

# 最大 11 個の直列 LED 駆動可能 PWM 輝度制御付き 白色 LED ドライバ


**BD60A00NXX**
**BD60A60NXX**

## ●概要

本 IC は定電流で白色 LED を駆動することが可能な昇圧 DC/DC コンバータです。電流ばらつきのない直列接続とカレントモードによる高速過渡応答により安定した白色 LED 点灯を実現します。

また、IC 電源(2.7V~5.5V)とコイル電源(2.3V~20V)を分けることで、入力レンジを広げられ幅広いアプリケーションに対応できます。LED の灯数に併せて過電圧設定を選べるラインナップになっており、最大 11 灯が BD60A00NXX、最大 6 灯が BD60A60NXX となっています。

## ●特長

- 昇圧 DC/DC コンバータ
- LED11 灯駆動可能 ( $V_{OUT}=3.6V \times 11 + 0.7V = 40.3V$  <VF MAX=3.7V>)BD60A00NXX
- 外部 PWM 信号による輝度調整機能(PWM 周波数 = 100Hz~30kHz、25kHz 1%調光対応)
- DC 入力による輝度調整可能
- ソフトスタート機能(1ms Typ.)
- 豊富な保護回路
  - 過電圧保護
    - BD60A00NXX: 42V (Typ.)
    - BD60A60NXX: 28V (Typ.)
  - SBD オープン保護及び、出力ショート保護
  - 過電流保護
  - LED 端子過電圧保護
  - UVLO

## ●重要特性

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ■ 動作電源電圧範囲   | 2.7V~5.5V    |
| ■ LED 最大設定電流 | 30mA(Max.)   |
| ■ スイッチング周波数  | 600kHz(Typ.) |
| ■ 静止電流       | 0.1μA(Typ.)  |
| ■ 動作温度範囲     | -40°C~+85°C  |

## ●パッケージ W(Typ.) x D(Typ.) x H(Max.)

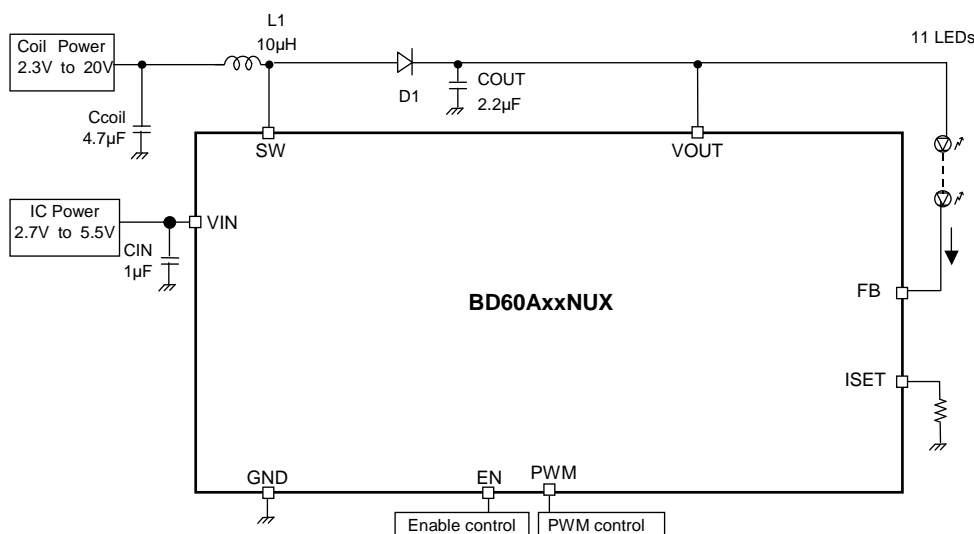

**VSON008X2030**

2.00mm x 3.00mm x 0.60mm

## ●用途

デジタルビデオカメラ、デジタル一眼レフカメラ、デジタルスチルカメラ、デジタルフォトフレーム、簡易型ナビゲーション(PND)、携帯電話、スマートフォン、MID、PDA、ハンドヘルドコンピュータ、MP3 プレーヤ、GPS、デジタルメディアプレーヤなど

## ●基本アプリケーション回路



## ●絶対最大定格

Parameter	Symbol	Ratings	Unit	Condition
端子電圧 1	VMAX1	7	V	VIN、EN、PWM、ISET 端子
端子電圧 2	VMAX2	45	V	FB、SW、VOUT 端子 BD60A00NUX
端子電圧 3	VMAX3	31	V	FB、SW、VOUT 端子 BD60A60NUX
動作温度範囲	Topr	-40 ~ +85	°C	
保存温度範囲	Tstg	-55 ~ +150	°C	
許容損失 1	Pd1	2000	mW	*1

\*1 Ta=25°C以上で使用する時は約 20mW/°Cで減じる。4 層(ローム標準基板)実装時。

## ●推奨動作範囲(Ta=-40°C~+85°C)

Parameter	Symbol	Ratings	Unit	Conditions
動作電源電圧	VIN	2.7 ~ 5.5 *	V	VIN 端子
動作コイル電圧	Vcoil	2.3 ~ 20	V	コイル電圧

\* BD60A00NUX を VIN=4.61V 以上で使用する場合、P16 のアプリケーションを参照してください。

## ●電気的特性(特に指定のない限り、Ta=25°C、VIN=3.6V)

Parameter	Symbol	Limits			Unit	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
静止電流	Iq	-	0.1	1.0	μA	EN=0V
動作電流(No Boost)	IddNB	-	1.5	3.0	mA	EN=2.8V、PWM=0V
動作電流(Boost)	IddB	-	2.5	5.0	mA	EN=2.8V、PWM=2.8V
【EN、PWM 端子】						
'L'レベル入力電圧	VthL	-	-	0.5	V	
'H'レベル入力電圧	VthH	1.3	-	-	V	
プルダウン抵抗	Rcnt	65	100	135	kΩ	
【スイッチングレギュレータ】						
FB 端子制御電圧	FB	0.56	0.70	0.84	V	
スイッチング周波数	fSW	-	600	-	kHz	
最大 Duty	Duty	90	95	99	%	FB=0V
SW トランジスタ ON 抵抗	Ronn	-	2	-	Ω	Isw=80mA
SW トランジスタリーク電流	IqSW	-	0.1	2.0	μA	EN=0V
【プロテクション】						
過電流リミット	Icoil	-	750	-	mA	*1
過電圧リミット BD60A00NUX	OVP1	40	42	44	V	VOUT 端子の検出電圧
過電圧リミット BD60A60NUX	OVP2	26	28	30	V	VOUT 端子の検出電圧
過電圧リミットヒステリシス	OVPhy	-	1	-	V	
VOUT 端子リーク電流	IqVOUT	-	0.1	1.0	μA	EN=0V
ショットキーダイオードオープン保護	Sop	-	0.2	-	V	VOUT 端子の検出電圧
LED 端子過電圧保護	LEDOVP	4.4	5.9	6.4	V	PWM=2.8V
低電圧検出電圧	UVLO	-	2.2	-	V	VIN 降下時
【カレントドライバ】						
LED 電流最大設定値	ILMAX	-	-	30	mA	VIN=4V、COUT=1μF
LED 電流ばらつき	ILACCU	-	-	±3.0	%	ILED=20mA
LED 電流リミット	ILOCP	-	0	0.2	mA	ISET の電流リミット値 抵抗 1kΩ 設定
LED リーク電流	IqLED	-	0.1	2.0	μA	EN=0V
ISET 端子電圧	Iset	-	0.6	-	V	

\*1 この項目は、DC で測定しています。

●端子説明

PIN No.	PIN Name	In/Out	Function	Terminal Diagram
1	EN	In	Enable コントロール	B
2	VIN	In	電源	C
3	PWM	In	PWM 入力	B
4	ISSET	In	LED 電流設定端子	A
5	FB	In	フィードバック電圧入力	B
6	VOOUT	In	過電圧保護入力	B
7	GND	-	GND	C
8	SW	Out	スイッチング端子	B

●ESD 等価回路図

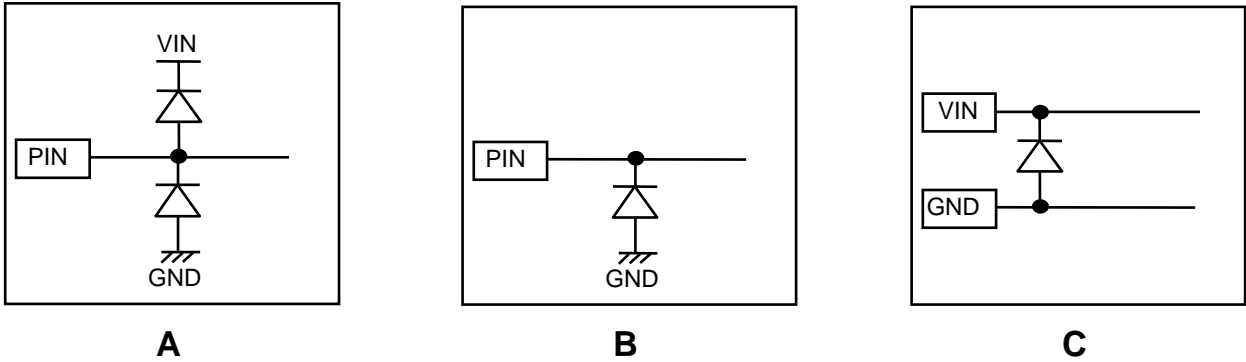
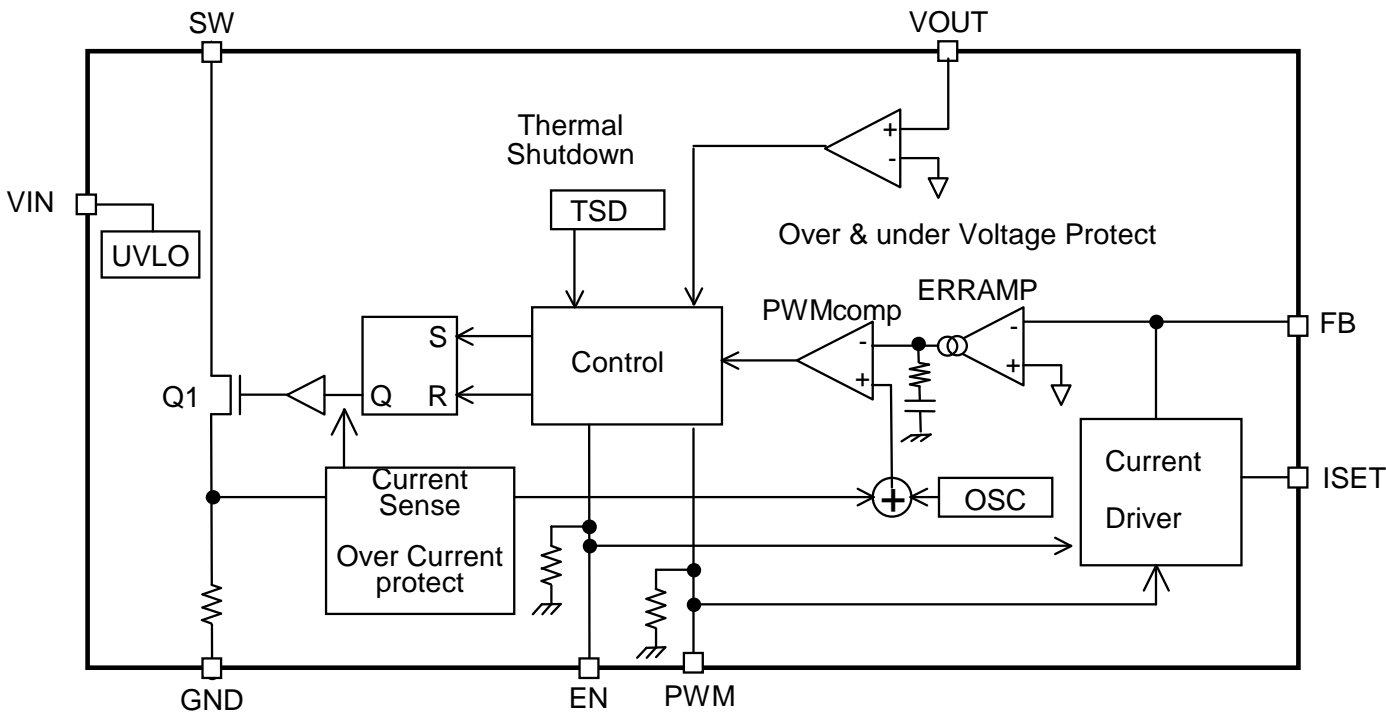


