

# 1.5A 出力、優れた待機時電流特性、1.6MHz 動作、 高効率降圧レギュレータ

## ISL8009A

ISL8009A は同期型の高効率降圧 DC/DC レギュレータです。最大で 1.5A の電流を連続して出力できます。また、0.8V までの低電圧出力が得られるように最適化しています。入力電圧範囲は 2.7V から 5.5V で、1 個のリチウムイオンバッテリー、3 個の NiMH バッテリ、あるいはレギュレートした 5V 電源で動作が可能です。ISL8009A は、電流モードアーキテクチャを採用したことにより、高いスイッチング周波数にてきわめて低いデューティサイクルで動作し、高速応答と優れたループ安定性を両立しています。さらに強制 PWM モードと、自由度の高い PFM/PWM 自動切換えモードを備え、待機時の電流を 17 $\mu$ A にまで抑えているため、負荷が軽い条件下においても高い電源変換効率を達成し、結果としてバッテリーの動作時間を長くすることができます。小型の外付け部品で回路を構成できるように、パルス幅変調 (PWM) のスイッチング周波数は 1.6MHz に設定しています。

ISL8009A は、高い変換効率の実現と外付け部品点数の削減を目的として、オン抵抗の低い P チャネル MOSFET と N チャネル MOSFET のペアをモノリシック上に構成しています。入力電圧が低いときには MOSFET を常時オンにすることで、出力 1.5A 時のドロップアウト電圧を 400mV 未満に抑えています。

ISL8009A は、電源投入時に 2ms のパワーオンリセット (POR) タイマが動作します。タイマ出力は RSI 入力によってリセットできます。シャットダウン時に出力コンデンサの電荷を内部 100 $\Omega$  抵抗を介して放電するソフト放電機能を備えます。そのほか、内部デジタルソフトスタート、パワーシーケンスを実現するイネーブル、オーバーカレント保護、およびサーマルシャットダウンの機能を備えています。

ISL8009A のパッケージは、2mm $\times$ 3mm の 8 リード DFN で、厚さは 1mm です。DC/DC コンバータ回路全体をわずか 1cm<sup>2</sup> の面積で実装することが可能です。

## 特長

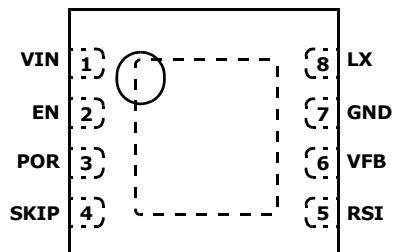
- 効率 95% (max) を誇る同期型降圧レギュレータ
- 2ms のリセットタイマ
- 入力電源電圧範囲 2.7V から 5.5V
- 温度 / 負荷 / 入力変動に対して出力精度 3%
- 出力電流 1.5A を保証
- PFM モードの待機時電流は 17 $\mu$ A
- 強制 PWM モードと PFM モードとを選択可能
- ロジック制御のシャットダウン動作電流 : 1 $\mu$ A 以下
- 90% の最大デューティサイクル動作によって 1.5A 出力時にも低ドロップアウトを実現
- 電流モード補償回路を内蔵
- デジタルソフトスタート機能
- ピーク電流を制限する短絡保護機能
- オーバーヒート保護機能
- イネーブル機能
- ソフト放電機能
- 2mm $\times$ 3mm サイズの小型 8 端子 DFN パッケージ
- 鉛フリー (RoHS 適合)

## アプリケーション

- DC/DC POL モジュール
- マイクロコントローラ / マイクロプロセッサ、FPGA、DSP などの電源
- ルータやスイッチ用のプラグイン DC/DC モジュール
- ポータブル機器
- テスト機器や測定機器

## ピン配置図

**ISL8009A**  
**(8 LD DFN)**  
上面図



\* 放熱パッドはグラウンドに接続してください \*

## 注文情報

部品型番 (備考 1、2、3)	マーキング	温度範囲	パッケージ (鉛フリー)	パッケージ 寸法図
ISL8009AIRZ-T	09A	-40 °C ~ +85 °C	8 端子 2mm×3mm DFN	L8.2×3

備考:

1. リールの詳細仕様については当社発行の Technical Brief 「[Tape and Reel Specification for Integrated Circuit \(TB347\)](#)」を参照してください。
2. 鉛フリーのプラスチックパッケージ製品には、専用の鉛フリー素材、モールド素材、ダイアタッチ素材を採用するとともに、端子には亜鉛 100%のメッキとアニーリングを実施しています (RoHS 指令に適合するとともに SnPb ハンダ付けおよび鉛フリーハンダ付け作業とも互換性のある e3 端子仕上げ)。インターシルの鉛フリー製品は、鉛フリー・リフロー温度において MSL 分類に対応し、この仕様は IPC/JEDEC J STD-020 の鉛フリー要件と同等か上回るものです。
3. 湿度感受性レベル (MSL) については [ISL8209A](#) のデバイス情報ページを参照してください。MSL の詳細については当社発行の Technical Brief 「[Guidelines for Handling and Processing Moisture Sensitive Surface Mount Devices \(TB363\)](#)」を参照してください。

# ISL8009A

## 絶対最大定格 (GND 基準)

電源電圧 ( $V_{IN}$ )	-0.3V ~ +6.5V
EN, RSI, SKIP, VFB, POR	-0.3V ~ $V_{IN} + 0.3V$
LX	-1.5V ~ +6.5V
VFB	-0.3V ~ +2.7V

## 推奨動作条件

VIN 電源電圧範囲	+2.7V ~ +5.5V
負荷電流範囲	0A ~ 1.5A
周囲温度範囲	-40°C ~ +85°C

注意：過度に長い期間にわたって最大定格または最大定格付近でデバイスを動作させないでください。そのような動作条件を課すと、製品の信頼性に影響が及ぶ恐れがあると同時に、保証の対象とはならない可能性があります。

備考：

- $\theta_{JA}$  は、「ダイアタッチ」方式によって放熱効率の高い試験基板に実装後、自由大気中で測定した値です。詳しくは当社発行の「[Technical Brief 「Thermal Characterization of Packaged Semiconductor Devices \(TB379\)」](#)を参照してください。
- $\theta_{JC}$  の測定で「ケース温度」位置は、パッケージ下面の放熱用露出金属の中心です。

## 温度情報

熱抵抗 (typ 値)	$\theta_{JA}$ (°C/W)	$\theta_{JC}$ (°C/W)
8 Ld 2x3 DFN (備考 4、5)	55	5.5
接合部温度	-55°C ~ +125°C	
保存温度範囲	-65°C ~ +150°C	
鉛フリー・リフロープロファイル	以下の URL を参照 <a href="http://www.intersil.com/pbfree/Pb-FreeReflow.asp">http://www.intersil.com/pbfree/Pb-FreeReflow.asp</a>	

## 電気的特性

仕様の代表値 (typ 値) は以下の条件で測定しています： $T_A = +25^\circ\text{C}$ , EN = VIN, RSI = SKIP = 0V,  $V_{IN} = 5V$ , L = 2.2 $\mu\text{H}$ ,  $C_1 = C_2 = 20\mu\text{F}$ ,  $I_O = 0A \sim 1.5A$ 。9 ページの「代表的なアプリケーション例」セクションを参照してください。

