



# ハイサイド・ロードスイッチ、 5V、3A ロジック制御

データシート

ADP196

## 特長

- 低  $R_{DS(ON)}$  : 10m $\Omega$  (WLCSP) または 27m $\Omega$  (LFCSP)
- 広い入力電圧範囲 : 1.8V~5.5V
- 急速出力放電 (QOD) 回路 (ADP196-01)
- 連続動作電流 : 3A (~70°C)
- 1.2V ロジック互換のイネーブル入力
- 低静止電流 : 25 $\mu$ A ( $V_{IN} = 1.8V$ )
- 低静止電流 : 40 $\mu$ A ( $V_{IN} = 5.5V$ )
- 過熱および過電流保護
- 超低シャットダウン電流 : <1  $\mu$ A
- 1.0mm  $\times$  1.5mm、0.5mm ピッチ、6 ボールの超小型 WLCSP パッケージ
- 2.0mm  $\times$  2.0mm  $\times$  0.55mm、0.65mm ピッチの小型 6 ピン LFCSP パッケージ

## アプリケーション

- 携帯電話
- デジタル・カメラおよびオーディオ・デバイス
- バッテリー駆動の携帯機器

## 概要

ADP196は、1.8~5.5Vで動作するように設計されたハイサイドロードスイッチです。このロードスイッチは、電源系を絶縁することにより、電源のバッテリー寿命を延ばすことができます。このデバイスは、低オン抵抗のNチャンネルMOSFETを搭載しており、3Aまでの連続電流許容し、漏れ電流などの電力損失を最小限に抑えます。さらに、VIN電圧に関係なく、 $R_{DS(ON)}$ は一定です。静止電源電流は25 $\mu$ Aと低く、またシャットダウン電流が非常に小さいので、ADP196はバッテリー駆動の携帯機器に最適なデバイスです。ロジックをイネーブルするためのレベル・シフタが内蔵されているので、ADP196は多くのプロセッサやGPIOコントローラと互換性があります。

ジャンクション温度が125°Cを超える場合、過熱保護回路が作動するので、ADP196と後段の回路を損傷から

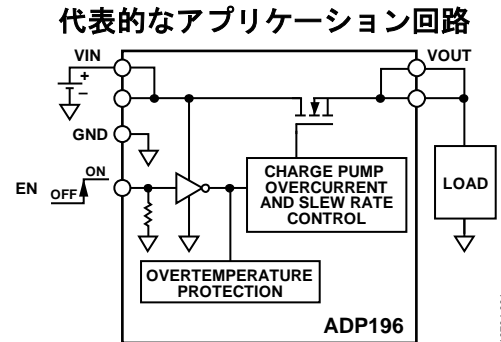


図 1.

保護します。過電流保護は電流を一定に制限することによって行われます。

ADP196-01は、ADP196-01の出力がディスエーブルされた場合に出力コンデンサを放電するための急速出力放電回路を内蔵しています。

WLCSPパッケージのADP196は、プリント回路基板(PCB)の実装面積が最小の1.5 mm<sup>2</sup>以下で、高さは0.60mmです。

ADP196は、1.0mm  $\times$  1.5mm、0.5mmピッチ、6ボールの超小型WLCSPパッケージと、2.0mm  $\times$  2.0mm  $\times$  0.55mm、0.65mmピッチの6ピンLFCSPパッケージを採用しています。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。※日本語データシートは REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

©2012-2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

Rev. 0

アナログ・デバイセズ株式会社

本社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
電話 03 (5402) 8200  
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー  
電話 06 (6350) 6868

## 目次

特長.....	1	代表的な性能特性.....	6
アプリケーション.....	1	動作原理.....	9
代表的なアプリケーション回路.....	1	アプリケーション情報.....	10
概要.....	1	コンデンサの選択.....	10
改訂履歴.....	2	グラウンド電流.....	10
仕様.....	3	イネーブル機能.....	10
タイミング図.....	3	タイミング.....	11
絶対最大定格.....	4	電流制限と熱過負荷保護.....	11
熱抵抗.....	4	外形寸法.....	12
ESDの注意.....	4	オーダー・ガイド.....	12
ピン配置およびピン機能説明.....	5		