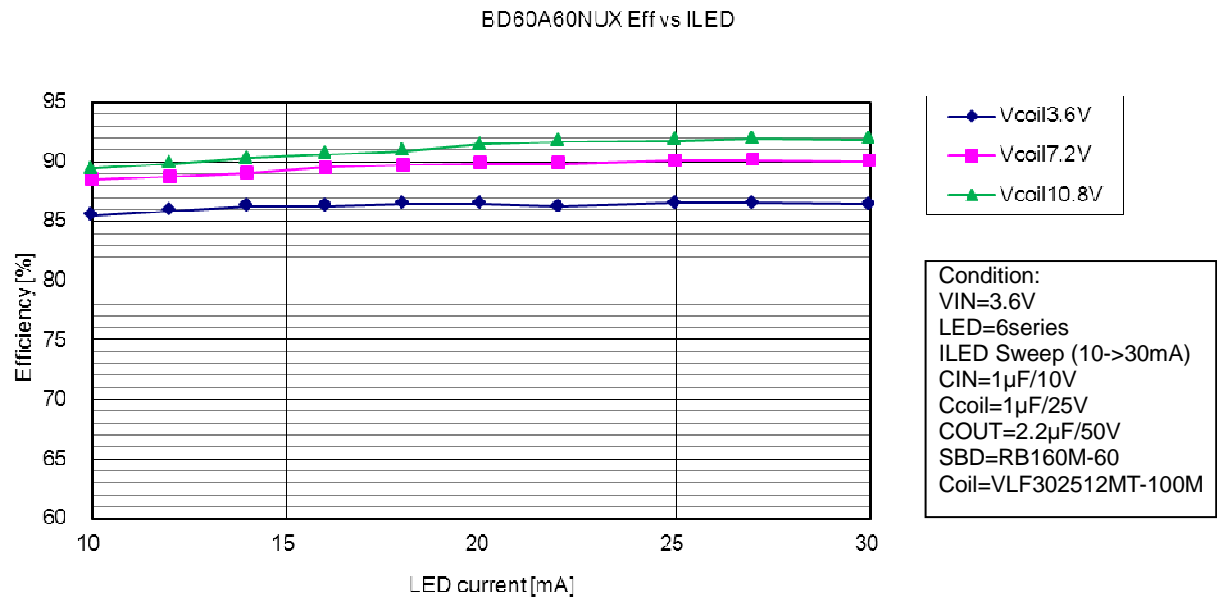
Figure 1. Pin ESD Type

●ブロック図

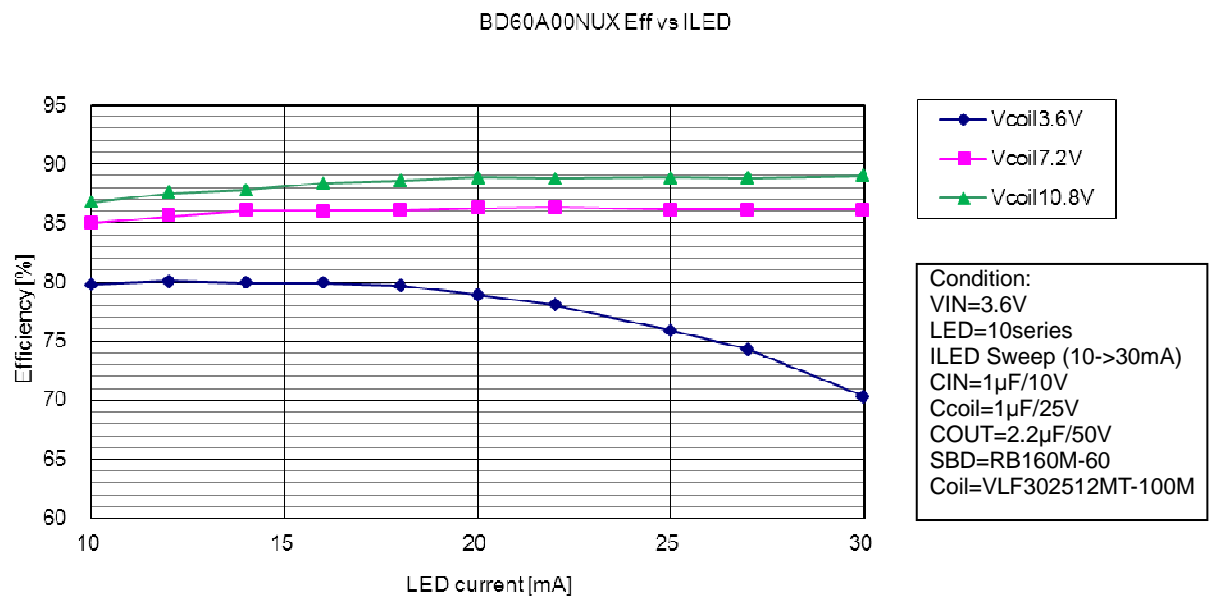


## ●代表特性例

LED 6 シリアル、コイル: VLF302512MT-100M



LED 10 シリアル、コイル: VLF302512MT-100M

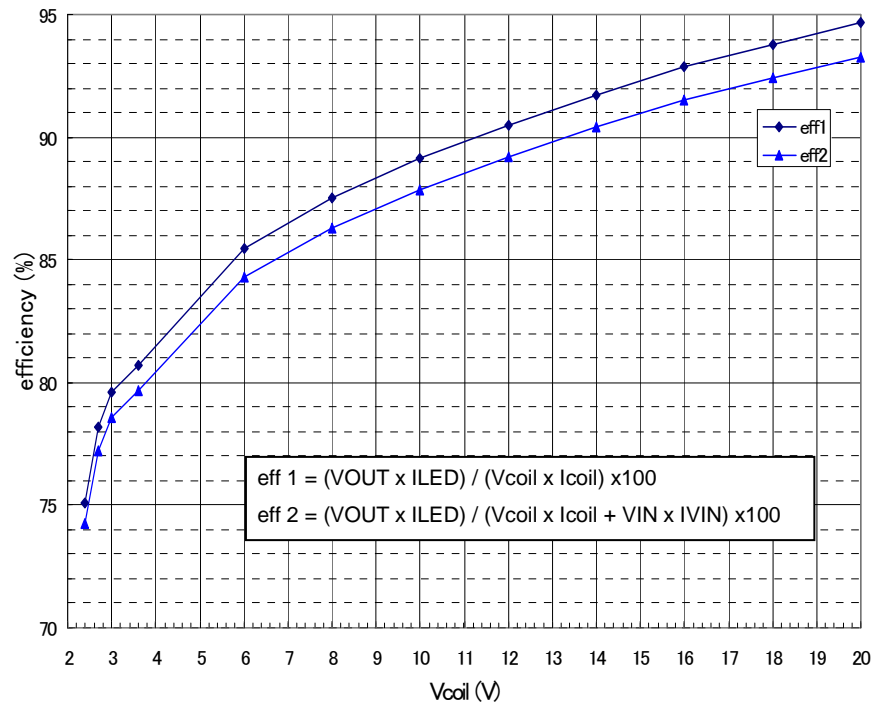


## ●代表特性例 - 続き

IC の電源=5.0V、コイルの電源=4V~16V

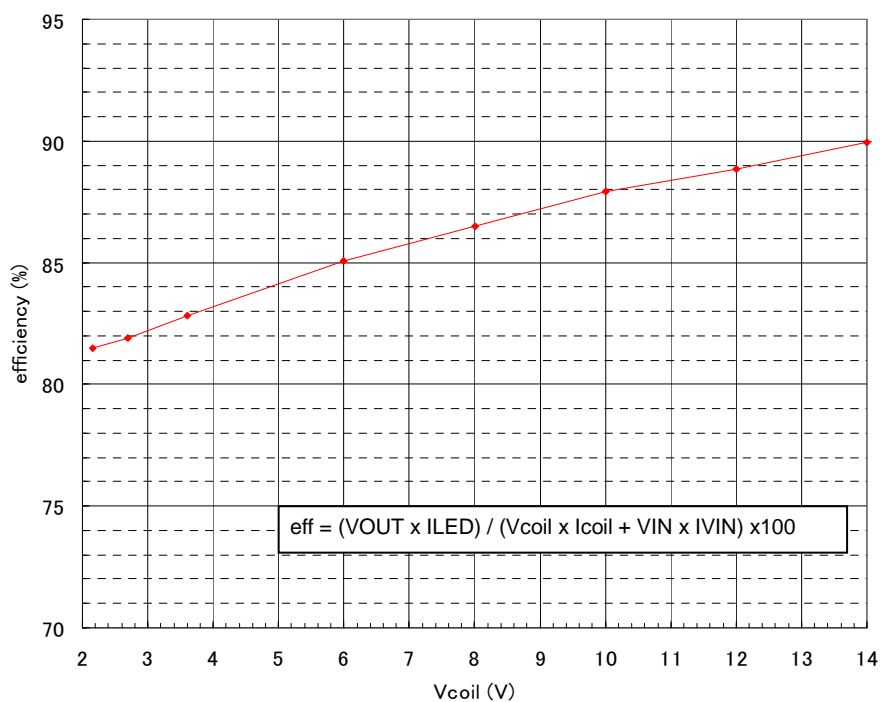
## ・BD60A00NXX

IC の電源=5.0V、コイルの電源=2.7V~20V、LED 8 シリアル、LED 電流=25mA、  
コイル 1094AS-10M (TOKO)、SBD RB060M-60TR (ROHM)

