

AsahiKASEI

ASAHI KASEI MICRODEVICES

AL1015

Current-Mode PWM Step-Down DC-DC Convertor Controller

概要

AL1015は過渡負荷応答特性に優れた電流モード制御の高耐圧PWM制御ステップダウンDC-DCコンバータです。外付けP-MOSを駆動することにより出力電流3[A]までの電源を少ない部品点数で構成することができます。入力電圧範囲が4.5～22[V]と広くACアダプターやLiイオンなどのマルチセルバッテリーから5.0 [V]、3.3 [V]、2.5 [V]などを生成するのに最適です。出力電圧範囲は 1.24[V]～ V_{in} で内部基準電圧精度は $\pm 2\%$ です。100[%]デューティサイクルはロードロップアウト電圧の動作を可能にします。保護機能として自動復帰型過電流保護機能、低電圧保護機能、過電圧保護機能を内蔵しています。AL1015は高さ1.1mmMAXのSSOP-8パッケージで供給されます。

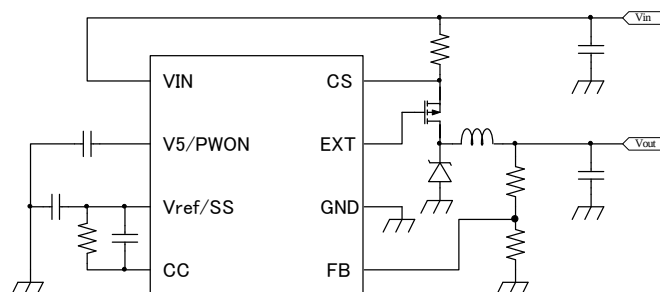
特長

- ・入力電圧範囲: 4.5～22[V]
- ・出力電圧範囲: 1.24V～ V_{in} (外部抵抗により可変)
- ・駆動周波数 220[kHz]
- ・低電圧保護、過電圧保護機能搭載
- ・自動復帰型過電流保護機能搭載
- ・内部基準電圧精度: $\pm 2\%$ ($T_a=25^\circ\text{C}$)
- ・最大デューティ100[%]
- ・ソフトスタート機能搭載
- ・SSOP-8パッケージ

絶対最大定格

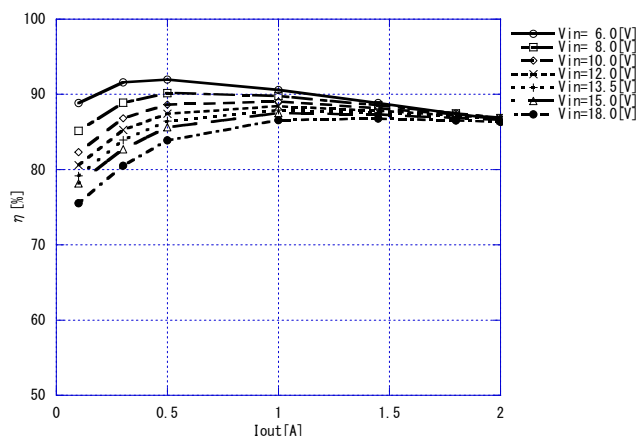
項目	定格	単位
V_{in} , EXT-GND間電圧	-0.3～25	V
V_{in} -CS間電圧	$V_{in} \pm 0.3$	V
V5/PWON, Vref/SS, CC, FB -GND間電圧	-0.3～6	V
動作温度範囲	-30～85	$^\circ\text{C}$
保存温度範囲	-40～150	$^\circ\text{C}$
接合部温度	125	$^\circ\text{C}$
許容損失 ($T_a=25^\circ\text{C}$)	560	mW

回路構成



端子説明

No.	端子名	機能
1	VIN	主電源端子
2	V5/PWON	内部電源電圧端子
3	Vref/SS	基準電圧/ソフトスタート端子
4	CC	フィードバックアンプ出力端子
5	FB	フィードバック端子
6	GND	グラウンド端子
7	EXT	外付けPMOSドライブ端子
8	CS	PMOS側カレントセンス端子

効率__ $V_{out}=3.3[V]$ 

電氣的特性

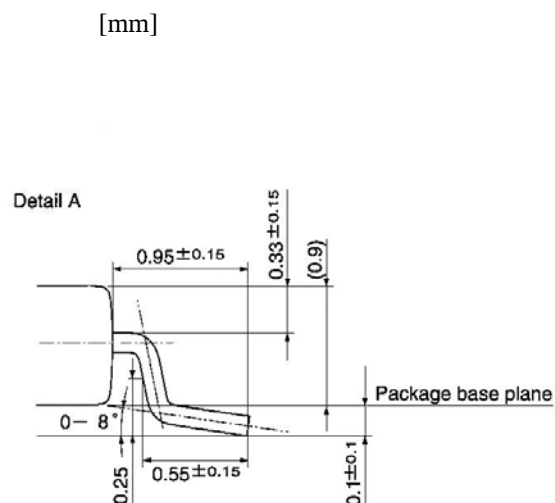
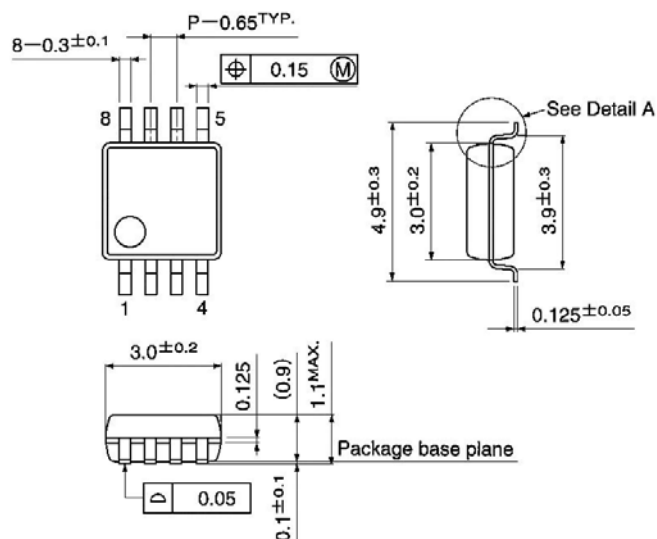
(特記なき場合Ta=25°C)

