

# 3A デュアル出力、低自己消費電流、 高効率同期整流型降圧レギュレータ

## ISL8033、ISL8033A

ISL8033 は、低消費電力低電圧アプリケーションに最適な、デュアル降圧レギュレータです。チャンネルあたりの定格出力は 3A で、スイッチング周波数は 1MHz です。ISL8033A は 2.5MHz で動作し、小型製品の設計に適しています。入力 RMS 電流と EMI を抑えるために、2 系統のチャンネルは 180° 異なる位相で動作します。両方のチャンネルともに 0.8V を下限とする低電圧出力に最適化されています。入力電圧範囲は 2.85V ~ 6V で、シングルセルのリチウムイオン・バッテリー、3 セルの NiMH バッテリ、または 5V レギュレート電源が使えます。ISET を VDD に接続すると、2 系統のチャンネルはそれぞれ 3A の出力電流が保証されます。各出力の出力電流は ISET ピンによって設定できます。

ISL8033/ISL8033A は、低オン抵抗の P チャンネル MOSFET と N チャンネル MOSFET をそれぞれペアで内蔵し、変換効率の向上と外付け部品数の削減とを実現しています。100% デューティサイクル動作が可能であり、3A 出力時のドロップアウト電圧は 250mV 未満です。

ISL8033/ISL8033A は、パワーアップ時に動作するチャンネルごとの 1ms のパワーグッド (PG) タイマを備えています。また、シャットダウン時に動作する出力コンデンサの放電回路も内蔵しています。そのほか、デジタル制御のソフトスタート機能、パワーシーケンスを実現するイネーブル機能、制御が容易なディスエーブル時のソフトストップ出力放電機能、プリバイアス出力対応のスタートアップ機能、超低ドロップアウトで最大 100% のデューティサイクル、100% デューティサイクル動作によるスムーズなモード移行、8 $\mu$ A 未満のロジック制御シャットダウン電流、独立したイネーブル機能、過電流保護機能、サーマル・シャットダウン機能を備えています。

ISL8033/ISL8033A は 4mm $\times$ 4mm サイズで最大高さ 1mm の 24 リード QFN パッケージで供給されます。コンバータ回路は 5.46cm<sup>2</sup> 未満のサイズで構成可能です。

## 特長

- 最高効率 95% の 3A デュアル出力同期整流型降圧レギュレータ
- 温度範囲 / 負荷範囲 / 入力電圧範囲の全域で出力精度 2%
- デジタル制御のソフトスタート機能 (1.5ms) を内蔵
- 最高 6MHz まで外部同期可能 (ISL8033)
- 電流モード補償回路内蔵
- ピーク電流リミットとヒカップモードによる短絡保護
- ピーク過負荷電流を調整可能
- 負極性電流保護
- 鉛フリー (RoHS 準拠)

## 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 や DSP の電源
- ルータや交換機用のプラグイン DC/DC モジュール
- 計測機器
- リチウムイオン・バッテリーで動作するモバイル機器
- バーコード・リーダー

## 関連ドキュメント

- ISL8033EVAL1Z のアプリケーションノート [AN1606](#)
- ISL8033EVAL2Z のアプリケーションノート [AN1611](#)

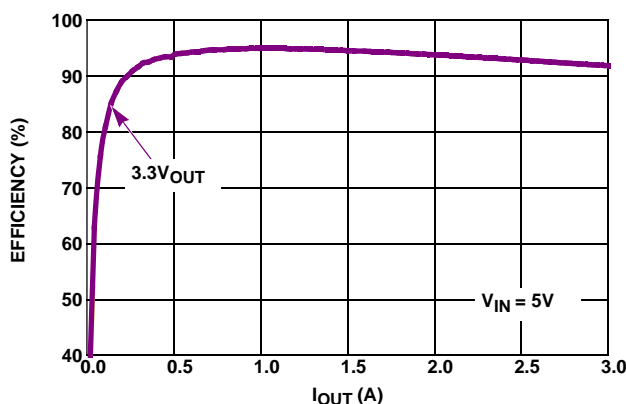


図 1. 効率 vs 負荷電流

## アプリケーション回路例

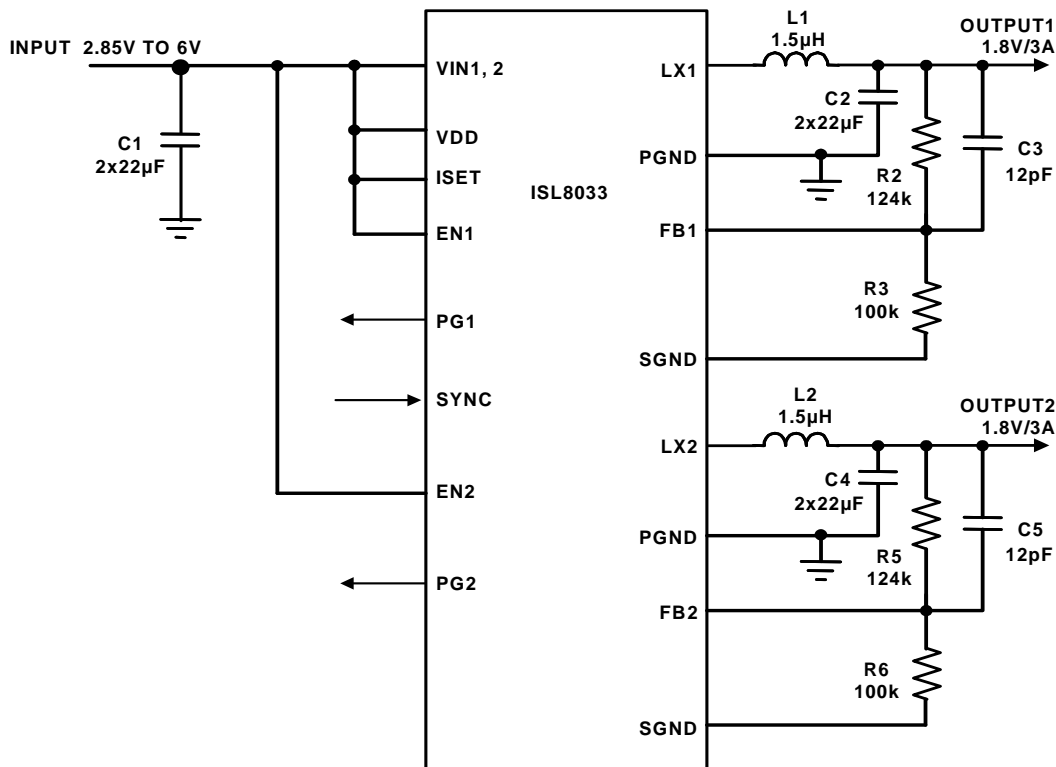


図 2. アプリケーション回路例 - 独立したデュアル出力

表 1. ISL8033 の部品定数

V <sub>OUT</sub>	0.8V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
C1	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF
C2 (or C4)	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF
C3 (or C5)	12pF	12pF	12pF	12pF	12pF	12pF
L1 (or L2)	1.0µH~2.2µH	1.0µH~2.2µH	1.0µH~2.2µH	1.0µH~3.3µH	1.0µH~3.3µH	1.0µH~4.7µH
R2 (or R5)	0	50k	87.5k	124k	212.5k	312.5k
R3 (or R6)	100k	100k	100k	100k	100k	100k

表 2. ISL8033A の部品定数

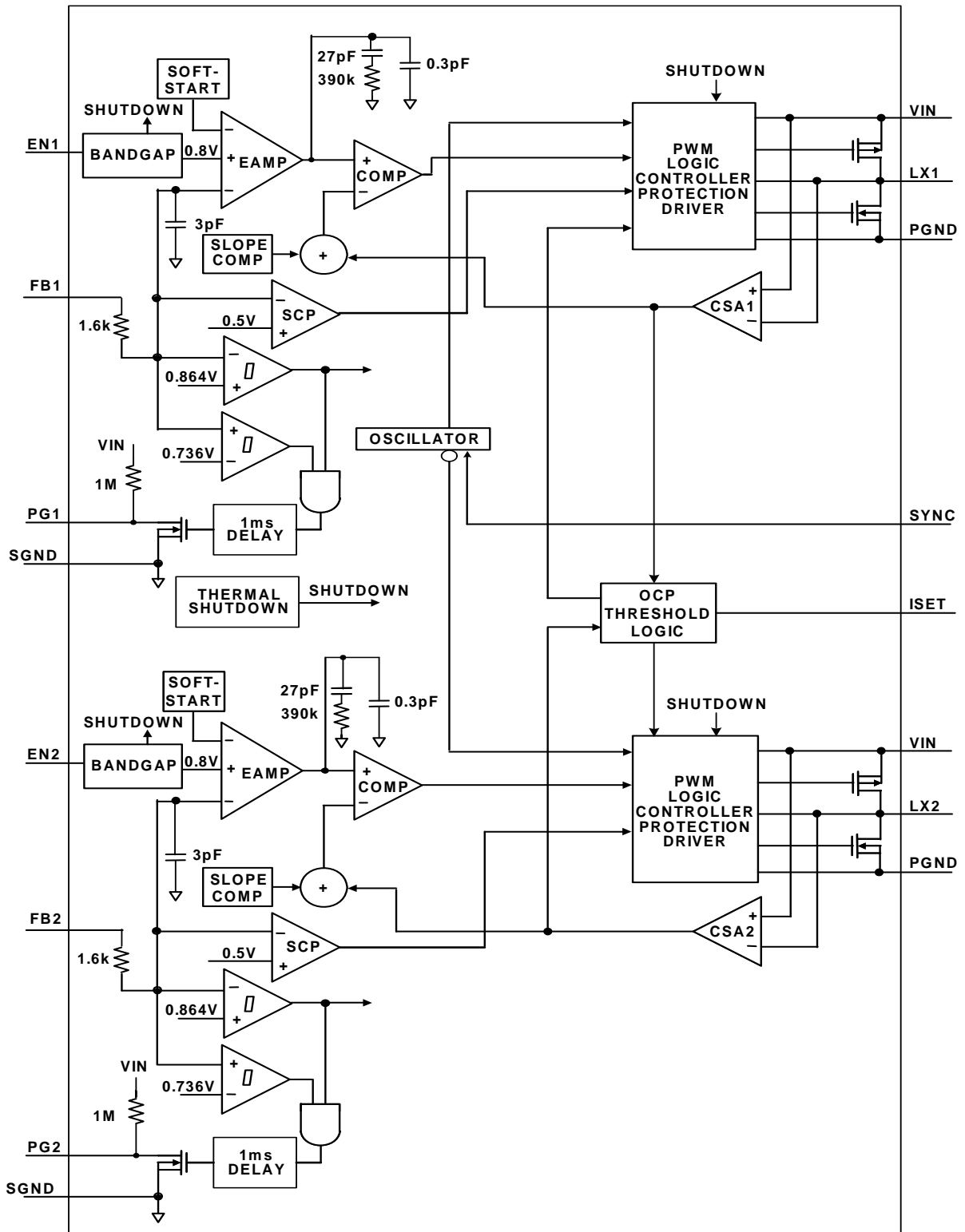
V <sub>OUT</sub>	0.8V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
C1	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF
C2 (or C4)	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF	2x22µF
C3 (or C5)	12pF	12pF	12pF	12pF	12pF	12pF
L1 (or L2)	0.47~1.5µH	0.47~1.5µH	0.47~1.5µH	0.47~1.5µH	1.0~2.2µH	1.0~3.3µH
R2 (or R5)	0	50k	87.5k	124k	212.5k	312.5k
R3 (or R6)	100k	100k	100k	100k	100k	100k

