

## 20V、1A 高速過渡応答 LDO レギュレータ

### 特長

- ▶ 高速過渡応答に最適化
- ▶ 出力電流：1A
- ▶ ドロップアウト電圧：400mV
- ▶ ノイズ：70 $\mu$ V<sub>RMS</sub> (10Hz~100kHz)
- ▶ 1mA の静止電流
- ▶ 保護ダイオード不要
- ▶ 固定出力電圧：1.5V、1.8V、2.5V、3.3V
- ▶ 可変出力：1.21V~20V
- ▶ シャットダウン時の静止電流：<1 $\mu$ A
- ▶ 10 $\mu$ F 出力コンデンサで安定動作 ([アプリケーション情報](#)のセクションを参照)
- ▶ セラミック・コンデンサで安定動作 ([アプリケーション情報](#)のセクションを参照)
- ▶ 逆バッテリー保護
- ▶ 逆電流なし
- ▶ 熱制限
- ▶ 3ピン SOT-223 パッケージおよび 8ピン SO パッケージ

### 概要

ADPL42010A は、高速過渡応答に最適化された低ドロップアウト・レギュレータです。このデバイスは、1A の出力電流を供給し、ドロップアウト電圧は 400mV です。動作時の静止電流は 1mA で、シャットダウン時には 1 $\mu$ A 未満に低減します。

出力電圧範囲は 1.21V~20V です。ADPL42010A レギュレータは、わずか 10 $\mu$ F の出力コンデンサで安定して動作します。内部保護回路として、逆バッテリー保護、電流制限、熱制限、逆電流保護の機能を備えています。ADPL42010A には、1.5V、1.8V、2.5V、3.3V の固定出力電圧の品種と、1.21V のリファレンス電圧で出力を調整可能な品種が存在します。ADPL42010A レギュレータは 3ピン SOT-223 パッケージおよび 8ピン SO パッケージを採用しています。

### アプリケーション

- ▶ 3.3V~2.5V のロジック電源
- ▶ スイッチング電源用ポスト・レギュレータ

### 代表的なアプリケーション回路

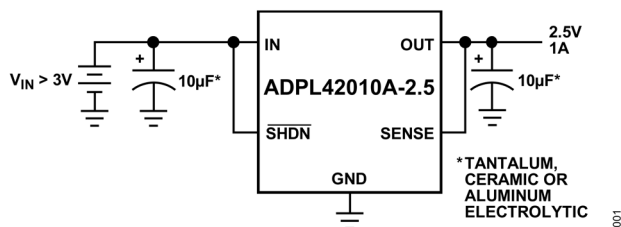


図 1. 固定出力電圧 2.5V の ADPL42010A

本紙記載の登録商標および商標は、全て各社の所有に属します。第 6118263 号、第 6144250 号などの米国特許により保護されています。

## 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
仕様.....	3
絶対最大定格.....	7
熱データ.....	7
熱抵抗.....	7
ESDに関する注意.....	8
ピン配置およびピン機能の説明.....	9
端子説明.....	9
代表的な性能特性.....	12
アプリケーション情報.....	16
調整可能版の動作.....	16
出力コンデンサと安定性.....	16
タンタル・コンデンサと誘導性高分子タンタル・コンデンサ.....	18
アルミ電解コンデンサ.....	18
セラミック・コンデンサ.....	19
PC配線パターンによる抵抗.....	20
過負荷からの回復.....	20
出力電圧ノイズ.....	20
保護機能.....	21
熱に関する考慮事項.....	22
PCBレイアウトに関する考慮事項.....	23
外形寸法.....	24
オーダー・ガイド.....	26
改訂履歴.....	27

## 仕様

表 1. 電気的特性

(特に指定のない限り、仕様は動作温度範囲全体に適用されます。(1))

PARAMETER	CONDITIONS	COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage (2, 3)	$I_{LOAD} = 0.5A$	$T_A = 25^\circ C$		1.9		V
	$I_{LOAD} = 1A$			2.1	2.5	V
Regulated Output Voltage (4)	ADPL42010A-1.5 $V_{IN} = 2.21V, I_{LOAD} = 1mA$	$T_A = 25^\circ C$	1.477	1.500	1.523	V
	ADPL42010A-1.5 $2.5V < V_{IN} < 20V,$ $1mA < I_{LOAD} < 1A$		1.447	1.500	1.545	V
	ADPL42010A-1.8 $V_{IN} = 2.3V, I_{LOAD} = 1mA$	$T_A = 25^\circ C$	1.773	1.800	1.827	V
	ADPL42010A-1.8 $2.8V < V_{IN} < 20V,$ $1mA < I_{LOAD} < 1A$		1.737	1.800	1.854	V
	ADPL42010A-2.5 $V_{IN} = 3V, I_{LOAD} = 1mA$	$T_A = 25^\circ C$	2.462	2.500	2.538	V
	ADPL42010A-2.5 $3.5V < V_{IN} < 20V,$ $1mA < I_{LOAD} < 1A$		2.412	2.500	2.575	V
	ADPL42010A-3.3 $V_{IN} = 3.8V, I_{LOAD} = 1mA$	$T_A = 25^\circ C$	3.250	3.300	3.350	V
	ADPL42010A-3.3 $4.3V < V_{IN} < 20V,$ $1mA < I_{LOAD} < 1A$		3.200	3.300	3.400	V
ADJ Pin Voltage (2, 4)	ADPL42010A $V_{IN} = 2.21V, I_{LOAD} = 1mA$	$T_A = 25^\circ C$	1.192	1.210	1.228	V
	ADPL42010A $2.5V < V_{IN} < 20V,$ $1mA < I_{LOAD} < 1A$		1.174	1.210	1.246	V
Line Regulation	ADPL42010A-1.5 $\Delta V_{IN} = 2.21V \text{ to } 20V,$ $I_{LOAD} = 1mA$			2.0	6	mV
	ADPL42010A-1.8 $\Delta V_{IN} = 2.3V \text{ to } 20V,$ $I_{LOAD} = 1mA$			2.5	7	mV

(特に指定のない限り、仕様は動作温度範囲全体に適用されます。<sup>(1)</sup>)

PARAMETER	CONDITIONS	COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
	ADPL42010A-2.5 $\Delta V_{IN} = 3V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$			3.0	10	mV	
	ADPL42010A-3.3 $\Delta V_{IN} = 3.8V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$			3.5	10	mV	
	ADPL42010A <sup>(2)</sup> $\Delta V_{IN} = 2.21V$ to 20V, $I_{LOAD} = 1mA$			1.5	5	mV	
Load Regulation	ADPL42010A-1.5 $V_{IN} = 2.5V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1A	$T_A = 25^\circ C$		2	9	mV	
					18	mV	
	ADPL42010A-1.8 $V_{IN} = 2.8V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1A	$T_A = 25^\circ C$		2	10	mV	
					20	mV	
	ADPL42010A-2.5 $V_{IN} = 3.5V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1A	$T_A = 25^\circ C$		2.5	15	mV	
					30	mV	
	ADPL42010A-3.3 $V_{IN} = 4.3V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1A	$T_A = 25^\circ C$		3	20	mV	
					35	mV	
	ADPL42010A <sup>(2)</sup> $V_{IN} = 2.5V$ , $\Delta I_{LOAD} = 1mA$ to 1A	$T_A = 25^\circ C$		2	8	mV	
					15	mV	
	Dropout Voltage $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1V$ <sup>(3, 5, 6)</sup>	$I_{LOAD} = 1mA$	$T_A = 25^\circ C$		0.02	0.06	V
						0.10	V
$I_{LOAD} = 1A$		$T_A = 25^\circ C$		0.4	0.55	V	
					0.65	V	
GND Pin Current $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1V$ <sup>(5, 7)</sup>	$I_{LOAD} = 0mA$			1.0	1.5	mA	
	$I_{LOAD} = 1A$			80	120	mA	
Output Voltage Noise	$C_{OUT} = 10\mu F$ , $I_{LOAD} = 1A$ , BW = 10Hz to 100kHz	$T_A = 25^\circ C$		70		$\mu VRMS$	
ADJ Pin Bias Current <sup>(2, 8)</sup>		$T_A = 25^\circ C$		3	10	$\mu A$	
Shutdown Pin Threshold	$V_{OUT} = \text{Off to On}$			0.90	2	V	
	$V_{OUT} = \text{On to Off}$		0.25	0.75		V	
SHDN Pin Current <sup>(9)</sup>	$V_{SHDN} = 0V$	$T_A = 25^\circ C$		0.01	1	$\mu A$	

(特に指定のない限り、仕様は動作温度範囲全体に適用されます。<sup>(1)</sup>)

PARAMETER	CONDITIONS	COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Quiescent Current in Shutdown	$V_{\text{SHDN}} = 20\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		3	30	$\mu\text{A}$
	$V_{\text{IN}} = 6\text{V}, V_{\text{SHDN}} = 0\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.01	1	$\mu\text{A}$
Ripple Rejection	$V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V (Avg)},$ $V_{\text{RIPPLE}} = 0.5\text{V}_{\text{PK-PK}},$ $f_{\text{RIPPLE}} = 120\text{Hz},$ $I_{\text{LOAD}} = 0.75\text{A}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		55		dB
Current Limit	$V_{\text{IN}} = 7\text{V}, V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		2		A
	$V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT(NOMINAL)}} + 1\text{V},$ $\Delta V_{\text{OUT}} = -0.1\text{V}$		1.6			A
Input Reverse Leakage Current <sup>(10)</sup>	S8 Package $V_{\text{IN}} = -20\text{V}, V_{\text{OUT}} = 0$				1	mA
	ST Package $V_{\text{IN}} = -20\text{V}, V_{\text{OUT}} = 0$				2	mA
Reverse Output Current <sup>(11)</sup>	ADPL42010A-1.5 $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}, V_{\text{IN}} < 1.5\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		600	1200	$\mu\text{A}$
	ADPL42010A-1.8 $V_{\text{OUT}} = 1.8\text{V}, V_{\text{IN}} < 1.8\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		600	1200	$\mu\text{A}$
	ADPL42010A-2.5 $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}, V_{\text{IN}} < 2.5\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		600	1200	$\mu\text{A}$
	ADPL42010A-3.3 $V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}, V_{\text{IN}} < 3.3\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		600	1200	$\mu\text{A}$
	ADPL42010A <sup>(2)</sup> $V_{\text{OUT}} = 1.21\text{V}, V_{\text{IN}} < 1.21\text{V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		300	600	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> ADPL42010A は  $T_J \approx T_A$  となるようなパルス負荷条件下でテストされ、仕様規定されています。ADPL42010AB は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  で 100% テストされています。  $-40^\circ\text{C}$  と  $+125^\circ\text{C}$  における性能は、設計、特性評価、統計的プロセス制御との相関によって裏付けられています。

