

パワー MOSFET 内蔵 バックライト用 白色 LED ドライバ

概要

NJW4603 は、多数の LED を高効率駆動するために設計された、パワー-MOSFET 内蔵のバックライト用白色 LED ドライバ IC です。3ch の定電流ドライバと昇圧スイッチングレギュレータで構成されており、24 個の LED を駆動することができます。電源電圧は 6V ~ 30V の広範囲に対応しています。

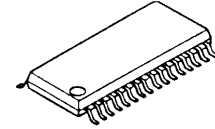
定電流ドライバは、各チャンネル最大 80mA を LED に供給でき、ドライバ間は $\pm 2\%$ max. の高精度で定電流制御が行われます。

また PWM 信号入力により LED の輝度を調整することが可能です。スイッチングレギュレータは、パワー-MOSFET 内蔵で、300kHz ~ 1MHz の発振周波数を設定できます。

過電流、過電圧、サーマルシャットダウン、UVLO の保護機能を搭載し、電源部の異常をサポートします。また LED 点灯の異常もサポートし、それらが生じた場合は、フォールト出力端子より信号を出力し、CPU などの制御部に知らせることが可能です。

NJW4603 はカーナビゲーションやノート PC、アミューズメント用途などの、中型 LCD の LED バックライトアプリケーションに最適です。

外形



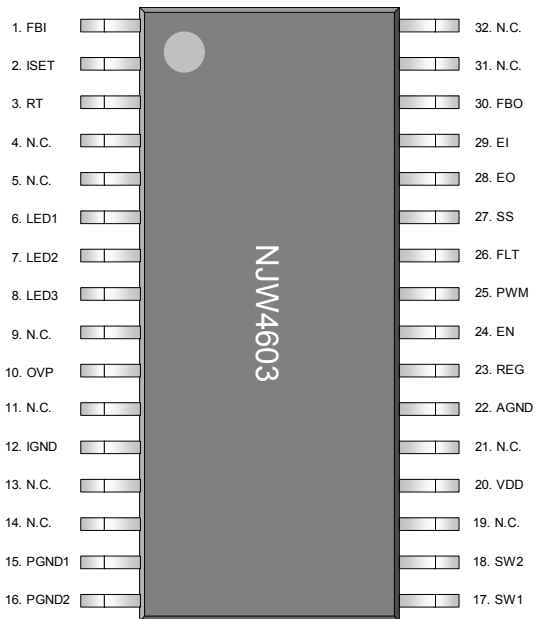
NJW4603V
(SSOP32)

特長

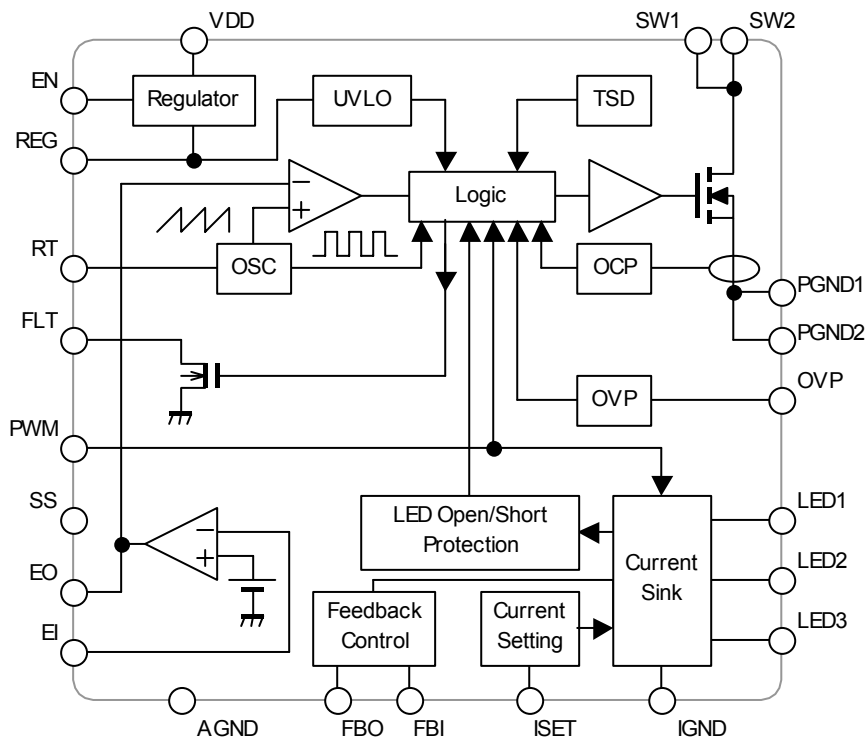
- SW.REG.用 パワー-MOSFET 内蔵
- 広範囲電源電圧 : 6.0V ~ 30V
- 3ch 定電流ドライバ : 10mA ~ 80mA
- 高精度 LED 電流設定 : $\pm 2\%$ max. (定電流ドライバ間)
- PWM 調光機能
- 発振周波数 : 300kHz ~ 1MHz
- ソフトスタート
- フォールト信号出力
- LED オープン・ショート保護
- SW.REG 過電圧保護
- SW.REG 過電流保護
- サーマルシャットダウン
- UVLO
- ISET 端子ショート保護
- 外形 : SSOP32

NJW4603

端子配列



ブロック図



絶対最大定格

(Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V ⁺	+35	V
LED端子電圧	V _{LED1} ~V _{LED3}	-0.3 ~ +40	V
OVP端子電圧	V _{OVP}	-0.3 ~ +42	V
EN端子電圧	V _{EN}	-0.3 ~ +35	V
REG端子電圧	V _{REG}	-0.3 ~ +6	V
FLT端子電圧	V _{FLT}	-0.3 ~ +6	V
SW端子電圧	V _{SW}	-0.3 ~ +42	V
各端子電圧 SS, EO, EI, FBO, FBI, ISET, RT	V _{SST} , V _{EO} , V _{EI} , V _{FBO} , V _{FBI} , V _{ISET} , V _{RT}	-0.3 ~ V _{REG}	V
PWM端子電圧	V _{PWM}	-0.3 ~ 6	V
消費電力	P _D	1200 (*1) 1800 (*2)	mW
接合部温度範囲	T _j	-40 ~ +150	°C
動作温度範囲	T _{opr}	-40 ~ +85	°C
保存温度範囲	T _{stg}	-50 ~ +150	°C