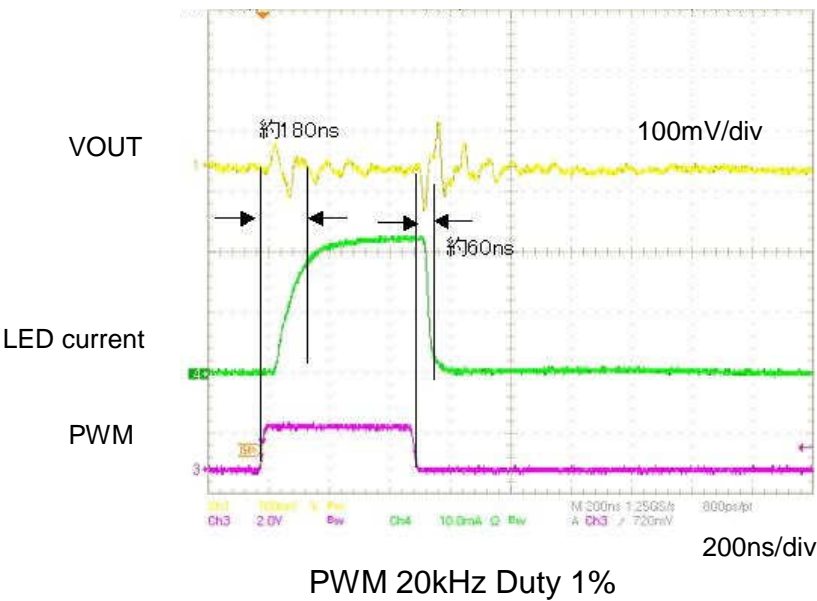
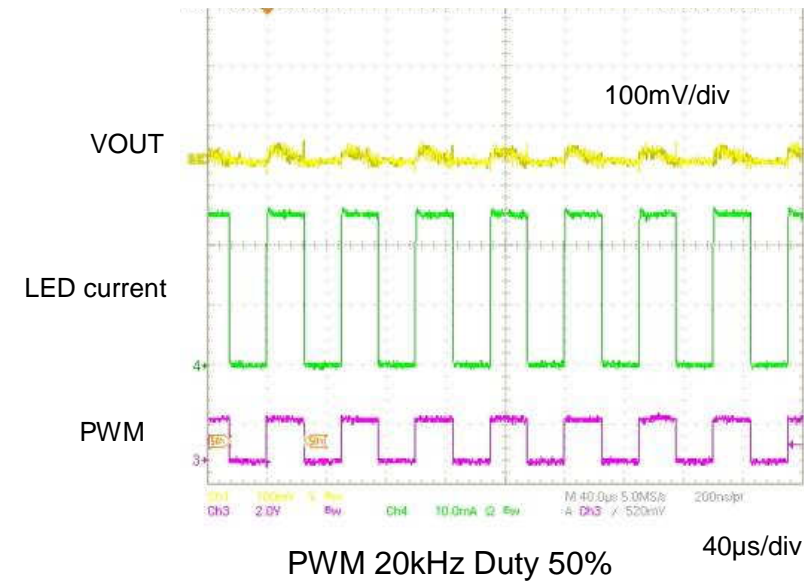


## ・BD60A60NXX

IC の電源=5.0V、コイルの電源=2.7V~20V、LED 6 シリアル、LED 電流=25mA、  
コイル 1094AS-10M(TOKO)、SBD RB521A-40TR(ROHM)



●代表特性例 - 続き

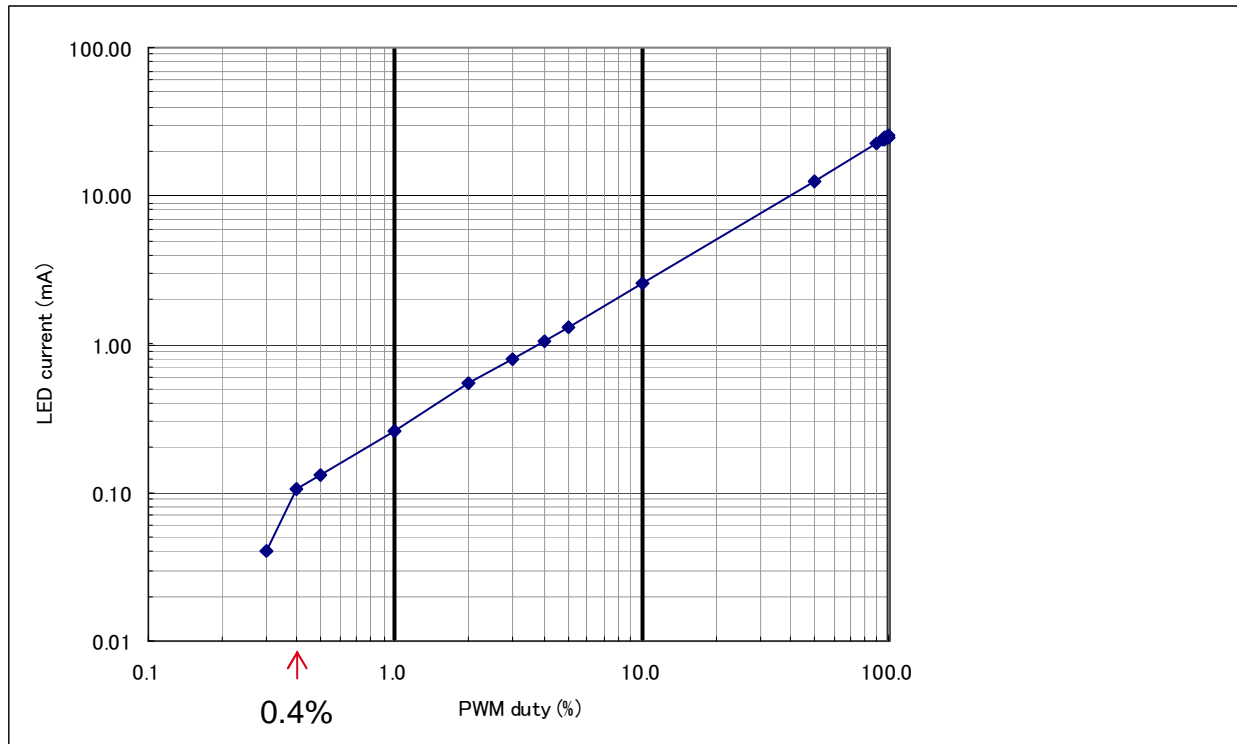


## ●代表特性例 - 続き

・BD60A00NXX PWM duty - LED 電流

IC の電源=5.0V、LED 8 シリアル、LED 電流=25mA、PWM 周波数=20kHz、Ta=25deg

コイル 1094AS-10M(TOKO)、SBD RB060M-60TR(ROHM)



PWM=20kHz にて実力 0.4%まで調光可能

## ●機能説明

## 1) PWM 方式カレントモード DC/DC コンバータ

パワーオン時は FB 端子が 0.7V になるように PWM duty を決定することで出力電圧を一定に保ちます。PWM 方式カレントモードの特徴である PWM コンパレータの入力は一方がエラーアンプからの誤差成分と、もう一方がサブハーモニック発振防止の Slope 波形にインダクタカレントを制御するカレントセンス信号を重畳したものです。この出力は RS ラッチを経て外付け Nch Tr のゲートを制御します。内部 Nch Tr のゲートをオンしている期間で、外付けのインダクタにエネルギーを蓄え、内部 Nch Tr のゲートがオフしている期間で外付け SBD を通じ出力のキャパシタにエネルギーの移動を行います。また、この IC は多くの保護機能を有しており、それぞれの検出信号は SW 動作をすみやかに停止させます。

## 2) ソフトスタート

この IC はソフトスタートが内蔵されています。立ち上げ時のラッシュ電流の発生をソフトスタート機能で防ぎます。EN を L から H に変更した後、PWM を L から H に切り替えて 1ms 以内の間ソフトスタートは有効となり、それ以降 EN を H→L→H に変更するとソフトスタートは有効となります。EN、PWM を L にすることで、ソフトスタートの無効を解除できます。

PWM=L のまま EN=H を保持した場合、次の PWM=H 時にソフトスタート機能が働かなくなりますので EN=H 後は 10ms 以内に PWM 信号を入力してください。

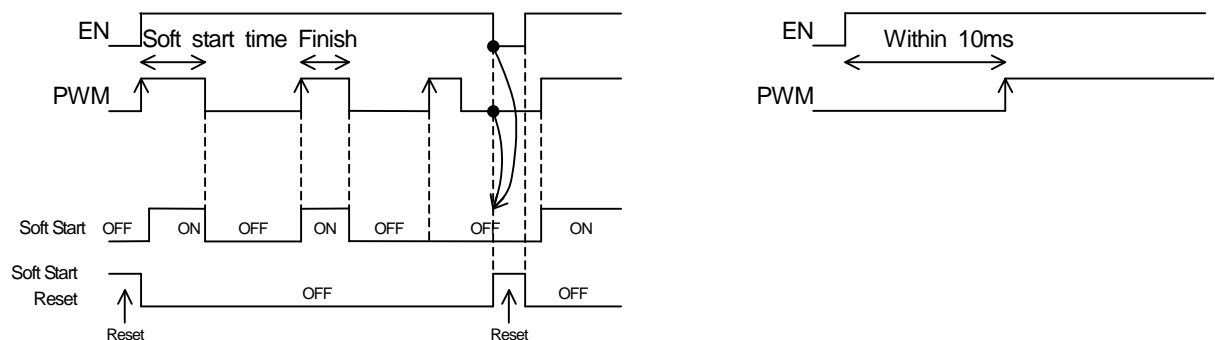


Figure 2. ソフトスタート

## ●保護機能

## ・過電圧保護

DC/DC 出力と LED が切り離されるといった出力オープン異常時に、過昇圧により VOUT 端子が絶対最大定格を超えることで IC を破壊する恐れがあります。そこで、VOUT が検出電圧以上になると過電圧保護が動作し、出力 Tr をオフさせ、昇圧動作を停止させ、出力電圧はゆっくり低下します。そして、出力電圧が過電圧保護のヒステリシス以下となると、出力電圧は再び検出電圧まで昇圧しアプリケーション異常が回復されない限り、この動作を繰り返します。