<sup>2</sup> ADPL42010A (調整可能バージョン) は、ADJ ピンと OUT ピンを接続した条件でテストされ、仕様規定されています。

<sup>3</sup> ADPL42010A、ADPL42010A-1.5、ADPL42010A-1.8 については、ドロップアウト電圧は、特定の出力電圧と負荷条件のもとでの最小入力電圧の仕様で制限されます。

<sup>4</sup> 動作条件は、最大ジャンクション温度による制限を受けます。安定化出力電圧の仕様は、入力電圧と出力電流の可能な組み合わせすべてに適用されるわけではありません。最大入力電圧で動作させる場合は、出力電流範囲を制限する必要があります。最大出力電流で動作させる場合は、入力電圧範囲を制限する必要があります。

<sup>5</sup> 最小入力電圧の要求を満たすため、ADPL42010A (調整可能バージョン) は 2.4V の出力電圧が得られる外付け抵抗分圧器 (4.12k $\Omega$  抵抗 2 つ) の条件でテストされ、仕様規定されています。外付け抵抗分圧器により、300 $\mu\text{A}$  DC の負荷が出力に付加されます。

- 6 ドロップアウト電圧は、指定の出力電流でレギュレーションを維持するために必要な最小の入出力間電圧差です。ドロップアウト状態では、出力電圧は  $V_{IN} - V_{DROPOUT}$  に等しくなります。
- 7 GND ピンの電流は、 $V_{IN} = V_{OUT(NOMINAL)} + 1V$  および電流源負荷の条件で試験しています。GND ピンの電流は入力電圧が高くなれば減少します。
- 8 ADJ ピン・バイアス電流は ADJ ピンに流れ込みます。
- 9  $\overline{SHDN}$  ピン・バイアス電流は  $\overline{SHDN}$  ピンに流れ込みます。
- 10 ST パッケージの場合は、内部で IN ピンに接続されている  $\overline{SHDN}$  ピンに流れる追加の逆リーク電流により、入力逆リーク電流が増加します。
- 11 逆出力電流は、IN ピンを接地し、OUT ピンを強制的に定格の出力電圧としてテストしています。電流は、OUT ピンに GND ピンから流れます。

## 絶対最大定格

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 2. 絶対最大定格

PARAMETER	RATING
IN Pin Voltage	$\pm 20\text{V}$
OUT Pin Voltage	$\pm 20\text{V}$
Input to Output Differential Voltage <sup>(1)</sup>	$\pm 20\text{V}$
SENSE Pin Voltage	$\pm 20\text{V}$
ADJ Pin Voltage	$\pm 7\text{V}$
$\overline{\text{SHDN}}$ Pin Voltage	$\pm 20\text{V}$
Output Short-Circuit Duration	Indefinite
Temperature	
Operating Junction Range (ADPL42010AB) <sup>(2)</sup>	$-40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$
Storage Range	$-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
Lead (Soldering, 10sec)	$300^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> 入力から出力への絶対最大差分電圧は、定格の IN ピンと OUT ピンの電圧のすべての組み合わせについて得られるわけではありません。IN ピンが 20V のとき、OUT ピンを 0V より低くプルダウンすることはできません。IN に対する OUT の総合測定電圧は、 $\pm 20\text{V}$  を越えることはできません。

<sup>2</sup> ADPL42010A は  $T_J \approx T_A$  となるようなパルス負荷条件下でテストされ、仕様規定されています。ADPL42010AB は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  で 100% テストされています。 $-40^\circ\text{C}$  と  $+125^\circ\text{C}$  における性能は、設計、特性評価、統計のプロセス制御との相関によって裏付けられています。

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。

## 熱データ

絶対最大定格は、組み合わせではなく個別に適用されます。ジャンクション温度を超えると ADPL42010A は損傷を受けることがあります。周囲温度を監視しても、 $T_J$  が仕様規定の温度内とは限らない場合があります。デバイスのジャンクション温度は、周囲温度、デバイスの消費電力 ( $P_D$ )、パッケージのジャンクション-周囲間の熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ ) に依存します。

最大  $T_J$  は次式を使って  $T_A$  と  $P_D$  から計算されます。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA}) \quad (1)$$

## 熱抵抗

$\theta_{JA}$  と  $\theta_{JC}$  は図 2 と図 3 で規定されています。 $\theta_{JA}$  の測定は、1 オンス銅層の 1/16" FR-4 で実施したものです。

## ESD に関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。

電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明

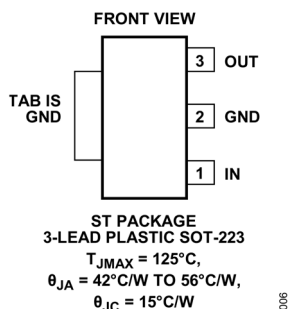


図 2.3 ピン SOT-223 のピン配置

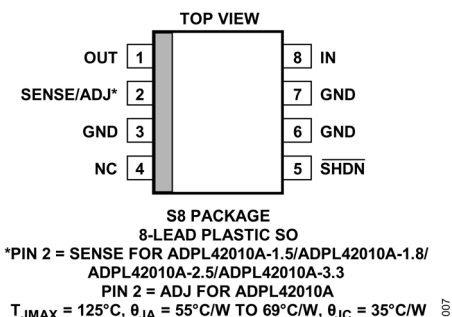
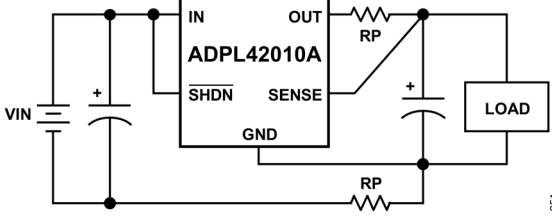


図 3.8 ピン SO のピン配置

端子説明

表 3. 端子説明

端子		名称	説明
3ピン SOT-223	8ピン SO		
3	1	OUT	レギュレータの出力ピン。この出力は負荷に電力を供給します。発振を防止するために、10μF 以上の出力容量が必要です。トランジェント負荷があるアプリケーションでは、ピーク電圧トランジェントを制限するために大きい出力コンデンサが必要です。出力容量と逆出力の特性の詳細については、 <a href="#">アプリケーション情報の</a> セクションを参照してください。
	2	SENSE/ADJ	検出ピン。ADPL42010A の固定電圧バージョン (ADPL42010A-1.5/ADPL42010A-1.8/ADPL42010A-2.5/ADPL42010A-3.3) では、SENSE ピンが誤差アンプの入力になります。SENSE ピンをレギュレータの OUT ピンに接続すると、その接続点で最適なレギュレーションが得られます。重要なアプリケーションでは、レギュレータと負荷の間の PC 配線パターンの抵抗 (R <sub>p</sub> ) により若干の電圧降下が発生します。これは、 <a href="#">図 4</a> に示すように、SENSE ピンを負荷の出力に接続することにより除去できます。外部の PC 配線パターン両端の電圧降下が、レギュレータのドロップアウト電圧に付加されることに注意してください。SENSE ピンのバイアス電流は、公称定格出力電圧で 600μA です。SENSE ピンをグラウンド未満にプルダウンしても (両電源システムでレギュレータ負荷が負側電源に戻る場合など)、デバイスは起動して動作することができます。

端子		名称	説明
3ピン SOT-223	8ピンSO		
			<p>調整ピン。調整可能な ADPL42010A では、ADJ ピンが誤差アンプの入力になります。このピンは内部で±7V にクランプされます。このピンには 3μA のバイアス電流が流れ込みます。ADJ ピンの電圧は、グラウンドを基準に 1.21V で、出力電圧範囲は 1.21V~20V です。</p>  <p style="text-align: center;">図 4. ケルビン検出接続</p>
2	3, 6, 7	GND	レギュレータ・グラウンド・ピン。適切な電気および熱的性能を確保するために、パッケージの GND ピンはすべてグラウンドに接続します。
	4	NC	接続なし。内部接続されていません。
	5	$\overline{\text{SHDN}}$	シャットダウン・ピン。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンは、ADPL42010A レギュレータを低消費電力のシャットダウン状態にするために使用します。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンをローにプルダウンすると、出力はオフになります。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンは、5V ロジックまたはプルアップ抵抗付きのオープン・コレクタ・ロジックで駆動できます。オープン・コレクタ・ゲートのプルアップ電流（通常は数マイクロアンペア）と $\overline{\text{SHDN}}$ ピン電流（代表値 3μA）を供給するために、プルアップ抵抗が必要です。不要な場合は、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンを $V_{\text{IN}}$ に接続する必要があります。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンを接続していない場合は、デバイスは低消費電力のシャットダウン状態になります。
1	8	IN	レギュレータ電源入力ピン。IN ピンからデバイスへの電力が供給されます。主要な入力フィルタ・コンデンサからデバイスが6インチより遠く離れている場合には、このピンにバイパス・コンデンサが必要です。一般的にはバッテリーの出カインピーダンスは周波数と共に上昇するため、バッテリー駆動の回路ではバイパス・コンデンサを使用することを推奨します。バイパス・コンデンサは、1μF~10μF の範囲で十分です。ADPL42010A レギュレータは、グラウンドと OUT ピンを基準にした IN ピンでの逆電圧に耐えられるように設計されています。バッテリーが逆方向に挿入されたときなど、逆電圧入力の場合には、デバイスは

