

ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

■概要

ELM615DA は高効率、4V から 36V 入力可能、ハイサイドとローサイドの 2 個のスイッチトランジスタを内蔵する同期型降圧 DCDC コンバータです。180kHzCOT 制御方式により入力変動、負荷変動に対してすぐれた過渡応答を示します。スルーレート制御と3kHz6%周波数変調のスペクトラム拡散方式により不要輻射を低減しています。出力電圧範囲は 0.8V から V_{IN} まで、出力電流は 5A まで可能です。USB 機器などで有効な出力側の配線抵抗による出力電圧降下を補償する回路を内蔵しています。負荷端での電圧降下を補償できます。

さらに独立した 2 チャンネルの電流監視機能を持ち 2 系統負荷の過電流保護が可能です。

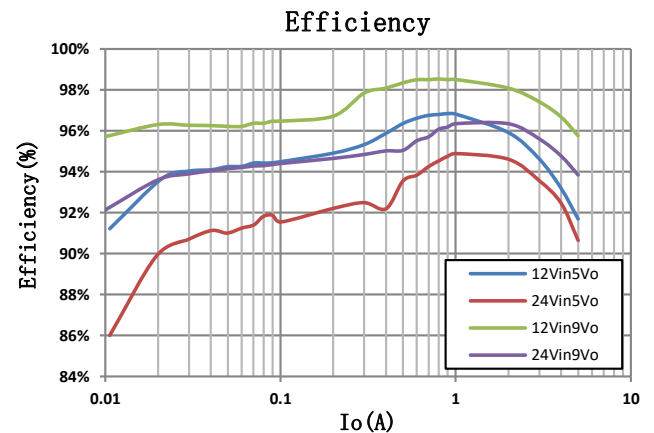
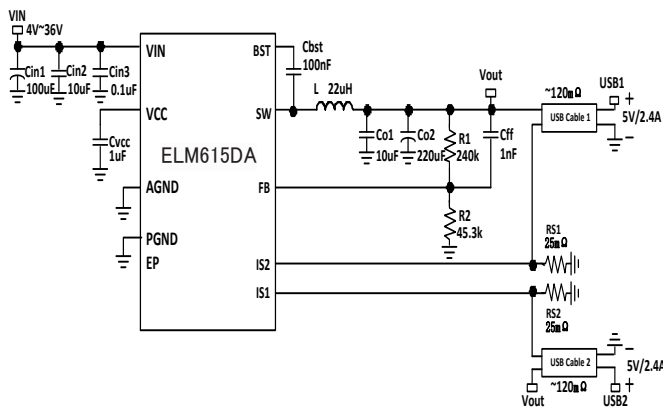
■特長

- 入力電圧範囲 : 4V ~ 36V
- 出力電流 : 5A
- 過電流保護 : スイッチサイクル
- 配線抵抗電圧降下補償回路内蔵
- 短絡保護機能 : 定電流またはフの字特性 (品種指定)
- 過熱保護機能 : 155℃
- スペクトラム拡散スイッチング : 180kHz6% FM 拡散
- 内蔵スイッチオン抵抗 : 40mΩ ハイサイド / 40mΩ ローサイド
- 最小オンタイム : 70nsec
- ソフトスタート機能 : 3msec
- パッケージ : SOP-8 (裏面放熱パッド付)

■用途

- 2 ポートシガーソケット USB 充電器
- 産業用電子機器電源
- PCB 内電源

■標準回路図



■セレクションガイド

ELM615DA-N

記号		
a	製品番号	ELM615
b	パッケージ	D : SOP-8 (裏面露出パッドあり)
c	製品バージョン	A
d	テーピング方向	N: 13 ページ参照

ELM615 D A - N
↑ ↑ ↑ ↑
a b c d

(注) テーピング方向は一種類のみ

ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

■絶対最大定格値⁽¹⁾

項目	記号	規格値	単位
VIN 電源電圧	V _{IN}	+39	V
PGND-GND 端子間電圧	V _{PGND}	-0.3 ~ +0.3	V
SW-GND 端子間電圧	V _{SW}	-0.3 ~ V _{IN} +0.3	V
SW-GND 端子間サージ電圧 (30ns)	V _{SW_S}	-3 ~ V _{IN} +3	V
BST-SW 端子間電圧	V _{BST}	-0.3 ~ +6.0	V
その他端子印加電圧	V _{OTHER}	-0.3 ~ +6.0	V
リード温度	T _L	+260	℃
接合温度	T _J	+150	℃
保存温度範囲	T _{STG}	-65 ~ +150	℃
周囲間熱抵抗 ^{(3)、(4)}	θ_{JA}	51	℃/W
ケース熱抵抗 ^{(3)、(4)}	θ_{JC}	13	
許容損失 ^{(3)、(4)}	P _D	2.1	W

