

DATA SHEET

| | |
|----------|-----------------|
| 品 種 名 | AN30888A |
| パッケージコード | SSOP016-P-0225E |

目次

| | |
|----------------------------|----|
| ■ 概要 | 3 |
| ■ 特長 | 3 |
| ■ 用途 | 3 |
| ■ 外形 | 3 |
| ■ 構造 | 3 |
| ■ 応用回路例 (ブロック図) | 4 |
| ■ 端子説明 | 7 |
| ■ 絶対最大定格 | 8 |
| ■ 動作電源電圧範囲 | 8 |
| ■ 許容端子電圧範囲 | 9 |
| ■ 電気的特性 | 10 |
| ■ 電気的特性 (設計参考値) | 11 |
| ■ コントロール端子モード表 | 12 |
| ■ 電気的特性の測定方法 | 13 |
| ■ 技術資料 | 16 |
| • 入出力部の回路図および端子機能の説明 | 16 |
| • 機能と特性説明 | 19 |
| • $P_D - T_a$ 特性図 | 29 |
| ■ 使用上の注意 | 30 |
| • ご使用にあたってのお願いと注意事項 | 30 |

AN30888A

高輝度LEDドライバIC

■ 概要

AN30888Aは、外付けパワーNMOSスイッチを駆動する、昇圧/昇降圧/降圧DCDCコントローラです。LED照明等の高輝度LED駆動に適しています。

■ 特長

- バッテリ稼動： 3 V ~ 20 V
- 出力電流範囲： 外付けNMOSの規格とオペレーションモードにより、0 Aから数アンペア
- 電流モード制御アーキテクチャ
- PWM信号を用い、LED調光機能を利用可能
- 30 mV / 200 mV基準電圧
- 低スタンバイ電流
- 昇圧 / 昇降圧 / 降圧モードのコンバータとして設定可能
- 各種保護回路内蔵： 低電圧ロックアウト
過電圧保護
ソフトスタート機能

■ 用途

- LED照明モジュール
- LEDランタン用途
- 液晶パネル用の白色LEDバックライト
- 白色LEDフラッシュ照明駆動用途
- 一般的なLEDバックライト

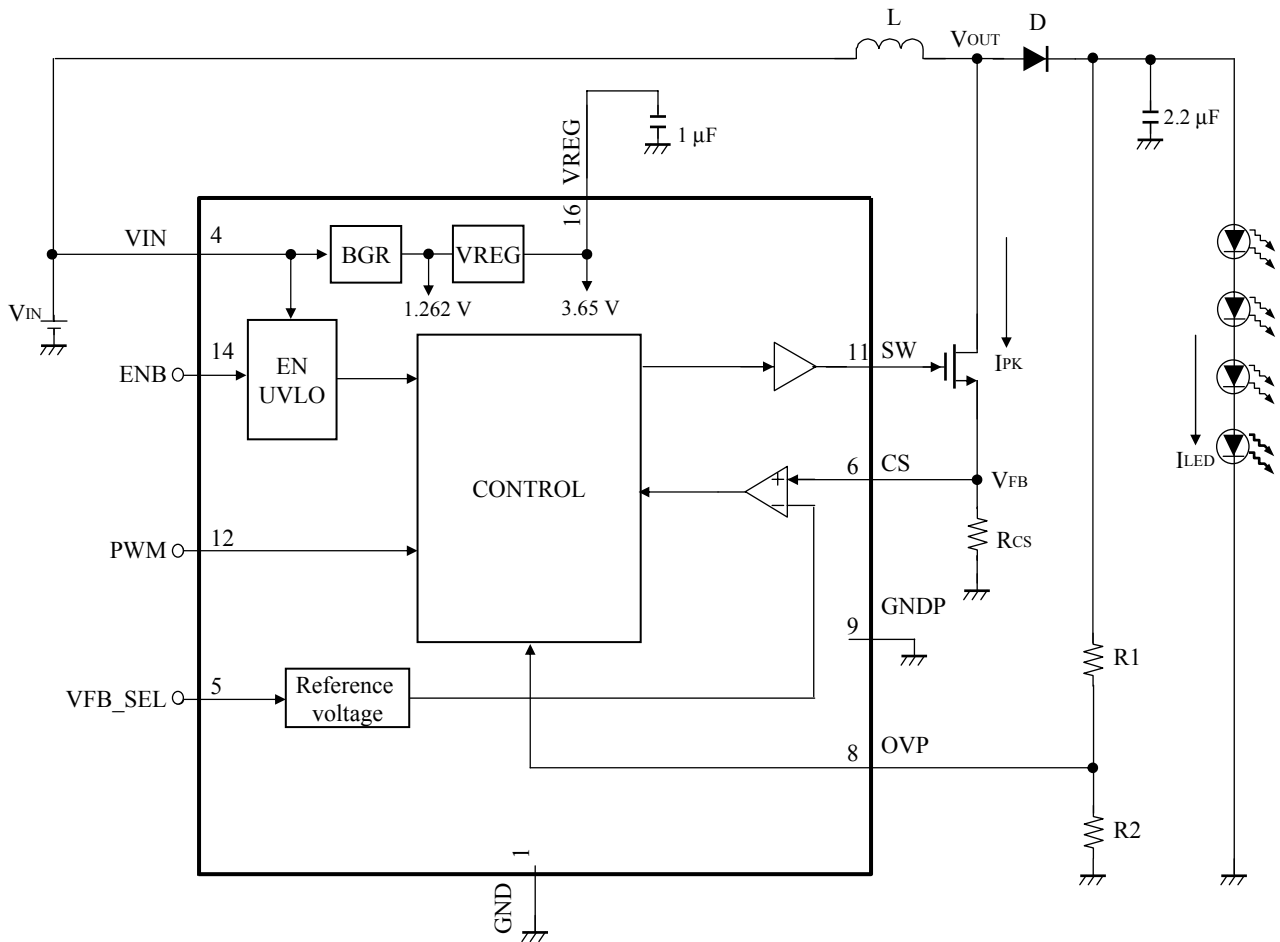
■ 外形

- SO 16ピン プラスチックパッケージ (シュリンクSOPタイプ)