項目	記号	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
電源電圧範囲	V_{in}		4.5		22	V
基準電圧	V_{ref}		1.216	1.24	1.264	V
内部電源	V_5		4.35		4.60	V
動作時消費電流	I_{SUPPLY}			900		uA
スタンバイ電流	$I_{standby}$	UVLO状態		250		uA
シャットダウン電流	$I_{shutdown}$	V5-GNDショート		20		uA
ラインレギュレーション※1	ΔV_{LINE}			0.05		%/V
ロードレギュレーション※1	ΔV_{LOAD}			1		%
過電流制限検出電圧	V_{OCL}		70		135	mV
発振周波数	f_{osc}		176	220	264	kHz
最大デューティ幅	MAXDuty				100	%
外付けPMOS ドライブ能力※2	T_{rise}	$V_{in}=13V, C_{LOAD}=1300pF$		80		ns
	T_{fall}	$V_{in}=13V, C_{LOAD}=1300pF$		90		ns
電源電圧監視	V_D		3.8	4.0	4.2	V
電源電圧監視ヒステリシス	$V_{D\ hys}$		0.15	0.2	0.25	V
ソフトスタート動作終了時間	T_{SSEND}	$C_{ss}=0.1\ \mu F, I_{out}=0A$			40	ms

*1. 弊社推奨回路を用いた場合の参考値

*2. 設計保証値

パッケージ外形図



端子機能

1番端子__VIN:

主電源電圧入力端子です。このVIN端子とGND間に0.01[μ F]以上のバイパスコンデンサを接続してください。

2番端子__V5/PWON:

内部電源として使用する4.5[V]シリーズレギュレータ出力端子です。内部電源安定化のため、このV5/PWON端子とGND間に0.1[μ F]のコンデンサを接続してください。主電源電圧が5[V]以下の場合にはVIN端子と接続します。

3番端子__Vref/SS:

基準電圧出力及びソフトスタート端子です。このVref/SS端子とGND間に0.1[μ F]のコンデンサを接続してください。起動時にソフトスタート用のコンデンサとして動作します。

4番端子__CC:

出力電圧フィードバックアンプの出力端子です。このCC端子とVref/SS端子間に抵抗とコンデンサを並列接続し、アンプの位相補償を行います。

5番端子__FB:

出力電圧フィードバックアンプの入力端子です。この端子電圧とVref/SS端子の電圧が等しくなるように電圧を制御します。フィードバック抵抗を出力電圧部とGND間にシリーズで挿入し、この中点をFB端子へ接続してください。

6番端子__GND:

グラント端子です。出力コンデンサのGNDと接続してください。

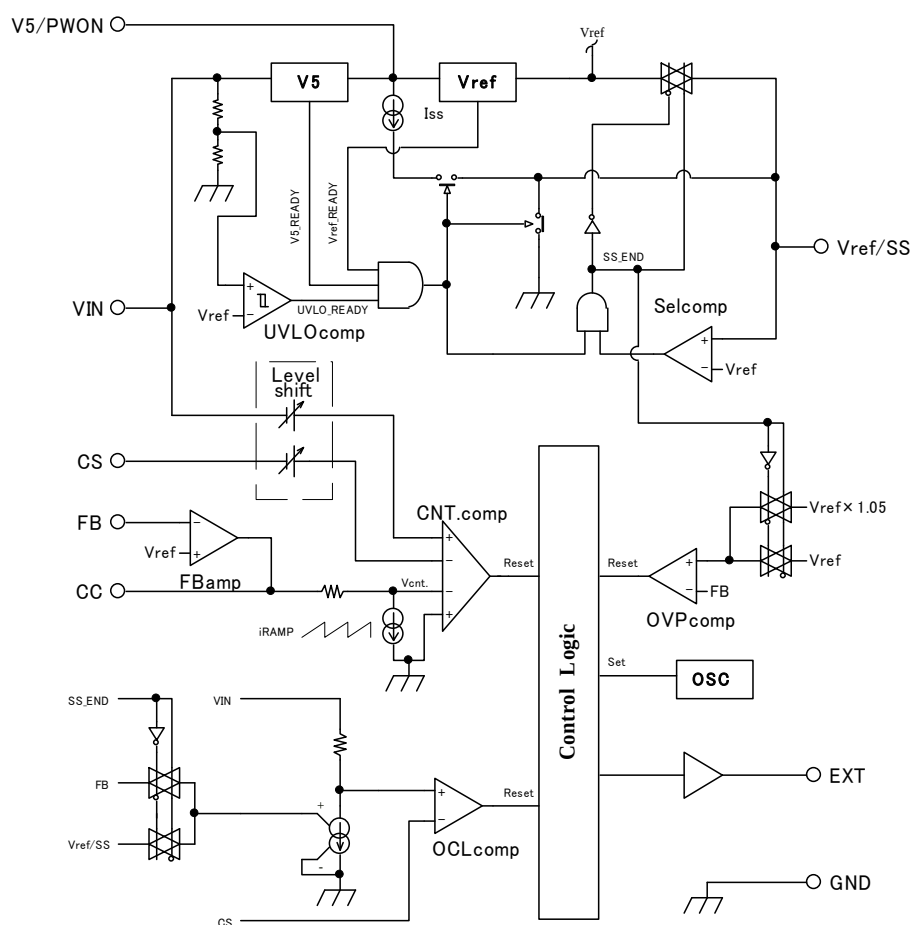
7番端子__EXT:

ハイスайдパワーMOSFETドライブ端子です。ハイスайдパワーMOSFET(Pch)のゲートに接続します。このEXT端子の電圧は主電源電圧まで振幅します。

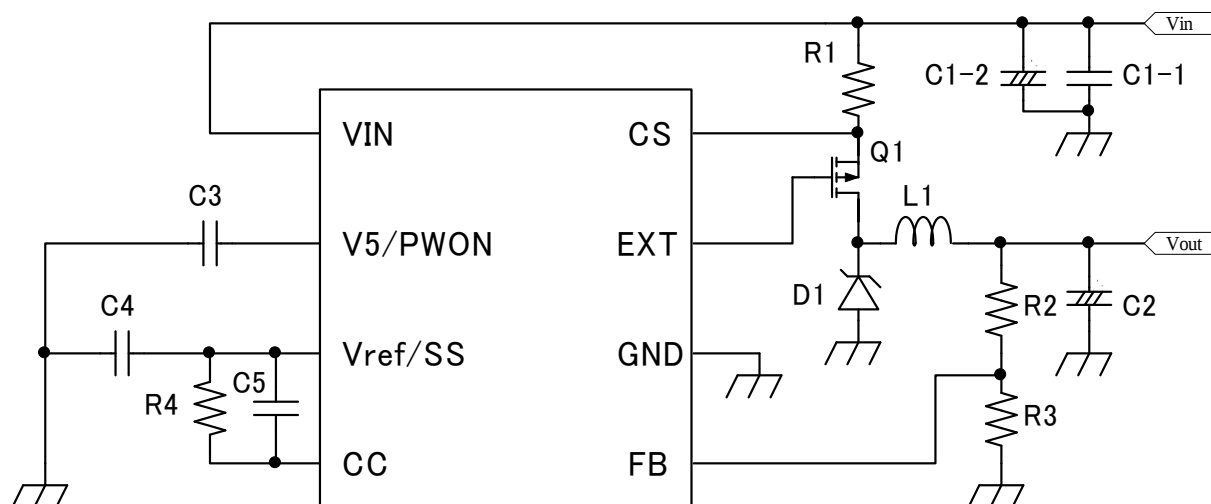
8番端子__CS:

電流検出コンパレータの入力端子です。カレントセンス抵抗のMOSFET側に接続してください。

内部ブロック図



標準動作回路



標準動作回路部品表

$V_{in}=4.5\sim 18$ [V], $V_{out}=2.5$ V, $I_{out}=2$ A設定

記号	名称	値	品番
C1-1	入力コンデンサ	0.1 μ F セラミック	
C1-2	入力コンデンサ	100 μ F アルミ電解	SANYO 25MV100CA
C2	出力コンデンサ	220 μ F POS-CAP	SANYO 6TPD220M
C3	内部電源用コンデンサ	0.1 μ F セラミック	
C4	基準電圧用コンデンサ	0.01 μ F セラミック	
C5	位相補償用コンデンサ	27pF セラミック	
R1	電流センス抵抗	39m Ω	PANASONIC ERJL14K39M
R2	フィードバック抵抗	12k Ω	
R3	フィードバック抵抗	11k Ω	
R4	位相補償用抵抗	33k Ω	
L1	パワーインダクター	18 μ H	SAGAMI 7B12H-180
Q1	ハイサイドP-MOSFET	5Aクラス	FAIRCHILD FDC658
D1	回生用ショットキーダイオード	5Aクラス	TOSHIBA CMS05

標準動作回路部品表(補足)

Vin=6.0~18[V], Vout=3.3V, Iout=2A設定

記号	名称	値	品番
C1-1	入力コンデンサ	0.1uF セラミック	
C1-2	入力コンデンサ	100uF アルミ電解	SANYO 25MV100CA
C2	出力コンデンサ	220uF POS-CAP	SANYO 6TPD220M
C3	内部電源用コンデンサ	0.1uF セラミック	
C4	基準電圧用コンデンサ	0.01uF セラミック	
C5	位相補償用コンデンサ	27pF セラミック	
R1	電流センス抵抗	39mΩ	PANASONIC ERJL14K39M
R2	フィードバック抵抗	20kΩ	
R3	フィードバック抵抗	12kΩ	
R4	位相補償用抵抗	33kΩ	
L1	パワーインダクター	18uH	SAGAMI 7B12H-180
Q1	ハイサイドP-MOSFET	5Aクラス	FAIRCHILD FDC658
D1	再生用ショットキーダイオード	5Aクラス	TOSHIBA CMS05