## ・ショットキーダイオードオープン保護

外付け SBD の接続がオープンになった場合や VOUT が GND とショートしている場合、コイル又は内蔵 Tr が破壊する恐れがあります。そこで、VOUT が 0.2V 以下になるような異常時には、出力 Tr をオフさせ、コイルや IC の破壊を防ぎます。また、IC は動作時から非動作時状態へ変わり、コイルには電流が流れません(0mA)。

## ・サーマルシャットダウン

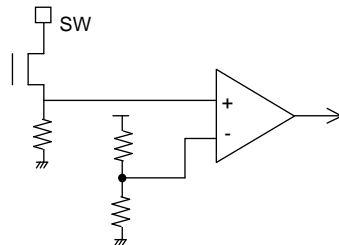
この IC にはサーマルシャットダウン機能が内蔵されています。

サーマルシャットダウンは 175°C 以上で作動し、IC は動作時から非動作時状態へ変わります。

## ・過電流保護

内部スイッチングトランジスタのソースと GND 間に接続された電流検出抵抗に過電流が流れ、その電圧が検出電圧以上になると過電流保護が動作し、昇圧動作を停止することなくスイッチング Tr のオン Duty を減少させることで検出電流以上流れることを防ぎます。

この IC の過電流検出器はピーク電流を検出しているため、過電流設定値以上の電流は流れません。



## &lt;通常動作に必要な電流値の見積もり&gt;

この IC の過電流検出器はピーク電流を検出しているため、コイルに流れるピーク電流を使用条件によって見積もる必要があります。

- スイッチング周波数= fsw Typ.=0.6MHz
- コイルの電源電圧= VIN
- 出力電圧= VOUT
- コイルの平均電流= Iave
- 効率= eff
- スイッチングトランジスタのオン時間= Ton
- コイルのインダクタンス値= L
- Total の LED 電流= IOUT
- コイルのピーク電流= Ipeak

とした場合、

$$I_{peak} = (VIN / L) \times (1 / fsw) \times (1 - (VIN / VOUT))$$

$$I_{ave} = (VOUT \times IOUT / VIN) / eff$$

$$Ton = (I_{ave} \times (1 - VIN/VOUT) \times (1/fsw) \times (L/VIN) \times 2)^{1/2}$$

となります。

ピーク電流は直流重畳があるかどうかによって変わるため、次の判定を行います。

$$(1 - VIN/VOUT) \times (1/fsw) < Ton \rightarrow \text{ピーク電流} = I_{peak} / 2 + I_{ave} \text{ (連続モード CCM)}$$

$$(1 - VIN/VOUT) \times (1/fsw) > Ton \rightarrow \text{ピーク電流} = (VIN / L) \times Ton \text{ (不連続モード DCM)}$$

(例 1)

VIN=6.0V、L=10μH、fsw=0.6MHz、VOUT=32.5V、IOUT=25mA、効率=85%とした場合、

$$I_{peak} = (6.0V / 10\mu H) \times (1 / 0.6MHz) \times (1 - (6.0V / 32.5V)) = 0.82A$$

$$I_{ave} = (32.5V \times 25mA / 6.0V) / 85\% = 0.16A$$

$$Ton = (0.16A \times (1 - 6.0V / 32.5V) \times (1 / 0.6MHz) \times (10\mu H / 6.0V) \times 2)^{1/2} = 0.85\mu s$$

$$(1 - VIN/VOUT) \times (1/fsw) = 1.36\mu s > Ton$$

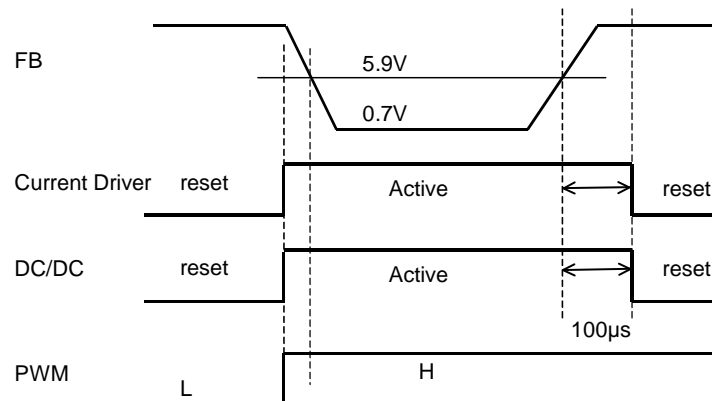
$$\text{ピーク電流} = (6.0V / 10\mu H) \times 0.85\mu s = 0.51A$$



## ●保護機能 - 続き

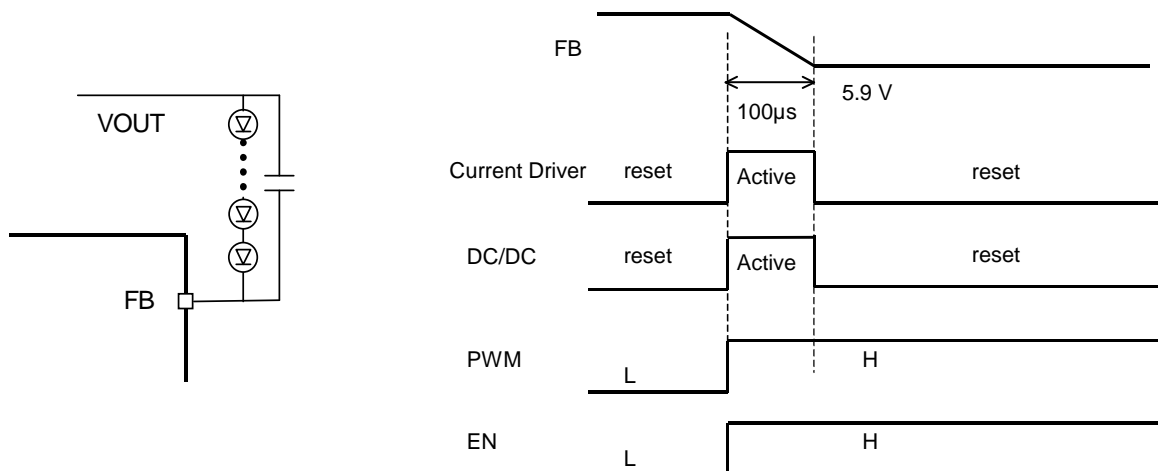
## ・LED 端子過電圧保護

FB 端子が 5.9V(Typ.)より高くなると、100 $\mu$ s 後に IC は異常状態と判定し定電流ドライバと DC/DC を停止させます。それにより LED 電流が停止するため、出力と FB がショートしたような異常状態でも、発熱することはありません。また、FB 端子が 5.9V(Typ.)より低くなることで、IC は正常状態と判定するため、定電流ドライバと DC/DC を起動させます。



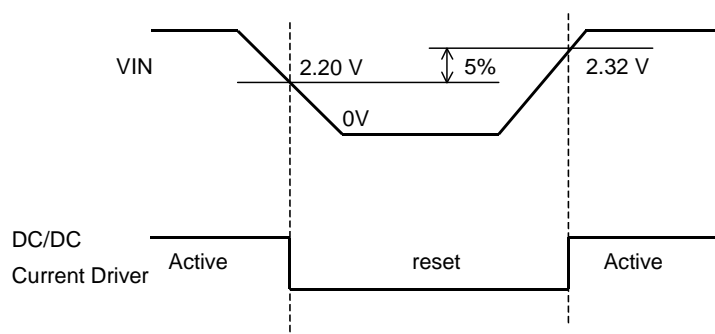
## ・LED 端子過電圧保護誤動作防止

下図のように、LED と並列にコンデンサを接続し、LED 電流を小さくすると PWM 動作時に FB 端子の電圧降下が遅くなります。その際、FB 端子 > 5.9V の状態が 100 $\mu$ s 以上継続すると LED 端子電圧保護がかかります。LED 端子電圧保護がかかることで current driver、DC/DC が OFF し、LED が不点灯になる可能性がありますので、コンデンサの選定と LED 電流の設定は FB 端子 < 5.9V になるまで 100 $\mu$ s 以下になるような設定にしてください。



## ・低電圧検出保護(UVLO)

電源電圧 VIN が低電圧検出電圧 2.2V(Typ.)より低くなる時、IC は DC/DC、定電流ドライバを停止いたします。また、電源電圧をヒステリシス電圧以上に上げることでこの機能を解除することができます。



### ●アプリケーション不具合時の動作

#### 1) 動作中 LED が一個又は一列 OPEN になった場合

OPEN となった場合、FB 端子が 0V になるため出力が過電圧保護電圧まで昇圧します。過電圧が検出されると、昇圧動作は停止し出力電圧はゆっくり低下します。その後、出力電圧が過電圧保護のヒステリシス以下となると、出力電圧は再び過電圧保護電圧値まで昇圧し続けます。

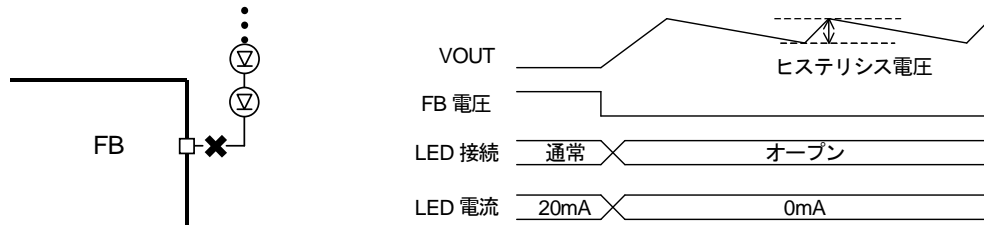


Figure 3. LED オープン検出

#### 2) LED が複数個ショートした場合

昇圧動作中に LED が 1 個ショートしたとしても LED は通常通り点灯します。LED をショートすることで FB 端子電圧が LED の VF 分上がるため、出力電圧が LED の VF 分低くなるように動作し、安定状態になります。

