


**NR130 シリーズ**  
**アプリケーションノート    Rev.3.0**



サンケン電気株式会社  
**SANKEN ELECTRIC CO., LTD.**  
<http://www.sanken-ele.co.jp>

## 目次

|   |    |
|---|----|
| 概要 .....                                  | 3  |
| 1. 電気的特性 .....                            | 4  |
| 1.1 絶対最大定格 .....                          | 4  |
| 1.2 推奨動作条件 .....                          | 5  |
| 1.3 電気的特性 .....                           | 6  |
| 2. ブロックダイアグラムと各端子機能 .....                 | 7  |
| 2.1 ブロックダイアグラム .....                      | 7  |
| 2.2 各端子機能 .....                           | 8  |
| 3. 応用回路例 .....                            | 9  |
| 4. 熱減定格 .....                             | 10 |
| 5. 外形図 .....                              | 12 |
| 6. 動作説明 .....                             | 13 |
| 6.1 PWM(Pulse Width Modulation)出力制御 ..... | 13 |
| 6.2 電源の安定性 .....                          | 13 |
| 6.3 過電流(OCP) .....                        | 14 |
| 6.4 過熱保護(TSD) .....                       | 14 |
| 6.5 ソフトスタート(Soft-Start) .....             | 14 |
| 6.6 出力の ON / OFF 制御 .....                 | 18 |
| 6.7 軽負荷時におけるパルススキップ動作について .....           | 18 |
| 7. 設計上の注意点 .....                          | 20 |
| 7.1 外付け部品 .....                           | 20 |
| 7.2 パターン設計 .....                          | 27 |
| 7.3 応用設計 .....                            | 29 |
| ご注意書き .....                               | 31 |

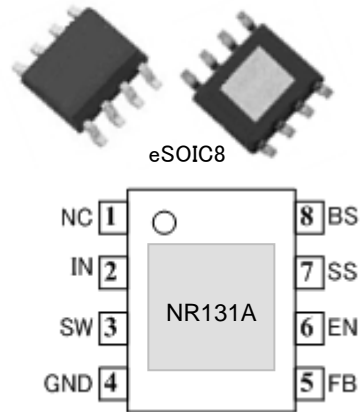
概要

NR130 シリーズは、パワーMOS 内蔵のチョップレギュレータ IC です。ピーク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します。軽負荷時にはパルススキップ動作を行うことによって超高効率を実現します。過電流保護、低入力禁止、過熱保護等の保護機能を有しています。外部コンデンサ値の選定により、ソフトスタート時間を設定できます。外部信号でオンオフできる機能を有しており、EN 端子へ外部から信号を入力することで、IC をターンオン/ターンオフできます。パッケージは、裏面にヒートスラグが付いた小型薄型の SOIC 8 ピンパッケージ(NR131A)と、通常の SOP8 パッケージ(NR131S)の2種類を用意しております。

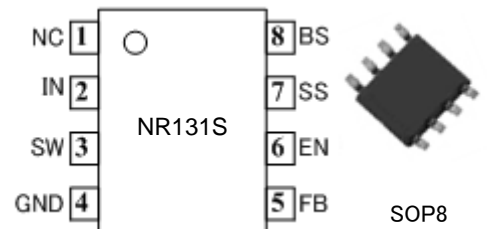
特長と利点

- 放熱性に優れたヒートスラグ付 SOIC8 パッケージ (NR131A)
- 電流モード型 PWM 制御(定常負荷)
- パルススキップ動作(軽負荷)
- 定常時最大効率 95%
- 軽負荷時最大効率 85% (@ Vin=12V, Vout=5V, Iout=10mA)
- 出力にセラミックコンデンサのような低 ESR コンデンサの使用に対応
- 保護回路を内蔵  
過電流保護 (OCP) 垂下型自動復帰  
過熱保護内蔵 (TSD) 自動復帰  
低入力時誤動作防止回路 (UVLO)
- 位相補償回路を内蔵
- 外付けコンデンサによる Soft-Start
- ON/OFF 機能
- パルススキップモード選択機能

- Exposed SOIC 8(NR131A に対応)  
裏面ヒートスラグ付面実装 8 ピンパッケージ



- SOP8(NR131S に対応)



主要スペック

- 入力電圧  $V_{IN} = 4.5V \sim 17V$
- 出力電圧  $V_O = 0.8V \sim 14V$
- 最大出力電流  $I_O = 3A$
- 動作周波数: 350kHz

アプリケーション

- LCD-TV
- Blu-Ray
- デジタル家電用電源

パッケージ

シリーズラインアップ

| 製品名    | f <sub>sw</sub> | V <sub>IN</sub> | V <sub>O</sub>  | I <sub>O</sub> | パッケージ         |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| NR131A | 350kHz          | 4.5V to 17V (1) | 0.8V to 14V (2) | 3A             | Exposed SOIC8 |
| NR131S |                 |                 |                 |                | SOP8          |

(1) 入力電圧の最小値は、4.5V もしくは  $V_O + 3V$  のどちらか大きい値とする  
 (2) 最小 ON 時間により制限される入出力条件は、図 2 の入出力特性グラフを参照してください。

## 1. 電気的特性

## 1.1 絶対最大定格

表 1 NR130 シリーズ絶対最大定格

| 項目                     | 記号                      | 規格値       | 単位   | 条件   |
|------------------------|-------------------------|-----------|------|--|
| 入力電圧                   | $V_{IN}$                | -0.3~19   | V    |  |
| BS 端子電圧                | $V_{BS}$                | -0.3~25   | V    |  |
| BS-SW 間端子電圧            | $V_{BS-SW}$             | -0.3~6.0  | V    | DC   |
|                        |                         | -0.3~7.5  |      | パルス幅 30nsec 以内   |
| SW 端子電圧                | $V_{SW}$                | -2~19     | V    | DC   |
|                        |                         | -4.5~19   |      | パルス幅 15nsec 以内   |
| FB 端子電圧                | $V_{FB}$                | -0.3~5.5  | V    |  |
| EN 端子電圧                | $V_{EN}$                | -0.3~19   | V    |  |
| SS 端子電圧 $V_{SS}$       | $V_{SS}$                | -0.3~7.4  | V    |  |
| SS 端子流入電流              | $I_{ssb}$               | 5.0       | mA   |  |
| 許容損失 1<br>(NR131A に対応) | <sup>(3)</sup> $P_{D1}$ | 1.76      | W    | ガラスエポキシ基板 30×30mm<br>(銅箔エリア 25×25mm)実装時<br>$T_J \text{ Max} = 150^\circ\text{C}$ |
| 許容損失 2<br>(NR131S に対応) | <sup>(3)</sup> $P_{D2}$ | 1.42      | W    | ガラスエポキシ基板 30×30mm<br>(銅箔エリア 25×25mm)実装時<br>$T_J \text{ Max} = 150^\circ\text{C}$ |
| 接合温度                   | <sup>(4)</sup> $T_J$    | -40 ~ 150 | °C   |  |
| 保存温度                   | $T_S$                   | -40 ~ 150 | °C   |  |
| 熱抵抗 1(接合—リード(4ピン)間)    | $\theta_{JP1}$          | 26        | °C/W | NR131A に対応   |
| 熱抵抗 2(接合—リード(4ピン)間)    | $\theta_{JP2}$          | 60.8      | °C/W | NR131S に対応   |
| 熱抵抗 1(接合—周囲間)          | $\theta_{JA1}$          | 71        | °C/W | ガラスエポキシ基板 30×30mm<br>(銅箔エリア 25×25mm)実装時<br>NR131A に対応                            |
| 熱抵抗 2(接合—周囲間)          | $\theta_{JA2}$          | 88.2      | °C/W | ガラスエポキシ基板 30×30mm<br>(銅箔エリア 25×25mm)実装時<br>NR131S に対応                            |

<sup>(3)</sup> 過熱保護により制限。

<sup>(4)</sup> 過熱保護検出温度は約 165°Cとなる。

## 1.2 推奨動作条件

電気的特性に示す正常な回路機能を維持するために、推奨動作条件内で使用してください。

表 2 NR130 シリーズ 推奨動作条件

| 項目                                    | 記号       | 規格値     |     | 単位 | 条件 |
|---------------------------------------|----------|---------|-----|----|----|
|                                       |          | MIN     | MAX |    |    |
| 入力電圧 <sup>(5)</sup>                   | $V_{IN}$ | $V_o+3$ | 17  | V  |    |
| 出力電流 <sup>(6)</sup><br><sup>(7)</sup> | $I_O$    | 0       | 3.0 | A  |    |
| 出力電圧                                  | $V_O$    | 0.8     | 14  | V  |    |
| 動作周囲温度 <sup>(7)</sup>                 | $T_{OP}$ | -40     | 85  | °C |    |

<sup>(5)</sup> 入力電圧範囲の最小値は、4.5V もしくは  $V_o+3V$  のどちらか大きい値とする。

$V_{IN} = V_o+1 \sim V_o+3V$  の場合は  $I_O = 2A$  MAX となります。

<sup>(6)</sup> 推奨回路は図 4 になります。

<sup>(7)</sup> 図 5, 図 6 に示す熱減定格以内で使用する必要があります。

### 1.3 電気的特性

図 1 に示す回路において、各測定条件で IC を動作させた場合に保証される特性規格値です。

表 3 NR130 シリーズ電気的特性

(Ta=25°C)

| 項目                          | 記号                        | 規格値      |            |       | 単位      | 測定条件   |                         |
|-----------------------------|---------------------------|----------|------------|-------|---------|--|-------------------------|
|                             |                           | MIN      | TYP        | MAX   |         |  |                         |
| 基準電圧                        | $V_{REF}$                 | 0.780    | 0.800      | 0.820 | V       | $V_{IN} = 12V, I_o = 1.0A$                                 |                         |
| 基準電圧温度係数                    | $\Delta V_{REF}/\Delta T$ |          | $\pm 0.05$ |       | mV/°C   | $V_{IN} = 12V, I_o = 1.0A$<br>-40°C to +85°C               |                         |
| 動作周波数                       | $f_{SW}$                  | 245      | 350        | 455   | kHz     | $V_{IN}=12V, V_o=5.0V,$<br>$I_o=1^\circ$                   |                         |
| ラインレギュレーション <sup>(8)</sup>  | $V_{Line}$                |          | 10         |       | mV      | $V_{IN} = 8V \sim 17V,$<br>$V_o = 5.0V, I_o = 1^\circ$     |                         |
| ロードレギュレーション <sup>(8)</sup>  | $V_{Load}$                |          | 70         |       | mV      | $V_{IN} = 12V, V_o = 5.0V,$<br>$I_o = 0.1^\circ \sim 2.0A$ |                         |
| 過電流保護開始電流                   | $I_S$                     | 3.1      | 4.5        |       | A       | $V_{IN} = 12V, V_o = 5.0V$                                 |                         |
| 動作時回路電流(発振停止時)              | $I_{IN}$                  |          | 100        |       | $\mu A$ | $V_{IN}=12V, V_{EN}=12V$                                   |                         |
| 静止時回路電流                     | $I_{IN(off)}$             |          | 1          |       | $\mu A$ | $V_{IN}=12V, V_{EN}=0V$                                    |                         |
| 入力 UVLO 閾値                  | $V_{uvlo}$                |          | 3.9        | 4.4   | V       | $V_{IN}$ Rising  |                         |
| SS 端子                       | SS コンデンサ充電電流              | $I_{SS}$ | 13         | 22    | 31      | $\mu A$  | $V_{SS}=0V, V_{IN}=12V$ |
| EN 端子                       | 流入電流                      | $I_{EN}$ |            | 5     | 10      | $\mu A$  | $V_{EN}=12V$            |
|                             | オンスレッシュ電圧                 | $V_{EN}$ | 0.7        | 1.3   | 2.1     | V  | $V_{IN}=12V$            |
| 最大 ON デューティ <sup>(8)</sup>  | $D_{MAX}$                 |          | 90         |       | %       | $V_{IN}=12V$   |                         |
| 最小 ON 時間 <sup>(8)</sup>     | $T_{ON(MIN)}$             |          | 170        |       | nsec    | $V_{IN}=12V$   |                         |
| 過熱保護開始温度 <sup>(8)</sup>     | $TSD$                     | 151      | 165        |       | °C      | $V_{IN}=12V$   |                         |
| 過熱保護復帰ヒステリシス <sup>(8)</sup> | $TSD\_hys$                |          | 15         |       | °C      | $V_{IN}=12V$   |                         |