## 改訂履歴

3/13—Revision 0: Initial Version

## 仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 1.8V$ 、 $V_{EN} = V_{IN}$ 、 $I_{OUT} = 1A$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 、最小仕様/最大仕様では  $T_J = -40^\circ C \sim +85^\circ C$ 。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
INPUT VOLTAGE RANGE	$V_{IN}$	$T_J = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$	1.8		5.5	V
EN INPUT						
EN Input Logic High	$V_{IH}$	$V_{IN} = 1.8 V$ to $5.5 V$	1.2			V
EN Input Logic Low	$V_{IL}$	$V_{IN} = 1.8 V$ to $5.5 V$			0.4	V
EN Input Pull-Down Current	$I_{EN}$	$V_{IN} = 1.8 V$		500		nA
CURRENT						
Ground Current	$I_{GND}$	$V_{IN} = 1.8 V$ $V_{IN} = 3.4 V$ $V_{IN} = 4.2 V$ $V_{IN} = 5.5 V$		25 25 30 40	40	$\mu A$ $\mu A$ $\mu A$ $\mu A$
Shutdown Current	$I_{OFF}$	$V_{EN} = GND$ , $V_{OUT} = 0 V$ , $V_{IN} = 4.2 V$ $V_{EN} = GND$ , $V_{OUT} = 0 V$ , $V_{IN} = 1.8 V$ to $5.5 V$		0.25	40	$\mu A$ $\mu A$
Continuous Operating Current <sup>1</sup>	$I_{OUT}$	$V_{IN} = 1.8 V$ to $5.5 V$		3		A
VIN TO VOUT ON RESISTANCE	$R_{DS(ON)}$					
WLCSP		$V_{IN} = 5.5 V$ $V_{IN} = 4.2 V$ $V_{IN} = 1.8 V$		0.01 0.01 0.01	0.015	$\Omega$ $\Omega$ $\Omega$
LFCSP		$V_{IN} = 5.5 V$ $V_{IN} = 4.2 V$ $V_{IN} = 1.8 V$		0.027 0.027 0.027	0.036	$\Omega$ $\Omega$ $\Omega$
VOUT TURN-ON DELAY TIME		See Figure 2				
Turn-On Delay Time	$t_{ON\_DLY}$	$V_{IN} = 1.8 V$ to $5.5 V$ , $C_{LOAD} = 1 \mu F$		2		ms
ACTIVE PULL-DOWN RESISTANCE (ADP196-01 OPTION ONLY)	$R_{PULLDOWN}$	$V_{IN} = 3.2 V$		370		$\Omega$
CURRENT-LIMIT THRESHOLD	$I_{LIM}$	$V_{IN} = 1.8 V$ to $5.5 V$ , $C_{LOAD} = 1 \mu F$	3.1	4		A
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal Shutdown Threshold	$T_{SD}$	$T_J$ rising		125		$^\circ C$
Thermal Shutdown Hysteresis	$T_{SD-HYS}$			15		$^\circ C$

<sup>1</sup> 85°Cの周囲温度時に、デバイスは2.22Aの連続電流に耐えることができます。負荷電流が3Aでは、動作寿命時間が2190時間に短縮されます。

## タイミング図

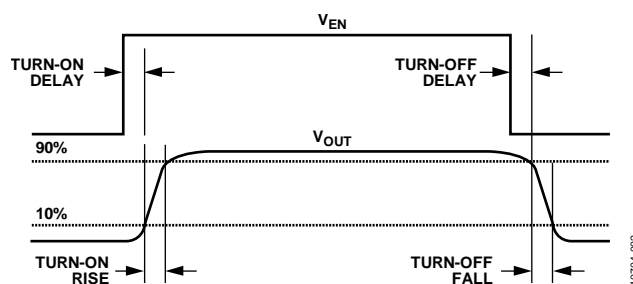


図 2. タイミング図

## 絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
VIN to GND	-0.3 V to +6.5 V
VOUT to GND	-0.3 V to $V_{IN}$
EN to GND	-0.3 V to +6.5 V
Continuous Drain Current	
$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 4$ A
$T_A = 85^\circ\text{C}$	$\pm 2.22$ A
Continuous Diode Current	-50 mA
Storage Temperature Range	$-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$
Operating Junction Temperature Range	$-40^\circ\text{C}$ to $+105^\circ\text{C}$
Soldering Conditions	JEDEC J-STD-020

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。この規定は定格のみを指定するものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間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。

## 熱抵抗

表 3.  $\theta_{JA}$  と  $\Psi_{JB}$  の代表値

Package Type	$\theta_{JA}$	$\Psi_{JB}$	Unit
6-Ball WLCSP	260	58	$^\circ\text{C}/\text{W}$
6-Lead LFCSP	68.9	44.1	$^\circ\text{C}/\text{W}$

## ESD の注意



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説明

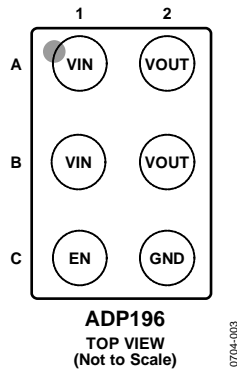


図 3. 6 ボール WLCSP のピン配置

表 4. 6 ボール WLCSP パッケージのピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
A1, B1	VIN	入力電圧。
A2, B2	VOUT	出力電圧。
C1	EN	イネーブル入力。EN を“H”に駆動してスイッチをオンするか、または EN を“L”に駆動してスイッチをオフします。
C2	GND	グラウンド。



図 4. 6 ピン LFCSP のピン配置

表 5. 6 ピン LFCSP パッケージのピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	VOUT1	出力電圧。VOUT1 と VOUT2 を相互接続します。
2	VOUT2	出力電圧。VOUT1 と VOUT2 を相互接続します。
3	GND	グラウンド。
4	EN	イネーブル入力。EN を“H”に駆動してスイッチをオンするか、または EN を“L”に駆動してスイッチをオフします。
5	VIN2	入力電圧。VIN1 と VIN2 を相互接続します。
6	VIN1	入力電圧。VIN1 と VIN2 を相互接続します。
	EP	エクスポート・パッドは PCB のグラウンドに接続する必要があります。

## 代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 1.8V$ 、 $V_{EN} = V_{IN}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 1\mu F$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