■ 構造

- Bi-CMOS IC

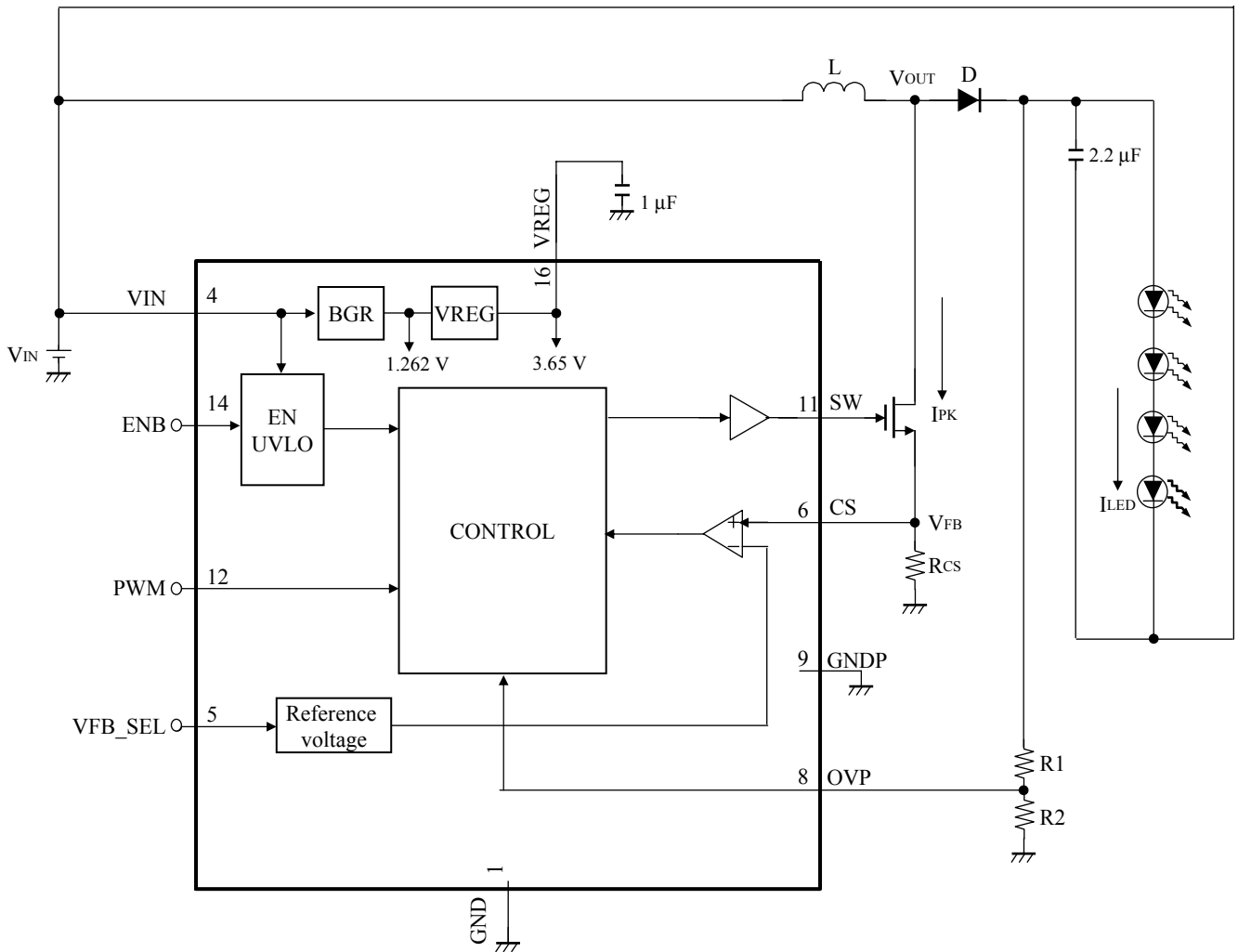
■ 応用回路例 (ブロック図)
 • 昇圧モード



- 注) • この応用回路は一例で、量産セットの動作を保証するものではありません。量産セットを設計する際は、十分に評価・検証を実施してください。
- CSピンの外付け抵抗は、 $\pm 1\%$ 精度のものをご使用ください。
 - VREGピンの外付け容量は、セラミックコンデンサ(Typ. $1 \mu F$, Min. $0.5 \mu F$)をご使用ください。
 - VOUTにショットキーダイオードをご使用ください。
 - ブロック図は、機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

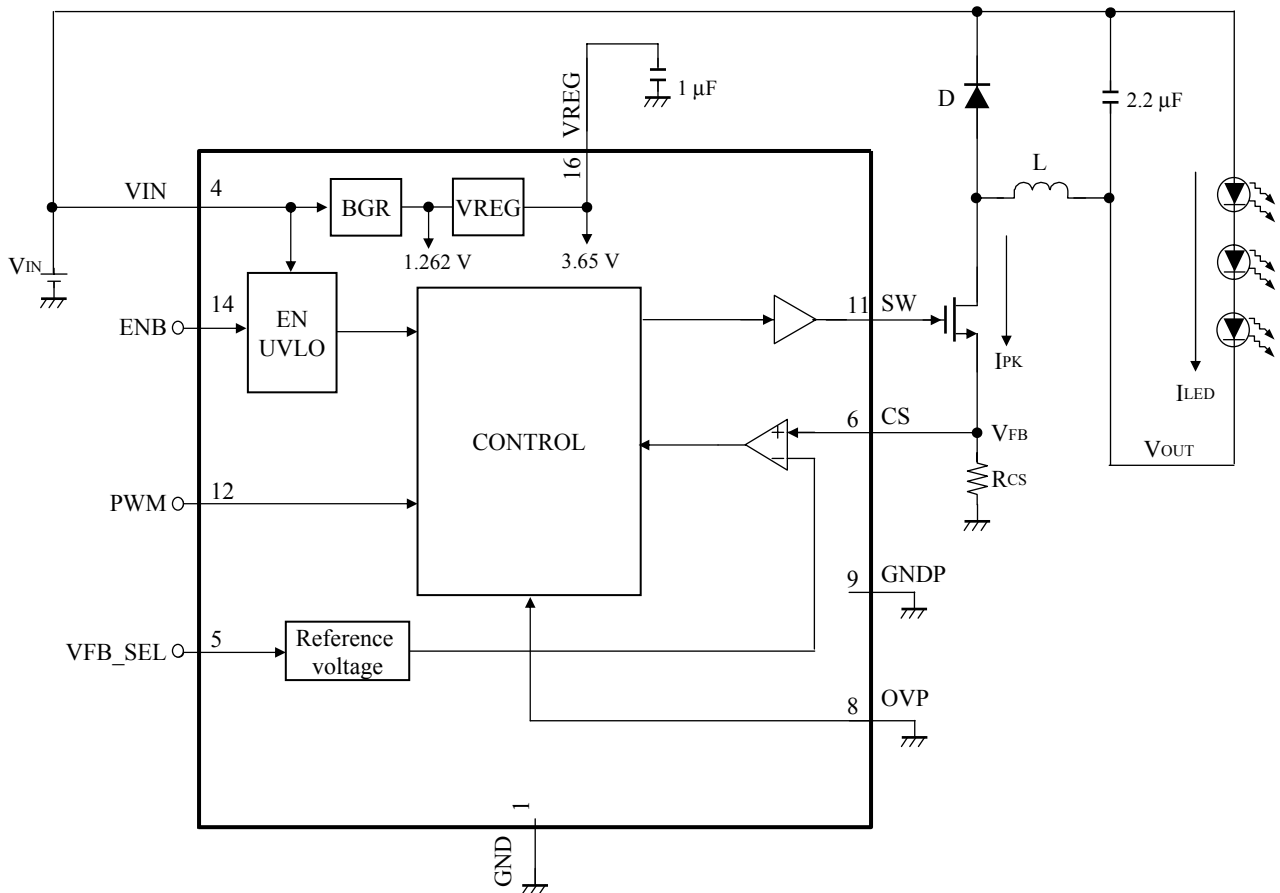
■ 応用回路例 (ブロック図) (つづき)

- 昇降圧モード



- 注)
- この応用回路は一例で、量産セットの動作を保証するものではありません。量産セットを設計する際は、十分に評価・検証を実施してください。
 - CSピンの外付け抵抗は、 $\pm 1\%$ 精度のものをご使用ください。
 - VREGピンの外付け容量は、セラミックコンデンサ(Typ. $1 \mu\text{F}$, Min. $0.5 \mu\text{F}$)をご使用ください。
 - VOUTにショットキーダイオードをご使用ください。
 - ブロック図は、機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

■ 応用回路例 (ブロック図) (つづき)
 • 降圧モード



- 注)
- この応用回路は一例で、量産セットの動作を保証するものではありません。量産セットを設計する際は、十分に評価・検証を実施してください。
 - CSピンの外付け抵抗は、 $\pm 1\%$ 精度のものをご使用ください。
 - VREGピンの外付け容量は、セラミックコンデンサ(Typ. $1 \mu\text{F}$, Min. $0.5 \mu\text{F}$)をご使用ください。
 - VOUTにショットキーダイオードをご使用ください。
 - ブロック図は、機能を説明するため、一部省略、簡素化している場合があります。

