

## ADP3336

### 特長

高精度のラインおよび負荷変動： $\pm 0.9\%$ @25

温度変動 $\pm 1.8\%$

超低ドロップアウト電圧：200mV (Typ) @500mA

$C_0 = 1.0 \mu\text{F}$ のみで安定

anyCAP = 任意の種類のコンデンサ (Any Type of Capacitor) で安定 (MLCCを含む)

電流 / 熱制限

ローノイズ

低シャットダウン電流： $< 1.0 \mu\text{A}$

電源電圧範囲：2.6 ~ 12V

周辺温度範囲：-40 ~ +85

超小型熱特性改良8ピンMSOPパッケージ

### アプリケーション

PCMCIAカード

携帯電話

ビデオ・カメラ、カメラ

ネットワーク・システム、DSL / ケーブル・モデム

MP3/CDプレイヤー

DSP電源

### 概要

ADP3336は、高精度低ドロップアウトanyCAP電圧レギュレータADP333xファミリーの製品です。2.6 ~ 12Vの入力電圧で動作し、500mAまでの連続的な負荷電流を供給します。あらゆる8ピンMSOPパッケージの中で最低の熱抵抗を備え、改良されたプロセスによる卓越した性能を実現して、競合品を凌駕しています。特許取得の設計により、わずか $10 \mu\text{F}$ のコンデンサを追加するだけで安定動作を実現します。ADP3336は、出力コンデンサの等価出力抵抗 (ESR: Equivalent Series Resistance) の影響を受けにくく、スペースが限定されるアプリケーションで使われるセラミック (MLCC) タイプを含む、あらゆる良質なコンデンサで安定動作します。ADP3336は、室温で $\pm 0.9\%$ 、全温度、ライン、負荷範囲で $\pm 1.8\%$ という極めて高い精度を達成します。ADP3336のドロップアウト電圧は、500mAでわずかに200mV (代表値) です。また、安全電流制限、熱過負荷保護、シャットダウン機能も備えています。シャットダウン・モードでは、グラウンド電流は $1 \mu\text{A}$ 未満に低減されます。ADP3336の静止電流は、軽い負荷条件で、 $80 \mu\text{A}$  (代表値) と非常に低い値となっています。

anyCAPは、アナログ・デバイセズの商標です。

REV.0

機能ブロック図

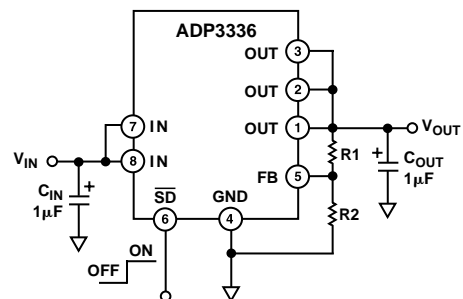
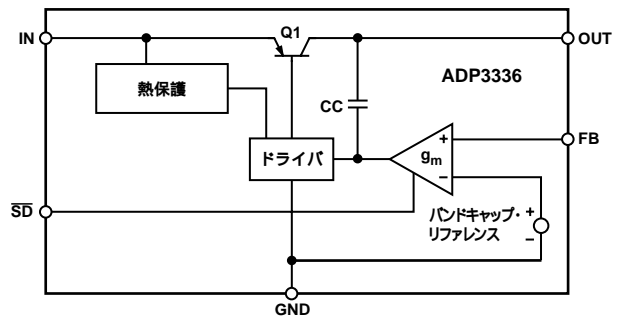


図1 代表的なアプリケーション回路

アナログ・デバイス社が提供する情報は正確で信頼できるものを期していますが、その情報の利用または利用したことにより引き起こされる第三者の特許または権利の侵害に関して、当社はいっさいの責任を負いません。さらに、アナログ・デバイス社の特許または特許の権利の使用を許諾するものでもありません。

# ADP3336 - 仕様<sup>1,2</sup>

(特に指示のない限り、 $V_{IN} = 6.0V$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 1.0\mu F$ 、 $T_J = -40 \sim +85$  )