Vin=8.0~18[V], Vout=5.0V, Iout=2A設定

記号	名称	値	品番
C1-1	入力コンデンサ	0.1uF セラミック	
C1-2	入力コンデンサ	100uF アルミ電解	SANYO 25MV100CA
C2	出力コンデンサ	220uF POS-CAP	SANYO 6TPD220M
C3	内部電源用コンデンサ	0.1uF セラミック	
C4	基準電圧用コンデンサ	0.01uF セラミック	
C5	位相補償用コンデンサ	27pF セラミック	
R1	電流センス抵抗	39mΩ	松下 ERJL14K39M
R2	フィードバック抵抗	16kΩ	
R3	フィードバック抵抗	5.1kΩ	
R4	位相補償用抵抗	33kΩ	
L1	パワーインダクター	15uH	SAGAMI 7B12H-150
Q1	ハイサイドP-MOSFET	5Aクラス	FAIRCHILD FDC654
D1	再生用ショットキーダイオード	5Aクラス	TOSHIBA CMS05

基本動作説明

シャットダウン動作:

主電源電圧(VIN)が入力され、V5/PWON端子をGNDへ短絡させるとAL1015はシャットダウン状態となります。このとき内部電源下で動作する全ての回路への電流供給を停止させています。シャットダウン状態での消費電流は約20[μ A]です。V5/PWON端子をGNDレベルから開放するとスタートアップ動作へ移行します。

電源電圧監視回路(UVLO):

主電源電圧(VIN)が4.2[V]に達するまでAL1015はスタンバイ状態となっています。このとき内部電源回路(4.5Vシリーズレギュレータ)から全ての回路に向けてリセットを掛けています。主電源電圧が4.2[V]を越えるときリセットを解除します。起動後の主電源電圧低下は4.0[V]で検出されます。この場合の復帰も起動時と同様に4.2[V]で規定電圧に達していると判定します。

内部電源(V5):

主電源電圧(VIN)が入力されると内部電源回路(4.5Vシリーズレギュレータ)と基準電圧(Vref)が起動します。このV5/PWON端子をGNDレベルへ接続するとV5が起動せず、シャットダウン状態となっています。GNDレベルから開放することで外部コンデンサへの充電が開始されます。V5/PWON端子-GND間にMOSスイッチを挿入することでパワーオン・オフ機能として使用することができます。内部電源起動後は上記電源電圧監視回路の判定がイネーブルであれば全回路のリセット信号を解除します。主電源電圧が5[V]以下となる用途では本端子をVIN端子へ接続してください。

ソフトスタート:

スタートアップ時の出力電圧オーバーシュート発生を防ぐため、電流制限と電圧制限により緩やかに出力電圧を上昇させます。内部電源からのリセット信号が解除されると外部に接続されたコンデンサに定電流で充電し、基準電圧(1.24[V])に達するとソフトスタートが終了します。この間、外部コンデンサの電圧に比例させ、電流制限値(カレントセンス抵抗両端の電圧)を0[mV]から100[mV]へリニアに変化させます。出力電圧が起動する時間は出力コンデンサの容量や負荷状態によって異なります。シャットダウン状態からソフトスタート動作が終了するまでの時間は最大で40[ms]となります。ソフトスタートに使用する外部コンデンサの値は0.1[μ F]が標準です。

過電圧保護(OVP):

FB端子電圧が1.3[V]を越えると過電圧検知コンパレータが外部のMOSFETをOFFさせます。この状態は出力電圧が再び1.3[V]を下回るまで保持し続けます。

自動復帰型過電流保護(OCL):

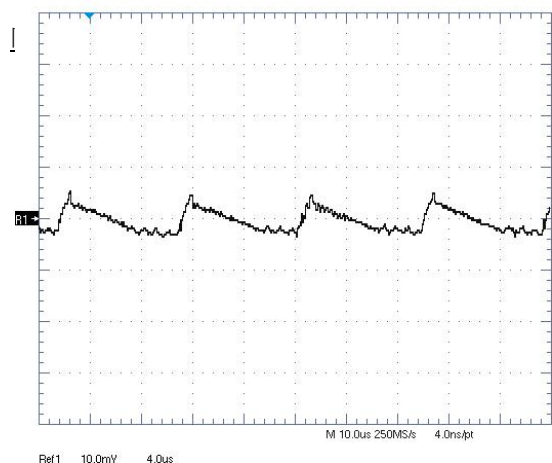
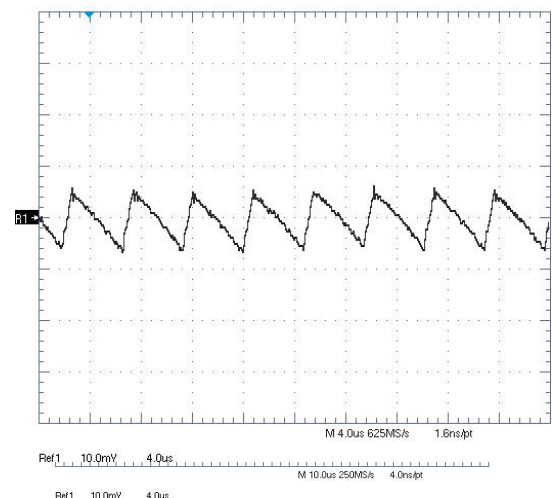
VIN端子-CS端子間電圧が120[mV]を越えると出力電圧を低下させ出力電流を制限します。この時の出力電圧-出力電流特性はフの字を描くような形で推移します。再び出力電流が低下すると、出力電圧を上昇させて自動復帰します。復帰時の出力電圧-出力電流特性は制限時と同様の軌跡となります。

