

アプリケーション ノート

面実装タイプ同期整流型チョップレギュレータ IC

NR885K

第9版 2015年6月

サンケン電気株式会社

— — — 目次 — — —

1. 概要		
1-1	特長	3
1-2	主な用途	3
1-3	種別	3
2. 製品仕様		
2-1	外形図	4
2-2	定格	5
2-3	回路図	7
3. 各端子の説明		
3-1	端子記号、名称	8
3-2	端子機能説明	8
4. NR880K シリーズの動作説明		
4-1	PWM 出力制御	9
4-2	過電流・過熱保護	10
5. 使用に際しての注意事項		
5-1	外付部品選定上の注意	11
5-2	パターン設計上の注意	16
5-3	電源の安定性	19
6. 応用		
6-1	ソフトスタート	20
6-2	出力 ON・OFF 制御	21
6-3	スパイクノイズの低減	22
6-4	逆バイアス保護	23
6-5	外付けブーストチップダイオード	23
7. 用語解説		24

1. 概要

NR885K は、パワーMOS 内蔵の同期整流型チョップレギュレータ IC です。また、電流制御方式により、セラミックコンデンサのような超低 ESR のコンデンサに対応できます。過電流保護、低入力禁止、過熱保護等のスイッチング・レギュレータとしての、保護機能を有しています。起動時の突入電流を防ぐために、ソフトスタート機能も有しています。外付けに、コンデンサを接続することで、ソフトスタート時間を設定できます。また、外部信号でオンオフできる機能も有しており、EN 端子へ外部から信号を与えることで、NR885K をターンオン/ターンオフできます。位相補償回路を内蔵しているため、外付けの位相補償部品は不要です。裏面にヒートスラグ付きの小型薄型の HSOP8 ピンパッケージで供給されます。

● 1-1 特長

- 出力電流 3.0A

HSOP-8Pin 面実装パッケージで、出力電流は最大 3.0A です。

- 高効率

最大効率 94% ($V_{IN}=8V/V_O=5V/I_O=0.8A$)

- 出力電圧可変

0.8~14V

- 出力に低 ESR コンデンサ

セラミックコンデンサが使用可能

- 動作周波数

NR885K:350kHz

- 過電流、過熱保護内蔵

垂下型過電流保護及び過熱保護回路を内蔵しています。(自動復帰型)

- 位相補償回路内蔵

位相補償回路を内蔵していますので、外付けの位相補正部品が必要ありません。

- ソフトスタート機能

外付コンデンサの追加で、起動時に出力電圧立ち上がり速度を遅らせることができます。

- ON/OFF 機能

- 小型 PKG 使用

ヒートスラグ付 HSOP8 ピンパッケージ

● 1-2 主な用途

- ・ オンボードローカル電源
- ・ OA 機器用電源
- ・ レギュレータ 2 次側出力電圧安定化
- ・ テレコム用電源

● 1-3 種別

- ・ 種別：半導体集積回路 (モノリシック IC)
- ・ 構造：樹脂封止型 (トランスファーモールド)

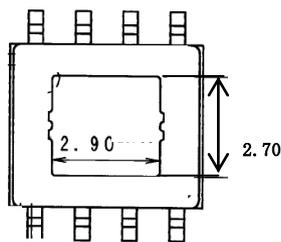
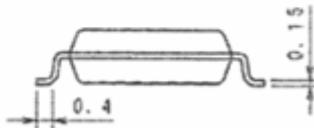
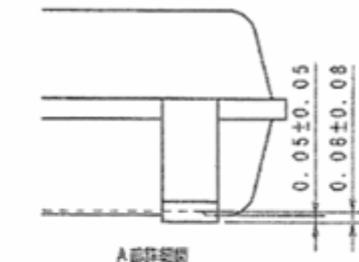
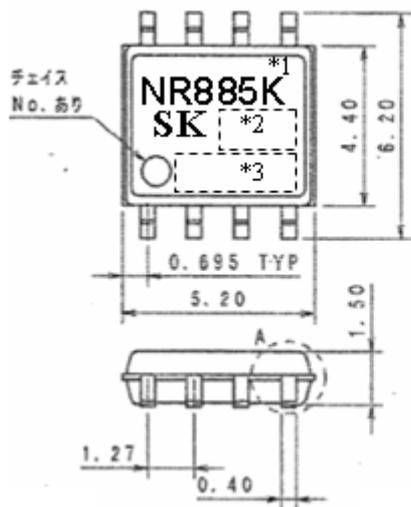
2. 製品仕様

● 2-1 外形図

2-1-1 NR885K 外形図

単位：mm

Unit：mm



端子配列

- 1. BS
- 2. VIN
- 3. SW
- 4. GND
- 5. FB
- 6. NC
- 7. EN
- 8. SS

- *1. 品名標示
- *2. ロット番号 (3桁)
 第1文字 西暦年号下一桁
 第2文字 月
 1~9月：アラビア数字
 10月：0
 11月：N
 12月：D
 (1 to 9 for Jan. to Sept.,
 0 for Oct. N for Nov. D for Dec.)
 第3文字 製造週
 01~05：アラビア数字
- *3. 管理番号 (4桁)

● 外部端子処理：Sn-2.5Agメッキ

Not Recommended for New Designs

● 2-2 定格

表1 絶対最大定格

項目	記号	規格	単位	条件
入力電圧 V_{IN}	V_{IN}	20	V	
BS 端子電圧 V_{BS}	V_{BS}	25.5	V	
SW 端子電圧 V_{SW}	V_{SW}	20	V	
FB 端子電圧 V_{FB}	V_{FB}	5.5	V	
EN 端子電圧 V_{EN}	V_{EN}	20	V	
SS 端子電圧 V_{SS}	V_{SS}	5.5	V	
許容損失 *1	Pd	1.69	W	
接合温度	T_j	150	°C	
保存温度	T_{stg}	-40~150	°C	
熱抵抗(接合-ケース間) *2	θ_{j-c}	40	°C/W	
熱抵抗(接合-周囲間) *2	θ_{j-a}	74	°C/W	

*1 過熱保護を搭載しており $T_j > 160^\circ\text{C}$ で動作する場合があります。

*2 ガラスエポキシ基板 30.0mm×30.0mm (銅箔エリア 25.0mm×25.0mm) 実装時

表2 推奨動作条件

項目	記号	規格	単位
直流入力電圧	V_{IN}	*3 4.5 or $V_0+3V \sim 18$	V
出力電流	I_o	0~3.0	A
出力電圧	V_o	0~14	V
動作時周囲温度	T_{op}	-40~+85	°C

*3 入力電圧範囲の最小値は、4.5V もしくは V_0+3V のどちらか大きい値とする。

$V_{IN} < 6V$ では、 V_{IN} -BS 間にダイオードを挿入することを推奨致します。もしくは BS 端子にダイオードを接続して外部から電圧を印加することを推奨致します。

表3 電気的特性 (特に指定が無い限りは、Ta=25°C、Vo=3.3V 設定時 R1=5kΩ, R2=1.6kΩ)