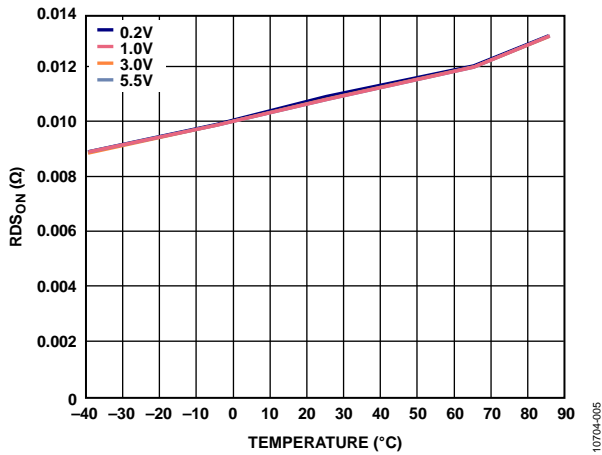


図 5.  $R_{DS(ON)}$  の温度特性、 $I_{OUT} = 50mA$ 、各種入力電圧 ( $V_{IN}$ )

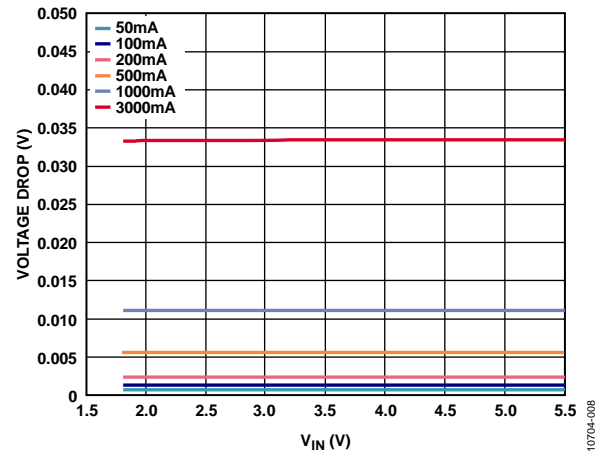


図 8. 入力電圧 ( $V_{IN}$ ) 対 電圧降下、各種負荷電流

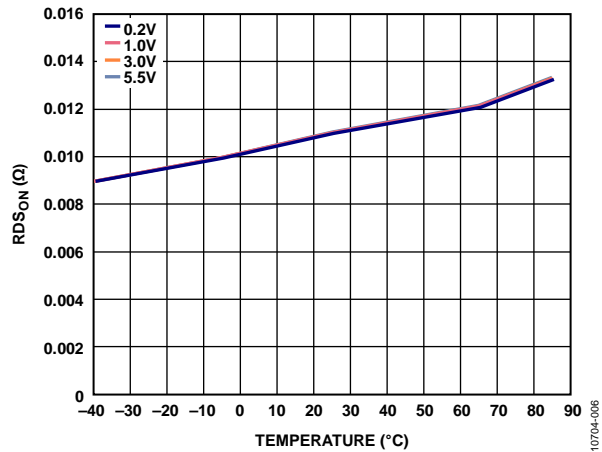


図 6.  $R_{DS(ON)}$  の温度特性、 $I_{OUT} = 3A$ 、各種入力電圧 ( $V_{IN}$ )