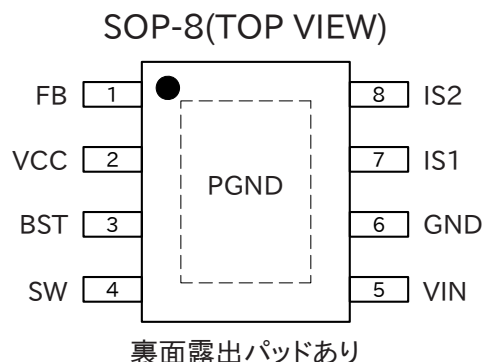
■推奨動作条件⁽²⁾

項目	記号	規格値	単位
入力電圧	V _{IN}	+4 ~ +36	V
出力電圧	V _{OUT}	0.8 ~ V _{IN}	V
動作温度範囲	T _{OP}	-40 ~ +125	℃

注意：

- (1) 絶対最大定格値を超えるストレスは、デバイスに損傷を与える可能性があります。
- (2) 推奨動作条件の範囲外では、機能は保証されません。
- (3) JESD51-7、4 層PCB で測定。
- (4) 許容最大消費電力は、周囲熱抵抗 θ_{JA} 、周囲温度 T_A および最大接合部温度 T_{J_MAX} の関数です。周囲温度 T_A で の最大許容連続消費電力は、 $P_{D_MAX} = (T_{J_MAX} - T_A) / \theta_{JA}$ で計算されます。最大許容損失を超えるとチップ温度が上昇し、レギュレータはサーマルシャットダウン状態になります。内部サーマル・シャットダウン回路は、デバイスを恒久的な損傷から保護します。