Note : コンバータ・システム全体の安定動作に必要な出力コンデンサの最小容量値を、それぞれの出力電圧に対応させて示しています。より高速の負荷変動応答要件を満たすには、出力コンデンサの容量値を増やす必要があります。

表 3. 2 品種の違い

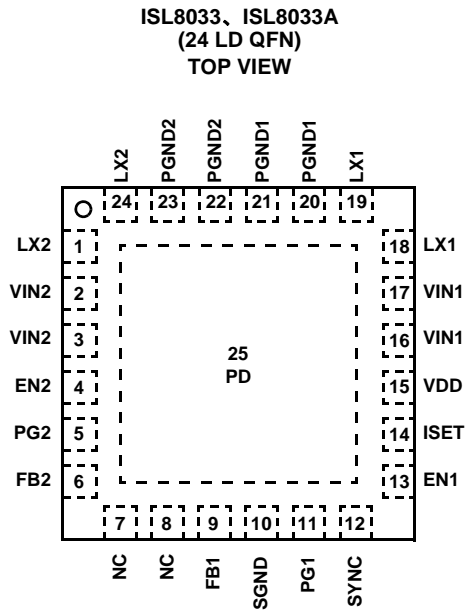
製品型番	スイッチング周波数
ISL8033	内部スイッチング周波数 F <sub>SW</sub> = 1MHz
ISL8033A	内部スイッチング周波数 F <sub>SW</sub> = 2.5MHz

ブロック図



# ISL8033、ISL8033A

## ピン配置



## ピンの説明

ピン番号	名称	説明
1, 24	LX2	チャンネル2のスイッチング・ノードです。VOUT2の出力インダクタの一方の端子に接続してください。
22, 23	PGND2	チャンネル2のパワーステージ用のパワーグラウンドです。
4	EN2	チャンネル2のイネーブルピンです。Highを与えると出力VOUT2が有効になります。Lowを与えるとVOUT2をシャットダウンし出力コンデンサを放電します。開放のまま使用しないでください。
5	PG2	1ms タイマの出力です。パワーアップのとき、またはENピンにHighを与えたとき、PG2ピンにはVOUT2電圧の状態を示すパワーグッド信号が1ms後に出力されます。
6	FB2	チャンネル2レギュレータの帰還ネットワーク入力です。FB2はトランスコンダクタンス・エラーアンプの負入力(反転入力)に内部で接続されています。レギュレータの出力電圧はFB2に接続した抵抗分圧回路によって設定します。分圧比を適切に選択すれば、電源レール(コンバータ損失を引いた電圧)を上限とし、0.8Vを下限とする範囲で、出力電圧を任意の電圧に設定可能です。一般的なアプリケーションでは内蔵の補償回路のままで問題ありません。 FB2ピンは、チャンネル2のレギュレータ出力電圧をモニタする目的で、レギュレータのパワーグッド回路とアンダーボルテージ保護回路によっても参照されます。
7, 8	NC	未使用ピンです。グラウンドに接続してください。
9	FB1	チャンネル1レギュレータの帰還ネットワーク入力です。FB1はトランスコンダクタンス・エラーアンプの負入力(反転入力)に内部で接続されています。レギュレータの出力電圧はFB1に接続した抵抗分圧回路によって設定します。分圧比を適切に選択すれば、電源レール(コンバータ損失を引いた電圧)を上限とし、0.8Vを下限とする範囲で、出力電圧を任意の電圧に設定可能です。一般的なアプリケーションでは内蔵の補償回路のままで問題ありません。 FB1ピンは、チャンネル1のレギュレータ出力電圧をモニタする目的で、レギュレータのパワーグッド回路とアンダーボルテージ保護回路によっても参照されます。
10	SGND	システム・グラウンドです。このピンとPGNDの間を一点で接続してください。
11	PG1	1ms タイマの出力です。パワーアップのとき、またはENピンにHighを与えたとき、PG1ピンにはVOUT1電圧の状態を示すパワーグッド信号が1ms後に出力されます。
12	SYNC	内部発振周波数でスイッチングさせる場合は、SYNCピンにロジックHighレベルを与えるか入力電圧VINを接続します。外部同期を行うにはSYNCピンに外部クロックを与えます。立ち下がりエッジトリガです。開放のまま使用しないでください。また、Lowレベルを与えたり、SGNDに接続してはなりません。
13	EN1	チャンネル1のイネーブルピンです。Highを与えると出力VOUT1が有効になります。Lowを与えるとVOUT1をシャットダウンし出力コンデンサを放電します。開放のまま使用しないでください。
14	ISET	レギュレータの出力電流リミットを設定します。設定の詳細については6ページの「電気的特性」を参照してください。

# ISL8033、ISL8033A

## ピンの説明 (続き)

ピン番号	名称	説明
15	VDD	ロジック回路の電源入力です。VIN ピンに接続してください。
20, 21	PGND1	チャンネル 1 のパワーステージ用のパワーグラウンドです。
18, 19	LX1	チャンネル 1 のスイッチング・ノードです。VOUT1 の出カインダクタの一方の端子に接続してください。
2, 3, 16, 17	VIN2、 VIN1	電源入力です。電源グラウンドとの間に22 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサをチャンネルごとに接続してください。
25	PD	適切な電気的特性を得るために、エキスポーズド・パッドは PGND に接続してください。また、放熱性能を最大限に高めるために、このパッドの下のランドにはできるだけ多くのサーマルビアを設けてください。

## 注文情報

製品型番 (Note 1、2、3)	マーキング	温度範囲 ( $^{\circ}$ C)	パッケージ (鉛フリー)	パッケージの 外形図
ISL8033IRZ*	80 33IRZ	-40 ~ +85	24 Ld 4x4 QFN	L24.4x4D
ISL8033AIRZ*	80 33AIRZ	-40 ~ +85	24 Ld 4x4 QFN	L24.4x4D

Note :

1. テープ&リールは製品型番の末尾に「-T\*」を付加してください。リールの詳細仕様については、テクニカル・ブリーフ「Tape and Reel Specification for Integrated Circuit ([TB347](#))」を参照してください。
2. これら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%の梨地メッキとアニーリングを実施しています (RoHS 指令に準拠するとともに SnPb ハンダ付け作業と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・ピークリフロー温度で 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 [ISL8033](#) または [ISL8033A](#) のデバイス情報ページを参照してください。MSL の詳細についてはテクニカル・ブリーフ「Guidelines for Handling and Processing Moisture Sensitive Surface Mount Devices ([TB363](#))」を参照してください。

# ISL8033、ISL8033A

## 絶対最大定格 (SGND 基準)

VIN1、VIN2、VDD	-0.3V ~ 6.5V (DC) または 7V (20ms)
LX1、LX2	-1.5V (100ns)/-0.3V (DC) ~ 6.5V (DC) または 7V (20ms)
EN1、EN2、PG1、PG2、SYNC、ISET	-0.3V ~ +6.5V
FB1、FB2	-0.3V ~ 2.7V
NC	-0.3V ~ 0.3V
ESD 定格	
人体モデル (JESD22-A114 に従ってテスト済み)	4kV
デバイス帯電モデル (JESD22-C101E に従ってテスト済み)	2kV
機械モデル (JESD22-A115 に従ってテスト済み)	0.3kV
ラッチアップ定格	
(JESD-78A; Class 2, Level A に従ってテスト済み)	100mA

## 温度情報

熱抵抗 (代表値)	$\theta_{JA}$ (°C/W)	$\theta_{JC}$ (°C/W)
4×4 QFN パッケージ (Note 4、5)	36	2
ジャンクション温度範囲	-55 °C ~ +150 °C	
保存温度範囲	-65 °C ~ +150 °C	
周囲温度範囲	-40 °C ~ +85 °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>	

## 推奨動作条件

VIN 電源電圧範囲	2.85V ~ 6V
チャンネルあたりの負荷電流範囲	0A ~ 3A
ジャンクション温度範囲	-55 °C ~ +125 °C

注意：過度に長い時間にわたって最大定格点または最大定格付近で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ともに、保証の対象とはならない可能性があります。

Note :

- $\theta_{JA}$  はデバイスを放熱効率の高い「ダイレクト・アタッチ」機能対応の試験基板に実装し、自由大気中で測定した値です。詳細はテクニカル・ブリーフ「Thermal Characterization of Packaged Semiconductor Devices (TB379)」を参照してください。
- $\theta_{JC}$  の測定における「ケース温度」位置は、パッケージ下面のエキスポーズド金属パッドの中心です。

**電気的特性** 特記のない限り、各仕様値は以下の条件で測定しています。

$T_A = -40\text{ °C} \sim +85\text{ °C}$ 、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $EN1 = EN2 = VDD$ 、 $L = 1.5\mu\text{H}$ 、 $C1 = C2 = C4 = 2 \times 22\mu\text{F}$ 、 $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 0\text{A} \sim 3\text{A}$ 。代表値は  $T_A = +25\text{ °C}$  における値です。太字のリミット値は動作温度範囲  $-40\text{ °C} \sim +85\text{ °C}$  に対して適用されます。

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN (Note 7)	TYP	MAX (Note 7)	UNITS
<b>INPUT SUPPLY</b>						
VIN Undervoltage Lockout Threshold	$V_{UVLO}$	Rising		2.5	<b>2.85</b>	V
		Hysteresis	<b>50</b>	100		mV
Quiescent Supply Current	$I_{VDD}$	SYNC = VDD, EN1 = EN2 = VDD, $F_S = 1\text{MHz}$ , no load at the output		15	<b>40</b>	mA
		SYNC = VDD, EN1 = EN2 = VDD, $F_S = 2.5\text{MHz}$ , no load at the output		30	<b>70</b>	mA
Shutdown Supply Current	$I_{SD}$	VDD = 6V, EN1 = EN2 = SGND		8	<b>20</b>	$\mu\text{A}$
<b>OUTPUT REGULATION</b>						
FB1, FB2 Regulation Voltage	$V_{FB}$		<b>0.790</b>	0.8	<b>0.810</b>	V
FB1, FB2 Bias Current	$I_{FB}$	VFB = 0.75V		0.1		$\mu\text{A}$
Load Regulation		SYNC = VDD, output load from 0A to 3A		2		mV/A
Line Regulation		VIN = VO + 0.5V to 6V (minimal 2.85V)		0.1		%/V
Soft-Start Ramp Time Cycle				1.5		ms
<b>COMPENSATION</b>						
Error Amplifier Trans-Conductance				20		$\mu\text{A/V}$
Trans-Resistance	RT		<b>0.18</b>	0.2	<b>0.22</b>	$\Omega$
<b>OVERCURRENT PROTECTION</b>						
Dynamic Current Limit ON-time	$t_{OCON}$			17		Clock pulses
Dynamic Current Limit OFF-time	$t_{OCCOFF}$			8		SS cycle
Positive Peak Overcurrent Limit	$I_{poc1}$	ISET = VDD	<b>4.1</b>	4.8	<b>5.5</b>	A
			<b>4.1</b>	4.8	<b>5.5</b>	A
	$I_{poc2}$	ISET = Float	<b>4.1</b>	4.8	<b>5.5</b>	A
			<b>2.7</b>	3.3	<b>3.9</b>	A
	$I_{poc1}$	ISET = GND	<b>2.7</b>	3.3	<b>3.9</b>	A
			<b>2.7</b>	3.3	<b>3.9</b>	A