■ 端子説明

| Pin No. | 端子名 | Type | 説明 |
|---------|---------|--------|-----------------------------|
| 1 | GND | Ground | 接地 |
| 2 | N.C. | — | — |
| 3 | N.C. | — | — |
| 4 | VIN | 電源 | ICの電源 |
| 5 | VFB_SEL | Input | フィードバック電圧選択 |
| 6 | CS | Input | 電流感知 |
| 7 | N.C. | — | — |
| 8 | OVP | Input | 昇圧モード用過電圧保護入力。降圧モード時はGNDに接続 |
| 9 | GNDP | Ground | パワー接地 |
| 10 | N.C. | — | — |
| 11 | SW | Output | 外付けNMOSトランジスタゲート駆動パルス |
| 12 | PWM | Input | PWM調光制御 |
| 13 | N.C. | — | — |
| 14 | ENB | Input | スタンバイ On/Off制御 |
| 15 | N.C. | — | — |
| 16 | VREG | Output | レギュレータ出力 |

■ 絶対最大定格

注) 絶対最大定格は破壊しない限界を示す値であり、動作を保証するものではありません。

| A No. | 項目 | 記号 | 定格 | 単位 | 注 |
|-------|--------|-----------|------------|----|----|
| 1 | 電源電圧 | V_{DD} | 21 | V | *1 |
| 2 | GND電流 | I_{GND} | — | A | — |
| 3 | 許容損失 | P_D | 135 | mW | *2 |
| 4 | 動作周囲温度 | T_{opr} | -25 ~ +85 | °C | *3 |
| 5 | 保存温度 | T_{stg} | -55 ~ +125 | °C | *3 |

注) *1: 絶対最大定格, 許容損失を超えない範囲で使用した場合は示します。

*2: 許容損失は, $T_a = 85^\circ\text{C}$ でのパッケージ単体の値を示します。

実使用時, ■ 技術資料・ $P_D - T_a$ 特性図を参照のうえ, 電源電圧, 負荷, 周囲温度条件に基づき, 許容値を超えないよう十分なマージンを持った熱設計をお願いします。

*3: 許容損失, 動作周囲温度および保存温度の項目以外はすべて $T_a = 25^\circ\text{C}$ とします。

■ 動作電源電圧範囲

| 項目 | 記号 | 範囲 | 単位 | 注 |
|-----------------------|-----------|----------|----|----|
| 電源電圧範囲 | V_{IN} | 3.0 ~ 20 | V | *1 |
| 電源電圧範囲 (昇圧モード/昇降圧モード) | V_{IN1} | 3.0 ~ 12 | V | *1 |
| 電源電圧範囲 (降圧モード) | V_{IN2} | 3.0 ~ 20 | V | *1 |

注) *1: 絶対最大定格, 許容損失を超えない範囲で使用した場合は示します。

■ 許容端子電圧範囲

- 注)
 - 許容端子電流電圧範囲は破壊しない限界を示す範囲であり、動作を保証するものではありません。
 - 定格電圧値はGNDに対する各端子の電圧です。
 - V_{IN} は、VINピンの電圧です。
 - 下記に記載のない端子には外部からの電圧や電流の入力を禁止します。

| Pin No. | 端子名 | 定格電圧 | 単位 | 注 |
|---------|---------|------------------|----|----|
| 4 | VIN | -0.3 ~ 20 | V | *1 |
| 5 | VFB_SEL | -0.3 ~ 5.5 | V | — |
| 6 | CS | -0.3 ~ V_{REG} | V | *2 |
| 8 | OVP | -0.3 ~ V_{REG} | V | *2 |
| 11 | SW | -0.3 ~ V_{REG} | V | *2 |
| 12 | PWM | -0.3 ~ 5.5 | V | *2 |
| 14 | ENB | -0.3 ~ V_{IN} | V | *1 |
| 16 | VREG | -0.3 ~ 4.3 | V | *2 |

- 注) *1: V_{IN} は、20 Vを超えてはいけません。
 *2: V_{REG} は、4.3 Vを超えてはいけません。

■ 電气的特性 $V_{IN} = 6\text{ V}$, $ENB = 6\text{ V}$, $PWM = V_{REG}$

注) 特に規定のない限り周囲温度は $T_a = 25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

| B No. | 項目 | 記号 | 条件 | 許容値 | | | 単位 | 注 |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|--|----------------------|-----|----------------------|---------------|---|
| | | | | Min | Typ | Max | | |
| 回路消費電流 | | | | | | | | |
| 1 | スタンバイ電流 | I_{STB} | $ENB = 0\text{ V}$ | — | — | 10 | μA | — |
| 2 | 動作消費電流 | I_{CC} | $ENB = V_{IN}$ 無負荷 | — | — | 1 | mA | — |
| ENABLE (ENB), VFB_SEL, PWM制御機能 | | | | | | | | |
| 3 | ENB "H"ロジック入力 | V_{ENBH} | — | 3 | — | V_{IN} | V | — |
| 4 | ENB "L"ロジック入力 | V_{ENBL} | — | 0 | — | 0.3 | V | — |
| 5 | VFB_SEL "H"ロジック入力 | $V_{VFBSELH}$ | — | $0.7 \times V_{REG}$ | — | 5 | V | — |
| 6 | VFB_SEL "L"ロジック入力 | $V_{VFBSELL}$ | — | 0 | — | $0.3 \times V_{REG}$ | V | — |
| 7 | PWM "H"ロジック入力 | V_{PWMH} | — | $0.7 \times V_{REG}$ | — | 5 | V | — |
| 8 | PWM "L"ロジック入力 | V_{PWML} | — | 0 | — | $0.3 \times V_{REG}$ | V | — |
| 入力ピン消費電流 | | | | | | | | |
| 9 | Enable入力電流 | I_{ENB} | $ENB = 6\text{ V}$ | — | — | 25 | μA | — |
| 出力ドライバ | | | | | | | | |
| 10 | SW "H"ロジック出力 | V_{SWH} | SW output High logic; MOSFET ON condition | $0.7 \times V_{REG}$ | — | $V_{REG} + 0.2$ | V | — |
| 11 | SW "L"ロジック出力 | V_{SWL} | SW output Low logic; MOSFET OFF condition | -0.2 | — | 0.2 | V | — |
| 低電圧ロックアウト (UVLO) | | | | | | | | |
| 12 | 低電圧保護値 | V_{UVLOON} | V_{IN} Falling SW OFF; $V_{REG} =$ 無負荷 | 1.9 | 2.1 | 2.3 | V | — |
| 13 | 低電圧保護ヒステリシス幅 | $V_{UVLOHYS}$ | V_{IN} Rising SW ON – V_{IN} Falling SW OFF; $V_{REG} =$ 無負荷 | 0.1 | 0.3 | 0.5 | V | — |

■ 電気的特性 (設計参考値) $V_{IN} = 6\text{ V}$ 注) 特に規定のない限り周囲温度は $T_a = 25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$

本特性は設計上の参考値であり、検査による全数保証はできていません。万一、問題が発生した場合は、誠意をもって対応します。

| B No. | 項目 | 記号 | 条件 | 参考値 | | | 単位 | 注 |
|-----------------|----------------|------------|--|------|------|------|---------------|---|
| | | | | Min | Typ | Max | | |
| 基準電圧制御 | | | | | | | | |
| 14 | VFB基準電圧1 | V_{VFB1} | VFB_SEL = High OVP = 0 V (降圧モード) | 196 | 202 | 208 | mV | — |
| 15 | VFB基準電圧2 | V_{VFB2} | VFB_SEL = Low OVP = 0 V (降圧モード) | 24 | 32 | 40 | mV | — |
| 過電圧保護 (昇圧モードのみ) | | | | | | | | |
| 16 | 過電圧保護スレッシュホールド | V_{OVP} | $R1 = 470\text{ k}\Omega, R2 = 30\text{ k}\Omega$ | 18 | 21 | 24 | V | — |
| 出力ドライバ | | | | | | | | |
| 17 | ドライバOff時間 | T_{OFF} | SWピンのoff時間を固定 | 0.5 | 1 | 2 | μs | — |
| 18 | 最大動作周波数 | F_{Max} | — | — | — | 1.5 | MHz | — |
| レギュレータ電圧 (VREG) | | | | | | | | |
| 19 | VREG出力電圧 | V_{REG} | $4\text{ V} \leq V_{IN} \leq 20\text{ V}$ 無負荷 $CVREG = 1\text{ }\mu\text{F}$ | 3.45 | 3.65 | 3.85 | V | — |
| 効率 | | | | | | | | |
| 20 | 効率 | Eff | $V_{IN} = 6\text{ V}$ 1 LED of $V_F = 3.7\text{ V}$ $I_{LED} = 400\text{ mA}$ VFB_SEL = High OVP = 0 V (降圧モード) | — | 90 | — | % | — |

