

ELM615DA 2A 18V 500kHz 高効率 同期整流 PWM 降圧 DC/DC コンバータ

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

■概要

ELM615DA は、2 個の N チャネルドライバ MOSFET を内蔵したブートストラップ方式の同期整流降圧 DC/DC コンバータ IC です。入力電圧範囲は 4.75V から 18V で、出力電圧は 0.923V から 15V まで設定可能です。出力電流は最大 2A です。

電流モード動作によって高速な過渡応答特性とループの安定性を実現しています。過電流保護と過熱保護の 2 つの保護機能が内蔵されています。

小型サイズの SOP-8 パッケージと最小限の外付け部品により、実装面積を最少にすることが可能です。

■特長

- 内蔵ソフトスタート
- 過電流保護
- 過熱保護
- 入力電圧範囲 : 4.75V ~ 18V
- 出力電圧設定範囲 : 0.923V ~ 15V
- 最大出力電流 : 2A
- 内蔵 MOSFET スイッチ : 129mΩ/87mΩ
- シャットダウン電流 : Typ 3 μA
- 高効率 : Max 95%
- 固定周波数 : Typ 500kHz
- パッケージ : SOP-8

■用途

- 分散型電源システム
- ネットワーク機器
- FPGA, DSP, ASIC 用電源
- コンピュータ
- 家電機器

■絶対最大定格値

項目	記号	規格値	単位
電源電圧	Vin	-0.3 ~ +19.0	V
SW 端子印加電圧	Vsw	-0.3 ~ Vin+0.3	V
BOOT 端子印加電圧	Vboot	Vsw-0.3 ~ Vsw+6.0	V
その他の端子印加電圧	Vall	-0.3 ~ +6.0	V
許容損失	Pd	630	mW
接合温度	Tj	+150	°C
動作温度	Top	-40 ~ +85	°C
保存温度	Tstg	-65 ~ +150	°C

■セレクションガイド

ELM615DA-N

記号		
a	パッケージ	D: SOP-8
b	製品バージョン	A
c	テーピング方向	N: パッケージ ファイル参照

ELM615DA-N
↑ ↑ ↑
a b c

(注) テーピング方向は一種類のみ

ELM615DA 2A 18V 500kHz 高効率 同期整流 PWM 降圧 DC/DC コンバータ

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

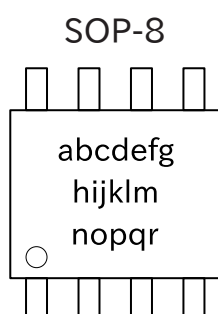
■電気的特性

特に指定なき場合、Vin=+12V、Top=25°C

項目	記号	条件	Min.	Typ.	Max.	単位
電源電圧	Vin		4.75		18.00	V
出力電圧	Vout		0.923		15.000	V
シャットダウン電流	I _s	V _{en} =0V		3	6	μA
電源電流	I _{in}	V _{en} =2.0V, V _{fb} =1.0V		2.0		mA
フィードバック電圧	V _{fb}	4.7V ≤ V _{in} ≤ 18.0V	0.900	0.923	0.946	V
エラーアンプ電圧利得 *	A _{ea}			1000		V/V
エラーアンプトランスコンダクタンス	G _{ea}	ΔI _c = ±10 μA		40		μA/V
ハイサイドスイッチオン抵抗 *	R _{ds(on)H}			129		mΩ
ローサイドスイッチオン抵抗 *	R _{ds(on)L}			87		mΩ
ハイサイドスイッチリーク電流	I _{leak}	V _{en} =0V, V _{sw} =0V Top=+125°C			10	μA
ハイサイドスイッチ制限電流	I _{uswl}	最少デューティ比	3.0	3.6		A
ローサイドスイッチ制限電流	I _{lswl}	ドレイン→ソース		0		A
発振周波数	F _{osc1}		400	500	600	kHz
短絡時発振周波数	F _{osc2}	V _{fb} =0V	100	125	150	kHz
最大デューティ比	D _{max}	V _{fb} =0.5V		90		%
最少オン時間 *	t _{o_min}			100		ns
EN 立下り閾値電圧	V _{enL}	V _{en} 立下り	0.56	1.12		V
EN 立上り閾値電圧	V _{enH}	V _{en} 立上り		1.22	1.83	V
低入力電圧ロックアウト閾値	V _{uvlo}	V _{in} 立上り		3.5		V
低入力電圧ロックアウトヒステリシス	V _{uvlo_hys}			200		mV
ソフトスタート時間	t _{ss}			2		ms
サーマルシャットダウン	T _{sd}			150		°C