<sup>(8)</sup> 設計保証値です。

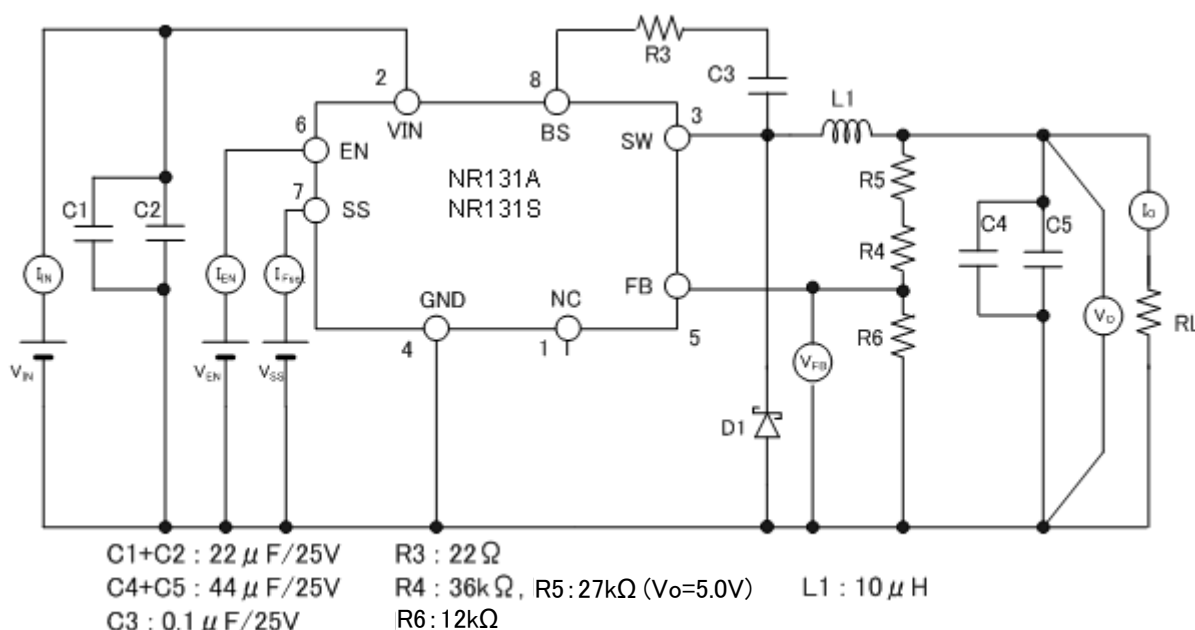


図 1 測定回路図

2. ブロックダイアグラムと各端子機能

2.1 ブロックダイアグラム

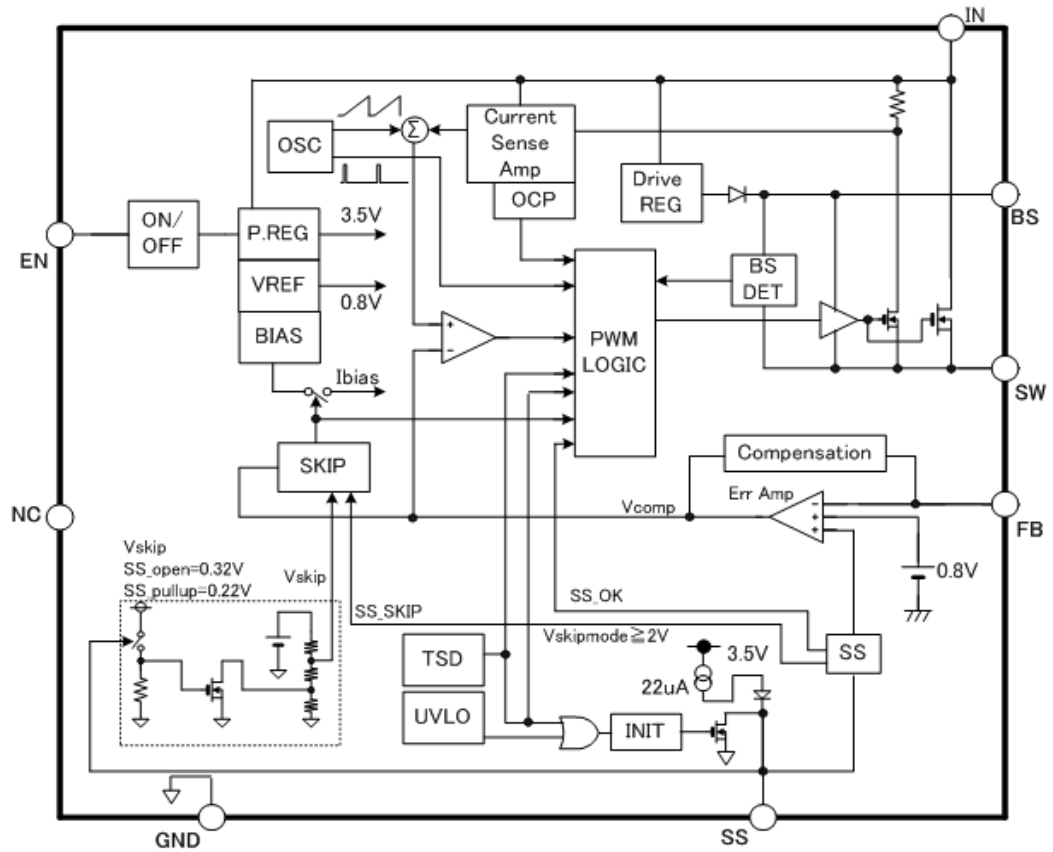


図 2 ブロックダイアグラム

## 2.2 各端子機能

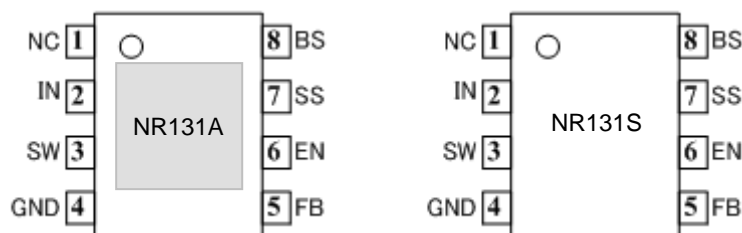


図 3 端子配置

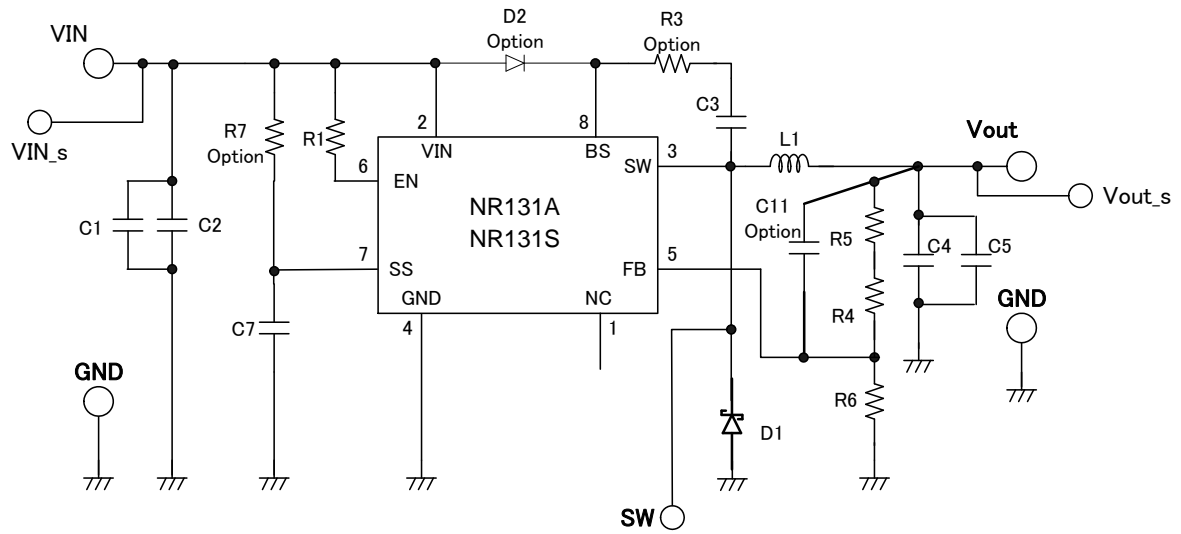
表 4 端子機能

| 端子番号 | 記号  | 機能  |
|------|-----|---|
| 1    | NC  | 未使用端子(NC)   |
| 2    | IN  | 入力端子<br>IC に電力を供給します  |
| 3    | SW  | 出力端子<br>出力電力を供給します<br>出力用 LC フィルタを SW 端子に接続してください<br>SW 端子と BS 端子間に、ハイサイド MOSFET へ電力供給するコンデンサが必要です                    |
| 4    | GND | グラウンド端子<br>NR131A は裏面ヒートスラグを、グラウンド端子に接続してください。  |
| 5    | FB  | 基準電圧と出力電圧を比較するフィードバック端子<br>フィードバック閾値電圧は 0.8V です。<br>FB 端子を分圧抵抗 R4 と R6 の間に接続して出力電圧を設定してください                           |
| 6    | EN  | イネーブル入力端子<br>EN 端子を High でレギュレータをオン、Low でオフします  |
| 7    | SS  | ソフトスタート兼 SKIP 閾値選択端子<br>SS 端子とグラウンド間にコンデンサ接続することで、ソフトスタートを設定できます<br>SS 端子と IN 端子間に抵抗 510kΩ を追加することで SKIP Lo 閾値を選択できます |
| 8    | BS  | ハイサイドブースト入力端子<br>BS 端子は、ハイサイド MOSFET のドライブ電力を供給します。<br>コンデンサと抵抗を SW 端子と BS 端子間に接続してください                               |



3. 応用回路例

- GND ラインは 4 番端子を中心にした 1 点 GND 配線とし、各部品を最短で配置する必要があります。
- NR131A は、パッケージの裏面ヒートシンクにつながる GND の銅箔面積を大きくすることで、放熱効果が上がります。



- |                          |   |                |
|--------------------------|---|----------------|
| C1, C2: 10 $\mu$ F / 25V | R1: 510k $\Omega$                                   | D1: SJPJ-L3    |
| C4, C5: 22 $\mu$ F / 16V | R3: 10 $\Omega$                                     | D2: Option     |
| C7: 0.1 $\mu$ F          | R4: 36 k $\Omega$ , R5: 27k $\Omega$ ( $V_o=5.0V$ ) | L1: 10 $\mu$ H |
| C3: 0.1 $\mu$ F          | R6: 12k $\Omega$ , R7: 510k $\Omega$ (Option)       |                |
| C11: 220pF (Option)      |   |                |

図 4 応用回路例

4. 熱減定格

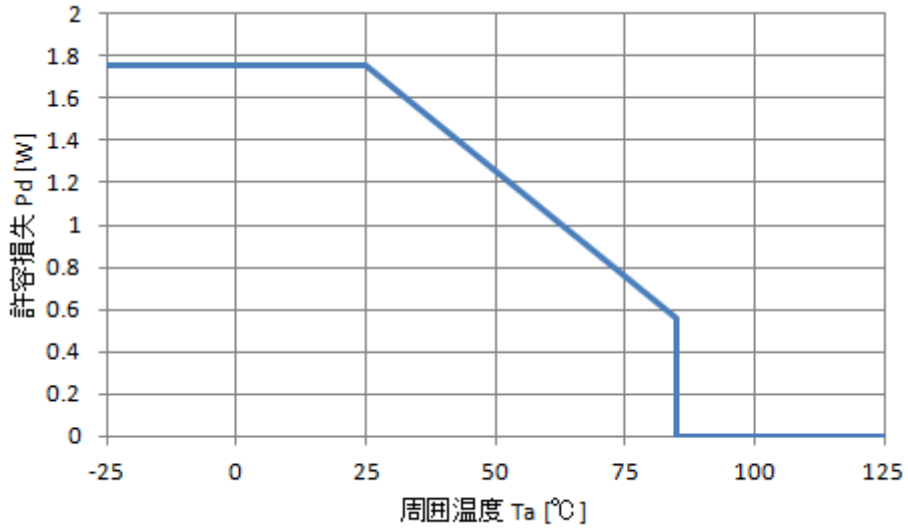


図 5 NR131A 熱減定格

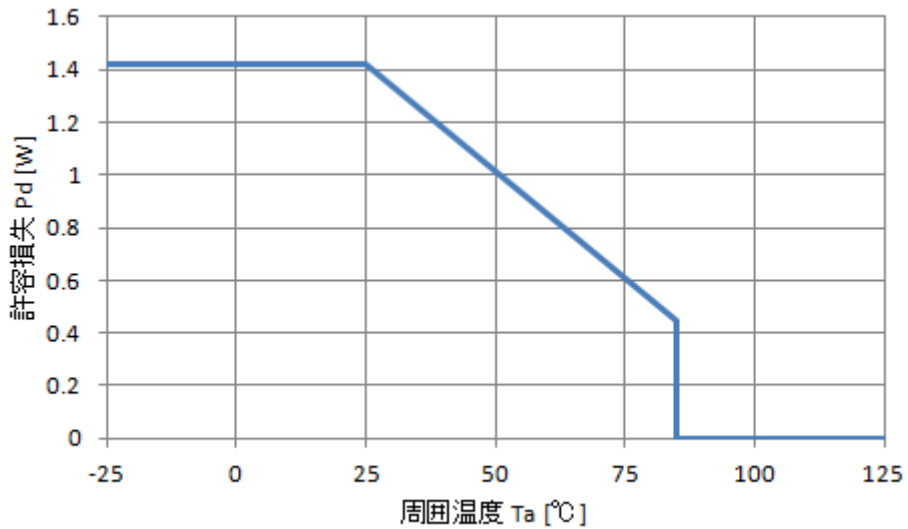


図 6 NR131S 熱減定格

注記

- 1) ガラスエポキシ基板 30×30mm
- 2) 銅箔エリア 25×25mm
- 3) 熱減定格は、ジャンクション温度 125°C で算出しています。
- 4) 損失は下記式を使って求めます。効率ηは、入力電圧、出力電流によって変化する為、効率曲線より求め、パーセント表示のまま代入します。
- 5) D1 の熱設計は別途行う必要があります。

$$P_D = V_O \cdot I_O \left( \frac{100}{\eta_x} - 1 \right) - V_F \cdot I_O \left( 1 - \frac{V_O}{V_{IN}} \right) \dots(1)$$