項目	記号	規格値			単位	測定条	
		MIN	TYP	MAX			
設定基準電圧(*4)	VREF	0.784	0.800	0.816	V	VIN=12V, Io=1.0A	
出力電圧温度係数	$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta T}$		±0.05		mV/°C	VIN=12V, Io=1.0A Ta=-40°C to +85°C	
効率 *6	η		90		%	VIN=12V, Io=1A	
動作周波数 (*5)	fo	280	350	420	kHz	VIN=12V, Io=1A	
ラインレギュレーション *7	VLine		50		mV	VIN=6.3~18V, Io=1A° VIN=8~18V, Io=1A°	
ロードレギュレーション *7	VLoad		50		mV	VIN=12V, Io=0.1~3.0A	
過電流保護開始電流	IS	3.1		6.0	A	VIN=12V	
静止時回路電流 1	IIN		6		mA	VIN=12V, Io=0A, VEN=10kΩ pull up to VIN	
静止時回路電流 2	IIN(off)			10	uA	VIN= 12V, Io=0A, VEN= 0V	
SS 端子 *9	Low 時流出電流	ISS1	6	10	14	μA	VSS=0V, VIN=12V
	開放電圧	VssH	2.7	3.0	3.3	V	VIN=12V
EN 端子	流入電流	IEN		50	100	μA	VEN= 10V
	ホスレッシュ電圧	Vc/EH	0.7	1.4	2.1	V	VIN=12V
最大ONデューティ *7	DMAX	85	90	95	%		
最小ON時間 *7	DMIN		150 *8		nsec		
過熱保護開始温度 *7	TSD	151	165		°C		
過熱保護復帰ヒステリシス *7	TSD_hys		20		°C		

*4 MIN/MAX は暫定

*5 MIN/MAX は暫定

*6 効率は次式により算出されます。

$$\eta (\%) = \frac{V_o \cdot I_o}{V_{IN} \cdot I_{IN}} \times 100$$

*7 設計保証値です。

*8 図1の入出力特性グラフは、最小ON時間により制限される入出力条件を示しています。但し、負過電流は100mA以下の場合とする。

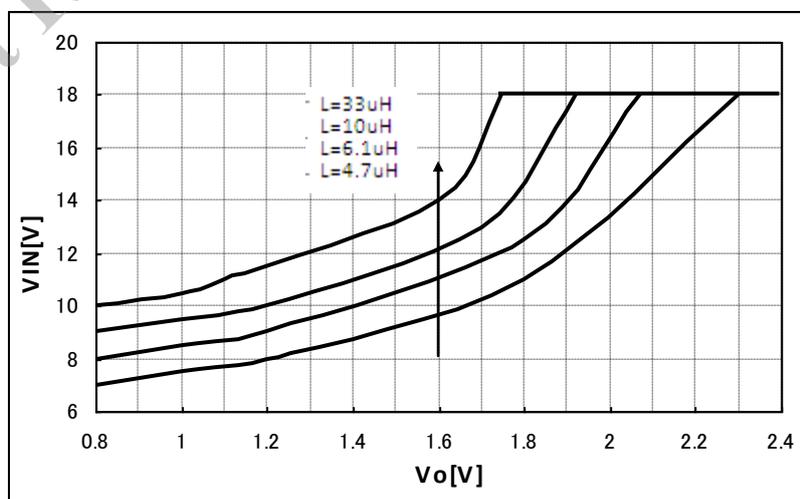


図1

● 2-3 回路図

2-3-① 内部等価回路図

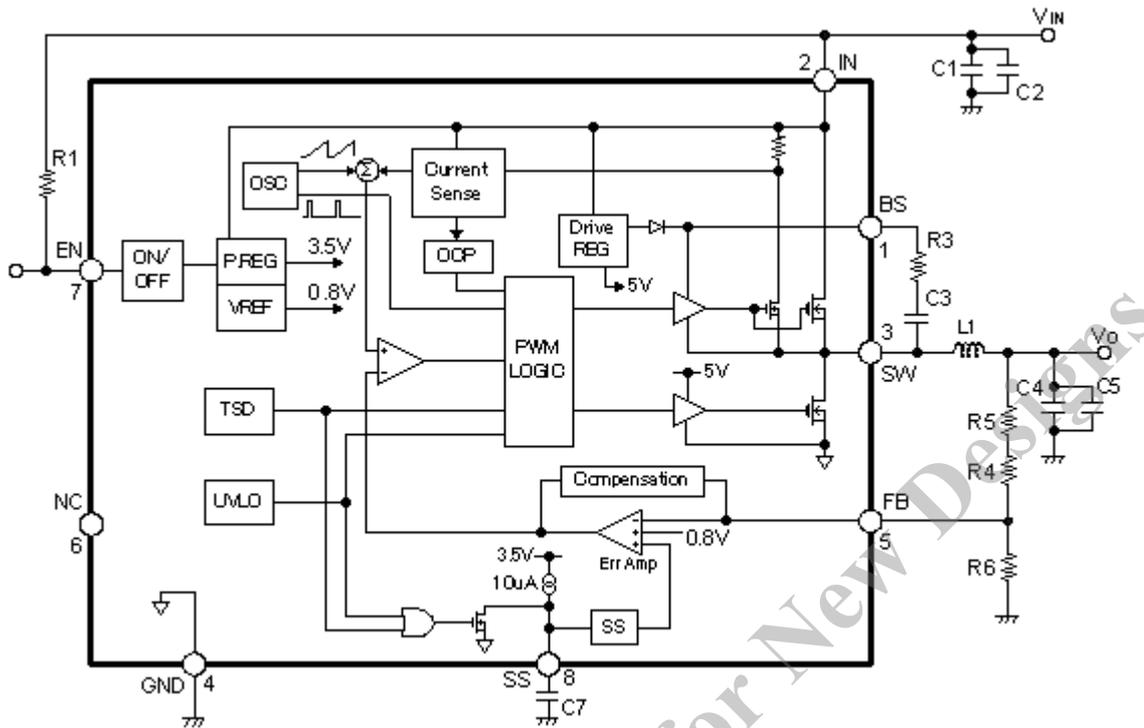
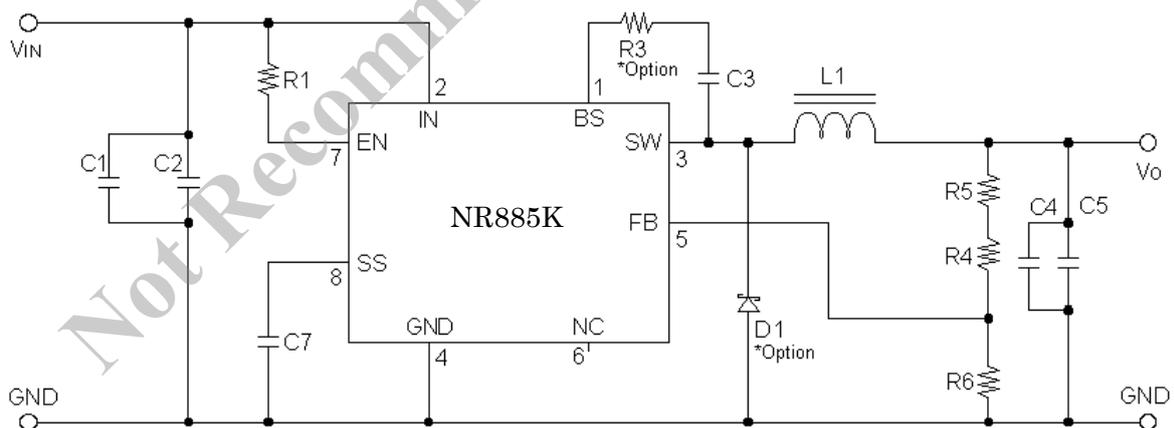