# ISL8033、ISL8033A

**電気的特性** 特記のない限り、各仕様値は以下の条件で測定しています。

$T_A = -40\text{ }^\circ\text{C} \sim +85\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $EN1 = EN2 = VDD$ 、 $L = 1.5\mu\text{H}$ 、 $C1 = C2 = C4 = 2 \times 22\mu\text{F}$ 、 $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 0\text{A} \sim 3\text{A}$ 。代表値は  $T_A = +25\text{ }^\circ\text{C}$  における値です。太字のリミット値は動作温度範囲  $-40\text{ }^\circ\text{C} \sim +85\text{ }^\circ\text{C}$  に対して適用されます。(続き)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN (Note 7)	TYP	MAX (Note 7)	UNITS
Negative Peak Overcurrent Limit	$I_{noc1}$		<b>-3.5</b>	-2.5	<b>-1.5</b>	A
	$I_{noc2}$		<b>-3.5</b>	-2.5	<b>-1.5</b>	A
<b>LX1, LX2</b>						
P-Channel MOSFET ON-Resistance		$V_{IN} = 6\text{V}$ , $I_O = 200\text{mA}$		50	<b>75</b>	$\text{m}\Omega$
		$V_{IN} = 2.85\text{V}$ , $I_O = 200\text{mA}$		70	<b>100</b>	$\text{m}\Omega$
N-Channel MOSFET ON-Resistance		$V_{IN} = 6\text{V}$ , $I_O = 200\text{mA}$		50	<b>75</b>	$\text{m}\Omega$
		$V_{IN} = 2.85\text{V}$ , $I_O = 200\text{mA}$		70	<b>100</b>	$\text{m}\Omega$
LX_ Maximum Duty Cycle				100		%
PWM Switching Frequency	$F_S$	ISL8033	<b>0.88</b>	1.1	<b>1.32</b>	MHz
		ISL8033A	<b>2.15</b>	2.5	<b>2.85</b>	MHz
Synchronization Range	$F_{SYNC}$	ISL8033 (Note 6)	<b>2.64</b>		<b>6</b>	MHz
Channel 1 to Channel 2 Phase Shift		Rising edge to rising edge timing		180		$^\circ$
LX Minimum On-Time		SYNC = High (forced PWM mode)			<b>140</b>	ns
Soft Discharge Resistance	$R_{DIS}$	EN = LOW	<b>80</b>	100	<b>120</b>	$\Omega$
LX Leakage Current		Pulled up to 6V		0.1	<b>1</b>	$\mu\text{A}$
<b>PG1, PG2</b>						
Output Low Voltage		Sinking 1mA, $V_{FB} = 0.7\text{V}$			<b>0.3</b>	V
PG_ Pin Leakage Current		PG = $V_{IN} = 6\text{V}$		0.01	<b>0.1</b>	$\mu\text{A}$
Internal PGOOD Low Rising Threshold		Percentage of nominal regulation voltage	<b>89.5</b>	92	<b>94.5</b>	%
Internal PGOOD Low Falling Threshold		Percentage of nominal regulation voltage	<b>85</b>	88	<b>91</b>	%
Delay Time (Rising Edge)				1		ms
Internal PGOOD Delay Time (Falling Edge)				7	<b>10</b>	$\mu\text{s}$
<b>EN1, EN2, SYNC</b>						
Logic Input Low					<b>0.4</b>	V
Logic Input High			<b>1.5</b>			V
SYNC Logic Input Leakage Current	$I_{SYNC}$	Pulled up to 6V		0.1	<b>1</b>	$\mu\text{A}$
Enable Logic Input Leakage Current	$I_{EN}$	Pulled up to 6V		0.1	<b>1</b>	$\mu\text{A}$
Thermal Shutdown				150		$^\circ\text{C}$
Thermal Shutdown Hysteresis				25		$^\circ\text{C}$

NOTE :

- スイッチング・チャネルあたりの動作周波数は、SYNC 周波数の 1/2 の周波数になります。
- データシートのリミット値に対する整合性は、製造時テスト、特性評価、設計のいずれか 1 つまたは複数によって保証されています。

動作性能特性、ISL8033

特記のない限り動作条件は次のとおりです。T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 5V、EN = V<sub>IN</sub>、L1 = L2 = 1.5μH、C1 = C2 = C4 = 2×22μF、V<sub>OUT1</sub> = 1.2V、V<sub>OUT2</sub> = 1.8V、I<sub>OUT1</sub> = I<sub>OUT2</sub> = 0A ~ 3A。

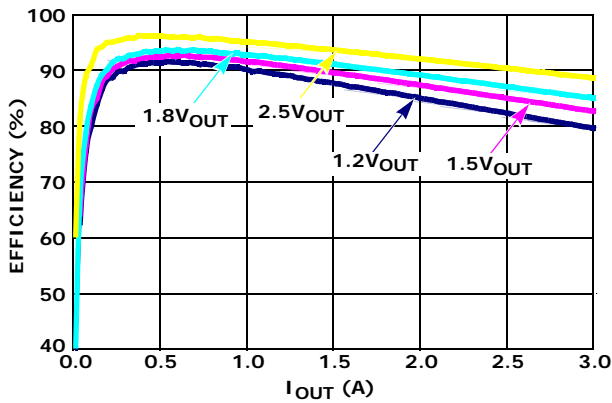


図3. 効率、T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 3.3V

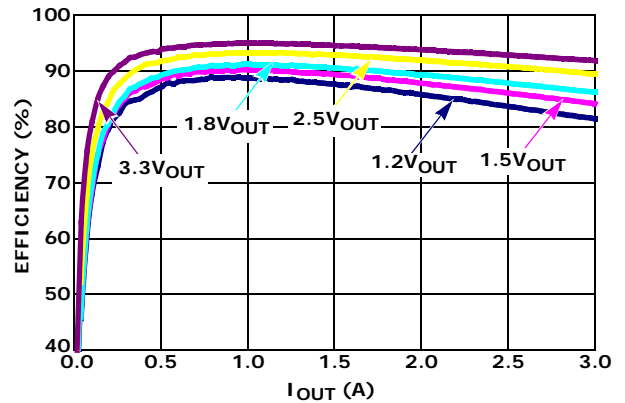


図4. 効率、T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 5V

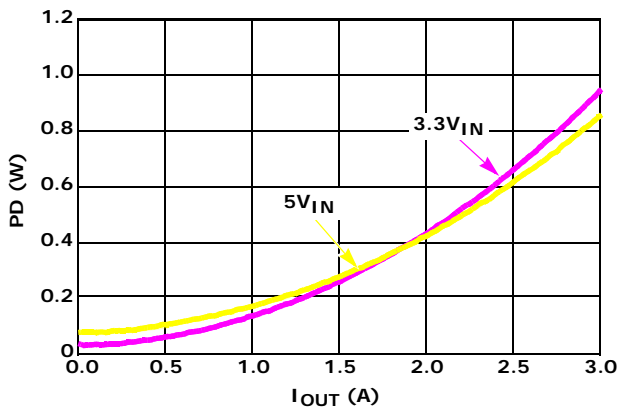


図5. 電力損失、T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>OUT</sub> = 1.8V

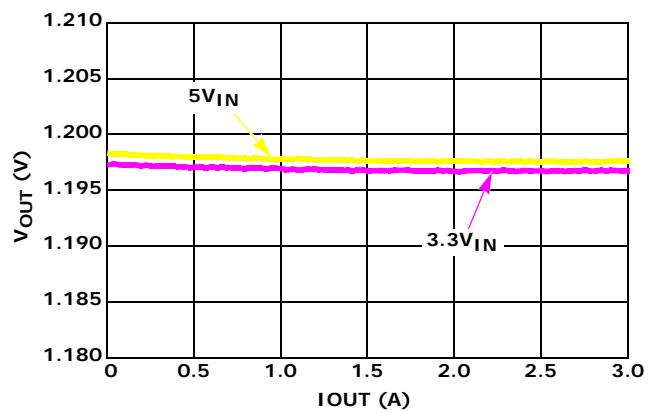


図6. 負荷レギュレーション、V<sub>OUT</sub> = 1.2V、T<sub>A</sub> = +25 °C

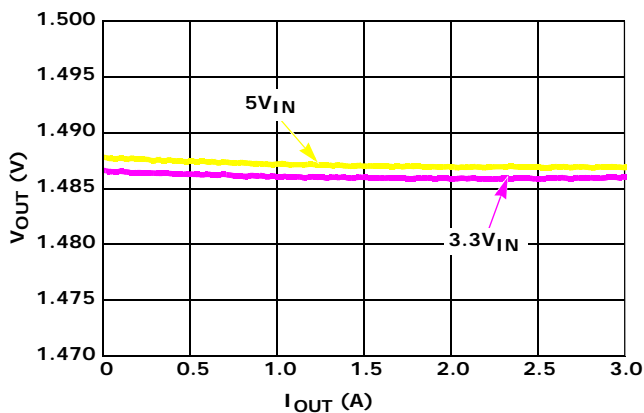


図7. 負荷レギュレーション、V<sub>OUT</sub> = 1.5V、T<sub>A</sub> = +25 °C

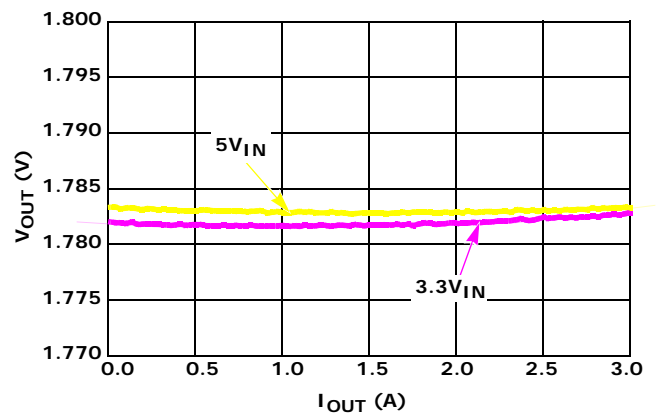


図8. 負荷レギュレーション、V<sub>OUT</sub> = 1.8V、T<sub>A</sub> = +25 °C



## 動作性能特性、ISL8033

特記のない限り動作条件は次のとおりです。T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 5V、EN = V<sub>IN</sub>、L1 = L2 = 1.5μH、C1 = C2 = C4 = 2×22μF、V<sub>OUT1</sub> = 1.2V、V<sub>OUT2</sub> = 1.8V、I<sub>OUT1</sub> = I<sub>OUT2</sub> = 0A ~ 3A。(続き)

