

# 最大 40 個の LED を駆動可能 FET 内蔵 4ch 白色 LED ドライバ



## BD65D00MUV

### 概要

この IC は最大 41V(内蔵 FET 使用時)まで昇圧可能な PWM 方式 DC/DC コンバータと最大 100mA までドライブ可能なカレントドライバを集積した白色 LED ドライバです。カレントドライバのパワーコントロール端子を外部から PWM 信号を入力することで広範囲かつ高精度な輝度制御を行うことが可能です。また、マッチングの良いカレントドライバを採用しているため、カレントドライバの列間誤差が少なくディスプレイの輝度ムラを低減するのに最適です。基板の小型化、省スペース化にメリットがある小型パッケージです。また昇圧用 NchFET を内蔵/外付けに切り替えることが出来るため、用途に応じたアプリケーションに対応できます。

### 特長

- 高効率な PWM 方式 DC/DC コンバータ (fsw=typ 1.25MHz, 0.60MHz ~ 1.6MHz)
- 高精度 & 高マッチングカレントドライバ 4ch (最大 100mA/ch)
- 50V Nch MOSFET 内蔵
- ソフトスタート
- 白色 LED が最大 10 直列 × 4 並列
- 豊富な保護回路
  - ・ 過電圧保護
  - ・ 外付け SBD 外れ保護 / 出力ショート保護
  - ・ 過電流保護 (過電流保護が 2ms 連続で続くとシャットダウン)
  - ・ CH 端子オープン / GND ショート保護
  - ・ CH 端子過電圧保護 / LED ショート保護
  - ・ サーマルシャットダウン

### ・ UVLO

### ・ ISET ショート保護

- PWM 調光(100Hz ~ 25kHz), アナログ調光対応

### 重要特性

- 動作電源電圧範囲 6V ~ 27V
- LED 最大電流 100mA /ch
- 静止電流 1.6μA (Typ.)
- 動作温度範囲 -40 ~ +85

### パッケージ

W(Typ.) x D(Typ.) x H(Max.)



VQFN028V5050  
5.00mm x 5.00mm x 1.00mm

Figure 1.

### 用途

アミューズメント用パネル、産業機用パネル、モバイルノート PC、ネット PC、モニタ、小型 TV、光源、ポータブル DVD プレイヤなどの LCD 機器全般バックライト

### 基本アプリケーション回路(4 並列)

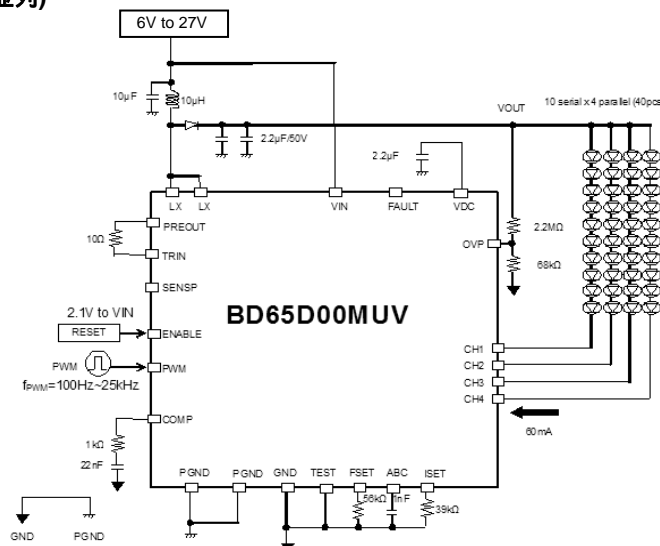


Figure 2. Typical Application Circuit

製品構造：シリコンモノリシック集積回路 耐放射線設計はしてありません

## 絶対最大定格(Ta=25 )

Parameter	Symbol	Ratings	Unit	Conditions
端子電圧 1	VMAX1	7	V	VDC, ISET, ABC, COMP, FSET, TEST, FAULT, PREOUT, TRIN, SENSP
端子電圧 2	VMAX2	45	V	CH1 ~ CH4, LX, OVP
端子電圧 3	VMAX3	30.5	V	VIN, ENABLE
端子電圧 4	VMAX4	15	V	PWM
許容損失 1	Pd1	380 <sup>*1</sup>	mW	
許容損失 2	Pd2	880 <sup>*2</sup>	mW	
許容損失 3	Pd3	3264 <sup>*3</sup>	mW	
動作温度範囲	Topr	-40 ~ +85		
保存温度範囲	Tstg	-55 ~ +150		

\*1 Ta=25 以上で使用する時は約 3.0mW/ で減ずる。(IC 単体時)。

\*2 1層(ローム標準基板)実装時。銅箔面積 0mm<sup>2</sup>, Ta=25 以上で使用する時は約 7.0mW/ で減ずる。

\*3 4層(JEDEC 準拠基板)実装時。銅箔面積 1.4層目 20.2mm<sup>2</sup>、銅箔面積 2,3層目 5505mm<sup>2</sup>。Ta=25 以上で使用する時は約 26.1mW/ で減ずる。  
許容損失の式: (保存温度(150 ) - 25 )/θja (ex. Pd1=3.0mW/ )

## 推奨動作範囲(Ta=-40 ~ +85 )

Parameter	Symbol	Limits			Unit	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
動作電源電圧	VINL	6.0	12.0	27.0	V	コイル電源
	VIN	4.5	5	27.0	V	IC 電源

## 電気的特性

(特に指定のない限り、VIN=12V, Ta = +25 )

Parameter	Symbol	Limits			Unit	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
<b>【全般】</b>						
静止電流	Iq	-	1.6	4.4	μA	ENABLE =0V
動作電流	Idd	-	3.6	5.4	mA	OVP=0V,ISET=39kΩ
最大出力電圧	MOV	-	-	41	V	
低電圧検出電圧	UVLO	-	3.7	4.1	V	VIN 下降時
<b>【ENABLE 端子】</b>						
L レベル入力電圧	EnL	0.0	-	0.8	V	
H レベル入力電圧 1	EnH	2.0	-	VIN	V	
ENABLE プルダウン抵抗	EnR	100	300	500	kΩ	ENABLE =3V
出力電流	ENIout	-	0	2	μA	ENABLE =0V
<b>【PWM 端子】</b>						
L レベル入力電圧	PWML	0.0	-	0.8	V	
H レベル入力電圧 2	PWMH	1.3	-	14.5	V	
PWM プルダウン抵抗	PWMR	100	300	500	kΩ	PWM=3V
出力電流	PWMIout	-	0	2	μA	PWM=0V
<b>【FAULT】</b>						
Nch RON	FFCR	-	-	3	kΩ	ENABLE =PWM=3V, OVP=2V
<b>【レギュレータ】</b>						
VDC 電圧	VREG	4.2	5.0	6.0	V	無負荷, VIN > 6V

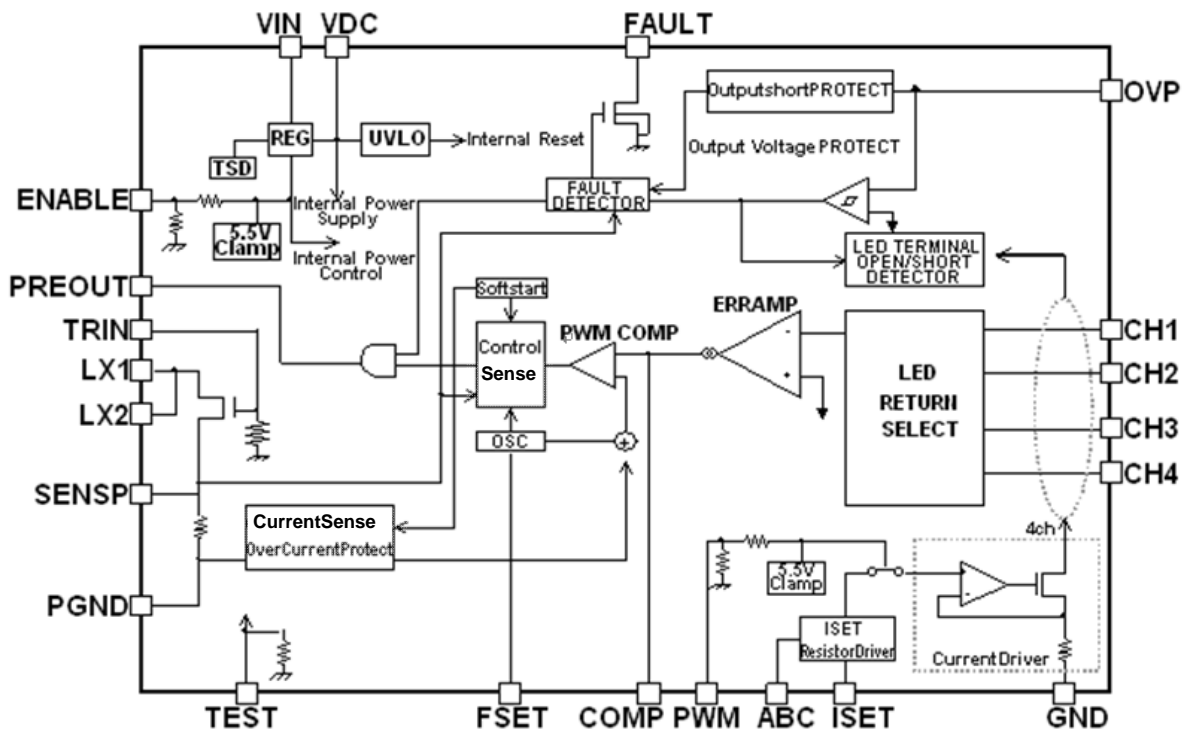
電氣的特性 - 続き

(特に指定のない限り、VIN=12V, Ta = +25 )

Parameter	Symbol	Limits			Unit	Conditions
		Min.	Typ.	Max.		
<b>【スイッチングレギュレータ】</b>						
LED 制御電圧	VLED	0.64	0.80	0.96	V	
スイッチング周波数	Fsw	1.00	1.25	1.50	MHz	FSET=56kΩ
最大デューティ	Duty	91.0	95.0	99.0	%	CH1-4=0.3V, FSET=56kΩ
LX Nch FET RON	RON	-	0.3	0.5	Ω	ILX=80mA
<b>【プロテクション】</b>						
過電流保護電流	Ocp	1.5	2.5	-	A	*1
過電圧保護電圧	OVP	1.16	1.20	1.24	V	OVP 端子の検出電圧
出力ショート保護	OVPfault	0.02	0.05	0.08	V	OVP 端子の検出電圧
OVP リーク電流	OVIL	-	0.1	1.0	μA	
CH 端子 過電圧保護ばらつき	VSC	-15	0	+15	%	VSC=8V
<b>【カレントドライバ】</b>						
LED 最大電流	ILMAX	-	-	100	mA	カレントドライバの特性となります。 アプリケーション条件によっては DC/DC コンバータの特性で出力できないこともあります
LED 電流ばらつき	ILACCU	-	-	±5.0	%	ILED=60mA (39kΩ)
LED 電流マッチング	ILMAT	-	-	3.0	%	(最大 LED 電流 - 最小 LED 電流) / 理想的電流(60mA) ILED=60mA
LED 端子保護	ILOCP	-	0	0.1	mA	ISET 抵抗 1kΩ 設定時の LED 電流値
ISET 電圧	Iset	-	0.733	-	V	
LED 電流ばらつき 2	ILACCU2	-	±3.0	-	%	ILED=60mA, ABC=0.733V

\*1 この項目は、DC で測定しています。

ブロック図



Pin number 22pin  
Figure 3. Block Diagram

端子説明

PIN No.	PIN Name	IO	Function	Terminal diagram
1	VDC	Out	レギュレータ出力/内部電源	C
2	TEST	In	TEST 信号(IC 内部のプルダウン 100kΩ)	E
3	FSET	In	スイッチング周波数設定抵抗を接続	A
4	ABC	In	アナログ輝度制御 PIN	C
5	GND	-	スイッチングレギュレータ GND	B
6	COMP	Out	ERRAMP 信号	A
7	ISET	In	LED 電流設定端子	A
8	CH4	In	CH4 用カレントドライバの sink 端子	C
9	NC	-	-	-
10	CH3	In	CH3 用カレントドライバの sink 端子	C
11	NC	-	-	-
12	CH2	In	CH2 用カレントドライバの sink 端子	C
13	NC	-	-	-
14	CH1	In	CH1 用カレントドライバの sink 端子	C
15	NC	-	-	-
16	GND	-	Current Driver 用 GND	B
17	FAULT	Out	Fault 信号	C
18	PREOUT	Out	内蔵スイッチング Tr 駆動用信号出力端子	A
19	TRIN	In	内蔵スイッチング Tr Gate 端子	A
20	SENSP	In	外付け FET ソース接続端子	A
21	PGND	-	スイッチング Tr の PGND 端子	D
22	LX	Out	内蔵スイッチング Tr 出力端子	F
23	LX			
24	NC	-	-	-
25	OVP	In	SBD Open と過電圧保護用モニタ入力端子	C
26	PWM	In	カレントドライバオン/オフ用入力端子	E
27	ENABLE	In	パワーオン/オフ用端子	E
28	VIN	In	バッテリー入力	G
-	Thermal PAD	-	裏面の放熱 PAD GND に接続してください。	-

ESD 等価回路図

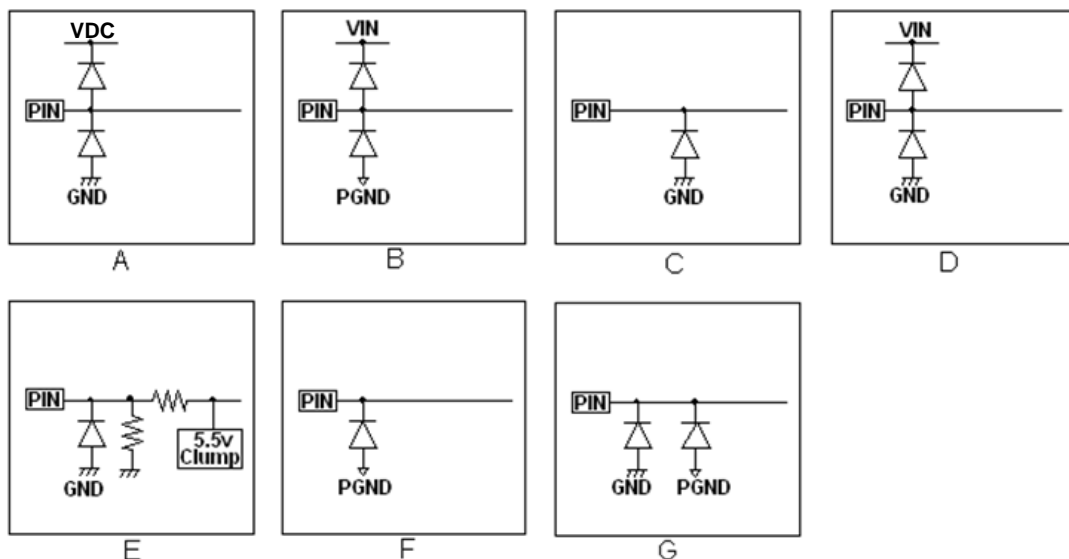


Figure 4. Pin ESD Type

特性データ(参考データ)