■端子配列図

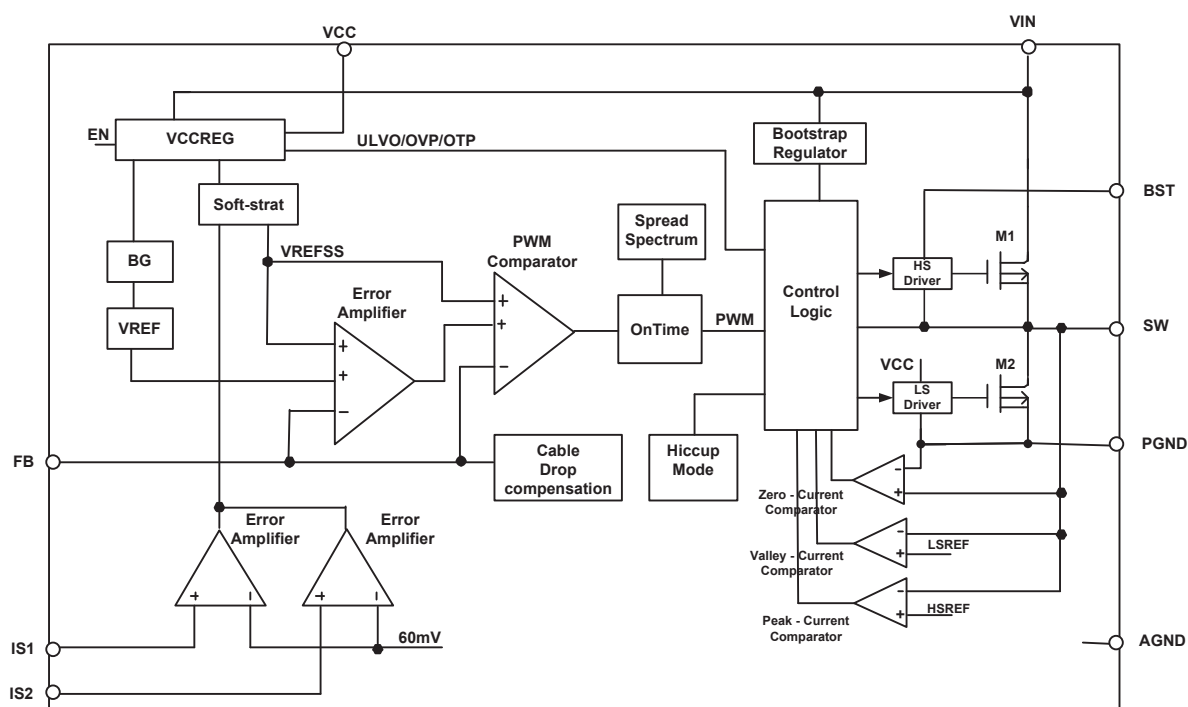


端子番号	端子記号	ピン説明
1	FB	フィードバック入力端子。 出力とAGND の間に接続した分割抵抗による分割電圧をこの端子に入力。
2	VCC	内蔵 5V LDO 出力端子。 内部制御回路はすべてこの LDO 電源下で動作する。1 μ F 以上のバイパス用セラミックコンデンサを本端子とPGND 端子の間に接続する。
3	BST	ハイサイドゲート駆動ブートストラップ入力端子。 0.1 μ F の容量を本端子とSW 端子の間に接続する。
4	SW	パワースイッチ端子。 本端子にインダクタとブースト容量を接続する。
5	VIN	電源入力端子。 内部 MOSFET とレギュレータに電力を供給します。+4V ~ +36V の入力レールで動作します。本端子と PGND 端子の間に 10 μ F 以上の低 ESR セラミックコンデンサを接続する。
6	GND	アナロググランド端子。
7	IS1	IS1: チャンネル 1 の出力電流検出入力端子。 この端子と AGND の間にセンス抵抗を接続します。この端子の電圧が 60mV に増加すると、ELM615DA は出力電圧を下げ、IS1 を 60mV に安定化します。
8	IS2	IS2: チャンネル 2 の出力電流検出入力端子。 この端子と AGND の間にセンス抵抗を接続します。この端子の電圧が 60mV に増加すると、ELM615DA は出力電圧を下げ、IS2 を 60mV に安定化します。
EP	PGND	ローサイドパワー-MOSFETのGNDに接続された露出パッド。 PGNDの安定化と放熱のため、大面積のGND銅箔プレーンに必ず接続する。

ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

■ブロック図



• 図-1 ELM615DA 車載充電器機能ブロック図 (IS1/IS2)

ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

■電氣的特性

特に指定なき場合、 $T_{OP}=+25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN}=12\text{V}$

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
入力電圧範囲	V_{IN}		4	-	36	V
UVLO 閾値電圧	V_{UVLO}		-	3.80	4.05	V
UVLO 閾値ヒステリシス電圧	V_{UVHYS}		-	430	-	mV
OVLO 閾値電圧	V_{OVLO}		-	38.3	-	V
OVLO 閾値ヒステリシス電圧	V_{OVHYS}		-	1.8	-	V
VCC レギュレータ	V_{CC}	$V_{FB}=0.84\text{V}$ 、 $I_{VCC}=0 \sim 30\text{mA}$	4.8	5.1	5.4	V
無負荷時消費電流	I_{CC}	$V_{FB}=0.84\text{V}$	-	100	-	μA
ハイサイドスイッチオン抵抗	R_{ON_HS}		-	40	-	$\text{m}\Omega$
ローサイドスイッチオン抵抗	R_{ON_LS}		-	40	-	$\text{m}\Omega$
スイッチリーク電流	I_{SW_LEAK}	$V_{FB}=0.84\text{V}$ 、 $V_{IN}=36\text{V}$ $V_{SW}=0\text{V}$ or 36V	-20	-	+20	μA
フィードバック調整電圧	V_{FBREG}		784	800	816	mV
フィードバック電流	I_{FB}	$V_{FB}=0.8\text{V}$	-100	-	+100	nA
最小オン時間	T_{ON_MIN}		-	70	-	ns
最小オフ時間	T_{OFF_MIN}		-	100	-	ns
最大デューティ比	D_{MAX}	$V_{IN}=12\text{V}$ 、 $V_{FB}=0.7\text{V}$	-	100	-	%
ハイサイドスイッチピーク電流制限	I_{PK}		-	7.5	-	A
ローサイドスイッチバレー電流制限	I_{VALLEY}		-	6.5	-	A
ローサイドスイッチゼロ電流検出	I_{ZX}		-	90	-	mA
サーマルシャットダウン	T_{SD1}		-	155	-	$^{\circ}\text{C}$
サーマルシャットダウンヒステリシス	T_{SD2}		-	25	-	$^{\circ}\text{C}$
スイッチング周波数	F_{SW}		-	180	-	kHz
スペクトラム拡散変調周波数			-	3	-	kHz
出力電圧ケーブルの補償		$V_{IN}=12\text{V}$ 、 $R_1=240\text{k}\Omega$ $I_{OUT}=I_{OUT1}+I_{OUT2}=5\text{A}$	-	+0.6	-	V
IS1 / IS2 基準電圧	V_{IS}		-	60	-	mV

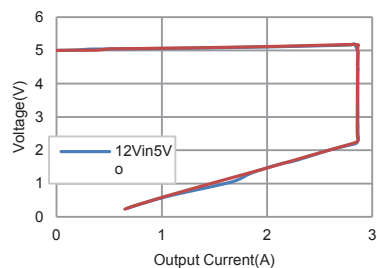
ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