パラメータ	記号	試験条件	min (備考 7)	typ	max (備考 7)	単位
<b>入力電源</b>						
VIN アンダーボルテージロックアウト スレッシュホルド	$V_{UVLO}$	立ち上がり	-	2.5	2.7	V
		立ち下がり	2.2	2.4	-	V
待機時電源電流	$I_{VIN}$	SKIP = $V_{IN}$ , 出力に負荷なし	-	17	30	$\mu\text{A}$
		SKIP = $V_{IN}$ , 出力に負荷なし, 非スイッチング動作、参考情報	-	15	-	$\mu\text{A}$
		SKIP = GND, 出力に負荷なし	-	3.7	6	mA
シャットダウン電源電流	$I_{SD}$	$V_{IN} = 5.5V$ , EN = low	-	0.1	2	$\mu\text{A}$
<b>出力レギュレーション</b>						
VFB レギュレーション電圧	$V_{VFB}$		0.784	0.8	0.816	V
VFB バイアス電流	$I_{VFB}$	VFB = 0.75V	-	0.1	-	$\mu\text{A}$
出力電圧精度		$V_{IN} = V_O + 0.5V \sim 5.5V$ , $I_O = 0A \sim 1A$ (備考 6)	-3	-	3	%
ラインレギュレーション		$V_{IN} = V_O + 0.5V \sim 5.5V$ (min 2.7V)	-	0.2	-	%/V
<b>補償</b>						
誤差アンプのトランスコンダクタンス		参考情報	-	20	-	$\mu\text{A/V}$
<b>LX</b>						
P チャネル MOSFET オン抵抗		$V_{IN} = 5.5V$ , $I_O = 200\text{mA}$	-	0.12	0.22	$\Omega$
		$V_{IN} = 2.7V$ , $I_O = 200\text{mA}$	-	0.16	0.27	$\Omega$
N チャネル MOSFET オン抵抗		$V_{IN} = 5.5V$ , $I_O = 200\text{mA}$	-	0.11	0.22	$\Omega$
		$V_{IN} = 2.7V$ , $I_O = 200\text{mA}$	-	0.15	0.27	$\Omega$
P チャネル MOSFET ピーク電流リミット	$I_{PK}$		1.8	2.1	2.6	A
LX 最大デューティサイクル		$I_O = 1.5A$	90	-	-	%
PWM スwitching 周波数	$f_S$		1.35	1.6	1.75	MHz
LX 最小オン時間		SKIP = low (強制 PWM モード)	-	70	100	ns
ソフトスタートアップ時間			-	1.1	-	ms
ソフト放電抵抗		Enable = 0	80	100	120	$\Omega$

## 電氣的特性

仕様の代表値 (typ 値) は以下の条件で測定しています:  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $\text{EN} = \text{VIN}$ ,  $\text{RSI} = \text{SKIP} = 0\text{V}$ ,  $V_{\text{IN}} = 5\text{V}$ ,  $L = 2.2\mu\text{H}$ ,  $C_1 = C_2 = 20\mu\text{F}$ ,  $I_O = 0\text{A} \sim 1.5\text{A}$ 。9 ページの「代表的なアプリケーション例」セクションを参照してください。(続き)

パラメータ	記号	試験条件	min (備考 7)	typ	max (備考 7)	単位
<b>POR</b>						
出力 Low 電圧		シンク 1mA, $V_{\text{FB}} = 0.7\text{V}$	-	-	0.3	V
遅延時間			-	2	-	ms
POR ピンリーク電流		$\text{POR} = \text{VIN} = 3.6\text{V}$	-	0.01	0.1	$\mu\text{A}$
有効 POR 信号に必要な最低電源電圧			1.2	-	-	V
PGOOD 内部 Low 立ち上がりスレッシュホールド		レギュレーション定格電圧のパーセント値	89.5	92	94.5	%
PGOOD 内部 Low 立ち下がりスレッシュホールド		レギュレーション定格電圧のパーセント値	85	88	91	%
PGOOD 内部 High 立ち上がりスレッシュホールド		レギュレーション定格電圧のパーセント値	108	112	114	%
PGOOD 内部 High 立ち下がりスレッシュホールド		レギュレーション定格電圧のパーセント値	104	107	110	%
PGOOD 内部遅延時間			-	6.5	-	$\mu\text{s}$
<b>EN, SKIP, RSI</b>						
ロジック Low 入力			-	-	0.4	V
ロジック High 入力			1.4	-	-	V
ロジック入力リーク電流		5.5V にプルアップ	-	0.1	1	$\mu\text{A}$
サーマルシャットダウン			-	140	-	$^\circ\text{C}$
サーマルシャットダウンのヒステリシス			-	25	-	$^\circ\text{C}$

備考:

- リミット値は特性評価によって得た値であり、製品の試験は行っていません。
- MIN 値または MAX 値のあるパラメータは、特に指定のない限り  $25^\circ\text{C}$  にて試験しています。温度リミット値は特性評価によって得た値であり、製品の試験は行っていません。

## ピンの説明

## VIN

電圧入力です。グラウンドとの間に  $10\mu\text{F}$  のセラミックコンデンサを接続してください。

## EN

レギュレータのイネーブルピンです。High を与えると出力が有効になります。Low を与えるとデバイスはシャットダウンし、出力コンデンサの電荷を放電します。このピンはオープンでは使用しないでください。

## POR

2ms のタイマ出力です。パワーアップ時または EN ピンが High のとき、出力電圧のパワーグッド信号を 2ms だけ遅延して出力します。RSI に Low を与えると POR 出力はリセットされません。RSI に High を与えると 2ms の遅延タイマが動作を開始します。

## SKIP

モード選択ピンです。PFM モードで動作させるには、High または入力電圧 VIN に接続してください。強制 PWM モードで動作させるには、Low またはグラウンドに接続してください。このピンはオープンでは使用しないでください。

## LX

スイッチングノードです。インダクタの一方の端子に接続してください。

## GND

システムグラウンドです。

## VFB

降圧レギュレータ出力の帰還入力です。設定したい出力電圧に応じた抵抗分圧回路を介してレギュレータ出力を接続します。

## RSI

2ms タイマをリセットする入力です。出力電圧が PGOOD の範囲内のとき RSI に Low を与えると、内部タイマがスタートし、2ms 遅れて POR 信号を生成します。RSI に High を与えると POR はリセットされます。また RSI を High から Low にすると、出力電圧が PGOOD の範囲内であれば、内部カウンタをリスタートします。PGOOD の範囲内になれば出力電圧条件によってリセットされます。

## 放熱パッド

放熱パッドは適切な電氣的特性を得るためにグラウンドに接続してください。放熱性能を最大限に高めるためにも放熱パッドのグラウンド接続は重要です。

代表的な動作性能

(特に指定しない限り、動作条件は次のとおりです:  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_{IN} = 5\text{V}$ ,  $EN = VIN$ ,  $RSI = SKIP = 0\text{V}$ ,  $L = 2.2\mu\text{H}$ ,  $C_1 = 20\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 20\mu\text{F}$ ,  $I_O = 0\text{A}$ )