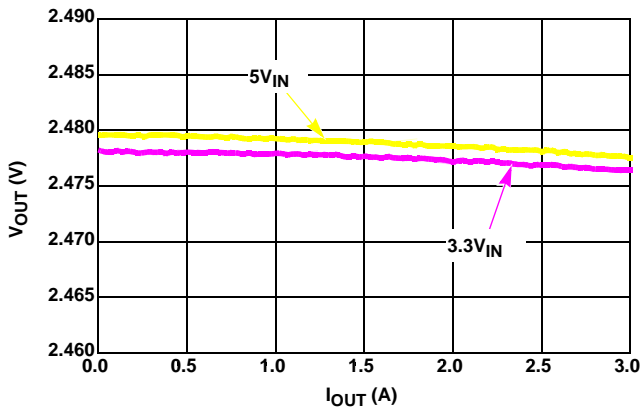


図 9. 負荷レギュレーション、V<sub>OUT</sub> = 2.5V、T<sub>A</sub> = +25 °C

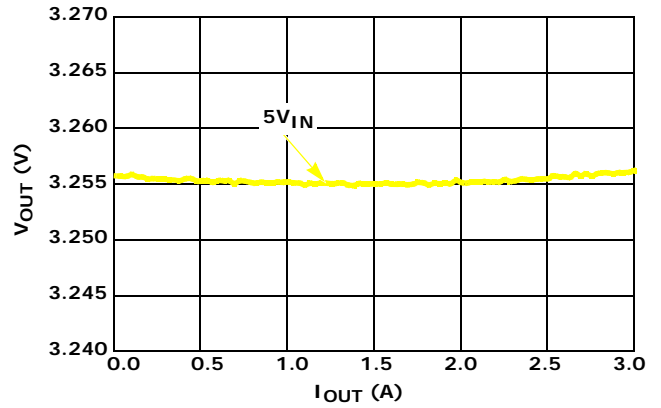


図 10. 負荷レギュレーション、V<sub>OUT</sub> = 3.3V、T<sub>A</sub> = +25 °C

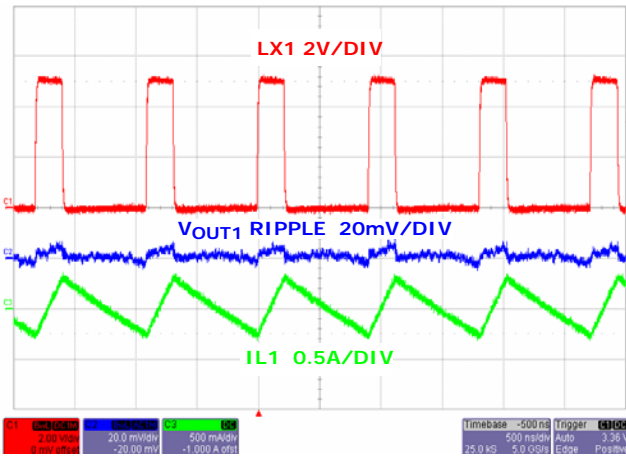


図 11. 無負荷時の定常状態動作、チャンネル 1 (PWM)

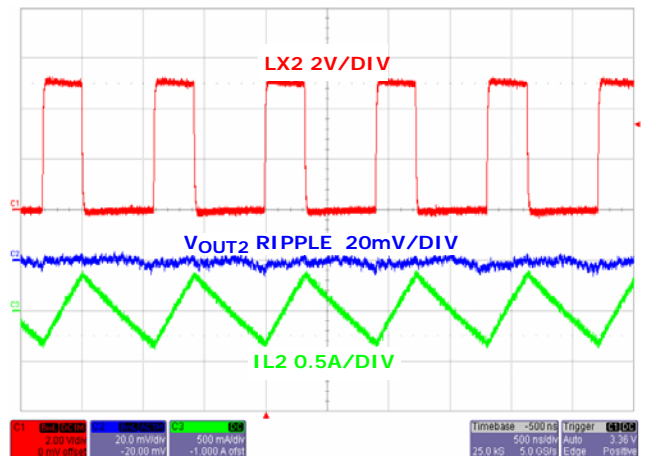


図 12. 無負荷時の定常状態動作、チャンネル 2 (PWM)

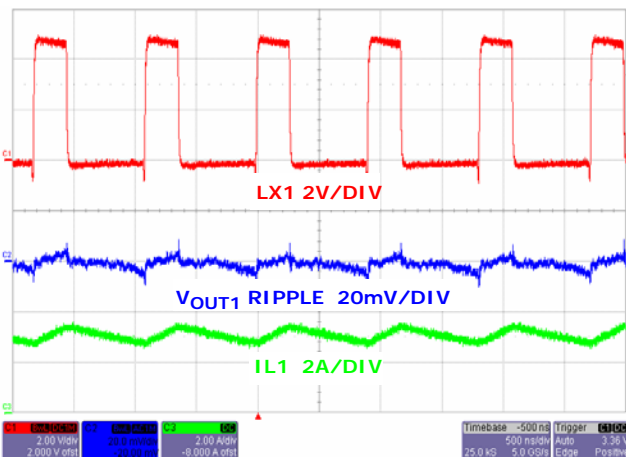


図 13. フル負荷時の定常状態動作、チャンネル 1

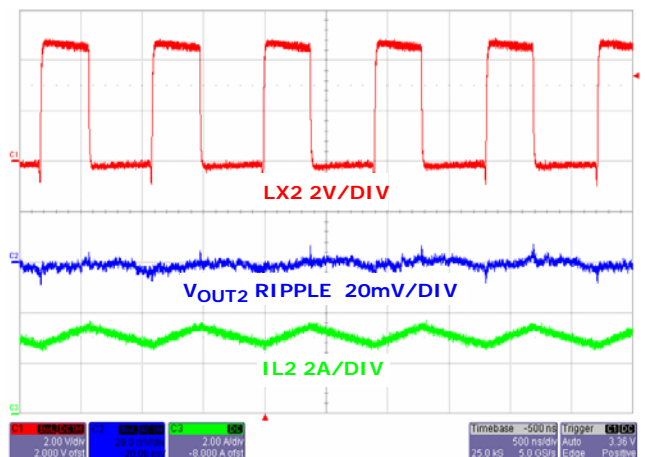


図 14. フル負荷時の定常状態動作、チャンネル 2

## 動作性能特性、ISL8033

特記のない限り動作条件は次のとおりです。T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 5V、EN = V<sub>IN</sub>、L1 = L2 = 1.5μH、C1 = C2 = C4 = 2×22μF、V<sub>OUT1</sub> = 1.2V、V<sub>OUT2</sub> = 1.8V、I<sub>OUT1</sub> = I<sub>OUT2</sub> = 0A ~ 3A。(続き)

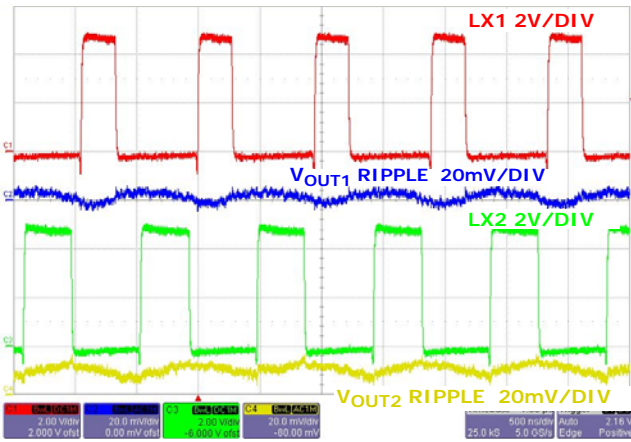


図 15. フル負荷時の定常状態動作、両チャンネル

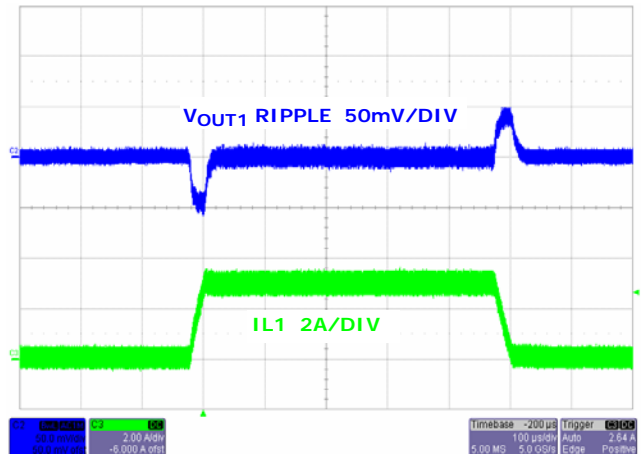


図 16. 負荷変動応答、チャンネル 1 (PWM)

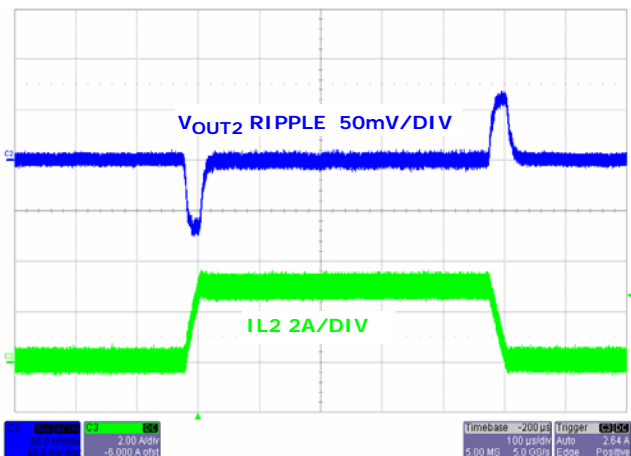


図 17. 負荷変動応答、チャンネル 2 (PWM)