■ コントロール端子モード表

注) 制御電圧の保持範囲は、■ 電気的特性、B No. 3, 4, 5, 6, 7 and 8 を参照ください。

| Pin No. | 説明 | 端子電圧 | | 備考 |
|---------|----------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | Low | High | |
| 5 | VFB_SEL ON/OFF | $V_{FB} = 32 \text{ mV}$ | $V_{FB} = 202 \text{ mV}$ | フィードバック電圧選択 |
| 12 | PWM ON/OFF | PWM OFF | PWM ON | PWMを使用しないとき、フローティングのままにする |
| 14 | ENB ON/OFF | STANDBY | OPERATING | スタンバイ / 動作モード制御 |

■ 電気的特性の測定方法

| C No. | 項目 | 入力 | | 出力 | | Switch | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------|---|---------|--------------------|--------|----|----|----|----|----|
| | | Pin No. | 条件 | Pin No. | 条件 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| 回路消費電流 | | | | | | | | | | | |
| 1 | スタンバイ電流 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = 0 V PWM = 0 V VFB_SEL = 0 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 4 | スタンバイ消費電流 | 5 | 5 | 5 | 2 | 2 | 1 |
| 2 | 動作消費電流 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V _{IN} PWM = 0 V VFB_SEL = 0 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 4 | 消費電流 | 2 | 5 | 5 | 2 | 2 | 1 |
| ENABLE (ENB), VFB_SEL, PWM制御機能 | | | | | | | | | | | |
| 3 | ENB "H" ロジック入力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = 0.30 V PWM = Hi-Z VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 16 | DC電圧を出力 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 4 | ENB "L" ロジック入力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = 3.0 V PWM = Hi-Z VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 16 | DC電圧を出力 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 5 | VFB_SEL "H" ロジック入力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V _{IN} PWM = Hi-Z VFB_SEL = 0.70 × V _{REG} OVP = 0 V CS = 100 mV SW = Hi-Z | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 6 | VFB_SEL "L" ロジック入力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V _{IN} PWM = Hi-Z VFB_SEL = 0.30 × V _{REG} OVP = 0 V CS = 100 mV SW = Hi-Z | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 7 | PWM "H" ロジック入力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V _{IN} PWM = 0.70 × V _{REG} VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |

■ 電気的特性の測定方法 (つづき)

| C No. | 項目 | 入力 | | 出力 | | Switch | | | | | |
|----------|-------------------|-------------------------------|---|---------|--------------------|--------|----|----|----|----|----|
| | | Pin No. | 条件 | Pin No. | 条件 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| 8 | PWM "L" ロジック入力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V_{IN} PWM = $0.30 \times V_{REG}$ VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 入力ピン消費電流 | | | | | | | | | | | |
| 9 | Enable入力電流 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V_{IN} PWM = Hi-Z VFB_SEL = 0 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 14 | 消費電流 | 2 | 1 | 5 | 2 | 2 | 1 |
| 出力ドライバ | | | | | | | | | | | |
| 10 | SW "H" ロジック出力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V_{IN} PWM = 3.65 V VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = 0 A | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 11 | SW "L" ロジック出力 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V_{IN} PWM = 0 V VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = 0 A | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 |

■ 電気的特性の測定方法 (つづき)

| C No. | 項目 | 入力 | | 出力 | | Switch | | | | | |
|------------------|------------------|-------------------------------|--|---------|--------------------|--------|----|----|----|----|----|
| | | Pin No. | 条件 | Pin No. | 条件 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| 低電圧ロックアウト (UVLO) | | | | | | | | | | | |
| 12 | 低電圧保護値 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V_{IN} PWM = Hi-Z VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 13 | 低電圧保護 ヒステリシス幅 | 14 12 5 8 6 11 | ENB = V_{IN} PWM = Hi-Z VFB_SEL = 3.65 V OVP = 0 V CS = 0 V SW = Hi-Z | 11 | DC電圧を出力 / 1 MHz | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |

■ 技術資料

• 入出力部の回路図および端子機能の説明

注) 下記特性は設計上の参考値であり、保証値ではありません。

| Pin No. | 波形・電圧 | 内部回路 | インピーダンス | 説明 |
|---------|----------------------|------|----------|------------------------|
| 1 | GND | — | — | 接地 |
| 2 | — | — | — | 接続なし |
| 3 | — | — | — | 接続なし |
| 4 | DC (3 V ~ 20 V) | — | Z : Low | VIN ICの電源 |
| 5 | DC (0 V ~ 5 V) | | Z : Hi-Z | VFB_SEL フィードバック電圧選択 |
| 6 | DC (0 V ~ 250 mV) | | Z : Hi-Z | CS 電流感知 |

■ 技術資料 (つづき)

● 入出力部の回路図および端子機能の説明 (つづき)

注) 下記特性は設計上の参考値であり、保証値ではありません。

| Pin No. | 波形・電圧 | 内部回路 | インピーダンス | 説明 |
|---------|-----------------------|------|------------|---|
| 7 | — | — | — | 接続なし |
| 8 | DC (0 V ~ 1.26 V) | | Z : Hi-Z | OVP 昇圧/昇降圧モード用過電圧 保護入力 降圧モード時はGNDに接続 |
| 9 | GNDP | — | — | 地上電源 |
| 10 | — | — | — | 接続なし |
| 11 | パルス (0 V ~ 3.65 V) | | Z : Hi-Z | SW 外付けNMOSトランジスタ ゲート駆動パルス |
| 12 | パルス (0 V ~ 5 V) | | Z : 170 kΩ | PWM PWM調光制御 |

■ 技術資料 (つづき)

• 入出力部の回路図および端子機能の説明 (つづき)

注) 下記特性は設計上の参考値であり、保証値ではありません。

| Pin No. | 波形・電圧 | 内部回路 | インピーダンス | 説明 |
|---------|---------------------|------|------------|----------------------|
| 13 | — | — | — | 接続なし |
| 14 | DC (3 V ~ 20 V) | | Z : 402 kΩ | ENB スタンバイOn/Off制御 |
| 15 | — | — | — | 接続なし |
| 16 | DC (Typ. 3.65 V) | | Z : Hi-Z | VREG レギュレータ出力 |

■ 技術資料 (つづき)

• 機能と特性説明

(1) 概要

AN30888Aは定電流のLED駆動ICです。外付けMOSFETとの構成で昇圧 / 昇降圧 / 降圧のDCDC制御として使います。本使用は3 V ~ 20 Vの幅広い入力電圧に対応しています。動作モードは駆動するLEDの数と使用する電源電圧に依存します。

基本的な考え方は以下の通りです。

駆動LEDの順方向低下電圧の合計が電源電圧よりも高い場合は、昇圧モードが適応されます。駆動LEDの順方向低下電圧の合計が電源電圧よりも低い場合は、降圧モードが適応されます。駆動LEDの順方向低下電圧の合計が電源電圧と近い場合は、昇降圧モードが適応されます。それぞれの動作モードは自ら設定するという事に注意してください。

