ADPL21504 のブロック図

代表的な性能特性

(特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 1.2\text{V}$ 。)

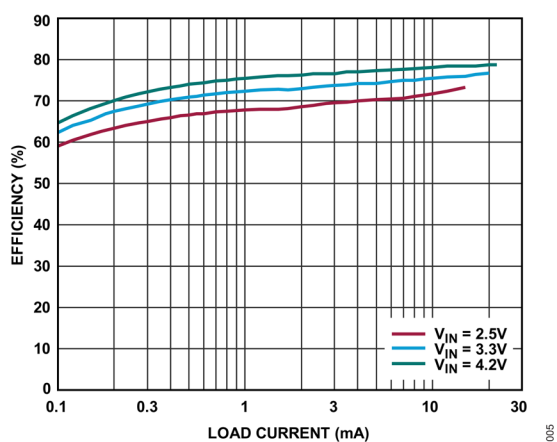


図 5. 効率と出力電流の関係
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

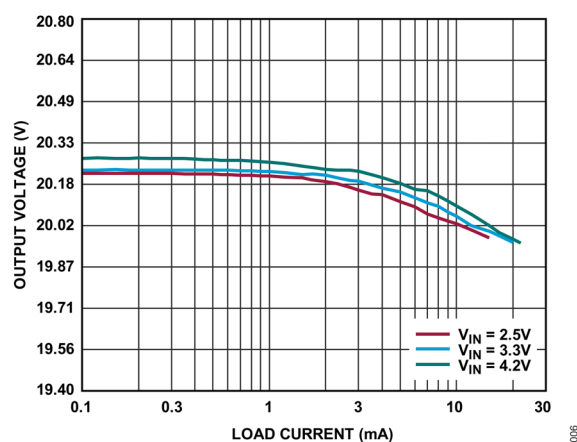


図 6. 出力電圧と出力電流の関係
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

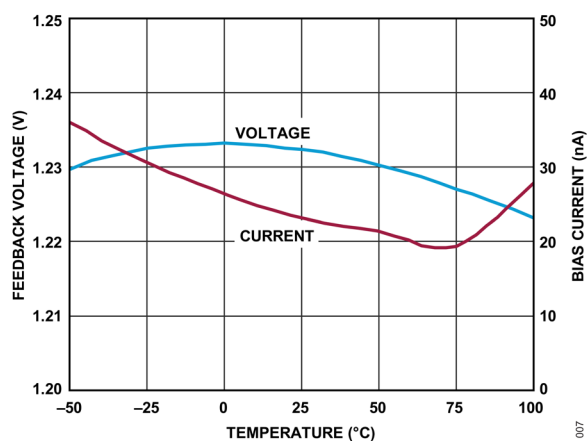


図 7. フィードバック・ピン電圧およびバイアス電流

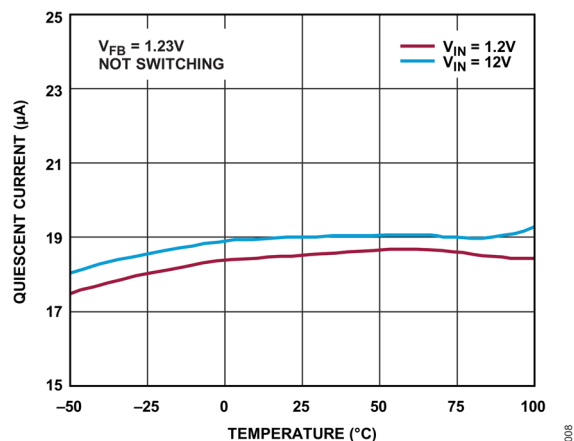


図 8. 静止電流

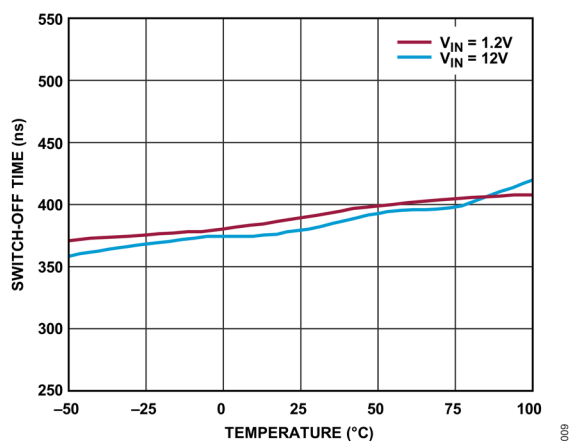


図 9. スイッチオフ時間

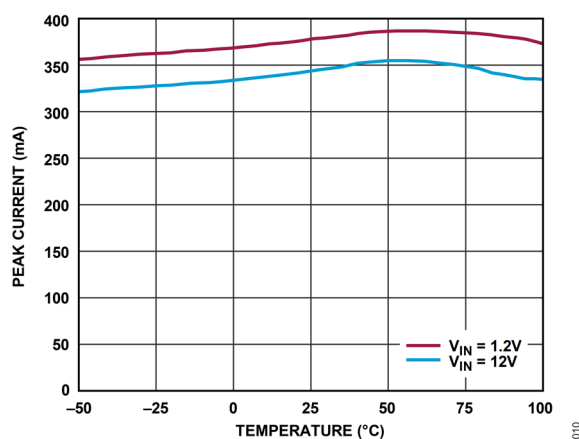


図 10. スイッチ電流制限値

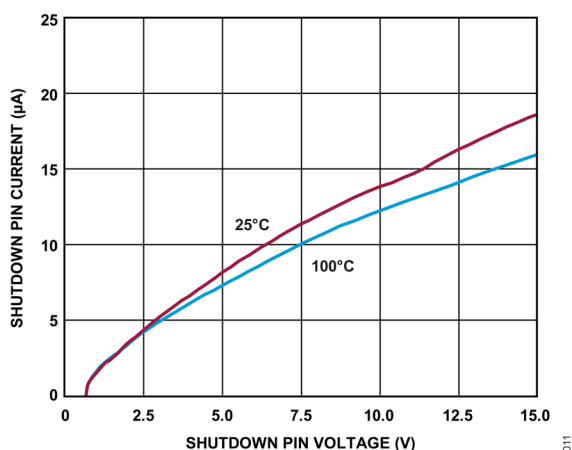


図 11. シャットダウン・ピン電流

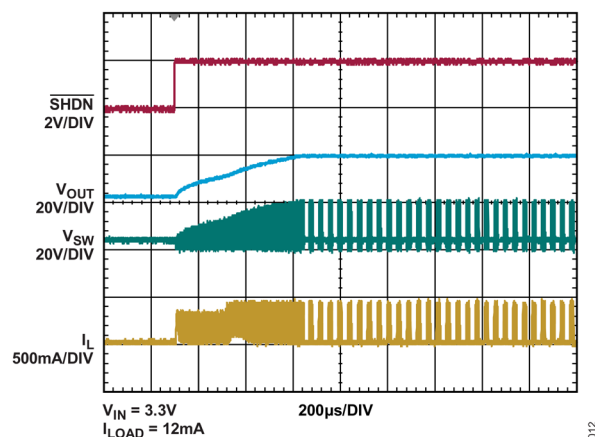