図 2

NR885K

2-3-② 標準接続図



C1/C2: 10uF / 25V × 2
 C3: 0.1uF
 L1: 10uH
 R3: 22Ω (Option)
 R5: 4.3kΩ

C4/C5: 22uF / 6.3V × 2
 C7: 0.1uF
 R1: 100kΩ
 R4: 8.2 kΩ
 R6: 3.9kΩ (Vo=3.3V) D1:*Option

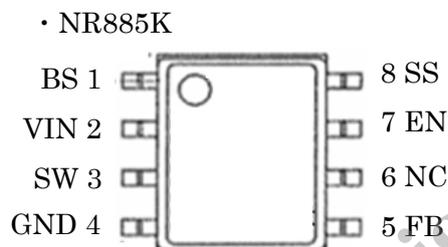
図 3

3. 各端子の説明

● 3-1 端子記号、名称

表 4

端子番号	NR885K	
	記号	名称
1	BS	ハイサイド用ブースト端子
2	VIN	入力端子
3	SW	スイッチング出力端子
4	GND	グラウンド端子
5	FB	基準電圧端子
6	NC	未接続
7	EN	ON/OFF 端子
8	SS	ソフトスタート設定端子



● 3-2 端子機能説明

- ・ BS (端子番号 1) :

ハイサイドスイッチ Nch-MOS のゲート駆動用の内部電源です。SW 端子と BS 端子間に 0.1 μ F 以上のコンデンサを接続し、ハイサイド Nch-MOS を駆動させます。

- ・ IN (端子番号 2) :

IC の入力電圧です。

- ・ SW (端子番号 3) :

出力にパワーを供給するスイッチング出力端子です。

- ・ GND (端子番号 4) :

グラウンド端子です。

- ・ FB (端子番号 5) :

出力電圧設定用の端子です。R1、R2 で出力電圧を設定します。

- ・ NC (端子番号 6) :

未接続端子です。

- ・ EN (端子番号 7) :

IC を ON/OFF させるための端子です。

- ・ SS (端子番号 8) :

端子にコンデンサを接続することで出力電圧をソフトスタートさせることができます。

● 4-2 過電流・過熱保護

過電流時出力電圧特性

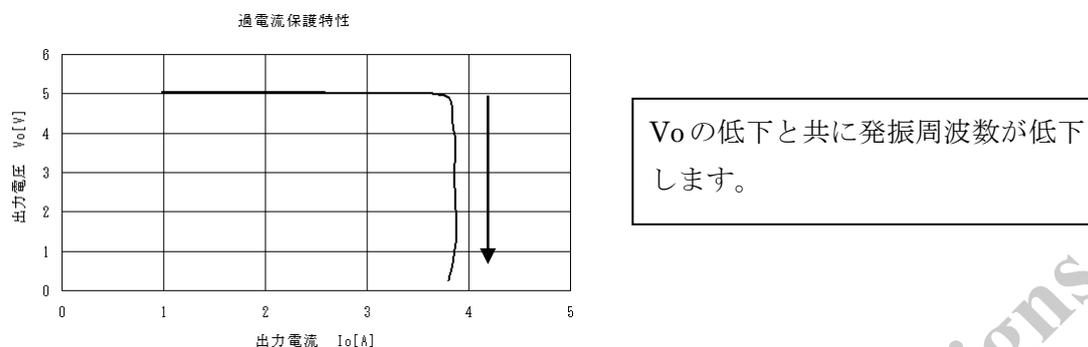


図 5

NR885K は、垂下型過電流保護回路を内蔵しています。過電流保護回路はスイッチングトランジスタのピーク電流を検出し、ピーク電流が設定値を超えると強制的にトランジスタのON時間を短縮させて出力電圧を低下させ電流を制限しています。更に出力電圧が低下しますとスイッチング周波数を低下させることで低出力電圧時の電流増加を防止しています。過電流状態が解除されると出力電圧は自動的に復帰します。

過熱保護時出力電圧特性

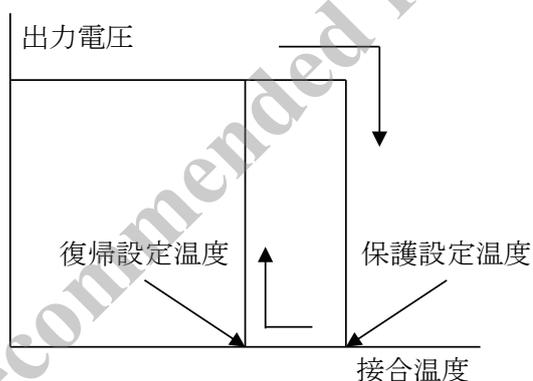


図 6

過熱保護回路は、ICの半導体接合温度を検出し、接合温度が設定値(約 160°C)を超えると出力トランジスタを停止させ、出力をOFFとします。接合温度が過熱保護設定値より 20°C程度低下しますと自動的に復帰します。

※ (過熱保護特性) 注意事項

瞬時短絡等の発熱に対しICを保護する回路であり、長時間短絡等、発熱が継続する状態での信頼性を含めた動作を保証するものではありません。

5. 使用に際しての注意事項

● 5-1 外付部品選定上の注意

5-1-① チョークコイルL1

チョークコイルL1は、チョップパ型スイッチングレギュレータの中心的役割を果たしています。レギュレータの安定動作維持のため、飽和状態での動作や、自己発熱による高温動作等の危険な状態は回避しなくてはなりません。チョークコイル選定のポイントとしては以下の事項が挙げられます

a) スwitchングレギュレータ用であること

ノイズフィルタ用のコイルは、損失が大きく発熱が大となりますのでご使用を避けて下さい。

b) サブハーモニック発振の回避

ピーク検出電流制御ではインダクタ電流がスイッチング動作周波数の整数倍の周期で変動することがあります。このような現象をサブハーモニック発振と呼び、ピーク検出電流制御モードでは原理的に発生する問題です。その為、安定な動作をさせる為に IC 内部でインダクタ電流に補正を行っており、出力電圧に対応した適切なインダクタ値を選定することが必要です。

図7はサブハーモニック発振を回避するためのインダクタンスL値選定範囲を示した図です。尚、インダクタンスLの上限については、入出力条件、負荷電流によって変わることがあるため、目安としての値になります。