端子		名称	説明
3ピン SOT-223	8ピンSO		
			入力と直列にダイオードが配置されているように動作します。そのため、レギュレータに逆電流が流れることはなく、負荷に逆電圧はかかりません。デバイスは、こうしてデバイス自体と負荷の両方を保護します。

代表的な性能特性

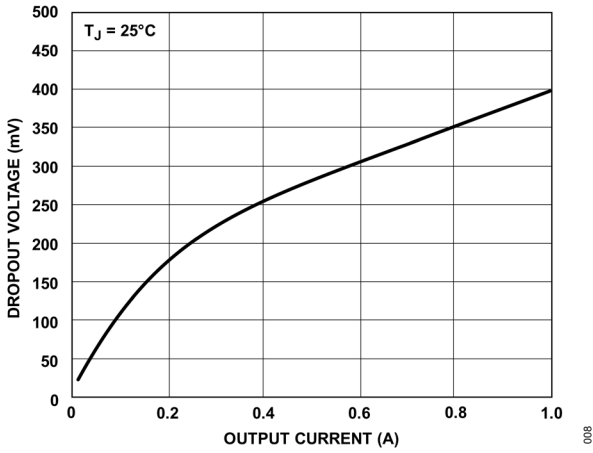


図 5. ドロップアウト電圧の代表値

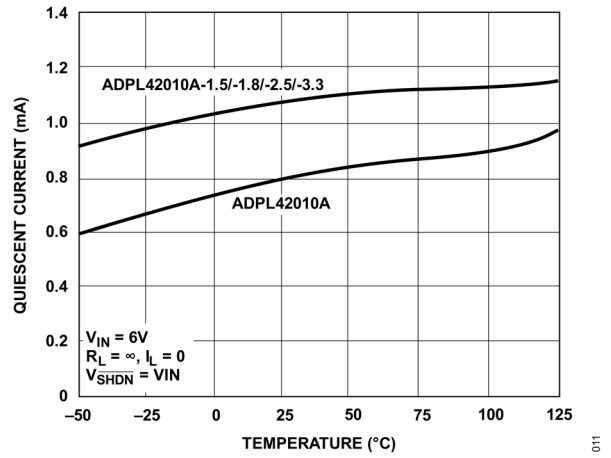


図 6. 静止電流

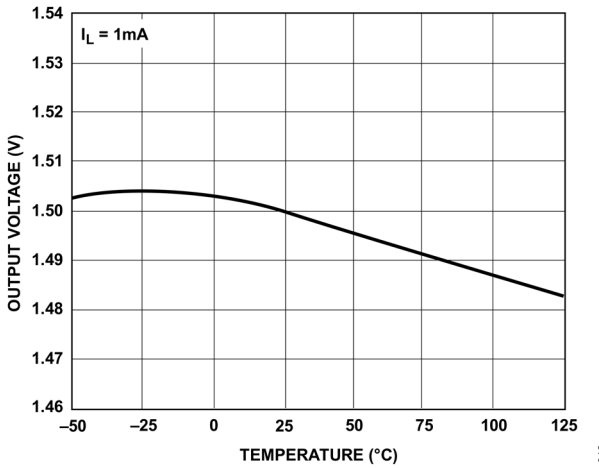


図 7. ADPL42010A-1.5 の出力電圧

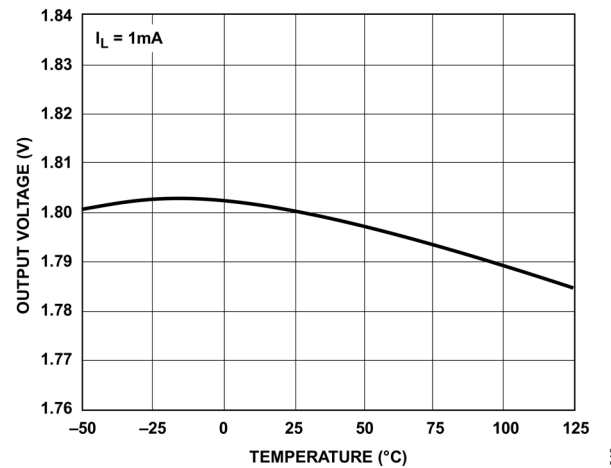


図 8. ADPL42010A-1.8 の出力電圧

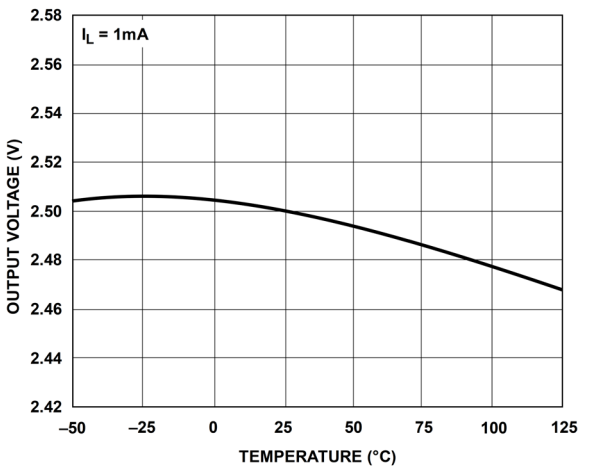


図 9. ADPL42010A-2.5 の出力電圧

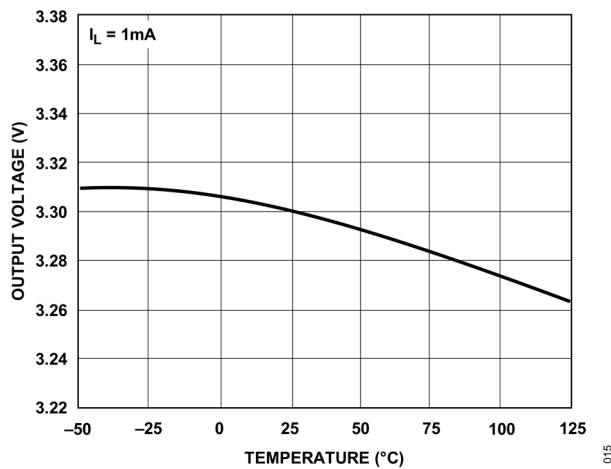


図 10. ADPL42010A-3.3 の出力電圧

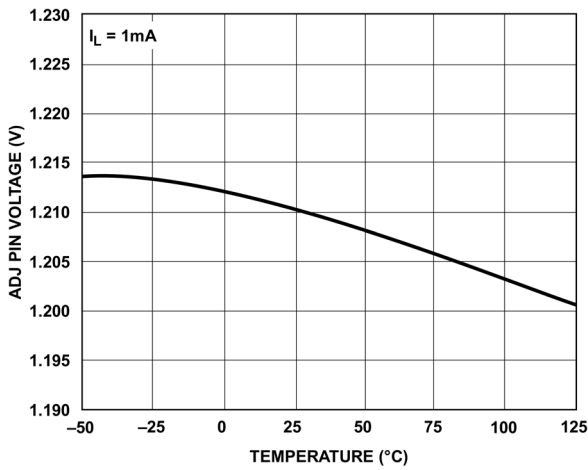


図 11. ADPL42010A の ADJ ピン電圧

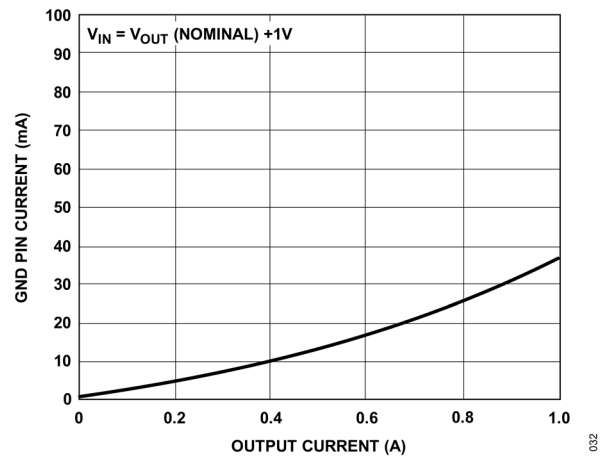


図 12. GND ピン電流と  $I_{LOAD}$  の関係

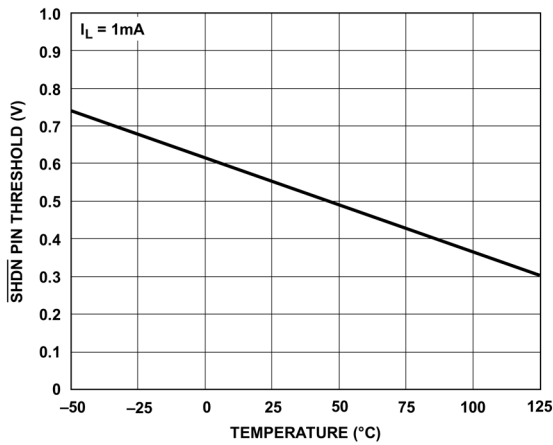


図 13.  $\overline{SHDN}$  ピンのスレッシュヨルド (オンからオフ)

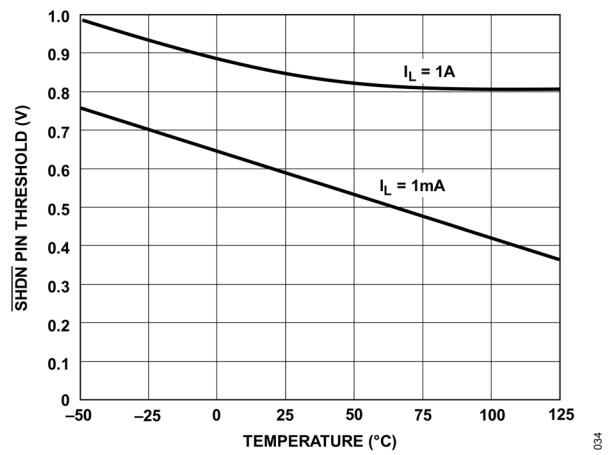


図 14.  $\overline{SHDN}$  ピンのスレッシュヨルド (オフからオン)