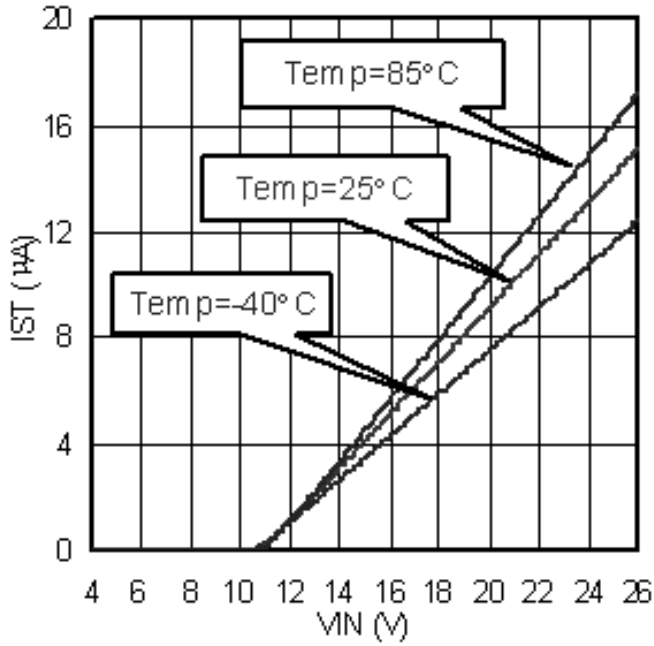


Figure 5. Quiescent Current

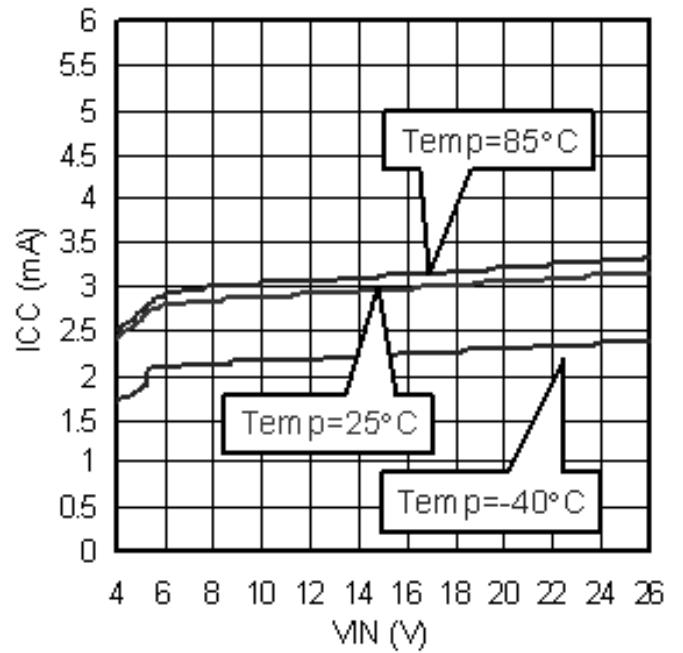


Figure 6. Current Consumption

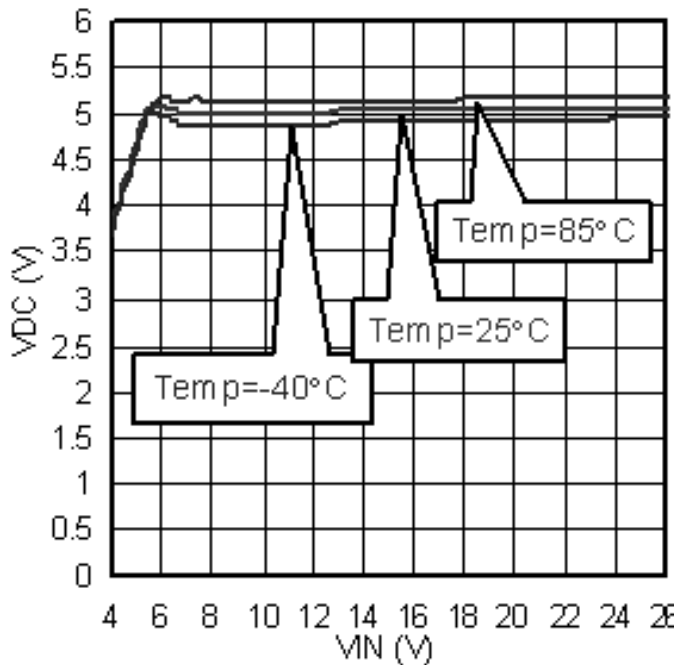


Figure 7. VDC Voltage

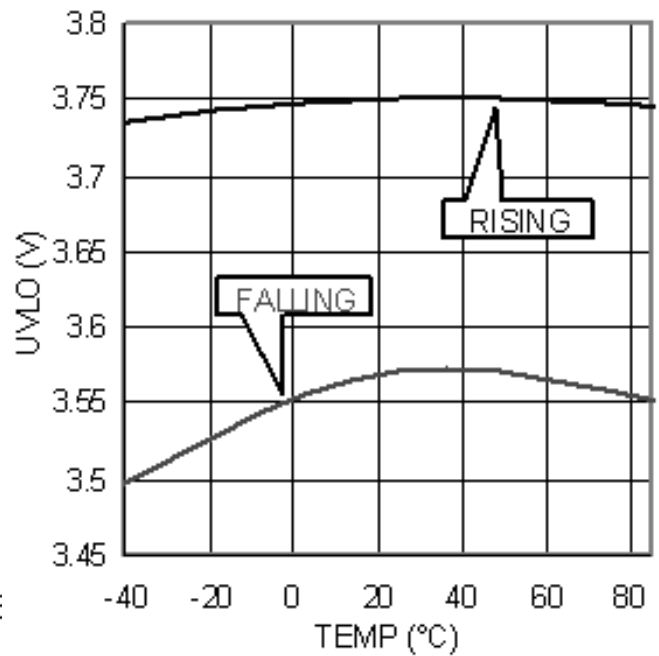


Figure 8. Under Voltage Lock Out

特性データ(参考データ) - 続き

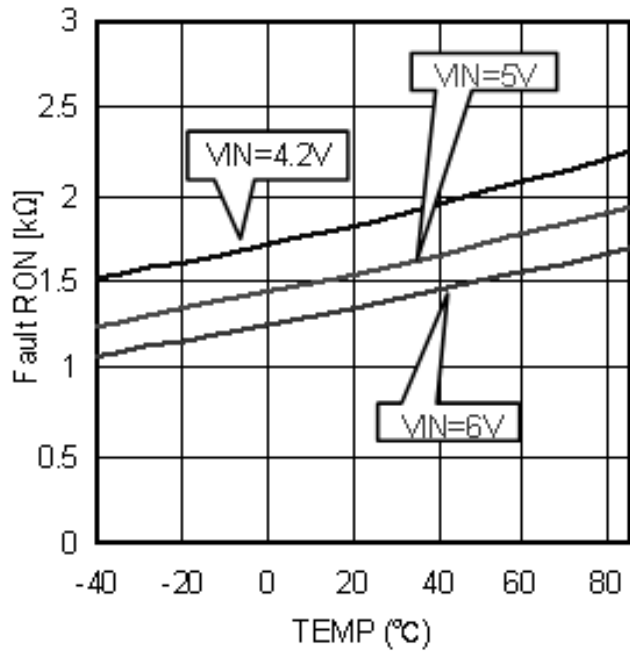


Figure 9. Fault RON

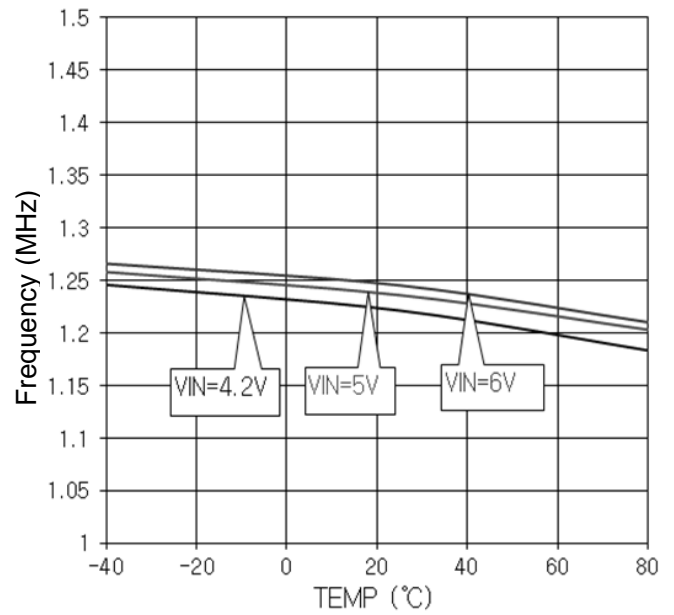


Figure 10. Switching Frequency

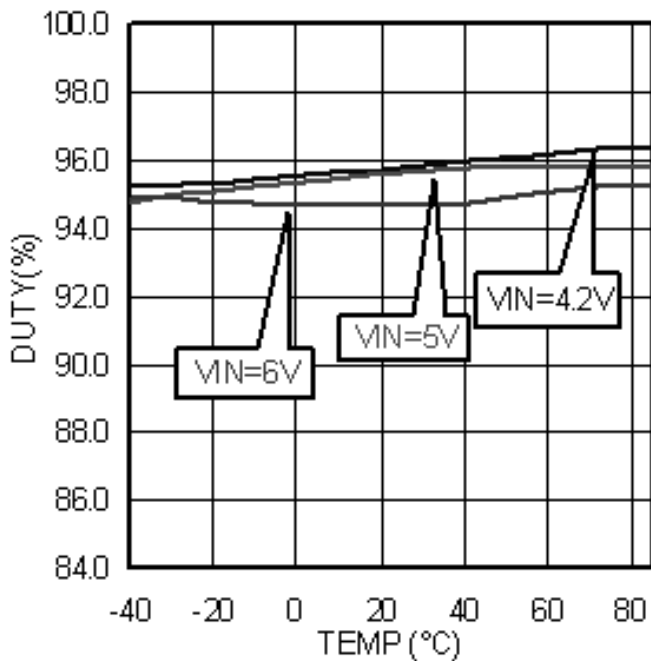


Figure 11. Max Duty

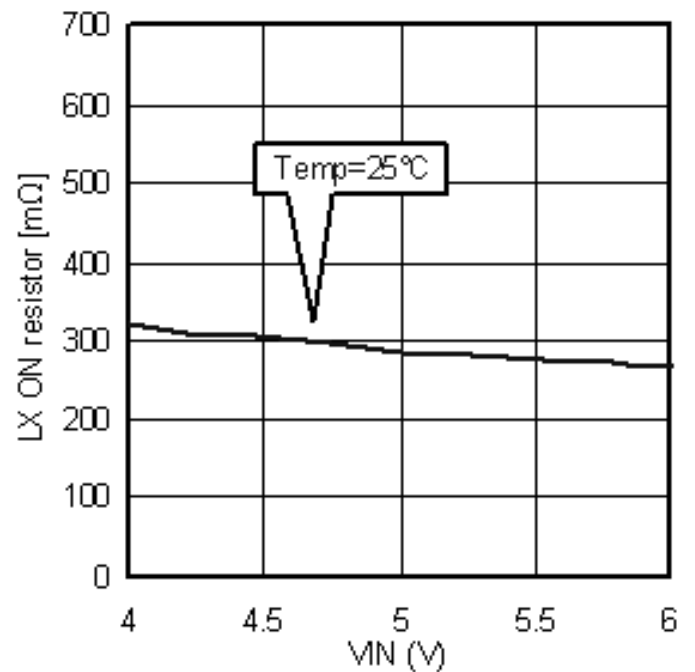


Figure 12. LX Nch RON

特性データ(参考データ) - 続き

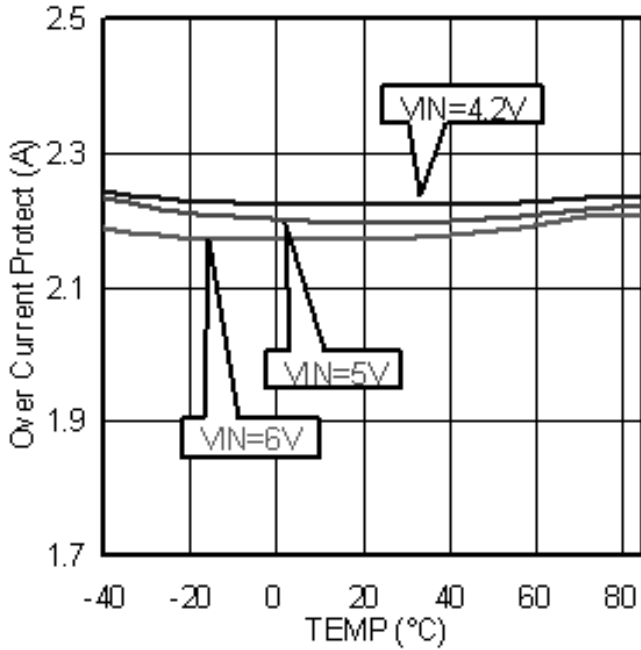


Figure 13. Over Current Limit

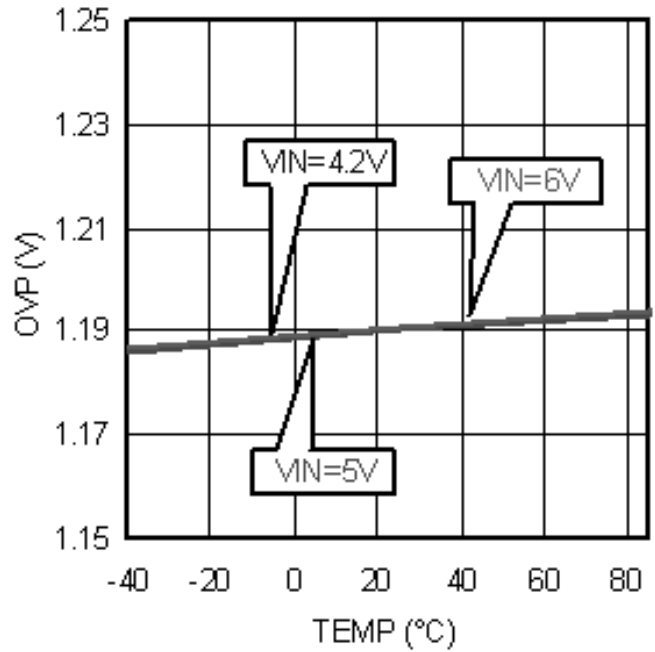


Figure 14. Over Voltage Protect

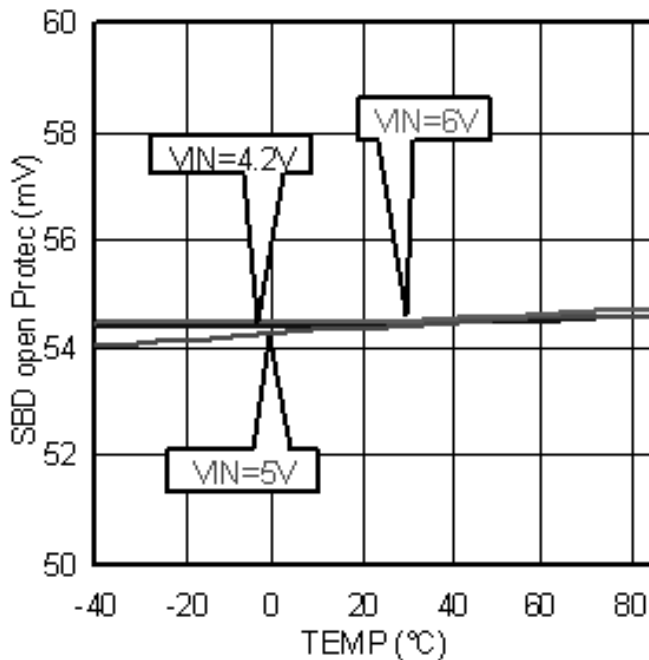


Figure 15. Output Short Protect

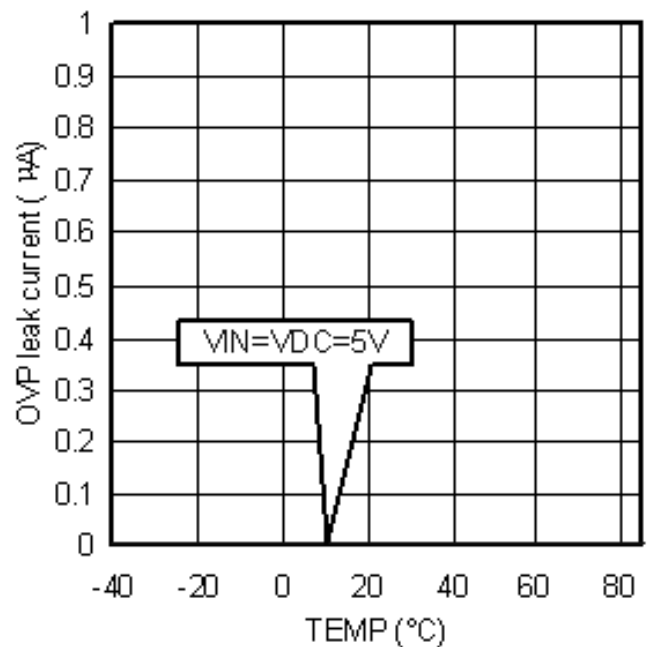


Figure 16. OVP Leak Current

特性データ(参考データ) - 続き

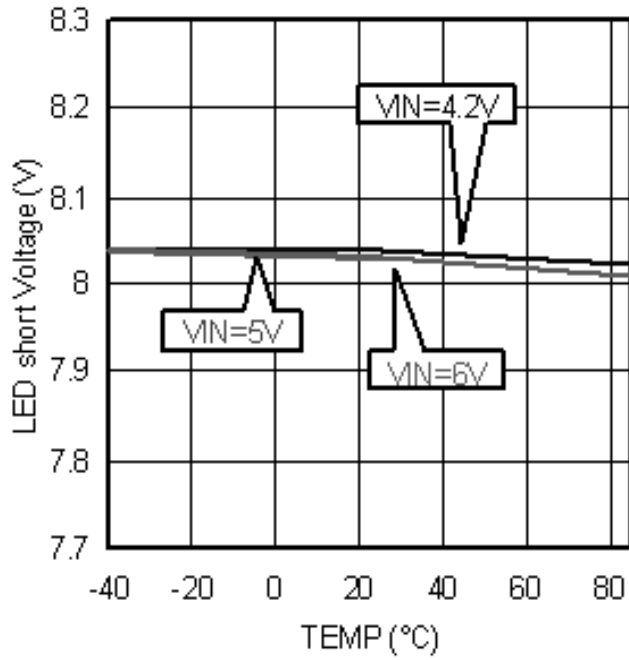