(*1): 基板実装時 114.3mm × 76.2mm × 1.6mm(2層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による

(*2): 基板実装時 114.3mm × 76.2mm × 1.6mm(4層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による (4層基板内箱: 74.2 × 74.2mm)

推奨動作条件

(T_a = 25°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位
電源電圧	V ⁺	6	-	30	V
LED 駆動電流(*3)	I _{LED1} ~I _{LED3}	10	-	80	mA
EN 端子電圧	V _{EN}	0	-	35	V
PWM端子電圧	V _{PWM}	0	-	5.5	V
発振周波数	f _{OSC}	300	-	1,000	kHz
タイミング抵抗	R _T	36	-	135	kΩ
PWM 調光周波数	f _{PWM}	100	-	-	Hz
PWM 調光 High Duty	Duty _{PWM}	1	-	-	%
PWM 調光 High 時間	t _{ON PWM}	50	-	-	μs

(*3): 1ch あたり

熱抵抗

項目	記号	熱抵抗値	単位
接合部 - 周囲雰囲気間	θ _{ja}	104 (*1)	°C/W
		69.4 (*2)	
接合部 - ケース間	ψ _{jt}	19.3 (*1)	°C/W
		13.1 (*2)	

(*1): 基板実装時 114.3mm × 76.2mm × 1.6mm(2層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による

(*2): 基板実装時 114.3mm × 76.2mm × 1.6mm(4層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による(4層基板内箱: 74.2 × 74.2mm)

NJW4603

電気的特性

($V_{DD}=12V$, $V_{EN}=V_{PWM}=5V$, $C_{REG}=1\mu F$, $R_{FBI}=62k\Omega$, $R_{ISET}=10k\Omega$, $R_T=47k\Omega$, $T_a=25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
----	----	----	----	----	----	----

全体

消費電流1(動作時)	I_{Q1}	Switching	-	4	10	mA
消費電流2(動作時)	I_{Q2}	$V_{PWM}=0V$, No switching	-	2	4	mA
消費電流3(スタンバイ時)	I_{Q3_OFF}	$V^+=35V$, $V_{EN}=0V$, $V_{REG}=0V$	-	-	1	μA

内蔵レギュレータ

REG端子電圧	V_{REG}	$I_{REG}=0mA$, $V_{PWM}=0V$	4.75	5	5.25	V
ラインレギュレーション	$V_{REG-VDD}$	$V^+=6\sim 30V$, $I_{REG}=0mA$, $V_{PWM}=0V$	-10	20	40	mV
ロードレギュレーション	V_{REG-IO}	$I_{REG}=0\sim 20mA$, $V_{PWM}=0V$	-	60	100	mV
REG端子出力電流(*4)	I_{OREG}	$V_{REG}\times 0.95$, $V_{PWM}=0V$	20	-	-	mA

(*4): 内蔵レギュレータが供給可能な電流

低電圧誤動作防止(UVLO)回路

UVLO 解除電圧(REG出力)	V_{RUVLO}		3.5	4.0	4.5	V
UVLO 動作電圧(REG出力)	V_{DUVLO}		3.3	3.8	4.3	V
UVLO ヒステリシス電圧幅 (REG出力)	V_{UVLO}	$V_{RUVLO} - V_{DUVLO}$	-	0.2	-	V

EN, PWM, SS, FLT端子

EN端子 "H" レベル電圧 (動作モード)	V_{IH_EN}		2	-	5.5	V
EN端子 "L" レベル電圧 (スタンバイモード)	V_{IL_EN}		0	-	0.4	V
EN端子リーク電流	I_{EN_LEAK}	$V_{EN}=5V$	-1	-	4.5	μA
PWM端子 "H" レベル電圧	V_{IH_PWM}		2.2	-	5.5	V
PWM端子 "L" レベル電圧	V_{IL_PWM}		0	-	0.9	V
PWM端子リーク電流	I_{PWM_LEAK}	$V_{PWM}=5V$	-1	-	1	μA
SS端子ソース電流	I_{SS_SOURCE}	$V_{SST}=1.5V$	3.5	5.5	7.5	μA
SS端子シンク電流	I_{SS_SINK}	$V_{SST}=1.5V$, $V_{OVP}=41V$	0.6	1.25	2.1	μA
SS端子ON抵抗	R_{SS_ON}	$V_{REG}=3.2V$	0.6	1.0	1.4	k Ω
動作時SS端子電圧	V_{SS_OPR}		-	3.3	-	V
SSリセット電圧	V_{SS_RES}		-	0.1	-	V
FLT端子 "L" レベル出力電圧	V_{FLT}	$I_{FLT}=500\mu A$	-	0.25	0.5	V
FLT端子リーク電流	I_{FLT_LEAK}	$V_{FLT}=5V$	-	-	1	μA

スイッチング出力部 (SW端子)

SW ON抵抗	R_{ON_SW}	$I_{SW}=0.5A$	-	0.23	0.34	Ω
過電流リミット	I_{LIMIT}		2.0	2.6	3.2	A
OFF時リーク電流	I_{LEAK}	$V_{SW}=42V$	-	-	1	μA

発振回路

発振周波数	f_{OSC}		0.744	0.8	0.856	MHz
最大デューティ比	D_{MAX}	$V_{EI}=0V$	88	93	97	%

電気的特性

(V_{DD}=12V, V_{EN}=V_{PWM}=5V, C_{REG}=1μF, R_{FBI}=62kΩ, R_{ISSET}=10kΩ, R_T=47kΩ, Ta=25°C)