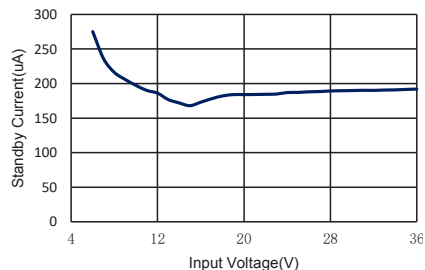
■標準特性曲線

- 図-1 回路、 $C_{IN}=100\mu F$ 、 $C_{OUT}=10\mu F+220\mu F$ 、 $L=22\mu H$ 、 $R_{IS1}=R_{IS2}=20m\Omega$ 、 $T_A=+25^\circ C$

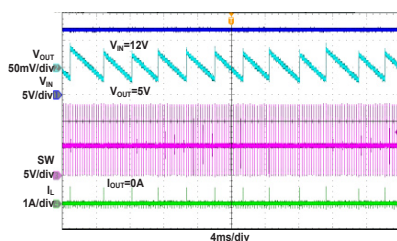
CV/CC Curve



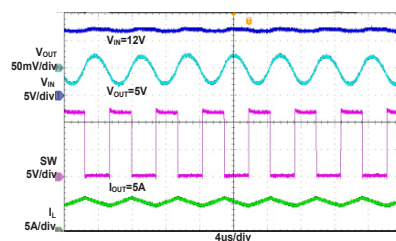
Standby Current vs Input Voltage



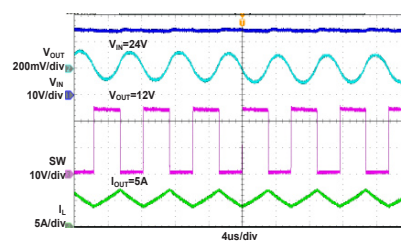
Steady State Test



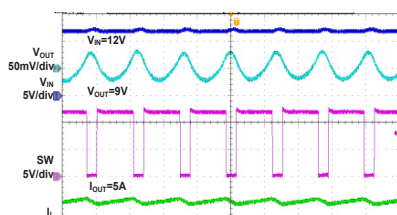
Steady State Test



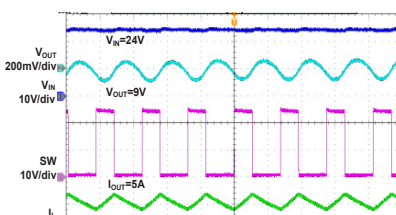
Steady State Test



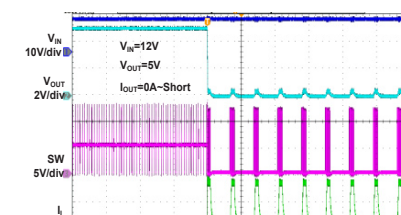
Steady State Test



Steady State Test



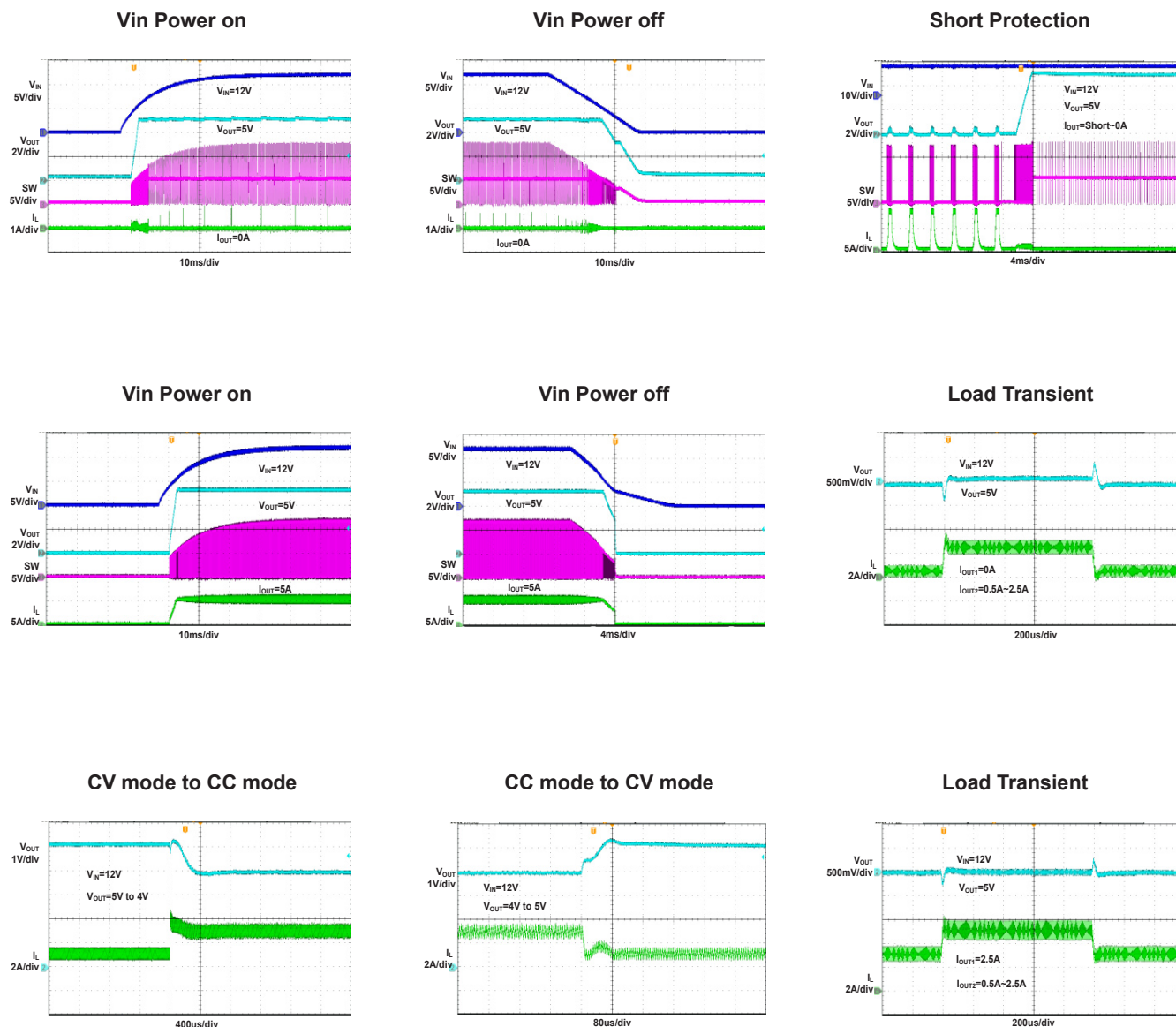
Short Protection



ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

- 図-1 回路、 $C_{IN}=100\mu F$ 、 $C_{OUT}=10\mu F+220\mu F$ 、 $L=22\mu H$ 、 $R_{IS1}=R_{IS2}=20m\Omega$ 、 $T_A=+25^\circ C$



■動作説明