V<sub>O</sub>: 出力電圧

V<sub>IN</sub>: 入力電圧

I<sub>O</sub>: 出力電流

η<sub>x</sub>: 効率(%)

V<sub>F</sub>: D1 順方向電圧  
SJPI-L3...0.45V(I<sub>O</sub>=3A)

5. 外形図

5.1. Exposed SOIC8 パッケージ外形 (NR131A に対応)

寸法表 Package A もしくは Package B のいずれかで納入するものとする。

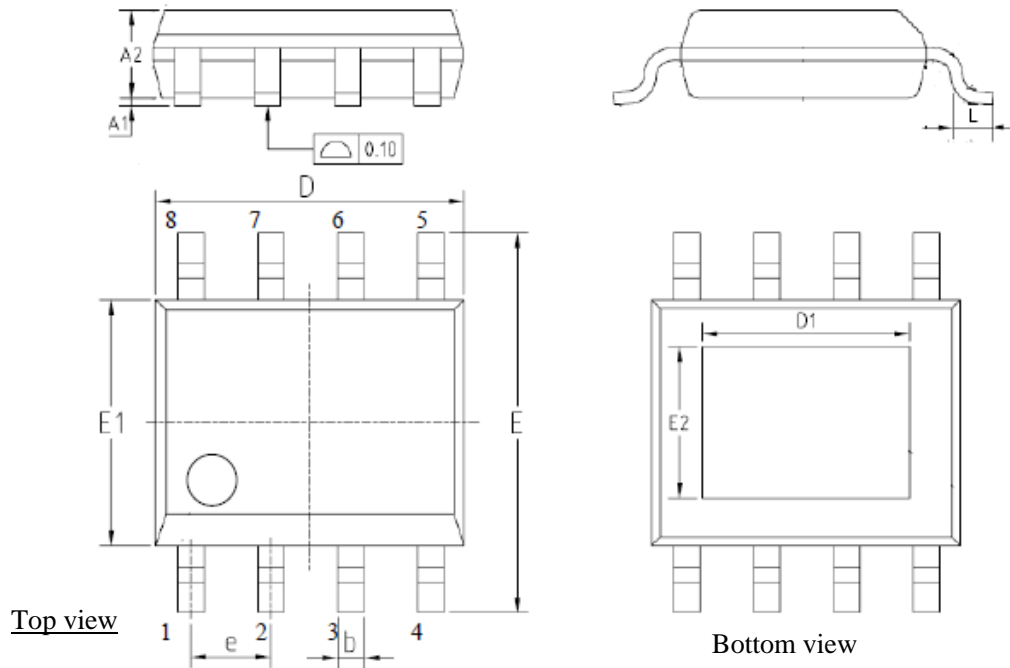
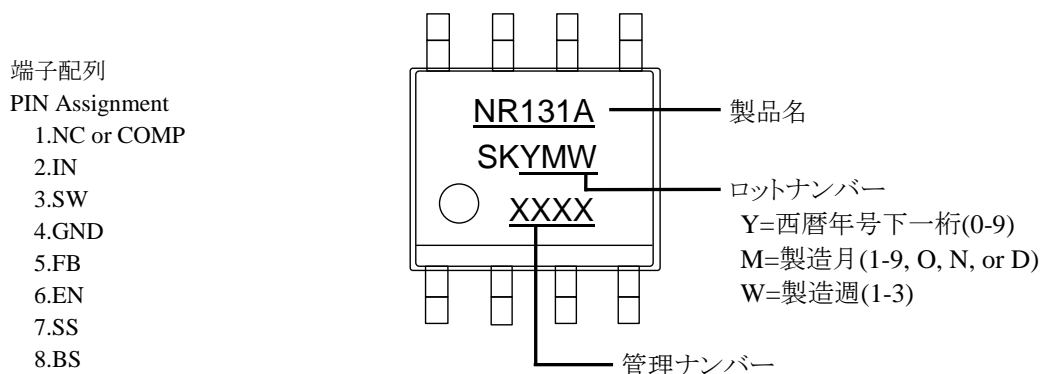


図 7 Exposed SOIC8 パッケージ外観図

| Symbol | Package A |       |        | Package B |      |      |
|--------|-----------|-------|--------|-----------|------|------|
|        | MIN       | TYP   | MAX    | MIN       | TYP  | MAX  |
| A1     | 0         | —     | 0.1524 | 0         | 0.10 | 0.15 |
| A2     | 1.398     | 1.448 | 1.498  | 1.25      | 1.40 | 1.65 |
| b      | 0.330     | —     | 0.508  | 0.38      | —    | 0.51 |
| D      | 4.80      | 4.902 | 5.004  | 4.80      | 4.90 | 5.00 |
| D1     | 3.053     | 3.18  | 3.307  | 3.10      | 3.30 | 3.50 |
| E      | 5.893     | —     | 6.918  | 5.80      | 6.00 | 6.20 |
| E1     | 3.73      | —     | 3.89   | 3.80      | 3.90 | 4.00 |
| E2     | 2.033     | 2.16  | 2.287  | 2.20      | 2.40 | 2.60 |
| e      | —         | 1.27  | —      | —         | 1.27 | —    |
| L      | 0.508     | —     | 0.762  | 0.45      | 0.60 | 0.80 |

注記

- 1) 寸法表記 mm
- 2) 図は一定の縮尺で描かれていません



- 端子配列  
PIN Assignment
- 1.NC or COMP
  - 2.IN
  - 3.SW
  - 4.GND
  - 5.FB
  - 6.EN
  - 7.SS
  - 8.BS

図 8 Exposed SOIC8 パッケージ捺印仕様

5-2. SOP8 パッケージ外形(NR131S に対応)

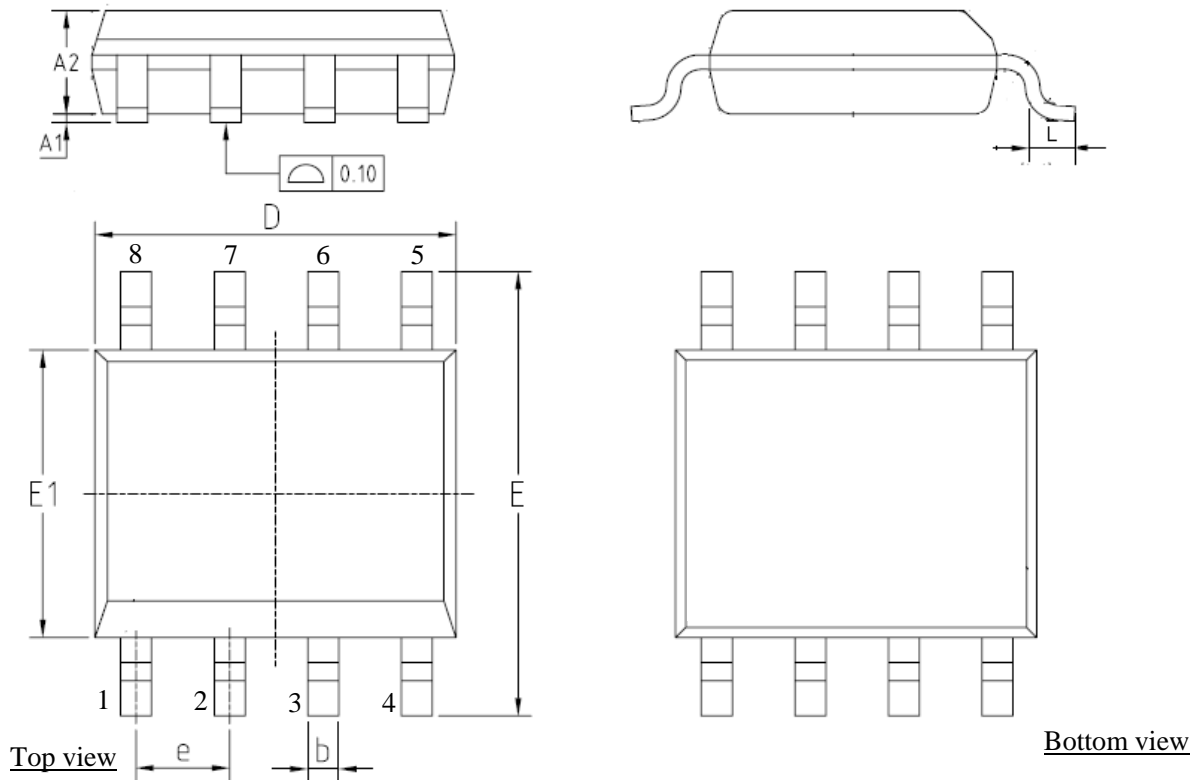
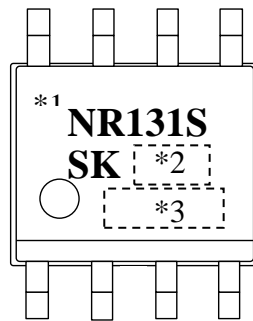


図 9 SOP8 パッケージ外観及び捺印仕様

- \*1. 品名標示
- \*1. Product number
- \*2. ロット番号(3桁)
- \*2. Lot number (three digit)
  - 第 1 文字 : 西暦年号下一桁
  - 1<sup>st</sup> letter : The last digit of the year
  - 第 2 文字 : 月
  - 2<sup>nd</sup> letter : Month
  - 1~9 月 : 1~9
  - January to September : 1 to 9
  - 10 月 : O
  - October : O
  - 11 月 : N
  - November : N
  - 12 月 : D
  - December : D
  - 第 3 文字 : 製造週
  - 3<sup>rd</sup> letter : manufacturing week
  - 第 1 週~第 5 週 : 1~5
  - First week to 5<sup>th</sup> week : 1 to 5
- \*3. 管理番号(4桁)
- \*3. Control number (four digit)



| Symbol | Dimension is in millimeters(mm) |      |      |
|--------|---------------------------------|------|------|
|        | MIN                             | TYP  | MAX  |
| A1     | 0.05                            | 0.15 | 0.25 |
| A2     | 1.25                            | 1.40 | 1.65 |
| b      | 0.38                            | —    | 0.51 |
| D      | 4.80                            | 4.90 | 5.00 |
| E      | 5.80                            | 6.00 | 6.20 |
| E1     | 3.80                            | 3.90 | 4.00 |
| e      | —                               | 1.27 | —    |
| L      | 0.45                            | 0.6  | 0.8  |



### 6.3 過電流保護(OCP)

図 11 に OCP 特性を示します。NR130A シリーズは、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。

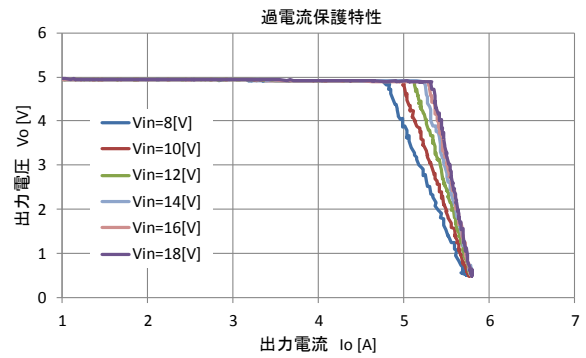


図 11 OCP 特性図

### 6.4 過熱保護(TSD)

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 165°C)を超えると出力トランジスタを停止させ、出力を OFF します。接合温度が過熱保護設定値より 15°C 程度低下する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の信頼性を含めた動作を保証するものではありません。