図 12. 起動時の波形
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

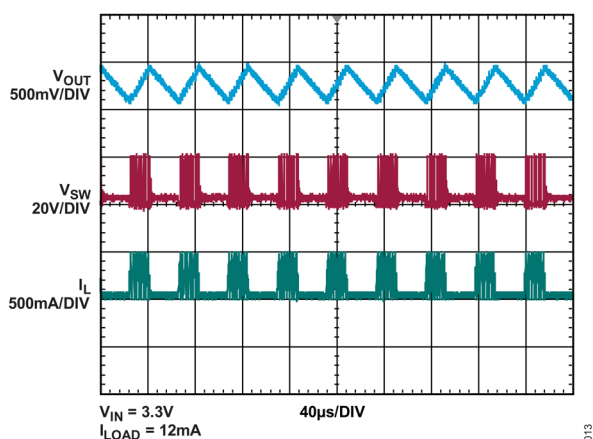


図 13. 全負荷時の定常状態波形
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

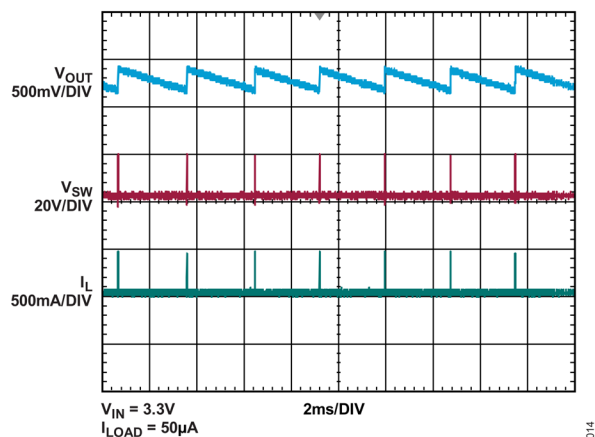


図 14. 軽負荷時の定常状態波形
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

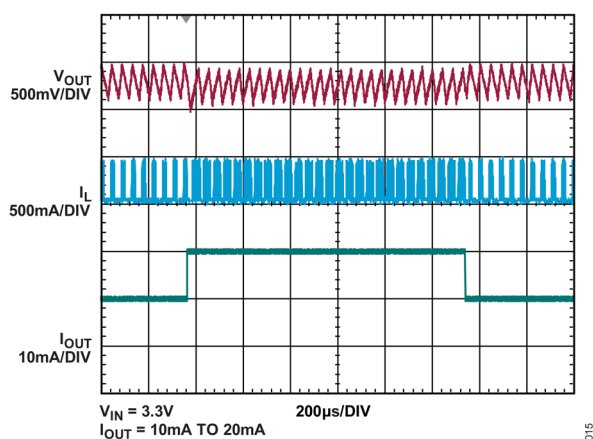


図 15. 10mA~20mA の過渡応答
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

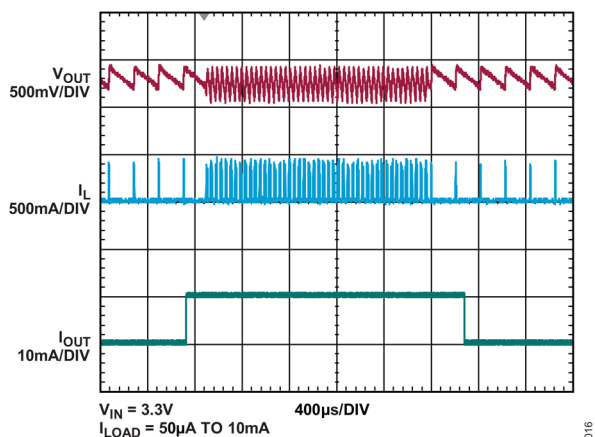


図 16. 軽負荷~10mA の過渡応答
(図 1 の代表的なアプリケーション回路を参照)

動作原理

ADPL21504 は、固定オフ時間制御方式を使用して幅広い出力電流範囲にわたり高い効率を実現します。図 4（ブロック図）を参照すると、動作をよく理解することができます。Q1 と Q2、および R3 と R4 によって、出力電圧の安定化に使用するバンドギャップ・リファレンスが形成されます。