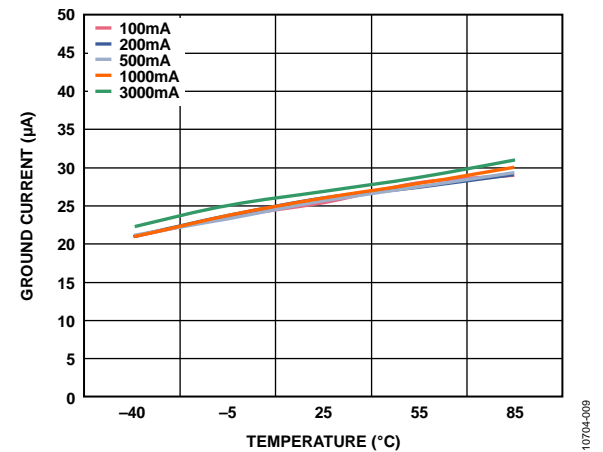


図 9. グラウンド電流の温度特性、各種負荷電流、 $V_{IN} = 1.8V$

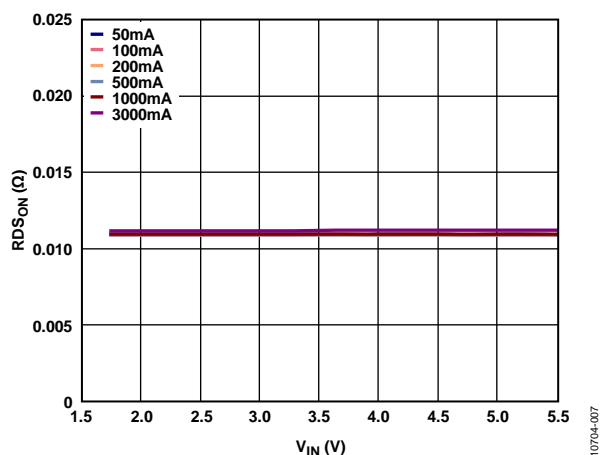


図 7. 入力電圧 ( $V_{IN}$ ) 対  $R_{DS(ON)}$ 、各種負荷電流

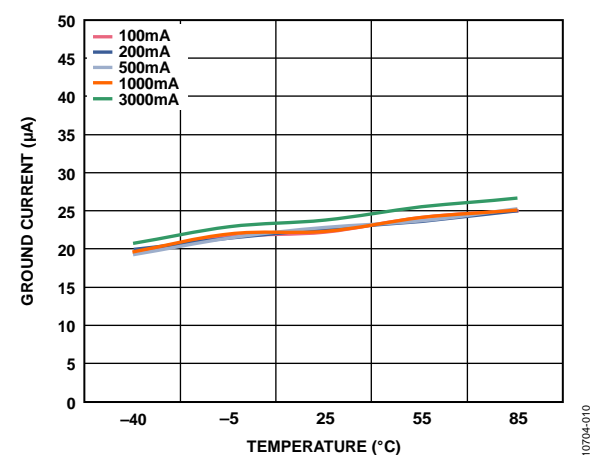


図 10. グラウンド電流の温度特性、各種負荷電流、 $V_{IN} = 3.3V$

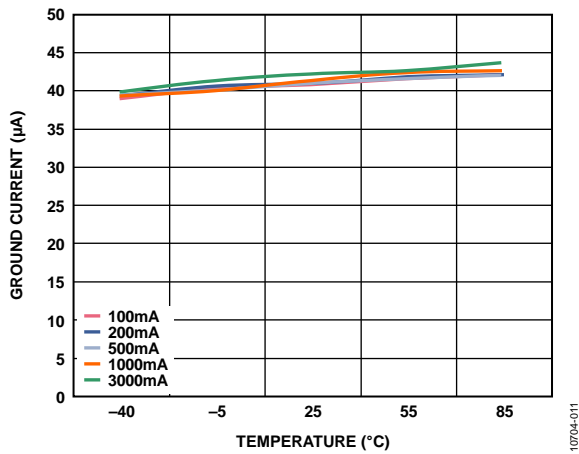


図 11. グラウンド電流の温度特性、各種負荷電流、 $V_{IN} = 5.5V$

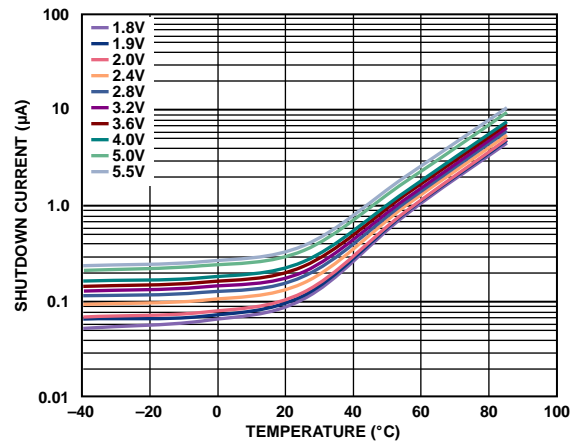


図 14. シャットダウン電流の温度特性、 $V_{OUT} = 0V$ 、各種入力電圧 ( $V_{IN}$ )

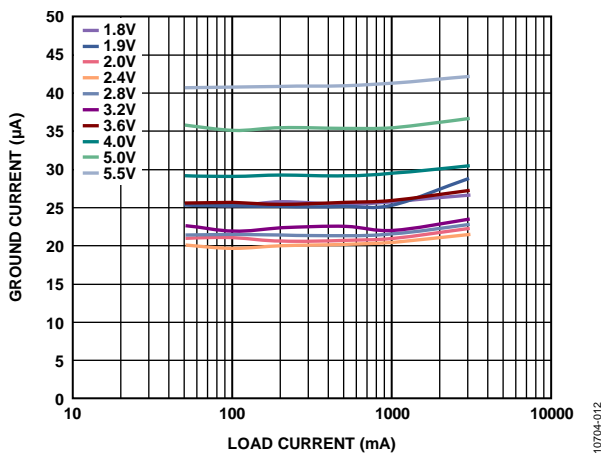


図 12. 負荷電流 対 グラウンド電流、各種入力電圧 ( $V_{IN}$ )

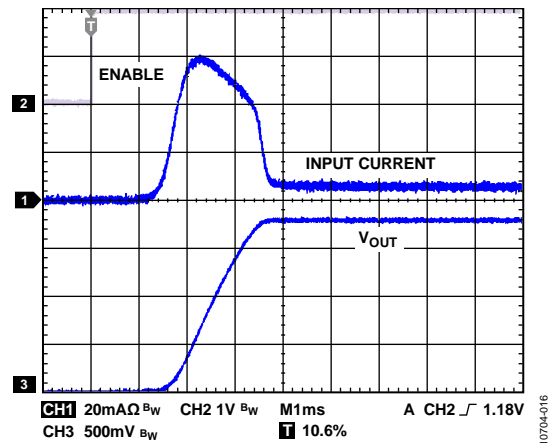


図 15. 代表的なターンオン時間と突入電流、 $V_{IN} = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

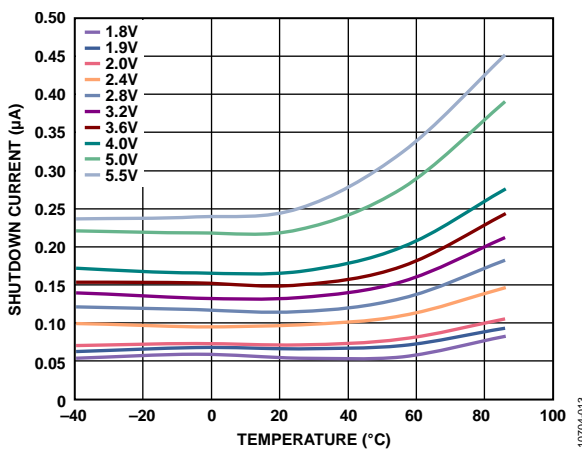


図 13. シャットダウン電流の温度特性、出力開放、各種入力電圧 ( $V_{IN}$ )