パラメータ	記号	条件	Min	Typ	Max	単位
出力 電圧精度 <sup>3,4</sup>	$V_{OUT}$	$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.4V \sim 12V$ $I_L = 0.1 \sim 500mA$ $T_J = 25$	-0.9		+0.9	%
		$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.4V \sim 12V$ $I_L = 0.1 \sim 500mA$ $T_J = -40 \sim +125$	-1.8		+1.8	%
		$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.4V \sim 12V$ $I_L = 0.1 \sim 500mA$ $T_J = 150$	-2.3		+2.3	%
ラインレギュレーション <sup>3</sup>		$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 0.4V \sim 12V$ $I_L = 0.1mA$ $T_A = 25$			0.04	mV/V
負荷レギュレーション		$I_L = 0.1 \sim 500mA$ $T_A = 25$		0.04		mV/mA
ドロップアウト電圧	$V_{DROP}$	$V_{OUT} = V_{OUT(NOM)}$ の98% $I_L = 500mA$ $I_L = 300mA$ $I_L = 50mA$ $I_L = 0.1mA$		200 140 60 10	400 235 130	mV mV mV mV
ピーク負荷電流	$I_{LDPK}$	$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} + 1V$		800		mA
出力ノイズ	$V_{NOISE}$	$f = 10Hz \sim 100kHz, C_L = 10\mu F$ $I_L = 500mA, C_{NR} = 10nF, V_{OUT} = 2.5$ $f = 10Hz \sim 100kHz, C_L = 10\mu F$ $I_L = 500mA, C_{NR} = 0nF, V_{OUT} = 2.5$		27 45		$\mu V$ rms $\mu V$ rms
グラウンド電流 <sup>5</sup> レギュレーション時	$I_{GND}$	$I_L = 500mA$ $I_L = 300mA$ $I_L = 50mA$ $I_L = 0.1mA$		4.5 2.6 0.5 80	10 6 1.5 110	mA mA mA $\mu A$
ドロップアウト時	$I_{GND}$	$V_{IN} = V_{OUT(NOM)} - 100mV$ $I_L = 0.1mA$		120	400	$\mu A$
シャットダウン時	$I_{GNDSD}$	$\overline{SD} = 0V, V_{IN} = 12V$		0.01	1	$\mu A$
シャットダウン スレシヨルド電圧	$V_{THSD}$	ON OFF	2.0		0.4	V V
$\overline{SD}$ 入力電流	$I_{\overline{SD}}$	$0 \overline{SD} 12V$		1.2	5	$\mu A$
シャットダウン出力電流	$I_{\overline{OSD}}$	$T_A = 25, V_{IN} = 12V$ $T_A = 85, V_{IN} = 12V$		0.01 0.01	1 1	$\mu A$ $\mu A$

## 注

1. 温度限界におけるすべての制限は、標準品質管理 (Standard Stastical Quality Control) 手法により相関的に保証されています。
2. アプリケーション無負荷時において安定です。
3.  $V_{OUT(NOM)}$  2.2Vのモデルについて $V_{IN} = 2.6 \sim 12V$ です。
4. 1.5 ~ 10Vの $V_{OUT}$ 範囲です。
5. グラウンド電流には、外部抵抗を通過する電流が含まれます。  
仕様は予告なく変更されることがあります。

## 絶対最大定格\*

入力電源電圧	.....	- 0.3 ~ + 16V
シャットダウン入力電圧	.....	- 0.3 ~ + 16V
消費電力	.....	内部的に制限
動作周辺温度範囲	.....	- 40 ~ + 85
動作接合温度範囲	.....	- 40 ~ + 150
JA2層	.....	153 /W
JA4層	.....	110 /W
保管温度範囲	.....	- 65 ~ + 150
ピン温度範囲 (ハンダ付け、10秒)	.....	300
蒸着 (60秒)	.....	215
赤外線 (15秒)	.....	220

\*これは、ストレスについての定格のみです；これらの限界をこえた動作によりデバイスに永久的な損傷が生じる場合があります。

## オーダー・ガイド

モデル	出力電圧	パッケージ	パッケージ	ブランド情報
ADP3336	ADJ	mini_SO	RM-8	LHA

## ピン機能説明

ピン番号	記号	機能
1,2,3	OUT	レギュレータの出力。1.0 $\mu$ F以上のコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。適正な動作のために、すべてのピンを一括して接続する必要があります。
4	GND	グラウンド・ピン
5	FB	フィードバック入力。出力電圧を設定する外部の抵抗器による分圧器に接続してください。これにより、出力ノイズをさらに低減することができます。(詳細については、仕様を参照してください)。C <sub>OUT</sub> > 3.3 $\mu$ Fとなる場合にはコンデンサが必要となります。
6	SD	アクティブ・ローのシャットダウン・ピン。レギュレータの出力をディスエーブルにするためにはグラウンドに接続します。シャットダウンを使用しない場合には、このピンを入力ピンに接続する必要があります。
7,8	IN	レギュレータ入力。適正な動作のために、すべてのピンを一括して接続する必要があります。