Figure 17. CH Terminal OVP

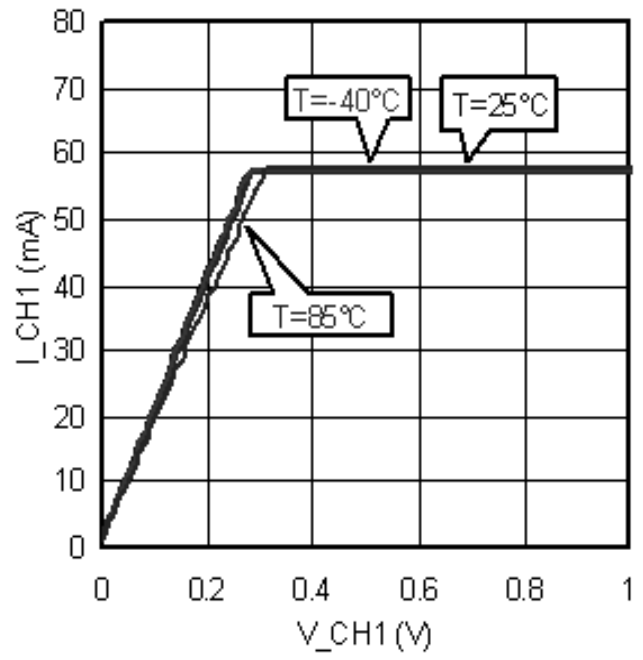


Figure 18. LED Current vs. CH Voltage

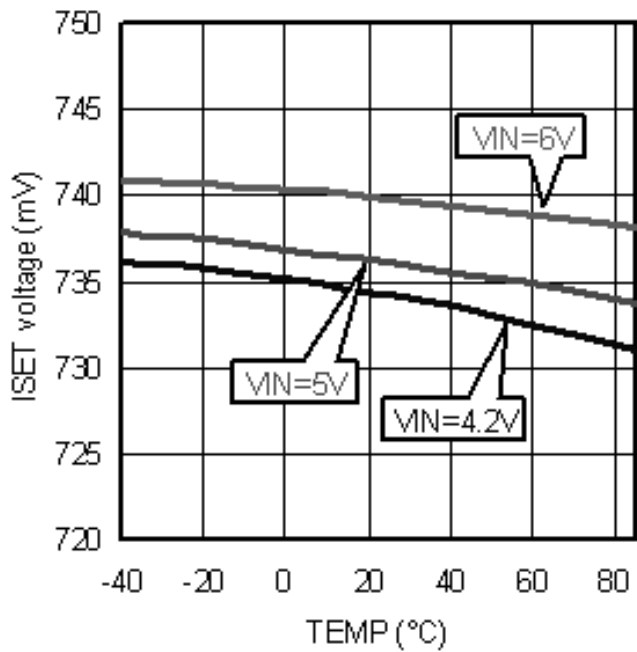


Figure 19. ISET Voltage

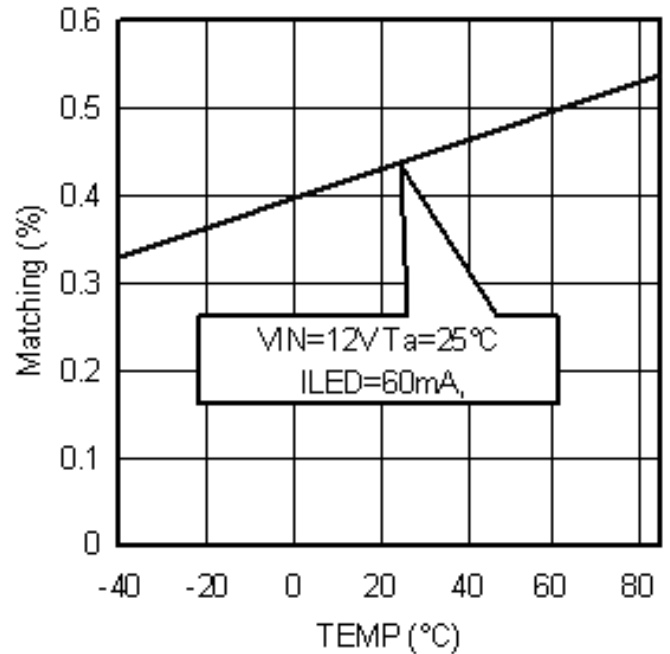


Figure 20. LED Current Matching



特性データ(参考データ) - 続き

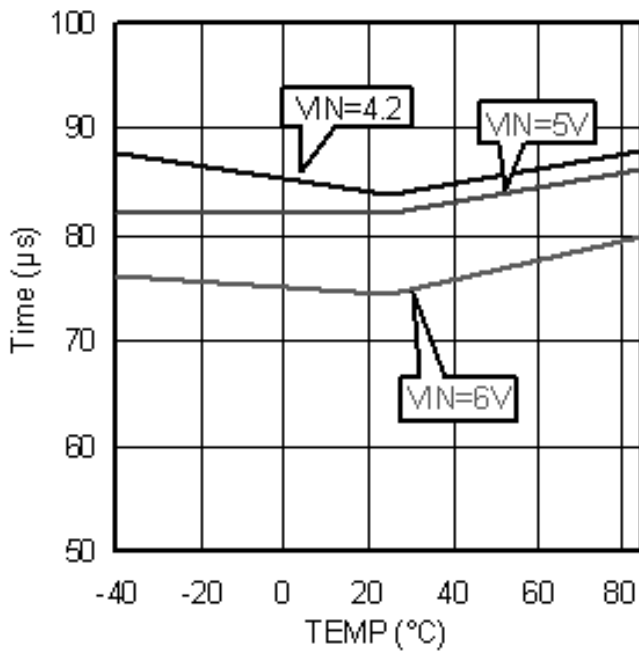


Figure 21. LED Open Time vs. Temp

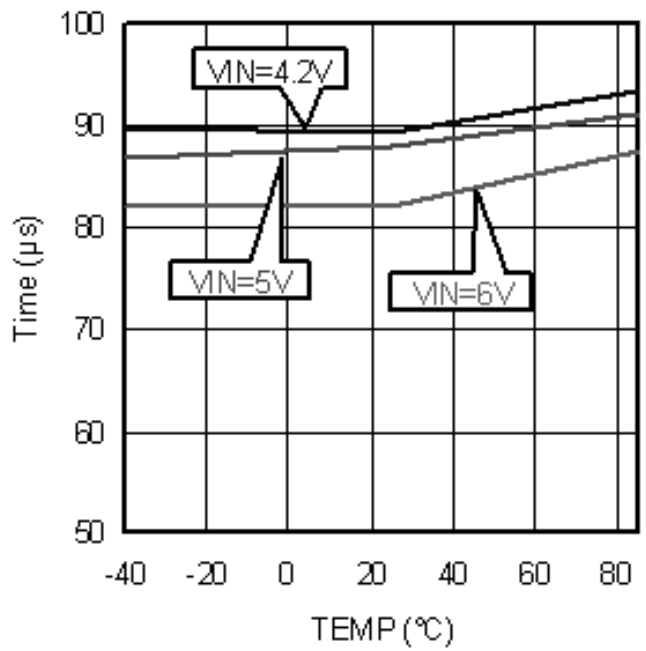


Figure 22. LED Short Time vs. Temp

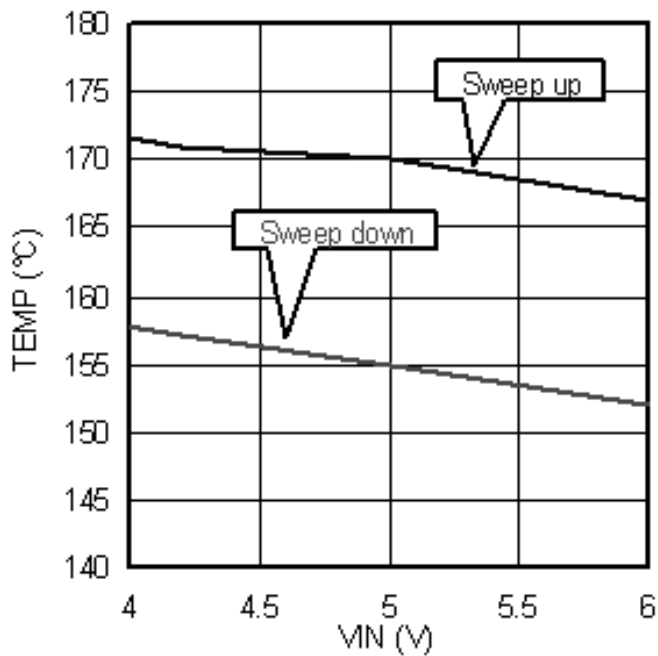


Figure 23. Thermal Shut Down

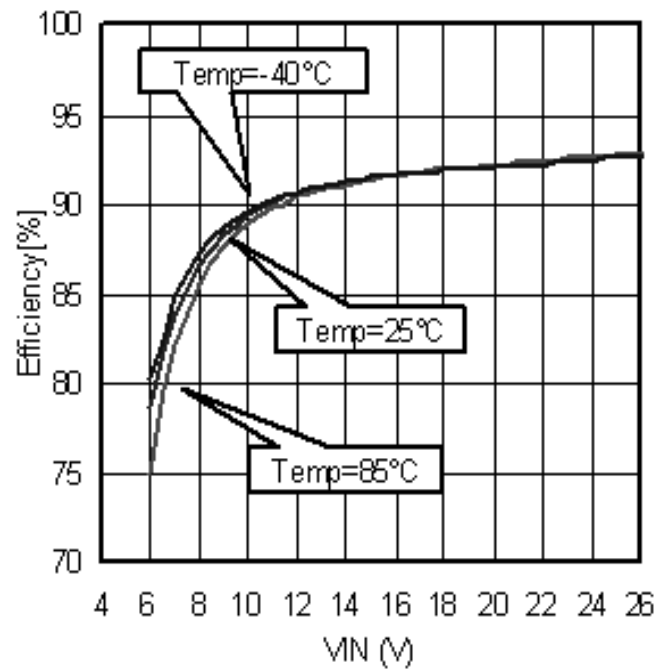


Figure 24. Efficiency 10LEDx4CH  
ILED=60mA

特性データ(参考データ) - 続き

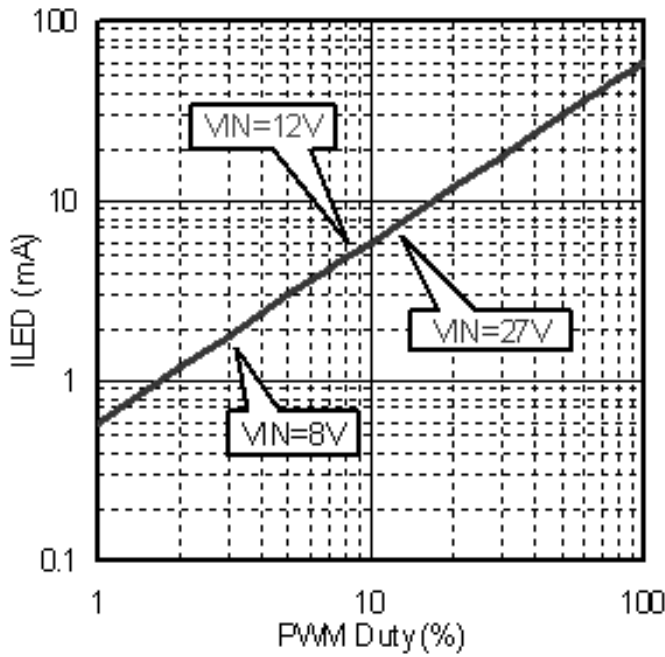


Figure 25. LED Current vs. PWM Duty  
 PWM Freq=200Hz FSET=56kΩ

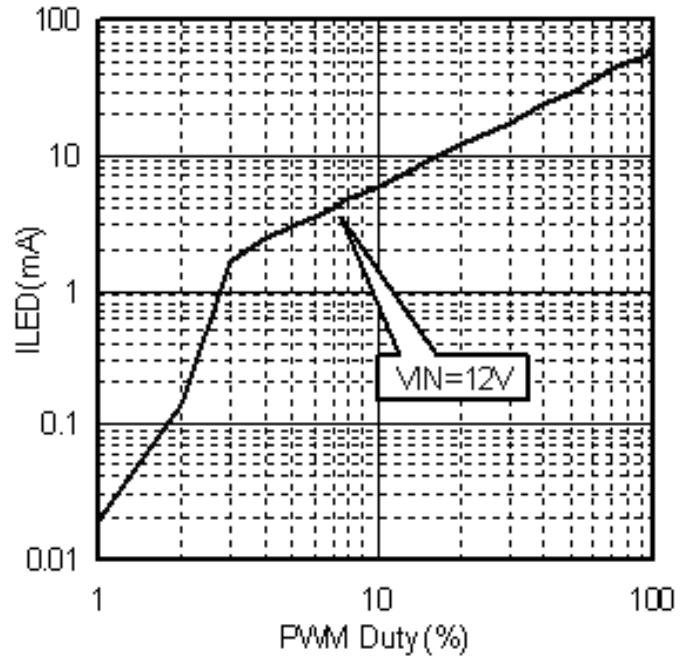


Figure 26. LED Current vs. PWM Duty  
 PWM Freq=30kHz FSET=56kΩ

アプリケーション例

Figure 27. Figure 28.,Figure 29.は 4 並列,3 並列,2 並列のアプリケーション例になります。

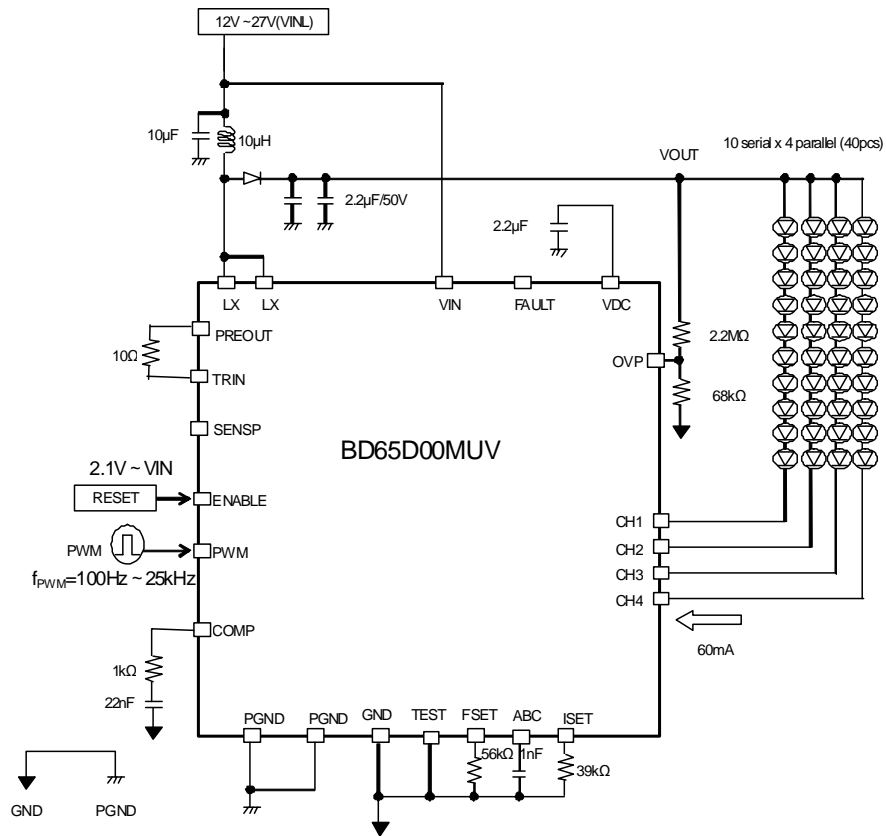


Figure 27. BD65D00 アプリケーション例(4 並列)