* 設計保証。

■マーキング



マーク	内容
a ~ r	組み立てロット番号： 0 ~ 9 と A ~ Z 繰り返し

ELM615DA 2A 18V 500kHz 高効率 同期整流 PWM 降圧 DC/DC コンバータ

http://www.elm-tech.com

■動作説明

ELM615DA は同期整流型電流モード制御の降圧 DCDC コンバータです。入力電圧 4.75V ~ 18V から最低電圧 0.923V まで降圧可能です。かつ電流は最大 2A まで供給可能です。

ELM615DA は電流モードで出力電圧を制御します。出力電圧は抵抗分割による電圧値を FB 端子で測定し、内部エラーアンプを使って増幅します。

コンバータは内蔵 N チャンネル MOSFET を使って入力電圧を降圧し出力電圧をレギュレートします。ハイサイド MOSFET は入力電圧よりも高いゲート電圧を必要とするため、ハイサイドゲートを駆動するためのブーストコンデンサを SW 端子と BOOT 端子間に接続する必要があります。ブーストコンデンサは、SW 端子が Low のとき、内部 5V 電源から充電されます。

1) 端子について

BOOT 端子：電源側 MOS スイッチゲート駆動用ブートストラップ端子。

BOOT 端子は、電源側の N チャンネル MOS スイッチのゲート駆動電源電圧を供給します。SW 端子と BOOT 端子間に 0.1 μ F 以上のコンデンサを接続します。

VIN 端子：電源入力端子。

電源端子から ELM615DA に電源が供給されます。4.75V から 18V を入力できます。VIN 端子と GND 端子間にはスイッチノイズを吸収するために適切な大きさのコンデンサを接続します。

SW 端子：パワースイッチ端子。

パワースイッチ端子はインダクタ電流をスイッチすることで電力を出力に供給します。LC フィルタを出力負荷と SW 端子間に接続します。ハイサイドスイッチの駆動のため、SW 端子と BOOT 端子間にコンデンサが必要です。

GND 端子：グラウンド端子。

FB 端子：制御電圧帰還端子。

FB 端子により出力電圧を検出して定電圧制御を行います。FB 端子は出力とグラウンド間の分圧抵抗ネットワークを介して接続されます。FB 端子が 0.923V になるように制御されます。

EN 端子：イネーブル入力端子。

ELM615DA をオン / オフさせるデジタル入力端子です。ハイイネーブル動作、つまり High 入力で作動し、Low 入力で作動しない状態となります。電源入力に接続する場合は、100k Ω の抵抗でプルアップして下さい。

*) 100k Ω の抵抗でプルアップした場合、EN 端子の電圧は、内蔵するツェナーダイオードにより 5.7V でクランプされます。

2) 出力電圧の設定

出力電圧は、外部分圧抵抗を使って設定します。分圧抵抗は、下記に示す比率で出力電圧を分割し、フィードバック端子に戻します：

$$V_{fb} = V_{out} \times R2 / (R1 + R2)$$

ここで、 V_{fb} は帰還電圧で、 V_{out} は出力電圧です。したがって、出力電圧は次のようになります：

$$V_{out} = 0.923 \times (R1 + R2) / R2$$

$R2$ の標準値は 10k Ω です。 $R2$ の標準値を使用すると、 $R1$ は次の式で決まります：

$$R1 = 10.83 \times (V_{out} - 0.923V) (K\Omega)$$

3) インダクタ

インダクタは入力電源からスイッチで駆動されたときに定電流源として負荷を駆動します。大きな値のインダクタはリップル電流が小さいので、結果として出力リップル電圧が小さくなります。しかし大きな値のインダクタは、サイズ

ELM615DA 2A 18V 500kHz 高効率 同期整流 PWM 降圧 DC/DC コンバータ

http://www.elm-tech.com

が大きく直列抵抗が高く飽和電流値も小さくなります。使用するインダクタの値を決める良い方法は、ピークツーピークリップル電流が最大スイッチ電流の約 30%になるようインダクタを設定することです。最大インダクタ電流は ELM615DA の最大スイッチ電流より小さくしなければなりません。インダクタの値は次の式で計算できます：

$$L = [V_{out} / (f_s \times \Delta I_L)] \times (1 - V_{out} / V_{in})$$

ここで、 V_{out} は出力電圧、 V_{in} は入力電圧、 f_s はスイッチ周波数、 ΔI_L はインダクタのピークツーピークのリップル電流です。インダクタのピーク電流時に磁気飽和しないインダクタを選択する必要があります。インダクタのピーク電流は以下の式で計算できます：

$$I_{lp} = I_{load} + [V_{out} / (2 \times f_s \times L)] \times (1 - V_{out} / V_{in})$$