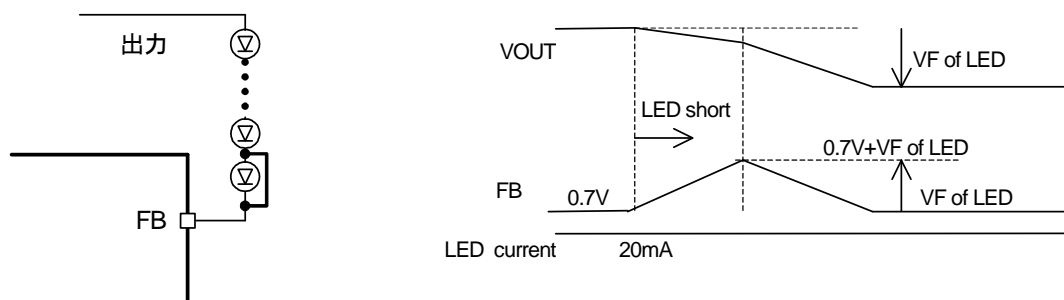


Figure 4. LED1 個ショート時

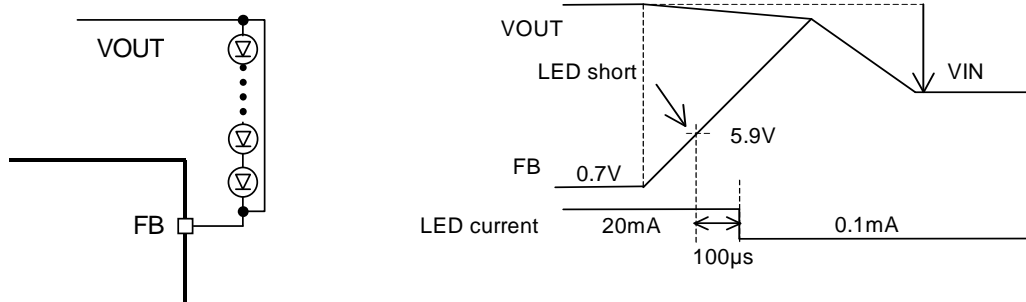


Figure 5. FB 端子-VOUT 端子ショート時

### ●アプリケーション不具合時の動作 - 続き

#### 3) ショットキーダイオード(SBD)が外れた場合

SBD の接続がオープン状態で DC/DC を駆動すると、コイルに蓄積した電流を吐き出す先がないため SW 端子の電圧は定格電圧以上になり、破壊してしまいます。この破壊を避けるためショットキーダイオードオープン保護が内蔵されています。VOUT 端子が 0.2V 以下を検出すると昇圧動作を停止するため SW 端子は破壊しません。

#### 4) ISET 端子に接続する抵抗がショートした場合

ISET 端子に接続する抵抗値が 0Ω となるため、LED 電流設定値は定格以上となってしまいます。この異常状態を回避するため、LED 電流リミット保護が内蔵されております。この保護により定電流ドライバの設定電流が 0mA になるため、LED 電流はリーク電流程度しか流れません。

### ●コントロール信号入力タイミング

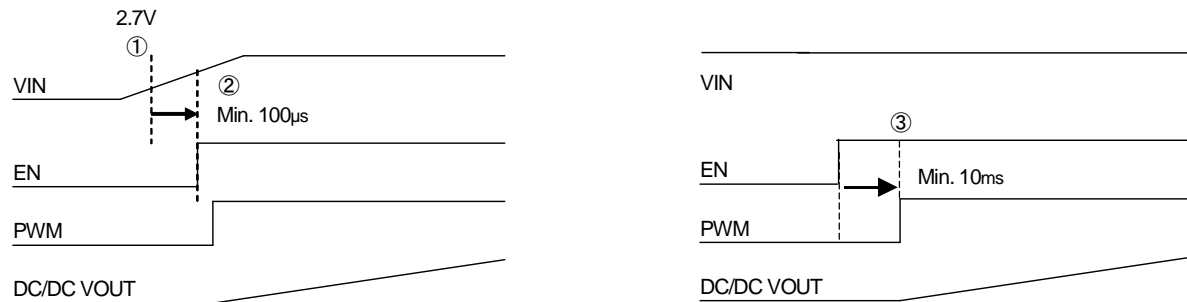


Figure 6. コントロール信号タイミング

IC の電源電圧(VIN)の立ち上がりが完了していない状態で EN、PWM などのコントロール信号を入力する際は次の点に注意してください。

- ①VIN が 2.7V を超えて、UVLO が解除してから各コントロール信号を入力してください。
- ②VIN の 2.7V から安定電圧までの立ち上がり時間を Min.100μs 以上となるようにし、その後 EN、PWM を入力してください。
- ③PWM=L のまま EN=H を保持した場合、次の PWM=H 時にソフトスタート機能が働かなくなりますので EN=H 後は 10ms 以内に PWM 信号を入力してください。

### ●起動制御(EN)と LED 電流の選択(PWM)

この IC は EN 端子により IC のパワーをコントロールでき、'L'レベル入力電圧 0.5V 以下で IC を強制的にパワーオフさせることができます。また、EN が'H'レベル入力電圧 1.3V 以上の時パワーオンになります。EN=H の時、PWM=H で ISET 抵抗値により決まる LED 電流が流れます。PWM=L とすると、LED 電流は停止します。

EN	PWM	IC	LED 電流
L	L	Off	オフ
H	L	On	オフ
L	H	Off	オフ
H	H	On	ISET で決定される電流

### ●LED 電流設定範囲

ISET の電圧に接続する抵抗(RISET)によって通常電流が設定されます。

各設定電流は次のように与えられます。

通常電流=600/RISET [A]

なお、通常電流の設定範囲は 10~30mA までで、オフ設定時の LED 電流はリーク電流最大 2μA となります。

ISET 通常電流設定例

RISET	LED 電流
20.0kΩ (E96)	30.0mA
24.0kΩ (E24)	25.0mA
30.0kΩ (E24)	20.0mA
56.0kΩ (E24)	10.7mA

## ●輝度制御

ISET 端子にアナログ電圧を印加するアナログ調光と PWM 端子に PWM 入力するデジタル調光の二つの方法があります。それぞれの方法は長所が異なるため、御使用のアプリケーションに適した方法をお選びください。

- 1) PWM 調整は Figure 7.で示される通り PWM 端子に PWM 信号を与えることにより行われます。Figure 7.のように PWM の H 区間は ISET で設定した電流が選ばれ、L 区間は電流をオフします。すなわち、平均 LED 電流は PWM 信号の Duty サイクルに比例して増加することになります。この方法は内部回路や DC/DC を動作させながら、ドライバの切り替えとなるため PWM 輝度調整時の電流ばらつきが少なく、0.4μs(25kHz 時に最低 1%)までの輝度調整を可能とします。なお、オン時間 0.4μs 未満とオフ時間 3μs 未満は、オン/オフの切り替えの影響が大きいため、輝度調整には使用しないでください。ただし、Duty0%、100%については切り替えの影響がないため、使用上の問題はありせん。標準 PWM 周波数は 100Hz~25kHz です。

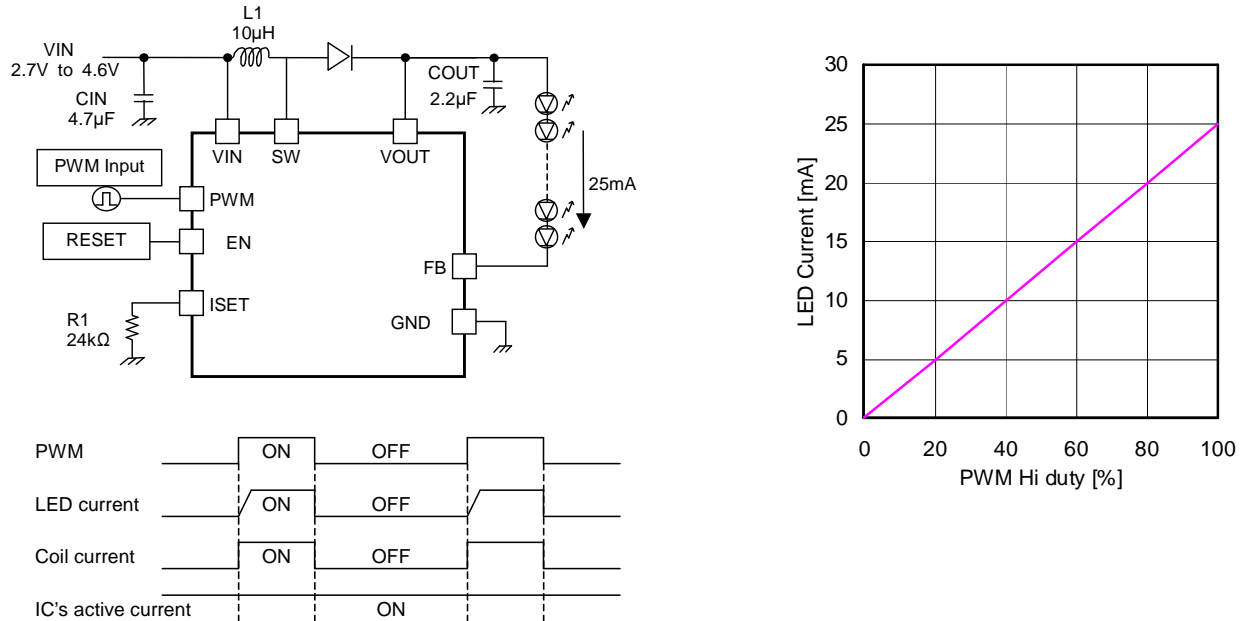
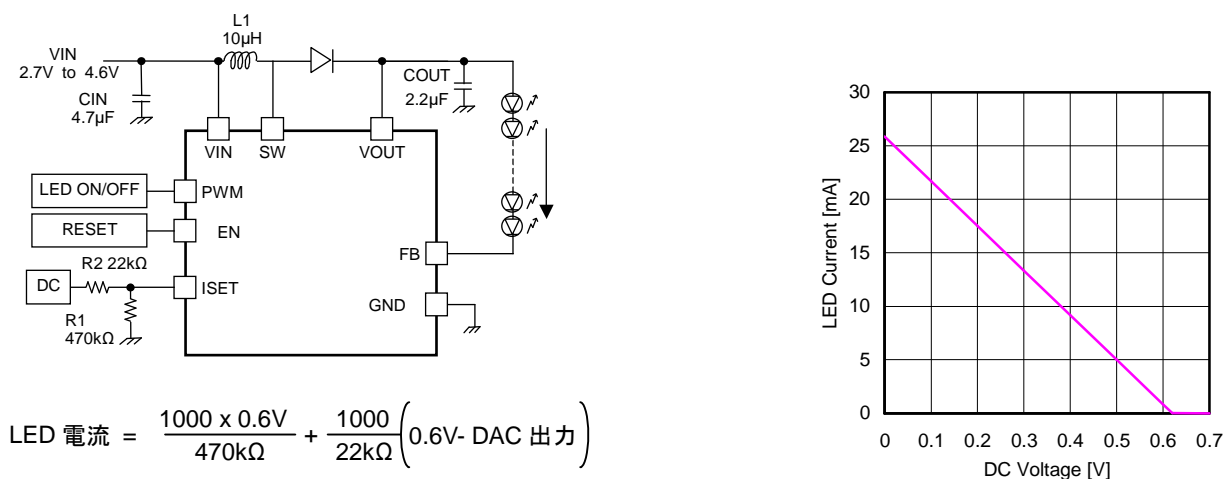