## ピン配置

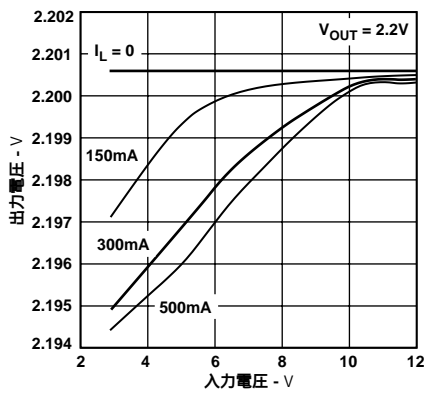


## 注意

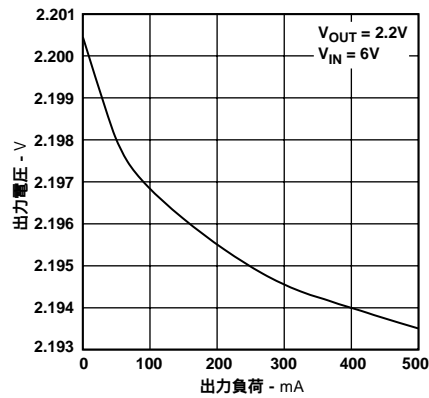
ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。4000Vもの高圧の静電気が人体やテスト装置に容易に帯電し、検知されことなく放電されることがあります。本製品には当社独自のESD保護回路を備えていますが、高エネルギーの静電放電を受けたデバイスには回復不可能な損傷が発生することがあります。このため、性能低下や機能喪失を回避するために、適切なESD予防措置をとるようお奨めします。