項 目	記 号	条 件	最小	標準	最大	単位
-----	-----	-----	----	----	----	----

過電圧保護(OVP)回路

OVP動作電圧	V _{DOVP}		36	38	40	V
OVP解除電圧	V _{ROVP}		31	33	35	V
OVPヒステリシス電圧幅	V _{OVP}	V _{DOVP} - V _{ROVP}	-	5	-	V
OVP端子入力電流1	I _{OVP1}	V _{OVP} =35V	-	30	60	μA
OVP端子入力電流2	I _{OVP2}	V _{OVP} =42V	550	900	1800	μA
OVP端子リーク電流	I _{OVP_LEAK}	V _{EN} =0V, V _{OVP} =42V	-	-	1	μA
OVP動作時 FBI端子出力電圧	V _{FBI_OVP}	V _{OVP} =41V, R _{FBI} =10kΩ	3.5	-	V _{REG}	V

誤差増幅器

基準電圧	V _{REF_EA}		0.57	0.6	0.63	V
EI端子入力バイアス電流	I _{EI}		-0.1	-	0.1	μA
EO端子ソース電流	I _{EO_SOURCE}	V _{EI} =0.5V, V _{EO} =0.6V	15	23	31	μA
EO端子シンク電流	I _{EO_SINK}	V _{EI} =0.8V, V _{EO} =0.6V	300	500	700	μA

定電流回路

LED駆動電流(*3)	I _{LED1~LED3}	R _{ISSET} =10kΩ, V _{LED1~LED3} =0.8V	77.6	80	82.4	mA
		R _{ISSET} =20kΩ, V _{LED1~LED3} =0.65V	38.4	40	41.6	
LED 駆動電流マッチング(*5)	I _{MLED}	R _{ISSET} =10kΩ, V _{LED1~LED3} =0.8V	-3	0	+3	%
		R _{ISSET} =20kΩ, V _{LED1~LED3} =0.65V	-2	0	+2	
LED端子制御電圧 (*6)	V _{CLED1~LED3}	R _{ISSET} =10kΩ, R _{ISSET} =20kΩ,	0.6 0.45	0.8 0.65	1.0 0.85	V
LED端子リーク電流(*3)	I _{LED_LEAK}	V _{EN} =0V, V _{LED1~LED3} =36V	-	-	1	μA
LEDショート保護検出電圧	V _{LED_SHORT}		8	9	10	V
LEDショート保護 検出遅延時間	t _{LED_SHORT}	V _{LED1~LED3} =11V	-	75	-	μs
LEDオープン保護検出電圧	V _{LED_OPEN}		0.3	0.4	0.5	V
ISET端子ショート保護 検出電流	I _{ISSET_MAX}		150	-	280	μA
最大LED電流(*3)(*7)	I _{LED_MAX}		120	-	230	mA
FBI端子ソース電流	I _{FBI_SOURCE}	V _{FBI} =1.2V, V _{LED1~LED3} =4V	17	20	23	μA

(*3): 1ch あたり

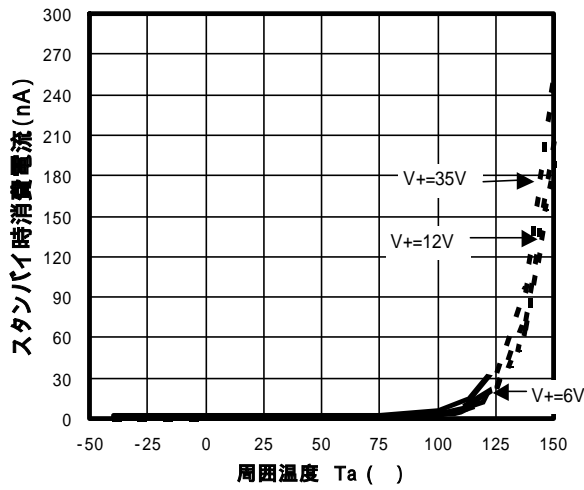
(*5): $(I_{LED} - I_{LED_AVG}) / I_{LED_AVG} \times 100$, $I_{LED_AVG} = (I_{LED1} + I_{LED2} + I_{LED3}) / 3$
I_{LED} は I_{LED1}, I_{LED2}, I_{LED3} のいずれかを意味します。

(*6): 1ch 動作時

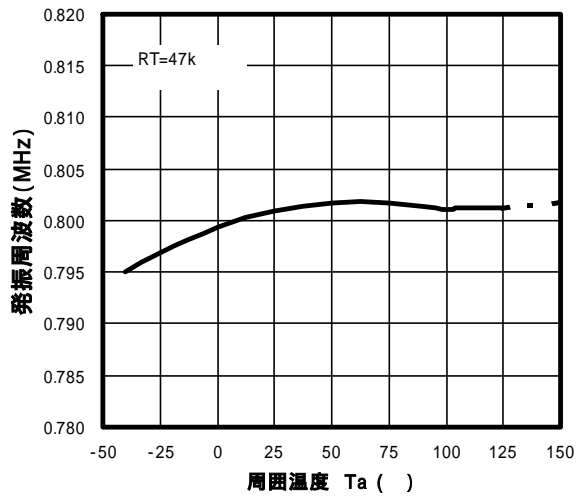
(*7): ISET 端子ショート保護が動作するまでに、LED 端子に流れるピーク電流です。
LED 駆動電流(I_{LED1} ~ I_{LED3})は 10mA から 80mA の範囲で設定して下さい。

特性例

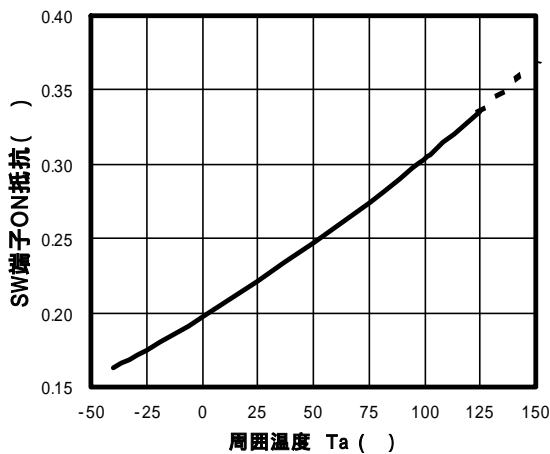
スタンバイ時消費電流温度特性例



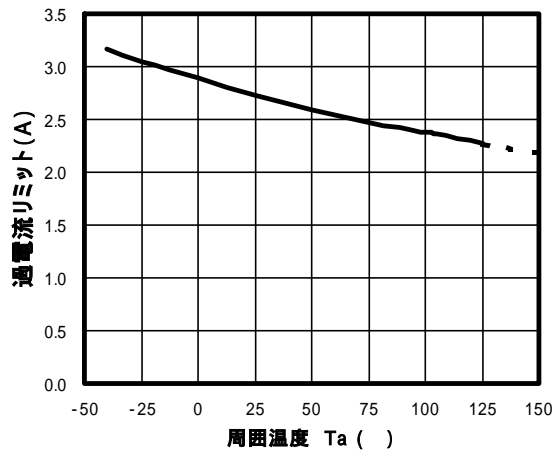
発振周波数温度特性例
[$V+=12V$]