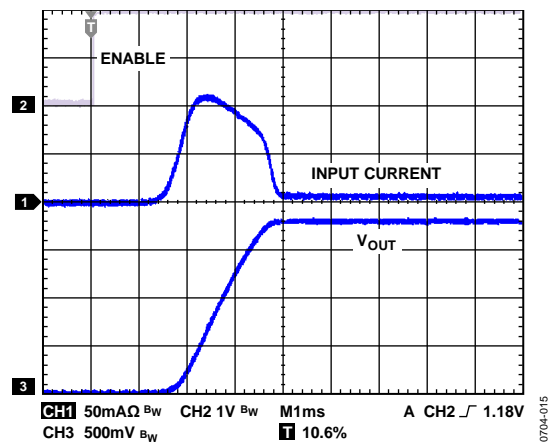


図 16. 代表的なターンオン時間と突入電流、 $V_{IN} = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 100\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

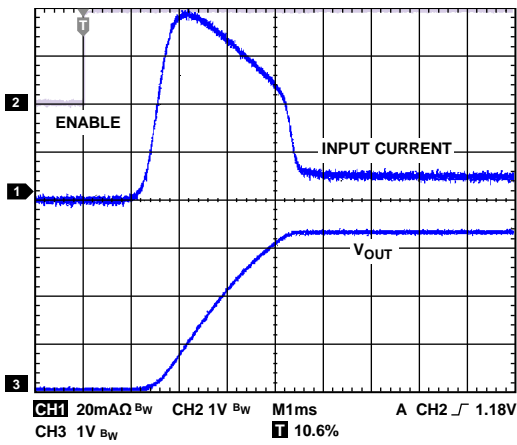


図 17. 代表的なターンオン時間と突入電流、  
 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

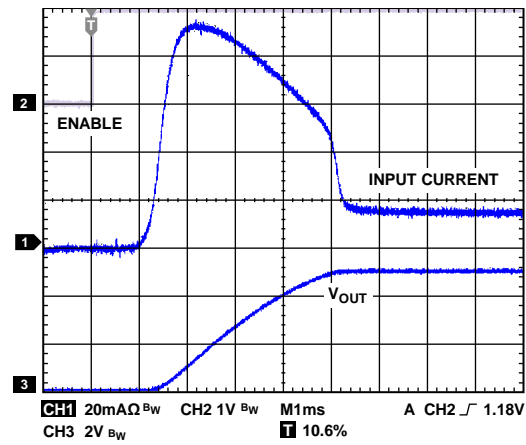


図 19. 代表的なターンオン時間と突入電流、  
 $V_{IN} = 5V$ 、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

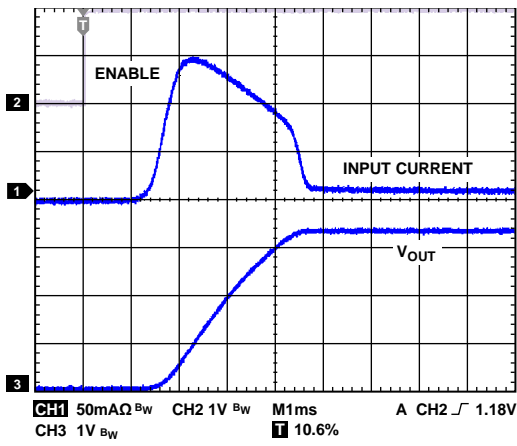


図 18. 代表的なターンオン時間と突入電流、  
 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $C_{OUT} = 100\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

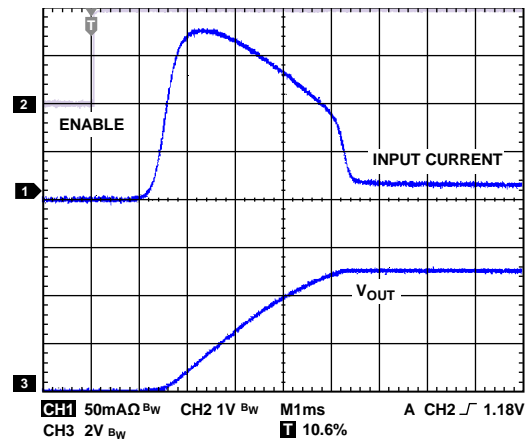


図 20. 代表的なターンオン時間と突入電流、  
 $V_{IN} = 5V$ 、 $C_{OUT} = 100\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷



## 動作原理

ADP196は、内部チャージポンプによって制御されるハイサイドNMOSロードスイッチです。ADP196は、1.8V～5.5Vの電源電圧で動作するように設計されています。

入力の全電圧範囲にわたって比較的一定の超低オン抵抗  $10\text{m}\Omega$  を実現するため、内部チャージポンプがNMOSスイッチをバイアスします（6ボールWLCSPパッケージ）。また、内部チャージポンプを使用することによってターンオン時間を制御することができます。NMOSスイッチのオン/オフは、1.2Vロジック信号に直接インタフェース可能なイネーブル入力（EN）で制御されます。

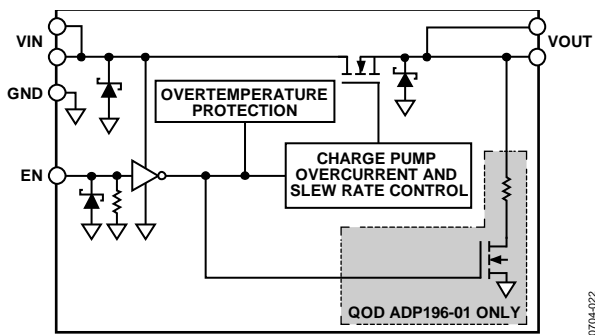


図 21. 機能ブロック図

10704-022

ADP196は、 $T_J$ が $70^\circ\text{C}$ を超えない限り、3Aの連続電流に対応します。85°Cでは、定格電流が2.22Aに減少します。過電流保護により、出力電流が4Aに制限されま