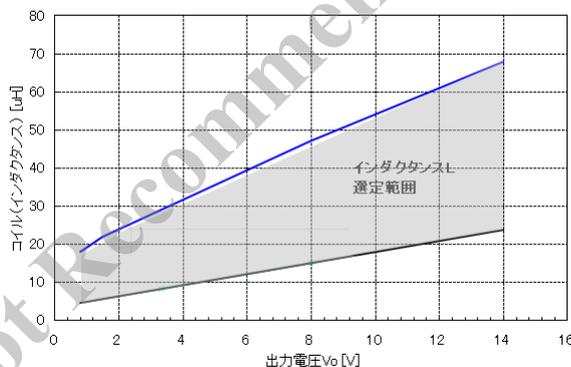


図7 NR885K (350kHz)でのインダクタンスL値選定範囲

チョークコイル電流の脈流部 ΔIL およびピーク電流 ILp は、次式にて表されます。

$$\Delta IL = \frac{(V_{in} - V_{out}) \cdot V_{out}}{L \cdot V_{in} \cdot f} \quad \text{--- (A)}$$

$$ILp = \frac{\Delta IL}{2} + I_{out} \quad \text{--- (B)}$$

この式よりチョークコイルのインダクタンス L が小さいほど、 $\Delta IL, IL_p$ とともに増大することが分かります。よってインダクタンスが過小であるとチョークコイル電流の変動が大きくなるためレギュレータの動作が不安定になるおそれがあります。過負荷・負荷短絡時の磁気飽和によるチョークコイルのインダクタンスの減少に注意願います。

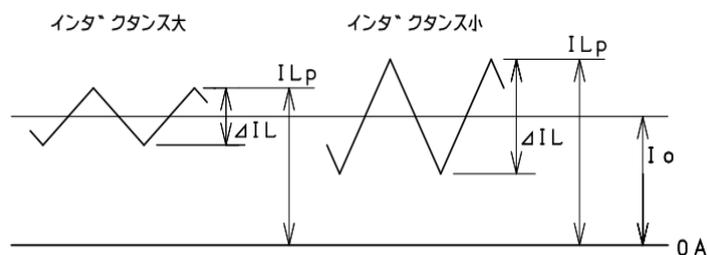


図 8

c) 定格電流を満足すること

チョークコイルの定格電流は、使用する最大負荷電流より大きくなくてはなりません。負荷電流がコイルの定格電流を越えると、インダクタンスが激減し、ついには飽和状態となります。この状態では、高周波インピーダンスが低下し、過大な電流が流れますのでご注意ください。

d) ノイズが少ないこと

ドラム型のような開磁路型コアは、磁束がコイルの外側を通過するため周辺回路へノイズによる障害を与えることがあります。なるべくトロイダル型や EI 型、EE 型のような閉磁路型コアのコイルをご使用下さい。

Not Recommended for New Designs

5-1-② 入力コンデンサ C_{IN}

入力コンデンサ C_{IN} は、入力回路のバイパスコンデンサとして動作し、スイッチング時の急峻な電流をレギュレータに供給しており、入力側の電圧降下を補償しています。従って極力レギュレータ IC の近くに取り付ける必要があります。また、AC 整流回路の平滑コンデンサが入力回路にある場合でも、NR885K の近くにレイアウトされていなければ入力コンデンサは平滑コンデンサと兼用とすることが出来ません。（ C_{IN} は標準接続図の C1/C2 です。）

C_{IN} 選定のポイントとして次のことが挙げられます。

- a) 耐圧を満足すること
- b) 許容リップル電流値を満足すること

C_{IN} の電流の流れ

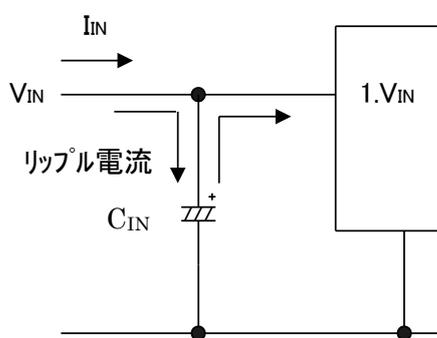


図 9

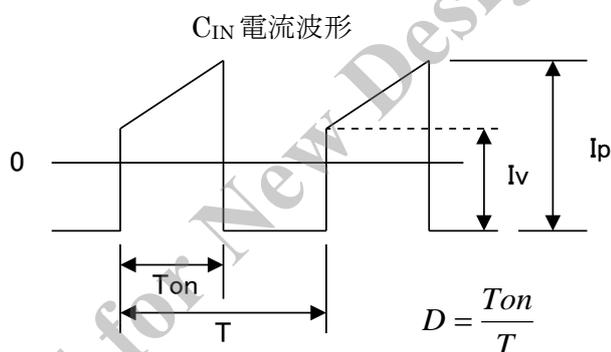


図 10

入力コンデンサのリップル電流は負荷電流の増加に伴って増大する。

これら耐圧や許容リップル電流値を、オーバーしたりディレーティング無しで使用した場合、コンデンサ自身の寿命が低下（パンク、容量の減少、等価インピーダンス増大、等）するばかりでなく、レギュレータの異常発振を誘発する危険があります。従って、十分なマージンをとった選択が必要です。尚、入力コンデンサに流れるリップル電流実効値 I_{rms} は下記の（2）式で求められます。

$$I_{rms} \approx 1.2 \times \frac{V_o}{V_{in}} \times I_o \quad \text{--- (2)}$$

例えば $V_{IN}=20V, I_o=3A, V_o=5V$ とすると、

$$I_{rms} \approx 1.2 \times \frac{5}{20} \times 3 = 0.9A$$

となりますので、許容リップル電流が、0.9A より大きいコンデンサを選ぶ必要があります。

5-1-③ 出力コンデンサ C_{OUT}

電流制御方式は、電圧制御方式にインダクタ電流を検出し、帰還するループを追加した方式である。帰還ループにインダクタ電流を追加することで、LC フィルタの二次遅れ要素の影響を考慮せず、安定な動作を実現できます。したがって、二次遅れを補正するために必要であった LC フィルタの容量 C を小さいものにでき、さらに低 ESR のコンデンサ（セラミックコンデンサ）を用いても安定した動作を得ることが可能です。

出力コンデンサ C_{OUT} は、チョークコイル $L1$ と共に LC ローパスフィルターを構成し、スイッチング出力の平滑コンデンサとして機能しています。出力コンデンサにはチョークコイル電流の脈流部 ΔIL と等しい電流が充放電されています。従って入力コンデンサと同様に、耐圧及び許容リップル電流値を十分なマージンを取った上で満足する必要があります。