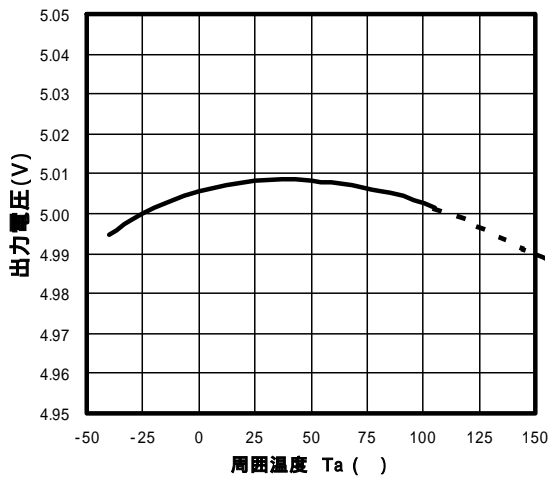
SW端子ON抵抗温度特性例
[$V+=12V$]



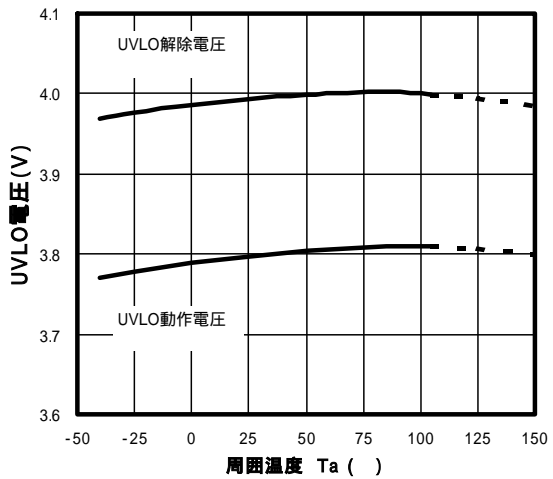
過電流リミット温度特性例
[$V+=12V$]



5Vレギュレータ出力電圧温度特性例
[$V+=12V$]

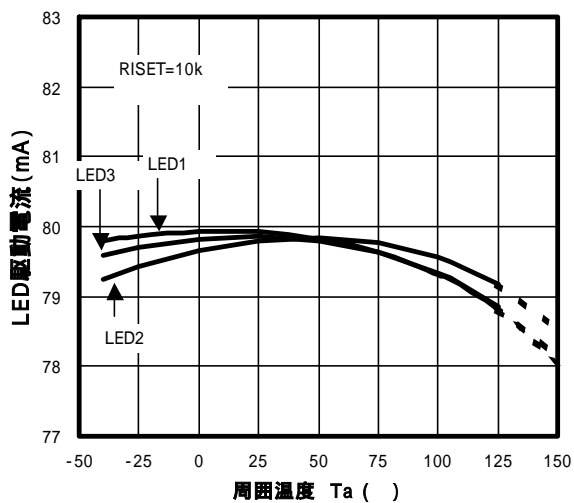


5Vレギュレータ出力端子
UVLO電圧温度特性例

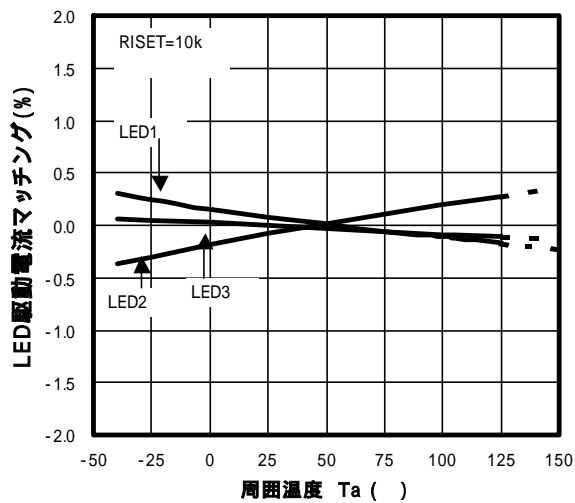


特性例

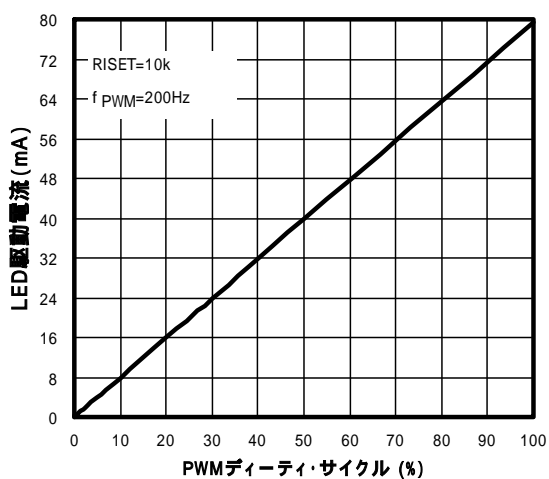
LED駆動電流温度特性例
[V+=12V]