ここで I_{load} は負荷電流です。

どのような形状のインダクタを選択するかは、価格、大きさ、EMI 規格などを考慮して決定します。

4) オプションのショットキーダイオード

電源側 MOS スイッチとグランド側 MOS スイッチのオンからオフへの過渡状態において、グランド側 MOS スイッチの寄生ダイオードがインダクタ電流により導通します。この寄生ダイオードの順方向電圧は高いので、電力損失が発生します。追加のショットキーダイオードを SW 端子と GND 端子間に並列に接続することで、このショットキーダイオードの低い順方向電圧でインダクタ電流をバイパスし、変換効率を向上することができます。表 1 に推奨するショットキーダイオードの例を挙げます：

品番	電圧、電流	メーカー
B130	30V, 1A	Diodes Inc.
SK13	30V, 1A	Diodes Inc.
MBRS130	30V, 1A	International Rectifier

表 1：推奨ダイオード

5) 入力コンデンサ

降圧 DC/DC コンバータの入力電流は断続的に流れます。DC 入力電圧を安定化するために、AC 電流を供給するコンデンサが DC/DC コンバータの入力端子に必要です。性能を確保するためには低 ESR のコンデンサが必要です。セラミックコンデンサが推奨されます。タンタルコンデンサまたは低 ESR の電解コンデンサも使用できます。セラミックコンデンサを使用する場合は誘電体特性に注意が必要です。温度特性、電圧特性を確認してください。X5R、X7Rなどを推奨します。

入力コンデンサは入力スイッチ電流を吸収するので、適切なリップル電流耐量が必要です。入力電流の RMS I_{c1} 値は以下の式で計算されます：

$$I_{c1} = I_{load} \times [(V_{out} / V_{in}) \times (1 - V_{out} / V_{in})]^{1/2}$$

最悪条件は $V_{in} = 2V_{out}$ の場合で、 $I_{c1} = I_{load}/2$ です。単純に言うと最大負荷電流の半分の RMS リップル電流が許容できるコンデンサを選択する必要があります。入力コンデンサはアルミ電解コンデンサ、タンタルコンデンサ、セラミックコンデンサが使用できます。アルミ電解コンデンサとタンタルコンデンサを使う場合は、高周波特性の良い $0.1 \mu F$ のセラミックコンデンサを IC に出来るだけ近くに並列接続してください。セラミックコンデンサを使う場合は、入力端子のリップル電圧を抑えられるように十分な容量を確保してください。低 ESR コンデンサにおける入力リップルの値 ΔV_{in} は以下の式で計算されます：

$$\Delta V_{in} = [I_{load} / (C1 \times f_s)] \times (V_{out} / V_{in}) \times (1 - V_{out} / V_{in})$$

ここで $C1$ は入力コンデンサの容量値です。

ELM615DA 2A 18V 500kHz 高効率 同期整流 PWM 降圧 DC/DC コンバータ

http://www.elm-tech.com

6) 出力コンデンサ

出力コンデンサは DC 出力電圧を確保するために使われます。セラミックコンデンサ、タンタルコンデンサ、低 ESR アルミ電解コンデンサが推奨されます。低 ESR コンデンサは出力リップル電圧を低くすることができます。出力リップル電圧 ΔV_{out} は以下の式で表されます：

$$\Delta V_{out} = [V_{out} / (f_s \times L)] \times (1 - V_{out} / V_{in}) \times [Resr + 1 / (8 \times f_s \times C_2)]$$

ここで C_2 は出力コンデンサの容量値、 $Resr$ は出力コンデンサの等価直列抵抗値です。

セラミックコンデンサの場合は、スイッチング周波数における高周波インピーダンスの容量値によりほぼ決まります。すなわち出力電圧リップルは容量値で決まります。出力電圧リップル値は以下の式になります：

$$\Delta V_{out} = [V_{out} / (8 \times f_s^2 \times L \times C_2)] \times (1 - V_{out} / V_{in})$$

タンタルコンデンサ、アルミ電解コンデンサの場合は ESR が主にスイッチング周波数付近におけるインピーダンスを決定します。以下の式で表せます：

$$\Delta V_{out} = [V_{out} / (f_s \times L)] \times (1 - V_{out} / V_{in}) \times Resr$$