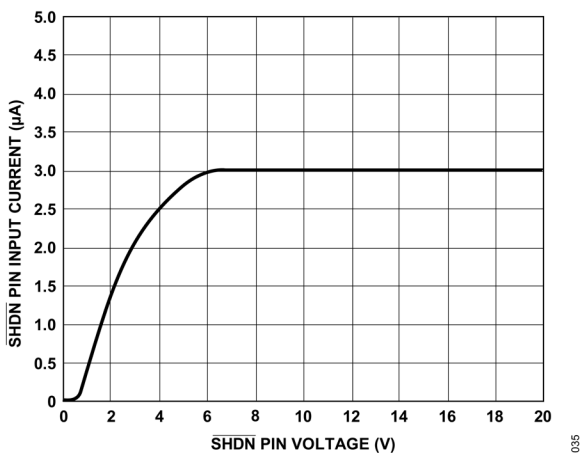


図 15.  $\overline{SHDN}$  ピンの入力電流

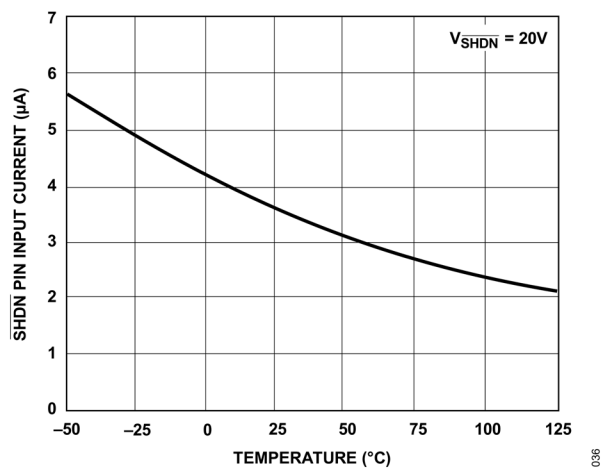


図 16.  $\overline{SHDN}$  ピンの入力電流

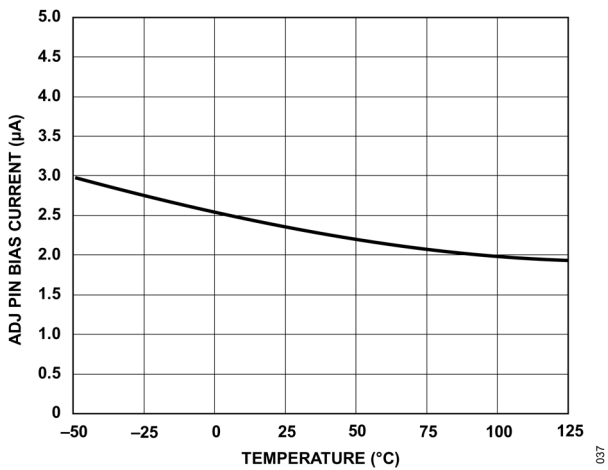


図 17. ADJ ピンのバイアス電流

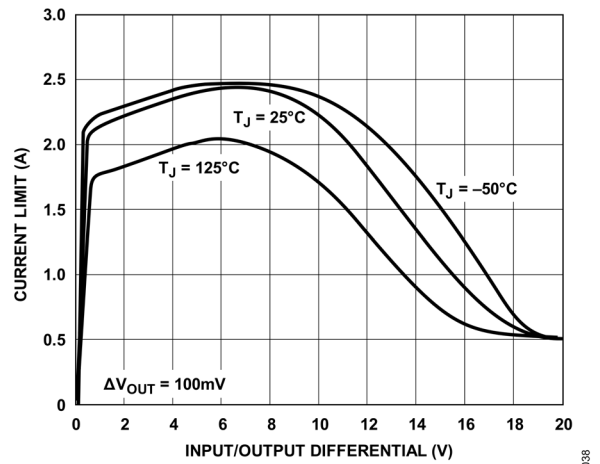


図 18. 様々な温度における電流制限値と入出力電圧差の関係

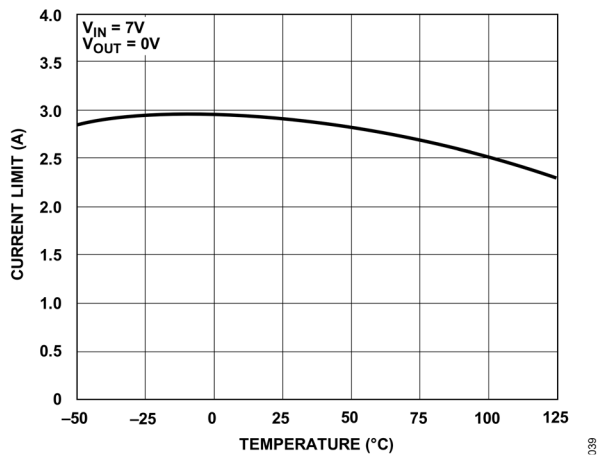


図 19. 電流制限値と温度の関係

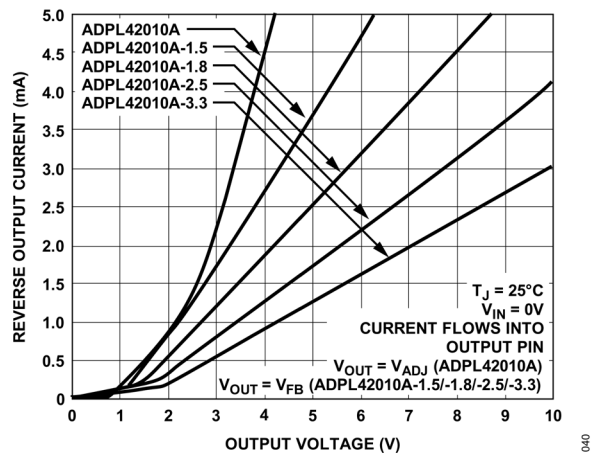


図 20. 逆出力電流

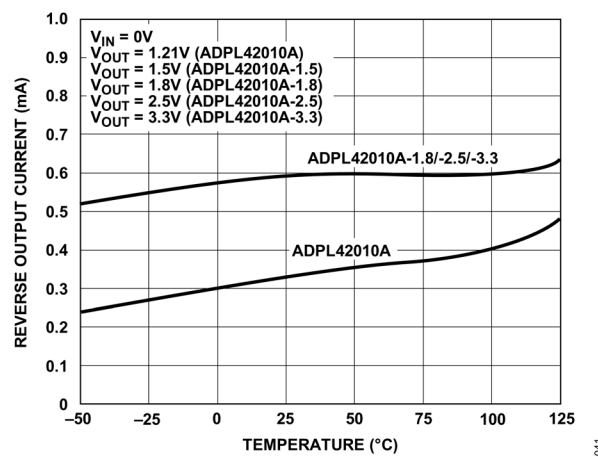


図 21. 逆出力電流

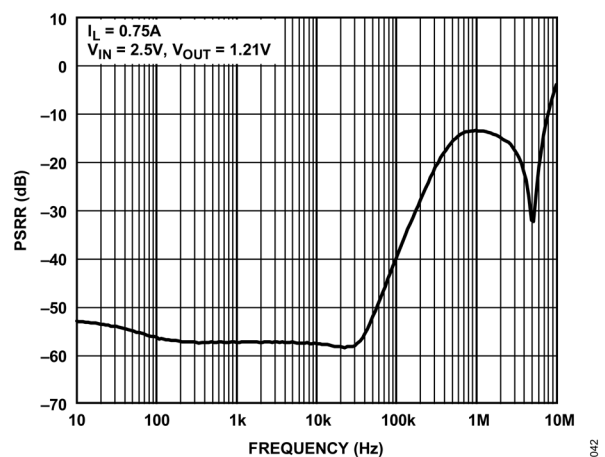


図 22. 電源電圧変動除去比 (PSRR) と周波数の関係

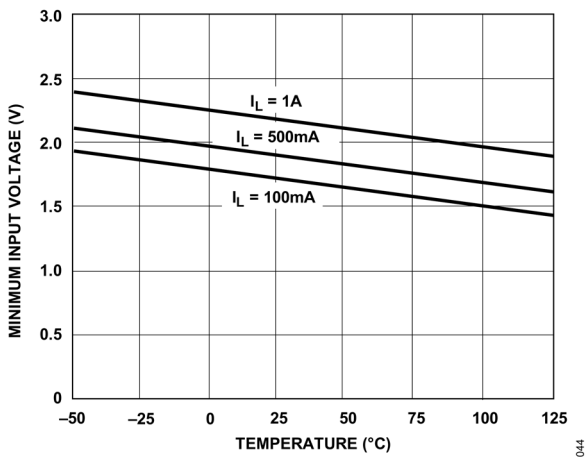


図 23. ADPL42010A の最低入力電圧

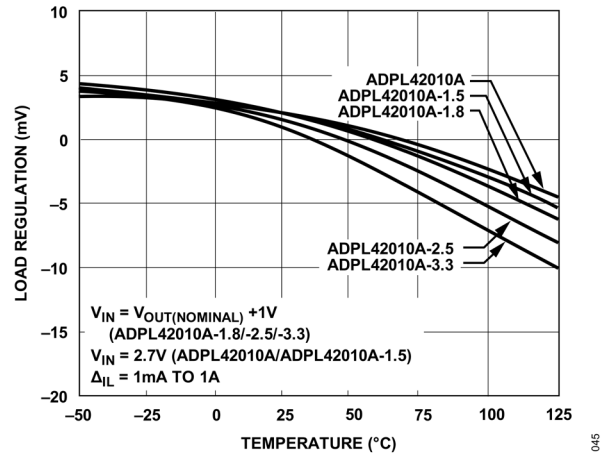


図 24. 負荷レギュレーション

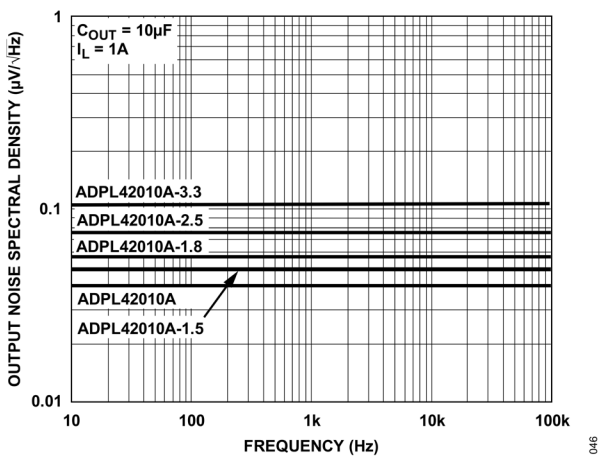


図 25. 出力ノイズ・スペクトル密度

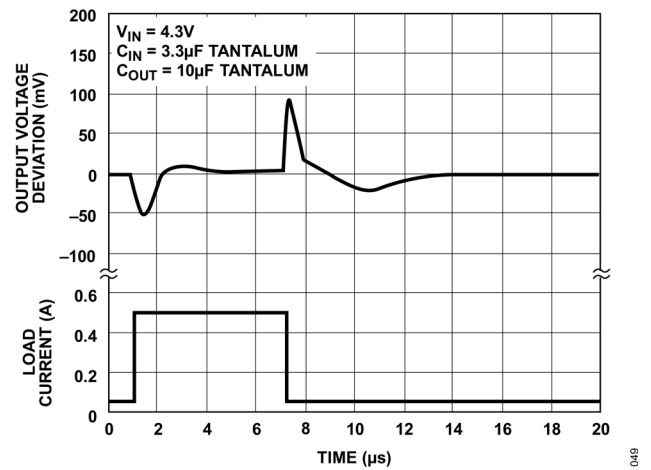


図 26. ADPL42010A-3.3 の過渡応答

## アプリケーション情報

ADPL42010A シリーズは、高速過渡応答に最適化された 1A の低ドロップアウト・レギュレータです。これらのデバイスは、1A の出力電流を供給し、ドロップアウト電圧は 400mV です。動作時静止電流が低く (1mA)、シャットダウン時には 1μA より低くなります。ADPL42010A レギュレータは、静止電流が小さい上に、いくつかの保護機能を備えているため、バッテリー駆動システムでの使用に最適です。このデバイスには、逆入力と逆出力電圧の両方に対する保護があります。入力がグラウンドにプルダウンされた場合に出力電圧をバックアップ・バッテリーで保持できるバッテリー・バックアップ・アプリケーションでは、ADPL42010A は出力と直列のダイオードが存在するかのように動作し、逆電流が流れるのを防止します。更に、レギュレータの負荷が負側電源に戻る両電源アプリケーションでは、出力がグラウンドより最大で 20V も低く引き下げられる可能性があります。それでもデバイスの起動と動作が可能です。

## 調整可能版の動作

調整可能版の ADPL42010A の出力電圧範囲は 1.21V~20V です。図 27 に示すように、出力電圧は 2 つの外付け抵抗の比率により設定されます。このデバイスは、ADJ ピンの電圧がグラウンド基準で 1.21V になるように出力を制御します。R1 を流れる電流は  $1.21V/R1$  に等しく、R2 を流れる電流は、R1 を流れる電流と ADJ ピンのバイアス電流を加えた値になります。ADJ ピンのバイアス電流は R2 を経由して ADJ に流れ、25°C で 3μA です。出力電圧は図 27 の式を使用して計算できます。ADJ ピンのバイアス電流によって生じる出力電圧誤差を小さくするため、R1 の値は 4.17k 未満にします。シャットダウン中は、出力はオフになり分圧器の電流はゼロになります。

調整可能なデバイスは、ADJ ピンを OUT ピンと接続し、出力電圧が 1.21V となる条件でテストされ、仕様規定されています。1.21V より大きい出力電圧の仕様は、目的の出力電圧の 1.21V に対する倍率に比例し、 $V_{OUT}/1.21V$  となります。例えば、 $V_{OUT} = 1.21V$  における出力電流の 1mA から 1A への変化に対する負荷レギュレーションは、代表値で -3mV です。 $V_{OUT} = 5V$  での負荷レギュレーションは次のようになります。

$$(5V/1.21V) \times (-3mV) = -12.4mV$$

## 出力コンデンサと安定性

ADPL42010A レギュレータは帰還回路です。どのような帰還回路でも同様ですが、安定動作のためには周波数補償が必要です。ADPL42010A については、周波数補償には内部的なものと同出力コンデンサによる外部的なものがあります。出力コンデンサのサイズやタイプ、特定の出力コンデンサの ESR が、すべて安定性に影響します。