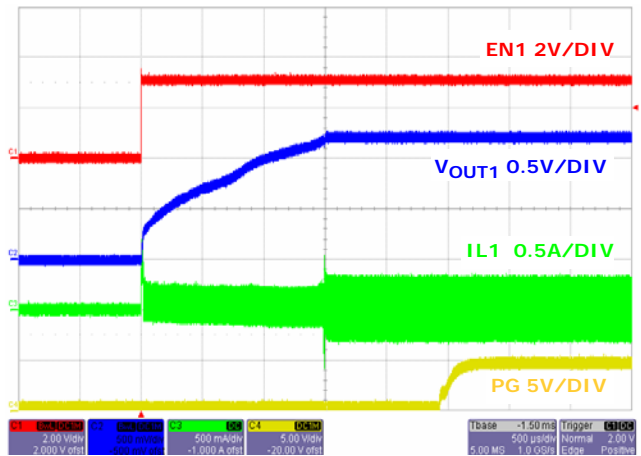


図 18. 無負荷時のソフトスタート、チャンネル 1

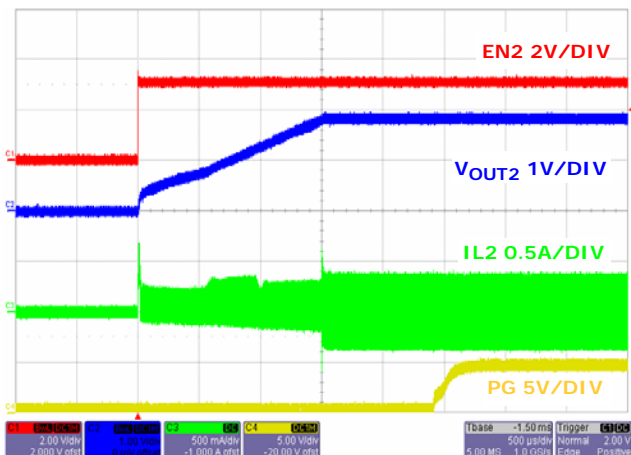


図 19. 無負荷時のソフトスタート、チャンネル 2

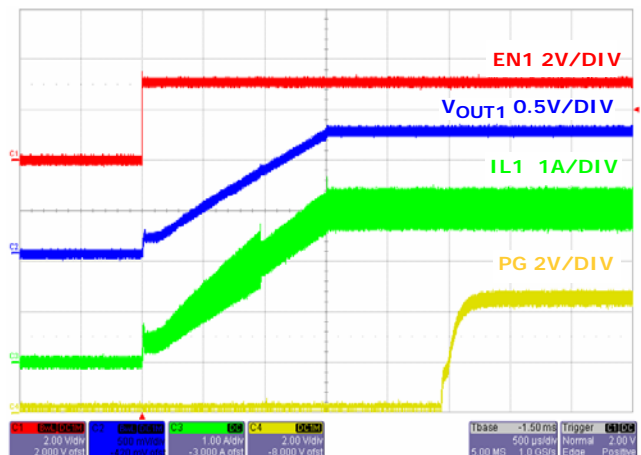


図 20. フル負荷時のソフトスタート、チャンネル 1

動作性能特性、ISL8033

特記のない限り動作条件は次のとおりです。T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 5V、EN = V<sub>IN</sub>、L1 = L2 = 1.5μH、C1 = C2 = C4 = 2×22μF、V<sub>OUT1</sub> = 1.2V、V<sub>OUT2</sub> = 1.8V、I<sub>OUT1</sub> = I<sub>OUT2</sub> = 0A ~ 3A。(続き)

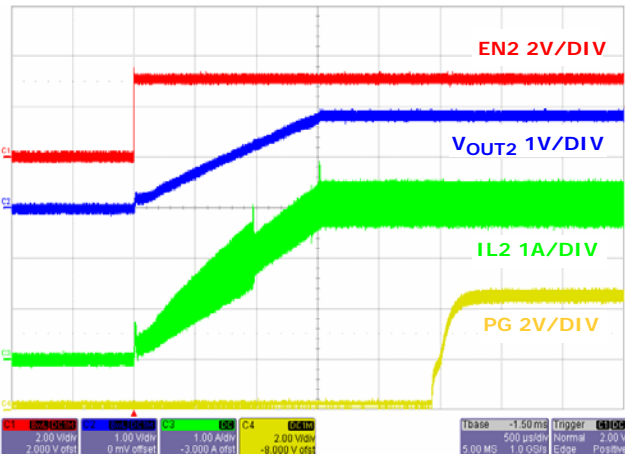


図 21. フル負荷時のソフトスタート、チャンネル 2

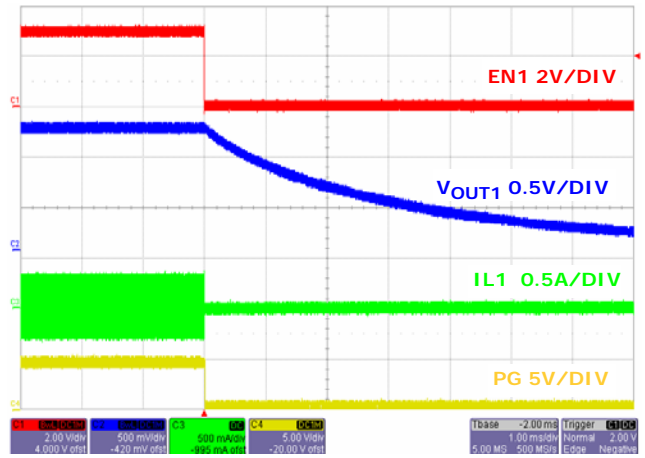


図 22. ソフト放電シャットダウン、チャンネル 1

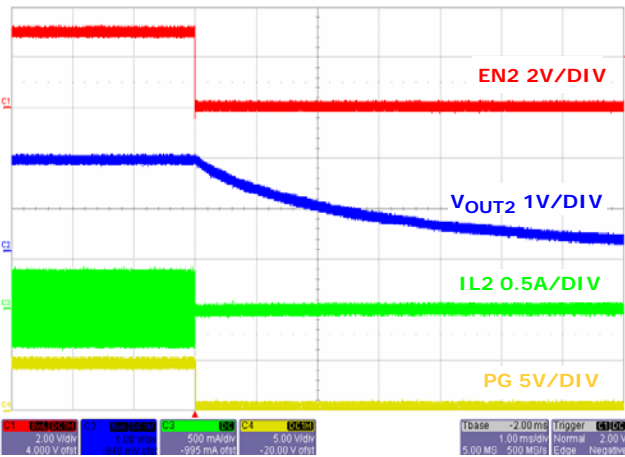


図 23. ソフト放電シャットダウン、チャンネル 2

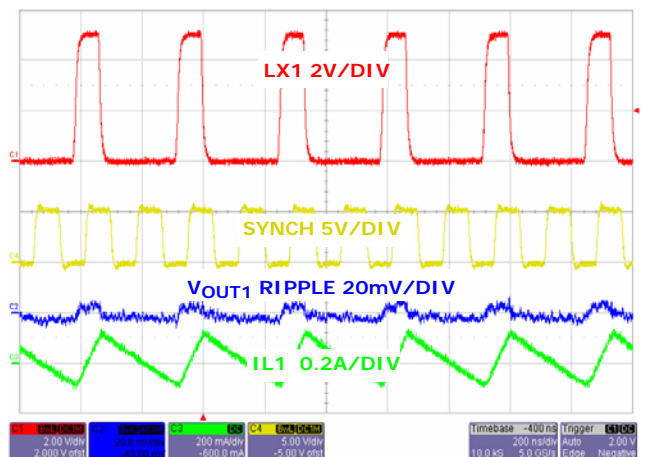


図 24. 無負荷時の定常状態動作、周波数 = 6MHz、チャンネル 1

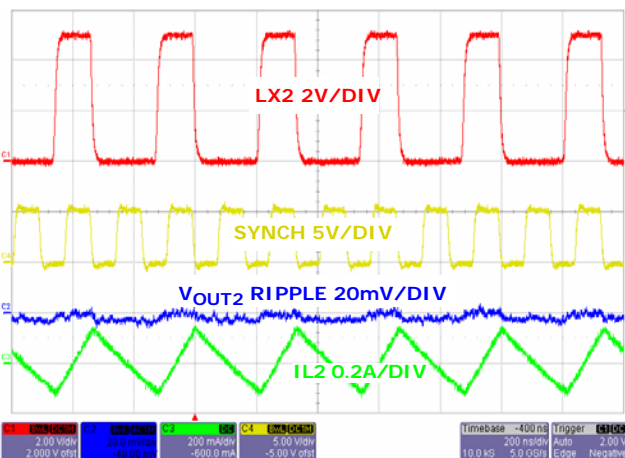


図 25. 無負荷時の定常状態動作、周波数 = 6MHz、チャンネル 2

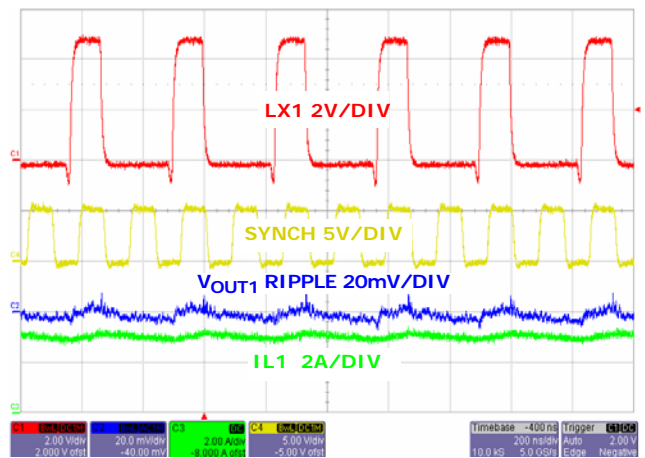


図 26. フル負荷時の定常状態動作、周波数 = 6MHz、チャンネル 1

動作性能特性、ISL8033

特記のない限り動作条件は次のとおりです。T<sub>A</sub> = +25 °C、V<sub>IN</sub> = 5V、EN = V<sub>IN</sub>、L1 = L2 = 1.5μH、C1 = C2 = C4 = 2×22μF、V<sub>OUT1</sub> = 1.2V、V<sub>OUT2</sub> = 1.8V、I<sub>OUT1</sub> = I<sub>OUT2</sub> = 0A ~ 3A。(続き)