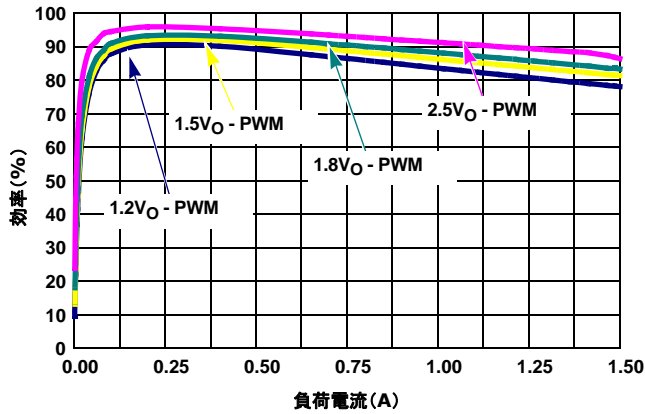


図 1. 効率と負荷電流、 $V_{IN} = 3.3\text{V PWM}$

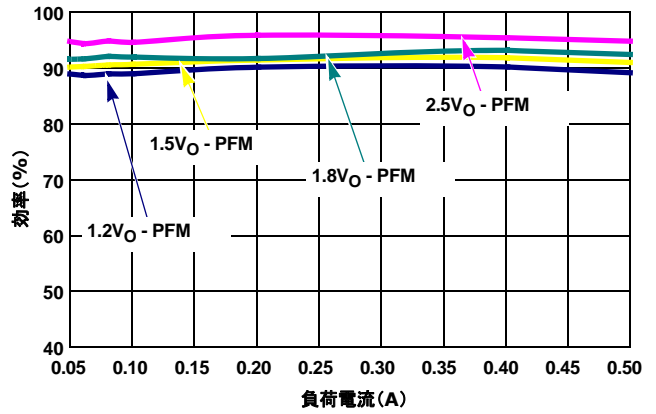


図 2. 効率と負荷電流、 $V_{IN} = 3.3\text{V PFM}$

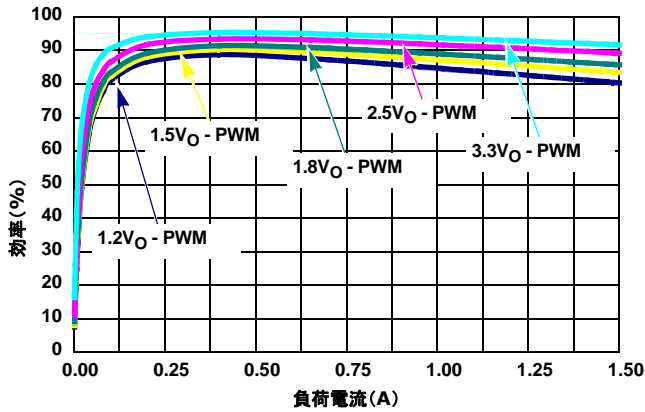


図 3. 効率と負荷電流、 $V_{IN} = 5\text{V PWM}$

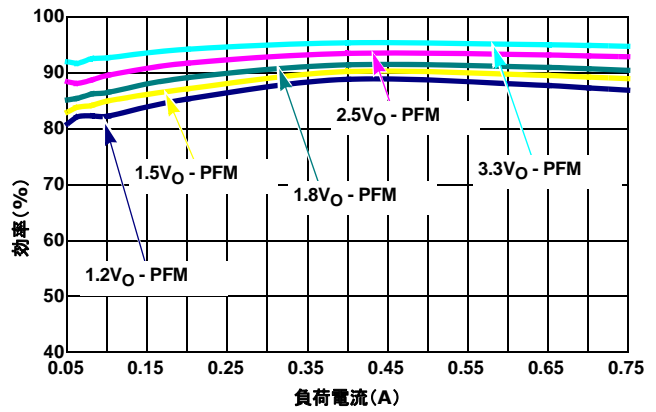


図 4. 効率と負荷電流、 $V_{IN} = 5\text{V PFM}$

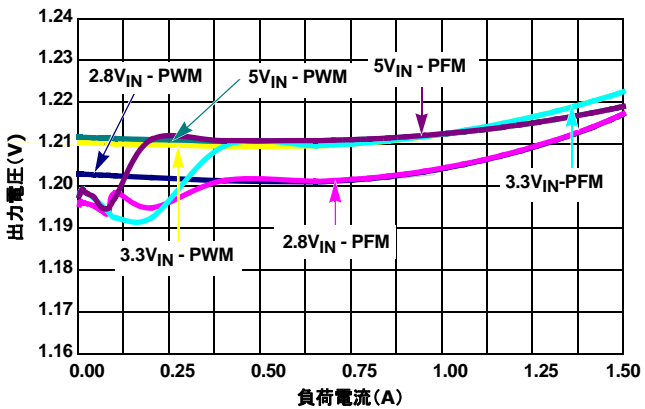


図 5. 出力電圧レギュレーションと負荷電流、 $V_O = 1.2\text{V}$

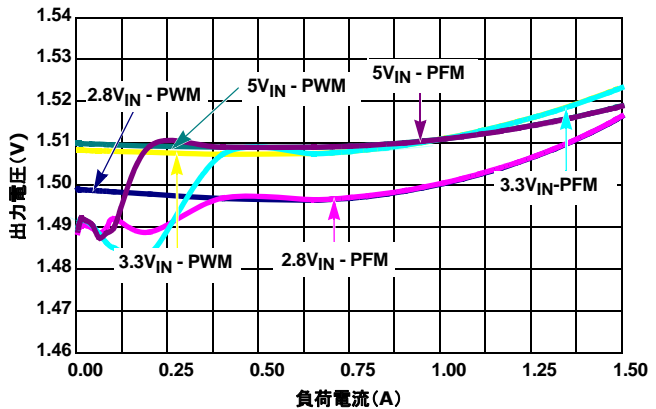


図 6. 出力電圧レギュレーションと負荷電流、 $V_O = 1.5\text{V}$

代表的な動作性能

(特に指定しない限り、動作条件は次のとおりです:  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_{IN} = 5\text{V}$ ,  $EN = VIN$ ,  $RSI = SKIP = 0\text{V}$ ,  $L = 2.2\mu\text{H}$ ,  $C_1 = 20\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 20\mu\text{F}$ ,  $I_O = 0\text{A}$ ) (続き)