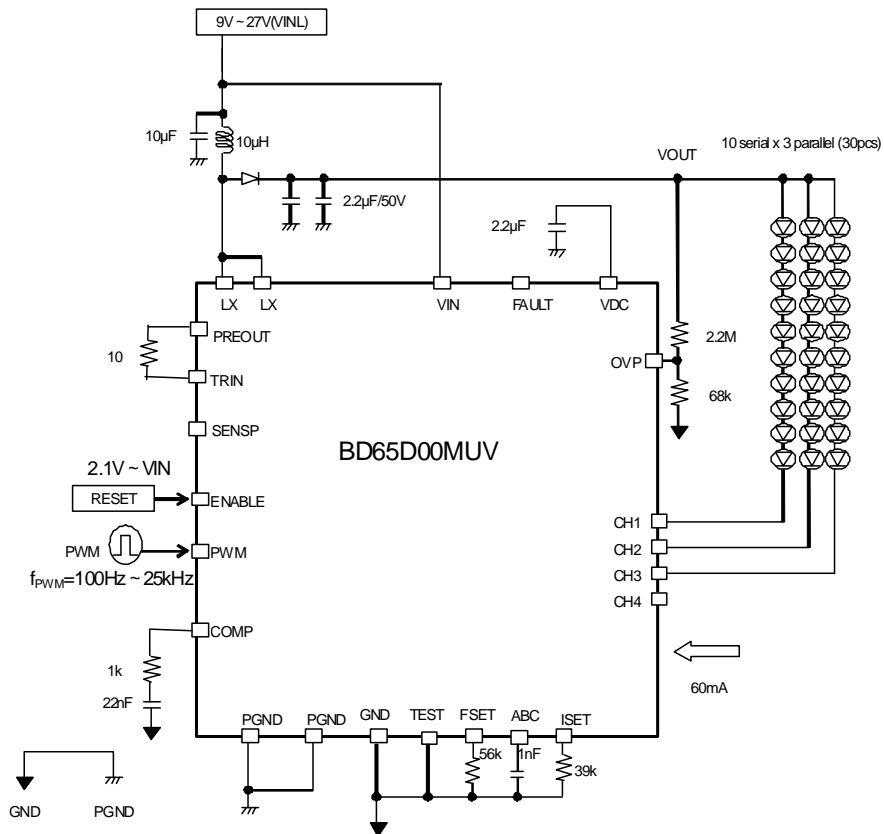


Figure 28. BD65D00 アプリケーション例(3 並列)

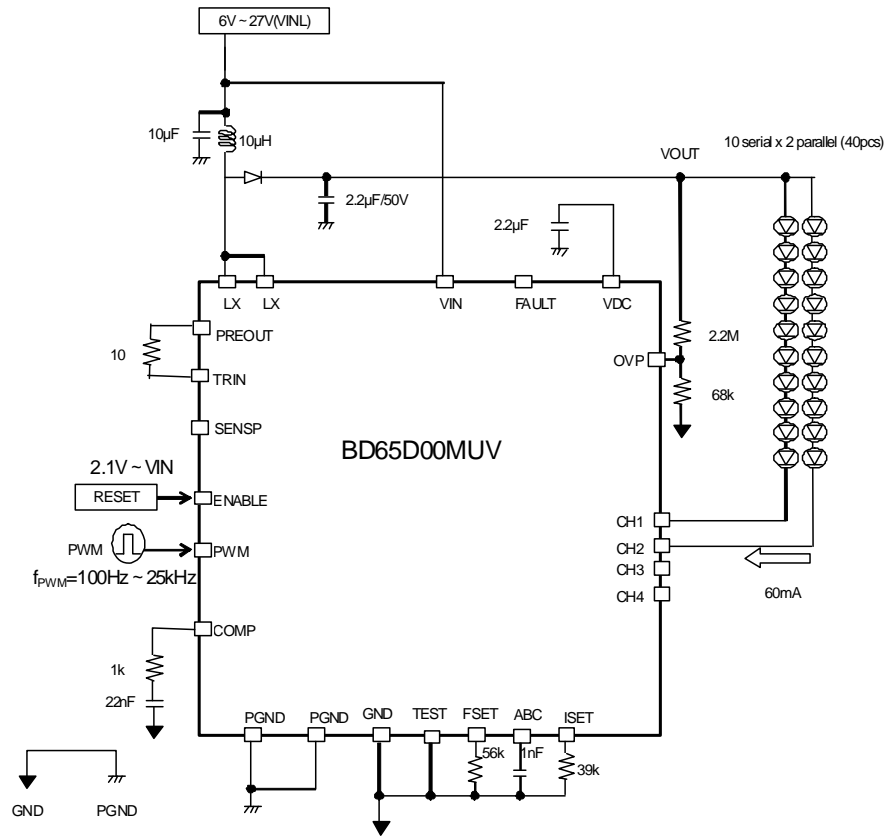


Figure 29. BD65D00 アプリケーション例(2 並列)

## 機能説明

## 1) PWM 方式カレントモード DC/DC コンバータ

パワーオン時に CH1,2,3,4 の端子電圧の中で一番低い電圧を検出します。スイッチングの duty をコントロールすることにより一番低い電圧が 0.8V になるようにフィードバックして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 コンプ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信号です。この出力は RS ラッチを経て Nch Tr のゲートを制御します。Nch Tr のゲートをオンしている期間に外付けのインダクタにエネルギーを蓄え、Nch Tr のゲートがオフしている期間に外付け SBD を通じ出力のキャパシタにエネルギーを移動します。

また、この IC は多くの保護機能を有しています。それぞれの検出信号はスイッチング動作をすみやかに停止させます。

## 2) パルススキップコントロール

この IC は昇圧機能として pulse-skip 機能を内蔵しています。入力電圧が高く出力電圧が低いアプリケーションの時に Pulse-skip 状態になります。この時エラーアンプはスイッチングを止めます。エラーアンプは出力電圧が低くなる、もしくは入力電圧が低くなる場合にスイッチングをスタートさせます。

過電時は従来の pulse-skip 機能が使用されます。この IC は連続でスイッチングを行わないため、スイッチングの損失が少なく、動作電流を最小限に抑えることができます。またエラーアンプでスイッチングが停止している時、入力電圧の負荷はかかりません。この改良された pulse-skip 機能は active-cycle control とも呼ばれています。

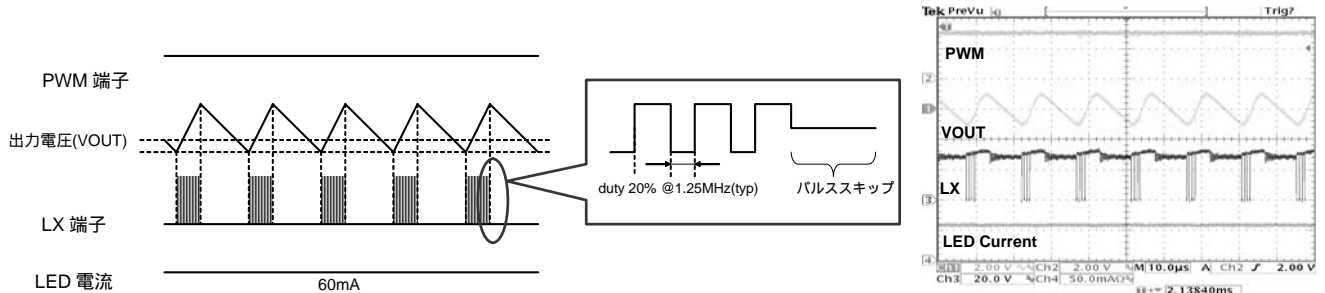


Figure 30. パルススキップ

## 3) 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。ソフトスタートはコイルに大電流が流れることを防ぎ、立ち上げ時のラッシュ電流の発生を防ぎます。この IC のソフトスタートは過電流設定をコントロールしてピークを抑えています。そのため、スイッチング状態(pulse-skip 状態でない)になるまで(コイルに電流を流せる状態)ソフトスタートはスタートしません(停止状態)。

pulse-skip はスイッチング ON/OFF しているため時間がたてばソフトスタートは解除されます。

ENABLE 端子、PWM 端子入力を L から H に変更した後、レギュレータ(VDC)電圧が上昇します。VDC=3.9V(typ.)を超えると UVLO が検出され typ 4.3ms 以内の間ソフトスタートが有効となります。一度ソフトスタートが終わると、PWM 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。

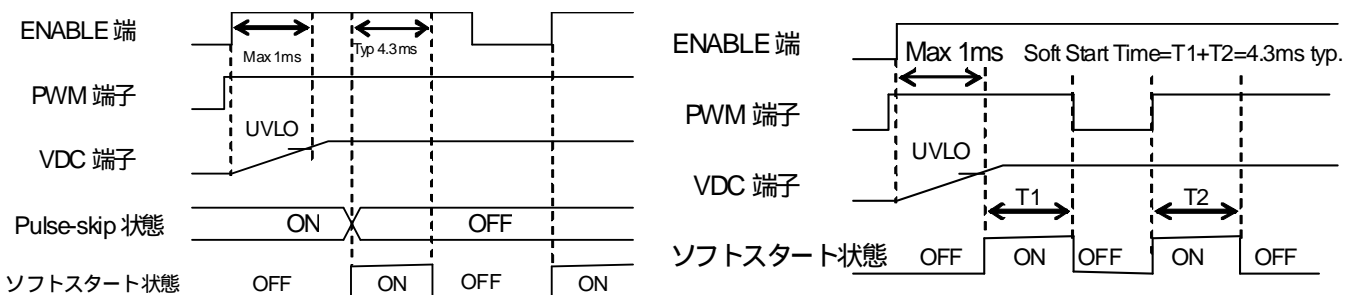


Figure 31. ソフトスタート

#### 4) FAULT 出力(保護出力)

異常状態が発生した場合、保護機能により昇圧動作は止められ異常状態が回避されます。異常状態の時 FAULT 端子から L が出力されます。パワーオン後、ソフトスタートが解除されるまで約 4.3ms (typ.)は保護機能が動作しません(OTP 除く)。ENABLE 端子入力を L に変更すれば、FAULT 端子の出力がラッチされていて初期状態へリセットされます。

(pulse-skip 状態だとスイッチングが停止している間はソフトスタートが止まるため FAULT 端子のマスク時間が長くなります)。LED の接続を 3 並列以下で使用する場合は 4.3ms(typ.)以下で不使用端子の処理が終わらなければ FAULT 端子は L 出力されます。COMP 端子と GND 間にコンデンサを接続して滑らかに起動させる場合には起動時間を十分評価してください。

対象となる保護機能は次の通りです。

- 過電圧保護 (OVP)
- サーマルシャットダウン (OTP)
- 過電流保護 (OCP)
- 出力ショート保護
- LED ショート(Latch)
- LED オープン(Latch)

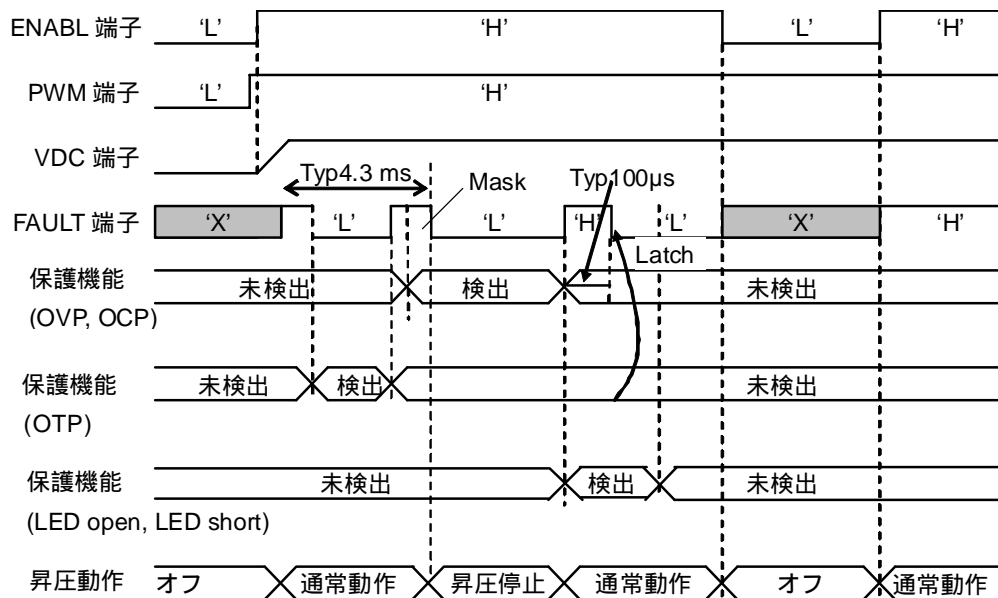


Figure 32. FAULT 端子 動作説明

保護機能

保護機能表

事例	停止モード	検出モード	CH1 端子	CH2 ~ 4 端子	VOUT の調整	FAULT 端子
1	LED ショート (CH1 の LED をショート)	CH1 端子 > VSC	LED 電流の停止 DC/DC のフィードバックが回復しない	通常点灯 DC/DC は CH2 ~ 4 の中でフィードバックされる	CH2 ~ CH4 端子で LED の VF が最も大きい列で調整	'H' → 'L' (Latch)
2	LED オープン (CH1 の LED をオープン)	CH1 端子 < 0.2V(typ.) OVP 端子 > 1.2V(typ.)	LED 電流の停止 DC/DC のフィードバックが回復しない	通常点灯 DC/DC は CH2 ~ 4 の中でフィードバックされる	CH2 ~ CH4 端子で LED の VF が最も大きい列で調整	'H' → 'L' (Latch)
3	VOUT/LX を GND へショート	OVP 端子 < 50mV(typ.)	スイッチングが停止して、 FAULT 端子が'H'→'L'に切り替わる OVP>50mV 時、FAULT は'H'に戻る		-	'H' → 'L'
4	出力電圧が高くなる	OVP 端子 > 1.2V(typ.)	スイッチングが停止して、 FAULT 端子が'H'→'L'に切り替わる OVP 端子<1.2V になると、FAULT 端子は'H'に戻る(LED open が同時に起こると戻らない)		-	'H' → 'L'
5	LX 電流が多い	OCP > 2.5A or OTP > 175°C(typ.)	スイッチングが停止して、 FAULT 端子が'H'→'L'に切り替わる IC はシャットダウンするため、 ENABLE 端子を'H' → 'L' → 'H'するまで FAULT 端子は'H'に戻らない		-	'H' → 'L'

過電圧保護 (OVP)

LED が切り離されると出力オープン状態になり過昇圧します。内蔵(外付け)Tr と OVP 端子が絶対最大定格を超えると内蔵(外付け)Tr または IC が破壊します。そのため OVP 端子が検出電圧以上になると過電圧保護状態になりスイッチングをオフして DC/DC を停止させます。

過電圧保護後は Figure 33. のように IC は動作状態から非動作時状態へ変わり、出力電圧はゆっくり低下し安定します。CH1 端子でフィードバックされない限り、CH2 端子でフィードバックします。

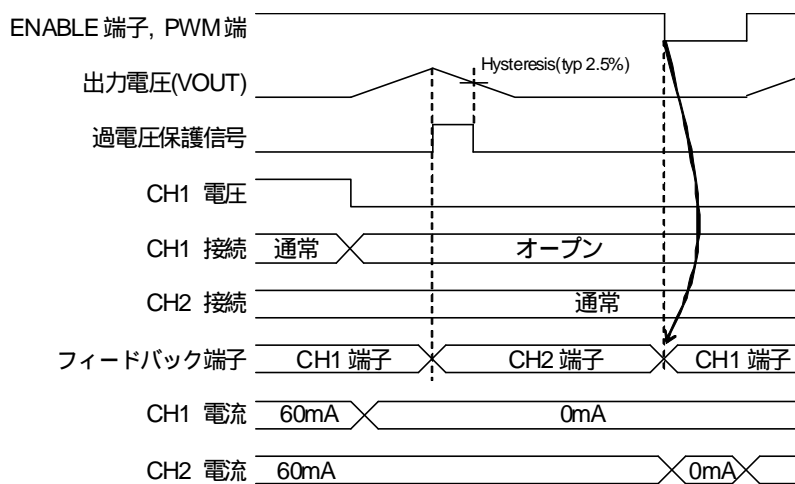


Figure 33. OVP 動作説明

電気的特性に示しております値を使用します。抜粋してこちらに記載します。

過電圧保護電圧	min 1.16V	typ 1.20V	max 1.24V
LED 制御電圧	min 0.64V	typ 0.80V	max 0.96V
LED 端子過電圧保護	min 6.80V	typ 8.00V	max 9.20V