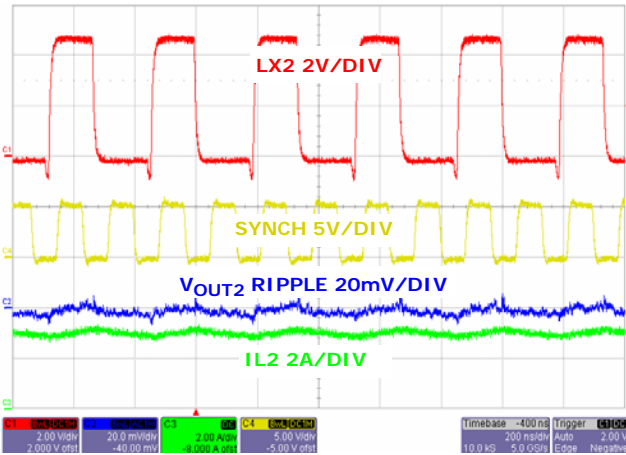


図 27. フル負荷時の定常状態動作、周波数 = 6MHz、チャンネル 2

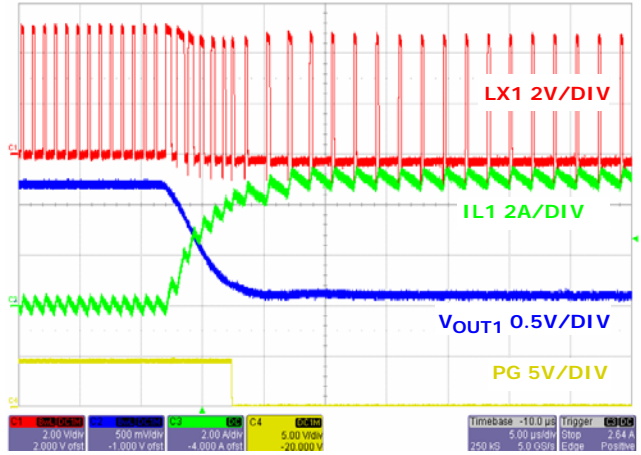


図 28. 出力短絡、チャンネル 1

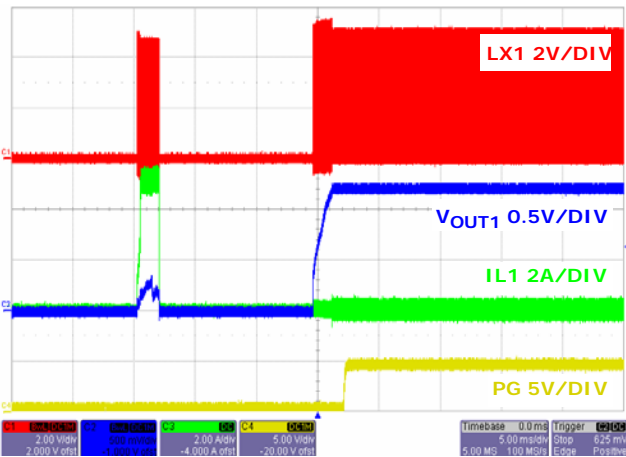


図 29. 出力短絡からの復帰、チャンネル 1

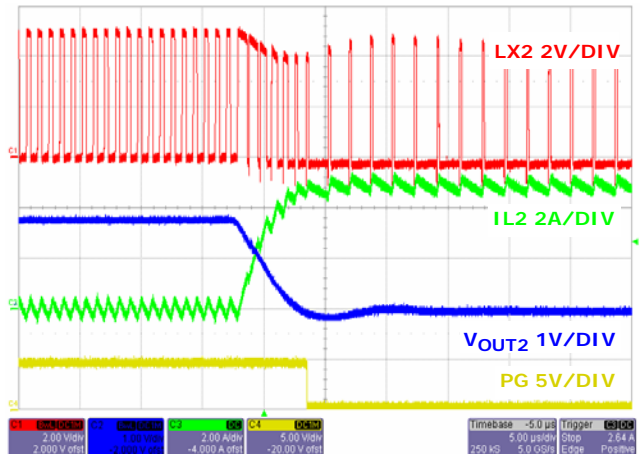


図 30. 出力短絡、チャンネル 2

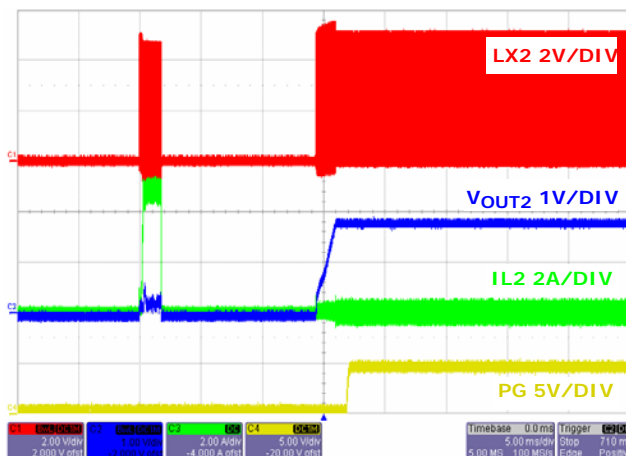


図 31. 出力短絡からの復帰、チャンネル 2

## 動作性能特性、ISL8033A

特記のない限り動作条件は次のとおりです。  $T_A = +25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $EN = V_{IN}$ 、 $L1 = 0.68\mu\text{H}$ 、 $L2 = 1\mu\text{H}$ 、 $C1 = C2 = C4 = 2 \times 22\mu\text{F}$ 、 $V_{OUT1} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{OUT2} = 1.8\text{V}$ 、 $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 0\text{A} \sim 3\text{A}$ 。

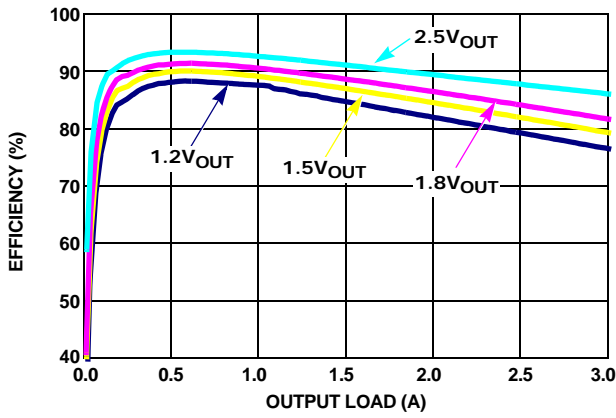


図 32. 効率 vs 負荷電流、1MHz、3.3V<sub>IN</sub>、+25 °C、チャンネル 1

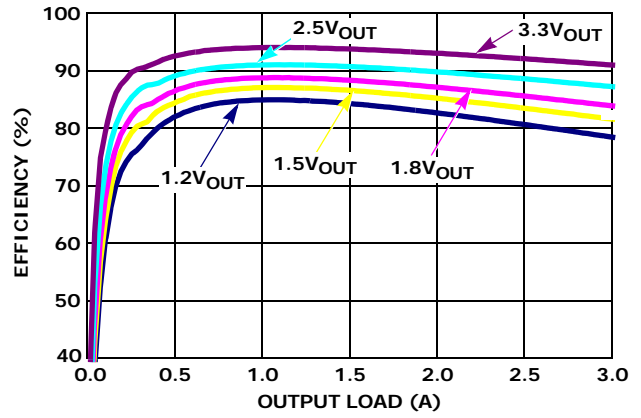


図 33. 効率 vs 負荷電流、1MHz、5V<sub>IN</sub>、+25 °C、チャンネル 1

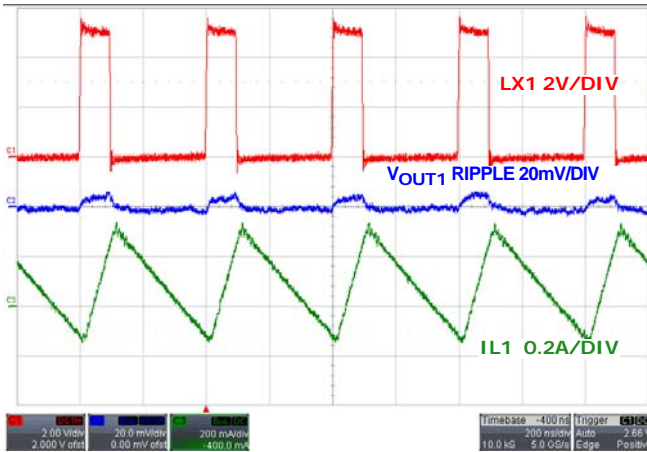


図 34. 無負荷時の定常状態動作、チャンネル 1

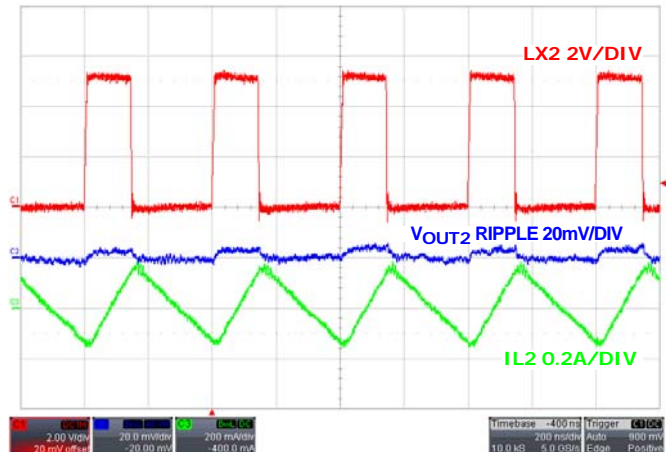


図 35. 無負荷時の定常状態動作、チャンネル 2

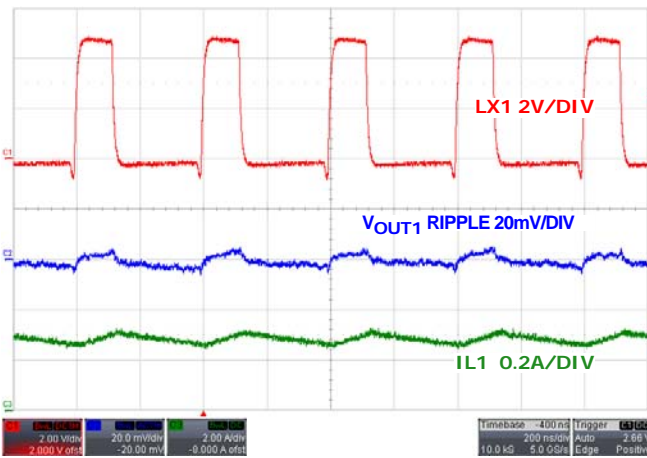


図 36. フル負荷時の定常状態動作、チャンネル 1

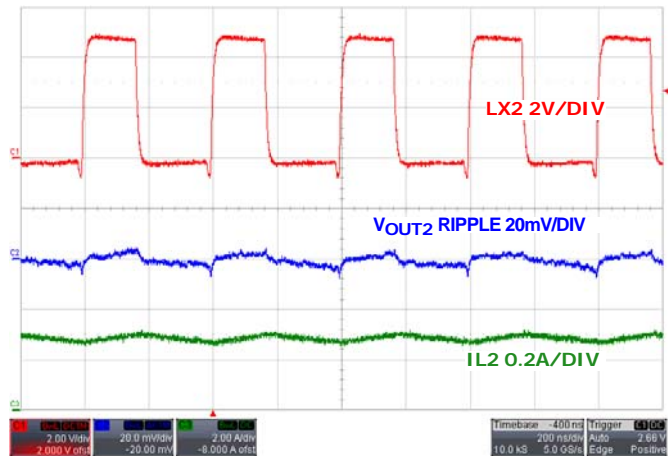


図 37. フル負荷時の定常状態動作、チャンネル 2



## 動作性能特性、ISL8033A

特記のない限り動作条件は次のとおりです。  $T_A = +25\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $EN = V_{IN}$ 、 $L1 = 0.68\mu\text{H}$ 、 $L2 = 1\mu\text{H}$ 、 $C1 = C2 = C4 = 2 \times 22\mu\text{F}$ 、 $V_{OUT1} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{OUT2} = 1.8\text{V}$ 、 $I_{OUT1} = I_{OUT2} = 0\text{A} \sim 3\text{A}$ 。(続き)