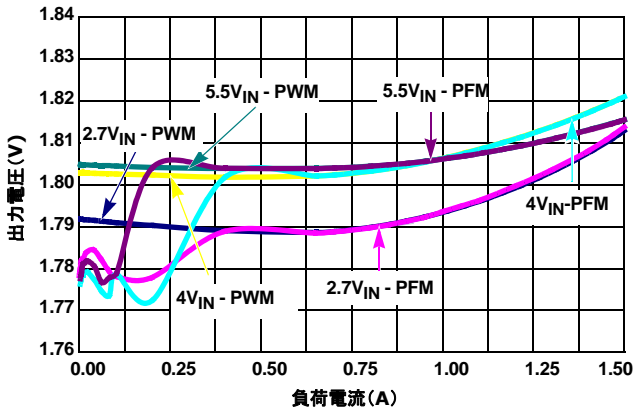


図 7. 出力電圧レギュレーションと負荷電流、 $V_O = 1.8\text{V}$

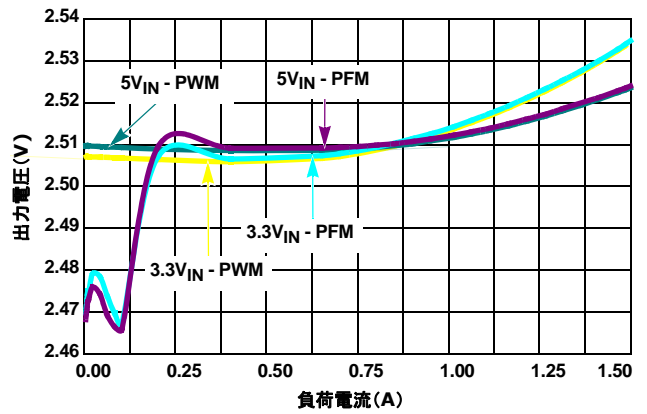


図 8. 出力電圧レギュレーションと負荷電流、 $V_O = 2.5\text{V}$

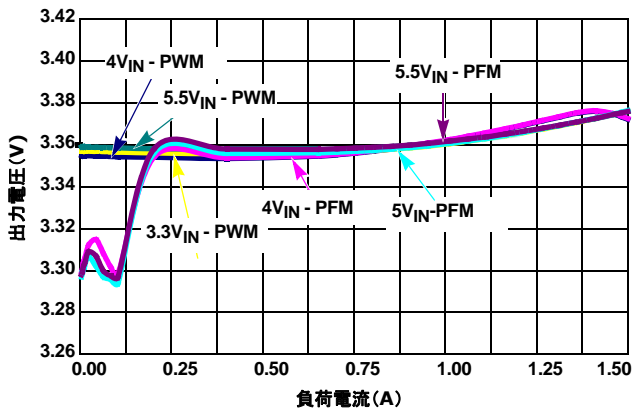


図 9. 出力電圧レギュレーションと負荷電流、 $V_O = 3.3\text{V}$

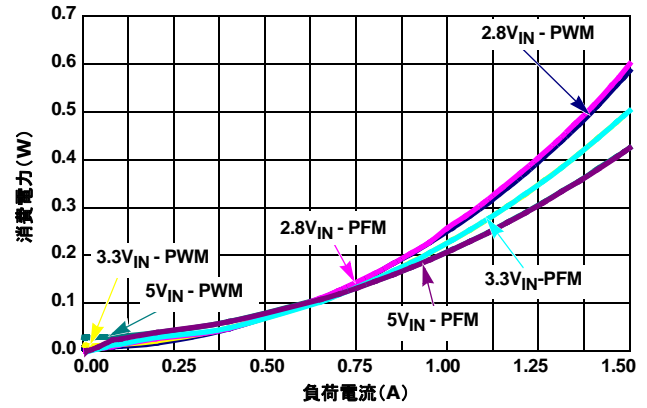


図 10. 消費電力と負荷電流、1.6MHz、 $V_O = 1.8\text{V}$

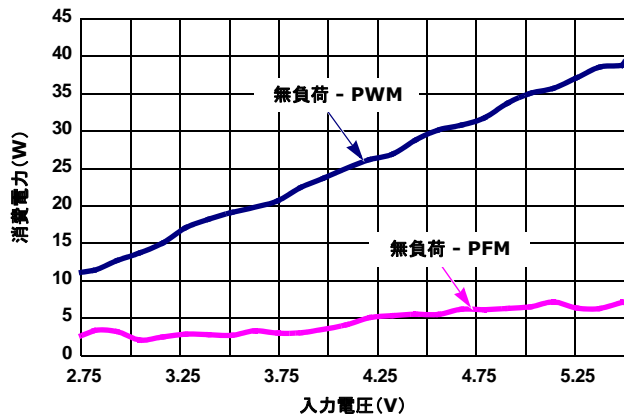


図 11. 無負荷時の消費電力と入力電圧、 $V_O = 1.8\text{V}$

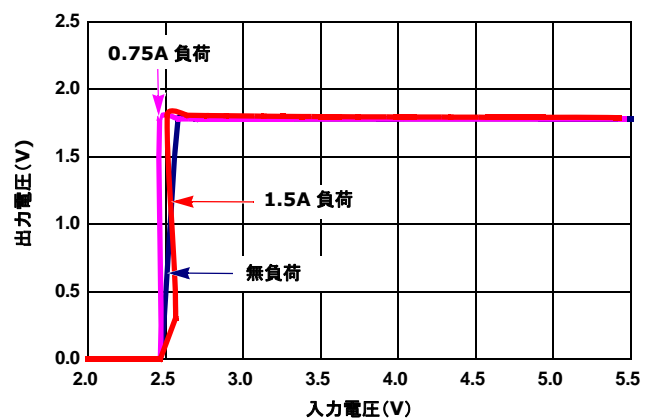


図 12. 出力電圧レギュレーションと入力電圧、PWM モード

代表的な動作性能

(特に指定しない限り、動作条件は次のとおりです:  $T_A = +25^\circ\text{C}$ ,  $V_{IN} = 5\text{V}$ ,  $EN = V_{IN}$ ,  $RSI = \text{SKIP} = 0\text{V}$ ,  $L = 2.2\mu\text{H}$ ,  $C_1 = 20\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 20\mu\text{F}$ ,  $I_O = 0\text{A}$ ) (続き)