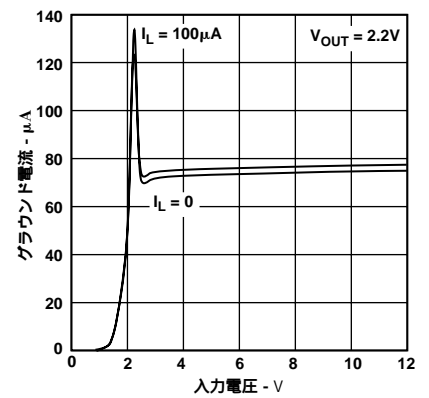
# AD3336 - 代表的な性能特性



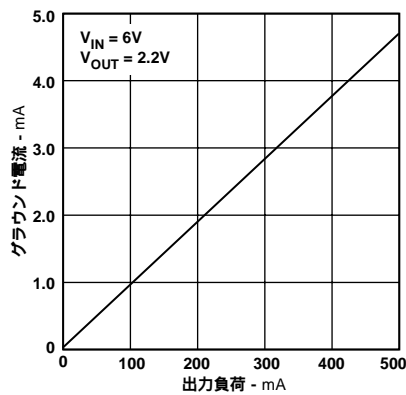
特性1 ライン・レギュレーション電圧  
対 電源電圧



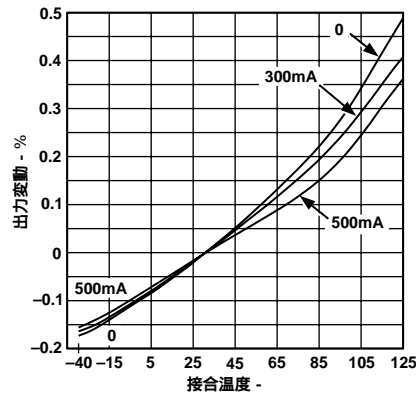
特性2 出力電圧 対 負荷電流



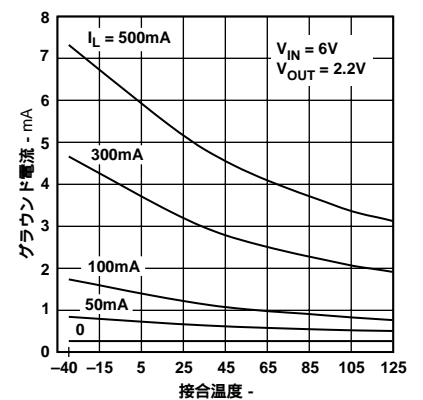
特性3 グラウンド電流 対 電源電圧



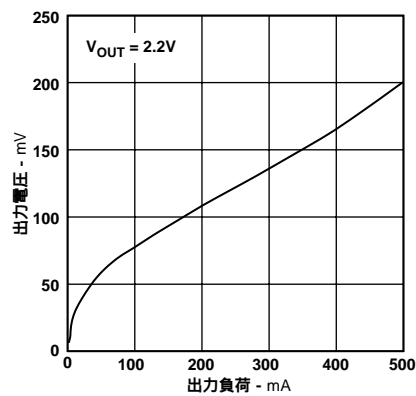
特性4 グラウンド電流 対 負荷電流



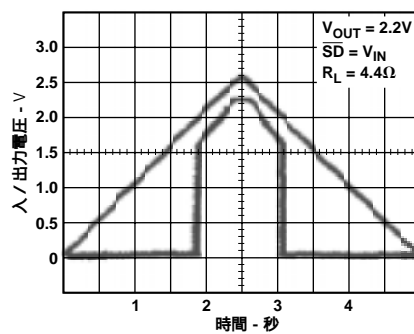
特性5 出力電圧変動% 対 接合温度



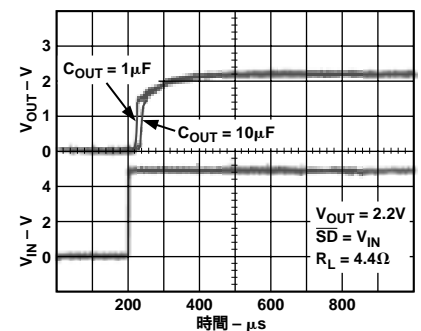
特性6 グラウンド電流 対 接合温度



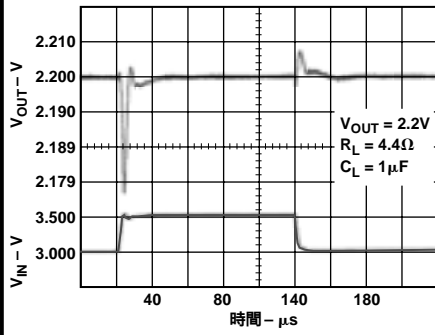
特性7 ドロップアウト電圧 対 出力電流



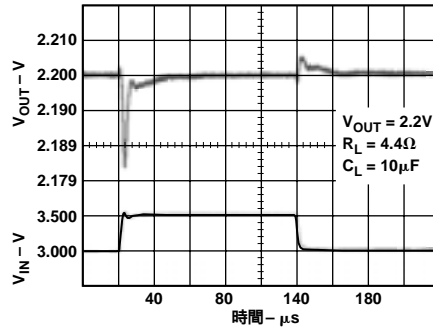
特性8 パワーアップ/パワーダウン



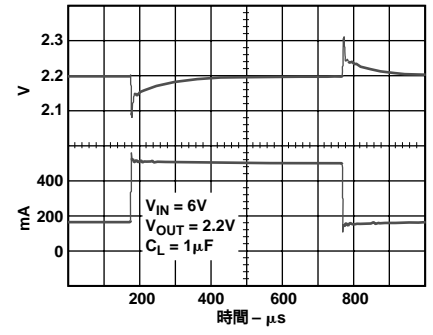
特性9 パワーアップ応答



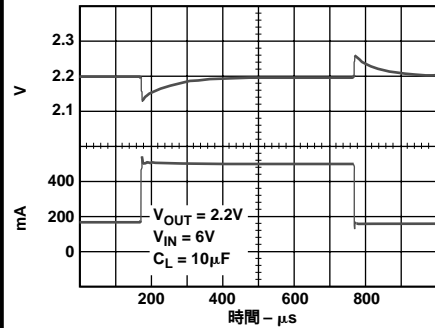
特性10 ライン過渡応答



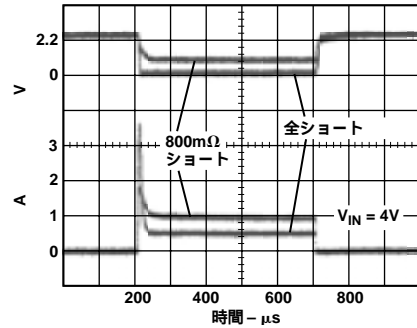
特性11 ライン過渡応答



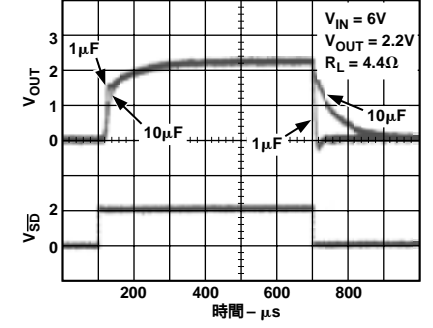