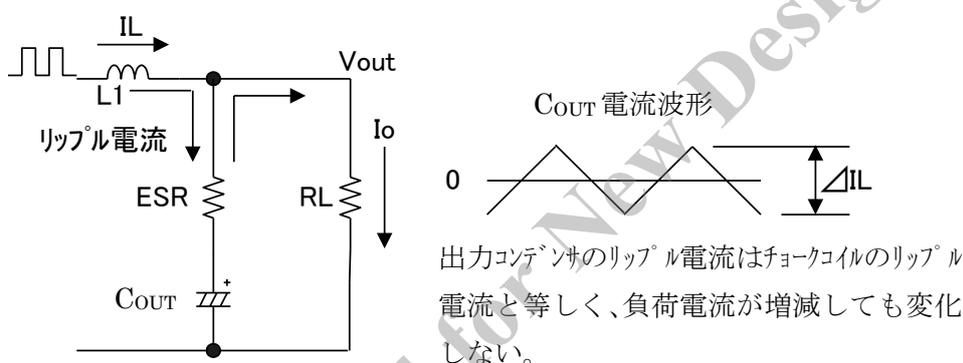


図 11 C_{OUT} の電流の流れ

出力コンデンサのリップル電流実効値は、下記の (3) 式で求められます。

$$I_{rms} = \frac{\Delta IL}{2\sqrt{3}} \quad \text{--- (3)}$$

例えば ΔIL を $0.5A$ としますと、

$$I_{rms} = \frac{0.5}{2\sqrt{3}} \approx 0.14A$$

となり、許容リップル電流が $0.14A$ 以上のコンデンサが必要になります。

又、レギュレータの出力リップル電圧 V_{rip} は、チョークコイル電流の脈流部 ΔIL ($=C2$ 充放電電流) と出力コンデンサ C_{OUT} の等価直列抵抗 ESR の積によって定まります。

$$V_{rip} = \Delta IL \cdot C_{out} \cdot ESR \quad \text{--- (4)}$$

従って出力リップル電圧を小さくするには、等価直列抵抗 ESR の低いコンデンサを選ぶ必要があります。一般的に電解コンデンサにおいては同一シリーズの製品ならば、同一耐圧で容量が大きい程、又は同一容量で耐圧が高い程 (\approx 外形が大きくなる程) ESR は低くなります。

ここで $\Delta IL=0.5A$ $V_{rip}=40mV$ としますと、

$$C_{out}ESR = 40 \div 0.5 = 80m\Omega$$

となり、ESR が $80m\Omega$ 以下のコンデンサを選べば良いことになります。また ESR は温度によって変化し一般に低温になると増加しますので、使用温度における ESR を確認する必要があります。

ます。尚 ESR 値はコンデンサ固有のものでコンデンサメーカーにお問い合わせ下さい。

5-1-④ フライホイールダイオード・D1

フライホイールダイオードD1を外付けに接続することで効率をアップさせることができます。フライホイールダイオードD1は、スイッチングオフ時にチョークコイルに貯えられたエネルギーを放出させる為の物です。フライホイールダイオードには必ずショットキーバリアダイオードを使用して下さい。一般の整流用ダイオードやファーストリカバリダイオード等を使用した場合、リカバリ及びオン電圧による逆電圧印可によりICを破壊する恐れがあります。又 NR885K の SW 端子 (3 番端子) から出力された電圧は入力電圧とほぼ同等である為、フライホイールダイオードの逆方向耐圧が入力電圧以上あるものをご使用下さい。

フライホイール Di にはフェライトビーズは入れないでください。

5-1-⑤ 出力電圧 V_o と出力コンデンサ C_o

NR885K では安定動作を確保するための目安として、出力電圧と出力コンデンサの対比を表 5 に示します。

インダクタ L については 5-1-① チョークコイル L1 を参照して選定して下さい。(図 6 インダクタンス L 値選定範囲を参照)

表 5. $V_o \cdot C_o$ 対比表 350kHz

Vout [V]	Cout [uF]	
	(セラミックコンデンサ使用)	(アルミ電解コンデンサ使用: ESR ≒ 100mΩ)
1.2	33~100	47~330
1.8	22~100	47~470
3.3	10~68	20~180
5	4.7~47	4.7~100
9	3.3~22	2.2~47
12	3.3~22	2.2~33
14	2.2~22	2.2~33

● 5-2 パターン設計上の注意

5-2-① 大電流ライン

接続図中の太線部分には大電流が流れますので、出来る限り太く短いパターンとして下さい。

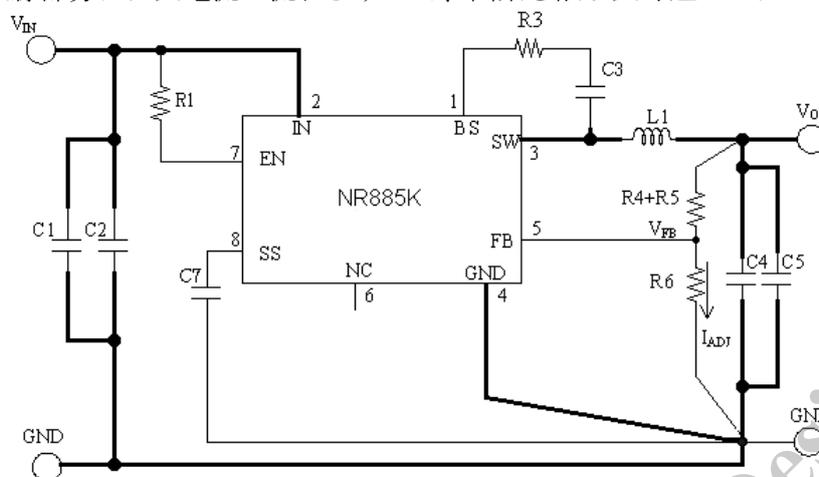


図 12 回路図

5-2-② 入出力コンデンサ

入力コンデンサ C1,C2 と、出力コンデンサ C4,C5 は、出来る限り I C に近づけて下さい。入力側に AC 整流回路の平滑コンデンサがある場合には、入力コンデンサと兼用にすることが可能ですが、距離が離れている場合には、平滑用とは別に入力コンデンサを接続することが必要です。また、コンデンサ部分のパッドの接続やパターン引き回しにも配慮が必要です。



図 13 良いパターン例

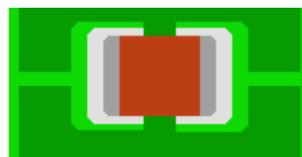


図 14 悪いパターン例

5-2-③ FB 端子 (出力電圧設定について)

FB 端子は出力電圧を制御する為のフィードバック検出端子です。出来る限り出力コンデンサ C_{OUT}に近い所に接続して下さい。遠い場合、レギュレーションの低下、スイッチングリップルの増大により異常発振の原因となることがありますのでご注意ください。

R4+R5 及び R6 を接続することで出力電圧の設定が可能です。

I_{FB} が約 0.5mA になるように設定ください。

(I_{FB} は下限 0.5mA で考え、上限は特に制限はありませんが、消費電流が増える方向なので効率低下になりますのでご注意ください。

R4+R5、R6、出力電圧は次式で求められます。

$$I_{FB} = V_{FB} / R6 \quad *V_{FB} = 0.8V \pm 2\%$$

$$R4+R5 = (V_o - V_{FB}) / I_{FB} \quad R6 = V_{FB} / I_{FB}$$

$$V_{out} = (R4+R5) \times (V_{FB}/R6) + V_{FB}$$

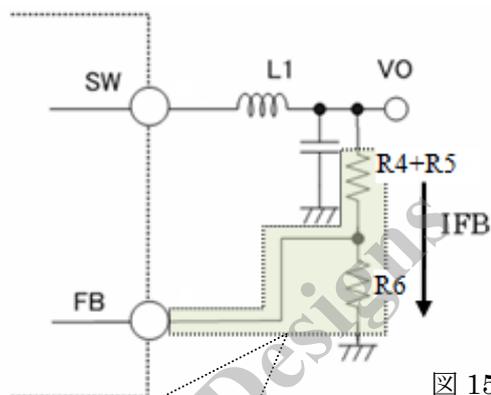


図 15

安定動作する為にスイッチングノイズの影響を受けない様、電圧検出ラインはコンパクトにまとめたレイアウト設計が重要です。

- V_o=0.8V に設定する際も、安定動作の為 R2 は接続ください。
- 入出力電圧の関係については、SW 端子のオン幅がおおよそ 200nsec 以上になるような設定を推奨致します。