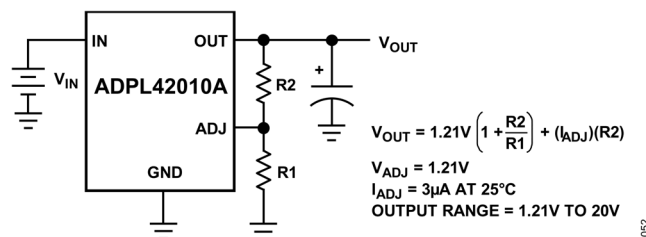


図 27. 調整可能版の動作

出力コンデンサは、安定性の他、高周波過渡応答にも影響します。レギュレータ・ループの帯域幅は有限です。高周波トランジェント負荷が存在する場合、トランジェントからの回復は、出力コンデンサとレギュレータの帯域幅の組み合わせで決まります。ADPL42010A は、使いやすく、幅広い種類の出力コンデンサを使用できるように設計されています。それでも周波数補償には出力コンデンサの影響があるため、最適な周波数安定性を得るためには一定の ESR が必要になる場合があります。特にセラミック・コンデンサの場合にはその傾向が高くなります。

簡便に使用するためには、低 ESR の誘導性高分子タンタル・コンデンサ (POSCAP) が過渡応答特性とレギュレータの安定性の両方の観点で適切な選択となります。そのようなコンデンサには元来 ESR が存在し、安定性が向上します。セラミック・コンデンサの ESR は極度に低く、多くの場合には適切な選択となるものの、直列に小さい抵抗素子を配置することにより安定性を最適化しリングを最小化できます。どの場合にも、最小で  $10\mu\text{F}$  が必要で、許容される最大 ESR は  $3\Omega$  です。

セラミック・コンデンサで ESR が最も効果を示すのは、低出力電圧の場合です。2.5V を下回るような低出力電圧では、ESR の値によってはセラミック出力コンデンサを使用した場合の発振が防止されます。また、ESR の値によっては小さい値のコンデンサを使用することが可能になります。セラミック・コンデンサ使用時に、ESR が十分でないためにわずかなリングが発生する場合には、ESR の追加または容量値の増加により、安定性を改善してリングを低減することができます。表 4 は、負荷過渡応答テスト時の発振を防止するための ESR の最小値を示しています。適当なマージンを得るためには、追加の ESR または容量が必要になります。

表 4. コンデンサの最小 ESR

$V_{\text{OUT}}$	$10\mu\text{F}$	$22\mu\text{F}$	$47\mu\text{F}$	$100\mu\text{F}$
1.2V	20m $\Omega$	15m $\Omega$	10m $\Omega$	5m $\Omega$
1.5V	20m $\Omega$	15m $\Omega$	10m $\Omega$	5m $\Omega$
1.8V	15m $\Omega$	10m $\Omega$	10m $\Omega$	5m $\Omega$
2.5V	5m $\Omega$	5m $\Omega$	5m $\Omega$	5m $\Omega$
3.3V	0m $\Omega$	0m $\Omega$	0m $\Omega$	5m $\Omega$
$\geq 5\text{V}$	0m $\Omega$	0m $\Omega$	0m $\Omega$	0m $\Omega$

図 28～図 30 は、レギュレータの過渡応答に対する ESR の作用を示しています。これらのオシロスコープ画像は、出力電圧を 1.2V とした場合の最も厳しい条件における ADPL42010A の過渡応答を示しています。表 4 からわかるように、出力電圧が高いほど、それに比例して安定性を得るために必要な ESR と出力容量は低くなります。出力負荷の条件は、図 28～図 30 で共通です。どのケースでも、まず 500mA の DC 負荷があります。最初の遷移で 1A への負荷ステップが発生し、2つめの遷移で 500mA に戻るステップが発生します。実際のハードウェアに対して負荷過渡応答テストを実施するのは、回路の安定性を確実なものにするための良い方法です。特に、出力電圧が 5V 以下である場合や、フィルタリングや配線長により出力ネットワークが誘導性である場合に有効です。

図 28 では、 $C_{\text{OUT}}$  が  $10\mu\text{F}$  の条件で適切な安定性を得るために、最小 50m $\Omega$  の ESR が必要となっています。図 29 では、 $C_{\text{OUT}}$  が  $100\mu\text{F}$  の条件で適切な安定性を得るために、最小 10m $\Omega$  の ESR が必要となっています。追加の ESR が存在するコンデンサを低 ESR のセラミック・コンデンサと組み合わせることにより、良好な高周波バイパスと高速セトリング時間の両方を実現できます。図 30 は、 $100\mu\text{F}$  のコンデンサと 40m $\Omega$  を直列接続し、 $10\mu\text{F}$  のセラミック・コンデンサと並列で組み合わせた場合に見られる過渡応答の改善を示しています。