ず。負荷電流によってジャンクション温度が $125^\circ\text{C}$ を超えると、過熱保護回路が作動します。この場合、ジャンクション温度が、出力が再度イネーブルされる温度の約 $110^\circ\text{C}$ を下回るまで、過熱保護回路は出力をディスエーブルします。フォルト状態が持続すると、フォルトが解消されるまで出力はオフとオンを繰り返します。

さらに、デバイスを定電流動作モードに強制する過電流制限による保護が行われます。

ADP196-01は、出力がディスエーブルされた場合に出力コンデンサを放電するための急速出力放電（QOD）回路を内蔵しています。

ブロック図に示されているツェナー・ダイオードはESD保護回路です（図 21 参照）。

ADP196は、イネーブル・ピン（EN）に公称 $4\text{M}\Omega$ のプルダウン抵抗を接続する低静止電流デバイスです。

ADP196は、 $1.0\text{mm} \times 1.5\text{mm}$ 、 $0.5\text{mm}$ ピッチ、6ボールの省スペースWLCSPパッケージと、 $2.0\text{mm} \times 2.0\text{mm} \times 0.55\text{mm}$ 、 $0.65\text{mm}$ ピッチ、6ピンの小型LFCSPパッケージを採用しています。

## 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

ADP196は、小型で省スペースのセラミック・コンデンサで動作するように設計されていますが、等価直列抵抗 (ESR) の値を慎重に検討すれば、一般的に使用されるコンデンサでも動作します。出力コンデンサの ESR は負荷トランジェントの応答に影響を与えます。過渡応答を良好にするため、ESR が  $0.1\Omega$  以下で  $1\mu\text{F}$  の標準的なコンデンサを推奨します。大きな値の出力容量を使用すると、負荷電流の大きな変化に対する過渡応答が改善されます。

#### 入力バイパス・コンデンサ

VIN と GND の間に  $1\mu\text{F}$  以上の容量を接続すると、特に信号源インピーダンスが高いか入力パターンが長い場合に、PCB レイアウトに対する回路の感度が低下します。 $1\mu\text{F}$  を超える出力容量が必要な場合は、それに合わせて入力容量を大きくします。

### グラウンド電流

ADP196 のグラウンド電流のソースは主に FET 駆動回路用の内部チャージポンプです。 $V_{\text{EN}} = V_{\text{IN}}$  で  $1.8\text{V}$  から  $5.5\text{V}$  まで変化する場合の代表的なグラウンド電流を図 22 に示します。

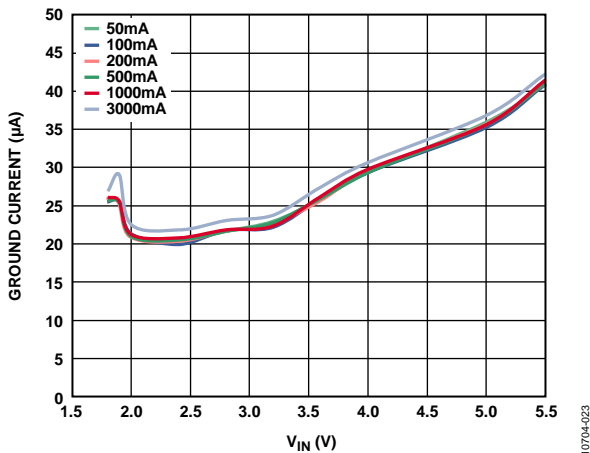


図 22. 各種負荷電流に対する入力電圧 (V<sub>IN</sub>) 対グラウンド電流

### イネーブル機能

ADP196は、通常動作状態で EN ピンを使って VOUT ピンのイネーブルとディスエーブルを行います。図 23 に示すように、EN ピンの上昇時の電圧 (V<sub>EN</sub>) がアクティブ閾値を横切ると、VOUT がオンします。EN ピンの下降時の電圧 (V<sub>EN</sub>) が非アクティブ閾値を横切ると、VOUT はオフします。

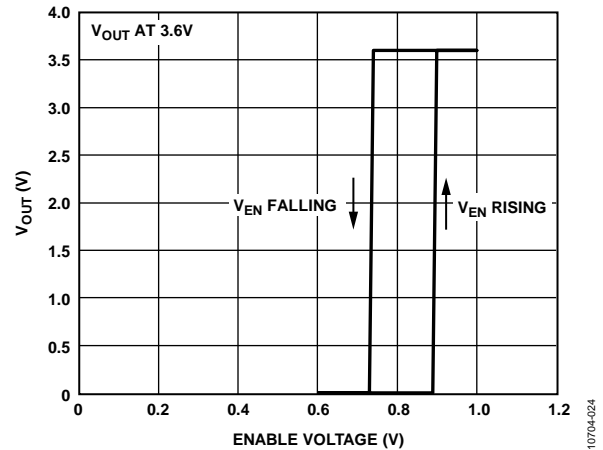


図 23. 代表的な EN ピンの動作

図 23 に示すように、EN ピンにはヒステリシスが組み込まれています。このヒステリシスにより、EN ピンでのノイズが閾値点を通る際に生じる可能性があるオン/オフ発振が防止されます。