FB 端子及び R4,R5,R6 の配線はフライホイールダイオードと並走する配線はしないでください。

スイッチングノイズが検出電圧に干渉し異常発振する場合があります。

特に FB 端子から R6 の配線は短く設計することを推奨します。

● 参考パターンレイアウト例

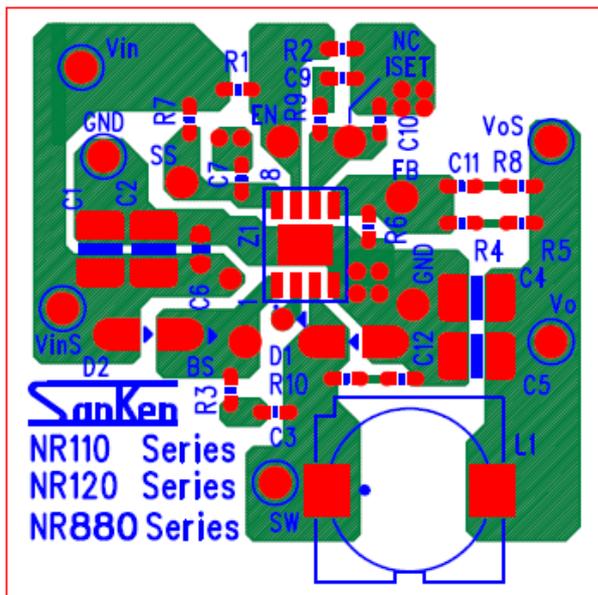


図 16 表面：部品面（両面基板）



図 17 裏面：GND面（両面基板）

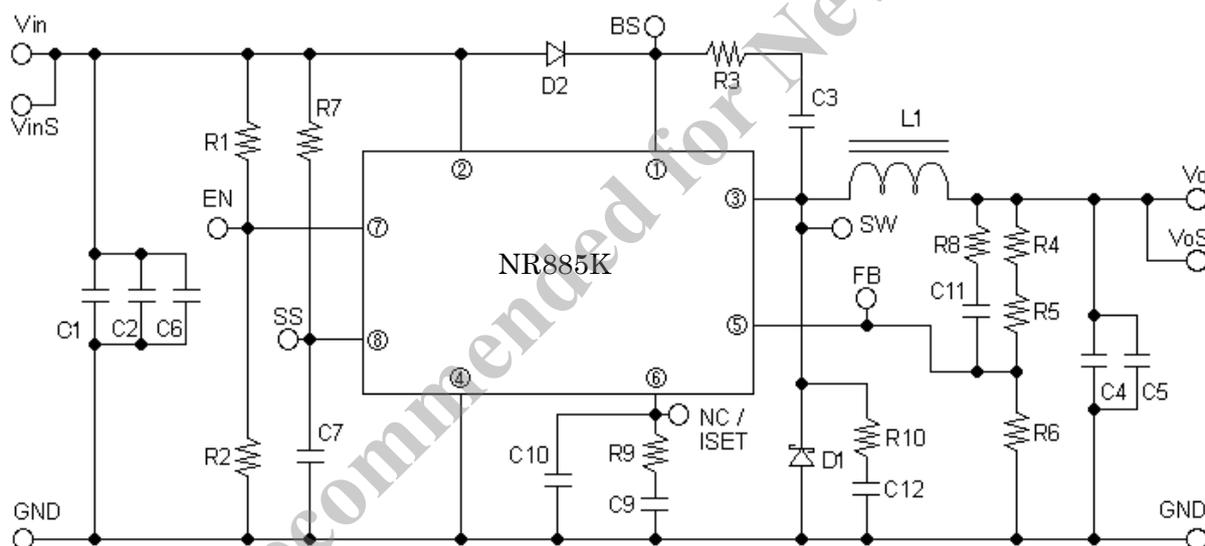


図 18 デモボード回路図

※デモボード回路図の部品番号は、当該基板が NR110、NR120、NR880 シリーズ共用のため、前述の応用回路例などと一部一致しません。予めご了承ください。NR880 シリーズにおいて、C9、R9、C10 は使用しません。また、D1、D2、R3、R8、R10、C11、C12 はオプションです。

5-3 電源の安定性

チョップパ型レギュレータの位相特性は、レギュレータ IC 内部の位相特性と出力コンデンサ C_{out} ・負荷抵抗 R_{out} の合成になります。レギュレータ IC 内部の位相特性は、一般的には制御部の遅れ時間と出力誤差増幅器の位相特性で定まります。この内、制御部の遅れ時間による位相遅れは、実使用上はほとんど問題になることはありません。また出力誤差増幅器の位相補正内蔵により、安定性を良くするための出力電圧及び出力コンデンサの設定については、

4-1-⑤ 出力電圧と出力コンデンサ を参照して下さい。

Not Recommended for New Designs

6. 応用

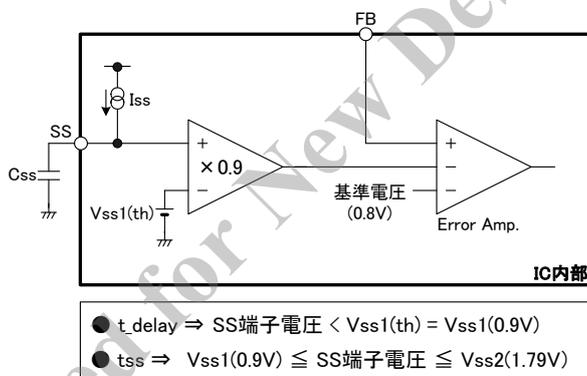
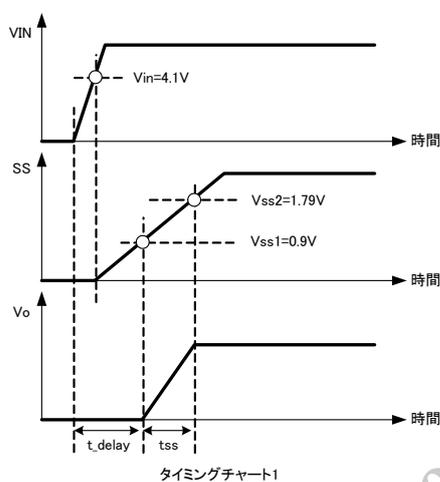
● 6-1 ソフトスタート

8番端子にコンデンサを接続すると入力電圧投入時にソフトスタートがかかるようになります。VoutはC_{SS}の充電電圧に相関し立ち上がります。よってC_{SS}充電の時定数計算で概略求まります。