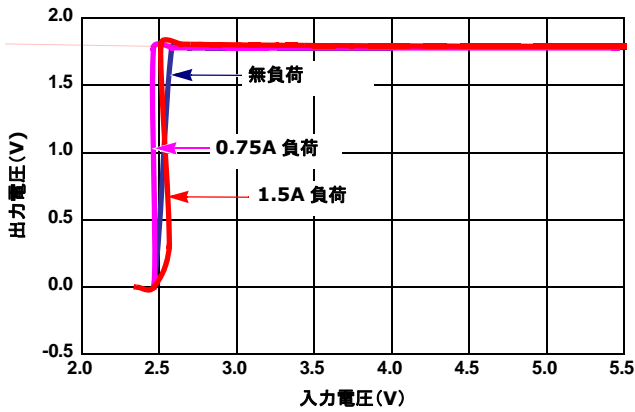


図 13. 出力電圧レギュレーションと入力電圧、スキップモード

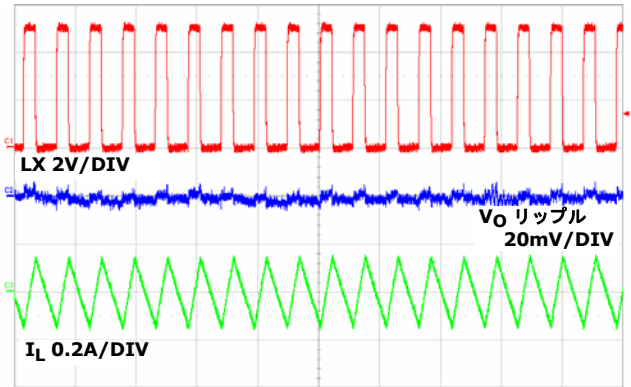


図 14. 無負荷時の安定状態動作 (PWM)、 $1\mu\text{s}/\text{DIV}$

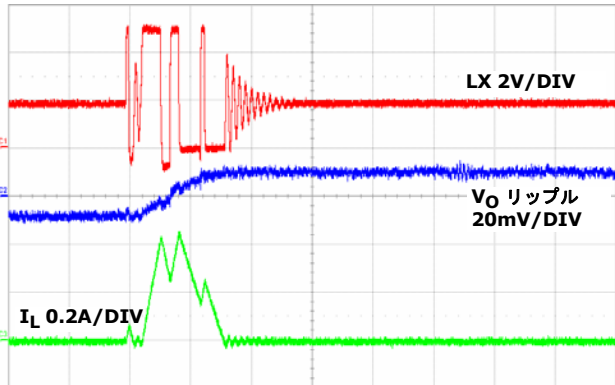


図 15. 無負荷時の安定状態動作 (PFM)、 $1\mu\text{s}/\text{DIV}$

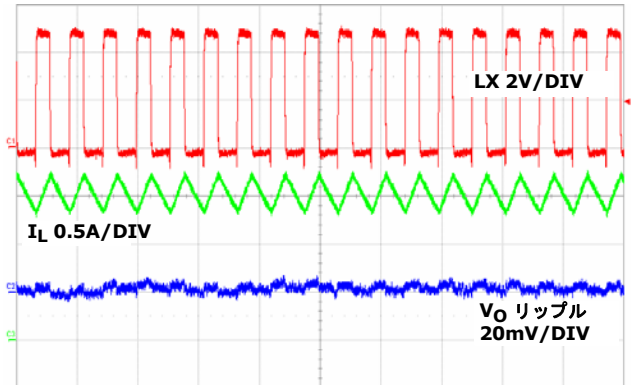


図 16. フル負荷時の安定状態動作、 $1\mu\text{s}/\text{DIV}$

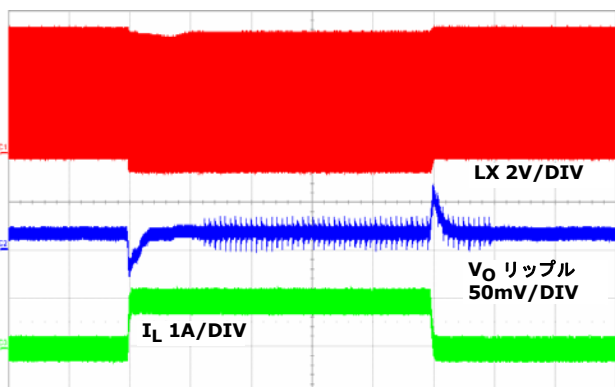


図 17. 負荷変動応答 (PWM)、 $200\mu\text{s}/\text{DIV}$

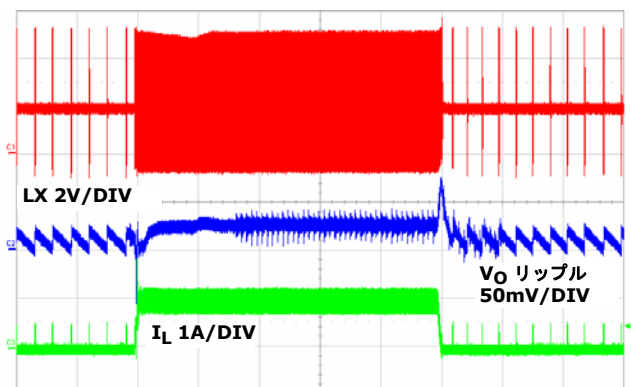


図 18. 負荷変動応答 (PFM)、 $200\mu\text{s}/\text{DIV}$

## 代表的な動作性能

(特に指定しない限り、動作条件は次のとおりです： $T_A = +25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN} = 5\text{V}$ ， $EN = VIN$ ， $RSI = \text{SKIP} = 0\text{V}$ ， $L = 2.2\mu\text{H}$ ， $C_1 = 20\mu\text{F}$ ， $C_2 = 20\mu\text{F}$ ， $I_O = 0\text{A}$ ) ( 続き )