ELM615DA は 4V ~ 36V 入力 COT 制御同期整流降圧 DCDC コンバータです。出力電流は最大 5A です。出力電圧は FB 端子に接続する分圧抵抗にて設定します。

1. CV/CC モード制御

ELM615DA は負荷によって定電圧 CV モードまたは定電流 CC モードで動作します。チャンネル 1 チャンネル 2 の電流検出端子 IS1、IS2 が判定値以下の場合、ELM615DA は定電圧 CV モードで動作します。チャンネル 1 チャンネル 2 の電流検出端子 IS1、IS2 の電圧が電流増加により判定値以上になると定電流 CC モードになり出力電圧を減らし電流を一定に制御します。FB 端子電圧が 0.4V 以下になると出力電流はフの字特性となり、FB 端子電圧低下と共に連続して減少します。

2. スペクトラム拡散

ELM615DA は EMI 防止機能としてスペクトラム拡散機能を持ちます。340 μ sec 周期の三角波で 180kHz を周波数変調します。スイッチ周波数遷移は 6%、180kHz-169kHz の範囲となります。

3. ソフトスタート機能

ELM615DA は 3msec のソフトスタート機能を有し、ソフトスタート期間は負荷抵抗値、出力コンデンサ値にかかわらず出力電圧が一定傾斜で増加します。

4. 出力過電流保護

ELM615DA はハイサイドスイッチ電流制限値をスイッチサイクルごとに監視して、コイル電流をその値に制限しています。ELM615DA はハイサイドスイッチオフ後ローサイドスイッチをオンし、コイル電流が減少して規定値以下になるまでオンを継続し、既定値以下になると次のサイクルのハイサイドスイッチオン状態に移行します。電流制限超過の状態が長時間継続されると、ELM615DA は出力が過負荷あるいは短絡していると判断し、断続動作モード、すなわちスイッチ動作を一定期間停止し、その後再起動してソフトスタート機能を使い、起動動作を繰り返すモードに入ります。この時ソフトスタート機能により突入電流、出力過電流が阻止されます。