コンデンサC_{SS}はPWM制御のOFF期間をコントロールして立ち上がり時間を制御する為のもので、立ち上がり時間t_{SS}及びデレイ時間t_{delay}は

以下の式で概略求まります。

ソフトスタート機能を使用しない場合は8番端子をオープンとして下さい。



※C_{SS}に0.1μFを使用した場合の例:

$$t_{delay} = C_{SS} \cdot V_{ss1} / I_{SS} = 0.1\mu F \cdot 0.9V / 10\mu A = 9ms$$

$$t_{ss} = C_{SS} \cdot (V_{ss2} - V_{ss1}) / I_{SS} / 0.9 = 0.1\mu F \cdot (1.79V - 0.9V) / 10\mu A / 0.9 \approx 9.9ms$$

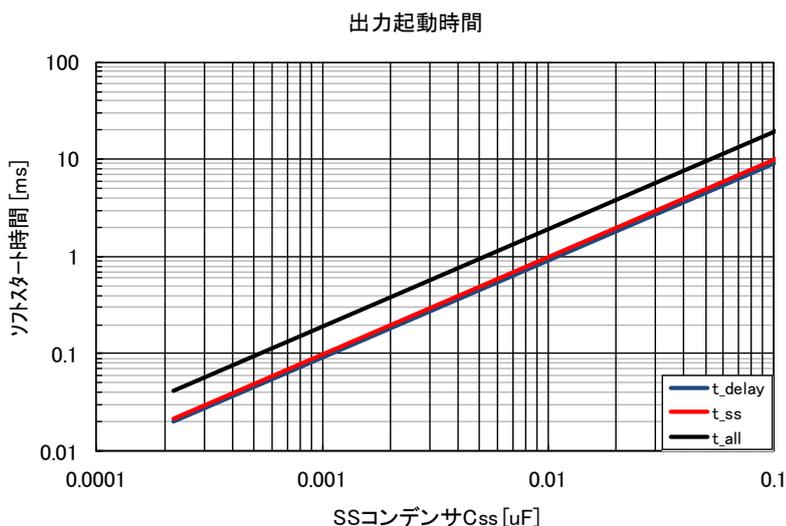
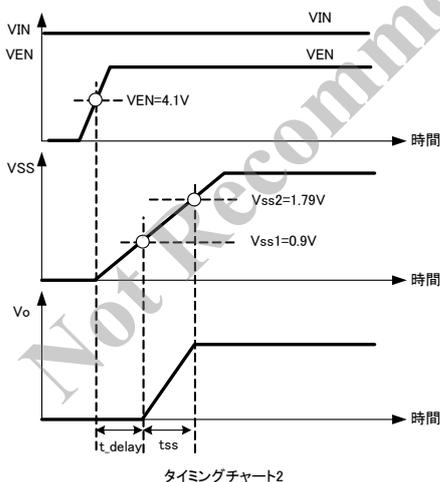
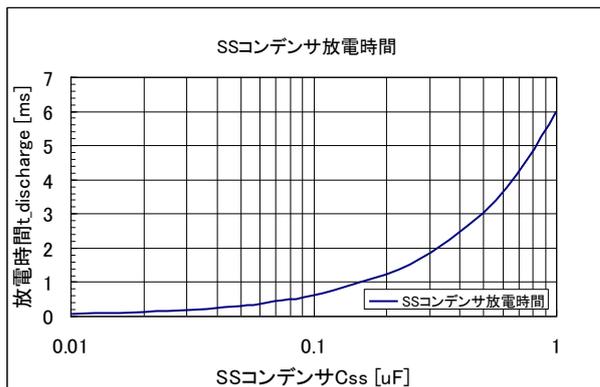


図 19 ソフトスタート特性



SS 開放電圧=3V
 SS 放電能力は 500uA
 左記のグラフは SS 端子電圧が 3V⇒0V になるまでの時間を表している。

C_{SS} がない場合や極端に小さい場合、過電流保護 I_S で制限した出力電流で出力コンデンサを充電する時定数で立ち上がります。

出力コンデンサ起動での時定数 $t = (C_o \times V_o) / I_s \dots\dots\dots$ (無負荷時)

* 負荷がある状態では I_S 値より負荷電流分が減算されます。

● 6-2 出力の ON・OFF 制御

7 番・EN 端子を用いて、出力 ON・OFF 制御が可能です。図 20(A)のようにオープンコレクタ等のスイッチにより、7 番端子を V_{ENL}(1.4V)以下にすると出力は停止します。

外部 ON/OFF 機能を使用しない場合は、図 20(B)のように IN~EN 間に 100kΩ のプルアップ抵抗を接続してください。V_{IN} 電圧印加で起動します。

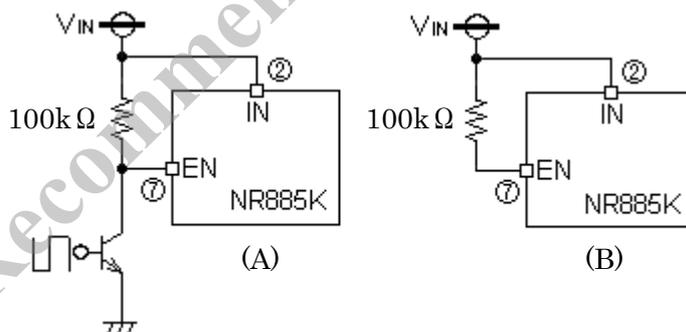


図 20 ON/OFF 制御

● 6-3 スパイクノイズの低減

6.3.1 BS 直列抵抗の挿入

図 21 の R_{BS} (オプション)を挿入することで、IC 内蔵のパワーMOSFET のターンオンスイッチング速度を遅くすることが出来ます。スパイクノイズはスイッチング速度低下に連動して下がる傾向となります。

R_{BS} を使用する場合は 22Ω を上限として設定してください。

※ご注意

1) 誤って R_{BS} の抵抗値を大きくしすぎると、IC 内蔵パワーMOSFET はアンダードライブとなり、最悪破損する事が有ります。

2) R_{BS} が大きすぎると、起動不良を起こす事が有ります。

※デモボードの R3 です。

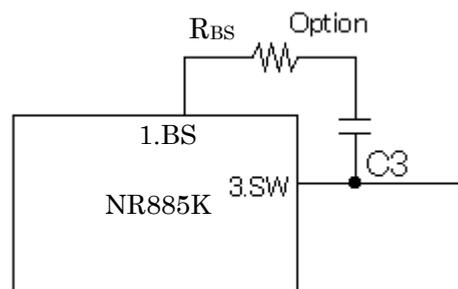


図 21. BS 直列抵抗の挿入

6.3.2 スナバ回路の追加

上記の対策に図 22 のように抵抗とコンデンサ (RC スナバ) を追加することにより、出力波形及び、ダイオードのリカバリータイムを補正し、一層のスパイクノイズを低減させることができます。6.3.1 項と共に効率低下しますので注意して下さい。

※オシロスコープにてスパイクノイズを観測される際には、プローブの GND リード線が長いとリード線がアンテナの作用をしてスパイクノイズが大きく観測されることがあります。スパイクノイズの観測に当たってはプローブのリード線を最短にして出力コンデンサの根本に接続して下さい。