特性12 負荷過渡応答



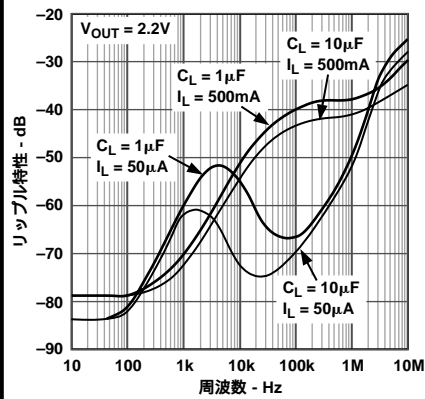
特性13 負荷過渡応答



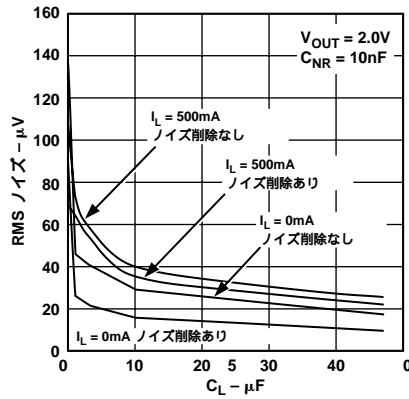
特性14 短絡電流



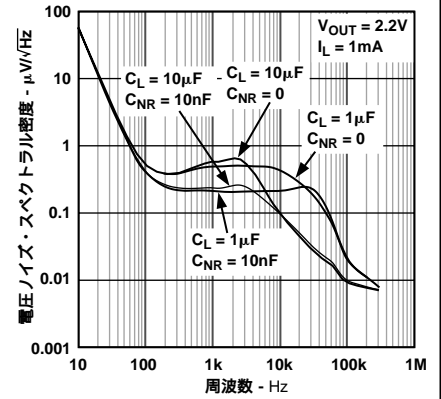
特性15 ターン・オン/オフ応答



特性16 電源リップル除去



特性17 RMSノイズ対  $C_L$   
(10Hz ~ 100kHz)



特性18 出力ノイズ密度

# AD3336

## 動作原理

新しい anyCAP LDO ADP3336では、レギュレーションおよびリファレンスの機能に単一の制御ループを用いています。出力電圧は、利用可能な電圧を提供するために変更されるR1およびR2からなる抵抗分圧器によって検出されます。フィードバックは、シリーズ・ダイオード(D1)および第2の抵抗分圧器(R3、R4)からアンプの入力を介してこのネットワークから取り出されます。

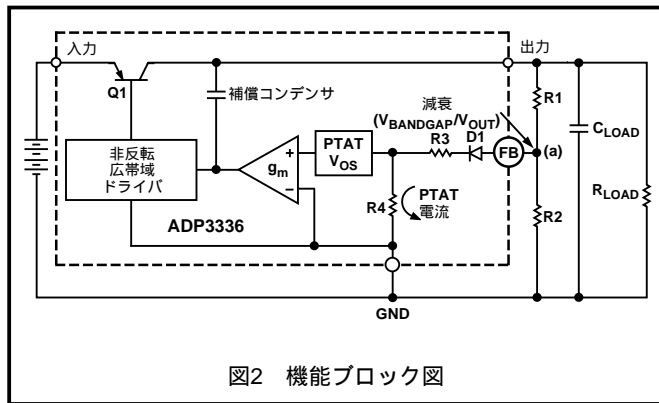


図2 機能ブロック図

このループの制御には、非常に大きなゲインの誤差アンプが用いられます。このアンプは平衡器によって再現可能で非常によく制御された、温度に比例する大きな入力である「オフセット電圧」を生成します。温度に比例するオフセット電圧は、補償ダイオード電圧と組み合わせ、ネットワークに潜在する「仮想的バンドギャップ」を生成しますが、これは回路では顕在化しません。つまり、この特許取得設計では1つのアンプだけでループの制御が可能です。またこの手法は、ノイズ源のトレード・オフにより大きな柔軟性が得られるので、ローノイズの設計を実現し、アンプのノイズ特性を改善します。