■ 応用回路

1. 出力電圧の設定

出力電圧の設定は、以下の応用回路に示すように、FB 端子と出力電圧に接続する分圧抵抗の中点を接続し行います。出力電圧 (V_{OUT}) は FB 端子電圧 ($V_{FB} = 0.8V \text{ typ.}$) から以下の式で求めます。

$$V_{OUT} = V_{FB} \times \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right)$$

2. ケーブル電圧降下補償の設定

ELM615DA は出力電流とケーブル抵抗による負荷端での電圧降下を補償する機能があります。電圧設定の分圧抵抗 R_1 の絶対値を変えることで補償値を設定できます。(出力電圧は R_1 と R_2 の比で決まる)。補償値は以下の式になります。

$$I_{FB} \times R_1 = I_{OUT} \times R_{CABLE}$$

$$\Delta V_{OUT} = 2.5 \mu A \times \frac{I_{OUT}}{5A} \times R_1$$

CC 検出はチャンネル 1 チャンネル 2 と 2 系統ありますが、ケーブル電圧降下補償は I_{OUT} 出力に対して行われ、電流はチャンネル 2 個の合計値です。

3. チャンネル 1 チャンネル 2 の CC 移行検出

ELM615DA のチャンネル 1 の定電流制御移行電流値は $IS1$ 端子と GND 端子間の抵抗 R_{IS1} の抵抗値で決まります。同様にチャンネル 2 の定電流移行電流値は $IS2$ 端子と GND 端子間の抵抗 R_{IS2} の抵抗値で決まります。

$$I_{CS1} = 60mV / R_{IS1}$$

$$I_{CS2} = 60mV / R_{IS2}$$

4. 入力コンデンサ

入力コンデンサはハイサイドスイッチオン時のリプル電流を平滑するため必要です。コンデンサ損失を減らすため高周波特性の良く ESR の低いセラミックコンデンサを VIN 端子と PGND 端子間に接続します。入力リプル電流 RMS 値は以下の式で求めます。

$$I_{INRMS} = I_{OUT} \sqrt{D \times (1 - D)}$$

D はデューティ比、 I_{INRMS} は入力リプル電流 RMS 値、 I_{OUT} は負荷電流。上記の式は $D = 0.5$ で最大値となります。入力コンデンサの損失は以下の式で求めます。

$$P_{CIN} = ESR_{CIN} \times I_{INRMS}^2$$

P_{CIN} は入力コンデンサの損失、 ESR_{CIN} は入力コンデンサの等価直列抵抗値です。コンデンサ電流の di/dt が大きいので低 ESR のコンデンサが推奨されます。

使用用途によっては追加の複数のコンデンサが入力リプル電流と過渡応答特性と EMI 特性の改善のために必要になります。 C_{IN} の値は電源インピーダンス関連して決められます。電源インピーダンスが高い場合は大きな入力コンデンサが必要になります。入力コンデンサには最大の入力電圧以上の耐圧が必要となります。

5. コイルの選択

使用コイルは出力リプル電圧と負荷過渡応答の要求により選定します。インダクタンス値が大きいとリプル電流が小さくなり出力リプル電圧も小さくなります。最大負荷電流に対して最低でも 25% のマージンがコイルの最大電流に必要です。効率向上のためにコイルの DC 抵抗は 15m Ω 以下が必要です。コイルのリプル電流と出力リプル電圧は以下の式で求めます。

$$\Delta I = \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{F_s \times L} \cdot \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}, L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times F_s \times \Delta I}$$

$$I_{L_MAX} = I_{LOAD} + \frac{\Delta I}{2}, \Delta V_{OUT} = \Delta I \times ESR$$

インダクタンス値の増加によりリプル電圧とリプル電流を小さくすることができ、負荷変動への応答時間も短くなる。インダクタンス値の設定はリプル電流 (ΔI) を最大負荷電流の 20% -50% が適切です。インダクタンス値が決まるとコイルに最大電流を流すときに磁気飽和がないことの確認が必要です。さらにインダクタンス値の許容精度として通常 20% を考慮します。ある種のコイル、特にフェライトコアのコイルは、リプル電流が磁気飽和値を越えると急激に増加する場合があります。結果的にこの大きなリプル電流が出力リプル電圧となります。軽負荷時の効率改善には大きめのインダクタンス値が良いでしょう。