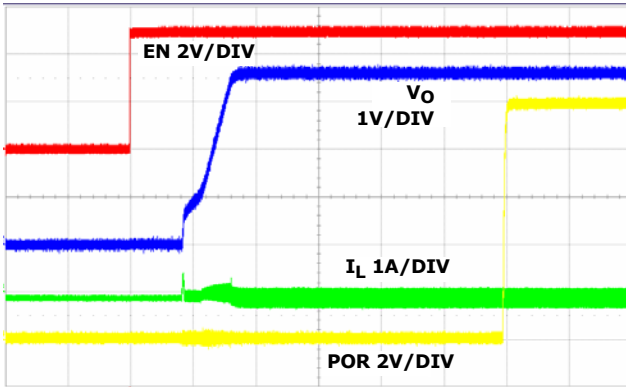


図 19. 無負荷時のソフトスタート、500 $\mu\text{s}$ /DIV

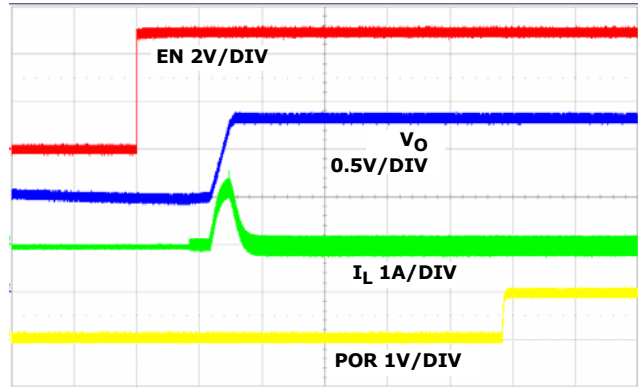


図 20. 1V プリバイアス時のソフトスタート、500 $\mu\text{s}$ /DIV

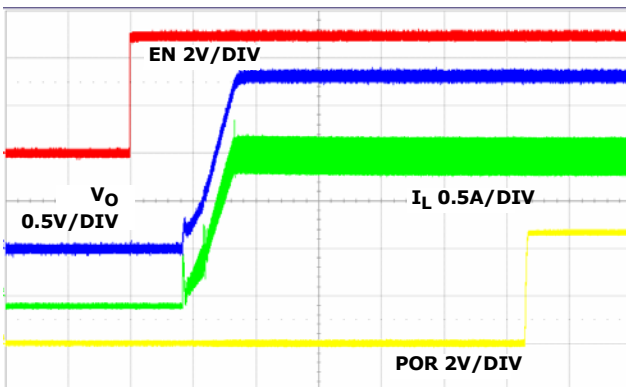


図 21. フル負荷時のソフトスタート、500 $\mu\text{s}$ /DIV

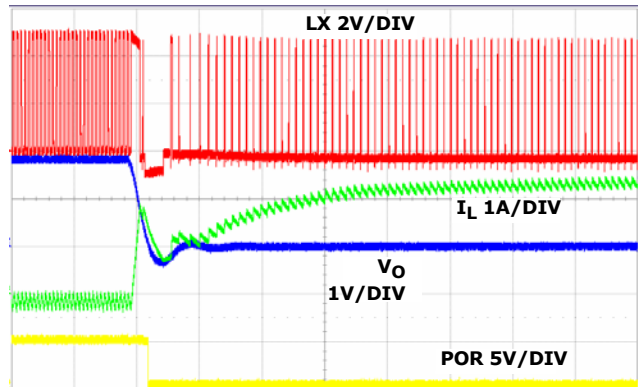


図 22. 出力短絡、10.0 $\mu\text{s}$ /DIV

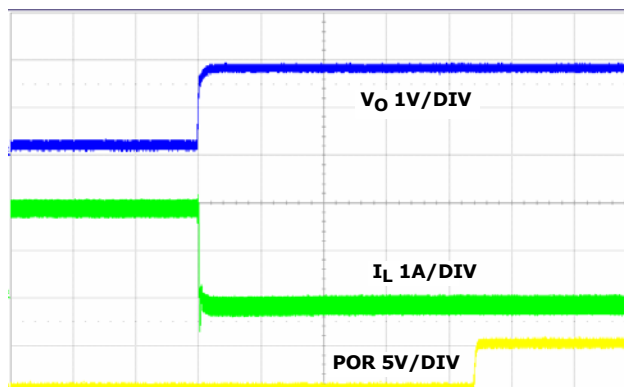


図 23. 出力短絡からの復帰、500 $\mu\text{s}$ /DIV



代表的なアプリケーション例

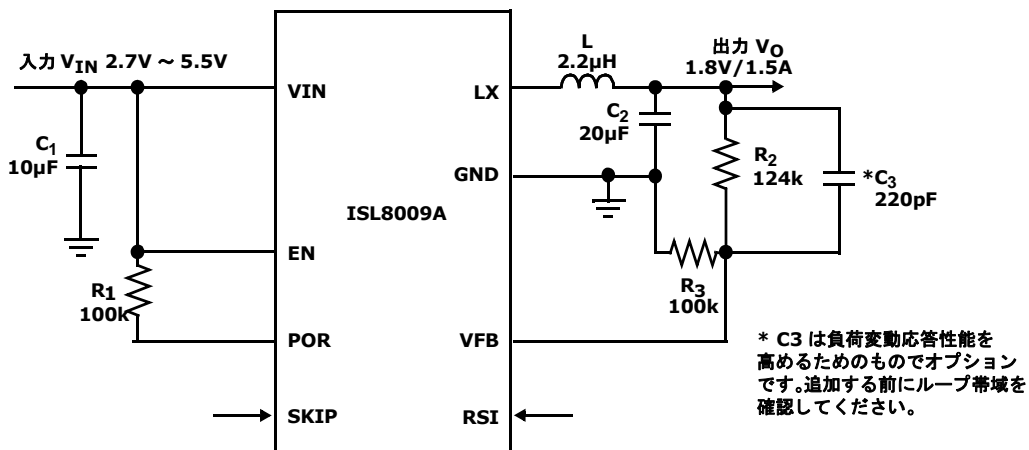


図 24. 代表的なアプリケーション例

内部ブロック図

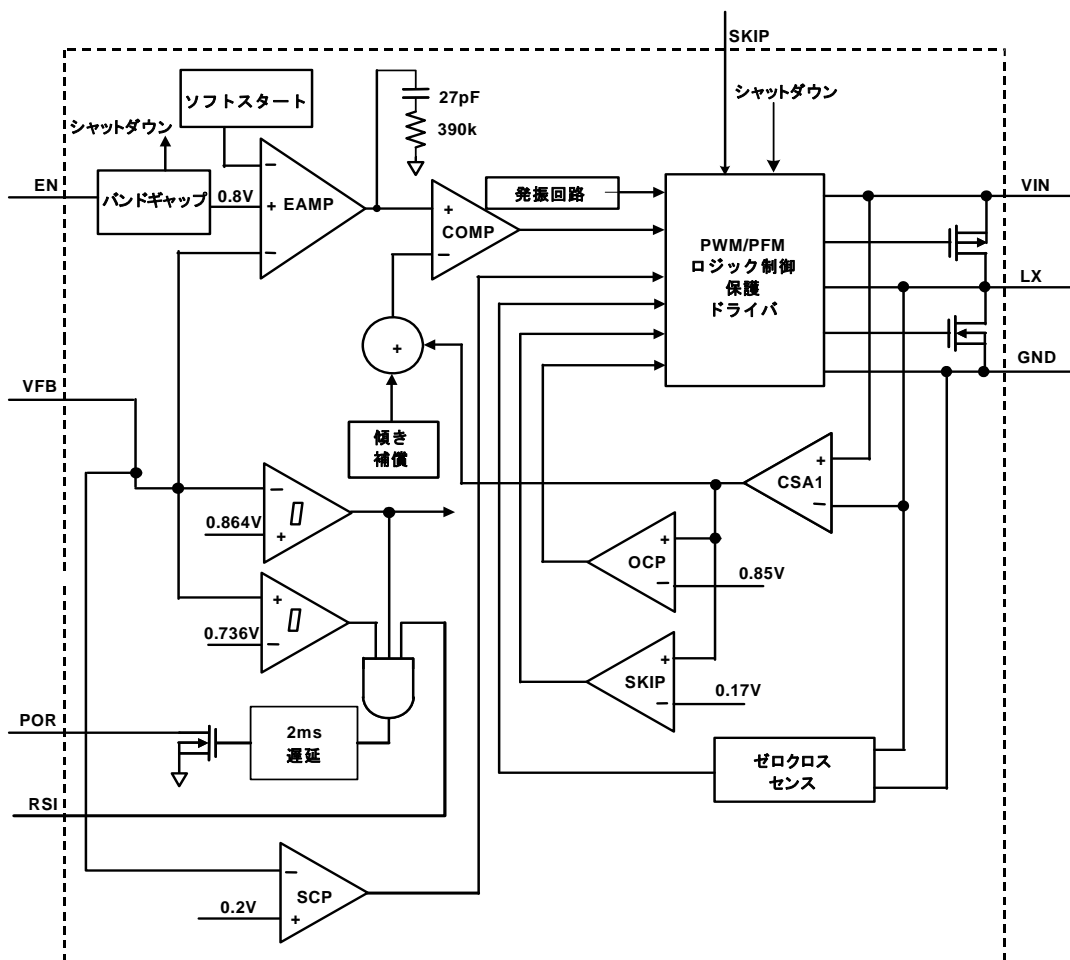


図 25. 内部ブロック図

## 動作の仕組み

ISL8009Aはバッテリーで動作するポータブルデバイスに適した降圧型スイッチングレギュレータです。負荷が重い条件下では 1.6MHz の固定スイッチング周波数で動作します。小型の外付けインダクタとコンデンサで回路を構成することができますので、基板面積を占有しません。負荷が軽い条件下では、固定周波数動作に強制されていない限り、スイッチング周波数を下げて動作し、スイッチング損失を抑えてバッテリーの動作時間を最大限確保します。無負荷状態での待機時の電流はわずか 17 $\mu$ A (TYP 値) です。さらに、レギュレータがシャットダウン状態での電源電流はわずか 0.1 $\mu$ A (TYP 値) です。

## PWM 制御方式

ISL8009A は、高速な負荷変動応答の実現とパルス毎に電流制限を行うために、電流モードのパルス幅変調 (PWM) 制御方式を採用しています。図 25 は内部ブロック図です。電流ループは、発振回路、PWM コンパレータ「COMP」、電流センス回路、および電流ループの安定性を確保する傾き補償回路で構成しています。電流センス回路は P チャンネル MOSFET のターンオン抵抗と電流センスアンプ「CSA」で構成しています。電流センス回路のゲインは 0.4V/A (typ 値) です。電流ループの制御リファレンスは電圧ループの誤差アンプ「EAMP」から与えられます。

PWM 動作は発振回路が出力するクロックによって始まります。PWM サイクルの開始時に P チャンネル MOSFET はターンオンし、MOSFET を流れる電流は上昇を開始します。電流センスアンプ CSA の出力と傾き補償 (0.675V/ $\mu$ s) の合計値が電流ループの制御リファレンスに到達すると、P チャンネル MOSFET をターンオフし N チャンネル MOSFET をターンオンするように、PWM コンパレータ COMP は PWM 回路に信号を出力します。その後 PWM サイクルが終わるまで N チャンネル MOSFET はオンの状態を続けます。図 26 に PWM 動作中の動作波形の一例を示します。点線は補償傾きと電流センスアンプ CSA 出力の合計です。

電流ループに与えるリファレンス電圧を制御することによって出力電圧のレギュレーションを行います。バンドギャップ回路は 0.8V のリファレンス電圧を電圧制御ループに出力します。帰還信号は VFB ピンに入力されます。ソフトスタートブロックは、スタートアップ時の動作にのみ関係します。誤差アンプは電圧誤差信号を電流出力に変換するトランスコンダクタンスアンプです。電圧ループは 27pF と 390k $\Omega$  の RC ネットワークによって内部で補償されています。EAMP 出力の最高電圧はバンドギャップ電圧 (1.172V) によって高精度にクランプされています。

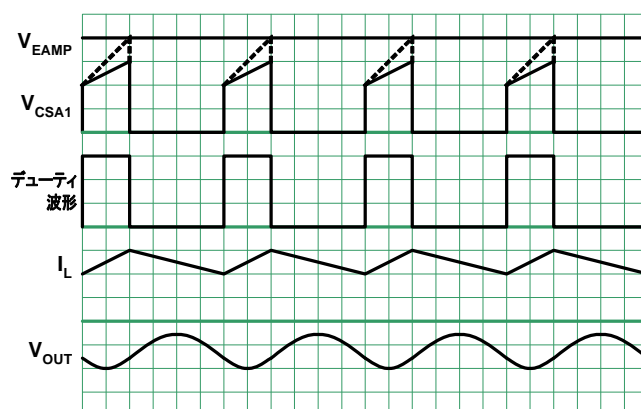


図 26. PWM 動作波形

## スキップモード

ISL8009A は、負荷が軽い場合にはパルススキップモードに移行し、スイッチング周波数を下げてスイッチング損失を抑えます。図 27 にスキップモード時の動作波形を示します。図 25 に示すゼロクロス検出回路によって、N チャンネル MOSFET 電流のゼロクロスを検出します。8 サイクル連続して N チャンネル MOSFET がゼロを交差したことを検出すると、レギュレータはスキップモードに移行します。この 8 サイクルの検出サイクル中、インダクタ内の電流は負になる場合があります。電流がゼロをクロスしないサイクルが検出されるとカウンタはゼロにリセットされます。