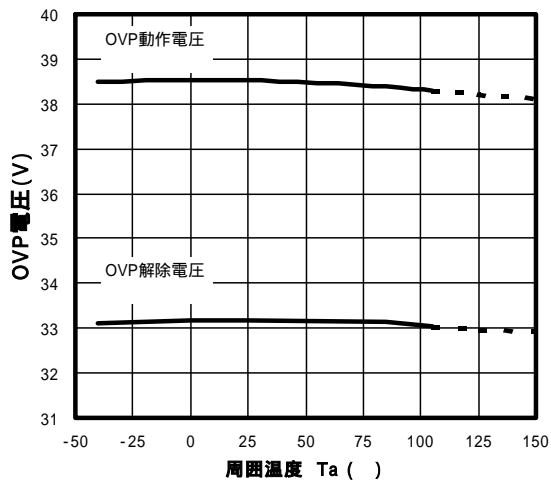
LED駆動電流マッチング温度特性例
[V+=12V]



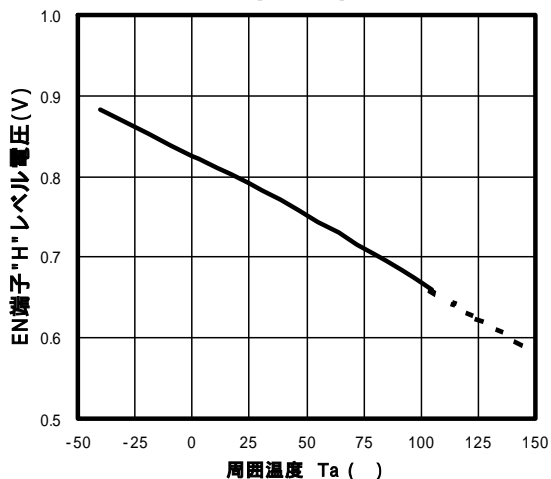
LED駆動電流対PWMディーティ・サイクル特性例
[V+=12V, Ta=25]



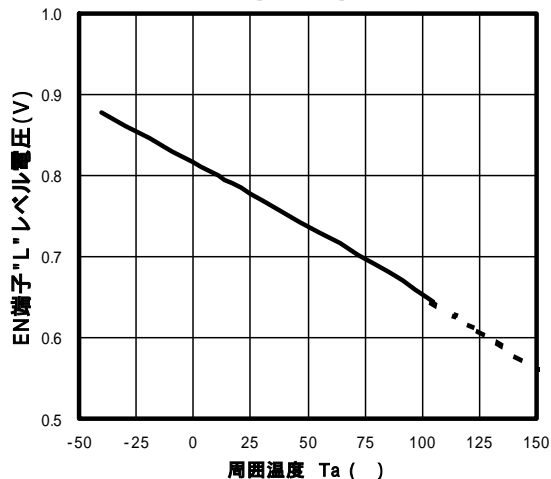
OVP電圧温度特性例
[V+=12V]



EN端子" H "レベル電圧温度特性例
[V+=12V]

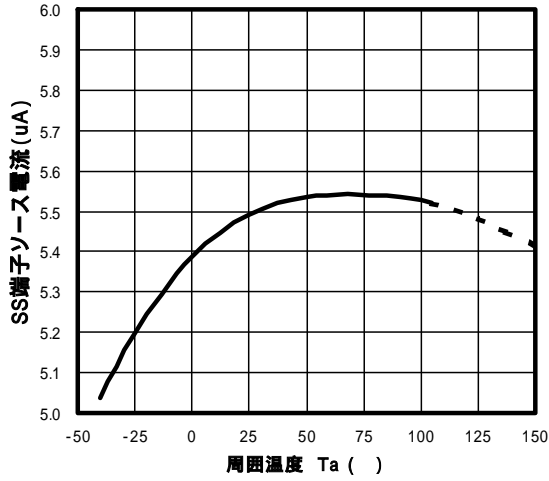


EN端子" L "レベル電圧温度特性例
[V+=12V]

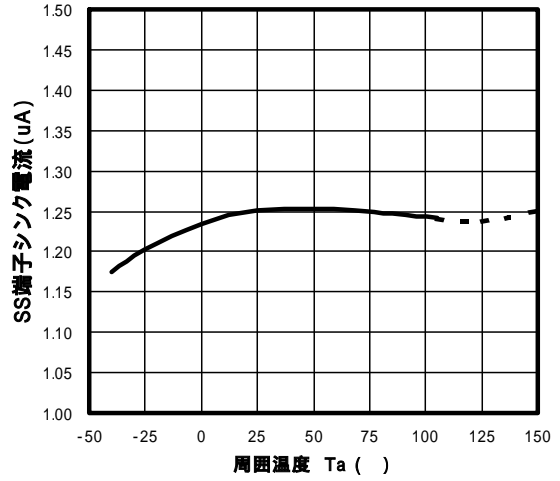


特性例

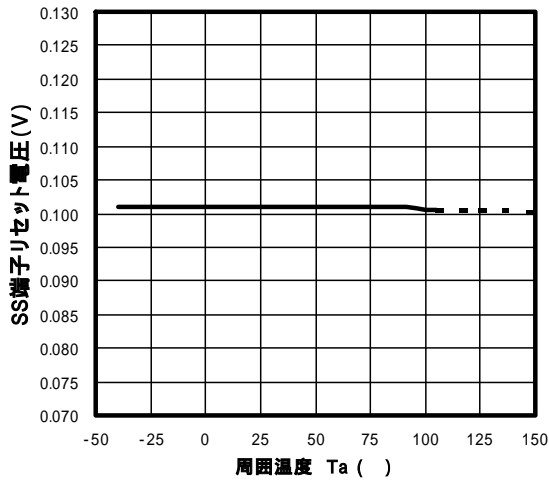
SS端子ソース電流温度特性例
[V+=12V, VSST=1.5V]



SS端子シンク電流温度特性例
[V+=12V, VSST=1.5V]



SS端子リセット電圧温度特性例
[V+=12V]