FB ピンの電圧が 1.23V をわずかも超えると、コンパレータ A1 が内部回路のほとんどをディスエーブルにします。その後、出力電流はコンデンサ C2 から供給され、FB ピンの電圧が A1 のヒステリシスの下限値を下回るまで C2 は徐々に放電します（FB ピンのヒステリシスは 8mV（代表値））。

下限値を下回ると、A1 は内部回路をイネーブルしてパワー・スイッチ Q3 をオンにし、インダクタ L1 の電流が上昇し始めます。スイッチ電流が 350mA に達するとコンパレータ A2 がワン・ショットをリセットし、これにより Q3 が 400ns 間オフになります。すると、L1 は、インダクタ電流を減少させながら、ダイオード D1 を通じて出力に電流を供給します。Q3 が再びオンになるとインダクタ電流は 350mA まで上昇し、その後 A2 がワン・ショットをリセットし、再び L1 によって出力に電流が供給されます。このスイッチング動作は、出力電圧が充電されるまで（FB ピンが 1.23V に達するまで）続けられ、その後、A1 が内部回路をオフにします。そして、このサイクルが繰り返されます。ADPL21504 には、起動時および短絡条件下に保護機能を提供する回路が追加されています。FB ピン電圧が約 600mV を下回った場合、スイッチオフ時間が 1.5μs まで長くなり、電流制限値が約 250mA（通常値の 70%）まで低くなります。これにより平均インダクタ電流が減少し、ADPL21504 のパワー・スイッチ、および外付けのインダクタとダイオードの消費電力を最小限に抑えることができます。