分圧器R1とR2の分圧比は、バンドギャップ電圧の出力電圧に対する比と同じにしてください。R1とR2による抵抗分圧器は、ダイオードD1およびR3とR4による第2の分圧器を負荷としますが、その値は温度に対して安定な出力を生成するように設定できます。このユニークな構成は、特に分圧器の負荷を補正して、従来の回路におけるベース負荷電流による誤差を回避します。

特許取得のアンプは、パス・トランジスタQ1をドライブする新しい独自の非反転ドライバを制御します。この特殊な非反転ドライバの使用により、周波数補償が可能になり、負荷コンデンサを極分割配置とし、負荷コンデンサの容量、タイプ、ESRへの感度を抑えます。

多くのLDOでは、負荷容量と抵抗が不確定なため、ESRを安定させることが難しく、ESR値の範囲について非常に厳しい条件があります。さらに、従来のLDOの安定動作に必要なとされるESR値は負荷と温度に依存して変化します。これらのESRについての制限は、不明確な仕様と極めて大きな温度に対する変動によって、LDOを用いた設計をさらに難しくしていました。

ADP3336 anyCAP LDOには、もはや、このような事情はありません。品質の優れたコンデンサと組み合わせれば、最小ESR値の制約なしに使用できます。この革新的な設計により、出力側にわずか1μFのコンデンサを加えるだけで回路の安定が可能で、この極分割技術のさらなる利点として、優れたライン・ノイズ除去と極めて高いレギュレータ・ゲインがあり、このためラインと負荷の安定性に優れています。±1.8%の高精度は、全ライン、負荷、温度にわたって保証されています。

さらに、この回路の特長として電流制限、熱シャットダウン、ノイズ除去があります。

## アプリケーション情報

### コンデンサの選択

出力コンデンサ:どのマイクロパワー・デバイスについても、出力過渡応答は出力応答の原因となります。ADP3336は、広範囲のコンデンサ容量、タイプ、ESR値で安定動作します (anyCAP)。わずか1μFのコンデンサを追加するだけで高い安定性が実現しますが、大きな出力電流サージが予想される場合には、コンデンサの値をより大きくしてください。ADP3336は、極めて低いESR値のコンデンサ (ESR = 0)、例えば積層セラミック・コンデンサ (MLCC) や (OSCON) で安定動作します。一部のタイプのコンデンサの実効容量は、低温では最低値より小さくなるので注意してください。最低動作温度でのコンデンサ容量が1μF以上となるようにしてください。

### 入力バイパス・コンデンサ

入力バイパス・コンデンサは厳密には不要ですが、長い入力ワイヤや高いソース・インピーダンスのアプリケーションでは採用を推奨します。INからグラウンドに1μFのコンデンサを接続することにより、PCボード・レイアウトに対する回路の感度を低減できます。より大きな出力コンデンサを使用する場合には、入力コンデンサも大きくすることを推奨します。

### ノイズ除去

ノイズ・リダクション・コンデンサ (C<sub>NR</sub>) により、ノイズがさらに6~10dB低下できます (特性18)。100~500PFとリークが少ないコンデンサを使えば最良の結果が得られます。フィードバック・ピン (FB) は、内部でハイ・インピーダンスのノードに接続されているため、このノードへの接続は外部ソースからのノイズ混入を防止するために慎重に行ってください。このピンに接続するパッドは、できる限り小さくする必要があります。PCボードの長い配線は推奨できません。ノイズ除去コンデンサを追加するときには、シャットダウン以外の状態で最小負荷電流1mAを確保します。

C<sub>NR</sub>が大きくなるにつれ、ターンオン時間が遅延することに注意してください。C<sub>NR</sub>の値が1nFを超える場合には、この遅延は数ms単位となります。