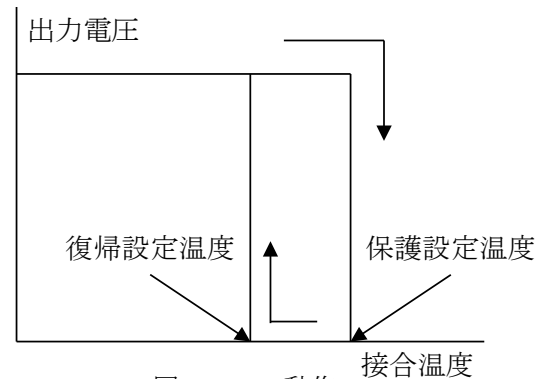


図 12 TSD 動作

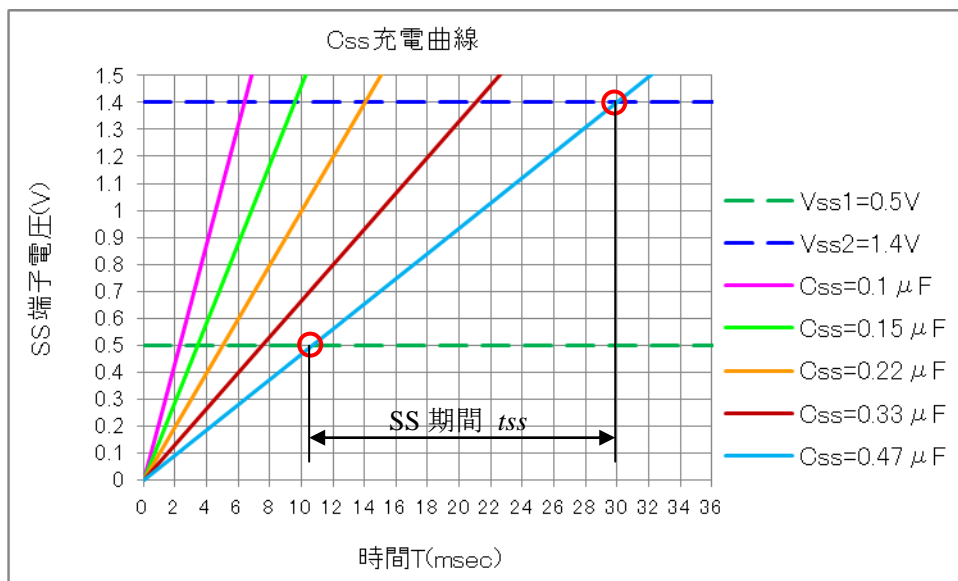
### 6.5 ソフトスタート(Soft-Start)

7 番端子(SS 端子)と 4 番端子(GND 端子)間にコンデンサを接続することで、電源起動時にソフトスタートがかかりますようになります。Vo は C<sub>SS</sub> の充電電圧に比例して立ち上がります。ソフトスタート時間は以下の式で与えられます。

(a) 通常使用状態(オプションのパルススキップ設定抵抗 R7 が無い場合)

$$t_{ss} = C_{ss} \times (V_{ss2} - V_{ss1}) / I_{ss} \cdots (2) \quad t_{delay} = C_{ss} \times V_{ss1} / I_{ss} \cdots (3)$$

ソフトスタート用コンデンサ C<sub>SS</sub> が接続された SS 端子の電圧上昇は、内蔵した定電流源によるものです。これは概ね図 13 の様に上昇します。SS 端子電圧が上昇中、V<sub>ss1</sub> ~ V<sub>ss2</sub> を通過する期間がソフトスタート時間です。



※グラフからの SS 期間の求め方を C<sub>SS</sub>=0.47 μF の場合を例に説明しています。

図 13 C<sub>SS</sub> 充電曲線(オプションのパルススキップ設定抵抗無し) I<sub>SS</sub>=22 μA(typ)の場合

- ・入力電源投入後/EN 信号="H"~動作開始遅れ時間: V<sub>ss1</sub>=0~0.5V を通過するまでの時間=t<sub>delay</sub>
  - ・ソフトスタート開始: V<sub>ss1</sub>(=0.5V)~ソフトスタート終了: V<sub>ss2</sub>(=1.4V)間を通過するまでの時間=t<sub>ss</sub>
- 出力電圧 Vo が立ち上がるまでの時間は t<sub>delay</sub>+t<sub>ss</sub> となります。(図 15 参照)

(b) VIN~SS 端子間にオプションのパルススキップ設定抵抗が R7 がある場合\*

この場合、C<sub>SS</sub> を充電する電流は R7 を経由した電流と SS 端子内部の定電流源からの電流の合計となります。このため C<sub>SS</sub> の容量が同じ場合は、ソフトスタート時間が早く終了しますので、図 16 を参考に容量を

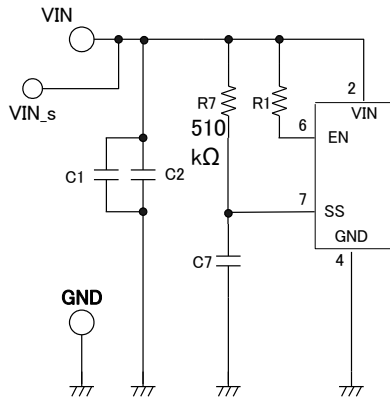


図 14 SS 端子周辺回路

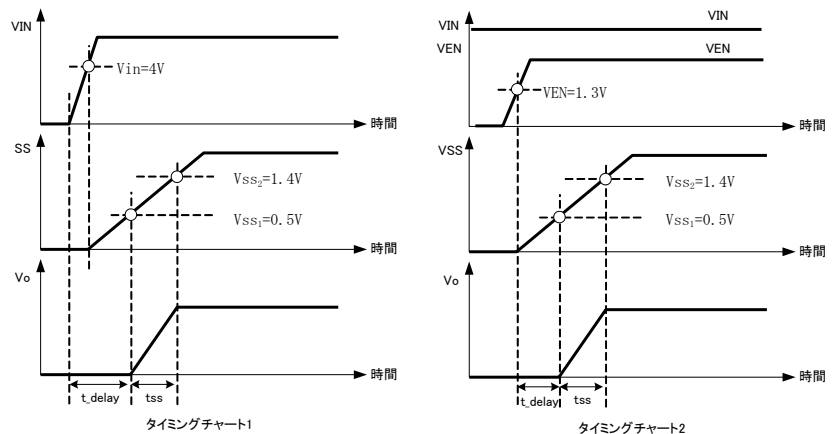
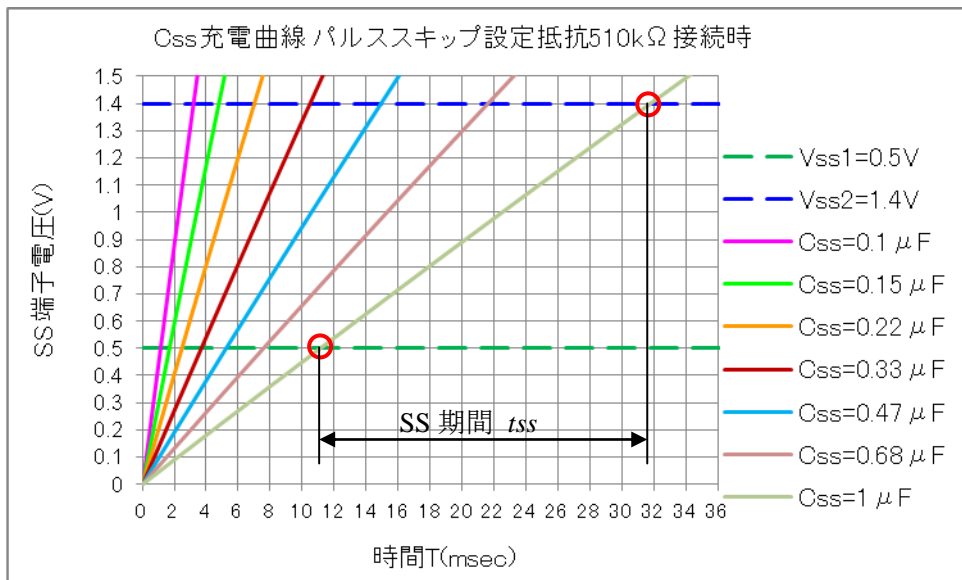


図 15 ソフトスタート動作タイミングチャート



※グラフからの SS 期間の求め方を C<sub>SS</sub>=1 μF の場合を例に説明しています。

図 16 C<sub>SS</sub> 充電曲線 オプションのパルススキップ設定抵抗 510kΩ が接続された場合。VIN=12V

調整してください。

R7 を経由して C<sub>SS</sub> を充電する電流を I<sub>SS2</sub> とすると、時刻 t での SS 端子電圧は次の関係になります。

$$I_{SS2} = \frac{VIN}{R7} \times e^{-\frac{t}{C_{SS} \times R7}} \dots (4) \quad V_{SS}(t) = \frac{(I_{SS} + I_{SS2})t}{C_{SS}} \dots (5)$$

I<sub>SS</sub>=22 μA (typ) : 定電流

尚、起動時の出力電圧 V<sub>o</sub> の立ち上がり波形に、過度なオーバーシュートが発生しない様に、C<sub>SS</sub> の容量を調整してください。これは主に t<sub>SS</sub> が短い場合に発生します。定電圧制御が追従する前に、ソフトスタートが終了してしまうと図 17 の様な波形になる場合があります。C<sub>SS</sub> の容量を大きくすると、オーバーシュートは発生しにくくなりますが、起動時間も長くなる事を考慮願います。

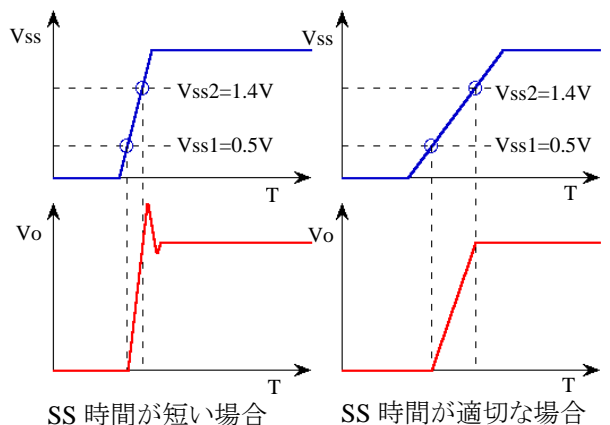


図 17 起動時 V<sub>o</sub> のオーバーシュートのイメージ

I リスタート時の C<sub>SS</sub> 放電について

EN 端子でのオン・オフ操作など、本 IC がリスタートする際の SS コンデンサ C<sub>SS</sub> の放電について述べます。本 IC では、C<sub>SS</sub> に電圧が残った状態で再起動させると、内部の強制放電回路により、一旦 SS 端子電圧を 0.5V まで放電してから、ソフトスタートを再開するシーケンスになっております。(図 18 参照)

C<sub>SS</sub> に電圧が残った状態の場合、ON 信号が入ってから、起動時に V<sub>o</sub> が定電圧精度内に入るまでは t<sub>discharge</sub> + t<sub>ss</sub> の時間がかかります。

さて、出力電圧 V<sub>o</sub> の立ち上がりオーバーシュートが発生しない事をご確認の後、C<sub>SS</sub> の容量を決定されていると思いますが、次はご使用の C<sub>SS</sub> 容量における t<sub>discharge</sub> + t<sub>ss</sub> の時間をご確認ください。

通常のアプリケーション(オプションのパルススキップ設定抵抗無し)で使用する場合と、パルススキップ設定抵抗有りで使用する場合とでは、C<sub>SS</sub> の最終充電電圧 V<sub>ss(Full)</sub> が異なります。

- ・R7 無し、通常アプリケーション時：2.8V(typ)  
IC 内部 Reg 電圧によるクランプ
- ・R7 有り、パルススキップアプリケーション時：6.4V(typ)  
IC 内部クランプ素子による保護

この事から、C<sub>SS</sub> を放電する時間が異なって来ます。図 19、図 20 はそれぞれ、V<sub>ss(Full)</sub>=2.8V、V<sub>ss(Full)</sub>=6.4V の場合の放電カーブとなります。