アプリケーション情報

インダクタの選択

ADPL21504 で問題なく動作するインダクタの推奨製品を表 4 に示します。これ以外にも、他メーカーのデバイスの多くが使用可能です。関連製品の詳細および品揃えについては、各メーカーにご相談ください。サイズや形の異なるインダクタが多数供給されています。以下のセクションで説明する数式や推奨事項から、それぞれの設計に適切なインダクタンス値を求めてください。

表 4. 推奨インダクタ

PART	VALUE (μH)	MAX DCR (Ω)	MANUFACTURER
LQH32CN4R7M23	4.7	0.26	Murata
LQH32CH100K33	10	0.39	
LQH32CH220K23	22	0.92	
74438335047	4.7	0.162	Würth Elektronik
74438335100	10	0.513	
74438335220	22	1.040	
LPS3015-472	4.7	0.20	Coilcraft
LPS3015-103	10	0.44	
LPS3015-223	22	0.83	

インダクタの選択-昇圧レギュレータ

ADPL21504 を昇圧レギュレータとして使用する場合、式 1 を使用して適切なインダクタ値を計算します（または、少なくとも良い初期値が得られます）。この値は、インダクタ・サイズとシステム性能の間の良いバランスを実現します。この値に近い標準的なインダクタを選択してください。これより大きい値を使用すると出力可能な電流を多少増加できますが、式 1 で得られる計算値の 2 倍程度までに抑えてください。インダクタンスを必要以上に大きくしても、出力電圧リップルが増加するだけで、それほど出力電流を増やすことはできません。これより小さい値を使用すると、（特に、出力電圧が 12V を超えるシステムでは）物理的なサイズを小さくできます。インダクタンスは、下記のように計算します。

$$L = \left(\frac{V_{OUT} - V_{INMIN} + V_D}{I_{LIM}} \right) \times t_{OFF} \quad (1)$$

ここで、 $V_D = 0.4V$ （ショットキー・ダイオード電圧）、 $I_{LIM} = 350mA$ 、 $t_{OFF} = 400ns$ 、バッテリー駆動アプリケーション等の V_{IN} が変化する設計では、式 1 に V_{IN} の最小値を使用してください。7V 未満の出力電圧を使用するシステムのほとんどでは、式 1 でもっと小さな値が得られたとしても、4.7μH のインダクタを選択するのが最適です。それは、非常に小さなインダクタ値を使用するとインダクタ電流のオーバーシュートが発生してしまうためです（電流制限のオーバーシュートのセクションを参照）。

出力電圧が大きい場合、式 1 を使用すると大きなインダクタンス値が得られます。2V~20V のコンバータ（標準的な LCD バイアス・アプリケーション）の場合、式 1 を使用すると 21μH のインダクタが必要となりますが、10μH のインダクタを使用すると最大出力電流を大きく低減せずに済みます。

インダクタの選択-SEPIC レギュレータ

ADPL21504 を SEPIC レギュレータとして使用する場合、式 2 を使用してインダクタの概算値を計算できます。昇圧インダクタの選択に関しては、より大きな値や小さな値も使用できます。

$$L = 2 \times \left(\frac{V_{OUT} + V_D}{I_{LIM}} \right) \times t_{OFF} \quad (2)$$

電流制限のオーバーシュート

ADPL21504 の固定オフ時間制御方式では、パワー・スイッチは 350mA の電流制限値に達した後にのみ、オフになります。電流制限に達する時間とスイッチが実際にオフになる時間の間には、100ns の遅延があります。この遅延の間に、インダクタ電流は電流制限値をわずかに上回ります。ピーク・インダクタ電流は次式で求めることができます。

$$I_{PEAK} = I_{LIM} + \left(\frac{V_{INMAX} - V_{SW_CESAT}}{L} \right) \times 100ns \quad (3)$$