Figure 7. PWM シーケンス

- 2) 図のように ISET 端子に抵抗を経由して電圧を印加することでアナログ調光できます。ISET 端子電圧は接続する抵抗に関わらず 0.6V となるように動作しています。LED 電流は ISET 端子に流れる電流を 600 倍しているため、外部の DC 入力で ISET 端子への流出電流を減らすことで、LED 電流を減らすことができます。

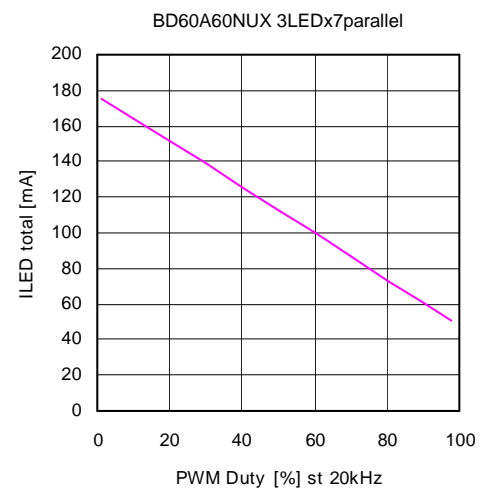
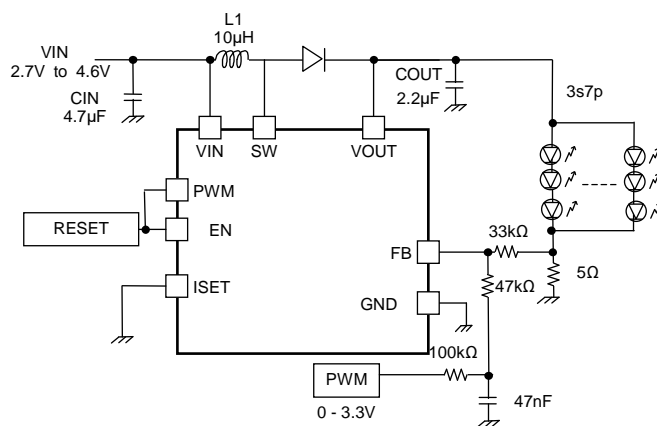
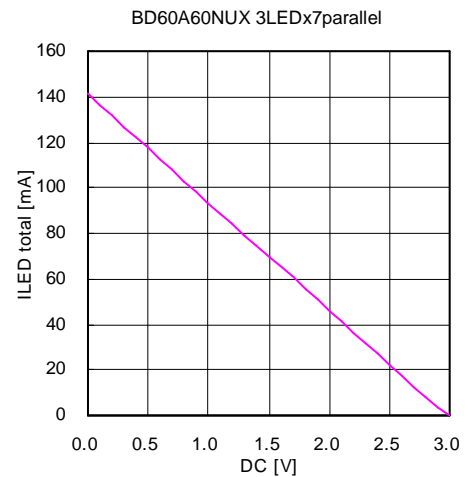
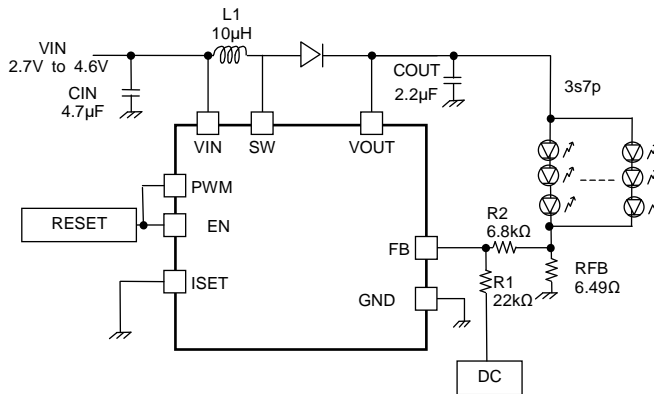


## ●輝度制御 - 続き

- 3) IC 内部の定電流より大きいLED 電流を流す場合の輝度調整方法は下図で示される通り直列抵抗を通して IC のFB ピンにDC コントロール電圧を与えることによって行われます。LED の輝度(電流)は直接FB にDC 電圧を与えることによって変化します。DC 電圧はDC 信号、または下図で示されるようなPWM 信号のフィルタしたものと与えられます。

LED 電流(I<sub>LED</sub>)は次の式で近似されます。

$$I_{LED} = [(FB - DC) / R1] * R2 + FB] / R_{FB}$$



### ●L の選定

この DC/DC は 4.7μH 以上で設計されております。L 値を低くすると、カレントモード DC/DC 特有のサブハーモニック発振の可能性があります。L 値が 3.3μH 以下にならないようにしてください。また、L 値を増加させると DC/DC の位相余裕がなくなります。L 値を増やす場合は出力コンデンサ値を大きくしてください。

### ●出力コンデンサの選定

出力コンデンサがうまく出力電圧を保ち、LED 電流を補充します。

Vcoil=2.3V~5.5V で LED 電流設定を 20mA 以上で使用する場合は出力コンデンサを 2.2μF 以上の値にして使用してください。DC/DC の位相余裕がなくなり、発振する可能性があります。

また、出力電圧は充電(FET ON)と放電(LED 電流)で構成されており、そのため FET スイッチング毎に出力電圧リップルが起こります。以下は出力電圧リップルの計算例です。

出力電圧リップル

- スイッチング周期= T
- Switching ON duty= D
- 出力コンデンサ= COUT
- Decreasing ratio of Capacitor = Cerror
- Total の LED 電流= ILED
- 出力リップル電圧= Vripple
- 出力コンデンサ(real value)= Creal

$C_{real} = C_{OUT} \times C_{error}$  (コンデンサ値はバイアスによって減少する。)

$C_{real} = I_{LED} \times (1-D) \times T / V_{ripple}$

$C_{OUT} = I_{LED} \times (1-D) \times T / V_{ripple} / C_{error}$

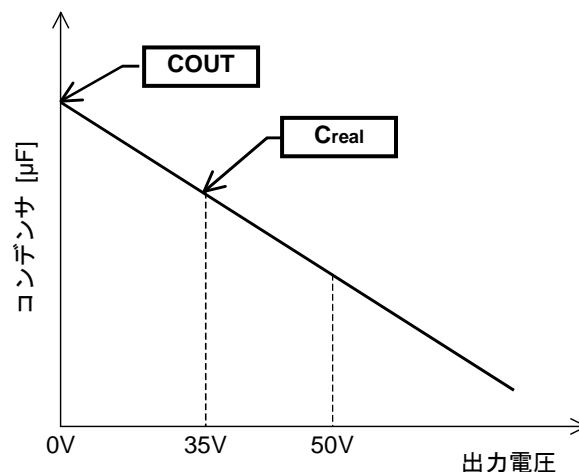
(例 1)

VIN=5.0V、fsw = 0.6MHz、VOUT =32.5V、ILED =20mA、COUT = 2.2μF、Cerror = 50%とした場合、

$T = 1 / 0.6\text{MHz}$

$D = 1 - V_{IN} / V_{OUT} = 1 - 5/32.5$

$V_{ripple} = I_{LED} \times (1-D) \times T / (C_{OUT} \times C_{error}) = 20\text{mA} \times (5/32.5) \times (1 / 0.6\text{MHz}) / (2.2\mu\text{F} \times 0.5)$   
 $= 4.7\text{mV}$



### ●LED の選定

出力電圧(VOUT)より入力電圧(Vcoil)が大きくならないように外付け LED の VF は選定ください。

●IC 電源とコイル電源の分離

この IC は IC への電源とコイルへの電源を分けて動作できます。用途として IC の消費電力の低減、IC の定格 5.5V を超える電圧の印加対応が挙げられます。

そのアプリケーションを下図に示します。コイルの電源にはアダプターなどから与えられる高い電圧源を接続します。次に、IC の電源としてコイル電源と異なる電源を接続します。

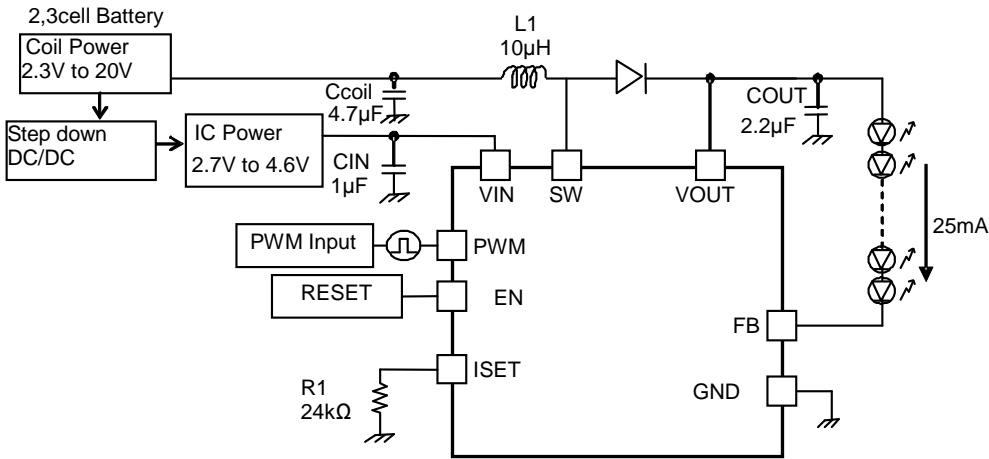


Figure 8. 電源分離時のアプリケーション

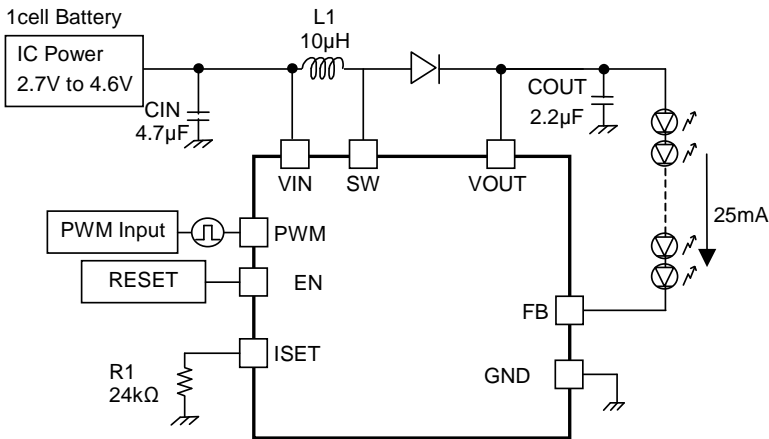


Figure 9. 電源共通時のアプリケーション

各電源電圧条件による LED 使用可能灯数

PWM調光 (LED電流設定=25mA)