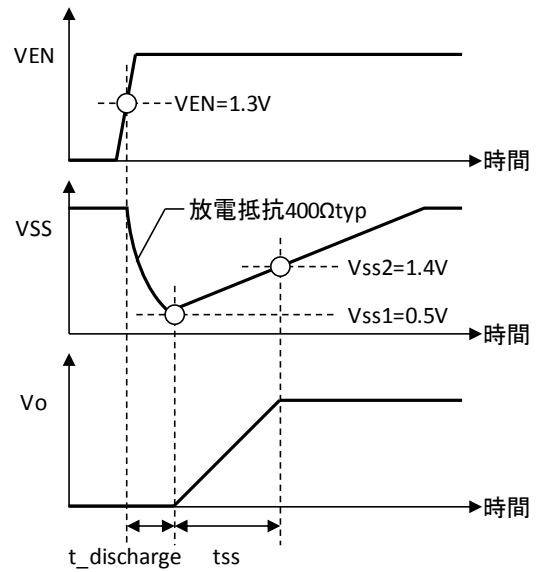


図 18 SS コンデンサ放電～充電動作

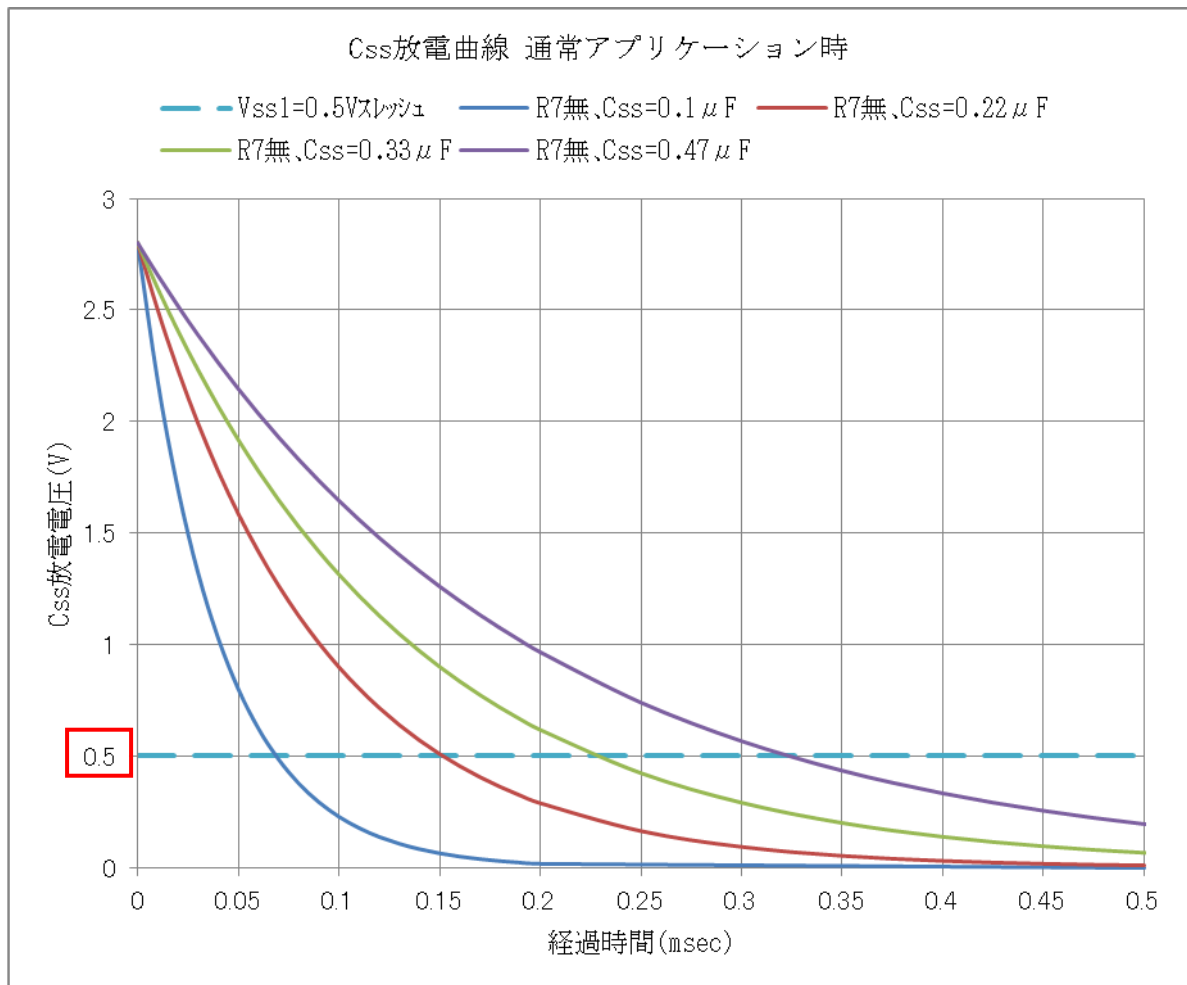


図 19 C<sub>SS</sub> 放電曲線①、R7 無し V<sub>ss(Full)</sub>=2.8V から 0.5V までの放電時間



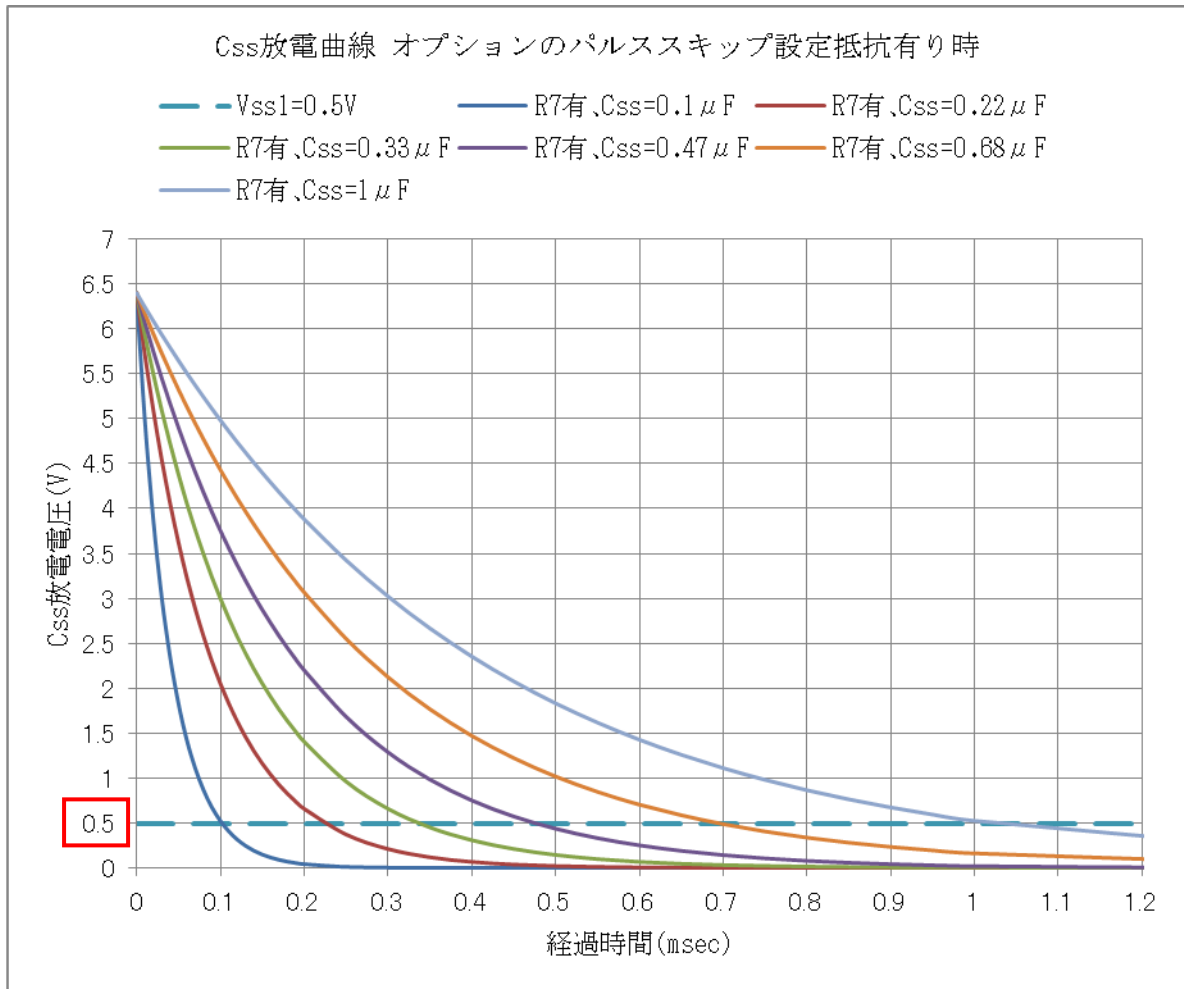


図 20 C<sub>ss</sub> 放電曲線②、R7 有り V<sub>ss</sub>(Full)=6.4V から 0.5V までの放電時間

C<sub>ss</sub> コンデンサの放電は、図 18 より、400 Ω (typ) のインピーダンスで放電されます。このインピーダンスは IC 内部で固定のため、変更することはできません。

C<sub>ss</sub> の最終充電電圧を V<sub>ss</sub>(Full) とすると、強制放電時は次の関係式により、時刻 t における放電電圧が求められます。

$$V_{ss}(t) = V_{ss}(Full) \times e^{-\frac{t}{C_{ss} \times 400}} \quad \dots(6)$$

上記図 19、図 20 の例では SS 端子電圧が 0.5V まで放電するのに、1m(sec) 程度の短い時間とはなっておりますが、連続的な ON/OFF の操作を行うモードがあるときは、放電による遅れを考慮願います。

### 6.6 出力の ON / OFF 制御

6 番 (EN) 端子を用いて、出力 ON/OFF 制御が可能です。オープンコレクタ等のスイッチにより、6 番端子を  $V_{EN}(1.3V)$  以下にすると出力は停止します (図 21)。

IN-EN 間と EN-GND 間に抵抗を接続し、抵抗の分圧比を調整することにより、レギュレータの起動・停止するための入力電圧の閾値 (UVLO) を変えることができます。(図 22)

図 23 は、IN 端子-EN 端子間の抵抗値と起動・停止電圧 (UVLO) の相関グラフです。

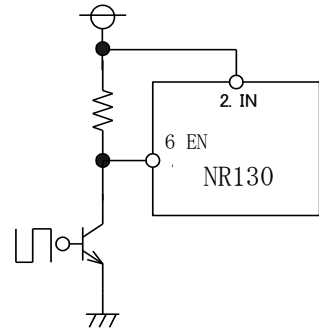


図 21 ON/OFF 制御 1

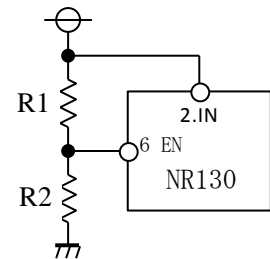


図 22 ON/OFF 制御 2

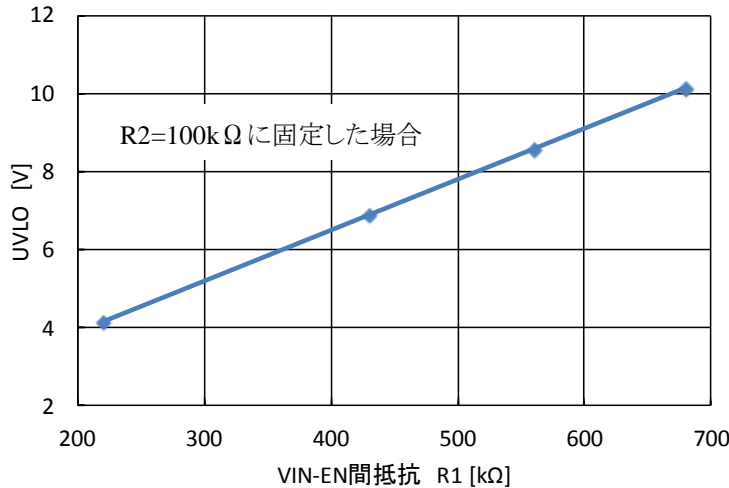


図 23  $V_{IN}$  起動・停止しきい値特性 (UVLO)

※外部信号による ON/OFF を行わない場合は、R1 のみとして、470kΩ あるいは 510kΩ の抵抗を VIN~EN 端子間に接続してご使用ください。

### 6.7 軽負荷時におけるパルススキップ動作について

NR130 シリーズでは、軽負荷高効率を実現するため、パルススキップモードを標準で搭載しています。

図 2 のブロック図を参照ください。

起動時においては、SS 端子電圧によってパルススキップ動作禁止状態からパルススキップ動作禁止解除に移行します。また、IN 端子へ抵抗接続することで、パルススキップ動作範囲 (閾値) が変わります。

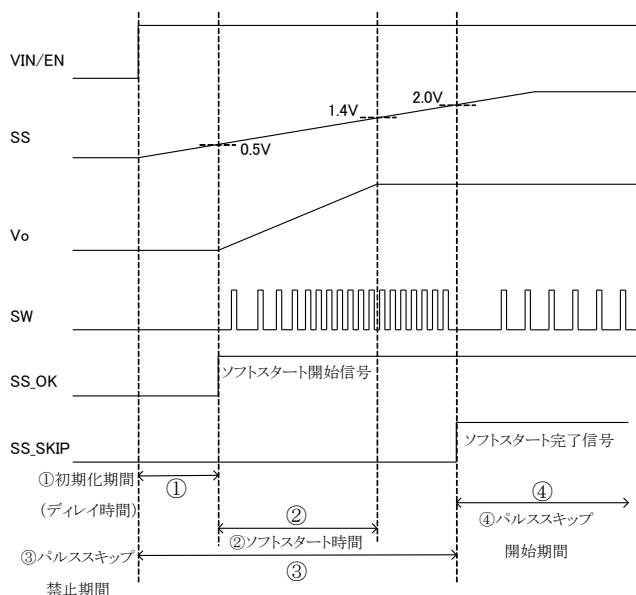


図 24 起動時のパルススキップ開始遷移図

1)パルススキップ動作の起動時遷移について

- ① 起動直後、SS 端子は充電動作を開始し、SS 端子電圧が 0.5V までは初期化期間となります。(デレイ時間)
- ② SS 端子電圧が 0.5V に達すると、ソフトスタート開始信号 (内部信号) が出力され、0.5V~1.4V の間がソフトスタート時間となります。(定常発振動作を行う。)
- ③ SS 端子電圧 2.0V までは、パルススキップ動作を禁止します。
- ④ SS 端子電圧 > 2.0V 後、ソフトスタート完了信号を受けて、パルススキップは動作可能となります。