- LED の VF の合計値が MAX となる条件を算出します。  
例) VF=2.9V(min),3.2V(typ.), 3.5V(max)で縦積み 8 直の場合 => 3.5V×8=28V
- 出力電圧の最大値を次の式で算出します。  
出力電圧の最大値 = 1 で求めた最大値+CH1 ~ 4 端子電圧の最大値(0.96V)  
例) 出力の最大値 = 28V + 0.96V =28.96V
- 過電圧保護の設定値の最低値が、出力の最大値を上回るように設定します。  
その際、過電圧保護設定電圧と VF の合計値が近すぎると、リップル、ノイズ等で過電圧保護を検出してしまう恐れがあります。過電圧と VF の合計値に差にマージンをとれるように設定することを推奨しております。今回は 6% 程度のマージンをとりました。  
例) 出力最大値=28.96V に対して過電圧保護の最低値=28.96V×1.06=30.70V  
Ic の過電圧の min=1.16V, typ=1.20V, max=1.24V より  
typ 設定値= 30.70V×(1.20V/1.16V) = 31.76V  
max 設定値= 31.76V×(1.26V/1.20V) = 33.35V
- 設定抵抗値の調整方法は次のとおりです。  
OVP 端子-出力(VOUT)間の抵抗を高抵抗に固定し、OVP 端子 - GND 間の抵抗値を変更して過電圧保護値を設定してください。この抵抗値を低くすると PWM のオフ中に出力電圧が低下するため、出力電圧のリップルが大きくなり、出力コンデンサの音鳴りが大きくなります。

例) OVP 抵抗(R1, R2)の選定

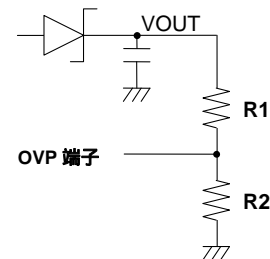
#### ・ OVP resistor selection

(例 1) VF=3.5V max, serial = 7 LED  
OVP = 1.2V, R1 = 2.2MΩ, R2 = 95.3kΩ  
VOUT = 1.2 × (2.2MΩ + 95.3kΩ) / 95.3kΩ = 28.90V

(例 2) VF=3.5V max, serial = 8 LED  
OVP = 1.2V, R1 = 2.2MΩ, R2 = 82kΩ  
VOUT = 1.2 × (2.2MΩ + 82kΩ) / 82kΩ = 33.40V

(例 3) VF=3.5V max, serial = 9 LED  
OVP = 1.2V, R1 = 2.2MΩ, R2 = 73.2kΩ  
VOUT = 1.2 × (2.2MΩ + 73.2kΩ) / 73.2kΩ = 37.27V

(例 4) VF=3.5V max, serial = 10 LED  
OVP = 1.2V, R1 = 2.2MΩ, R2 = 68kΩ  
VOUT = 1.2 × (2.2MΩ + 68kΩ) / 68kΩ = 40.02V





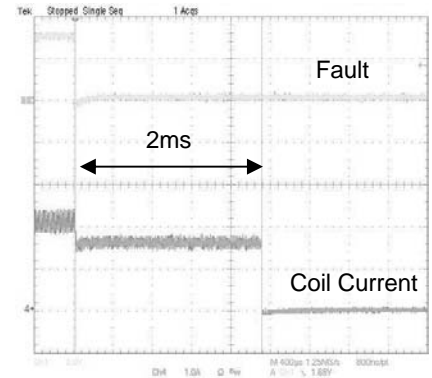
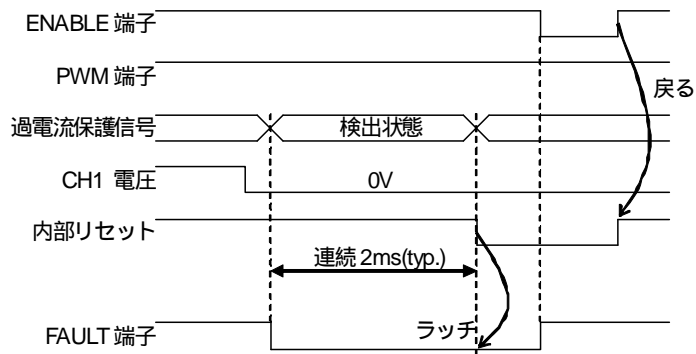
### ・過電流保護 (OCP)

内蔵(外付け)スイッチングトランジスタのソースと PGND 間に接続された電流検出抵抗に過電流が流れ、検出電圧以上になると過電流保護が動作します。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。

連続 2ms 間 PWM=H(昇圧条件)かつ過電流状態が続くと IC をシャットダウンします。ENABLE 端子を 'H'-'L'-'H' とすることで復帰します。

\*電源立ち上げスピードが遅く低電圧で昇圧がスタートするとシャットダウンする可能性があります。アプリケーションに必要な入力電圧を設定後動作させてください。



### ・外付け SBD 外れ保護と出力ショート保護

DC/DC 出力(VOUT)と外付け SBD の接続がオープンになった場合や VOUT が GND とショートした場合にコイル又は内部 Tr が破壊する恐れがあります。そこで、OVP 端子が 50mV(typ.)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 (typ.)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。

## 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 となった列(CH1 の列)は点灯しませんが、他の列(CH2 の列)は点灯します。

Figure 34. のように CH1 の列がオープンになると CH1 端子が 0V になります。一番低い電圧が 0.8V 以下のため、過電圧保護電圧まで昇圧します。過電圧保護が検出されるとオープン処理がスタートします。オープン判定されるとフィードバック対象の端子から除外されるため VOUT は通常電圧に戻ります。

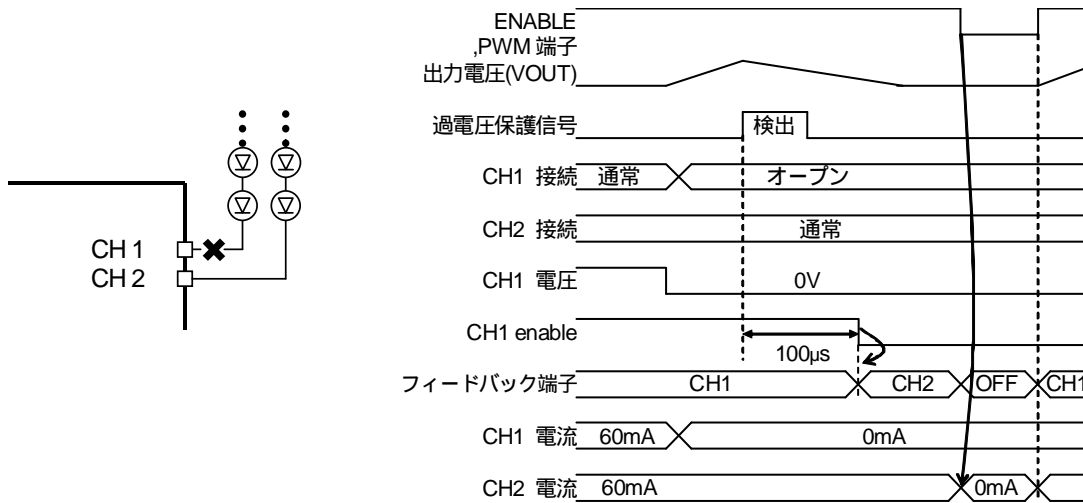


Figure 34. LED オープン保護

## 2) LED が複数個ショートした場合

CH1 ~ 4 端子電圧が 8V(typ.)以上にならない限り、すべての列は点灯します。

8V 以上になるとショートした列だけ消灯し、他の列の LED 電流は正常に点灯し続けます。

ショートした列の(CH1)電流は 60mA から 0.05mA(typ.)に減るため、CH1 端子は熱を持ちません。

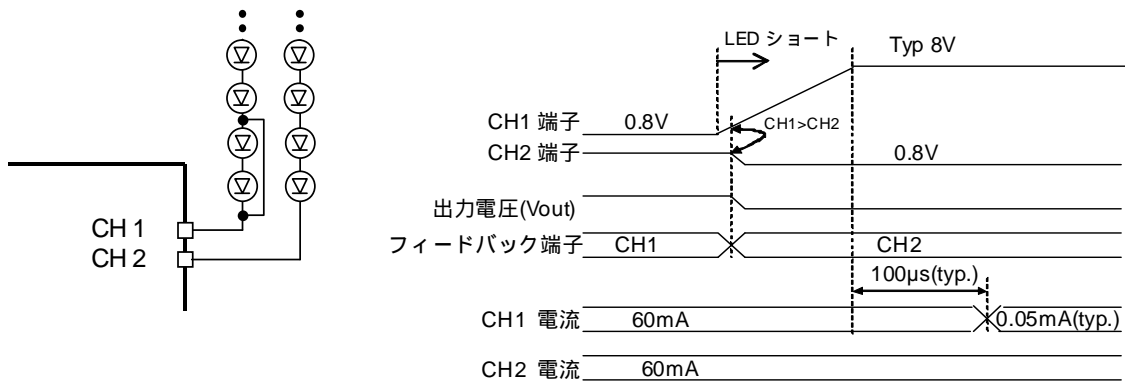


Figure 35. LED ショート保護

## 3) ショットキーダイオードが外れた場合

ショットキーダイオード外れ保護機能(OVP 端子<50mV)により昇圧動作が停止するため、IC を破壊しません。

コントロール信号入力タイミング

タイミングシーケンス 1

Figure 36. は Power ON シーケンスです。電源投入(VIN ON)後 ENABLE と PWM 信号を'L'から'H'にします。Power OFF シーケンスは ENABLE と PWM 信号を'H'から'L'にした後、電源(VIN)を OFF します。

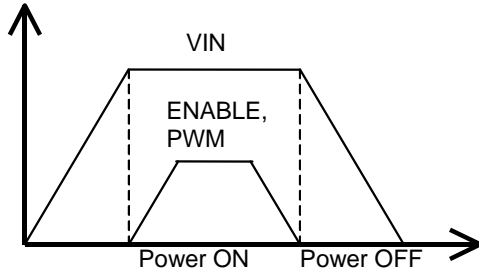
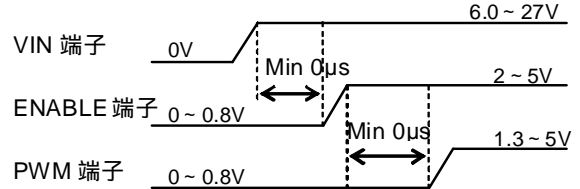


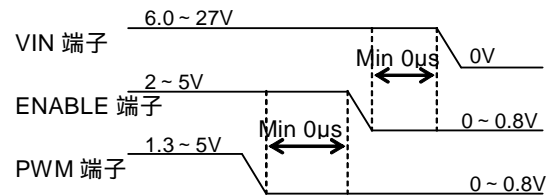
Figure 36. タイミングシーケンス 1

PWM Control Turn-on LED IC タイミングシーケンス



\*他の信号は信号がオンになった後入力されます。

PWM Control Turn-off LED IC タイミングシーケンス



\*他の信号は信号がオフになった後入力されます。

タイミングシーケンス 2

Figure 37. は Power ON シーケンスです。電源投入(VIN ON),ENABLE 信号を'L'から'H'にした後、PWM 信号を'L'から'H'にします。Power OFF シーケンスは PWM 端子を'H'から'L'にした後、VIN OFF, ENABLE 端子を'H'から'L'にします。

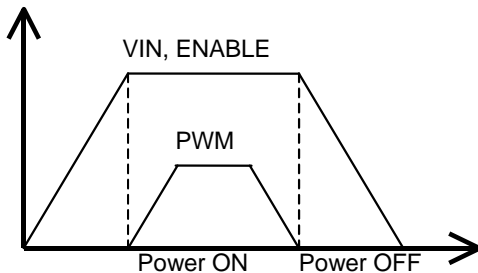
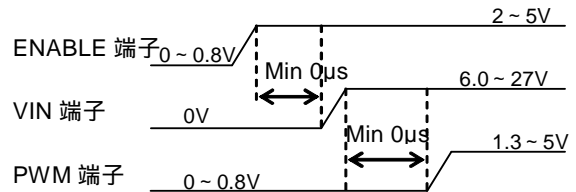


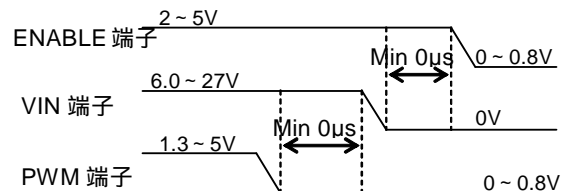
Figure 37. タイミングシーケンス 2

PWM Control Turn-on LED IC タイミングシーケンス



\*他の信号は信号がオンになった後入力されます。

PWM Control Turn-off LED IC タイミングシーケンス



\*他の信号は信号がオフになった後入力されます。

タイミングシーケンス 3

Figure 38. は Power ON シーケンスです。電源投入(VIN ON)後 ENABLE と PWM 信号を'L'から'H'にします。Power OFF シーケンスは ENABLE 端子を'H'から'L'にした後、VIN OFF, PWM 端子を'H'から'L'にします。

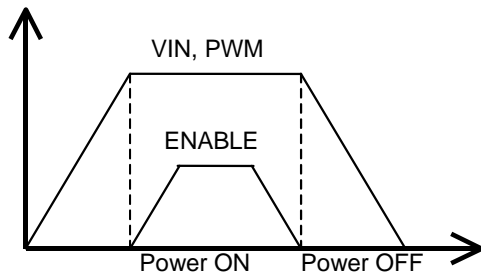
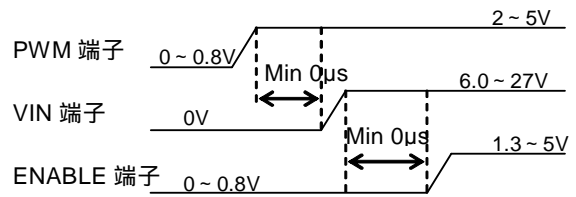


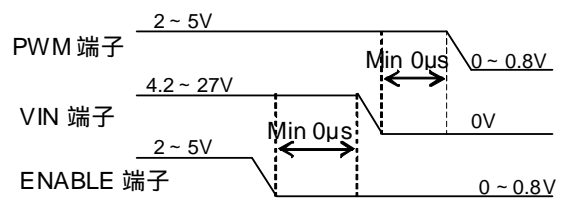
Figure 38. タイミングシーケンス 3

ENABLE Control Turn-on LED IC タイミングシーケンス



\*他の信号は信号がオンになった後入力されます。

ENABLE Control Turn-off LED IC タイミングシーケンス



\*他の信号は信号がオフになった後入力されます。

VIN 起動スピード

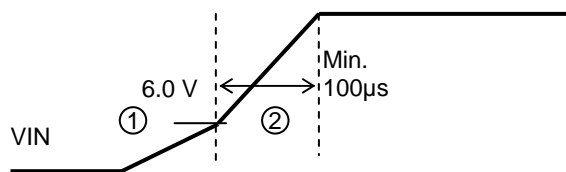


Figure 39. コントロール信号タイミング

PWM を 10ms 以上 OFF する場合、Figure 40. のように ENABLE をリセット('H' -> 'L')することを推奨します。PWM が OFF し VOUT 電圧が低下した場合は、この IC は再スタート時に過電流状態になります(ソフトスタートではない)。ソフトスタートが必要ない場合はリセットする必要はありません。

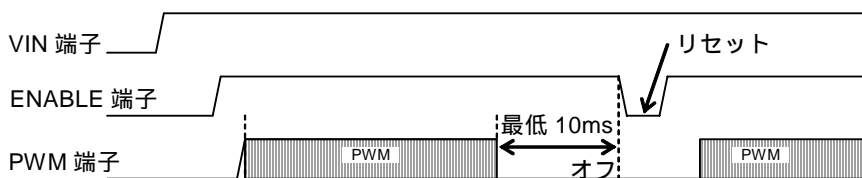


Figure 40. PWM 停止・ENABLE オン

起動方法

起動時は以下のことに注意してください。

- ENABLE=H 後レギュレータ(VDC)が動作します。UVLO 解除後内部回路は動作します。UVLO 解除後昇圧する時はソフトスタート機能が動作します。ソフトスタート回路は Figure 41. のように  $t_{15}$  (5 $\mu$ s 以上) が必要です。ソフトスタートは  $t_{soft}$  時間動作します。ソフトスタート終了までは PWM の H 幅を 5 $\mu$ s 以上にしてください。