EN ピンのアクティブ/非アクティブ閾値は V<sub>IN</sub> 電圧によって決まるので、これらの閾値は入力電圧に従って変化します。入力電圧が  $1.8\text{V}$  から  $5.5\text{V}$  まで変化する場合の代表的な EN のアクティブ/非アクティブ閾値を図 24 に示します。

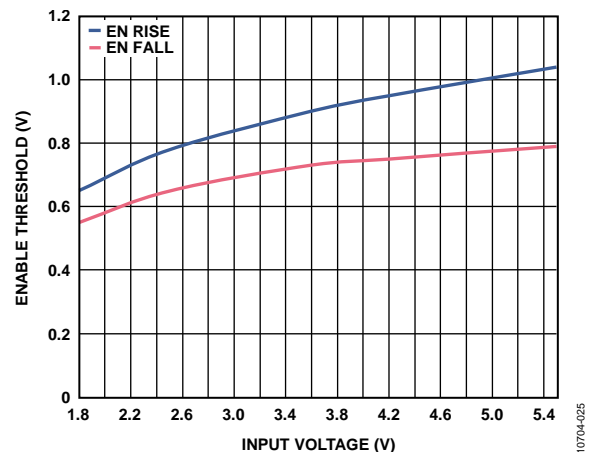


図 24. 入力電圧 (V<sub>IN</sub>) 対代表的な EN の閾値

## タイミング

ターンオン遅延は、 $V_{EN}$ が上昇時閾値電圧を超えてから $V_{OUT}$ が最終値の約10%に上昇するまでの時間として定義されます。ADP196は、 $V_{IN}$ の突入電流を制限するために、代表的なターンオン遅延が2msで立上がり時間を制御する回路を備えています。図25と図26に示すように、ターンオン遅延は入力電圧の大きさとほとんど関係ありません。

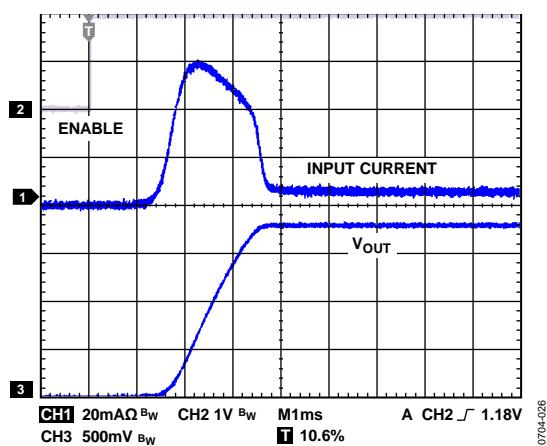


図 25. 代表的なターンオン時間と突入電流、 $V_{IN} = 1.8V$ 、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

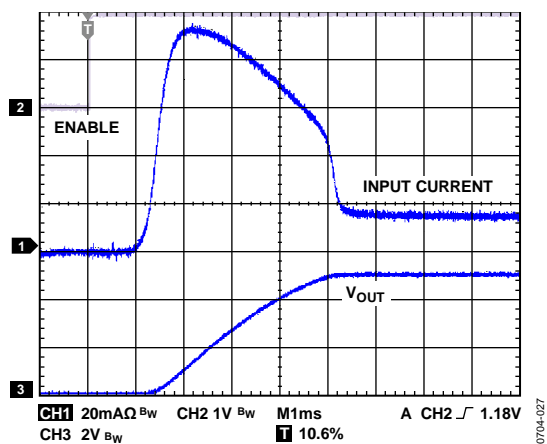


図 26. 代表的なターンオン時間と突入電流、 $V_{IN} = 5V$ 、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $330\Omega$  負荷

立上がり時間は、出力電圧が $V_{OUT}$ の最終値の10%から90%まで上昇するのにかかる時間として定義されます。立上がり時間は内部チャージポンプの立上がり時間に依存します。

出力容量の値が非常に大きい場合は、RC時定数（Cは負荷容量（ $C_{LOAD}$ ）、Rは $R_{DS(ON)} || R_{LOAD}$ ）が出力電圧の立上がり時間の要因になります。 $R_{DS(ON)}$ は $R_{LOAD}$ より非常に小さいので、RCの近似は $R_{DS(ON)} \times C_{LOAD}$ で十分です。ADP196には入力コンデンサや負荷コンデンサは必要ありませんが、コンデンサを使うことによりボードのノイズを抑制することができます。

ターンオフ時間は、出力電圧が $V_{OUT}$ の最終値の90%から10%まで低下するのにかかる時間として定義されます。ターンオフ時間は、出力容量と負荷抵抗のRC時定数にも依存します。 $V_{IN} = 1.8V \sim 5V$ 、 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $R_{LOAD} = 330\Omega$ での代表的なターンオフ時間を図27に示します。

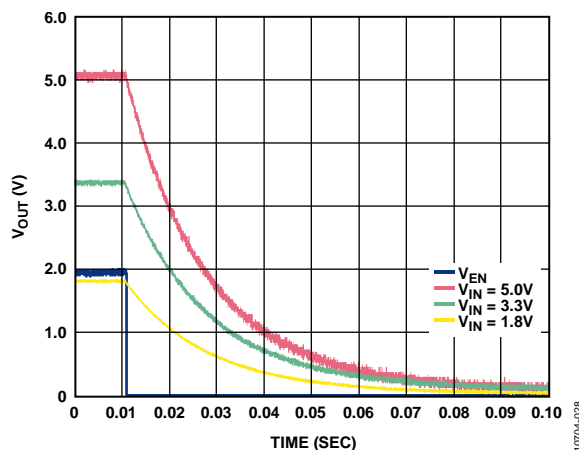


図 27. 代表的なターンオフ時間

## 電流制限と熱的過負荷保護

ADP196は、電流制限回路と熱的過負荷保護回路により、過度の電力損失に起因する損傷から保護されます。ADP196は、出力負荷が4A（標準）に達すると電流を制限するように設計されています。出力負荷が4Aを超えると、出力電圧が低下して定電流制限を維持します。