## 2)パルススキップ動作範囲(閾値)について

エラーアンプ出力( $V_{comp}$ )とスキップ閾値  $V_{skip}$  を比較して、その出力信号に応じて発振停止することにより、スキップ動作となります。

- ① SS 端子を IN 端子に抵抗接続しない場合、 $V_{skip}$  閾値は 0.32V に設定され、パルススキップ動作範囲は広くなります。
- ② SS 端子を IN 端子に抵抗 (510k $\Omega$ ) 接続した場合、 $V_{skip}$  閾値は 0.22V に設定され、パルススキップ動作範囲は狭くなります。

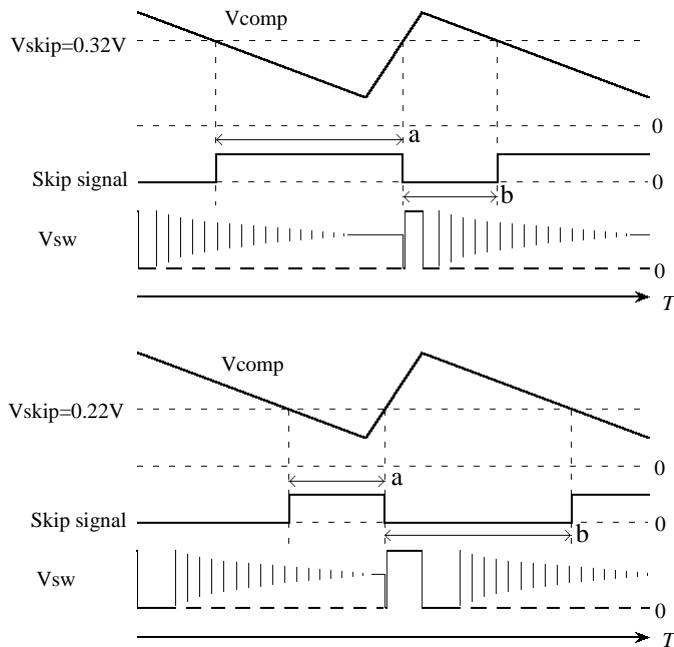


図 25 SS 終了後、パルススキップ設定抵抗有無の比較図

図 25 は VIN~SS 間に 510k $\Omega$  の設定抵抗有り無しの比較です。

VIN、Vo、インダクタ L 値、Co 容量、負荷電流 Io など、他の条件が同一の場合で、起動後の定常状態を示しています。

$V_{comp}$  は負荷電流の増加と共に上昇し、 $V_{skip}$  の閾値を超えた場合は、 $V_{sw}$  の波形は 350kHz の通常発振モードの連続となります。

図 25 はあくまで  $V_{comp}$  が同一の場合と仮定しています。

a:スキップ発振 OFF 期間

b:スキップ発振 ON 期間

したがって、510k $\Omega$  の設定抵抗がある( $V_{skip}=0.22V$ )場合、パルススキップ動作から連続発振動作に切り換わる負荷電流が小さくなります。

また、図 25 のパルススキップ期間中(Skip signal="H")はスイッチング素子は OFF ですが、 $V_{sw}$  の波形はインダクタ電流が不連続となるため、自由振動のリングング波形が生じ、これは概ね出力電圧 Vo へ収束します。

尚、定電圧制御のフィードバック条件により  $V_{comp}$  の波形が変わる為、パルススキップの周期が変化したり、スイッチング回数も最少 1 回~複数回続く事が有ります。図 25 の Skip signal は内部回路上の信号のため、パッケージ外部から直接確認することはできません。

上記パルススキップ設定用抵抗 R7(510k $\Omega$ )については、『7.1.9 パルススキップモード切り替え抵抗 R7』の項を、又、出力リップル電圧波形を含むパルススキップ時の発振波形の調整については『7.1.8 フィードバックコンデンサ C11』を参照願います。

## 7. 設計上の注意点

### 7.1 外付け部品

各部品は使用条件に適合したものを使用します。

#### 7.1.1 チョークコイル L1

チョークコイル L1 は、チョップ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。レギュレータを安定して動作させるためには、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を回避しなくてはなりません。以下に挙げる a) ~ f) の 6 点に注意してチョークコイルを選定してください。

#### 3. . 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

NR130シリーズのようなピーク検出電流制御方式では、制御 Duty が 0.5 を超える様な使用条件において、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。安定な動作をさせる為に IC 内部でスロープ補正を行っておりますが、アプリケーションとしても、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。具体的にはスロープ補償量が IC 内部で固定のため、コイル電流の傾きを緩やかにする事が必要です。

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

$$\Delta IL = \frac{(V_{IN} - V_O) \cdot V_O}{L \cdot V_{IN} \cdot f} \quad \dots (7)$$

$$IL_p = \frac{\Delta IL}{2} + I_O \quad \dots (8)$$

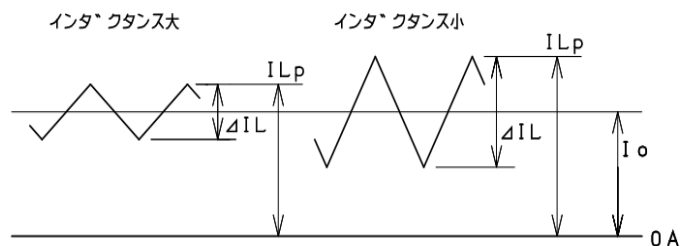


図 26 インダクタンスとリップルの関係

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。

サブハーモニック発振を回避するため、コイル電流の傾きの条件を表 5 にて指定いたします。

表 5 サブハーモニック発振を回避するための Duty  $\geq 0.5$  条件のコイル電流の傾き指定

| $V_{IN}(V)$ | $V_O(V)$ | Duty | $T_{on}(\mu S)_{Max}$ | コイル電流の傾き $K(A/\mu S)$ | $\Delta IL(A)$ | 必要 L 値 $(\mu H)_{Typ}$ |
|-------------|----------|------|-----------------------|-----------------------|----------------|------------------------|
| 17          | 14       | 0.82 | 3.360                 | 0.134                 | 0.450          | 22.40                  |
| 17          | 12       | 0.71 | 2.880                 | 0.260                 | 0.749          | 19.24                  |
| 17          | 10       | 0.59 | 2.400                 | 0.436                 | 1.046          | 16.06                  |
| 15          | 12       | 0.80 | 3.264                 | 0.156                 | 0.509          | 19.24                  |
| 12          | 9        | 0.75 | 3.060                 | 0.208                 | 0.636          | 14.43                  |
| 10          | 7        | 0.70 | 2.856                 | 0.267                 | 0.763          | 11.24                  |
| 9           | 6        | 0.67 | 2.720                 | 0.312                 | 0.849          | 9.62                   |
| 9           | 5        | 0.56 | 2.267                 | 0.499                 | 1.131          | 8.02                   |
| 8           | 5        | 0.63 | 2.550                 | 0.374                 | 0.954          | 8.02                   |

※ $Duty = V_O / V_{IN} \dots (9)$ 、 $T_{onMax} = Duty \times (1 / F_{sw}) \dots (10)$ 、 $\Delta IL = T_{onMax} \times K \dots (11)$

K は指定値でこれ以下を推奨。

表の組み合わせ以外は、近い値からご検討ください。

$$L = \frac{(V_{IN} - V_O) \times V_O}{\Delta IL \times V_{IN} \times F_{sw}} \dots (12) \quad F_{sw} = 245kHz (Min)$$

※仕様における『 $V_{IN} \geq V_O + 3V$ 』の条件に基づく組み合わせ。

## c) 通常時のインダクタンス算出

Duty < 0.5 の条件におけるコイルのインダクタンス値は、Duty  $\geq$  0.5 同様に前ページの(12)式で求められますが、表 6 に使用する最大負荷電流  $I_o$  に対する  $\Delta IL$  の割合  $\Delta IL/I_o=0.2$  の場合の必要インダクタンスを参考として示します。

表 6 VIN  $\geq$  Vo+3V 条件、且つ Duty < 0.5 の場合の必要インダクタンス(L 値)計算結果の例

| VIN(V) | Vo(V) | Duty | Io(A) | $\Delta IL/I_o$ (例) | $\Delta IL$ (A) | 必要 L 値<br>( $\mu$ H)Typ |
|--------|-------|------|-------|---------------------|-----------------|-------------------------|
| 15     | 5     | 0.33 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 22.68                   |
| 12     | 5     | 0.42 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 19.84                   |
| 12     | 3.3   | 0.28 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 16.28                   |
| 8      | 3.3   | 0.41 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 13.19                   |
| 7      | 3.3   | 0.47 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 11.87                   |
| 5      | 2     | 0.40 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 8.16                    |
| 5      | 1.8   | 0.36 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 7.84                    |
| 5      | 1.2   | 0.24 | 3     | 0.2                 | 0.6             | 6.20                    |

※  $\Delta IL/I_o$  は任意です。…あくまで 0.2 は設定例です。表 6 は  $I_o=3A$  が最大負荷電流の場合。

最大負荷電流が 1.5A など小さくなるときは、 $\Delta IL/I_o$  を一定とすると、 $\Delta IL$  の値が小さくなるため、必要なインダクタンスは大きくなります。

※  $\Delta IL/I_o$  が大きいと、インダクタンスは小さくなりますが、出力リップル電圧の増大などの背反事項があります。

$\Delta IL/I_o$  の値を小さくすると、必要なインダクタンスは増加、且つ外形は大型化方向です。

従来からコストパフォーマンスが良い設定として、一般的には  $\Delta IL/I_o \approx 0.2 \sim 0.3$  と言われております。

※インダクタンスを大きくしようとする場合、コイル外形が同じなら、巻線の巻数が増え電線の線径が細くなります。

直流抵抗 DCR も増大しますので、大きな電流は流せなくなります。DCR を優先にすると、コアサイズが大型化します。

※使用条件、実装条件、放熱条件等を考慮して、最適なものを選定してください。

## d) 直流重畳特性をご確認ください

チョークコイルのインダクタンスは、コアの材質/形状にもよりますが、流す直流電流に対してインダクタンスが次第に減少する様な直流重畳特性を有しています。実際に使用する最大負荷電流を流した際の、インダクタンス値が設計に対して大きく下がっていないか？、必ずご確認ください。コイルメーカーから直流重畳特性のデータ・グラフなどを入手いただき、お使いのコイルの特性を把握しておいてください。その際重要になるパラメータとしては、

1) 飽和点…何 A で磁気飽和を起こすか

2) 実使用の負荷電流でのインダクタンス変動

※例えば、実負荷で  $I_o=3A$  まで使用するのに、飽和点が 2A などのコイルは使えません。また、無負荷では 10  $\mu$  H のインダクタンスを有するのに、1A 流したら 5  $\mu$  H になってしまう様な特性の物にはご注意ください。

## e) 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。低漏洩磁束タイプのコア/構造を採用したコイルをご使用下さい。詳細はコイルメーカーへご相談ください。

## f) 発熱について

実際に基板に実装して使用する場合、コイル本体の発熱は周囲の部品からの影響を受ける可能性があります。コイルの温度上昇はほとんどの場合、自己発熱を含んで、

1) 車載グレード品: 150°C

2) 高信頼性品: 125°C

3) 一般品: 85°C ~ 100°C

の様な温度制限があります。搭載する基板の設計が変わると、温度上昇が異なりますので、必ずご評価ください。

### 7.1.2 入力コンデンサ C1 (C2)

入力コンデンサは、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入力側の電圧降下を補償しています。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。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、IC 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。

C1 (C2)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

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します。

耐圧や許容リップル電流値を超えたり、デ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。十分なマージンをとったコンデンサを選択するためには、(13)式に示す入力コンデンサに流れるリップル電流実効値  $I_{rms}$  を求めます。

$$I_{rms} \approx 1.2 \times \frac{V_o}{V_{in}} \times I_o \quad \text{---- (13)}$$