6. 出力コンデンサ

出力コンデンサは出力電圧の平滑化と負荷の過渡電流の供給に必要です。大きな容量値と低い ESR 値が出力リプル電圧と過渡負荷変動の低減には必要です。通常のスイッチングレギュレータの設計において、出力コンデンサ集合体の ESR 値により過渡応答特性が決まります。出力コンデンサの数は次の式で求めます。

$$ESR_{MAX} = \frac{\Delta V_{ESR}}{\Delta I_{OUT}}$$

$$\text{コンデンサの数} = \frac{ESR_{CAP}}{ESR_{MAX}}$$

ΔV_{ESR} = ESR により発生する電圧変化

ΔI_{OUT} = 負荷電流変化

ESR_{CAP} = 使用コンデンサ 1 個当たりの ESR 値 (コンデンサのデータシート参照)

ESR_{MAX} = 許容できる ESR の最大値

高周波回路のデカップリングコンデンサは負荷接続端子の最短距離に配置する。デカップリング用のコンデンサの選択はコンデンサのデータシートを参考にしてください。

7. PCB レイアウトについて

安定動作、高効率動作、低ノイズ動作を DCDC コンバータ設計で実現するには、PCB のパターンレイアウト設計は非常に重要です。大電流と高速電圧変化がある信号線において、ノイズの発生と性能低下を防ぐために派生インダクタンスと寄生容量は最少値にします。以下は参考ルールです。

- ① ループ配線 ($V_{IN}-SW-L-C_{OUT}=GND$) には大電流が流れます。このループの配線はできるだけ広く短くして派生インダクタンスを減らすためループ内面積を最少にします。これらは同時に変換効率も改善します。
- ② 入力コンデンサは IC 端子に極力近づけて配置します。派生インダクタンスと入力スパイク電圧とノイズ輻射を減らすために入力ループ配線の囲む面積は最小にします。

ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

<https://www.elm-tech.com>

- ③ 電圧設定回路構成部品(R1、R2、RT、CFF) はコイルとIC のBST 端子とSW 端子からできるだけ離して配置します。
④ 電源、グランドプレーンをできるだけ広く配置します。

■ELM615DA 車載充電器のアプリケーション回路図

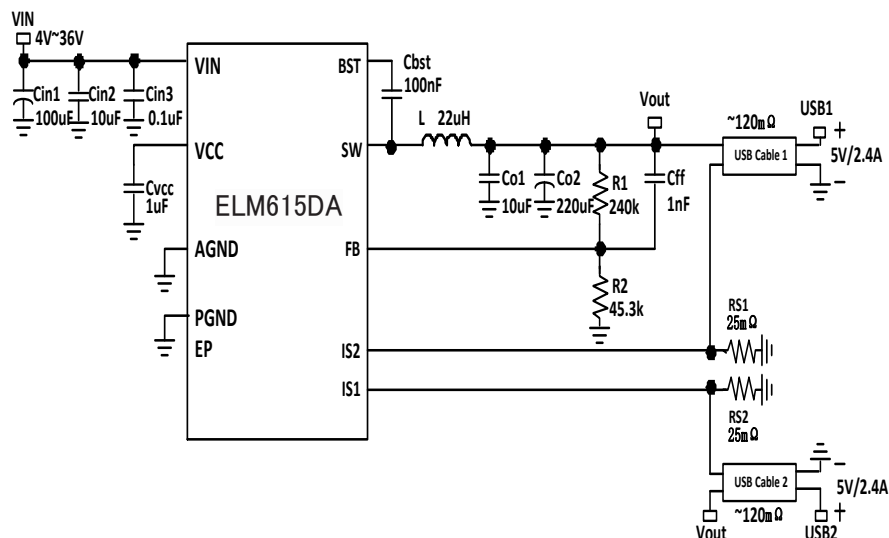


図-2 5V/4.8A デュアル出力カーチャージャーの標準的なアプリケーション回路

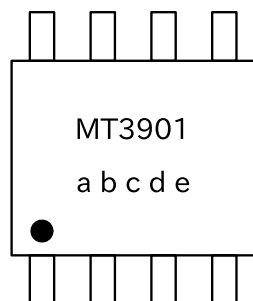
EVB BOM リスト

数量	部品名	値	説明	パッケージ
1	CIN1	100 μ F	電解コンデンサ、50V	EC 8×12mm
1	CIN2	10 μ F	セラミックコンデンサ、50V、X5R	0603
1	CIN3	0.1 μ F	セラミックコンデンサ、50V、X5R	0603
1	COOUT1	10 μ F	セラミックコンデンサ、50V、X5R	0805
1	COOUT2	220 μ F	固体コンデンサ	8×12mm
1	CBST	100nF	セラミックコンデンサ、16V、X5R	0603
1	CVCC	1 μ F	セラミックコンデンサ、10V、X5R	0603
1	L	22 μ H	インダクター	SMD
2	RS1、RS2	25m Ω	セラミックコンデンサ、10V、X5R	1206
1	R1	240K Ω	抵抗、 $\pm 1\%$	0603
1	R2	45.3K Ω	抵抗、 $\pm 1\%$	0603
1	RCABLE	120m Ω	抵抗、 $\pm 1\%$	0805
1	CFF	1nF	セラミックコンデンサ、10V、X5R	0603
1	電源 IC	ELM615DA	降圧 DC/DC コンバータ	SOP-8