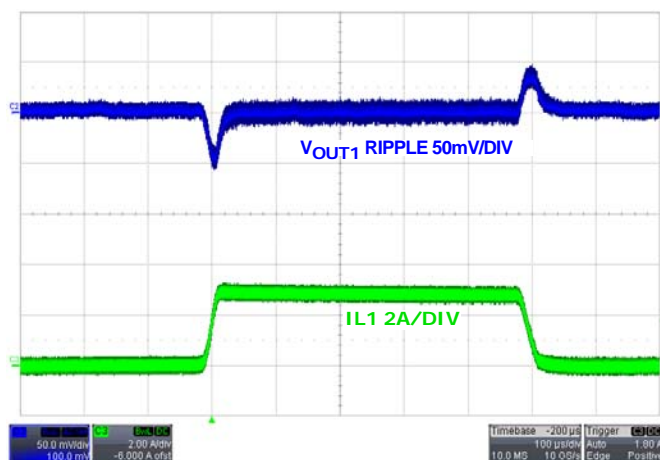


図 38. 負荷変動応答、チャンネル 1

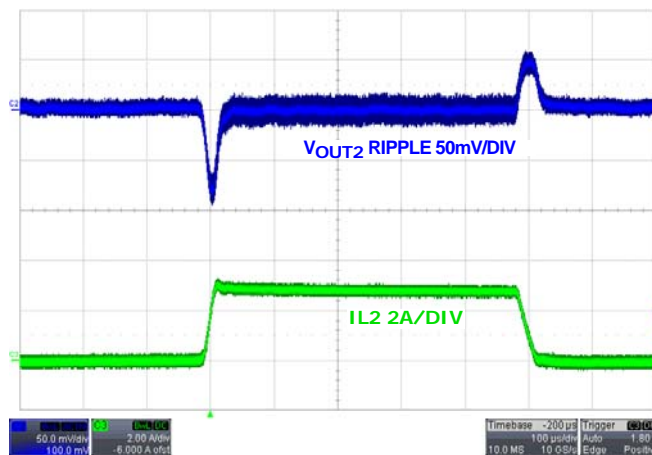


図 39. 負荷変動応答、チャンネル 2

## 動作の仕組み

ISL8033 は、バッテリー駆動アプリケーションやモバイル・アプリケーションに最適な、定格 3A のデュアル出力が可能な降圧スイッチング・レギュレータです。負荷が重い条件下でも、1MHz の一定周波数で動作します。ISL8033A は 2.5MHz で動作するので、小型の外付けインダクタやコンデンサを使用すると、プリント基板 (PCB) の面積を最小限に抑えられます。2 系統のチャンネルは  $180^\circ$  異なる位相で動作します。レギュレータがシャットダウンしているときの電源電流はわずか  $8\mu\text{A}$  です。

## PWM 制御方式

SYNC ピンに High ( $>1.5\text{V}$ ) を与えると、負荷電流に関わらず、コンバータは次のスイッチング・サイクルから PWM モードに移行します。14 ページの「動作の仕組み」に示すように、ISL8033/ISL8033A の各チャンネルともに電流モードのパルス幅変調 (PWM) 制御方式を採用し、高速な負荷変動応答とパルス単位での電流リミットを実現しています。コンバータ回路の電流ループは、発振回路、PWM コンパレータ COMP、電流センス回路、ループ安定性を維持するスロープ・コンペンセーションで構成されます。電流センス回路は、P チャンネル MOSFET のオン抵抗と、電流センスアンプ CSA1 で構成されます。電流センス回路のゲインは標準値で  $0.20\text{V/A}$  です。電流ループの制御リファレンス信号は、電圧ループ内のエラーアンプ (EAMP) で生成しています。

PWM 動作は発振回路のクロックによって始まります。P チャンネル MOSFET は PWM サイクルの開始時にターンオンし、MOSFET の電流は上昇を始めます。電流アンプ CSA1 (チャンネル 2 は CSA2) と、スロープ・コンペンセーション ( $0.46\text{V}/\mu\text{s}$ ) の和が電流ループの制御リファレンスに達すると、P チャンネル MOSFET をターンオフし、かつ、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 ロジックに信号を送出します。N チャンネル MOSFET は PWM サイクルが終わるまでオンの状態を維持します。図 40 に PWM 動作中の動作波形の一例を示します。点線はスロープ・

コンペンセーションと電流センス・アンプ (CSA) の出力の和を表しています。

電流ループに与えるリファレンス電圧を制御して、出力電圧のレギュレーションを行っています。バンドギャップ回路から  $0.8\text{V}$  リファレンス電圧が電圧制御ループに出力されます。帰還信号は VFB ピンから与えられます。ソフトスタート・ブロックはスタートアップ時のみ動作し、詳細は後述します。エラーアンプはトランスコンダクタンス・アンプで、電圧誤差信号を電流出力へと変換します。電圧ループは  $27\text{pF}$  と  $390\text{k}\Omega$  で構成される内蔵 RC ネットワークで位相補償されています。EAMP 出力の最大電圧はバンドギャップ電圧 ( $1.172\text{V}$ ) で高精度にクランプされます。

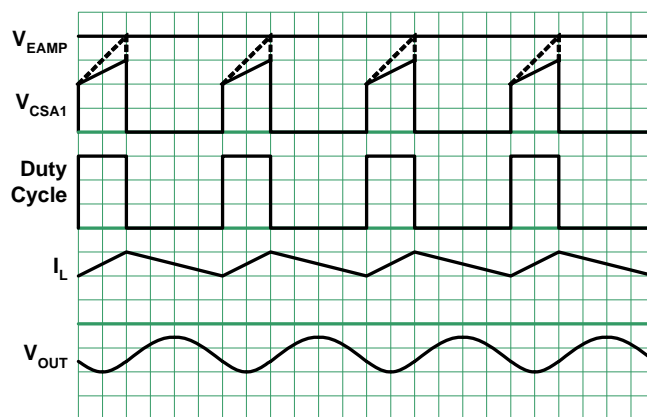


図 40. PWM 動作波形

## 外部同期制御 (ISL8033)

動作周波数は SYNC ピンに与える最高  $6\text{MHz}$  の外部信号に同期できます。SYNC の先頭の立ち下がりエッジによって、チャンネル 1 の PWM オンパルスの立ち上がりエッジがトリガされます。SYNC 信号の 2 番目の立ち下がりエッジによって、チャンネル 2 の PWM オンパルスの立ち上がりエッジがトリガされます。このようにして両チャンネルは  $180^\circ$  異なる位相で動作します。

## 過電流保護

チャンネル1の負荷電流とチャンネル2の負荷電流は、それぞれCSA1とCSA2でモニタされます。図40に示すように、CSA出力は過電流保護(OCP)スレッシュホールド・ロジックを使いモニタして、過電流保護を実現しています。電流センス回路のPチャンネルMOSFET電流からCSA出力までのゲインは0.20V/Aです。CSA1出力がISETで設定したOCPスレッシュホールドに達すると、OCPコンパレータがトリップして即座にPチャンネルMOSFETをターンオフします。このように過電流保護は、ハイサイドMOSFETを流れる電流をモニタすると、スイッチング・コンバータ回路を出力短絡から保護します。

過電流状態が検出されるとハイサイドMOSFETは即座にターンオフし、次のスイッチング・サイクルが始まるまではターンオンしません。過電流状態が初めて検出されると、過電流フォルト・カウンタが1にセットされるとともに、過電流状態フラグがLowからHighにセットされます。続くサイクルでも過電流状態が検出されると過電流フォルト・カウンタはインクリメントされます。17サイクル連続して過電流フォルトが検出されると、レギュレータは過電流フォルト状態とみなしシャットダウンします。続いて、ソフトスタート4回分に相当する遅延ののち、ヒカップモードでのリスタートを試みます。ソフトスタート4回分の時間が経過すると、フォルト・カウンタはリセットされ、ソフトスタートがもう一度試みられます。過電流フォルト・カウンタが4に達する前に過電流状態が解消されると、過電流状態フラグはLowに戻ります。

負荷電流が負極性となり-2.5Aに達すると、デバイスは負極性過電流保護状態に移行します。この時点ですべてのスイッチング動作は停止し、デバイスはハイ・インピーダンス・モードに入ると同時に、内蔵ブルダウンFETによって通常のレギュレーション電圧になるまで出力を放電し、その後デバイスはリスタートします。

## パワーグッド(PG)

チャンネルごとのパワーグッド信号が用意されています。PG1はチャンネル1出力をモニタした信号で、PG2はチャンネル2出力をモニタした信号です。オープンコレクタのPG出力は、電源投入後に $V_O$ が設定電圧に達したあとも、およそ1msにわたってLowを維持します。PG\_出力は1msだけ遅延したパワーグッド信号となります。

## アンダーボルテージ・ロックアウト(UVLO)

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

## イネーブル

パワーアップ・シーケンスを行うには、イネーブル(EN)入力を使って、レギュレータのイネーブルとディスエーブルを制御します。レギュレータがイネーブル状態になったあと、バンドギャップ・リファレンスの起動に標準値で600 $\mu$ sを要します。その後ソフトスタートが始まります。

## ソフトスタート

ソフトスタートはスタートアップ時の突入電流を抑える機能です。ソフトスタート・ブロックによって、電圧ループと電流ループの両方に対しランプ・リファレンスが出力されます。インダクタ電流の立ち上がり速度と出力電圧の立ち上がり

り速度が制限されるため、出力電圧は制御された状態で上昇します。スタートアップが開始した直後、出力電圧は0.5V未満で、そのためPWM動作周波数は通常の周波数の1/2に下がります。

スタートアップ時はPWMモードであっても電流をシンクできません。

## 放電モード(ソフトストップ)

シャットダウン・モードへの移行が発生したとき、または、出力アンダーボルテージ・フォルトラッチがセットされたとき、出力は内蔵の100 $\Omega$ スイッチを介してPGNDレベルに放電されます。

## パワーMOSFET

パワーMOSFETは最大限の効率が得られるように最適化されています。PチャンネルMOSFETのオン抵抗は標準値で50m $\Omega$ 、NチャンネルMOSFETのオン抵抗は標準値で50m $\Omega$ です。

## 100%デューティサイクル

ISL8033は、機器のバッテリー動作時間を最大限に確保できるように、100%デューティサイクル動作に対応しています。ISL8033/ISL8033Aが出力レギュレーションを維持できないレベルにまでバッテリー電圧が低下すると、レギュレータはPチャンネルMOSFETを完全にターンオンします。100%デューティサイクル動作における最大ドロップアウト電圧は、負荷電流とPチャンネルMOSFETのオン抵抗の積で求められます。

## サーマル・シャットダウン

ISL8033/ISL8033Aにはサーマル保護機能が内蔵されています。内部温度が+150 $^{\circ}$ Cに達するとレギュレータは完全にシャットダウンします。温度が+125 $^{\circ}$ Cにまで下がるとISL8033/ISL8033Aはソフトスタート・サイクルを経て通常動作に復帰します。

## 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

安定状態動作と過渡応答動作を考慮して、ISL8033の出力インダクタには1.5 $\mu$ Hを標準的に使います。コンバータ全体のシステム性能を高めるためにこれ以外のインダクタンス値を使用してもかまいません。たとえば、出力電圧が3.3Vと高めのアプリケーションの場合、大きめのインダクタを使用するとインダクタ電流と出力電圧リップルの抑制が図れます。インダクタ・リップル電流は式1で表されます。

$$\Delta I = \frac{V_O \cdot \left(1 - \frac{V_O}{V_{IN}}\right)}{L \cdot f_S} \quad (式 1)$$