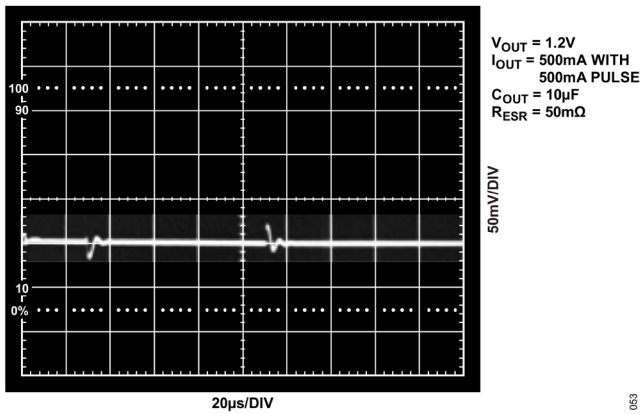


図 28. 10µF  $C_{OUT}$ 、50mΩ  $R_{ESR}$  の条件での 1.2V $_{OUT}$  の過渡応答

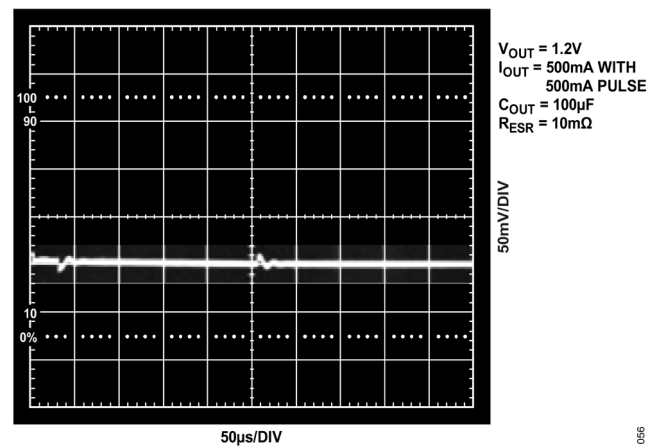


図 29. 100µF  $C_{OUT}$ 、10mΩ  $R_{ESR}$  の条件での 1.2V $_{OUT}$  の過渡応答

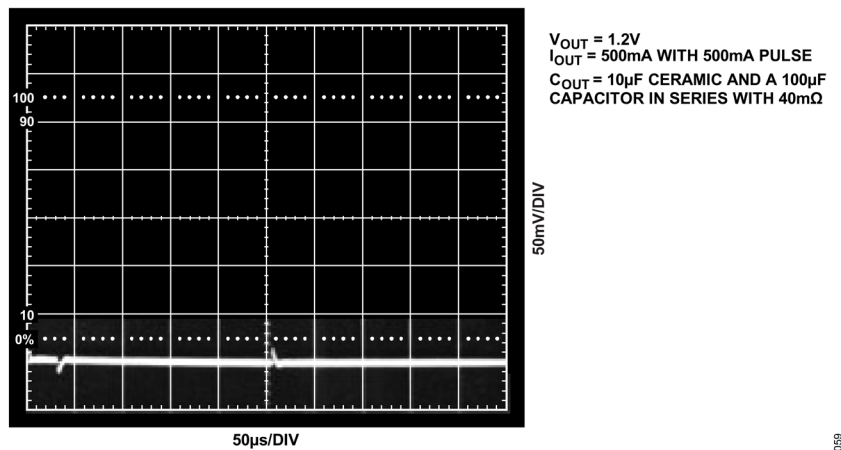


図 30. レギュレータの過渡応答に対する ESR の効果

### タンタル・コンデンサと誘導性高分子タンタル・コンデンサ

多様な種類のタンタル・コンデンサが入手可能で、ESR 仕様も広い範囲にわたっています。従来の品種では、ESR 仕様は数百ミリΩ から数Ω のレベルです。誘導性高分子タンタル・コンデンサの新しい品種のものでは、最大 ESR 仕様が 5mΩ という低さのものもあります。一般的には、ESR 仕様が低いほど、サイズが大きくなり価格も高くなります。誘導性高分子タンタル・コンデンサは、従来の品種よりもサージ対応性能に優れ、一般に ESR が低くなります。SANYO の TPE シリーズや TPB シリーズの中には、ESR 仕様が 20mΩ~50mΩ の範囲のものがあり、ほぼ最適な過渡応答を示します。

### アルミ電解コンデンサ

ADPL42010A ではアルミ電解コンデンサを使用することもできます。セラミック・コンデンサと共に使用することも可能です。最も安価で性能も低い種類のコンデンサです。こうしたコンデンサを選択する際には、種類によっては ESR が 3Ω の最大値を容易に超過するため、注意が必要です。

セラミック・コンデンサ

セラミック・コンデンサの使用においては、特別な注意が必要です。セラミック・コンデンサは様々な誘電体を使って作られているので、温度や印加電圧に対する動作がそれぞれ異なります。最も一般的な誘電体は、Z5U、Y5V、X5R、X7R です。誘電体 Z5U および Y5V は、小型パッケージで高い容量を確保するには適していますが、図 31 と図 32 に示すように、電圧係数と温度係数が大きくなる傾向があります。Y5V 誘電体を使用した 10 $\mu$ F のコンデンサを 5V のレギュレータと共に用いると、動作温度範囲全体では実効値が 1 $\mu$ F~2 $\mu$ F という低い値になる場合があります。誘電体 X5R および X7R は、特性の安定性が高く、出力コンデンサとしての使用に適しています。誘電体 X7R は温度に対する安定性が良好であり、一方、X5R はより低価格で、より高い容量値が得られます。

電圧係数と温度係数以外にも問題になる要因があります。セラミック・コンデンサの中には圧電応答を示すものがあります。圧電素子では、圧電加速度計や圧電マイクの動作と同様、機械的なストレスによって端子間に電圧が発生します。セラミック・コンデンサの場合、この応力はシステム内の振動または熱トランジエントによって引き起こされることがあります。

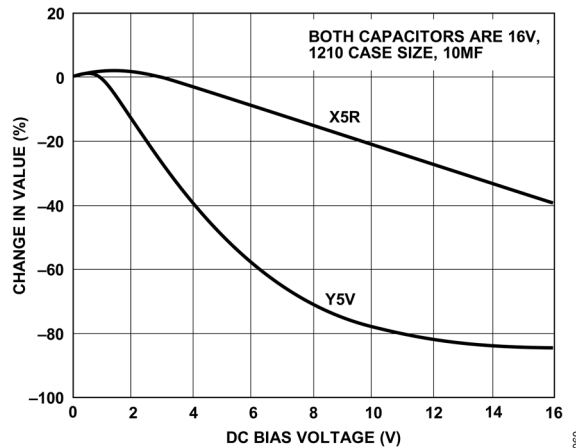


図 31. セラミック・コンデンサの DC バイアス特性

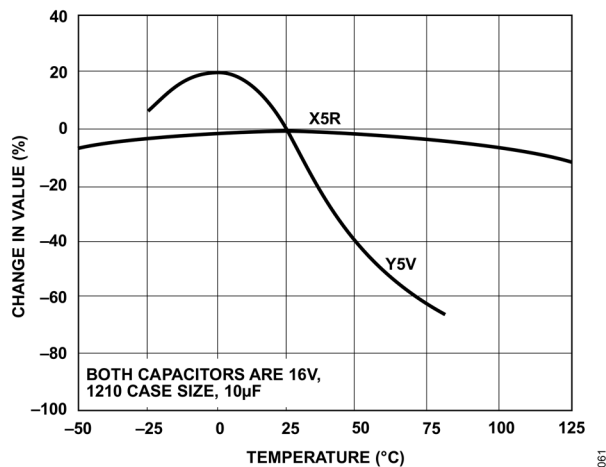


図 32. セラミック・コンデンサの温度特性

## PC 配線パターンによる抵抗

表 5 に示す抵抗値は、実際に抵抗素子をコンデンサと直列に配置することによっても得られますが、出力コンデンサと直列の小さい PC 配線パターンを使用して得ることもできます。ESR の値は厳密でなく広い範囲を取れるので、PC 配線パターンを容易に使用できます。パターンの幅は負荷に関するリップル電流実効値に対応できるサイズにします。出力コンデンサは、出力電流の高速な変化時に数マイクロ秒だけ電流をソースまたはシンクするだけです。出力コンデンサには DC 電流はありません。最も厳しい条件のリップル電流は、出力負荷が高周波数 (>100kHz) の矩形波でピーク値が高くエッジが高速 (<1 $\mu$ s) である場合です。この場合の測定実効値は、ピーク to ピーク電流変化の 0.5 倍になります。エッジが低速であるか周波数が低い場合であれば、コンデンサのリップル電流実効値は大幅に低減します。

表 5. PC 配線パターンによる抵抗

	10m $\Omega$	20m $\Omega$	30m $\Omega$
0.5oz CU	Width: 0.011in (0.28mm) Length: 0.102in (2.6mm)	Width: 0.011in (0.28mm) Length: 0.204in (5.2mm)	Width: 0.011in (0.28mm) Length: 0.307in (7.8mm)
1.0oz CU	Width: 0.006in (0.15mm) Length: 0.110in (2.8mm)	Width: 0.006in (0.15mm) Length: 0.220in (5.6mm)	Width: 0.006in (0.15mm) Length: 0.330in (8.4mm)
2.0oz CU	Width: 0.006in (0.15mm) Length: 0.224in (5.7mm)	Width: 0.006in (0.15mm) Length: 0.450in (11.4mm)	Width: 0.006in (0.15mm) Length: 0.670in (17mm)

この抵抗は、特性の明確な、PC ボードの内層を使用して作成します。抵抗は、追加のメッキ処理を施さない銅層のシート抵抗で主に決まります。表 5 は、様々な銅層の厚さについて、0.75A の電流実効値に対するサイズを示しています。PC 配線パターンで作成する抵抗の詳細については、アプリケーション・ノート 69 : LT1575 UltraFast Linear Controller Makes Fast Transient Response Power Supplies の付録 A を参照してください。