出力コンデンサの容量値は DCDC コンバータの安定性にも影響します。ELM615DA は広範囲の容量値と ESR に対して安定動作するように設計されています。

7) 外部ブートストラップダイオード

外部ブートストラップダイオードを追加すると DCDC コンバータの効率が改善する場合があります：

- $V_{out} = 5V$ また $3.3V$ ； かつ
- デューティ比が高い： $D = V_{out} / V_{in} > 65\%$

の条件では、下図 1 のように外部ブートストラップダイオードを追加すると効率が改善する場合があります。

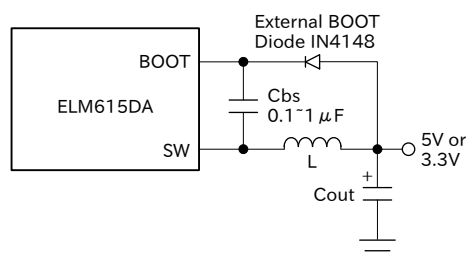


図 1：DCDC コンバータの出力端子から BS ピンに接続。

推奨ダイオードは 100V、1A クラスのシリコンダイオード (例 IN4148) です。ブーストコンデンサは $0.1 \mu F$ から $1 \mu F$ です。

V_{in} が 6V より小さい時、効率を上げるために外部にショットキーダイオードを追加することができます。図 2 のように V_{in} 端子と BOOT 端子の間に接続します。

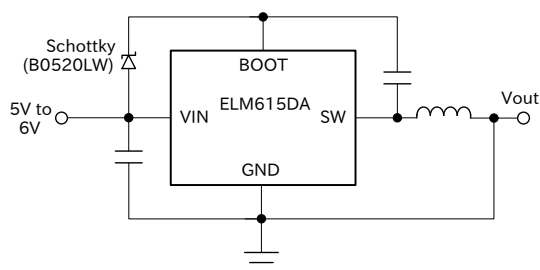


図 2： $V_{in} \leq 6V$ 時の効率向上のためのショットキーダイオードを追加。

ELM615DA 2A 18V 500kHz 高効率 同期整流 PWM 降圧 DC/DC コンバータ

http://www.elm-tech.com

8) PCB レイアウト時の注意点

安定動作をさせるためには PCB レイアウトは重要です。以下のガイドラインを参考にしてください：

- 1) スイッチ電流の流れる経路はできるだけ短く、入力コンデンサ、電源ピン、グランドピン、SW ピンを接続する配線ループの面積は最小にしてください。
- 2) セラミックのバイパスコンデンサは VIN ピンのものでできるだけ近くに配置してください。
- 3) 帰還ループの配線は最短で直結してください。帰還抵抗素子は IC チップのものでできるだけ近くに配置してください。
- 4) SW 端子の配線はノイズを拾いやすい FB 端子などへのアナログ配線から離してください。
- 5) VIN 端子、SW 端子、そして特に GND 端子はできるだけ広い銅パターンに接続するようにしてください。これにより動作時のチップの温度を下げ長期的な信頼性を向上できます。

9) 部品表

標準回路図を参照してください。

Item	Reference	Part
1	C1	10 μ F
2	C5	100nF
3	C7	0.1 μ F
4	R4	100K

表 2: ELM615DA 部品設定値 1。

	L	R1	R2	C2
Vout = 5.0V	6.8 μ H	44.2K	10K	10 μ F \times 2
Vout = 3.3V	4.7 μ H	25.7K	10K	10 μ F \times 2
Vout = 2.5V	4.7 μ H	17.1K	10K	10 μ F \times 2
Vout = 1.8V	3.3 μ H	9.50K	10K	10 μ F \times 2
Vout = 1.2V	2.2 μ H	3.00K	10K	10 μ F \times 2
Vout = 1.0V	2.2 μ H	0.834K	10K	10 μ F \times 2

表 3: ELM615DA 部品設定値 2。

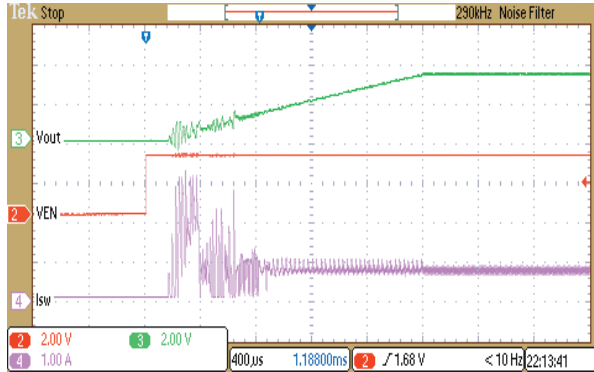
ELM615DA 2A 18V 500kHz 高效率 同期整流 PWM 降压 DC/DC コンバータ