インダクタの飽和電流定格はピーク電流よりも大きくなければなりません。ISL8033/ISL8033Aは標準値で4.8A以上のピーク電流に対して保護機能が働きます。したがって、最大出力電流を必要とするアプリケーションの場合で、飽和電流定格は4.8A以上が必要です。

ISL8033/ISL8033Aは位相補償ネットワークを内蔵していますが、出力コンデンサの容量は出力電圧によって決定します。推奨品はX5RまたはX7Rタイプのセラミック・コンデンサです。出力コンデンサの推奨最小容量を2ページの表1と2に示します。

## 出力電圧の選択

レギュレータの出力電圧は外付けの抵抗分圧回路で設定します。この分圧回路は、内部リファレンス電圧を基準とする出力電圧の比を定めて、エラーアンプの反転入力に帰還する役割を担います。図2を参照してください。

レギュレータの所望の電圧から出力設定抵抗  $R_2$  (チャンネル2は  $R_5$ ) を選択します。帰還抵抗の抵抗値は一般に  $0\Omega$  から  $750k\Omega$  の範囲です。 $R_2 = 124k\Omega$  としたとき、 $R_3$  は次のように求められます。

$$R_3 = \frac{R_2 \times 0.8V}{V_{OUT} - 0.8V} \quad (\text{式 2})$$

適切な性能を得るために、 $R_2$  には並列に  $12pF$  を接続してください。出力電圧として  $0.8V$  を設定する場合は、 $R_3$  を未実装とし、 $R_2$  を短絡してください。

## 入力コンデンサの選択

入力コンデンサの主な機能は、寄生インダクタンスとのデカップリングと、スイッチング電流がバッテリー・レールに逆流しないようにフィルタすることです。入力コンデンサの選択にあたっては、スタートポイントとして、X5R または X7R タイプの  $22\mu F$  セラミック・コンデンサをチャンネルあたり1個設けてください。

## プリント基板のレイアウト設計指針

設計したコンバータから所望の性能を得るには、プリント基板のレイアウト設計がきわめて重要な役割を担います。ISL8033 のパワー・ループは、出力インダクタ  $L$ 、出力コンデンサ  $C_{OUT1}$  と  $C_{OUT2}$ 、 $LX$  ピン、 $SGND$  ピンで構成されています。このパワー・ループをできるだけ小さく設計する必要がありますとともに、それらを接続しているトレースは迂回させずに最短かつ幅広で設計してください。コンバータのスイッチング・ノード  $LX_{-}$  ピンと、 $LX_{-}$  ピンに接続されているトレースは、ノイズを発生させるため、電圧帰還トレースはこれからできるだけ離してルーティングしてください。入力コンデンサは  $VIN$  ピンのできるだけ近くに配置します。同様に、入力コンデンサのグラウンドと出力コンデンサのグラウンドもできるだけ近くに配置します。IC の発熱は主にサーマルパッドから拡散していきます。そのため、サーマルパッドを実装するランドをできるだけ広くしてください。また、EMI 性能を高めるにはベタグラウンド層が有効です。放熱を高めるために、少なくとも5個以上のビアをパッドのランド内に設けてください。



## 改訂履歴

この改訂履歴は参考情報として掲載するものであり、正確を期すように努めていますが、内容を保証するものではありません。最新のデータシートについてはインターシルのウェブサイトをご覧ください。

日付	レビジョン	変更点
2011/1/12	FN6854.2	全体： 新しいデータシート・テンプレートに変更。  1 ページ： 「関連ドキュメント」を追加。  5 ページ： 「注文情報」のテープ&リールに関する Note を「テープ&リールは製品型番の末尾に「-T」を付加してください。」から新基準の「テープ&リールは製品型番の末尾に「-T*」を付加してください。」に更新。「*」はすべてのテープ&リール・オプションに適用されます。  6 ページ： 仕様表の Min/Max 列の過熱に関する Note を「MIN パラメータと MAX パラメータは特記のない限り +25 °C で全数試験を行っています。温度リミットは特性評価によって得ており、製造時試験は行っていません。」から新基準の「データシートのリミット値に対する整合性は、製造時テスト、特性評価、設計のいずれか 1 つまたは複数によって保証されています。」に更新。
2010/10/12	FN6854.1	2 ページ、表 3 の ISL8033 の $F_{SW}$ を 1Hz から 1MHz に訂正。
2010/9/29	FN6854.0	初版

## 製品

インターシルは、高性能アナログ、ミクストシグナルおよびパワーマネジメント半導体の設計、製造で世界をリードする企業です。インターシルの製品は、産業用機器、インフラ、パーソナル・コンピューティング、ハイエンド・コンシューマの分野で特に急速な成長を遂げている市場向けに開発されています。製品ファミリの詳細は、[www.intersil.com/product\\_tree/](http://www.intersil.com/product_tree/) をご覧ください。

\*ISL8033、ISL8033A に関するアプリケーション情報、関連ドキュメント、関連部品は、[www.intersil.com](http://www.intersil.com) 内の [ISL8033](#) と [ISL8033A](#) のページを参照してください。

本データシートに関するご意見は [www.intersil.com/askourstaff](http://www.intersil.com/askourstaff) へお寄せください。

信頼性に関するデータは [rel.intersil.com/reports/search.php](http://rel.intersil.com/reports/search.php) 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。

インターシルは、製品を販売するにあたって、製品情報のみを提供します。インターシルは、いかなる時点においても、予告なしに、回路設計、ソフトウェア、仕様を変更する権利を有します。製品を購入されるお客様は、必ず、データシートが最新であることをご確認ください。インターシルは正確かつ信頼に足る情報を提供できるよう努めていますが、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負いません。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所有権の非侵害を保証するものではありません。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。

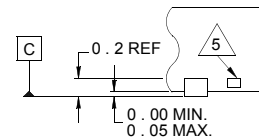
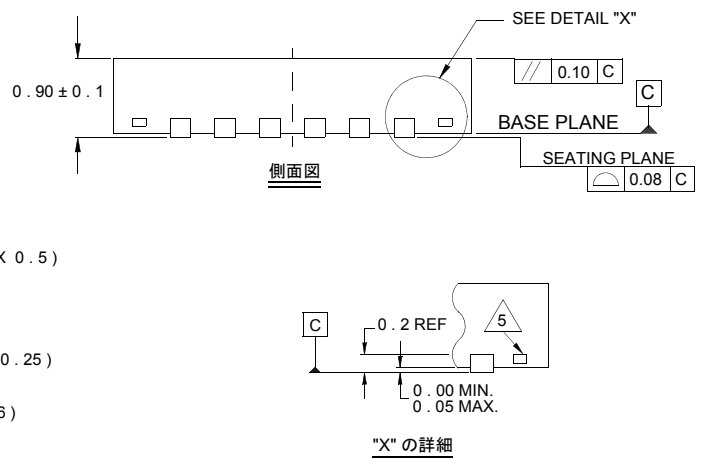
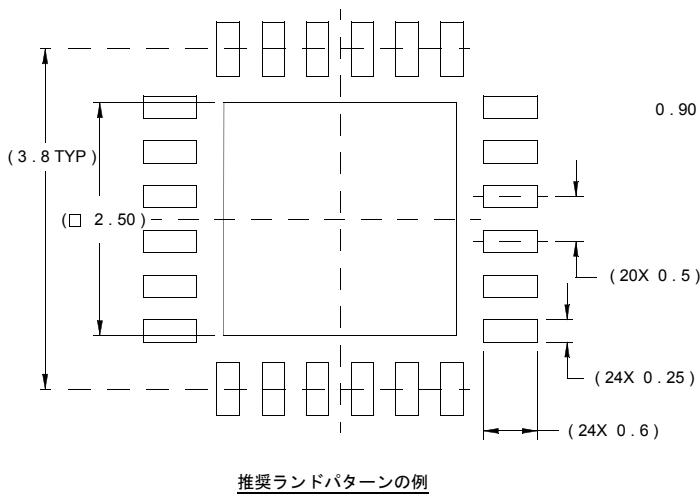
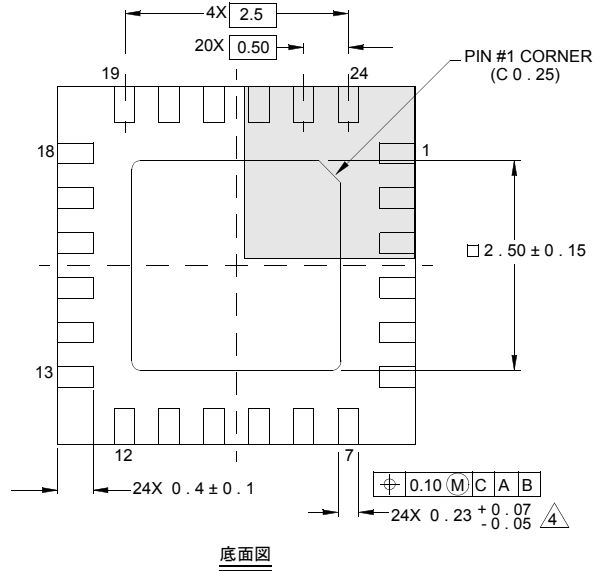
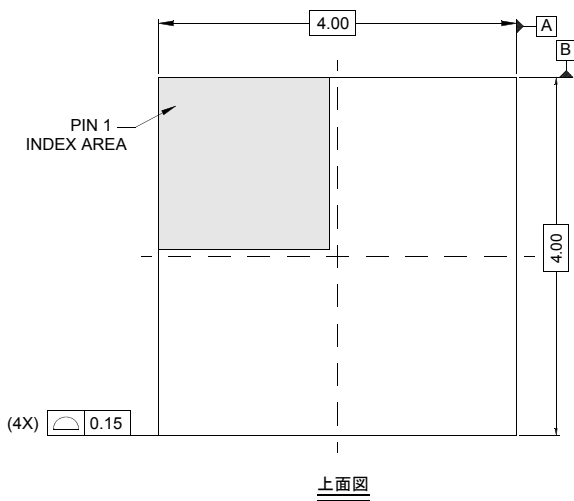
インターシルの会社概要については [www.intersil.com](http://www.intersil.com) をご覧ください。

パッケージ寸法図

L24.4x4D

24 LEAD QUAD FLAT NO-LEAD PLASTIC PACKAGE

Rev 2, 10/06



NOTE:

1. 寸法の単位は mm です。  
( ) 内の寸法は参考値です。
2. 寸法と公差は ASME Y14.5m-1994 に従っています。
3. 特記のない限り、公差は DECIMAL ±0.05 です。
4. 寸法 b は金属端子に適用され、端子先端から 0.15mm ~ 0.30mm のポイントで計測した値です。
5. タイバー(示されている場合)は非機能性です。
6. 1 ピンの識別子はオプションですが、表示されている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。