## 過負荷からの回復

多くの IC 電力レギュレータと同様、ADPL42010A-X には安全動作領域 (SOA) 保護機能があります。SOA 保護は入出力間の電圧差の増加を受けて電流制限を減少させ、入出力電圧差のすべての値に対してパワー・トランジスタを安全動作範囲内に保ちます。この保護は、デバイスがブレイクダウンに至るまでは入出力電圧差のすべての値で何らかの出力電流を提供するように設計されています。最初に電源を投入したときには、入力電圧がしだいに上昇し、出力が入力に追従するので、レギュレータは非常に重い負荷に向けて起動できます。スタートアップ中、入力電圧が上昇している間は入出力間の電圧差が小さいため、レギュレータは大きな出力電流を供給できます。入力電圧が高い場合には、出力の短絡を解除しても出力電圧が回復しない問題が発生する可能性があります。この現象は、他のレギュレータ (例えば LT1085) でも見られ、ADPL42010A-X に固有のものではありません。

この問題は、出力負荷が高い条件で、入力電圧が高く出力電圧が低い場合に発生します。同様の状況は、短絡が解除された後や、入力電圧が既にオンになっている状態で  $\overline{\text{SHDN}}$  ピンがハイ・レベルにプルアップされた場合に発生します。そのような負荷の負荷ラインは、出力電流カーブと 2 点で交差します。これが発生する場合、レギュレータには安定な出力動作点が 2 つ存在します。このように 2 点で交差している状態では、出力を回復させるために、入力電源をゼロまで落として再投入する動作が必要になる場合があります。

## 出力電圧ノイズ

ADPL42010A レギュレータは、全負荷時に 10Hz~100kHz の帯域幅にわたって出力電圧ノイズが低くなるように設計されています。この周波数帯域幅にわたる ADPL42010A (調整可能バージョン) の出力電圧ノイズは代表値で 70nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$  です。出力電圧 (抵抗分圧器を使用して生成) が高い場合は、出力電圧ノイズも対応して増加します。これにより、10Hz~100kHz の帯域幅で ADPL42010A では 22 $\mu$ VRMS である実効値ノイズは、ADPL42010A-3.3 では 83 $\mu$ VRMS に増加します。

回路レイアウトとテストについて配慮がなされなければ、測定される出力電圧ノイズが高い値になります。近傍の配線パターンからのクロストークにより、ADPL42010A-X の出力に不要なノイズが発生する可能性があります。ADPL42010A レギュレータの電源電圧変動除去能力は無制限ではなく、入力ノイズがわずかに出力に伝達されるため、電源電圧リップル除去についての考慮も必要です。

## 保護機能

ADPL42010A にはいくつかの保護機能があるため、バッテリー駆動の回路での使用に最適です。電流制限や過熱制限など、モノリシック・レギュレータに関連する通常の保護機能に加えて、このデバイスには入力の逆電圧、出力の逆電圧、出力から入力への逆電圧に対する保護があります。

電流制限保護と熱過負荷保護の機能は、デバイス出力での電流過負荷状態に対してデバイスを保護することを目的としています。通常動作時には、ジャンクション温度が 125°C を超えないようにしてください。

デバイスの入力は 20V の逆電圧に耐えられます。デバイスに流れ込む電流は 1mA 未満（代表的には 100 $\mu$ A 未満）に制限され、出力には負電圧が現れることはありません。デバイスは、こうしてデバイス自体と負荷の両方を保護します。これにより、バッテリーが逆方向に接続された場合でも保護されます。

ADPL42010A の出力は、デバイスを損傷することなくグラウンドより低く引き下げることが可能です。入力がオープン・サーキットまたは接地の場合には、出力をグラウンドより 20V まで低く引き下げることができます。固定電圧バージョンでは、出力は 5k あるいはそれ以上の大きい抵抗として作用し、電流を代表値で 600 $\mu$ A 未満に制限します。調整可能バージョンでは、出力はオープン・サーキットとして作用し、ピンから電流が流れ出ることはありません。入力が電圧源から電源が供給される場合には、出力がデバイスの短絡電流をソースし、過熱制限によりデバイス自体を保護します。この場合は  $\overline{\text{SHDN}}$  ピンを接地するとデバイスがオフになり、出力から短絡電流がソースされなくなります。

調整可能版デバイスの ADJ ピンには、デバイスを損傷することなく、グラウンドから正負 7V までの電圧をかけることができます。入力がオープン・サーキットまたは接地の場合、ADJ ピンは、グラウンド未満の電圧であればオープン・サーキットとして作用し、グラウンドより高い電圧であればダイオードに直列の大きい抵抗（代表値 5k）として作用します。

出力電圧がハイ・レベルにプルアップされる場合に ADJ ピンを 7V のクランプ電圧より高く引き上げる抵抗分圧器に ADJ ピンが接続されている状況では、ADJ ピンの入力電流を 5mA よりも低く制限する必要があります。例えば、出力を強制的に 20V にする場合に、1.21V のリファレンスから 1.5V に安定化された出力を生成する抵抗分圧器が使用されているとします。抵抗分圧器の上側の抵抗は、ADJ ピンが 7V のときに ADJ ピンに流れ込む電流が 5mA 未満になるように選択する必要があります。OUT ピンと ADJ ピンの間の 13V の電圧差を、ADJ ピンに流れる電流の最大値の 5mA で割ると、上側抵抗の最小値として 2.6k が得られます。

バックアップ・バッテリーが必要な回路では、様々な入力と出力の条件が発生します。入力がグラウンドにプルダウンされる場合、一定の中間的な電圧に保たれる場合、あるいはオープン・サーキットのままになっている場合でも、出力電圧が保持される可能性があります。出力に戻って流れる電流は、[図 33](#) に示すようなカーブのようになります。

ADPL42010A の IN ピンの電圧が強制的に OUT ピンより低くされる場合も、OUT ピンが IN ピンより高く保たれる場合も、入力電流は代表値で 2 $\mu$ A 未満になります。これは、デバイスの入力が放電した（低電圧の）バッテリーに接続され、出力電圧がバックアップ・バッテリーまたは別のレギュレータ回路で保持される場合に発生する可能性があります。 $\overline{\text{SHDN}}$  ピンの状態は、出力が入力より高くなっているときの逆出力電流には影響しません。

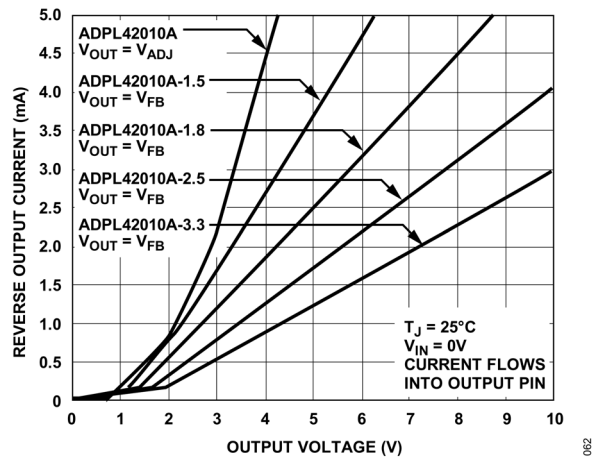


図 33. 逆出力電流

### 熱に関する考慮事項

デバイスの電力処理能力は、最大定格ジャンクション温度（125°C）で制限されます。デバイスでの消費電力は、次の2つの成分からなります。

1. 出力電流と入出力電圧差を掛けたもの： $(I_{OUT}) \times (V_{IN} - V_{OUT})$
2. GND ピンの電流と入力電圧を掛けたもの： $(I_{GND}) \times (V_{IN})$

GND ピン電流については、[図 12](#)を参照してください。消費電力は上に示した2つの成分の和と等しくなります。

ADPL42010A は温度制限機能を内蔵しており、過負荷条件下でデバイスを保護するよう設計されています。連続的な通常負荷条件に対しては、125°Cの最大ジャンクション温度を超えないようにしてください。

PCB レイアウトに関する考慮事項

ADPL42010A の PCB レイアウトを設計する際には、ジャンクションから周囲へのすべての熱抵抗発生源を考慮することが重要です。近傍に実装されるその他の熱源についても考慮が必要です。ADPL42010A のピンと露出パッドがハンダ付けされる場所の銅の量を増やすと、パッケージからの放熱を改善することができます。サーマル・ビアを使用して、露出パッドを PCB の反対面の銅領域に接続することもできます。ただし、最終的には効果の限界点に達して、それ以上銅の面積を増やしても放熱を大きく改善できなくなります。

ADPL42010A の PCB レイアウトを設計する際には、電気的性能に関しても、部品配置やグラウンド・レイヤの配置について慎重な配慮が重要です。入力コンデンサは VIN ピンと GND ピンのできるだけ近くに配置します。出力コンデンサは VOUT ピンと GND ピンのできるだけ近くに配置します。入力コンデンサおよび出力コンデンサは、ADPL42010A と PCB の同じ面に配置し、それぞれのグラウンド端子を相互に近づけます。入力コンデンサ、出力コンデンサ、ADPL42010A のグラウンドはすべてデバイス的一方の側で接続し、制御信号のグラウンドは ADPL42010A にデバイスの反対側で接続します。切れ目のないグラウンド・プレーンを、ADPL42010A に対して PCB の最上層または最下層に隣接する PCB 層に置いて使用します。図 34 に、レギュレータの性能を最大限に引き出すための推奨レイアウトを示します。