出力LED電流は、動作モード、外付けMOSFETの特性と使用される R_{CS} 抵抗に依存し、0 A ~ 数Aまで駆動可能です。

制御は、電流モードFixed-Off-Time (FOT) 方式を採用しています。

LED電流を決定する V_{FB} 基準電圧は、降圧モード時に、VFB_SELピンによって32 mV、もしくは202 mVの設定にします。

V_{FB} 電圧を32 mVに設定することで、 R_{CS} 抵抗の低電力消費により高効率を実現できます。202 mVの設定ではLED電流の精度を上げることができます。

(2) スタンバイ可能機能

ENBピンを"L"にすることで、AN30888Aがスタンバイモードに入ります。この間、ICは小電流(10 μ A以下)をVCCから消費し、バッテリー寿命を延ばすことができます。昇圧モードでは、スタンバイモード時に外付けMOSFETはONしませんが、入力とLED間にはインダクタとショットキー・ダイオードを経由した、昇圧モードを動作させるためのDC電流パスが存在します。

したがって、スタンバイモード時にLEDを光らせないために、LEDの最低順方向降下電圧(LEDが複数の場合はその合計)が最高入力電圧以上である必要があります。

■ 技術資料 (つづき)
 ● 機能と特性説明 (つづき)

(3) 内部レギュレータ

内部3.65 Vレギュレータは、本ICの内部コア回路の電源として使用されています。
 このレギュレート電圧 V_{REG} は、 V_{IN} が約4 V～20 Vの時に供給されます。 V_{IN} が4 V以下の時、レギュレータは、 V_{IN} に近い出力電圧で、 V_{IN} 電圧に追従して作動します。 V_{IN} 追従モードの間、 V_{IN} からのドロップ電圧量は、レギュレータの負荷電流、またICの許容値に依存します。この動作モード中、レギュレータ出力電圧は、通常 V_{IN} より約0.3 V低くなります。
 IC内に安定なレギュレート電圧を供給するため、VREGピンに1 μ Fの外部コンデンサを付ける必要があります。このレギュレータは、約15 mAの電流能力がありますが、外部電源電圧として設計されていないので、VREGピンに約0.5 mA以上の外部負荷の接続を禁止します。

(4) 出力設定の考慮

昇圧、および降圧モードの出力電圧、 V_{OUT} は、下記の方程式より設定されます。

$$V_{OUT} = (V_F \times N_{LEDs} + V_D) \dots\dots\dots \text{Eq[1]} \quad (\text{昇圧モード})$$

$$V_{OUT} = (V_{IN} - V_F \times N_{LEDs}) \dots\dots\dots \text{Eq[2]} \quad (\text{降圧モード})$$

$$V_{OUT} = (V_F \times N_{LEDs} + V_D + V_{IN}) \dots\dots\dots \text{Eq[3]} \quad (\text{昇降圧モード})$$

V_{IN} : 電池, または入力電源電圧
 V_F : LED順方向降下電圧
 N_{LEDs} : 直列接続のLEDの数
 V_D : ショットキー・ダイオード順方向電圧

昇圧と昇降圧モードにおいて、 V_{OUT} 設定は、外付けMOSFETのドレイン-ソース間破壊電圧より低くする必要があります。
 ((11)をご参照下さい。) V_{OUT} は、過電圧保護(Over Voltage Protection Threshold)の閾値より低くする必要があります。((9)をご参照下さい。)

降圧モードにおいて、 V_{OUT} 設定は、要求される駆動電流に適した外付けMOSFETのための十分なマージンを考慮する必要があります。

■ 技術資料 (つづき)

● 機能と特性説明 (つづき)

(5) フィードバック電圧 V_{FB} (CSピン)

V_{FB} 電圧はIC内部で生成され、CSピンに出力されます。入力ピーク電流 I_{PK} 、およびLED出力電流 I_{LED} は、この V_{FB} 電圧によりユーザー側で調整できます。この電圧は、VFB_SELピンの設定により変更できます。

昇圧モード/昇降圧モードの動作では、 V_{FB} は V_{IN} に反比例しています。電源電圧 V_{IN} が下がると V_{FB} が上がることによって、電源電圧低下時にも正確なLED電流が保たれます。

降圧モードの動作では、 V_{FB} 電圧は、VFB_SELピンが"H"か"L"により202 mVか32 mVに設定されます。

下記は V_{IN} に対する V_{FB} の電圧を示します。詳細はグラフのデータをご参照下さい。

昇圧モードと昇降圧モード:

| | |
|-----------------------------|---|
| $V_{FB} = 116 \text{ mV}$ | (When VFB_SEL = High ; $V_{IN} = 6 \text{ V}$) |
| $V_{FB} = 50 \text{ mV}$ | (When VFB_SEL = Low ; $V_{IN} = 6 \text{ V}$) |
| $V_{FB} = 198.3 \text{ mV}$ | (When VFB_SEL = High ; $V_{IN} = 3 \text{ V}$) |
| $V_{FB} = 88 \text{ mV}$ | (When VFB_SEL = Low ; $V_{IN} = 3 \text{ V}$) |

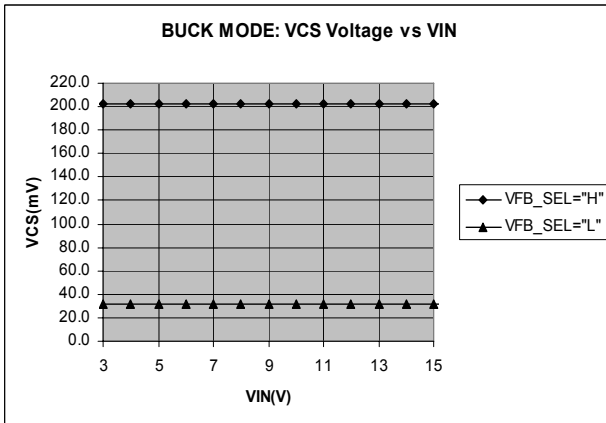
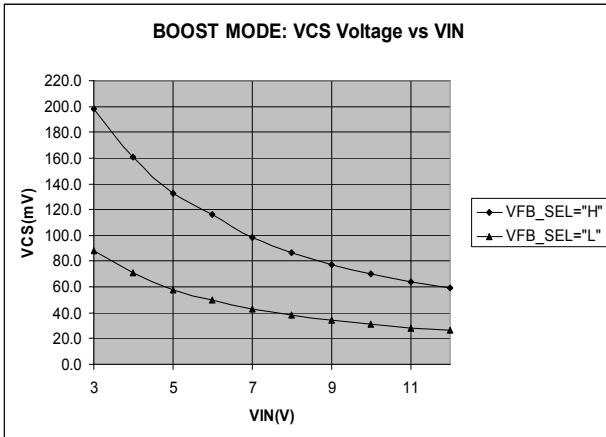
降圧モード:

| | |
|---------------------------|---|
| $V_{FB} = 202 \text{ mV}$ | (When VFB_SEL = High, for all V_{IN} level) |
| $V_{FB} = 32 \text{ mV}$ | (When VFB_SEL = Low, for all V_{IN} level) |

従って、VFB_SEL = "L"で、 V_{FB} 電圧を低く設定することにより全体的な効率を上げることができます。また、VFB_SEL = "H"に設定することで、精度を上げることができます。

■ 技術資料 (つづき)
 ● 機能と特性説明 (つづき)