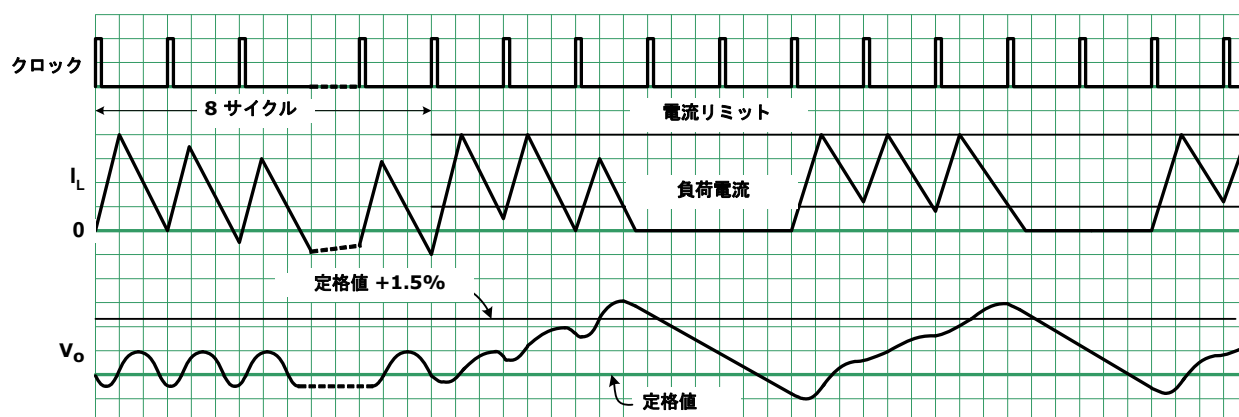


図 27. スキップモードの動作波形

スキップモードに移行すると、パルス幅変調は図 25 に示す SKIP コンパレータによって制御されます。スキップモードでも各パルスサイクルと PWM クロックとの同期関係は維持されます。P チャネル MOSFET は PWM クロックでターンオンし、自分自身を流れる電流が電流リミット値 (CSA 出力で 0.2V) の 20% に達するとターンオフします。各サイクルの平均インダクタ電流は負荷の平均電流よりも大きいので、出力電圧はサイクルごとに上昇します。そして出力電圧が定格値より 1.5% 高い値に到達すると、P チャネル MOSFET は即座にターンオフし、インダクタ電流は完全に放電されてゼロを保ちます。負荷に流れる電流によって出力コンデンサの電荷が放電されるため、出力電圧は徐々に低下します。出力電圧が定格値に低下すると P チャネル MOSFET はそのクロックで再びターンオンし、以上の動作を繰り返します。

出力電圧が定格電圧より 1.5% 低くなるとレギュレータは PWM モード動作に戻ります。

### モード制御

ISL8009A は動作モードを制御する SKIP ピンを備えています。SKIP ピンに Low を与えた場合またはグラウンドに接続した場合、レギュレータは強制 PWM モードで動作します。なお強制 PWM モードは、負荷が軽い場合でもスキップモードに移行することなく、決められた PWM 周波数で動作するモードです。

### 出力オーバーカレント保護

オーバーカレント保護は、図 25 に示すように、OCP コンパレータを使って CSA 出力をモニタして実現しています。N チャネル MOSFET 電流から CSA 出力に至る電流センス回路のゲインは 0.4V/A です。CSA 出力が 0.8V に達すると (2A のスイッチ電流に相当)、OCP コンパレータによって、P チャネル MOSFET を即座にターンオフします。

### 出力短絡保護

短絡回路保護用の SCP コンパレータは、VFB ピンの電圧をモニタし、出力短絡を保護するように動作します。VFB が 0.2V を下回ると、SCP コンパレータは PWM 周波数を定格の 1/3 の周波数に強制的に低下させます。この SCP コンパレータはスタートアップ時または出力短絡発生時にのみ動作します。

### RSI/POR 機能

電源投入時、オープンコレクタのパワーオンリセット出力は、あらかじめ設定された電圧に  $V_O$  が到達した後、およそ 2ms にわたって Low になります。RSI (リセット信号) に High を与えると、POR は速やかに Low になります。RSI が Low に戻ったあとも POR は 2ms だけ Low を維持します。ただし出力電圧には影響を与えません (図 28)。この機能を使わないときは、RSI はグラウンドに接続し、POR にはプルアップ抵抗  $R_1$  のみを接続してください。

プルアップ抵抗  $R_1$  を実装した場合、POR 出力はパワーグッド状態に到達してから 2ms だけ遅延した信号として利用できます。この機能を適切に動作させるには、RSI ピンを直接または抵抗を介してグラウンドに接続してください。

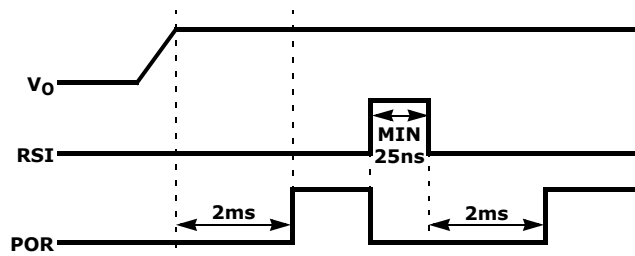


図 28. RSI と POR のタイミング図

### UVLO (入力アンダーボルテージロックアウト)

入力電圧がアンダーボルテージロックアウト (UVLO) スレッショルドを下回ると、レギュレータはディスエーブル状態になります。

### ソフトスタート

ソフトスタートアップはスタートアップ時の突入電流を防止する機能です。ソフトスタート回路は電圧ループと電流ループの両方にランプリファレンス信号を出力します。この 2 つのランプ信号はインダクタの電流増加スピードと出力電圧の上昇スピードを制限するため、結果として出力電圧は緩やかに上昇します。スタートアップの最初の段階では出力電圧は 0.2V 未満ですから、PWM 動作周波数は定格周波数の 1/3 に低下します。

### パワー MOSFET

パワー MOSFET は最高の効率が得られるように最適化されています。P チャネル MOSFET のオン抵抗は代表値で 120m $\Omega$ 、N チャネル MOSFET のオン抵抗は代表値で 110m $\Omega$  です。

### デューティサイクル

ISL8009A は、バッテリーの動作時間を最大限に確保するために、デューティサイクル制御を採用しています。バッテリー入力電圧が ISL8009A が出力のレギュレーションを維持できないレベルにまで低下すると、レギュレータは P チャネル MOSFET を完全にターンオンします。デューティサイクル動作時での電圧降下の最大値は、負荷電流と P チャネル MOSFET のオン抵抗との積で求められます。

### イネーブル

イネーブル (EN) 入力、レギュレータのオンまたはオフを外部から制御する端子で、パワーアップシーケンスに利用します。レギュレータをイネーブルにすると、バンドギャップリファレンスの安定に必要な 600 $\mu$ s (代表値) の遅延を経て、ソフトスタートが始まります。レギュレータをディスエーブルにすると P チャネル MOSFET と N チャネル MOSFET は即座にターンオフします。また、LX と GND 間に存在する 100 $\Omega$  ソフトスタート放電抵抗が作動し、出力を 0V に落とします。

### サーマルシャットダウン

ISL8009A はサーマル保護機能を内蔵しています。接合部温度が +140 $^{\circ}$ C にまで上昇するとレギュレータは完全にシャットダウンします。その後、接合部温度が +120 $^{\circ}$ C 未満に下がると、ISL8009A はソフトスタートアップ動作を経て通常動作に戻ります。

## アプリケーション情報

### 出力インダクタと出力コンデンサの選択

安定した動作と良好な負荷応答性能を得るために、通常は 3.3μH の出力インダクタを使用します。必要に応じて、コンバータ回路全体の性能を最適化するために、これ以外のインダクタンス値を選択してもかまいません。たとえば、3.3V 程度の高電圧出力のアプリケーションでは、インダクタ電流リップルと出力電圧リップルを抑えるために、出力インダクタ値を増やす方法があります。このとき、インダクタリップル電流は式 (1) で求められます。

$$\Delta I = \frac{V_O \times \left(1 - \frac{V_O}{V_{IN}}\right)}{L \times f_S} \quad (\text{EQ. 1})$$