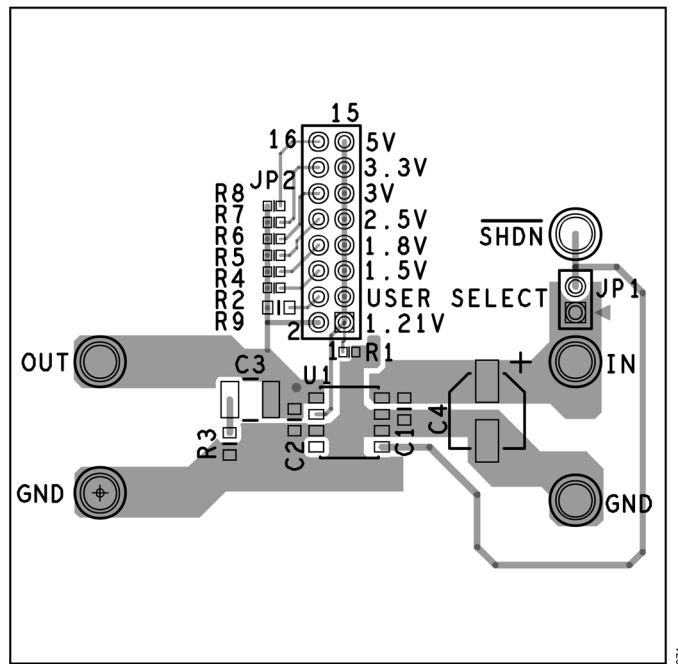


図 34. ADPL42010A の PCB レイアウト例

外形寸法

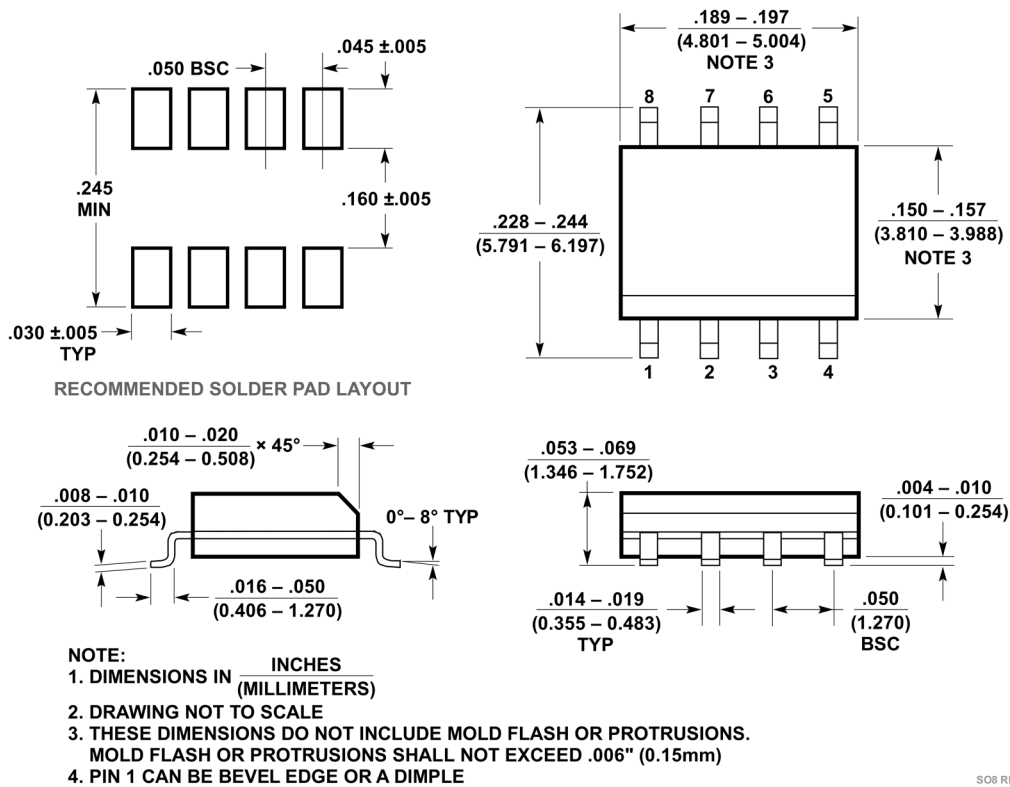
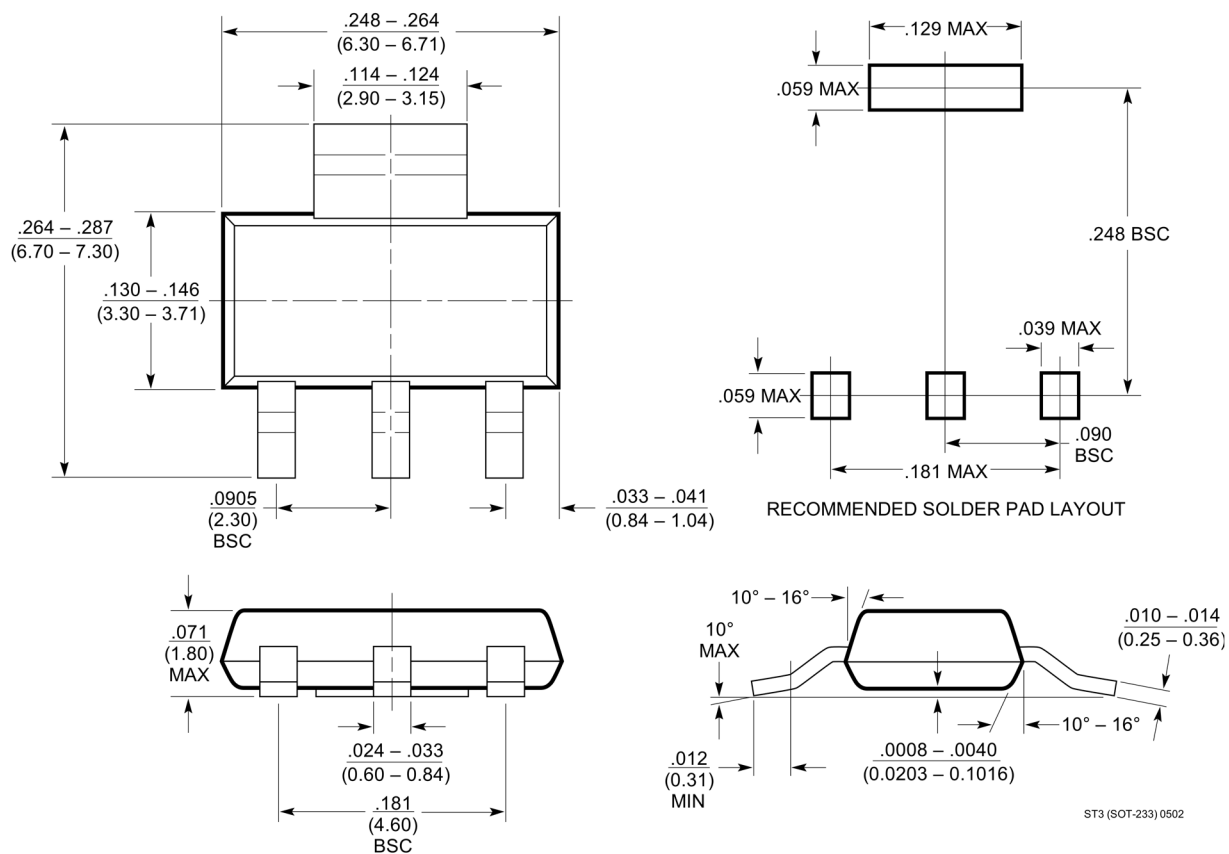


FIG. 00827

S08 REV G 0212

図 35. S8 パッケージ  
8ピン・プラスチック・スモール・アウトライン (ナロー0.150インチ)  
(LTC DWG # 05-08-1610 Rev G 参照)



ST3 (SOT-233) 0502

図 36. ST パッケージ  
3 ピン・プラスチック SOT-223  
(LTC DWG # 05-08-1630 参照)

## オーダー・ガイド

表 6. オーダー・ガイド

MODEL <sup>1,2</sup>	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE DESCRIPTION	PACKAGE OPTION
ADPL42010ABKZZ-2.5	-40°C to +125°C	3-Lead Plastic SOT-223	05-08-1630
ADPL42010ABKZZ-2.5-RL	-40°C to +125°C	3-Lead Plastic SOT-223	05-08-1630
ADPL42010ABKZZ-3.3	-40°C to +125°C	3-Lead Plastic SOT-223	05-08-1630
ADPL42010ABKZZ-3.3-RL	-40°C to +125°C	3-Lead Plastic SOT-223	05-08-1630
ADPL42010ABRCZ	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-RL	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-1.5	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-1.5-RL	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-1.8	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-1.8-RL	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-2.5	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-2.5-RL	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-3.3	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610
ADPL42010ABRCZ-3.3-RL	-40°C to +125°C	8-Lead Plastic SO	05-08-1610

<sup>1</sup>Z = RoHS 準拠製品。<sup>2</sup>RL = テープのリール巻き。

表 7. 出力電圧オプション

MODEL <sup>1,2</sup>	OUTPUT VOLTAGE (V)
ADPL42010ABRCZ	Adjustable (1.21)
ADPL42010ABRCZ-1.5, ADPL42010ABRCZ-1.5-RL	1.5
ADPL42010ABRCZ-1.8, ADPL42010ABRCZ-1.8-RL	1.8
ADPL42010ABRCZ-2.5, ADPL42010ABKZZ-2.5, ADPL42010ABRCZ-2.5-RL, ADPL42010ABKZZ-2.5-RL	2.5
ADPL42010ABRCZ-3.3, ADPL42010ABKZZ-3.3, ADPL42010ABKZZ-3.3-RL, ADPL42010ABRCZ-3.3-RL	3.3

<sup>1</sup>Z = RoHS 準拠製品。<sup>2</sup>RL = テープのリール巻き。

表 8. 評価用ボード

MODEL <sup>1,2</sup>	PACKAGE DESCRIPTION
EVAL-ADPL42010AZ	8-Lead SO Package Evaluation Board

<sup>1</sup>Z = RoHS 準拠製品。<sup>2</sup>評価用ボードは調整可能な ADPL42010A 製品を使用して事前設定されています。

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	12/25	初版発行	-

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。ここに記載されているすべてのアナログ・デバイセズ製品の提供は、販売状況および在庫状況に依存します。