端子機能説明

端子名	機能
LED1 LED2 LED3	定電流回路出力端子。 LED 列に定電流を供給します。各 LED 列のカソードをこの端子に接続して下さい。
IGND	定電流回路の GND 端子。
OVP	過電圧保護回路センス端子。 OVP 端子を昇圧回路の出力に接続して下さい。
RT	発振器タイミング抵抗接続端子。 RT 端子と AGND 端子間にタイミング抵抗(R_T)を接続して下さい。
AGND	アナログ部 GND 端子。
SW1,2	内蔵パワートランジスタのドレイン端子。
PGND1,2	内蔵パワートランジスタのソース端子。
REG	内蔵レギュレータ出力端子。5.0V(typ)の電圧を出力します。 REG 端子と AGND 端子間にバイパスコンデンサ(1 μ F)を接続して下さい。
VDD	電源端子。
EN	スタンバイモード切替え端子。 H: 動作モード L: スタンバイモード
PWM	PMW 調光コントロール端子。 H: LED1 ~ LED3 の定電流回路動作 L: LED1 ~ LED3 の定電流回路停止。昇圧回路も停止し SW1, 2 端子がハイインピーダンスになります。
FLT	フォールト出力端子。NMOS の オープンドレインとなっており、正常動作時は ON しています。 フォールト状態を検出した際は OFF しハイインピーダンスになります。 抵抗 R_{FLT} (47k Ω)を介して、REG 端子や外部電源などでプルアップし使用して下さい。
SS	ソフトスタート容量(C_{SS})接続端子。 SS 端子と AGND 端子間にソフトスタート容量(C_{SS})を接続して下さい。
EO	エラーアンプ出力端子。
EI	エラーアンプ入力端子。
FBO	フィードバックコントロール出力端子。
FBI	フィードバックコントロール入力端子。 FBI 端子と AGND 端子間に抵抗(R_{FBI} =62k Ω)を接続してください。
ISET	LED 駆動電流設定端子。 ISET 端子と AGND 端子間に LED 駆動電流設定抵抗(R_{ISET})を接続して下さい。

機能説明

1. LED の輝度設定

LED の輝度設定は、次の 2 つの方法があります。

1-1 ISET 端子による LED 駆動電流の設定

1-2 PWM 端子による LED 駆動期間の設定

1-1 ISET 端子による LED 駆動電流の設定

ISET 端子と AGND 端子間に抵抗(R_{ISET})を接続することで LED 駆動電流($I_{LED1} \sim I_{LED3}$)を設定します。

LED 駆動電流($I_{LED1} \sim I_{LED3}$)は 10mA から 80mA まで設定可能です。

計算式は以下のようになります。

$$I_{LED}[mA] = 800 / R_{ISET}[k\Omega]$$

(例 : $I_{LED} = 80mA$ を設定する場合、 $R_{ISET} = 10k\Omega$)

1-2 PWM 端子による LED 駆動期間の設定

PWM 端子に入力されるパルス信号の duty サイクルによって、LED 駆動電流($I_{LED1} \sim I_{LED3}$)の動作/停止期間の比を変更し、LED の調光を行うことができます。

PWM 端子電圧が "H" レベル(V_{IH_PWM})で、各定電流回路は動作し LED を点灯します。

PWM 端子電圧が "L" レベル(V_{IL_PWM})で、各定電流回路は停止し LED を消灯します。

また昇圧回路を停止し、消費電力を軽減します。

起動時は PWM 端子を、"H" レベルにすることをお勧めします。PWM 端子に PWM 信号を入力した状態で起動させる場合は、PWM 端子が "L" レベルの期間は昇圧回路が停止するため、ソフトスタート時間を設定値よりも長くする必要があります。

2. 内蔵レギュレータ

内部回路の電源としてリニアレギュレータを内蔵しています。

電源電圧 V^+ が 6.0V 以上の時に、リニアレギュレータは 5V typ. を REG 端子に出力します。

REG 端子と AGND 端子間に 1 μ F のバイパスコンデンサを接続し、リニアレギュレータの出力を平滑化して下さい。

電源電圧 V^+ の低下等で、REG 端子電圧が UVLO 動作電圧(3.8V typ.)以下になると、IC の誤動作を防止するために内部回路を停止します。

3. スタンバイモード

EN 端子を "L" レベル(V_{IL_EN})にすると、スタンバイモードになります。

スタンバイモードでは、内蔵レギュレータの動作を停止し、内部回路の動作も停止します。

各端子の状態は以下のようになります。

またスタンバイモードを使用しない場合は、EN 端子を VDD 端子に接続してください。

EN 端子	スタンバイモード時の各端子の状態					
	REG 端子	FLT 端子	SW1, 2 端子	LED1~LED3 端子	SS 端子	OVP 端子
$V_{EN} \leq V_{IL_EN}$	0V	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	0V	Hi-Z

*Hi-Z: ハイインピーダンス

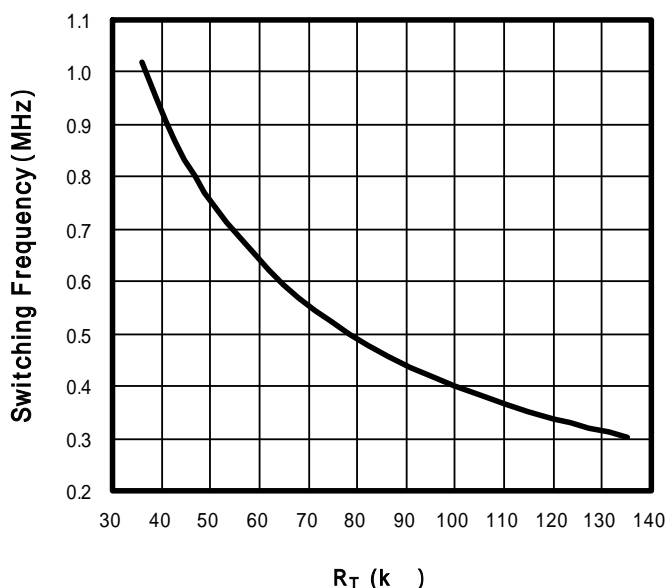
4. 発振周波数

内蔵パワートランジスタの発振周波数は RT 端子と AGND 端子間に接続される抵抗(R_T)により調整が可能です。
 発振周波数(f_{osc})は 300kHz から 1000kHz まで設定可能です。
 発振周波数はおおよそ、以下の式で求めることができます。

$$R_T [k\Omega] = \frac{37600}{f_{osc} [kHz]} \times \alpha \quad (\alpha: \text{補正係数})$$

f _{osc} [kHz]	Correction value α
1000	0.974
950	0.980
900	0.988
850	0.994
800	1.000
750	1.006
700	1.013
650	1.020
600	1.028
550	1.036
500	1.044
450	1.052
400	1.063
350	1.075
300	1.087