AL1015は電流モード制御方式を採用しています。カレントセンス抵抗R1は必ず必要となりますのでご注意ください。

スイッチング動作:

AL1015は電流モードPWM制御方式で220[kHz]の周波数にて動作します。FB端子とVref/SS端子間の電位差をフィードバックアンプにて増幅し、インダクタ電流の目標値を設定します。MOSFETのオンサイクルはインダクタ電流が目標値に達するまで継続されます。このオンサイクルの時には、VIN端子-CS端子間に接続されたR1にてインダクタ電流を検知しています。オンサイクルのインダクタ電流が目標値に達するとMOS-FETがオフとなり、インダクタに蓄えられたエネルギーでショットキーバリアダイオードに回生電流が流れます。次のオンタイミングで出力電圧が目標値に対して低下していればオンサイクルへ移行し、220[kHz]の連続した周波数を保ちます。目標値より高い場合はオンサイクルをスキップするため、220[kHz]が間引きされた形で現れます。出力の負荷が小さい場合、このようにオンサイクルをスキップして高効率を維持しています。

定常負荷時出力電圧波形



アプリケーション / 基板レイアウト

◆アプリケーション

カレントセンス抵抗:

定格電流を得るためにはカレントセンス抵抗を次式の値とするのが適切です。

$$R1 = \frac{100[\text{mV}]}{I_{\text{max}} \times 1.3}$$

インダクタンス:

外部インダクタンスはリップル電流の最大が定格電流の30[%]となるように選択します。主電源電圧(Vin)はご使用になる入力範囲中の最大値となります。これらを含め、外部インダクタンスの値は次式で求めることができます。

$$L = \frac{V_{\text{out}} (V_{\text{in}} - V_{\text{out}})}{I_{\text{max}} \times V_{\text{in}} \times 220\text{kHz} \times 0.3}$$

入力コンデンサ:

入力コンデンサの容量は、電源から入力コンデンサまでのインピーダンスによって異なります。ワーストケースでの許容電流は定格電流の1/2が必要となります。

出力コンデンサ:

回路制御系の安定化のため、出力コンデンサの容量とESRは次式を満たす必要があります。

$$\text{ESR} = \left(\frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{ref}}} \right) \times \frac{R1}{7}$$

$$C_{\text{out}} = \left(\frac{V_{\text{ref}}}{V_{\text{out}}} \right) \times \left(\frac{7}{R1} \right) \times 4[\mu\text{F}]$$

位相補償:

CC端子-Vref/SS端子間に接続します位相補償用抵抗・コンデンサの標準値は以下の値となります。変更される場合は弊社までご連絡ください。

$$R4 = 33[\text{k}\Omega], \quad C5 = 27[\text{pF}]$$

出力電圧:

出力電圧は出力コンデンサからGNDへシリーズに挿入するフィードバック抵抗で設定します。このシリーズに挿入されたR2(出力コンデンサ-Vref/SS端子間)と、R3(Vref/SS端子-GND間)の値は次式で求めることができます。

$$V_{\text{out}} = V_{\text{ref}} \times \left(1 + \frac{R2}{R3} \right)$$

R2及びR3の値が大きくなるとスイッチングノードのノイズで動作が不安定になることがありますので注意が必要です。

◆基板レイアウトについての注意事項

GND配線:

GNDはできるだけ大きなプレーンとなるようにして、出力コンデンサと入力コンデンサのGND近傍へ接続してください。

スイッチングノード配線:

P-MOSFETのドレイン端子-インダクタンス-ショットキーバリアダイオードのカソード端子間のスイッチングノードのラインは太く、短く配線してください。AL1015のEXT端子についても最短距離で配線するようにしてください。

カレントセンス抵抗配置配線:

カレントセンス抵抗はAL1015のVIN端子-CS端子間に近接させて配置してください。このときラインインピーダンスが入らないように抵抗器両端の電位で電流検知をさせる必要があります。VIN端子-CS端子への配線距離も最短となるようにしてください。

フィードバック端子配線:

出力コンデンサ-GND間にシリーズで挿入するフィードバック抵抗は出力コンデンサの+端子近傍に接続し、スイッチングノードから離して配線してください。フィードバック抵抗の配置はFB端子に接続する中点が短くなるようにAL1015に近接させてください。GND側はショットキーバリアダイオードの回生電流パスから離す必要があります。