(5) フィードバック電圧 V_{FB} (CSピン) (つづき)



| V_{IN} (V) | Boost mode/ Buck-Boost mode | | Buck mode | |
|--------------|--------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| | VFB_SEL = High | VFB_SEL = Low | VFB_SEL = High | VFB_SEL = Low |
| | V_{FB} (mV) | V_{FB} (mV) | V_{FB} (mV) | V_{FB} (mV) |
| 3 | 198.3 | 88.0 | 202 | 32 |
| 4 | 161.0 | 71.0 | 202 | 32 |
| 5 | 132.3 | 57.7 | 202 | 32 |
| 6 | 116.0 | 50.0 | 202 | 32 |
| 7 | 98.3 | 43.0 | 202 | 32 |
| 8 | 86.3 | 38.0 | 202 | 32 |
| 9 | 77.3 | 34.0 | 202 | 32 |
| 10 | 70.0 | 31.0 | 202 | 32 |
| 11 | 64.0 | 28.3 | 202 | 32 |
| 12 | 59.0 | 26.3 | 202 | 32 |
| 13 | N.A | N.A | 202 | 32 |
| 14 | N.A | N.A | 202 | 32 |
| 15 | N.A | N.A | 202 | 32 |

■ 技術資料 (つづき)
 ● 機能と特性説明 (つづき)

(6) インダクタの選択

インダクタ値Lは、必要なインダクタのリプル電流より設定されます。

一般的な傾向として、低いインダクタ値のインダクタサイズは小さいですが、入力リプル電流は大きくなります。同じように、高いインダクタ値のインダクタサイズは大きいですが、入力リプル電流は小さいです。

飽和せずにピーク電流 I_{PK} を流せるインダクタの選択を推奨します。また、動作効率を上げるために直列抵抗値の低いインダクタの選択を推奨します。

インダクタを通る最大振幅リプル電流を30%にすることに基づいた場合、以下の式はインダクタを選択する際の一般的なガイドラインです。

$$L = \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \times T_{OFF}}{0.3 \times I_{IN}} \dots\dots\dots \text{Eq[4]} \quad (\text{昇圧モード, 昇降圧モード})$$

$$L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times T_{OFF}}{0.3 \times I_{LED}} \dots\dots\dots \text{Eq[5]} \quad (\text{降圧モード})$$

V_{OUT} = 出力電圧

V_{IN} = 入力電源電圧

T_{OFF} = 1 μ sでのFixed-Off-Time設計

I_{LED} = LED出力電流

I_{IN} は、電源電圧からの入力電流

0.3の係数は、最大振幅リプル電流のパーセンテージにより変わります。
 (例：最大振幅リプル電流が40%であれば、この係数は0.4です。)

■ 技術資料 (つづき)

• 機能と特性説明 (つづき)

(7) 出力LED電流の設定と電流感知抵抗 R_{CS} の選択

本ICのLED電流は、CSピンに使用される適切な R_{CS} 抵抗の選択により簡単に設定できます。

昇圧モードと昇降圧モード:

R_{CS} 抵抗は下記のように設定できます。

まず、使用条件より入力電流 I_{IN} の算出:

$$I_{IN} = (V_{OUT} + V_D) \times (I_{LED} / V_{IN}) \dots\dots\dots \text{Eq[6]} \quad (\text{昇圧モード, 昇降圧モード})$$

V_{OUT} = 出力電圧

V_D = ショットキー・ダイオード順電圧

I_{LED} = 必要LED電流

V_{IN} = 入力電源電圧

これにより、最大入力電流 I_{PK} を、 I_{IN} とインダクタでの最大振幅リップル電流の半分との合計で、算出できます。

$$I_{PK} = I_{IN} + \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \times T_{OFF}}{2L} \dots\dots\dots \text{Eq[7]} \quad (\text{昇圧モード, 昇降圧モード})$$

T_{OFF} = 1 μ sでのFixed-Off-Time設計

L = ((6)インダクタの選択)でのインダクタ選択値

V_{OUT} = 出力電圧

V_{IN} = 入力電源電圧

I_{IN} = 入力電流, Eq[6]での算出値

最後に、 R_{CS} 抵抗は下記の式より算出できます。

$$R_{CS} = \frac{V_{FB}}{I_{PK}} \dots\dots\dots \text{Eq[8]} \quad (\text{昇圧モード, 昇降圧モード})$$

V_{FB} = CSピンでの電圧。各入力電圧条件での V_{FB} 電圧についてはデータグラフをご参照下さい。

最大入力電流 I_{PK} = Eq[7]での結果

例) 動作条件:

$$V_{IN} = 6 \text{ V}, V_{OUT} = 10 \text{ V}, I_{LED} = 500 \text{ mA}, T_{OFF} = 1 \mu\text{s}, L = 16 \mu\text{H}, V_D = 0.4 \text{ V}, V_{FB} = 0.1 \text{ V}@V_{IN} = 6 \text{ V}$$

$$\text{Eq[6]より: } I_{IN} = (10 + 0.4) \times (0.5 / 6) = 0.8667 \text{ A}$$

$$\text{Eq[7]より: } I_{PK} = 0.8667 + \frac{(10 - 6) \times 1\mu}{2 \times 16\mu} = 0.9971 \text{ A}$$

$$\text{Eq[8]より: } R_{CS} = \frac{0.1}{0.9917} = 100.8 \text{ m}\Omega$$

■ 技術資料 (つづき)
 ● 機能と特性説明 (つづき)

(7) 出力LED電流の設定と電流感知抵抗 R_{CS} の選択 (つづき)

降圧モード:

R_{CS} 抵抗は、下記のように設定できます。

まず、最大入力電流 I_{PK} を下記Eq[9]より算出します。降圧モードの時、最大電流感度は、LEDの平均出力電流とインダクタにおける実際の振幅リップル電流の半分との合計で算出できます。

$$I_{PK} = I_{LED} + \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times T_{OFF}}{2L} \dots\dots\dots \text{Eq[9]} \quad (\text{降圧モード})$$

V_{OUT} = 出力電圧

V_{IN} = 入力電源電圧

T_{OFF} = 1 μ sでのFixed-Off-Time設計

I_{LED} = LED出力電流

L = ((6)インダクタの選択)でのインダクタ選択値

最後に、 R_{CS} 抵抗は下記の式より算出できます。

$$R_{CS} = \frac{V_{FB}}{I_{PK}} \dots\dots\dots \text{Eq[10]} \quad (\text{降圧モード})$$

V_{FB} = CSピンでの電圧。各入力電圧条件での V_{FB} 電圧についてはデータグラフをご参照下さい。
 最大入力電流 I_{PK} = Eq[9]での結果

例) 動作条件:

$$V_{IN} = 12 \text{ V}, V_{OUT} = 2 \text{ V}, I_{LED} = 500 \text{ mA}, T_{OFF} = 1 \mu\text{s}, L = 66 \mu\text{H}, V_{FB} = 0.2 \text{ V}$$

$$\text{Eq[9]より: } I_{PK} = 0.5 + \frac{(12 - 2) \times 1\mu}{2 \times 66\mu} = 0.575 \text{ A}$$

$$\text{Eq[10]より: } R_{CS} = \frac{0.2}{0.575} = 348 \text{ m}\Omega$$

インダクタ、ダイオード、その他の要素偏差により、 I_{PK} が計算値よりも高く、または低くなる可能性があることに注意して下さい。本ICを使用の際、正確な I_{LED} を得るために、計算された値から R_{CS} 値を微調整する必要があるかもしれません。必要な R_{CS} 値を設計するときには、CSピンからGNDへの基板の寄生インピーダンスを含めた、総インピーダンスに注意して下さい。 I_{LED} が大きい場合には特に重要です。それは、CSピンからの総インピーダンス中で、 R_{CS} が小さくなり、寄生インピーダンスが大きく見えるからです。

■ 技術資料 (つづき)
• 機能と特性説明 (つづき)