ここで、 $V_{SAT} = 0.27V$ （スイッチの飽和電圧）です。高入力電圧のシステム、および小さなインダクタ値を使用するシステムでは、電流のオーバーシュートが最も顕著に表れます。インダクタ値が小さい場合には、このオーバーシュートによって出力可能な電流が増えるため有益となる場合があります。通常動作時には、オーバーシュートはインダクタ（およびダイオード）に生じるピーク電流となります。小さなインダクタンス値を使用する設計の場合（特に 5V より大きい入力電圧では）、電流制限のオーバーシュートは極めて大きくなる可能性があります。内部電流は 350mA に制限されていますが、ADPL21504 のパワー・スイッチはこれより大きな電流も問題なく処理できます。ただし、全体的な効率率は損なわれます。ADPL21504 では、 I_{PEAK} を 700mA 未満に維持すると最適な結果が得られます。

コンデンサの選択

出力リップル電圧を最小限に抑えるため、出力には低 ESR（等価直列抵抗）のコンデンサを使用する必要があります。超低 ESR でパッケージが非常に小さいことから、多層セラミック・コンデンサが最適です。サイズが小さいことから、多層セラミック・コンデンサは、ADPL21504 のスモール・アウトライン・トランジスタ（SOT）-23 パッケージとの最適な組み合わせとなります。固体タンタル・コンデンサ（AVX の TPS シリーズ、Vishay Sprague の 593D シリーズなど）、または OS-CON コンデンサを使用することもできますが、セラミック・コンデンサよりも占有する基板面積が広くなり、ESR が大きくなります。必ず電圧定格が十分大きなコンデンサを使用してください。

セラミック・コンデンサは、入力デカップリング・コンデンサとしても最適な選択です。ADPL21504 にできるだけ近づけて配置してください。ほとんどのアプリケーションでは、入力コンデンサには 4.7μF で十分です。

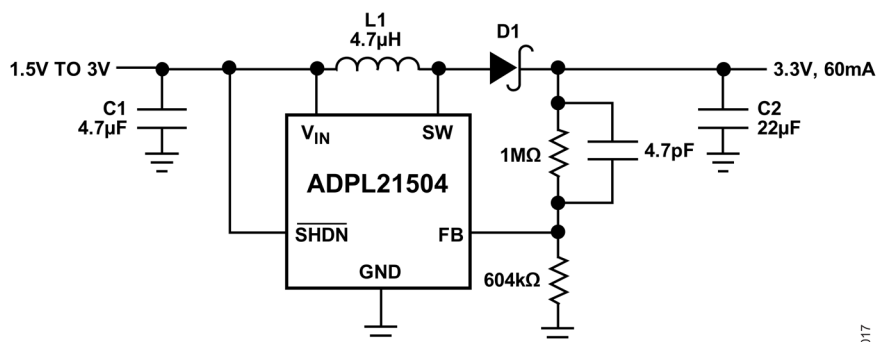
ダイオードの選択

ADPL21504 のほとんどのアプリケーションでは、表面実装のショットキー・ダイオード、MBR0520（0.5A、20V）が最適な選択となります。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ため、ADPL21504 に最適です。出力電圧が更に高いアプリケーションでは、30V MBR0530 を使用できます。他の多くのメーカーも同様の製品を作っていますが、少なくとも 0.35A の定格電流を備えていることを確認してください。

出力電圧リップルの低減

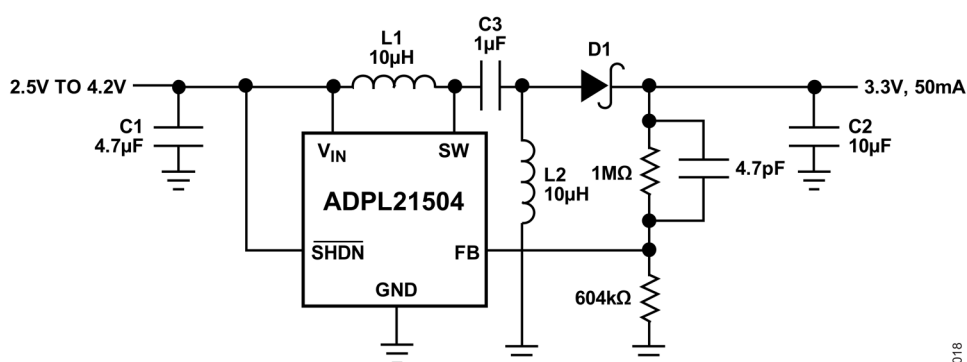
低 ESR のコンデンサを使用すると出力リップル電圧を最小限に抑えることができますが、インダクタと出力コンデンサを適切に選択することも重要です。ADPL21504 は、インダクタ電流を上昇させ、この電流を負荷に供給するバースト動作によって負荷にエネルギーを供給します。インダクタ値が大きすぎたりコンデンサ値が小さすぎたりすると、バースト・サイクルのたびにコンデンサがわずかに過充電となるため、出力リップル電圧が増加します。出力リップルを低減するには、出力コンデンサの値を大きくするか、ADPL21504 のフィードバック回路に 4.7pF のフィードフォワード・コンデンサを追加してください（詳細については、[代表的なアプリケーション](#)のセクションの回路図を参照）。この小型で低コストの 4.7pF コンデンサは、出力電圧リップルを大幅に低減させます。