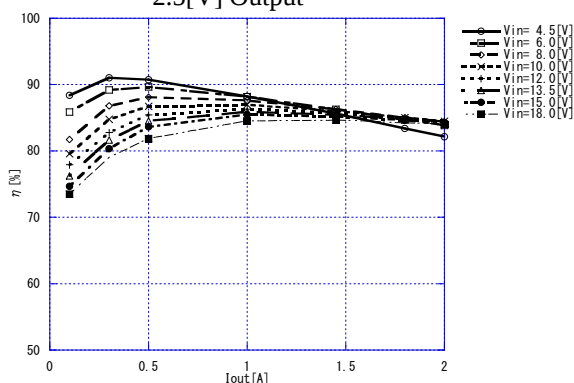
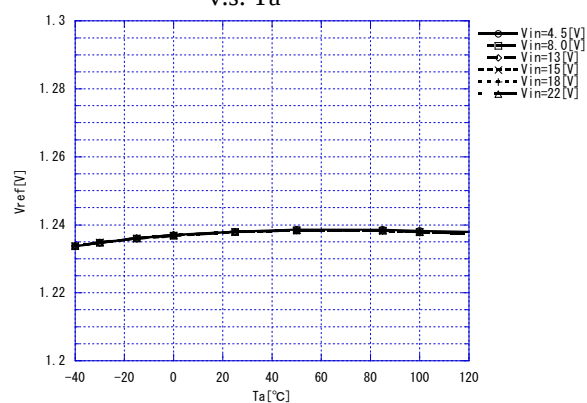
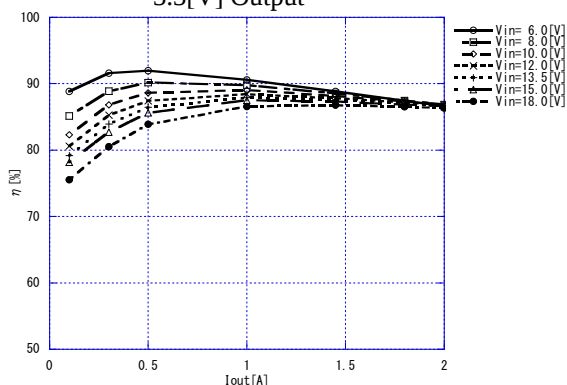
V5/PWON及びVref/SS端子用コンデンサ:

V5/PWON端子-GND間とVref/SS端子-GND間のコンデンサは各端子に近接させて配置・配線してください。

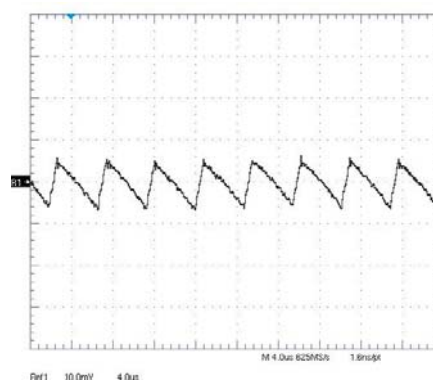
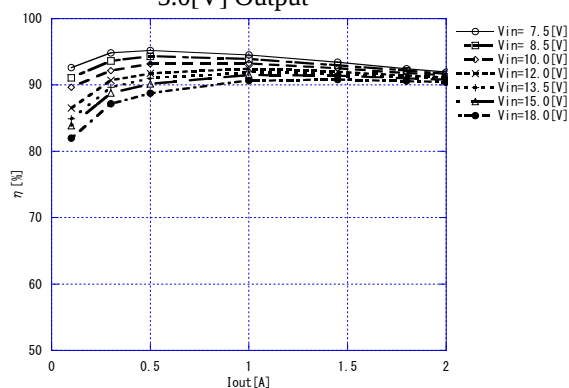
バイパスコンデンサ:

VIN端子-GND間のバイパスコンデンサにつきましても各端子に近接させて配置・配線してください。

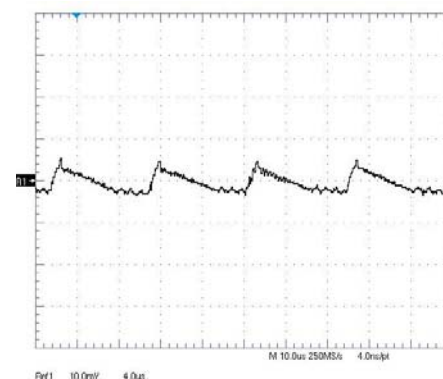
特性例

Efficiency
2.5[V] OutputVref Output Voltage
v.s. TaEfficiency
3.3[V] Output

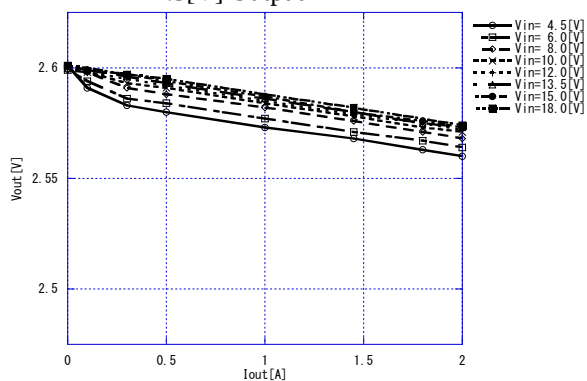
定常負荷時出力電圧波形

Efficiency
5.0[V] Output

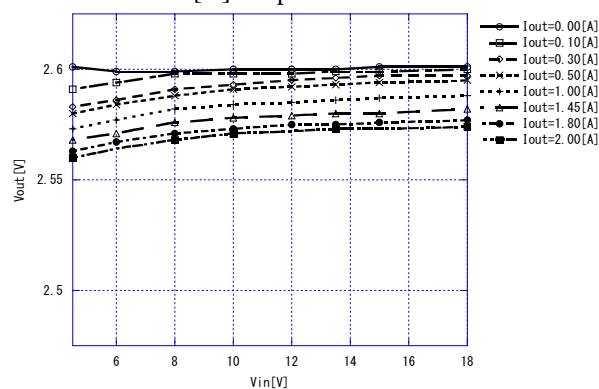
軽負荷時出力電圧波形



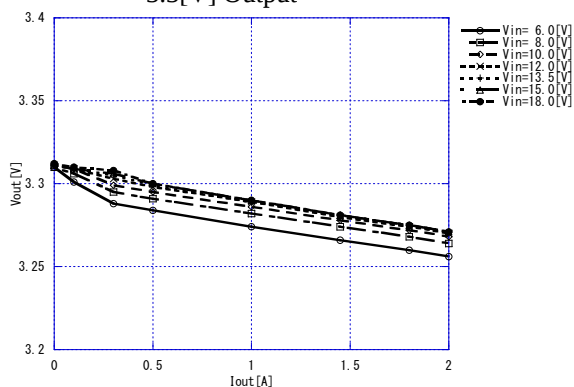
Load Regulation
2.5[V] Output



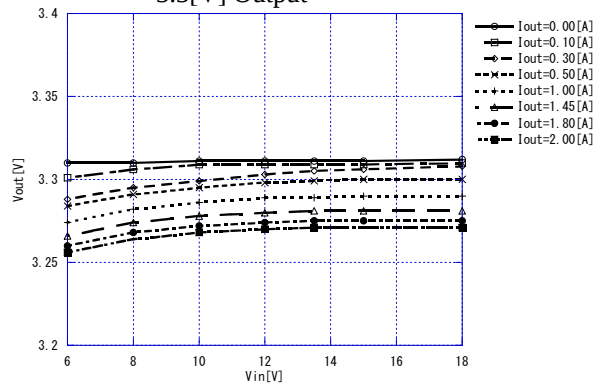
Line Regulation
2.5[V] Output



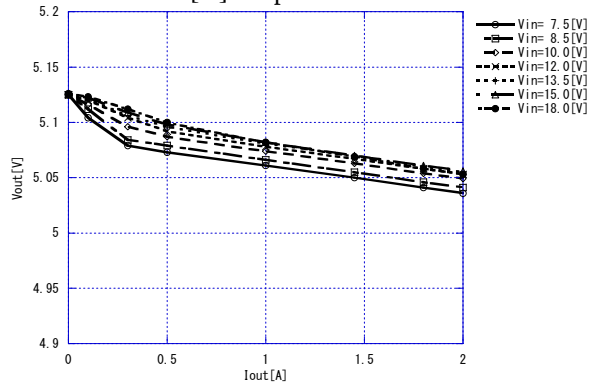
Load Regulation
3.3[V] Output



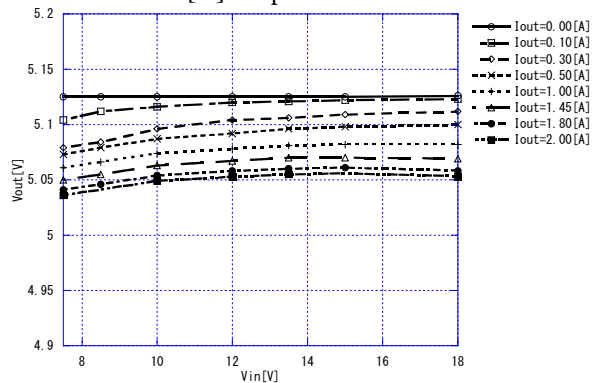
Line Regulation
3.3[V] Output



Load Regulation
5.0[V] Output



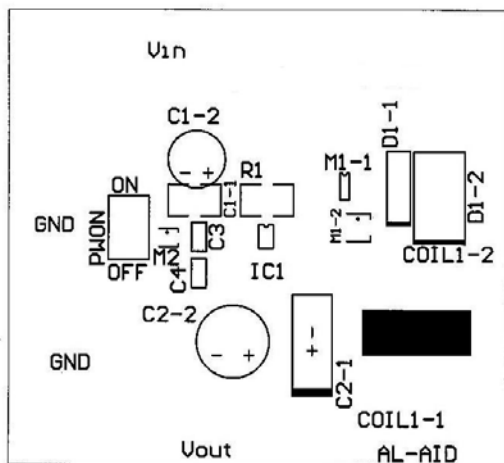
Line Regulation
5.0[V] Output



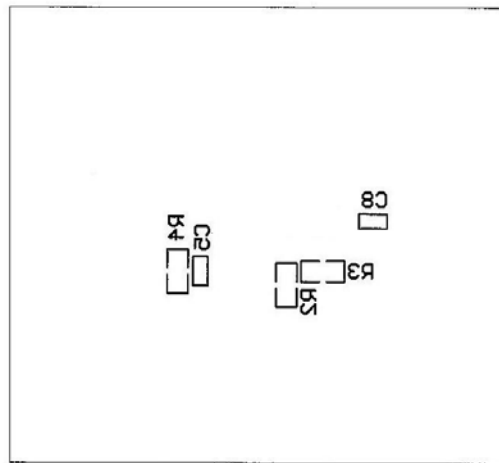
AL1015 基板レイアウト

■ 両面

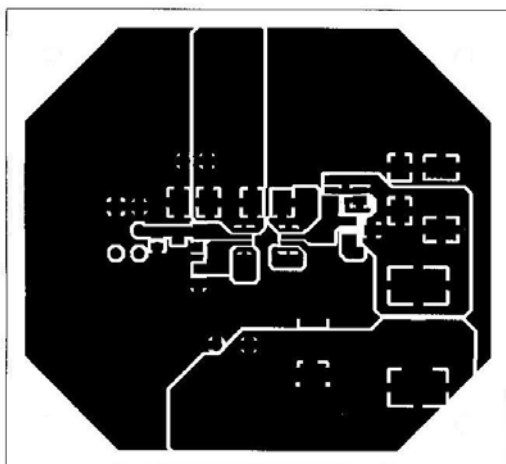
部品面シルク



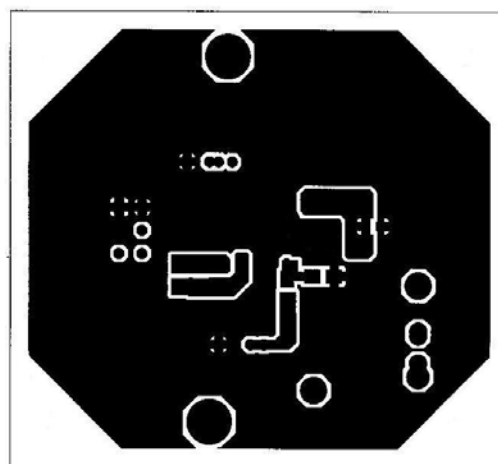
半田面シルク



部品面パターン

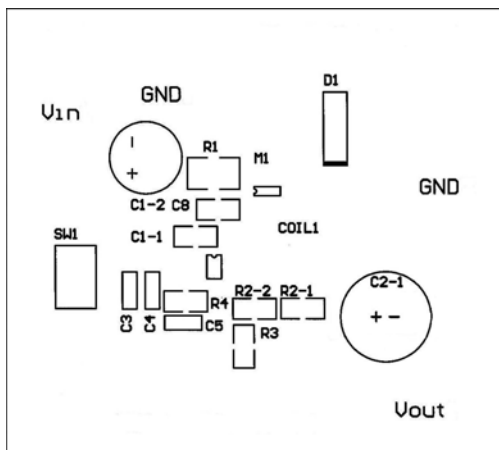


半田面パターン