LED灯数	1セル				2セル								3セル							
	VIN	2.7V	3V	4V	5V	6V	7V	8V	9V	10V	11V	12V	13V	14V	15V	16V	17V	18V	19V	20V
2	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	×	×	×	×	×	×	×	×
5	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	×	×	×	×	×	×	×	×
6	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	×	×	×	×	×	×
7	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	×	×	×	×
8	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	×	×	×
9	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	×
10	共、分	共、分	共、分	共、分	共、分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分

※ 共・・・Vcoil-Vin共通電源  
分・・・Vcoil-Vin分離電源  
×・・・LED端子過電圧保護がかかるため使用不可

## ●電源分離時の電源投入順

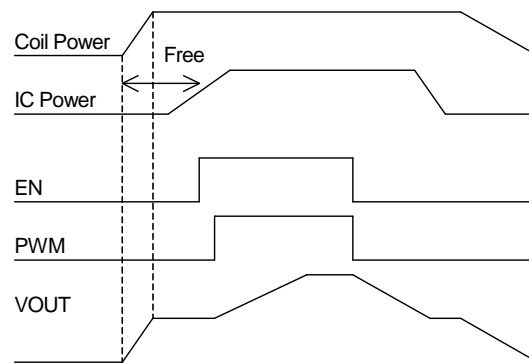
IC の電源が 0V に設定されても IC 内部にコイル電源からのリーク経路を遮断するパワーオフ用のプルダウン抵抗が配置されており、リーク経路を遮断します。また、コイル電源と IC 電源の立ち上げ・立ち下げ順番はございません。

### ・ 起動時

Coil Power と IC Power のどちらを先に起動しても問題ありません。

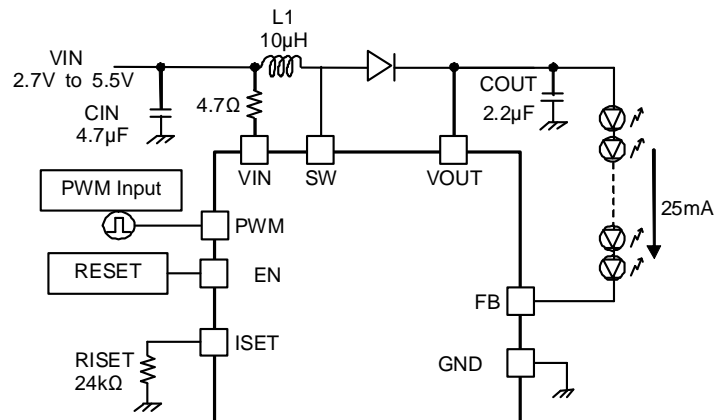
### ・ 電源オフ時

EN 端子を L にしてから各電源を落としてください。Coil Power の電源電圧が低くなると、昇圧比が高くなるため Coil 電流が大きくなり、過電流リミットがかかる恐れがあります。この状態を回避するため、電源をオフする前には必ず EN を L にしてください。



## ●入力電圧 5V 時 (BD60A00NUX)

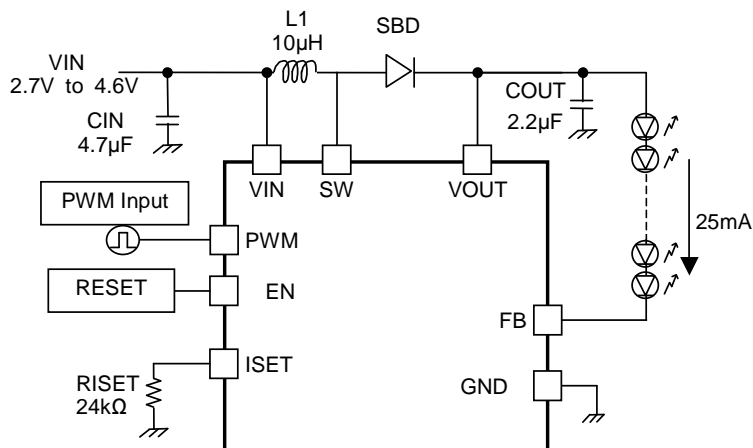
基板インピーダンス等の影響により、ノイズ干渉をおこし起動特性が安定しない場合があります。5V 系（入力電圧 4.61V 以上）で使用する場合、以下のアプリケーションを推奨します。





## ●推奨 PCB レイアウト

本 IC の性能を十分に引き出すには PCB レイアウトは非常に重要です。効率やリップルなどの特性はレイアウトにより大きく変化するため十分注意してください。



### <コイルの入力バイパスコンデンサ CIN>

コイル L1 の直近と GND の間に接続してください。

### <ショットキーバリアダイオード SBD>

コイル L1 と SW ピンの間に直近で接続してください。

### <出力コンデンサ COUT>

SBD のカソードと GND に接続してください。

その際、CIN の GND 側と COUT の GND 側を近づけるように配置してください。

### <LED 電流設定抵抗 Riset(24kΩ)>

ISET ピンの直近と GND の間に接続してください。

**ISET 端子に容量がつくと発振する可能性があるため、容量がつかないように注意してください。**

### <裏面の放熱 PAD>

IC の放熱性を高めるために使用する PAD です。GND ピンに半田で接続してください。

また、次ページのパターンのようにビアを使用して基板のグランドプレーンに接続してください。

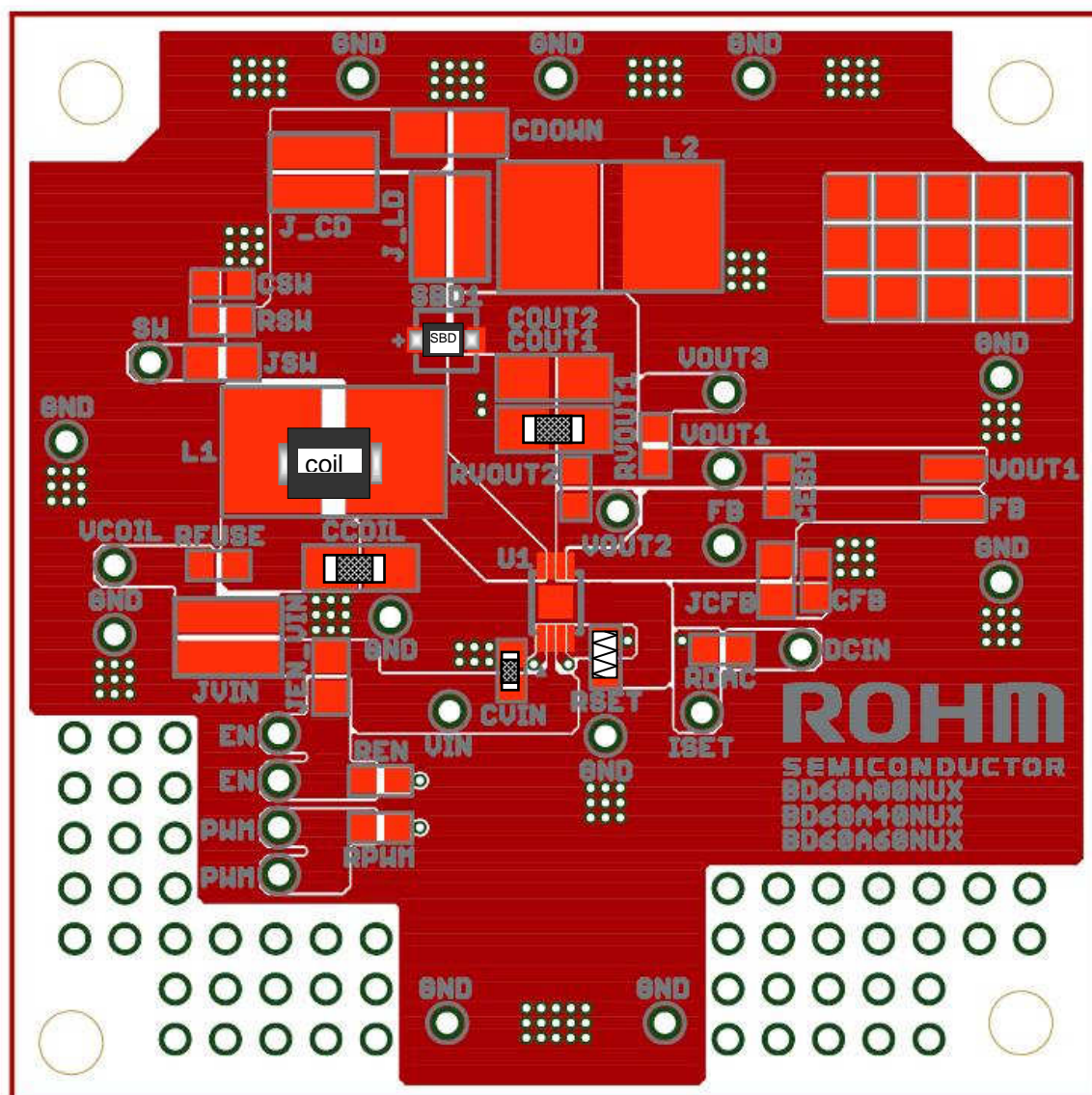
グランドプレーンの面積に応じて放熱性が高まります。

### <その他>

チップの直近で上記部品をピンに直接接続しない場合、IC の性能に影響を与え、電流ドライブ性能を制限する可能性があります。インダクタへの配線は電力消費を減らし、全体効率を上げるため抵抗成分を小さくしてください。

これらを考慮した PCB レイアウトを次ページに示します。

## ●推奨 PCB レイアウト



## ●外付け部品の選定

推奨外付け部品は下の通りとなります。

これらの部品以外を御使用される場合は下記部品相当品をお選びください。

L1:昇圧用コイルです。推奨容量値は 10 $\mu$ H です。十分な直流電流許容量と十分に低い直流抵抗のコイルを使用してください。

値	メーカー	品番	サイズ			DC 電流 (mA)	DCR ( $\Omega$ )
			縦	横	高さ		
10 $\mu$ H	TDK	VLF4012AT-100MR79	4.0	3.8	1.2	800	0.30
10 $\mu$ H	TDK	VLF302512MT-100M	3.0	2.5	1.2	690	0.25
10 $\mu$ H	TOKO	1094AS-100M	3.5	3.7	1.2	760	0.18
10 $\mu$ H	TOKO	1229AS-H-100M	3.5	3.7	1.2	750	0.24