Switching Frequency vs R_T
 [V+=12V, Ta=25]



スイッチング周波数 対 R_T 代表特性

5. ソフトスタート

ソフトスタートとは 起動時やフォールト状態からの回復時に、内蔵パワートランジスタの ON Duty サイクルを制限し、起動 / 回復時間(ソフトスタート時間)を長くすることで、出力電圧のオーバーシュートや突入電流を防ぐ機能です。
 SS 端子はソフトスタートの制御端子です。起動 / 回復時に、SS 端子から SS 端子ソース電流 (5μA typ.)が出力され、ソフトスタート容量(C_{SS})を充電し、SS 端子電圧が上昇します。この時、SS 端子電圧 ≤ E_O 端子電圧の条件下でパワートランジスタの ON Duty サイクルが SS 端子電圧で制限されます。

以下の状態の時、ソフトスタート容量(C_{SS})は放電され SS 端子電圧は 0V になります。
 この状態から動作状態に復帰した際は、再ソフトスタートが実行されます。

入力	条件	SS 端子の状態
OVP	V _{OVP} ≥ V _{DOVP}	過電圧保護 C _{SS} を I _{SS_SINK} (1.25μA typ.)で放電
Temperature	T _j ≥ 175 (参考値)	サーマルシャットダウン C _{SS} を R _{SS_ON} (1kΩ typ.)で放電
REG	V _{REG} ≥ V _{RUVLO}	UVLO 検出 C _{SS} を R _{SS_ON} (1kΩ typ.)で放電
ISET	I _{ISET} ≥ I _{SET_MAX}	ISET 端子ショート保護 C _{SS} を I _{SS_SINK} (1.25μA typ.)で放電
EN	V _{EN} ≤ V _{IL_EN}	スタンバイモード C _{SS} を R _{SS_ON} (1kΩ typ.)で放電

6. フォールト出力

FLT 端子は NMOS のオープンドレインとなっており、正常動作時は、NMOS が ON しています。

フォールト状態を検出した際は NMOS が OFF しハイインピーダンスになります。

抵抗 R_{FLT} (47k Ω)を介して、REG 端子や外部電源などでプルアップし使用して下さい。

フォールトを検出する条件は以下の様になります。

また、起動時の REG 端子電圧が UVLO 解除電圧(4.0V typ.)以下の期間は、UVLO によってフォールトが検出されます。状況に即して識別して下さい。

入力	条件	
LED1 ~ LED3	$V_{LED1} \sim V_{LED3} \geq V_{LED\ SHORT}$	LED ショート保護
	$V_{LED1} \sim V_{LED3} \leq V_{LED\ OPEN}, V_{OVP} \geq V_{DOVP}$	LED オープン保護
SW1,2	$I_{SW} \geq I_{LIMIT}$	過電流保護タイマラッチ
OVP	$V_{OVP} \geq V_{DOVP}$	過電圧保護
Temperature	$T \geq 175$ (参考値)	サーマルシャットダウン
REG	$V_{REG} \leq V_{RUVLO}$	UVLO
ISET	$I_{LED1} \sim I_{LED3} \geq I_{LED\ MAX}$	ISET 端子ショート保護
EN	$V_{EN} \leq V_{IL\ EN}$	スタンバイ

7. 保護機能

保護機能動作時の各端子の状態を示します。

保護機能	検出端子	保護機能動作時の各端子の状態				
		FLT 端子	SW1,2 端子	LED1~LED3 端子	SS 端子	
LED ショート保護	LED1 ~ LED3	Hi-Z	active	Hi-Z	active	ショートした LED 端子のみ Hi-Z
LED オープン保護	LED1 ~ LED3	Hi-Z	active	active	active	過電圧保護が動作している状態において
過電流保護	SW1,2	active	Hi-Z	active	active	発振周期ごとに解除
過電流保護タイマラッチ	SW1,2	Hi-Z	Hi-Z	active	active	
過電圧保護	OVP	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink 1	
サーマルシャットダウン	-	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink 2	
UVLO	REG	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink 2	
ISET 端子ショート保護	ISET	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink 1	

*Hi-Z : ハイインピーダンス

*active : 通常動作

*sink1 : SS 端子シンク電流 I_{SS_SINK} (1.25 μ A typ.)で放電

*sink2 : SS 端子 ON 抵抗 R_{SS_ON} (1k Ω typ.)で放電

7-1 LED ショート保護

LED 端子電圧 $V_{LED1} \sim V_{LED3}$ のいずれかが、LED ショート保護検出電圧 V_{LED_SHORT} (9V typ.) 以上になると、その LED 端子に接続された LED がショート状態で故障していると判定し、LED ショート保護が動作します。

正常な LED 列は点灯し続け、昇圧回路は正常な LED 列の LED 端子電圧で制御されます。

ショート保護には、LED ショート保護検出遅延時間 t_{LED_SHORT} (75 μ s typ.) を持たせています。

これは LED 端子電圧にノイズが乗った時、誤検出するのを防止するためです。

この遅延時間の影響により、PWM 調光時に、PWM 端子 "H" レベル時間を LED ショート保護検出遅延時間 t_{LED_SHORT} (75 μ s typ.) 以下にすると LED ショート保護は動作しなくなります。

その時は、起動時やモーション切替え時など、ある特定のタイミングなどで PWM 端子の "H" レベル時間を LED ショート保護検出遅延時間 t_{LED_SHORT} (75 μ s typ.) 以上にし、LED 端子ショート保護を動作させ、LED がショートしていないか確認する事をお勧めします。

LED ショート保護が動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ ショート検出した LED 端子の定電流回路が停止します。
ショート検出した LED 端子がハイインピーダンスになります。

LED ショート保護を解除する条件は以下になります。

- ・ EN 端子を "L" レベル (V_{IL_EN}) にし、スタンバイモードにする。
- ・ 電源電圧 V^+ を低下させて、UVLO 回路を動作させる。
- ・ OVP 端子電圧を V_{DOVP} 以上にし、過電圧保護回路を動作させる。