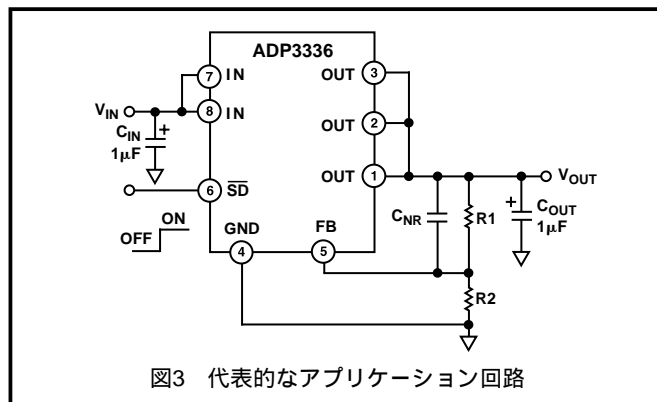


図3 代表的なアプリケーション回路

## 出力電圧

ADP3336は、外部の抵抗分圧器を使って調節可能な出力電圧を備えています。出力電圧は、R1とR2により分圧され、次にFBピンに戻されます。

出力電圧の温度変化に対する敏感さを最小化するためには、R1とR2の並列抵抗を、常に50kΩ とすることが重要です。

$$\frac{R1 + R2}{R1 + R2} = 50 \text{ k}\Omega$$

また、温度範囲全体で最高の精度を得るためには、フィードバック電圧を1.178Vに設定する必要があります。

$$V_{FB} = V_{OUT} \times \left[ \frac{R2}{R1 + R2} \right]$$

ここで、 $V_{OUT}$ は必要とされる出力電圧であり、 $V_{FB}$ は「仮想バンドギャップ」電圧です。内部的なPTAT電流による負荷のため、実際には $V_{FB}$ はFBピンに現れないことに注意してください。

上記の式を組み合わせるとR1およびR2について解くと、次の式が得られます。

$$R1 = 50 \text{ k}\Omega \times \frac{V_{OUT}}{V_{FB}}$$

$$R2 = \frac{50 \text{ k}\Omega}{\left[ 1 - \frac{V_{FB}}{V_{OUT}} \right]}$$

表1 フィードバック抵抗の選択

$V_{OUT}$	R1 (1% 抵抗)	R2 (1% 抵抗)
1.5 V	63.4 kΩ	232 kΩ
1.8 V	76.8 kΩ	147 kΩ
2.2 V	93.1 kΩ	107 kΩ
2.7 V	115 kΩ	88.7 kΩ
3.3 V	140 kΩ	78.7 kΩ
5 V	210 kΩ	64.9 kΩ
10 V	422 kΩ	56.2 kΩ

ADP3336は独自の「パドル・アンダー・リード」パッケージ設計を採用しており、8ピンMSOPの実装面積において最高の熱性能を達成しています。この新パッケージでは、電氣的に絶縁されたダイ・アタッチを採用して、すべてのピンから熱伝導できるようになっています。この技術では、標準的な8ピンMSOPの場合リードフレームの熱抵抗が160 /Wを超えるところを、4層基板において110 /Wまで低減しています。図4に8ピンMSOPおよびパドル・アンダー・リードの標準的な物理的構造を示します。

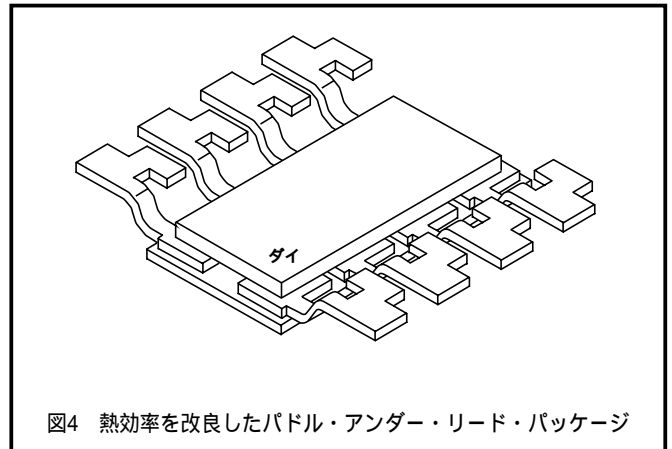


図4 熱効率を改良したパドル・アンダー・リード・パッケージ

## 熱的過負荷保護

ADP3336は、ダイ温度を最高165℃に制限する熱的過負荷保護回路を備え、超過電力消費による損傷から保護されています。極端な条件（例：高周辺温度と大消費電力）でダイ温度が165℃を超え始める場合、ダイ温度が安全なレベルに低下するまで出力電流が低減されます。ダイ温度が低下すると出力電流が回復します。電流および熱の制限による保護は、デバイスをアクシデントによる過負荷の状態から保護することを目的とします。通常動作では、デバイスの電力消費は外部的に制限されるため、接合温度が150℃を超えることはありません。