CIN: 電源用バイパスコンデンサです。瞬時的に発生する電源ノイズを除去し、安定した電源を本 IC に供給するために必要です。より良い特性を得るためには、セラミック・コンデンサなどの低 ESR 品を使用してください。推奨容量値は 1 $\mu$ F 以上です。

COUT: 出力用平滑コンデンサです。本 IC の推奨容量値は 2.2 $\mu$ F です。CIN、COUT のコンデンサを選定する際は、耐圧に充分気をつけてください。耐圧の目安としては実際にコンデンサに印加する電圧の 2 倍程度です。耐圧マージンが不足すると、容量値が公称値よりも約半分程度低くなることがあります。

値	耐圧	メーカー	品番	サイズ		
				縦		
【 CIN : 電源電圧コンデンサ 】						
1.0μF	10V.	MURATA	GRM185B31A105	1.6	0.8	0.5
【 COUT : 出力コンデンサ 】						
1.0μF	50V	MURATA	GRM31MB31H105	3.2	1.6	1.15
2.2μF	50V	MURATA	GRM31CB31H225	3.2	1.6	1.6

RISET: パワーON 時、LED に流れる電流 I<sub>LED</sub> を決定します。

値	ばらつき	メーカー	品番	サイズ			I <sub>LED</sub> (mA)
				縦	横	Height	
[ RISET : LED 電流決定用抵抗]							
20kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD2002	1.6	0.8	0.45	30
24kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD2402	1.6	0.8	0.45	25
30kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD3002	1.6	0.8	0.45	20
56kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD5602	1.6	0.8	0.45	10.7

SBD: 出力整流用ショットキーバリアダイオードです。高い変換効率を得るためには、低 VF、低逆リーク、高電流容量のものを使用してください。

耐圧	メーカー	品番	サイズ		
			縦	横	高さ
60V	ROHM	RB160M-60	3.5	1.6	0.8
40V	ROHM	RB521S-40	1.6	0.8	0.6
60V	ROHM	RB060M-60	3.5	1.6	0.8

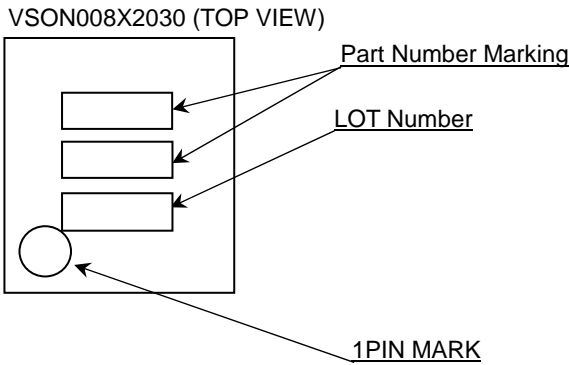
## ●使用上の注意

- 1) 絶対最大定格について  
印加電圧(VIN)、及び動作温度範囲(Topr)などの絶対最大定格を越えた場合、破壊する恐れがあり、ショートもしくはオープンなどの破壊モードが特定できませんので、絶対最大定格を越えるような特殊モードが想定される場合には、ヒューズなどの物理的な安全対策を施すよう検討をお願いします。
- 2) 推奨動作範囲  
この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることができる範囲です。電気特性については各項目の条件下において保証されるものです。推奨動作範囲内であっても電圧、温度特性を示します。
- 3) 電源コネクタの逆接続について  
電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れる等の対策を施してください。
- 4) 電源ラインについて  
基板パターンの設計においては、電源/GND ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。また、LSI のすべての電源端子について電源-GND 端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量ぬげが起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。
- 5) GND 電圧について  
GND 端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また、実際に過渡現象を含め GND 以下の電位になっている端子がないかご確認ください。
- 6) 端子間ショートと誤装着について  
セット基板に取り付ける際、LSI の向きや位置ずれに十分ご注意ください。誤って取り付けた場合、LSI が破壊する恐れがあります。また、端子間や端子と電源、GND 間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。
- 7) 強電磁界中の動作について  
強電磁界中でのご使用は、誤動作をする可能性がありますのでご注意ください。
- 8) セット基板での検査について  
セット基板での検査時に、インピーダンスの低い LSI 端子にコンデンサを接続する場合は、LSI にストレスがかかる恐れがあるので、工程毎に必ず放電を行ってください。また、検査工程での治具への着脱時には、必ず電源をオフしてから接続し、検査を行い、電源をオフにしてから取り外してください。さらに、静電気対策として、組み立て工程には、アースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。
- 9) 各入力端子について  
LSI の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的に形成されます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因となり得ます。したがって、入力端子に GND より低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分注意してください。また、LSI に電源電圧を印加していない時、入力端子に電圧を印加しないでください。さらに、電源電圧を印加している場合にも、各入力端子は電源電圧以下の電圧もしくは電氣的特性の保証値内としてください。
- 10) アース配線パターンについて  
小信号 GND と大電流 GND がある場合、大電流 GND パターンと小信号 GND パターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号 GND の電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品の GND の配線パターンも変動しないように注意してください。
- 11) 外付けコンデンサについて  
外付けコンデンサに、セラミック・コンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、及び温度などによる容量の変化を考慮の上定数を決定してください。
- 12) サーマルシャットダウン回路(TSD)について  
ジャンクション温度が 175°C(Typ.)以上になるとサーマルシャットダウン回路が動作しスイッチの OFF を行います。サーマルシャットダウン回路はあくまでも熱的暴走から LSI を遮断することを目的とした回路であり、LSI の保護、及び保証を目的とはしておりません。よって、この回路を動作させての連続使用、及び動作を前提とした使用はしないでください。
- 13) 熱設計について  
実際の使用状態での許容損失(Pd)を考えて十分なマージンを持った熱設計を行ってください。
- 14) コイルの選定について  
DC/DC コンバータの出力に使用するコイルは損失を少なくするため巻き線抵抗の小さいものを選定してください。

●発注形名情報

B D 6 0 A x 0 N U X										-	T R	
ローム形名			0: BD60A00NUX 6: BD60A60NUX			パッケージタイプ NUX: VSON008X2030			包装、フォーミング仕様 TR: リール状エンボステーピング			

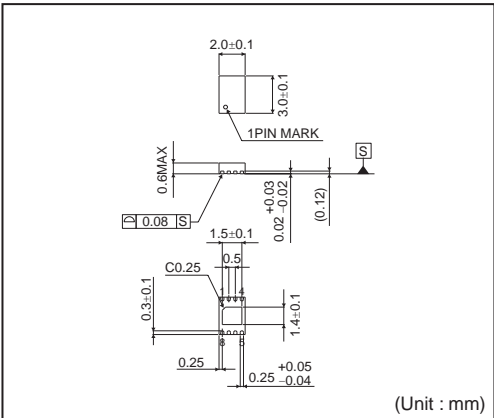
●標印図



Marking	Part Number
D 6 0 A 0 0	BD60A00NUX
D 6 0 A 6 0	BD60A60NUX

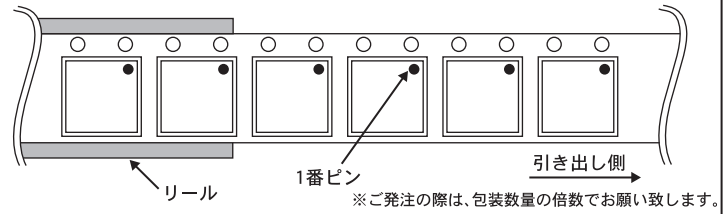
●外形寸法図と包装・フォーミング仕様

VSON008X2030



＜包装仕様＞

包装形態	エンボステーピング
包装数量	4000pcs
包装方向	TR ( リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに 製品の1番ピンが右上にくる方向 )



この文書の扱いについて  
この文書の日本語版が、正式な仕様書です。この文書の翻訳版は、正式な仕様書を読むための参考としてください。  
なお、相違が生じた場合は、正式な仕様書を優先してください。

## ●改訂履歴

日付	Revision	改訂内容
2012.09.27	001	新規リリース
2013.02.07	002	P.2 電気的特性【EN、PWM 端子】'H レベル入力電圧' Min.1.4V から 1.3V に修正 P.11 起動制御(EN)と LED 電流の選択(PWM) 'H レベル入力電圧' Min.1.4V から 1.3V に修正
2016.11.07	003	P.2 電気的特性 SW トランジスタ ON 抵抗 Typ. 1Ω から 2Ω に改定 LED 電流リミット Max. 0.1mA から 0.2mA に改定  P.7 2)ソフトスタート 3 行目 改定前:「EN を L から H に変更してもソフトスタートは有効となりません。」 改定後:「EN を H→L→H に変更するとソフトスタートは有効となります。」  P.11 Figure6. コントロール信号入力タイミング 電圧値を 2.2V から 2.7V に変更  P.11 改定前:「①VIN が 2.2V を超えて」 改定後:「①VIN が 2.7V を超えて」  P.11 改定前:「②VIN の 2.2V から」 改定後:「②VIN の 2.7V から」  P.21 発注形名情報 「0: BD60A00NUX 6: BD60A60NUX」を追記



# ご注意

## ローム製品取扱い上の注意事項

1. 本製品は一般的な電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等）への使用を意図して設計・製造されております。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器<sup>(Note 1)</sup>、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

2. 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、かかる誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
  - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
  - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
3. 本製品は、一般的な電子機器に標準的な用途で使用されることを意図して設計・製造されており、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
  - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
  - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
  - ③潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
  - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
  - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合。
  - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用。
  - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合（無洗浄タイプのフラックスを使用された場合も、残渣の洗浄は確実にを行うことをお勧め致します）、又ははんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合。
  - ⑧本製品が結露するような場所でのご使用。
4. 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
5. 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
6. パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
7. 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
8. 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
9. 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## 実装及び基板設計上の注意事項

1. ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
2. はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。  
その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

## **応用回路、外付け回路等に関する注意事項**

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## **静電気に対する注意事項**

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。（人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等）

## **保管・運搬上の注意事項**

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
  - ①潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所での保管
  - ②推奨温度、湿度以外での保管
  - ③直射日光や結露する場所での保管
  - ④強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き（梱包箱に表示されている天面方向）で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

## **製品ラベルに関する注意事項**

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

## **製品廃棄上の注意事項**

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

## **外国為替及び外国貿易法に関する注意事項**

本製品は外国為替及び外国貿易法に定める規制貨物等に該当するおそれがありますので輸出する場合には、ロームにお問い合わせください。

## **知的財産権に関する注意事項**

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等（ソフトウェア含む）との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

## **その他の注意事項**

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。



**一般的な注意事項**

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。