$V_{IN} = 17V$ ,  $I_o = 3A$ ,  $V_o = 5V$  とした場合、

$$I_{rms} \approx 1.2 \times \frac{5}{17} \times 3 = 1.06A$$

となりますので、許容リップル電流が、1.06A より大きいコンデンサを選ぶ必要があります。

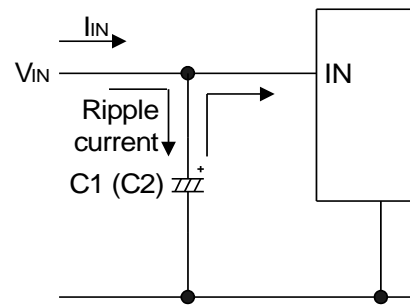


図 27 C1 (C2)の電流経路

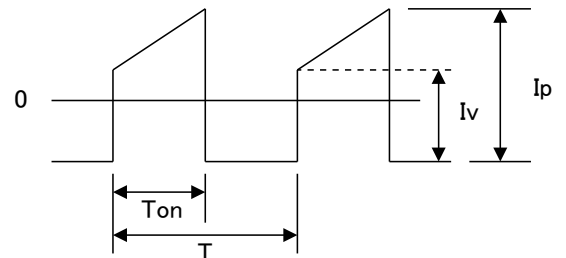


図 28 C1 (C2)の電流波形

### 7.1.3 出力コンデンサ C4 (C5)

ピーク電流制御方式は、フィードバック量に応じて直接インダクタ電流を制御する方式です。チョークコイルを電流源とみなすことができ、LCフィルタの二次遅れ要素の影響を無視できますので、定 ESR かつ小容量のセラミックコンデンサでも安定動作を得ることができます。

出力コンデンサ C4 (C5)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  $\Delta I_L$  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。

出力コンデンサのリップル電流実効値は(14)式で求めます。

$$I_{rms} = \frac{\Delta I_L}{2\sqrt{3}} \quad \text{-----(14)}$$

$\Delta I_L$  を 0.5A とした場合、

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

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。

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  $\Delta I_L$  (C4 (C5)充放電電流)と出力コンデンサ C4 (C5)の等価直列抵抗 ESR の積によって定まります。

$$V_{rip} = \Delta I_L \cdot C4_{ESR} \quad \text{-----(15)}$$

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で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(≒外形が大きくなる程) ESR は低くなります。

$\Delta I_L = 0.5A$   $V_{rip} = 40mV$  とした場合、

$$C4_{ESR} = 40 \div 0.5 = 80m\Omega$$

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。ESR は、一般に温度によって変化し低温になると増加します。使用温度における ESR を確認する必要があります。ESR 値はコンデンサ固有のもので、コンデンサの製造元に問い合わせ下さい。

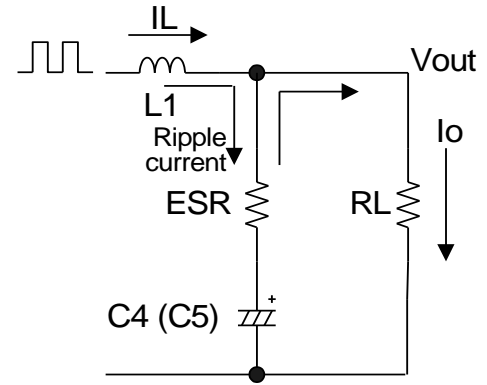


図 29 C4 (C5)の電流経路

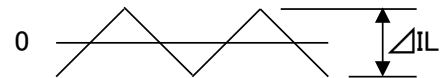


図 30 C4 (C5)電流波形

### 7.1.4 FB 端子 出力電圧設定

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 C4 (C5)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<sub>FB</sub>が 50 μA 以上になるように設定してください。(I<sub>FB</sub>は下限 50 μA で考え、上限は特に制限はありませんが、消費電流が増え効率が低下し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。

$$I_{FB} = V_{FB} / R6 \cdots (16) \quad *V_{FB} = V_{REF} = 0.8V \pm 2.5\%$$

$$R4 + R5 = (V_O - V_{FB}) / I_{FB} \cdots (17)$$

$$R6 = V_{FB} / I_{FB} \cdots (18)$$

$$V_O = (R4 + R5) \times (V_{FB} / R6) + V_{FB} \cdots (19)$$

V<sub>O</sub> = 0.8V に設定する際も、安定動作の為 R6 は接続してください。

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。

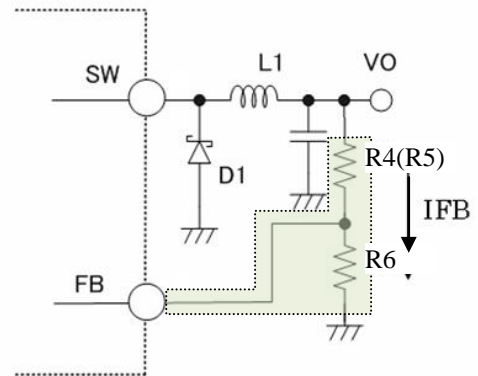


図 31 電圧検出ライン

### 7.1.5 低入力時の外付けブートストラップダイオード

入力電圧が 6V 以下で使用する場合は、効率が低下低下しますので、IN-BS 間にダイオードを挿入することを推奨します(図 32)。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 33)。

注記

- 1)BS-SW 端子間への印加電圧は 5.5V 以下になるように設定してください。
- 2)入力電圧 6V 以上の場合は、ダイオードは接続しないでください。

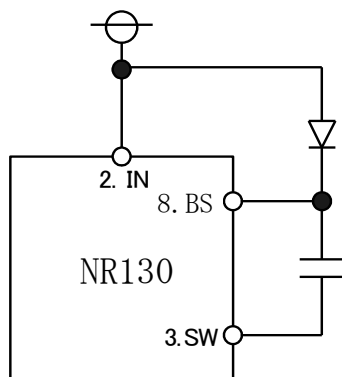


図 32 ブートストラップダイオード接続 1

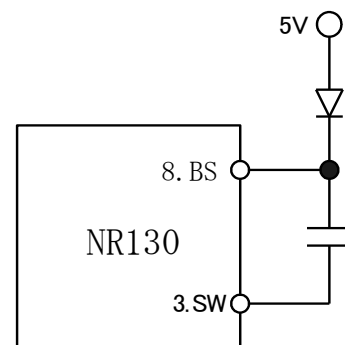


図 33 ブートストラップダイオード接続 2



### 7.1.6 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 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目的で使用します。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。SW 端子(3 番端子)から出力された電圧は、入力電圧と同等である為、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。また、フライホイールダイオードにはフェライトビーズは入れないでください。

### 7.1.7 出力電圧 $V_o$ と出力コンデンサ C4 /C5 (NR131A と NR131D のみに対応)

安定動作の目安として、出力電圧と出力コンデンサの対比を表 5 に示します。  
アルミ電解コンデンサの ESR は、100mΩ~200 mΩ の範囲で選定願います。  
インダクタ L については「7.1.1 チョークコイル L1」を参照して選定して下さい。

表 7  $V_o$  - C4 (C5)対比表(NR131A と NR131D のみに対応)

| $V_o$ [V] | C4 (C5) [uF] |                               |
|-----------|--------------|-------------------------------|
|           | セラミックコンデンサ   | アルミ電解コンデンサ<br>( ESR ≒ 100mΩ ) |
| 1.2       | 33 to 100    | 47 to 330                     |
| 1.8       | 22 to 100    | 47 to 470                     |
| 3.3       | 10 to 68     | 20 to 180                     |
| 5         | 4.7 to 47    | 4.7 to 100                    |
| 9         | 3.3 to 22    | 2.2 to 47                     |
| 12        | 3.3 to 22    | 2.2 to 33                     |
| 14        | 2.2 to 22    | 2.2 to 33                     |

### 7.1.8 フィードバックコンデンサ C11

パルススキップ動作時には出力リップル電圧が大きくなる場合があります。これは、エラーアンプ部の遅れによって、1パルススキップ周期当りのスイッチ回数が多くなることが原因です。対策として、フィードバックコンデンサ C11 を追加することによって、1パルススキップ当りのスイッチ回数を減らして、出力リップル電圧を抑制することができます。C11 の値の大きすぎると、動作が不安定になる恐れがありますので、100pF~470pF 程度の範囲で選定していただくことをお勧めします。

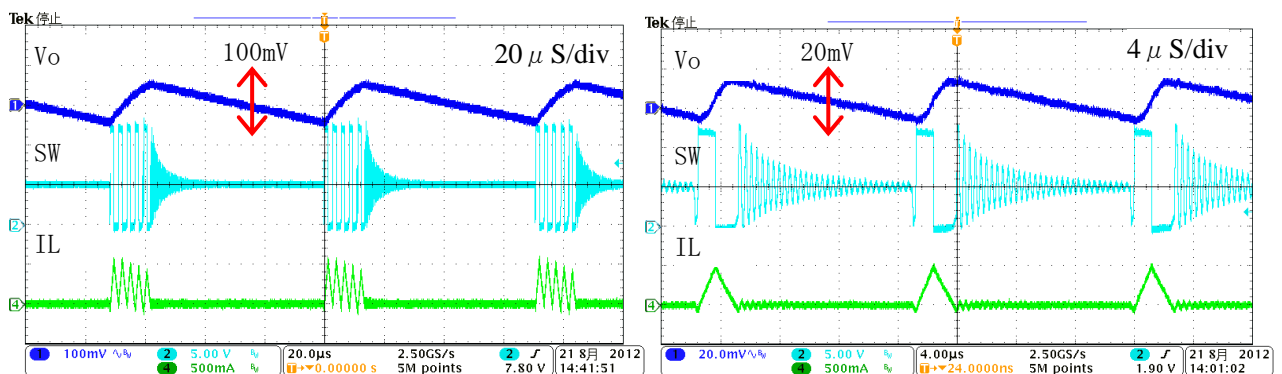


図 34 出力リップル電圧大時のスキップ動作波形(C11=0pF) 図 35 理想的なスキップ動作波形(C11=220pF)

※図 34 と図 35 では、時間軸が異なります。C11 の調整が良好な場合は、パルススキップの周期が早くなります。

### 7.1.9 パルススキップモード切り替え抵抗 R7

パルススキップ動作時の Power MOS FET ドレイン電流ピーク値( $I_{DP}$ )と平均スイッチング周波数( $F_{skip}$ )には下記式に示した相関関係があります。

$$F_{skip} \approx \frac{2 \cdot I_o \cdot (V_{IN} - V_o) \cdot V_o}{I_{DP}^2 \cdot L \cdot V_{IN}} \dots(20)$$

パルススキップ動作時のドレイン電流ピーク( $I_{DP}$ )を高めるほど平均スイッチング周波数が低下しますので、軽負荷効率は向上しますが、その反面、出力電圧リップルが大きくなる傾向があります。

そこで本 IC には、パルススキップ動作時のドレイン電流ピーク値( $I_{DP}$ )を、High と Low の 2 値から選択することで、パルススキップ動作時の平均周波数と出力リップル電圧を調整できる機能を搭載しております。

通常のアプリケーションでは軽負荷効率重視のために高い側の  $I_{DP}$  が選択されおり、パルススキップ動作時の平均スイッチング周波数はより低くなるよう制御します。出力電圧リップルを更に低く抑えたい場合は、SS 端子と IN 端子間に抵抗 R7(510kΩ)を追加し、SS 端子を 5.2V 以上に Pull-up することで低い側の  $I_{DP}$  を選択することができます。これによって、パルススキップ動作時のスイッチング周波数が低くなりすぎるのを抑えると同時に、出力電圧リップルを低く抑えることができます。

尚、高い側の  $I_{DP}$  を選択した際には、パルススキップ動作に入る出力電流閾値が高くなり、逆に、低い側の  $I_{DP}$  を選択した際には、パルススキップ動作に入る出力電流閾値が低くなりますのでご注意ください。

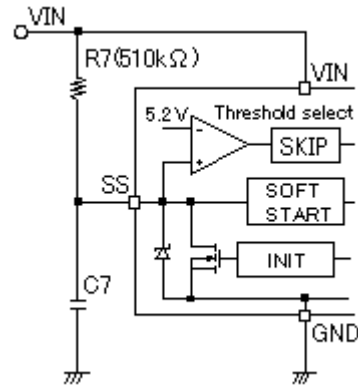


図 36 Lo リップルモード時のアプリケーション

表 8 抵抗 R7 とパルススキップ動作モードの関係 【条件:VIN=12V,V<sub>o</sub>=5V,L=10μH】

| SS 端子処理 | ドレイン電流 $I_{DP}$      | 出力 Ripple | 平均周波数 | 軽負荷効率 |
|---------|----------------------|-----------|-------|-------|
| R7 なし   | 600mA <sub>typ</sub> | 小         | 超低周波数 | 超高効率  |
| R7 あり   | 100mA <sub>typ</sub> | 極小        | 低周波数  | 高効率   |

#### ※R7 の選定について

510kΩ という抵抗値は E24 系列ですが、調達の問題で入手困難であれば、E12 系列の 470kΩ でも構いません。この抵抗値は小さくしすぎると、抵抗及び IC 内部の損失を増加させます。逆に 680kΩ など大きい場合には、SS 端子を 5.2V 以上にプルアップさせる事が困難になります。したがって 470kΩ または 510kΩ の設定にてご使用ください。