ELM615DA 36V5A 同期型降圧 DCDC コンバータ 2 チャンネル電流制限機能付き

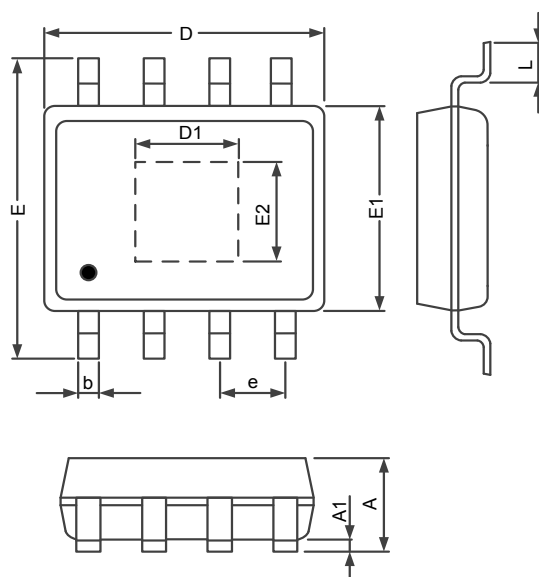
<https://www.elm-tech.com>

■マーキング



マーク	内容
MT3901	製品 ID : ELM615DA
a ~ e	組み立てロット番号

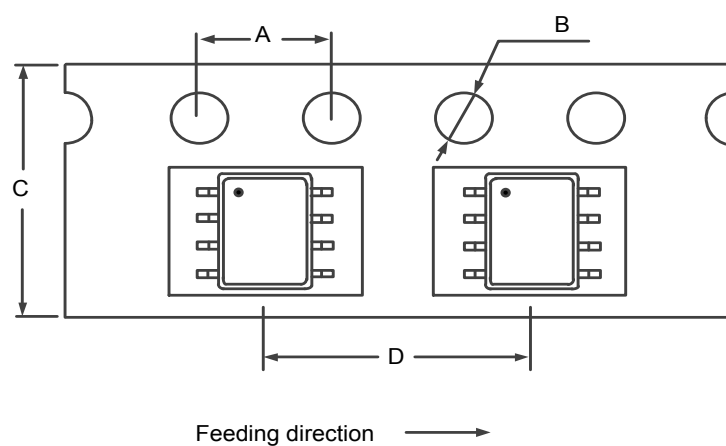
■SOP-8 外形寸法



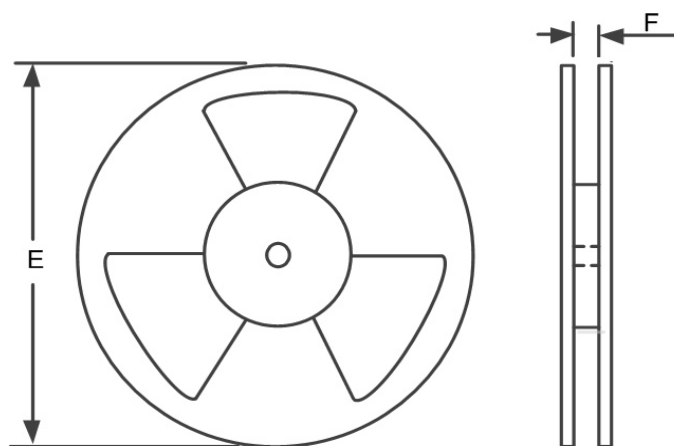
記号	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.35	1.75	0.053	0.069
A1	0.00	0.15	0.000	0.006
D	4.70	5.10	0.185	0.200
E1	3.70	4.10	0.145	0.161
D1	2.90	3.50	0.114	0.138
E2	2.00	2.50	0.080	0.098
E	5.80	6.20	0.228	0.244
L	0.40	1.27	0.016	0.050
b	0.31	0.51	0.012	0.020
e	1.16	1.37	0.046	0.054

■SOP-8 キャリアテープ & リール寸法

• テーピング方向 / キャリアテープ情報



• リール情報



• 寸法の詳細

PKG Type	A	B	C	D	E	F	Q'ty/Reel
SOP-8	4.0 mm	1.5 mm	12.0 mm	8.0 mm	13 inches	13.0 mm	2,500