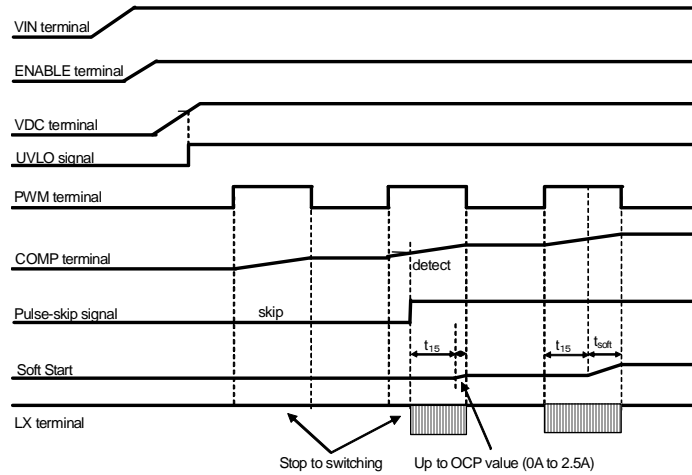


Figure 41. ソフトスタート

例) PWM 周波数 25kHz, PWM=H 時間 6 $\mu$ s 時のソフトスタート終了までの時間

ソフトスタート時間 typ 4.3ms より

$$T_{soft} = 6\mu s - 5\mu s = 1\mu s$$

$$\text{ソフトスタート時間} / t_{soft} / \text{PWM 周波数} = 4300\mu s / 1\mu s / 25\text{kHz} = 4300 / 25\text{kHz} = 172\text{ms}$$

PWM 端子での調光時(ソフトスタート終了後)

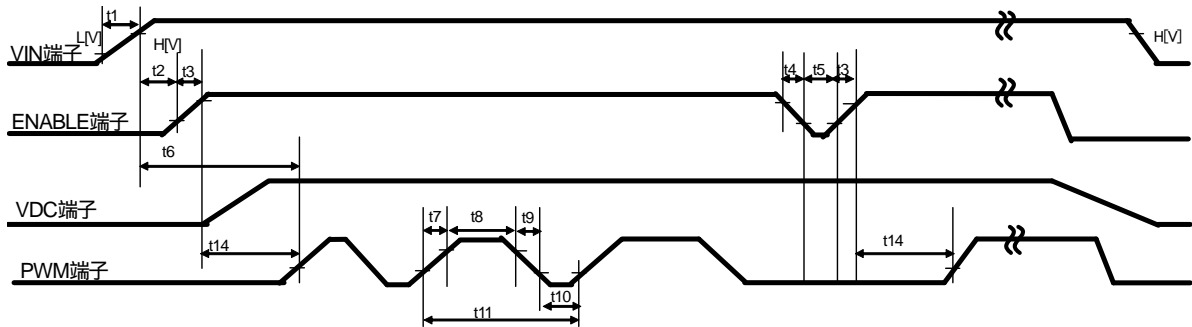


Figure 42. 入力タイミング (ソフトスタート後)

	名称	単位	Min.	Typ.	Max.
t1	電源立ち上がり時間	$\mu$ s	100	-	-
t2	電源-ENABLE時間	$\mu$ s	0	-	-
t3	ENABLE立ち上がり時間	$\mu$ s	0	-	100
t4	ENABLE立ち下がり時間	$\mu$ s	0	-	100
t5	ENABLE口幅	$\mu$ s	50	-	-
t6	電源-PWM時間	$\mu$ s	0	-	-
t7	PWM立ち上がり時間	$\mu$ s	0	-	100
t8	PWMハイ幅	$\mu$ s	5	-	-
t9	PWM立ち下がり時間	$\mu$ s	0	-	100
t10	PWM口幅	$\mu$ s	5	-	-
t11	PWM周期	$\mu$ s	40	5000	10000
t12	ENABLE(H)->PWM(H)時間	$\mu$ s	0	-	-
t13	ENABLE(L)->PWM(L)時間	$\mu$ s	0	-	-
t14	PWM(L)->ENABLE(L)時間	$\mu$ s	0	-	-
t15	ソフトスタート セットアップ時間	$\mu$ s	5	-	-
H	動作電圧	V	4.2	12	26
L	非動作電圧	V	-	-	4.2

カレントドライバの列数選択方法

カレントドライバの列数を減らしたい場合、不要な CH1~4 の端子をオープンすることで、未選択にできます。2 列などで使用する場合は不要な 2 列をオープンにすることで対応できます。

オープン状態での起動時、過電圧保護状態まで出力電圧(VOUT)は昇圧します。一旦 IC が過電圧保護を検出すると過電圧保護が解除されるまで VOUT は昇圧しません。ENABLE 端子を L に設定すると、IC は Figure 43. のように CH4 をリセットします。また CH4(オープン端子)と CH1 が Figure 44. のように選択されます。

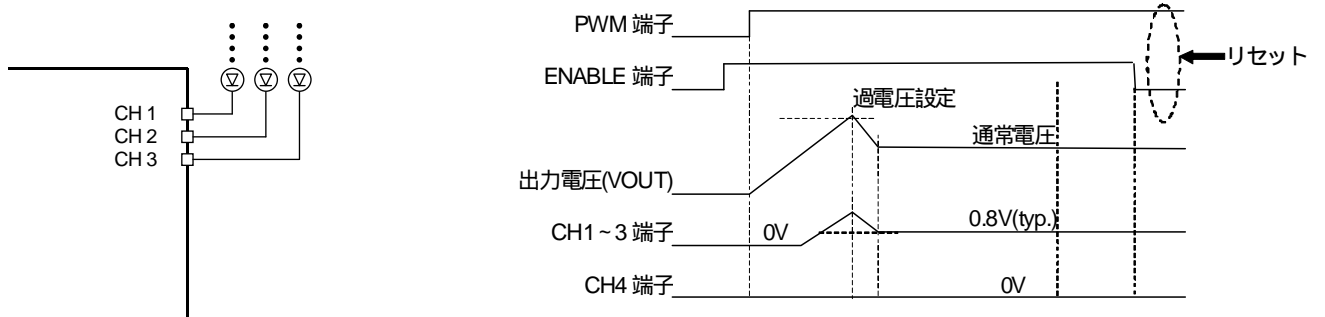


Figure 43. CH1 の列数選択

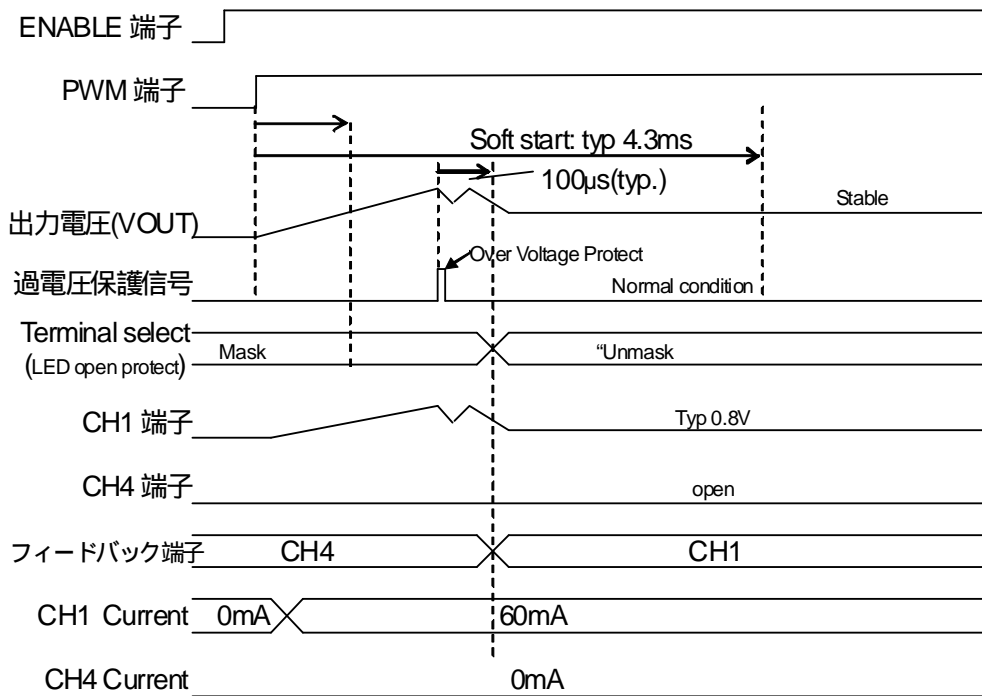


Figure 44. CH4 の列数選択(起動時)

### 起動制御(ENABLE)とLED 電流の選択(PWM)

この IC は ENABLE 端子により IC のパワーをコントロールでき、0.8V 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、ENABLE が 2.0V 以上の時パワーオンになります。

ENABLE =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。

ENABLE	PWM	IC	LED 電流
0	0	Off	OFF
1	0	On	OFF
0	1	Off	OFF
1	1	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。

$$RISET = 2340/ILEDmax$$

なお、通常電流の設定範囲は 30 ~ 100mA までで、オフ設定時の LED 電流はリーク電流最大 2 $\mu$ A となります。

ISET 通常電流設定例

RISET	LED current
24k $\Omega$ (E24)	97.5mA
30k $\Omega$ (E24)	78.0mA
39k $\Omega$ (E24)	60.0mA
43k $\Omega$ (E24)	54.4mA
68k $\Omega$ (E24)	34.4mA

### 周波数設定範囲

スイッチング周波数を FSET 端子に接続する抵抗で設定できます。

周波数範囲は 0.60MHz ~ 1.60MHz の間で設定してください。

下記の表は FSET 端子に抵抗をつけた場合の参考データです。

FSET 周波数設定例

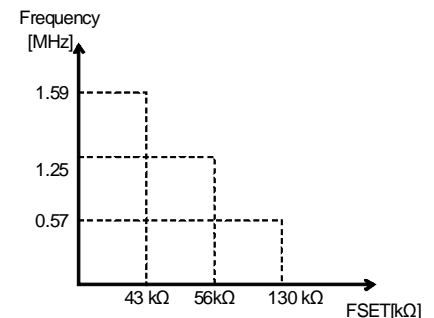
RFSET	周波数
130k $\Omega$ (E96)	0.57MHz
56k $\Omega$ (E24)	1.25MHz
43k $\Omega$ (E24)	1.59MHz

最大デューティ例

周波数	最大デューティ[%]		
	Min	Typ	Max
600MHz	-	96.0	-
1.25MHz	91.0	95.0	99.0
1.6MHz	-	92.0	-

最小デューティ例

周波数	最小デューティ[%]		
	Min	Typ	Max
1.25MHz	-	20	-



## PWM 調光

PWM 調光は Figure 45. で示されるとおり PWM 端子に PWM 信号を与えることにより行われます。Figure 45. 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、5 $\mu$ s(200Hz 時に最低 0.1%)までの輝度調整を可能とします。なお、オン時間 1 $\mu$ s 未満とオフ時間 1 $\mu$ s 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。標準 PWM 周波数は 100Hz ~ 25kHz です。

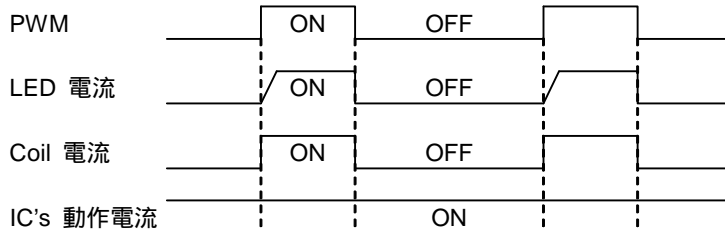


Figure 45. PWM シーケンス

## Analog 調光

この IC はアナログ入力(ABC 端子)で LED 電流を制御できます。LED 電流は ISET に接続された抵抗で決まります。その通常状態が ABC 電圧 = typ 0.733V です。これに対して ABC 端子電圧を変えることにより設定電流を増減させます。

LED 電流の最大値は P.23 の LED 電流の設定範囲に従ってください。設定 LED 電流の最大値が ABC 電圧=0.733V(typ.)であることを注意してください。ABC 端子の入力範囲は 0.05V ~ 0.9V です。この輝度制御は ISET の精度に影響を受けます。

アナログ輝度制御をしない時は ABC 端子にコンデンサを接続してください。コンデンサを接続した場合 ABC 端子のチャージが終わるまで LED 電流はその時定数で増加します。内部バイアス 1.2V と ABC 端子間の抵抗は 120.9k $\Omega$ (typ.)です。時定数を考慮してコンデンサ値を決めてください。

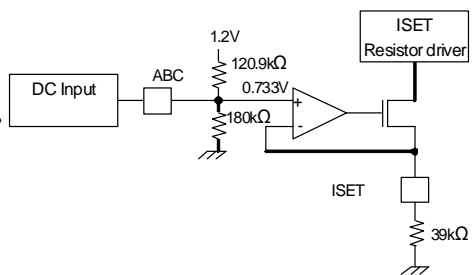


Figure 46. アナログ調光アプリケーション

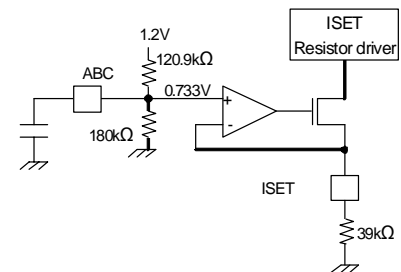


Figure 47. PWM 調光アプリケーション

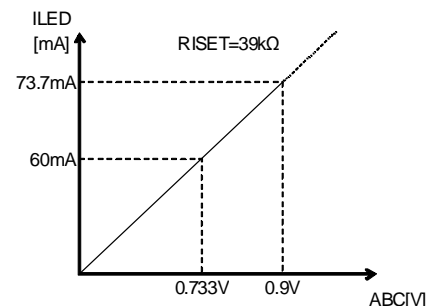


Figure 48. ILED - ABC 電圧



## コイルの選択

この DC/DC は 4.7μH 以上で設計されており、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。インダクタの効率を上げるために、抵抗成分(DCR)を小さくする必要があります。

以下の見積もり例のように、コイルのピーク電流を見積もってください。

### ピーク電流の見積もり

<通常動作に必要な電流値の見積もり>

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。各変数を以下のように定義します。

- コイルの電源電圧 =  $V_{in}$
- コイルのインダクタンス値 =  $L$
- スイッチング周波数 =  $f_{sw}$  (Min=1.00MHz, Typ = 1.25MHz, Max = 1.50MHz)
- 出力電圧 =  $V_{OUT}$
- Total の LED 電流 =  $I_{LED}$
- コイルの平均電流 =  $I_{ave}$
- コイルのピーク電流 =  $I_{peak}$
- スイッチング周期 =  $T$
- 効率 =  $eff$  (マージンを持って設定してください。)
- スイッチングトランジスタのオン時間 =  $T_{on}$  - ON Duty =  $D$

関係式は以下のようになります。

CCM:  $I_{peak} = (V_{in} / L) \times (1 / f_{sw}) \times (1 - (V_{in} / V_{OUT}))$ , DCM:  $I_{peak} = (V_{in} / L) \times T_{on}$

$I_{ave} = (V_{OUT} \times I_{OUT} / V_{in}) / eff$

$T_{on} = (I_{ave} \times (1 - V_{in} / V_{OUT}) \times (1 / f_{sw}) \times (L / V_{in}) \times 2)^{1/2}$

ピーク電流は(CCM/DCM)であるかで変わります。各モード時のピーク電流は以下のようになります。

CCM:  $(1 - V_{in} / V_{OUT}) \times (1 / f_{sw}) < T_{on} \rightarrow peak\ current = I_{peak} / 2 + I_{ave}$

DCM:  $(1 - V_{in} / V_{OUT}) \times (1 / f_{sw}) > T_{on} \rightarrow peak\ current = V_{in} / L \times T_{on}$

(例 1)

$V_{in} = 12.0V$ ,  $L = 10\mu H$ ,  $f_{sw} = 1.25MHz$ ,  $V_{OUT} = 32V$ ,  $I_{LED} = 240mA$ , Efficiency = 88%とした場合、

$I_{ave} = (32 \times 240m / 12) / 88\% = 0.7273A$

$T_{on} = (0.7273 \times (1 - 12 / 32) \times (1 / 1.25M) \times (10\mu / 12) \times 2)^{1/2} = 0.78\mu s$

$(1 - V_{in} / V_{OUT}) \times (1 / f_{sw}) = 0.5\mu s < T_{on} (0.78\mu s)$  CCM

$I_{peak} = (12 / 10\mu) \times (1 / 1.25M) \times (1 - (12 / 32)) = 0.6A$

ピーク電流 =  $0.6A / 2 + 0.727A = 1.027A$

(例 2)

$V_{in} = 24.0V$ ,  $L = 10\mu H$ ,  $f_{sw} = 1.25MHz$ ,  $V_{OUT} = 32V$ ,  $I_{LED} = 120mA$ , Efficiency = 88%とした場合、

$I_{ave} = (32 \times 120m / 24.0) / 88\% = 0.1818A$

$T_{on} = (0.1818 \times (1 - 24 / 32) \times (1 / 1.25M) \times (10\mu / 24) \times 2)^{1/2} = 0.17\mu s$

$(1 - V_{in} / V_{OUT}) \times (1 / f_{sw}) = 0.20\mu s > T_{on} (0.17\mu s)$  DCM