## 接合温度の計算

デバイスの消費電力は以下のように計算します。

$$P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) I_{LOAD} + (V_{IN}) I_{GND}$$

ここで、 $I_{LOAD}$ は負荷電流、 $I_{GND}$ はグラウンド電流、 $V_{IN}$ および $V_{OUT}$ は入/出力電圧です。

$I_{LOAD} = 400\text{mA}$ 、 $I_{GND} = 4\text{mA}$ 、 $V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ と仮定すると、デバイスの消費電力は以下のようになります。

$$P_D = (5 - 3.3) \times 400\text{mA} + 5.0 \times (4\text{mA}) = 700\text{mW}$$

ADP3336で使用される専用のパッケージは、標準的な8ピンMSOPパッケージよりも格段に低い熱抵抗110 /Wを備えています。4層基板を使った場合、周辺温度に対する接合温度の上昇分は概略で次のようになります。

$$T_{JA} = 0.700\text{W} \times 100 = 77.0$$

接合温度の最高値を150℃に制限するためには、周辺温度の最大許容値は以下のようになります。

$$T_{AMAX} = 150 - 77.0 = 73.0$$

# AD3336

## プリント基板のレイアウトについての配慮

あらゆる表面実装型のパッケージは、パッケージからの放熱をPCボードの配線経路に依存しています。標準的なパッケージでは、ダイ・アタッチ・パッドと各ピン間のブラスチックが、熱抵抗経路を決定します。熱効率を改良した代表的なパッケージでは、1つまたは複数のピンがダイ・アタッチ・パッドに接合され、この要素を大きく抑えています。しかし、この改良を生かすためには、これらの接合されたピンに接触するPCB上の銅パターンの領域をかなり広げることがあります。

ADP3336独自のパドル・アンダー・リード・フレーム設計は、熱抵抗を決定する部分の値をすべて最小化しています。これにより全ピンを介して放熱が行われます。この構造によって、基板レイアウトでの特別な配慮なしで、ピンに接続する通常の配線だけで、8ピンMSOPパッケージで、非常に低い110 mWの熱抵抗を実現しています。これは、標準的な8ピンMSOPパッケージに比較して放熱能力で33%も向上しています。ADP3336のINピンに数cm<sup>2</sup>の銅パターン領域を

接触させれば、熱抵抗はさらに約10%低減されます。ADP3336のピンに隣接するPCBの配線経路にハンダ・マスクやシルク・スクリーンを設置することは、パッケージの接合部対周囲の熱抵抗を増加するので推奨できません。

## シャットダウン・モード

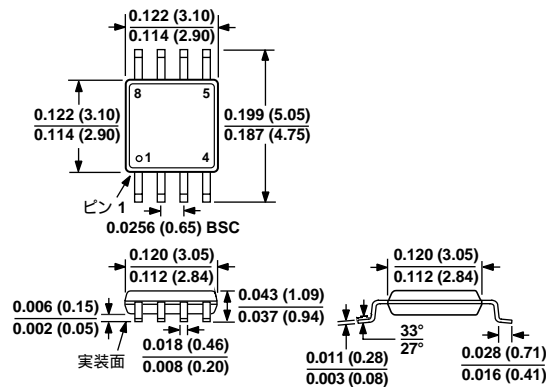
シャットダウン・ピン ( $\overline{SD}$ ) にTTLのハイ・レベル信号を与えるか、または入力ピンに接続することにより、出力がONになります。 $\overline{SD}$ を0.4V以下に引き下げるか、これをグラウンドに接続することにより、出力がOFFになります。シャットダウン・モードでは、静止電流は1  $\mu$ Aをはるかに下回る値まで低減されます。

TDS01/2001/1/000

### 外形寸法図

サイズはインチと(mm)で示します

### 8ピン ミニ\_SO (RM-8)



PRINTED IN JAPAN