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

■標準特性曲線

特に指定なき場合、 $V_{in}=12V$, $V_{out}=3.3V$, $L=4.7\mu H$, $C1=10\mu F$, $C2=10\mu F \times 2$, $T_{op}=+25^{\circ}C$

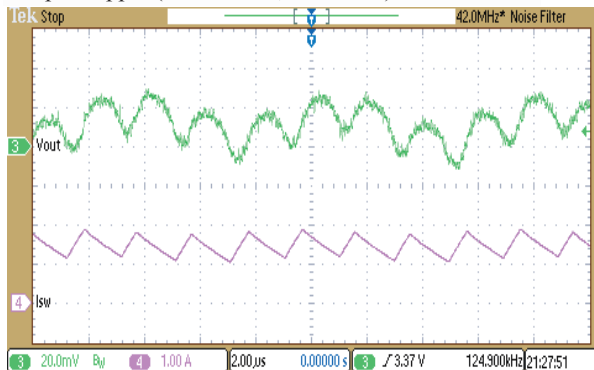
Start Up & Inrush Current ($12V \rightarrow 3.3V$, Load=1A)



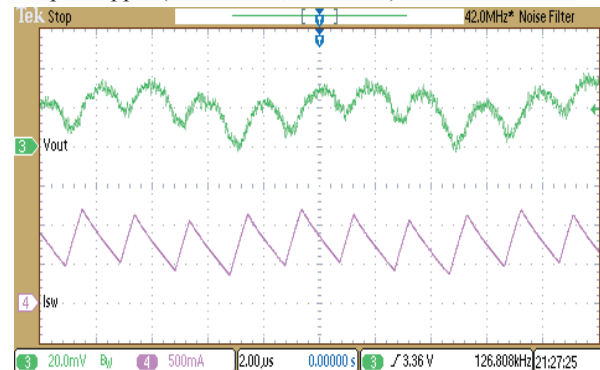
Shut Down ($I_{out} 1A \rightarrow$ Shut down)



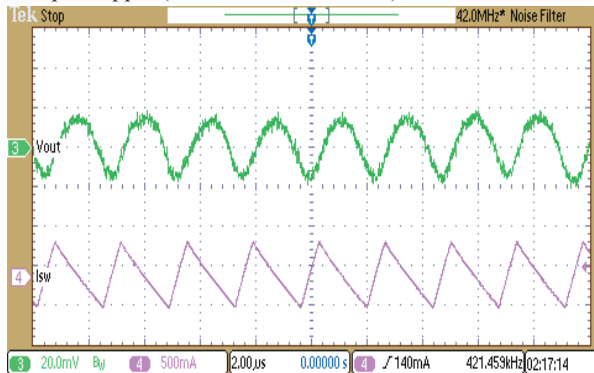
Output Rippie ($12V \Rightarrow 3.3V$, Load=2A)



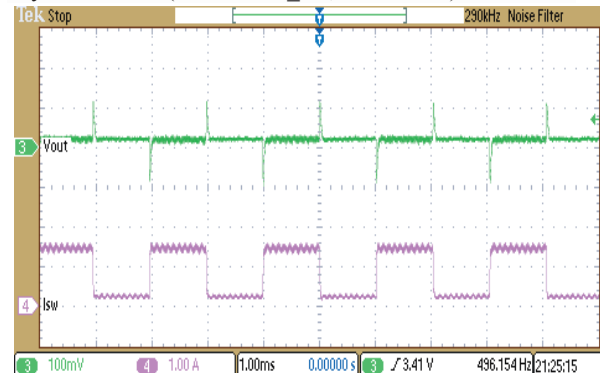
Output Rippie ($12V \Rightarrow 3.3V$, Load=1A)



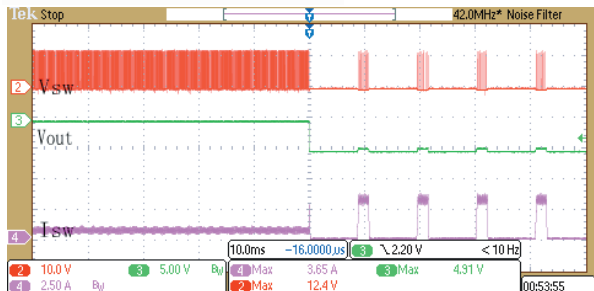
Output Rippie ($12V \Rightarrow 3.3V$, Load=0A)



Dynamic Load ($I_{load}=0.2A_2A$, $V_{out}=3.3V$)



Short Circuit Protection



Efficiency