$I_{peak} = V_{in} / L \times T_{on} = 24 / 10\mu \times 0.17\mu s = 0.42A$

ピーク電流 = 0.42A

### DCM/CCM の見積もり

不連続モード(DCM) 及び連続モード (CCM) は以下のとおり算出されます。

CCM:  $L > V_{OUT} \times D \times (1 - D)^2 \times T / (2 \times I_{LED})$

DCM:  $L < V_{OUT} \times D \times (1 - D)^2 \times T / (2 \times I_{LED})$

\* $D = 1 - V_{in} / V_{OUT}$

(例 1)

$V_{in} = 7.0V$ ,  $L = 10\mu H$ ,  $f_{sw} = 1.25MHz$ ,  $V_{OUT} = 32V$ ,  $I_{LED} = 240mA$  とした場合、

$V_{OUT} \times D \times (1 - D)^2 \times T / (2 \times I_{LED}) = 32 \times (1 - 7 / 32) \times (7 / 32)^2 \times 1 / (1.2 \times 10^6) / (2 \times 0.24) = 4.69\mu < L(10\mu H)$

→ CCM

(例 2)

$V_{in} = 24.0V$ ,  $L = 10\mu H$ ,  $f_{sw} = 1.25MHz$ ,  $V_{OUT} = 32V$ ,  $I_{LED} = 120mA$  とした場合、

$V_{OUT} \times D \times (1 - D)^2 \times T / (2 \times I_{LED}) = 32 \times (1 - 12 / 32) \times (12 / 32)^2 \times 1 / (1.2 \times 10^6) / (2 \times 0.12) = 15\mu > L(10\mu H)$

→ DCM

## 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。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 = C<sub>OUT</sub>
- Decreasing ratio of Capacitor = C<sub>error</sub>
- Total の LED 電流 = I<sub>LED</sub>
- 出力リップル電圧 = V<sub>ripple</sub>
- 出力コンデンサ (real value) = C<sub>real</sub>

$C_{real} = C_{OUT} \times C_{error}$  (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)

V<sub>IN</sub>=12.0V, f<sub>sw</sub> = 1.2MHz, V<sub>OUT</sub> =32V, I<sub>LED</sub> =120mA, C<sub>OUT</sub> = 8.8μF, C<sub>error</sub> = 50%とした場合、

$T = 1 / 1.2\text{MHz}$

$D = 1 - V_{IN} / V_{OUT} = 1 - 12/32$

$V_{ripple} = I_{LED} \times (1-D) \times T / (C_{OUT} \times C_{error}) = 120\text{mA} \times (12/32) / 1.2\text{MHz} / (8.8\mu\text{F} \times 0.5)$   
 $= 8.5\text{mV}$

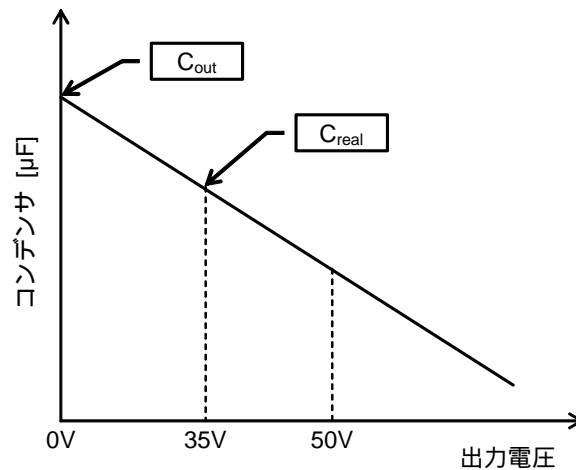


Figure 49. コンデンサのバイアス特性

## IC 電源とコイル電源の分離

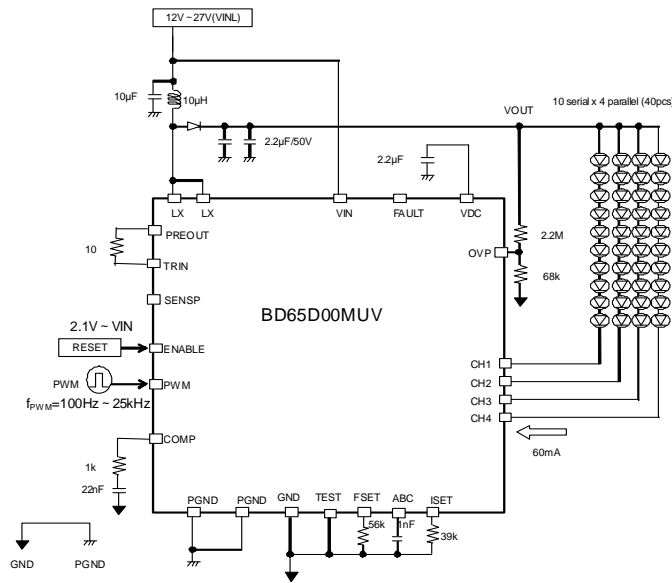
この IC は IC への電源とコイルへの電源を分けて動作できます。  
用途として IC の消費電力の低減、IC の定格 27V を超える電圧の印加対応が挙げられます。

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。IC の VIN に 4.5V から 5.5V を入力する条件では下図のように VIN 端子と VDC 端子を IC 外部でショートしてご使用ください。

コイル電源が印加され、IC の電源が 0V の状態でも使用上問題ありません。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。

但しコイル電源を最後に入力した場合、電源が安定する前に ENABLE、PWM 入力されると低電圧の為過電流保護がかかる場合があります。使用するアプリケーションに必要な電圧になるまで ENABLE、PWM 入力は OFF してください。

### VIN とコイル電源を分離



### VIN と VDC 端子に接続

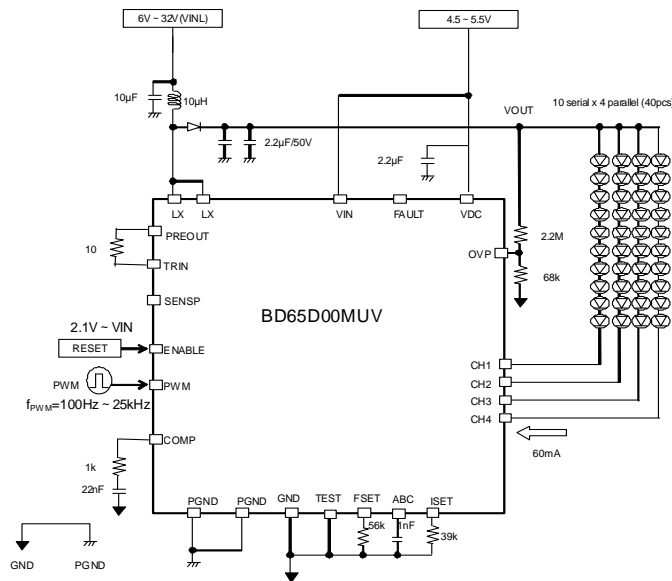


Figure 50. 電源分離時のアプリケーション例

## 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パターンにより大きく変化するため、十分注意してください。

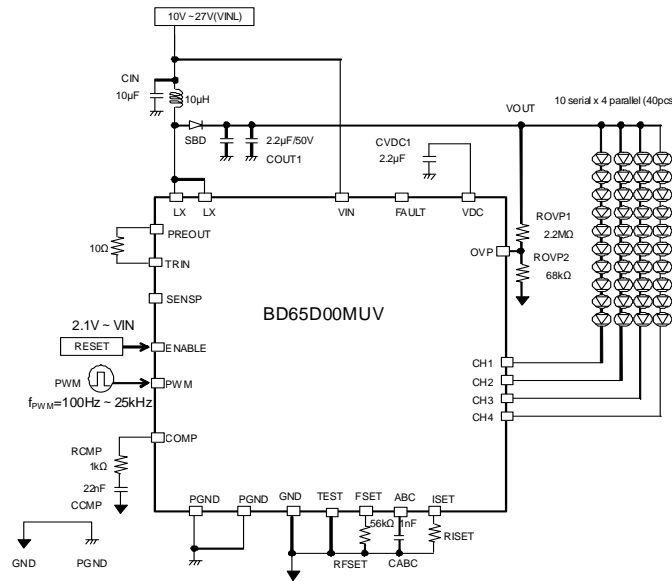


Figure 51. レイアウト図

## &lt;コイルの入力バイパスコンデンサ CIN(10µF)&gt;

コイル L1 の直近と PGND の間に接続してください。

## &lt;レギュレータの平滑コンデンサ CVDC1(2.2µF)&gt;

VDC ピンと PGND の間に直近で接続してください。

## &lt;ショットキーバリアダイオード SBD&gt;

コイル L1 と LX ピンの間に直近で接続してください。

## &lt;出力コンデンサ COUT1&gt;

SBD のカソードと PGND に接続してください。

その際、CVIN の PGND 側と COUT1 の PGND 側を近づけるように配置してください。

## &lt;LED 電流設定抵抗 Riset(39kΩ)&gt;&gt;

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。

## &lt;アナログ調光ピン平滑コンデンサ CABC(1nF)&gt;

ABC ピンの近くに配置していただき、配線を引き伸ばさないようにしてください。

引き伸ばすとノイズがのり、LED 電流が揺れる恐れがあります。

## &lt;周波数設定抵抗 RFSET(56kΩ)&gt;

FSET ピンの直近と GND の間に接続してください。

## &lt;過電圧リミット設定抵抗 ROVP1(2.2MΩ)、ROVP2(68kΩ)&gt;

OVP ピンの近くに配置していただき、配線を引き伸ばさないようにしてください。

引き伸ばすとノイズがのり、過電圧保護を誤検出する恐れがあります。

## &lt;GM アンブ位相保証の設定抵抗 RCMP(1kΩ)、CCMP(22nF)&gt;

COMP ピンの近くに配置していただき、配線を引き伸ばさないようにしてください。

引き伸ばすとノイズがのり、発振する恐れがあります。

## &lt;GND と PGND の接続&gt;

GND はアナログ・グランドであり、PGND はパワー・グランドです。PGND はコイル電流が流れることからノイズが多くなります。コイルの入力バイパスコンデンサ CVIN と出力コンデンサ COUT1 で平滑化した後、アナログ・グランドに接続するようにしてください。

## &lt;裏面の放熱 PAD&gt;

IC の放熱性を高めるために使用する PAD です。アナログ・グランドとなる 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。

## &lt;その他&gt;

チップの直近で上記部品をピンに直接接続しない場合、この 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 レイアウトを下記に示します。