## 7.2 パターン設計

### 7.2.1 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。

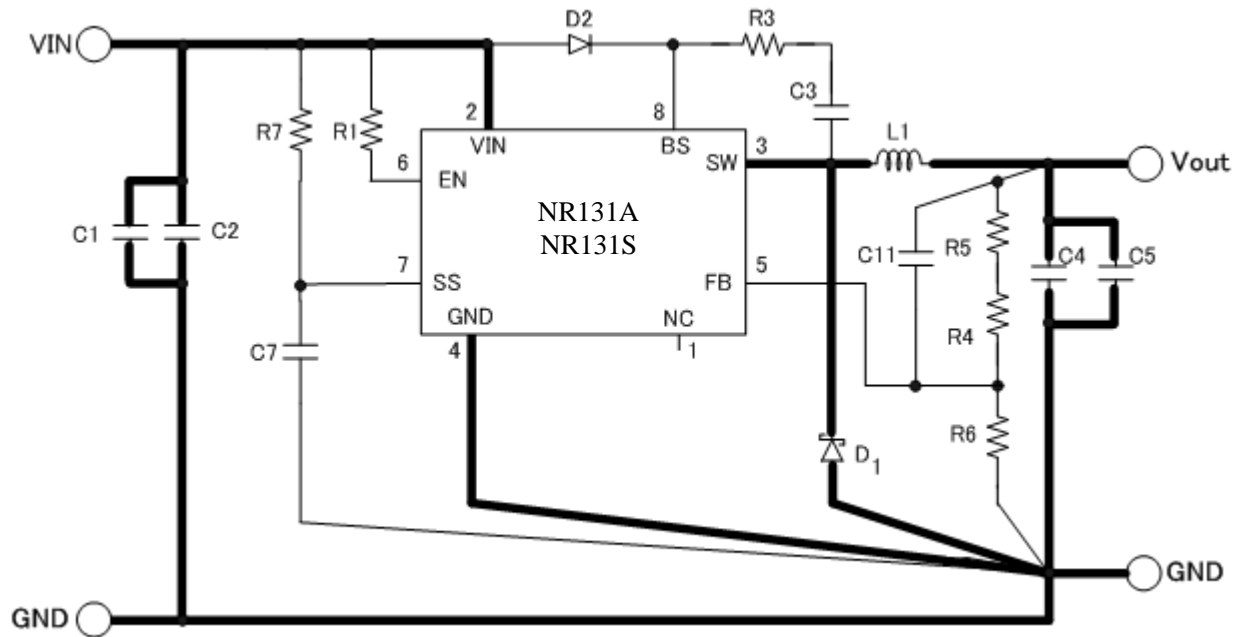


図 37 配線パターン注意箇所

### 7.2.2 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IC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。入出力コンデンサのリード線には、大電流が高速で充放電されるので、リード線の長さは最短として下さい。コンデンサ部分のパターン引き回しにも同様の配慮が必要です。

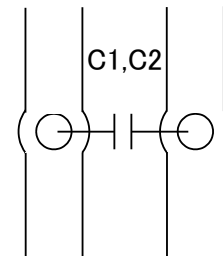


図 38 推奨コンデンサ配線

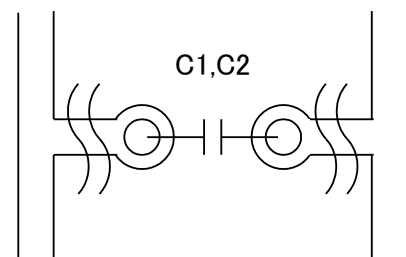


図 39 コンデンサ配線の悪い例

7.2.3 Exposed SOIC8/SOP8 パッケージ実装基板パターン例

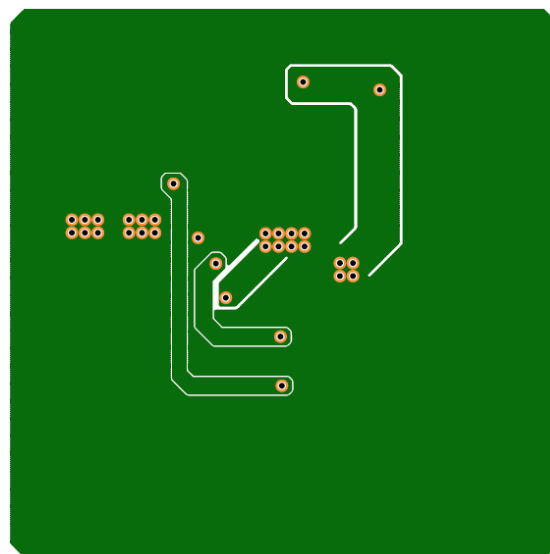
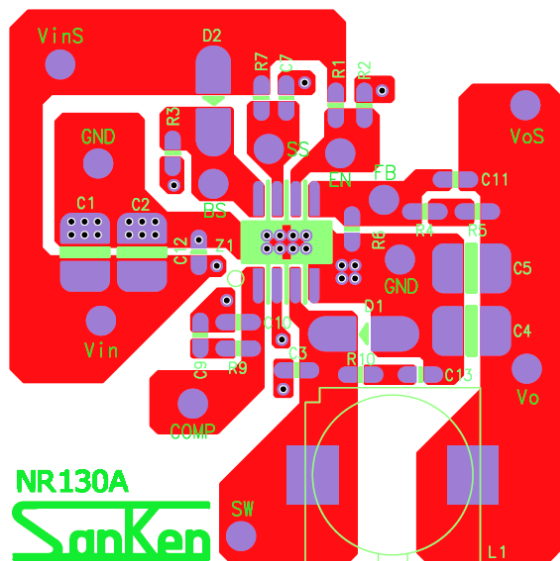


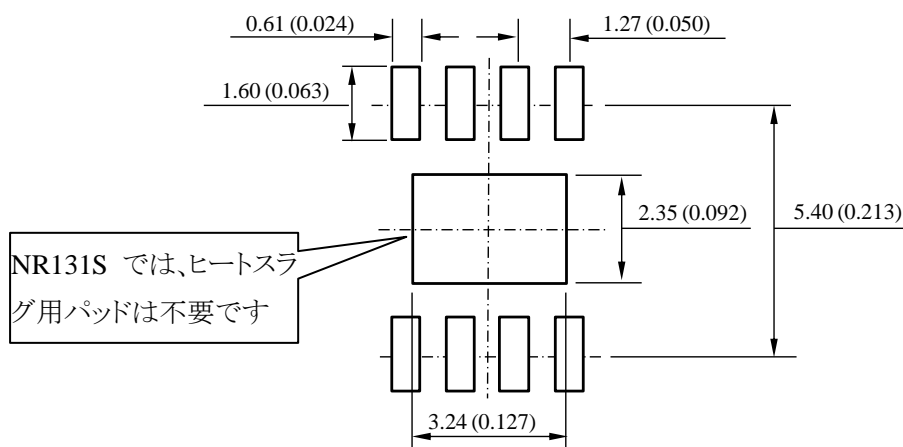
図 40 PCB レイアウト表面:部品面(両面基板)

図 41 PCB レイアウト裏面:GND 面(両面基板)

※オプション部品を含んだ構成のため、標準回路以外の部品も配置されております。ご了承ください。

注記

PCB サイズ: 60mm×60mm



注記

- 1) 寸法:mm(inch)
- 2) 図は一定の縮尺で描かれていません

図 42 推奨ランドパターン

## 7.3 応用設計

### 7.3.1 スパイクノイズの低減(1)

#### ・BS 直列抵抗の追加

図 43 の R3(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。

R3 を使用する場合は  $22\Omega$  を上限として設定してください。

#### ※ご注意

- 1) 誤って R3 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) R3 が大きすぎると、起動不良を起こす事が有ります。

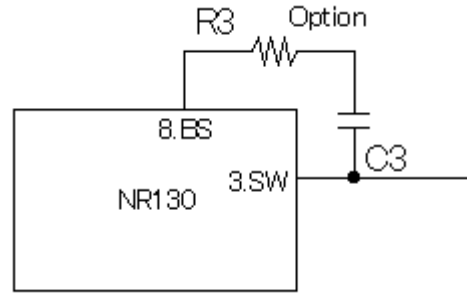


図 43.BS 直列抵抗の追加

### 7.3.2 スパイクノイズの低減(2)

#### ・スナバ回路の追加

上記の対策に図 44 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。7.3.1 項と共に効率が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。

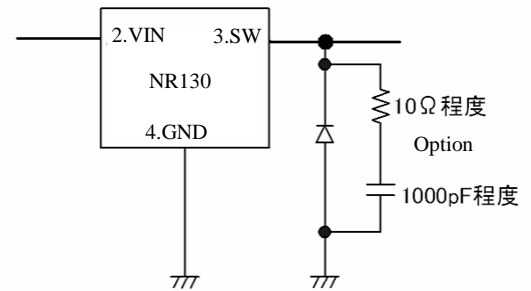


図 44 スナバ回路の追加

### 7.3.3 ビーズコアの使用に関するご注意

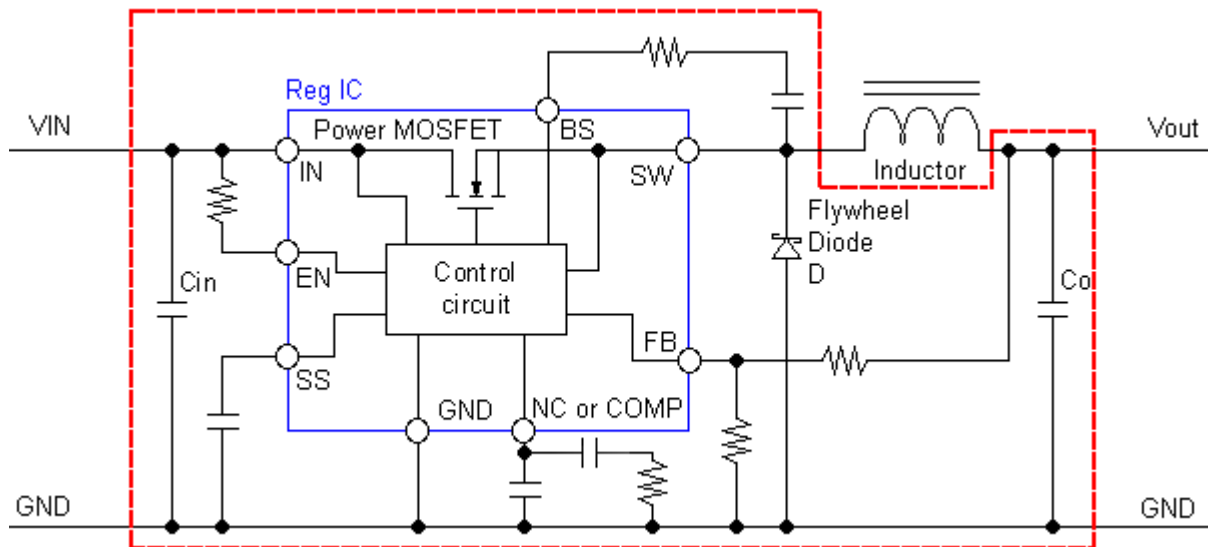


図 45

図 45 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有ります。

ノイズの低減に関しては、基本的に上記の「・スナバ回路の追加」及び、「・BS 抵抗の追加」で対策してください。

### 7.3.4 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。

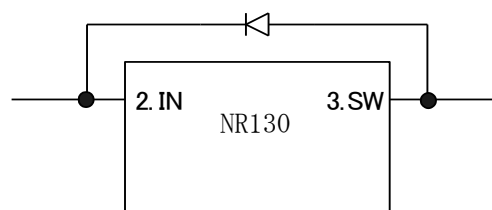


図 46 逆バイアス保護用ダイオード

## ご注意書き

- 本資料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確認してください。
- 本書に記載されている動作例および回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する弊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弊社は一切責任を負いません。
- 弊社は品質、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、社会的な損害などが発生しないよう、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および確認を行ってください。
- 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、計測機器など)に使用することを意図しています。  
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、防災・防犯装置、各種安全装置など)への使用を検討する場合は、必ず弊社販売窓口へ相談してください。  
極めて高い信頼性を要求する装置(航空宇宙機器、原子力制御、生命維持のための医療機器など)には、弊社の文書による合意がない限り使用しないでください。
- 弊社の製品を使用、またはこれを使用した各種装置を設計する場合、定格値に対するディレーティングをどの程度行うかにより、信頼性に大きく影響します。  
ディレーティングとは信頼性を確保または向上するため、各定格値から負荷を軽減した動作範囲を設定したり、サージやノイズなどについて考慮することです。ディレーティングを行う要素には、一般的には電圧、電流、電力などの電氣的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレス、半導体製品の自己発熱による熱ストレスがあります。これらのストレスは、瞬間的数値、あるいは最大値、最小値についても考慮する必要があります。  
なおパワーデバイスやパワーデバイス内蔵 IC は、自己発熱が大きく接合部温度のディレーティングの程度が、信頼性を大きく変える要素となりますので十分に配慮してください。
- 本書に記載している製品の使用にあたり、本書記載の製品に他の製品・部材を組み合わせる場合、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他何らかの加工・処理を施す場合は、使用者の責任においてそのリスクを検討の上行ってください。
- 本書記載の製品は耐放射線設計をしておりません。
- 弊社物流網外での輸送、製品落下などによるトラブルについて、弊社は一切責任を負いません。
- 本書記載の内容を、文書による当社の承諾なしに転記複製を禁じます。