※デモボードの C12, R10 です。

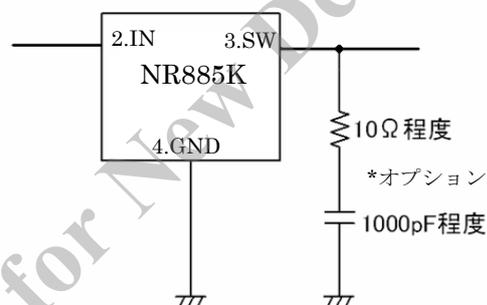


図 22. スナバ回路の追加

6.3.3 ビーズコア挿入に関するご注意

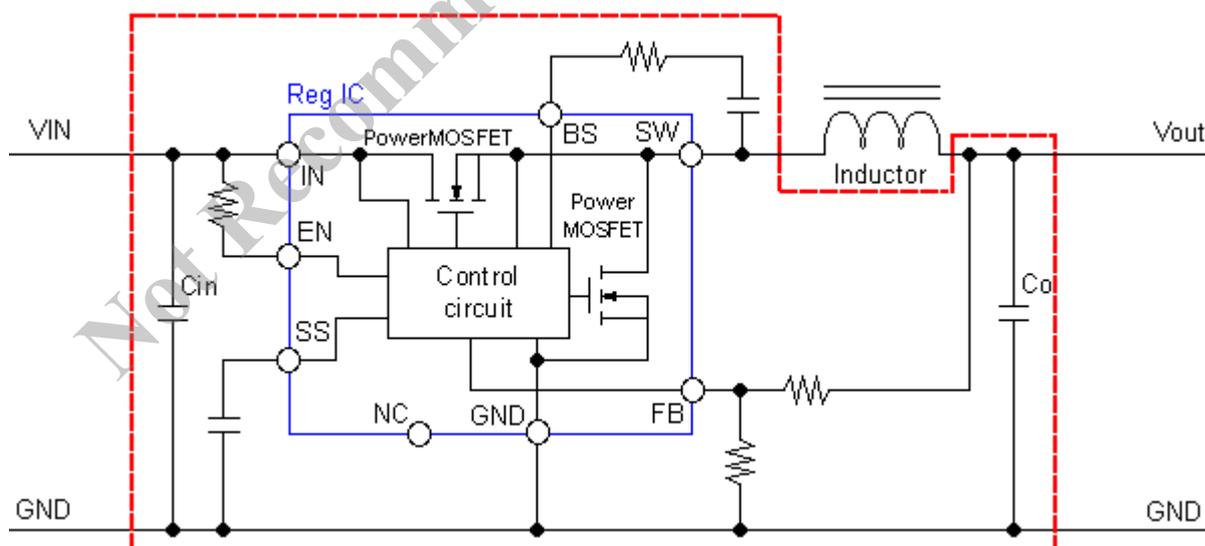


図 23 ビーズコア挿入禁止エリア

図 23 の赤の点線内ではフェライトビーズなどのビーズコアを挿入しないでください。プリント基板パターン設計においては、IC の安全且つ安定動作のため、配線パターンの寄生インダクタンスを小さく抑えていただくように推奨しております。

ビーズコアを挿入すると、元々配線パターンが持つ寄生インダクタンスに、ビーズコアが持つインダク

タンスが加算されるため、この影響によってサージ電圧の発生、或いは IC の GND が不安定／負電位になるなど、誤動作が発生したり、最悪の場合破損に至る事があります。

ノイズの低減に関しては、基本的に 6.3.1 項「BS 直列抵抗挿入」及び、6.3.2 項「スナバ回路の追加」で対策してください。

● 6-4 逆バイアス保護

バッテリーチャージ等、入力端子より出力の電圧が高くなるような場合には、入出力間に逆バイアス保護用のダイオードが必要となります。

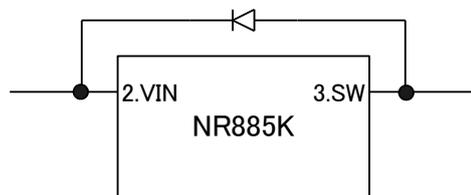


図 24 逆バイアス保護用ダイオード

● 6-5 低入力時の外付けブーストアップダイオード

VIN 入力電圧が 6V 以下でも特に問題なく使用できますが、効率が若干低下する恐れがあるので、IN-BS 間にダイオードを挿入することを推奨致します（図 25 を参照）。もしくは BS 端子にダイオードを接続して外部から電圧を印加して下さい（図 26 を参照）。

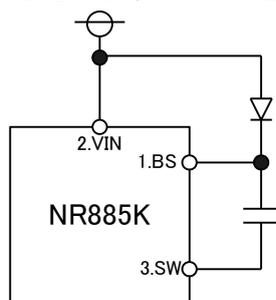


図 25 外付けブーストアップダイオード接続 1

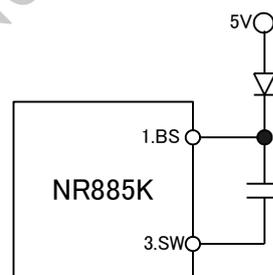


図 26 外付けブーストアップダイオード接続 2

7. 用語解説

・ジッタ

異常スイッチング動作の一種で、入出力条件が一定にも関わらずスイッチングパルス幅が変動する現象であります。ジッタが発生すると、出力のリプル電圧ピーク幅が増加します。

・推奨動作条件

正常な回路機能を維持するために必要とされる動作条件を示すもので、実使用においては当条件内とする必要があります。

・絶対最大定格

破壊限界を示す定格であり、瞬時動作及び定常動作において、一項目かつ一瞬たりとも規格値を超えないように配慮する必要があります。

・電气的特性

各項目に示している条件で動作させた場合の特性値規格であります。動作条件が異なる場合には、規格値から外れる可能性があります。

・PWM (Pulse width modulation)

パルス変調方式の一種で、変調信号波（チョップ型スイッチングレギュレータの場合、出力電圧）の変化に応じて、パルスの幅を変えて変調する方式であります。

・ESR (Equivalent series resistance)

コンデンサの等価直列抵抗値を示します。コンデンサに直列に接続された抵抗と同等の作用を示します。

注意

- 本書に記載されている内容は、改良などにより予告なく変更することがあります。ご使用の際には、最新の情報であることをご確認下さい。
- 本書に記載されている動作例及び回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する当社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について当社はいっさい責任を負いません。
- 本書に記載されている製品をご使用の場合は、これらの製品と目的物との組み合わせについて使用者の責任において検討・判断を行って下さい。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠陥、故障の発生は避けられません。部品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を発生させないよう、使用者の責任において、装置やシステム上で十分な安全設計及び確認を行って下さい。
- 本書に記載されている製品は、一般電子機器（家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器等）に使用されることを意図しております。ご使用の場合は、納入仕様書の締結をお願いします。高い信頼性が要求される装置（輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、火災・防犯装置、各種安全装置など）への使用をご検討の際には、必ず当社販売窓口へご相談及び納入仕様書の締結をお願いします。極めて高い信頼性が要求される装置（航空宇宙機器、原子力制御、生命維持の為の医療機器など）には、当社の文書による合意がない限り使用しないで下さい。
- 本書に記載された製品は耐放射線設計をしておりません。
- 本書に記載された内容を文書による当社の承諾無しに転記複製を禁じます。