熱的過負荷保護機能を備えており、最大ジャンクション温度を $125^{\circ}C$ （標準）に制限します。過酷な状態（高周囲温度や高電力損失）において、ジャンクション温度が $125^{\circ}C$ を超え始めると、出力をオフして出力電流をゼロにします。ジャンクション温度が $110^{\circ}C$ を下回ると、出力は再度オンし、出力電流は動作値に戻ります。

$V_{OUT}$ からグラウンドへの強力な短絡が生じた場合を検討してみます。まず、ADP196は、短絡箇所に4Aしか流れないように電流を制限します。ジャンクション温度が $125^{\circ}C$ を超えるほど自己発熱が非常に大きい場合、サーマル・シャットダウン機能が作動することにより、出力をオフして出力電流をゼロにします。ジャンクション温度が $110^{\circ}C$ を下回ると、出力がオンして短絡箇所に4Aを流すことにより、ジャンクション温度が再度 $125^{\circ}C$ を超えます。この $110^{\circ}C$ と $125^{\circ}C$ の間の熱的発振により、出力での短絡が続く限り、4Aと0mAの間の電流発振が継続します。

電流制限機能と熱的過負荷保護機能は、偶発的な過負荷状態からデバイスを保護するためのものです。信頼性の高い動作をさせるため、ジャンクション温度が $125^{\circ}C$ を超えないようにデバイスの電力損失を外部で制限する必要があります。

## 外形寸法

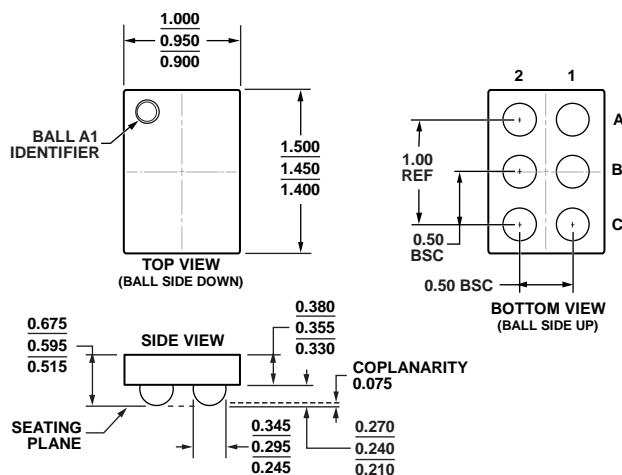


図 28. 6 ボール・ウェハレベル・チップ・スケール・パッケージ[WLCSP]  
(CB-6-2)  
寸法 : mm

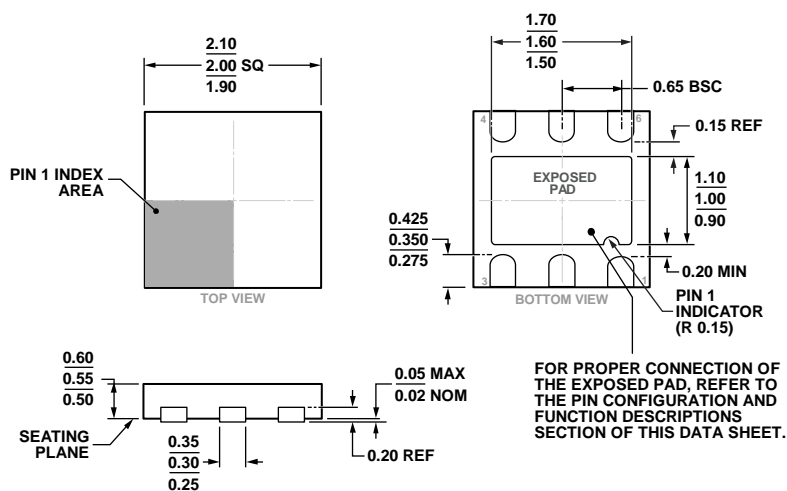


図 29. 6 ピン・リードフレーム・チップ・スケール・パッケージ[LFCSP\_UD]  
2.00mm x 2.00mm ボディ、極薄、デュアル・リード  
(CP-6-3)  
寸法 : mm

## オーダー・ガイド

モデル <sup>1</sup>	温度範囲	パッケージ	パッケージ・オプション	マーキング
ADP196ACBZ-R7	-40°C ~ +85°C	6-Ball Wafer Level Chip Scale Package [WLCSP]	CB-6-2	AW
ADP196ACPZN-R7	-40°C ~ +85°C	6-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP_UD]	CP-6-3	AW
ADP196ACBZ-01-R7	-40°C ~ +85°C	6-Ball Wafer Level Chip Scale Package [WLCSP], Quick Output Discharge Option	CB-6-2	BK
ADP196ACPZN-01-R7	-40°C ~ +85°C	6-Lead Lead Frame Chip Scale Package [LFCSP_UD], Quick Output Discharge Option	CP-6-3	BK
ADP196CP-EVALZ		評価ボード		

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。