(8) ソフトスタート

起動の際に大きな突入電流を避けるため、本ICにはソフトスタート機能が搭載されています。ENBを"H"にした後、出力インダクタ電流と出力電圧は、初期条件からゆっくり上昇することにより、スムーズなスタートアップを確保し、突入電流の発生を最小限に抑えます。

(9) 過電圧保護 (OVP)

昇圧モード、または昇降圧モードで動作する時に、OPEN LED状態などの場合、ICまたは外付け部品の破壊を避けるため、それを保護する過電圧保護が必要となります。OVPは外付けパワーMOSFETをOFFし、出力が、設定した過電圧保護電圧より上昇するのを防止します。出力電圧は、外付け部品の定格電圧に制限されます。(例：外付けMOSFETや出力コンデンサのドレイン・ソース定格電圧)。OVPは、抵抗分割を介した出力電圧と、内蔵された基準電圧1.26 Vを比較することで、動作します。

OVPは、下記の式より設定されます。

$$V_{OVP} = \frac{1.262 \text{ V} \times (R1 + R2)}{R2} \dots\dots\dots \text{Eq[11]} \quad (\text{昇圧モード, 昇降圧モード})$$

R1 = 470 kΩ, R2 = 30 kΩの場合、OVPの閾値は、約21 Vに設定されます。OVP動作時、出力電圧は、異常動作(LEDがOPEN状態など)を脱するまで、この閾値(ヒステリシス電圧は約1 V~2 V)でクランプされます。

降圧モードで動作する場合、OVP機能は必要ないので、必ずOVPピンをGNDへ接続し、無効にしてください。

■ 技術資料 (つづき)
 ● 機能と特性説明 (つづき)

(10) 低電圧ロックアウト (UVLO)

低電圧ロックアウト機能は、2.1 Vより低い電源電圧での動作を防止します。
 この機能により、電源電圧 V_{IN} が推奨入力レンジより低い電圧になる時、ICの誤動作を防止することができます。電源電圧が、このロックアウト電圧値2.1 Vより低下すると、DCDCの外付けMOSFETがOFFされます。電源電圧が2.4 V以上に上昇すると、デバイスの動作は復帰します。つまり、内蔵されているヒステリシス幅電圧は、約0.3 Vです。

(11) パワーMOSFETの考慮

パワーMOSFETを選択する際、ゲート・ソース、ドレイン・ソースの破壊電圧、総ゲート容量、ON抵抗、およびドレイン電流定格などのパラメータを、考慮する必要があります。
 ICが昇圧モードでパワーONされる場合、LEDを駆動する出力電圧はパワーMOSFETのドレイン・ソース電圧に影響します。そのため、この出力電圧に対応できる適切なMOSFETの選択を推奨します。また、出力とドレイン・ソース電圧は、(9)で説明したOVP回路によりクランプされ、保護されます。
 選択されるMOSFETのゲート容量は、3 nF以下が理想的です。

(12) PWMの動作

PWM信号は外部で生成され、本ICのPWMピンに入力されます。このPWM信号は、出力ドライバをON・OFFにすることにより、PWM信号のデューティサイクルに比例した平均LED電流を出力できます。

$$I_{LED(avg)} = I_{LED} \times Duty \dots \dots \dots Eq[12] \quad \text{(昇圧 / 昇降圧 / 降圧 モード)}$$

$I_{LED(avg)}$ = PWM入力後のLEDの平均出力電流
 I_{LED} = (7)に設定された名目LED電流
 Duty = PWM信号のON時間と合計時間の比率

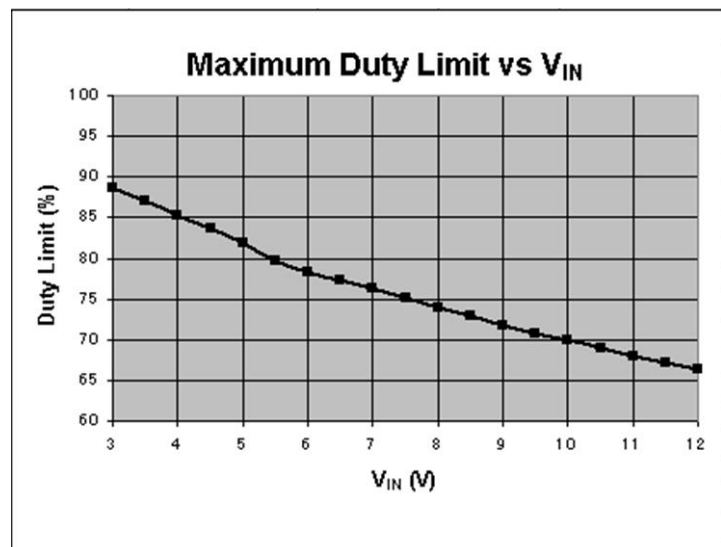
コンバータ出力の立ち上がり・立ち下がり時間によるエラーを最小限にするため、PWM周波数1 kHz以下を推奨します。

■ 技術資料 (つづき)
 ● 機能と特性説明 (つづき)

(13) 最大デューティ動作

昇圧、または昇降圧モードでICを動作させる時、最大Dutyの制限が必要です。これは、出力電圧の異常動作を防ぐためです。降圧モードでは、SWピンが100%デューティでスイッチングできるので、最大デューティ制限は必要ありません。昇圧と昇降圧動作の最大デューティと電源電圧 V_{IN} について、下記グラフをご参照下さい。

| Boost/Buck-boost mode | |
|-----------------------|----------------|
| V_{IN} (V) | Duty Limit (%) |
| 3.0 | 88.73 |
| 3.5 | 87.09 |
| 4.0 | 85.27 |
| 4.5 | 83.58 |
| 5.0 | 81.99 |
| 5.5 | 79.79 |
| 6.0 | 78.40 |
| 6.5 | 77.38 |
| 7.0 | 76.25 |
| 7.5 | 75.19 |
| 8.0 | 73.92 |
| 8.5 | 72.89 |
| 9.0 | 71.78 |
| 9.5 | 70.83 |
| 10.0 | 69.91 |
| 10.5 | 68.90 |
| 11.0 | 67.97 |
| 11.5 | 67.09 |
| 12.0 | 66.33 |



(14) 最小デューティ動作

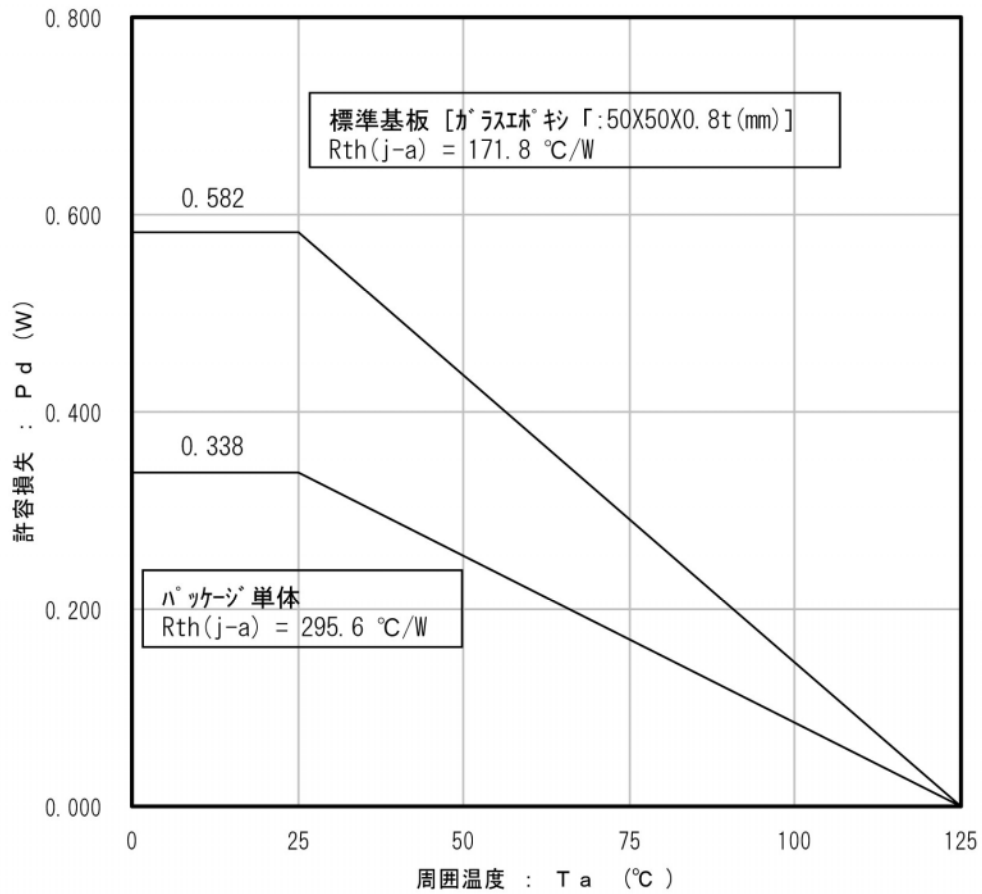
寄生容量、インダクタンス、外付パワーMOSFETゲート駆動電流は、外付けMOSFETがONになる時、電流感知(CS)ピン電圧にスパイクを発生させます。このスパイクによってON時間が早く終了することを防ぐため、IC内部で100 nsの時定数が設計されています。この100 ns時定数は、全動作モードにとって、約9%の最小限デューティに相当します。