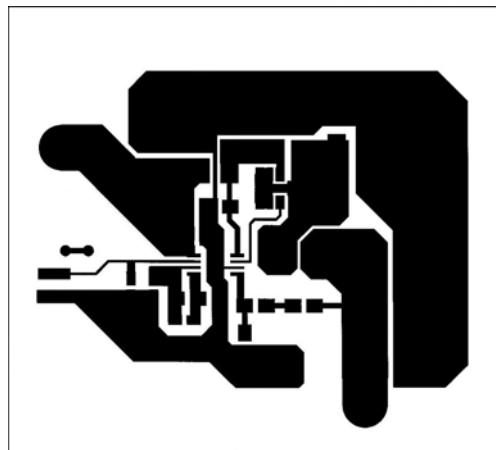


■ 片面

部品面シルク



部品面パターン



重要な注意事項

- 本書に記載された製品、および、製品の仕様につきましては、製品改善のために予告なく変更することがあります。従いまして、ご使用を検討の際には、本書に掲載した情報が最新のものであることを弊社営業担当、あるいは弊社特約店営業担当にご確認ください。
- 本書に記載された周辺回路、応用回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器設計において本書に記載された周辺回路、応用回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用される場合は、お客様の責任において行ってください。本書に記載された周辺回路、応用回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報の使用に起因してお客様または第三者に生じた損害に対し、弊社はその責任を負うものではありません。また、当該使用に起因する、工業所有権その他の第三者の所有する権利に対する侵害につきましても同様です。
- 本書記載製品が、外国為替および、外国貿易管理法に定める戦略物資（役務を含む）に該当する場合、輸出する際に同法に基づく輸出許可が必要です。
- 医療機器、安全装置、航空宇宙用機器、原子力制御用機器など、その装置・機器の故障や動作不良が、直接または間接を問わず、生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼすことが通常予想されるような極めて高い信頼性を要求される用途に弊社製品を使用される場合は、必ず事前に弊社代表取締役の書面による同意をお取りください。
- この同意書を得ずにこうした用途に弊社製品を使用された場合、弊社は、その使用から生ずる損害等の責任を一切負うものではありませんのでご了承ください。
- お客様の転売等によりこの注意事項の存在を知らずに上記用途に弊社製品が使用され、その使用から損害等が生じた場合は全てお客様にてご負担または補償して頂きますのでご了承ください。