代表的なアプリケーション



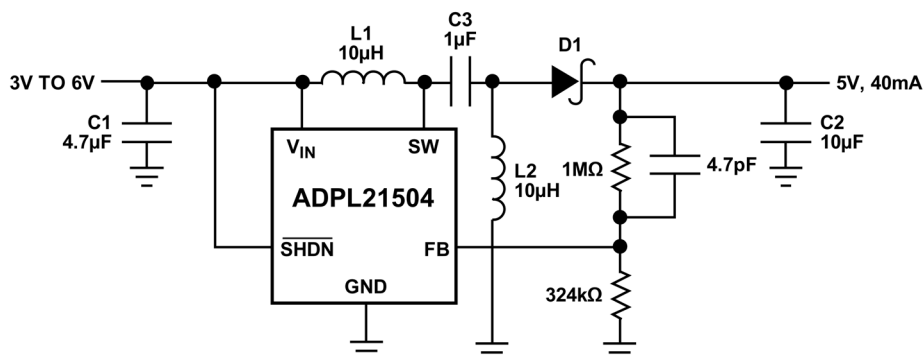
017

図 17. 2 セル・アルカリ電池入力、3.3V 出力の昇圧コンバータ



018

図 18. 1 セル・リチウムイオン電池入力、3.3V 出力の SEPIC コンバータ



019

図 19. 4 セル・アルカリ電池入力、5V 出力の SEPIC コンバータ

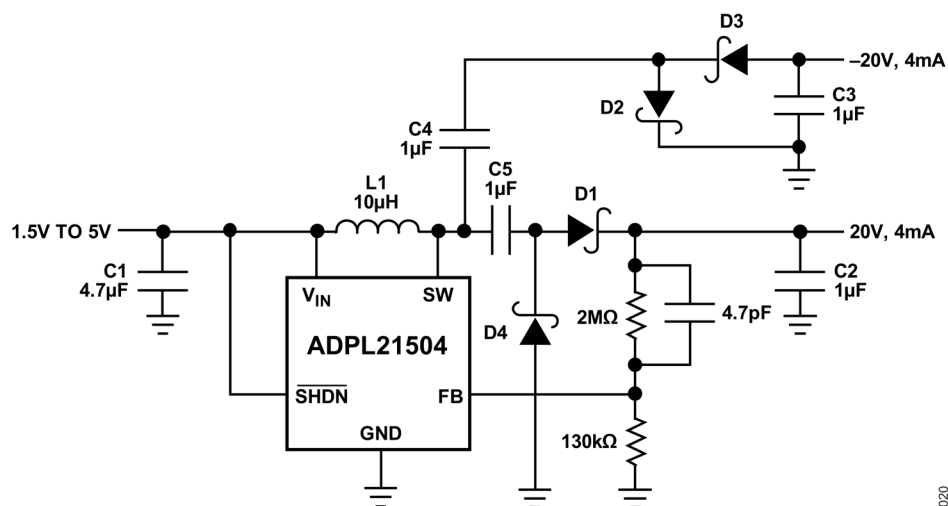
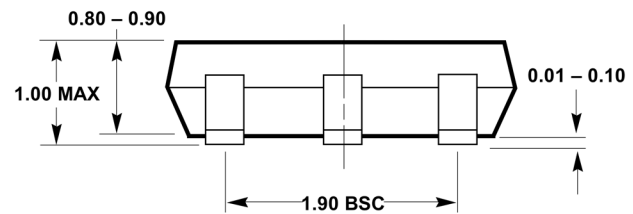
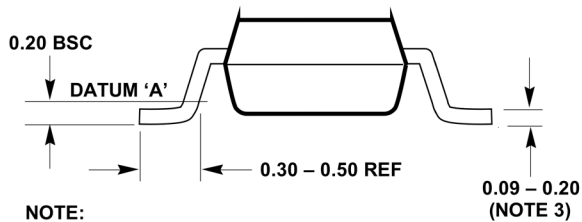
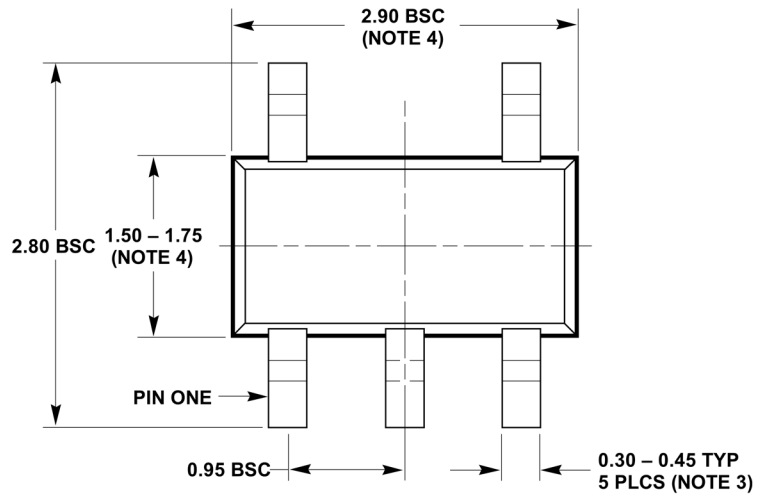
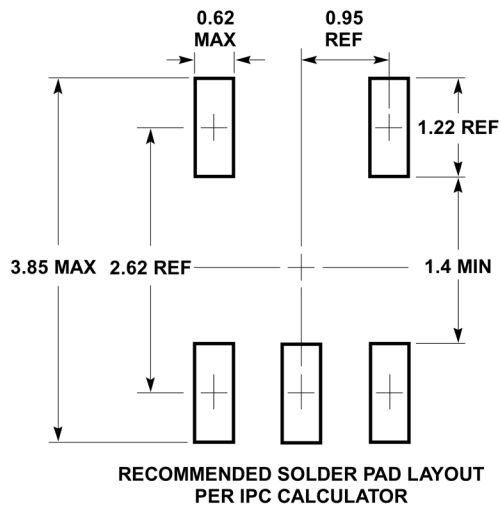


図 20. 出力切断機能を備えた $\pm 20\text{V}$ デュアル出力コンバータ

パッケージの説明



NOTE:

1. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. DIMENSIONS ARE INCLUSIVE OF PLATING
4. DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH AND METAL BURR
5. MOLD FLASH SHALL NOT EXCEED 0.254 mm
6. JEDEC PACKAGE REFERENCE IS MO-193

SS TSOT-23 0302 REV B

オーダー・ガイド

表 5. オーダー・ガイド

TAPE AND REEL	PART MARKING*	PACKAGE DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE
ADPL21504IS5#TRPBF	ADHXJ	S5 PACKAGE 5-LEAD PLASTIC SOT-23	−40°C to 85°C

* 温度グレードは出荷容器のラベルに表示されています。

テープのリール巻き仕様。

表 6. 評価用ボード

PART NUMBER	DESCRIPTION
EVAL-ADPL21504-AZ	Evaluates: ADPL21504 in a 20V Output Voltage Application.

ここに含まれるすべての情報は、現状のまま提供されるものであり、アナログ・デバイセズはそれに関するいかなる種類の保証または表明も行いません。アナログ・デバイセズは、その情報の利用に関して、また利用によって生じる第三者の特許またはその他の権利の侵害に関して、一切の責任を負いません。仕様は予告なく変更されることがあります。明示か黙示かを問わず、アナログ・デバイセズ製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、またはプロセスに関するアナログ・デバイセズの特許権、著作権、マスクワーク権、またはその他のアナログ・デバイセズの知的財産権に基づくライセンスは付与されません。商標および登録商標は、各社の所有に属します。