インダクタの飽和電流定格は、少なくともピーク電流よりも大きくなければなりません。ISL8009A は代表値で 2.1A のピーク電流を保護します。ISL8009A を最大出力電流条件で使用する場合は、飽和電流定格が 2.4A 以上なければなりません。

ISL8009A は、補償回路を内蔵しており、出力コンデンサ容量は出力電圧に依存します。セラミックコンデンサの温度係数は X5R 品または X7R 品を推奨します。推奨最小容量を表 1 に示します。

表 1. 出力コンデンサ容量と出力電圧

V <sub>O</sub> (V)	C <sub>O</sub> (μF)	L (μH)
0.8	10	1.0~2.2
1.2	10	1.2~2.2
1.6	10	1.8~2.2
1.8	10	1.8~3.3
2.5	10	1.8~3.3
3.3	10	1.8~4.7
3.6	10	1.8~4.7

表 1 に示した出力電圧ごとコンデンサ容量は、コンバータシステム全体の動作を安定させるための最小値です。

### 入力コンデンサの選択

入力コンデンサの主な役割は、寄生インダクタンス成分のデカップリングと、バッテリーの電源レールにスイッチング電流の逆流を防止するフィルタ機能のふたつです。入力コンデンサの選択では、容量 10μF、温度係数 X5R または X7R のセラミックコンデンサをまず最初に検討してください。

### 出力電圧設定抵抗の選択

出力電圧は図 24 に示すように抵抗 R<sub>2</sub> と抵抗 R<sub>3</sub> を用いて設定します。出力電圧は式 (2) で求めます。

$$V_O = 0.8 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \quad (\text{EQ. 2})$$

この式で 0.8V はリファレンス電圧を表しています。

R<sub>2</sub> と R<sub>3</sub> で構成される抵抗分圧回路によって、待機時の電流は V<sub>O</sub>(R<sub>2</sub> + R<sub>3</sub>) の関係に従い増加するため、できるだけ大きな抵抗値を推奨します。ただし、VFB ピンのリーク電流はゼロではないため出力電圧設定に誤差が生じます。リーク電流の代表値は 0.1μA です。出力電圧精度に対するリーク電流の影響をできるだけ排除するために、R<sub>3</sub> には 200kΩ 以上を選択しないでください。また、V<sub>O</sub> = 0.8V のときは R<sub>2</sub> を短絡し R<sub>3</sub> を開放にする構成を推奨します。

### レイアウトの設計ガイドライン

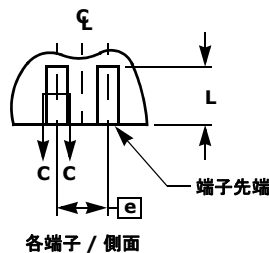
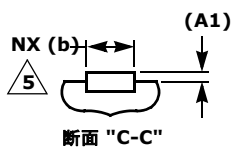
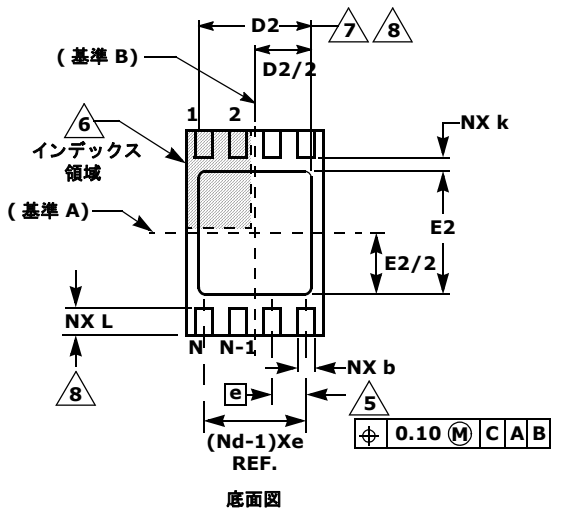
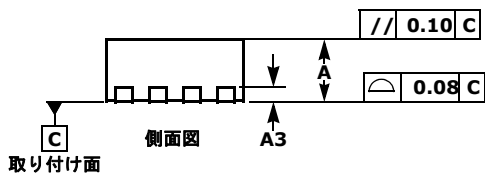
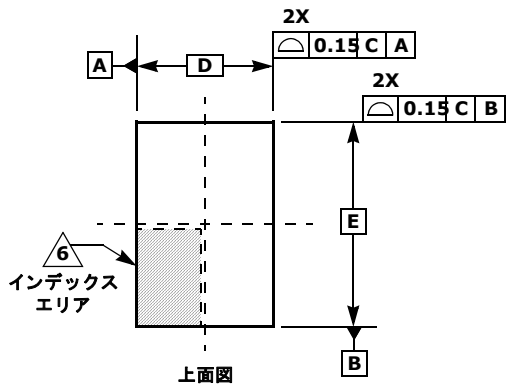
設計したコンバータ回路から所期の性能を得るうえで、レイアウト設計はきわめて重要なステップのひとつです。ISL8009A 降圧コンバータの電源ループは、出力インダクタ L、出力コンデンサ C<sub>O</sub>、LX ピン、および GND ピンで構成されます。このループの面積ができるだけ小さくなるように基板レイアウトを設計する必要があります。

IC の熱は主に放熱パッドから放熱されます。放熱パッドを接続する銅箔領域の面積はできるだけ広くしてください。また、EMI 性能の向上にはベタ・グランド層が効果的です。ベタ・グランドとは放熱パッドの下に 5 個のビアを設けて接続してください。

デュアルフラット・ノーリードプラスチックパッケージ (DFN)

L8.2x3

8 端子デュアルフラット・ノーリードプラスチックパッケージ



記号	単位 mm			備考
	min	公称値	max	
A	0.80	0.90	1.00	-
A1	-	-	0.05	-
A3	0.20 REF			-
b	0.20	0.25	0.32	5,8
D	2.00 BSC			-
D2	1.50	1.65	1.75	7,8
E	3.00 BSC			-
E2	1.65	1.80	1.90	7,8
e	0.50 BSC			-
k	0.20	-	-	-
L	0.30	0.40	0.50	8
N	8			2
Nd	4			3

Rev. 0 6/04

備考:

- 寸法と公差は ASME Y14.5-1994 に準拠しています。
- N は端子数です。
- Nd は D 辺の端子数です。
- すべての寸法の単位は mm です。角度の単位は ° です。
- 寸法 b は金属端子に適用され、端子先端から 0.25mm ~ 0.30mm のポイントで計測した値です。
- 1 ピンの識別子はオプションですが、表示したゾーン内に配置されます。1 ピンの識別子はモールドまたはマーキングで示されます。
- 寸法 D2 および E2 は電気的特性および放熱特性を高める放熱パッドに適用されます。
- 定格寸法は PCB レイアウトパターン設計の参考用に提供するものです。詳しくは当社発行の Technical Brief 「PCB Land Pattern Design and Surface Mount Guidelines for QFN Packages (TB389)」を参照してください。

そのほかの製品については [www.intersil.com/product\\_tree/](http://www.intersil.com/product_tree/) を参照してください。

インターシルは、[www.intersil.com/design/quality/](http://www.intersil.com/design/quality/) に記載の品質保証のとおり、ISO9000 品質システムに基づいて、製品の製造、組み立て、試験を行っています。

インターシルの製品は製品に関する情報のみを提供して販売されます。インターシルは、予告なしにいかなる時点においても、回路設計、ソフトウェア、仕様を変更する権利を有します。したがってお客様におかれては、部品を発注する前に、データシートが最新であることをご確認ください。インターシルが提供する情報は正確かつ信頼できるものと考えておりますが、その使用に関して、インターシルおよび関連子会社は責を追わないものとします。また、その使用に関して、第三者が所有する特許または他の知的財産権の非侵害を保証するものではありません。また、インターシルおよび関連子会社が所有する特許の使用権を、暗黙的または他の方法によって与えるものではありません。

インターシルの会社概要については [www.intersil.com](http://www.intersil.com) をアクセスしてください。