推奨 PCB レイアウト

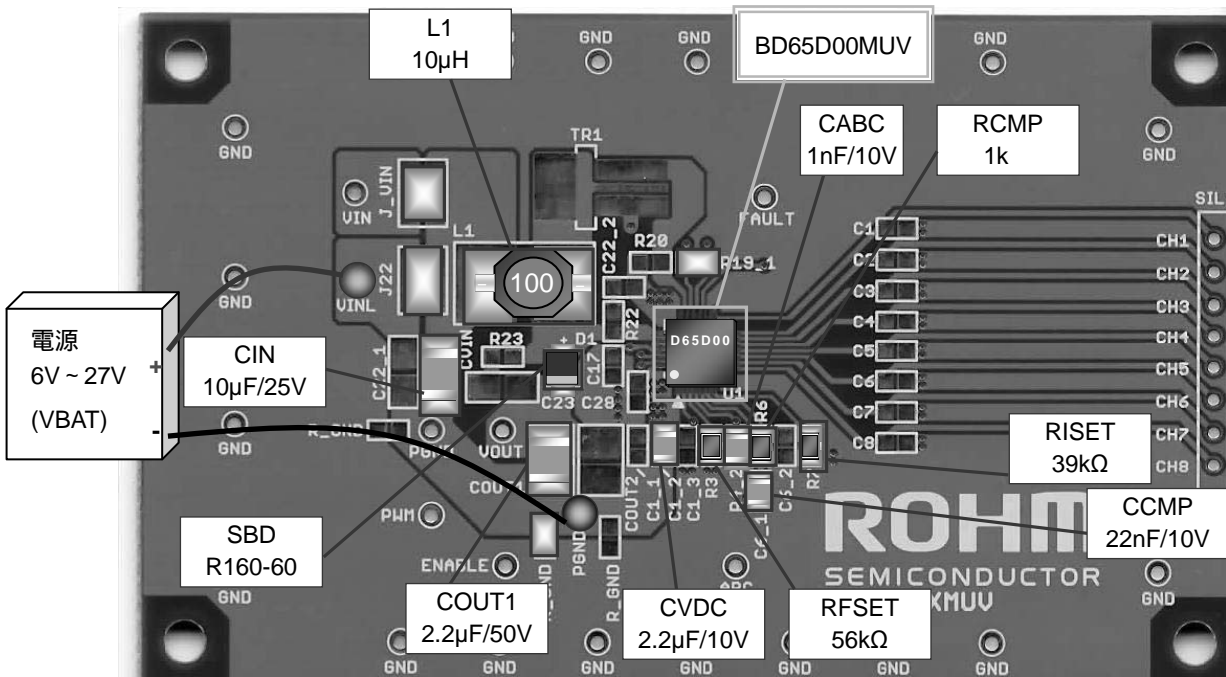


Figure 52. 表面

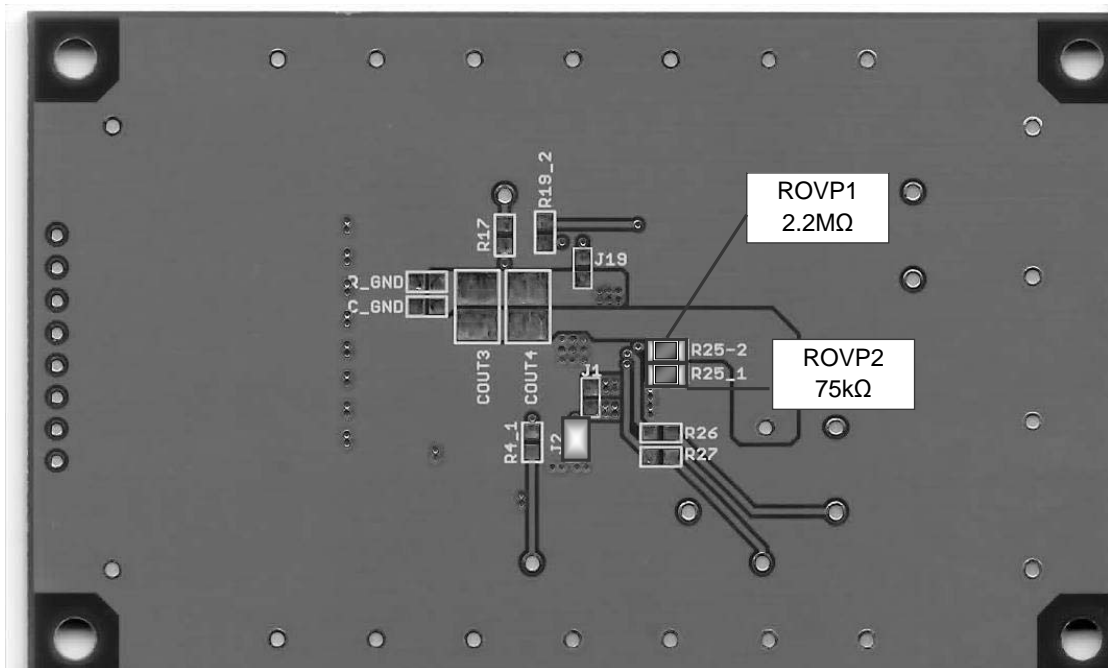


Figure 53. 裏面

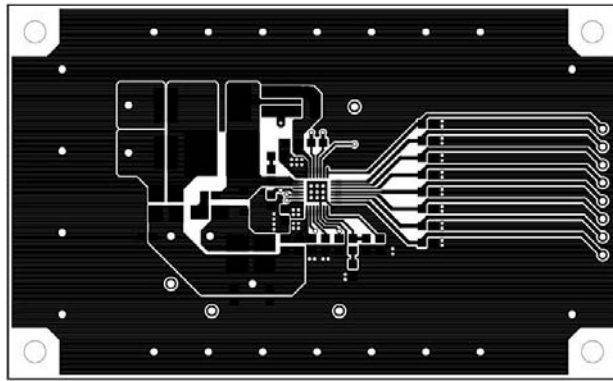


Figure 54. Top Copper trace layer

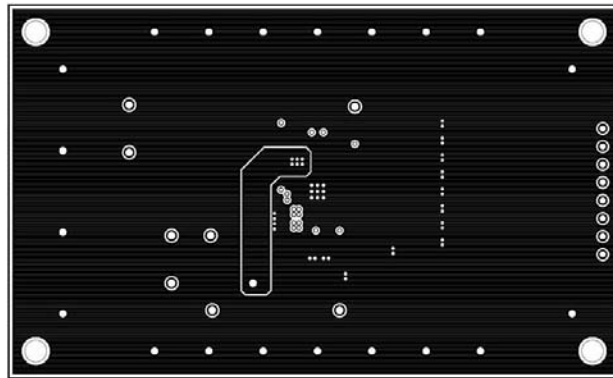


Figure 55. Middle1 Copper trace layer

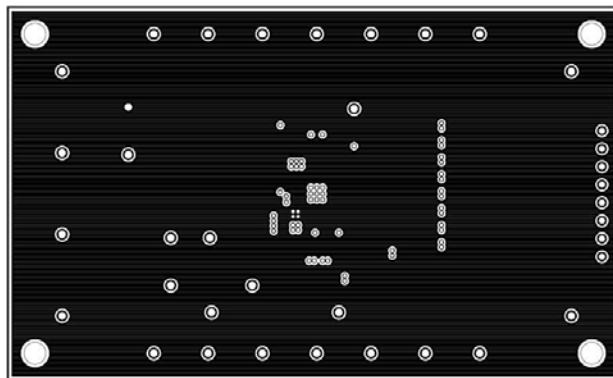


Figure 56. Middle2 Copper trace layer

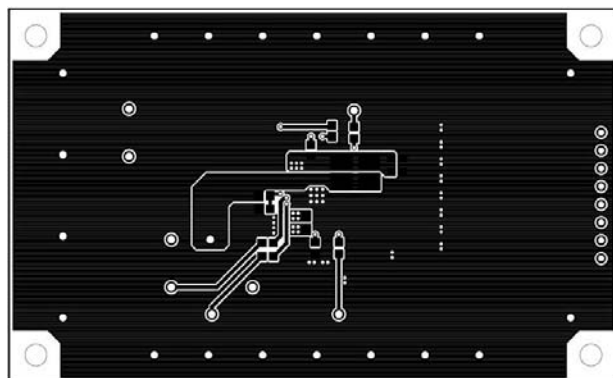


Figure 57. Bottom Copper trace layer

## 外付け部品の選定

推奨外付け部品は下のとおりとなります。

これらの部品以外を使用する場合は下記部品相当品を選択してください。

## •コイル

値	メーカー	品番	サイズ(mm)			DC current (mA)	DCR (Ω)
			L	W	H (Max.)		
4.7μH	TDK	LTF5022T-4R7N2R0-LC	5.0	5.2	2.2	2000	0.073
4.7μH	TOKO	A915AY-4R7M	5.2	5.2	3.0	1870	0.045
4.7μH	TOKO	B1015AS-4R7M	8.4	8.3	4.0	3300	0.038
10μH	TDK	LTF5022T-100M1R4-LC	5.0	5.2	2.2	1400	0.140
10μH	TOKO	A915AY-100M	5.2	5.2	3.0	1400	0.140
10μH	TOKO	B1047AS-100M	7.6	7.6	5.0	2700	0.053

## •コンデンサ

値	耐圧	メーカー	品番	サイズ		
				L	W	H
10μF	25V	MURATA	GRM31CB31E106KA75	3.2	1.6	1.6
4.7μF	25V	MURATA	GRM319R61E475K	3.2	1.6	0.85±0.1
2.2μF	50V	TDK	C3225JB1H225K	3.2	2.5	2.0±0.2
2.2μF	50V	MURATA	GRM31CB31H225K	3.2	1.6	1.6
2.2μF	50V	Panasonic	ECJHVB1H225K	3.2	1.6	0.85
2.2μF	10V	MURATA	GRM188B31A225K	1.6	0.8	0.8
0.1μF	50V	MURATA	GRM188B31H104K	1.6	0.8	0.8
0.1μF	10V	MURATA	GRM188B31A104K	1.6	0.8	0.8
0.022μF	10V	MURATA	GRM155B31H223K	1.0	0.5	0.5
470pF	50V	MURATA	GRM155B11H471K	1.0	0.5	0.5

## •抵抗

値	ばらつき	メーカー	品番	サイズ (mm)		
				L	W	H
2.2MΩ	±1.0%	ROHM	MCR03PZPZFX2204	1.6	0.8	0.45
91kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD9102	1.6	0.8	0.45
75kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD7502	1.6	0.8	0.45
68kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD6802	1.6	0.8	0.45
56kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD5602	1.6	0.8	0.45
36kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD3602	1.6	0.8	0.45
10kΩ	±1.0%	ROHM	MCR03PZPZF103	1.6	0.8	0.45
1kΩ	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD1002	1.6	0.8	0.45
330Ω	±0.5%	ROHM	MCR03PZPZD3300	1.6	0.8	0.45

## •SBD

耐圧	メーカー	品番	サイズ (mm)		
			L	W	H (Max.)
60V	ROHM	RB160M-60	3.5	1.6	0.8

## MOS FET Nch

耐圧	メーカー	品番	サイズ (mm)			I <sub>b</sub> (A)	駆動電圧 (V)
			L	W	H (Max.)		
45V	ROHM	RTR020N05	2.8	2.9	1.0	2	2.5
45V	ROHM	RTR030N05	2.8	2.9	1.0	3	2.5

コイルは効率に最も影響を与える部品です。直流抵抗(DCR)が小さく、電流—インダクタンス特性が良い部品を選んでください。インダクタンス値は10μHで設計されております。3.3μHより低いインダクタンス値は使用しないでください。コンデンサはセラミックタイプの周波数・温度特性の良いタイプで、直流抵抗成分(DCR)の小さい部品を選んでください。

## 熱損失について

熱設計において、次の条件内で動作させてください。

(下記温度は保証温度ですので、必ずマージンなどを考慮してください。)

1. 周囲の温度 Ta が 85 以下であること。
2. IC の損失が許容損失 Pd 以下であること。

応用回路例

外付け/内蔵 Nch FET 使用方法

この IC はアプリケーションに合わせてスイッチング用の Nch FET を外付け/内蔵と変更することが出来ます。  
 灯数、使用 LED 電流が多い場合などで効率の改善やパッケージの熱分散をさせる時に外付けの Nch FET を使用して頂くことも可能です。

1. FET 外付けアプリケーション

LED 電流: 60mA (ISET = 39kΩ)  
 LED: 15 灯 X 4 並列

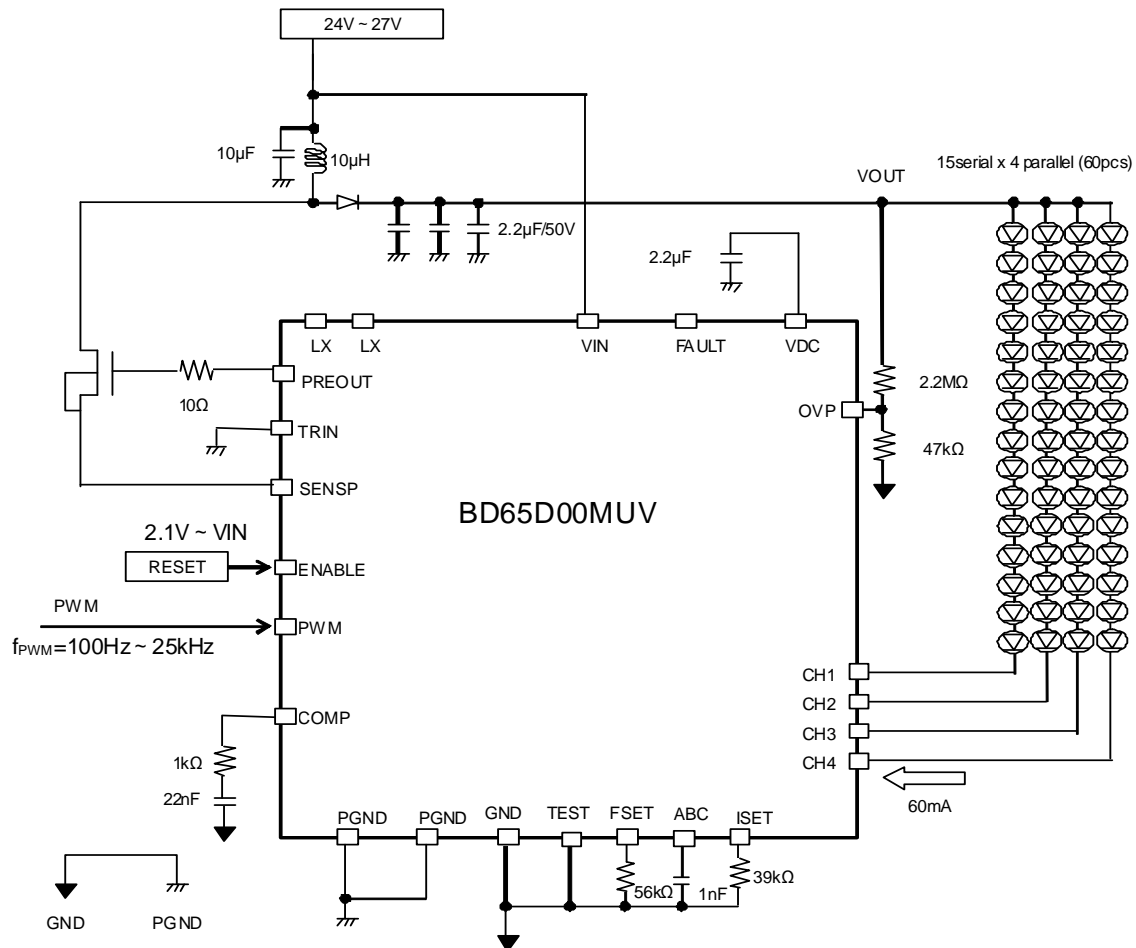


Figure 58. FET 外付けアプリケーション



2. アナログ調光と FAULT 端子モニタ  
 LED 電流: 60mA (ISET = 39kΩ)  
 LED: 10 灯 X 4 並列

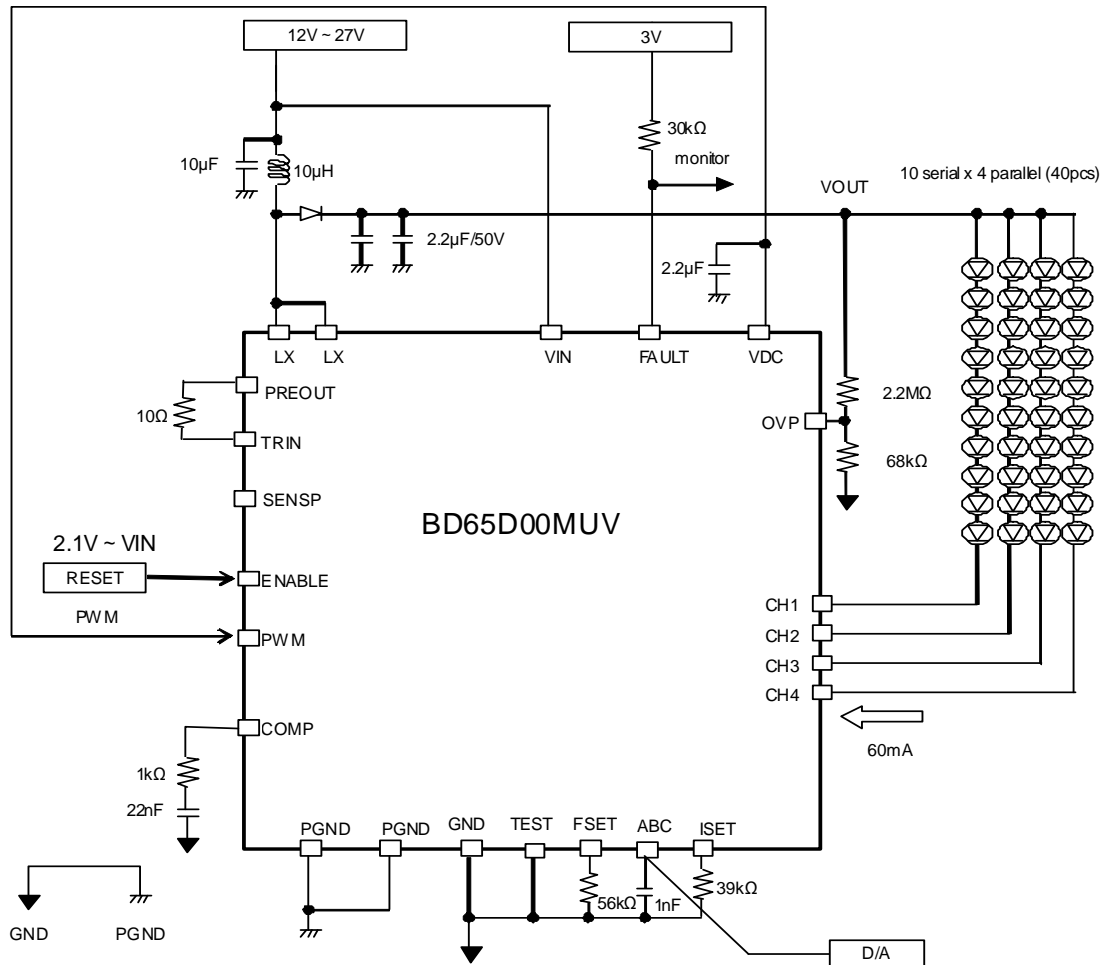


Figure 59. アナログ調光アプリケーション

**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。
- 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) 電源について  
基板パターン設計においては、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気的特性の保証値内とってください。
- 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、およ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、およ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、およ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。

**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下さい。  
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。

発注形名情報

B D 6 5 D 0 0 M U V	-	E2
ローム形名	パッケージ MUV: VQFN028V5050	包装、フォーミング仕様 E2: リール状エンボステーピング

標印図

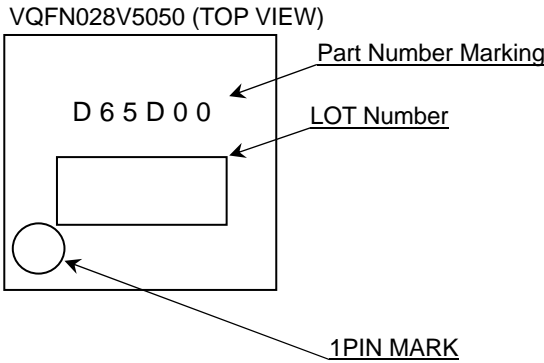


Figure 60. Marking Diagram

外形寸法図と包装・フォーミング仕様

VQFN028V5050

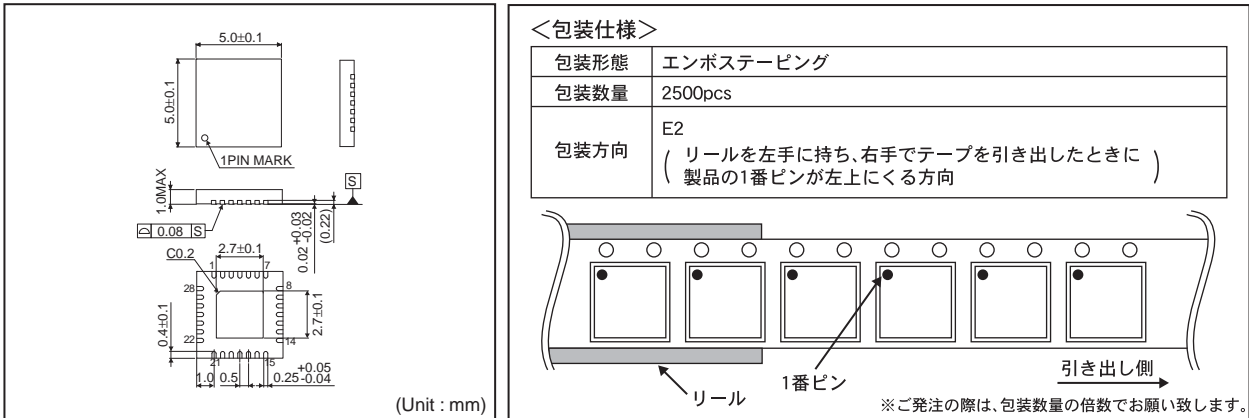


Figure 61. VQFN028V5050

改訂履歴

日付	Revision	改訂内容
2012.12.07	001	新規リリース

# 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。従いまして、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、身体への危険若しくは損害、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。従いまして、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. 許容損失(Pd)は周囲温度(Ta)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、ディレーティングカーブ範囲内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. はんだ付けはリフローはんだを原則とさせていただきます。なお、フロー方法でのご使用につきましては別途ロームまでお問い合わせください。  
詳細な実装及び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。従いまして、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上、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上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上でご使用ください。

## **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QRコードが印字されていますが、QR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。従いまして、上記第三者の知的財産権侵害の責任、及び本製品の使用により発生するその他の責任に関し、ロームは一切その責任を負いません。
2. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ローム若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。

## **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、あるいはその他軍用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、ローム関係会社若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。