特に、低い I_{LED} 電流状態で動作する時(例： R_{CS} は 0.8Ω 以上)、CS電圧に発生するスパイクを更に小さくするため、 V_{FB} ノードとCSピンの間に外付けRCフィルタを用いてローパスフィルタとし、CSピンに入るスパイクノイズを除去することが可能です。このRCフィルタの時定数は、寄生スパイクを小さくすることができ、かつCS電圧に影響を及ぼさないような、適切な設定にして下さい。

動作モード、およびスパイクレベルにもよりますが、推奨RC値は、 $R = 10 \Omega \sim 1 \text{ k}\Omega$ 、 $C = 100 \text{ pF} \sim 500 \text{ pF}$ となります。

■ 技術資料(つづき)

-
- $P_D - T_a$
- 特性図



■ 使用上の注意

● ご使用にあたってのお願いと注意事項

1. 本ICは一般民生機器用[LED点灯装置]に使用されることを意図しています。
特別な品質、信頼性が要求され、その故障や誤動作が直接人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある下記のような用途へのご使用をお考えのお客様、および当社が意図した標準用途以外にご使用をお考えのお客様は、事前に当社営業窓口までご相談願います。ご相談なく使用されたことにより発生した損害などについては責任を負いかねますのでご了承ください。
 - (1) 宇宙機器 (人工衛星, ロケット, 等)
 - (2) 輸送車両の制御機器 (自動車, 航空機, 列車, 船舶, 等)
 - (3) 生命維持を目的とした医療機器
 - (4) 海底中継機器
 - (5) 発電所制御機器
 - (6) 防災・防犯装置
 - (7) 兵器
 - (8) その他 : (1)-(7)と同等の信頼性を必要とする用途
2. ご使用の際は、本ICの向きに注意してください。間違った向きで実装した場合には発煙、発火の恐れがありますので十分に注意してご使用ください。
3. 端子間短絡による破壊を防止するために、パターンレイアウトには十分ご注意ください。なお、本製品の端子配列については端子説明をご参照ください。
4. 半導体デバイスの端子間はまだブリッジなどで破壊することがありますので、電源印加前に十分にプリント基板の確認を行ってください。
また、実装後の運搬などではんだ屑などの導電性異物が付着した場合も、同様の破壊が発生する可能性がありますので、実装品質については十分に技術検証をお願いします。
5. 本製品は出力端子-V_{CC}間ショート(天絡)、出力端子-GND間ショート(地絡)、および出力端子間ショート(負荷ショート)、ピン間リーク等の異常状態が発生した場合に破壊し、場合によっては発煙する可能性がありますので、十分注意してご使用ください。また、電源の電流能力が高いほど、上記破壊、発煙が発生する可能性が高くなりますので、Fuseなどの安全対策を実施されることを推奨します。
6. 設計に際しては、絶対最大定格、動作保証条件(動作電源電圧、動作環境等)の範囲内でご使用ください。特に絶対最大定格に対しては、電源投入および遮断時、各種モード切替時などの過渡状態においても、超えることのないよう十分にご検討ください。保証値を超えてご使用された場合、その後に発生した機器の故障、欠陥については当社として責任を負いません。また、保証値内のご使用であっても、半導体製品について通常予測される故障発生率、故障モードをご考慮の上、当社製品の動作が原因でご使用機器が人身事故、火災事故、社会的な損害などを生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などのシステム上の対策を講じていただきますようお願いいたします。
7. 機種展開や新たなセットにご使用になる場合は、信頼性を含む安全性確認をセット毎に必ず十分に実施してください。
8. 本ICを用いた応用システムを設計する際、注意事項を十分確認の上設計してください。
本文中には説明に対する注意事項および使用上の注意事項がありますので、必ずお読みください。

本書に記載の技術情報および半導体のご使用にあたってのお願いと注意事項

- (1) 本書に記載の製品および技術情報を輸出または非居住者に提供する場合は、当該国における法令、特に安全保障輸出管理に関する法令を遵守してください。
- (2) 本書に記載の技術情報は、製品の代表特性および応用回路例などを示したものであり、それをもってパナソニック株式会社または他社の知的財産権もしくはその他の権利の許諾を意味するものではありません。したがって、上記技術情報のご使用に起因して第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責任を負うものではありません。
- (3) 本書に記載の製品は、一般用途(事務機器、通信機器、計測機器、家電製品など)および本書に個別に記載されている用途に使用されることを意図しております。
特別な品質、信頼性が要求され、その故障や誤動作が直接人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある用途
— 特定用途(航空・宇宙用、輸送機器、交通信号機器、燃焼機器、生命維持装置、安全装置など)へのご使用をお考えのお客様は、事前に当社営業窓口までご相談願います。ご相談なく使用されたことにより発生した損害などについては責任を負いかねますのでご了承ください。
- (4) 本書に記載の製品および製品仕様は、改良などのために予告なく変更する場合がありますのでご了承ください。したがって、最終的な設計、ご購入、ご使用に際しましては、事前に最新の製品規格書または仕様書をお求め願ひ、ご確認ください。
- (5) 設計に際しては、絶対最大定格、動作保証条件(動作電源電圧、動作環境等)の範囲内でご使用いただきますようお願いいたします。特に絶対最大定格に対しては、電源投入および遮断時、各種モード切替時などの過渡状態においても、超えることのないように十分なご検討をお願いいたします。保証値を超えてご使用された場合、その後に発生した機器の故障、欠陥については当社として責任を負いません。
また、保証値内のご使用であっても、半導体製品について通常予測される故障発生率、故障モードをご考慮の上、当社製品の動作が原因でご使用機器が人身事故、火災事故、社会的な損害などを生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などのシステム上の対策を講じていただきますようお願いいたします。
- (6) 製品取扱い時、実装時およびお客様の工程内における外的要因(ESD、EOS、熱的ストレス、機械的ストレス)による故障や特性変動を防止するために、使用上の注意事項の記載内容を守ってご使用ください。
また、防湿包装を必要とする製品は、保存期間、開封後の放置時間など、個々の仕様書取り交わしの折に決められた条件を守ってご使用ください。
- (7) 本書の一部または全部を当社の文書による承諾なしに、転載または複製することを堅くお断りいたします。