7-2 LED オープン保護

LED がオープン状態で故障した場合、その LED 列の LED 端子電圧は 0V 付近まで落ち込みます。

LED 端子電圧が低下すると昇圧回路は出力電圧を上昇させます。そして出力電圧が OVP 動作電圧 V_{DOVP} (38V typ.) まで上昇し、過電圧保護が動作します。

過電圧保護が動作している状態において、LED 端子電圧 $V_{LED1} \sim V_{LED3}$ のいずれかが LED オープン保護検出電圧 V_{LED_OPEN} (0.4V typ.) 以下の場合、その LED 端子に接続された LED がオープン状態で故障していると判定し、LED オープン保護が動作します。過電圧保護回路が解除され再起動した後、正常な LED 列は再点灯し、昇圧回路は正常な LED 列の LED 端子電圧で制御されます。

LED オープン保護が動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ オープン検出した LED 端子の信号が昇圧回路の制御信号から切り離されます。

オープン状態として検出された LED 端子が LED オープン保護検出電圧 V_{LED_OPEN} (0.4V typ.) 以上になると、LED オープン保護が解除されます。FLT 端子は ON し、LED オープン保護が解除された LED 端子の信号は昇圧回路の制御信号に再接続されます。

7-3 過電流保護、過電流保護タイマラッチ

昇圧回路用の内蔵パワートランジスタのドレイン電流が過電流リミット I_{LIMIT} (2.6A typ.) 以上になると、過電流保護が動作し内蔵パワートランジスタを OFF します。過電流保護は内部発振器の周期 ($1/f_{OSC}$) ごとに解除されます (パルス・バイ・パルス動作)。

また、内蔵のカウンターにより解除回数をカウントしており、511 回カウントから 1023 回カウントの間で過電流保護タイマラッチが動作します。

過電流保護タイマラッチが動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ 昇圧回路が停止します。SW1,2 端子がハイインピーダンスになります。

過電流保護タイマラッチを解除する条件は以下になります。

- ・ EN 端子を "L" レベル (V_{IL_EN}) にし、スタンバイモードにする。
- ・ 電源電圧 V^+ を低下させて、UVLO 回路を動作させる。

EN 端子電圧を下げて、スタンバイモードにしてタイマラッチを解除する場合、再起動までに 10ms 以上、スタンバイモードを保持してください。

この時間が短すぎる場合、再起動時にソフトスタート機能が十分に動作しません。

7-4 過電圧保護

OVP 端子を昇圧回路の出力に接続します。昇圧回路の出力電圧が何らかの異常で上昇し、OVP 動作電圧 V_{DOVP} (38V typ.) を超えた場合、過電圧保護が動作します。

過電圧保護が動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
 - ・ 昇圧回路が停止します。SW1,2 端子がハイインピーダンスになります。
 - ・ LED1 ~ LED3 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED3 端子がハイインピーダンスになります。
 - ・ OVP 端子は OVP 端子入力電流 $2 I_{OVP2}$ (900 μ A typ.) でシンクし、一定時間をかけて端子電圧が低下します。
 - ・ SS 端子は SS 端子シンク電流 I_{SS_SINK} (1.25 μ A typ.) でシンクし、一定時間をかけて端子電圧が低下します。一定時間かける事で、再ソフトスタートまで遅延時間を持たせています。
- OVP 端子が OVP 解除電圧 V_{ROVP} (33V typ.) 以下になり、かつ SS 端子電圧が SS リセット電圧 V_{SS_RES} (0.1V typ.) 以下になると、過電圧保護が解除され、再ソフトスタートが実行されます。

7-5 サーマルシャットダウン

チップの温度が、175°C (参考値) を超えるとサーマルシャットダウンが動作します。

サーマルシャットダウンは、高温時における IC の熱暴走を防止するための予備機能であり、不適切な熱設計を補うための機能ではありません。

IC の接合部温度範囲 (~ +150°C) で動作させるように、十分な余裕を満たすことをお勧めします。

サーマルシャットダウンが動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ 昇圧回路が停止します。SW1,2 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED3 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED3 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ SS 端子は SS 端子 ON 抵抗 R_{SS_ON} (1k Ω typ.) でシンクし、端子電圧が低下します。

チップの温度が 150°C (* 参考値) 以下になると、サーマルシャットダウンが解除されます。また再ソフトスタートが実行されます。

7-6 UVLO

電源投入時又は、電源電圧 V^+ の低下等で内蔵レギュレータの出力である REG 端子電圧 V_{REG} が UVLO 動作電圧 V_{DUVLO} (3.8V typ.)以下に低下すると UVLO が動作します。

UVLO が動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ 昇圧回路が停止します。SW1,2 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED3 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED3 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ SS 端子は SS 端子 ON 抵抗 R_{SS_ON} (1k Ω typ.)でシンクし、端子電圧が降下します。

REG 端子電圧 V_{REG} が UVLO 解除電圧 V_{RUVLO} (4.0V typ.)以上になると UVLO が解除されます。

7-7 ISET 端子ショート保護

ISET 端子ショート保護は ISET 端子が AGND 端子などにショートした時、LED 駆動電流($I_{LED1} \sim I_{LED3}$)が非常に大きな値に設定され、LED が破壊するのを防ぐ機能です。

ISET 端子のソース電流が ISET 端子ショート保護検出電流 I_{SET_MAX} (150 μ A ~ 280 μ A)以上になると、ISET 端子ショート保護が動作します。

ISET 端子が AGND 端子などにショートしてから、ISET 端子ショート保護が動作するまでの瞬間、LED に最大 LED 電流 I_{LED_MAX} (120mA~230mA)が流れますので注意して下さい。

ISET 端子ショート保護が動作すると

- ・ FLT 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ 昇圧回路が停止します。SW1,2 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED3 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED3 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ SS 端子は SS 端子シンク電流 I_{SS_SINK} (1.25 μ A typ) でシンクし、一定時間をかけて端子電圧が降下します。

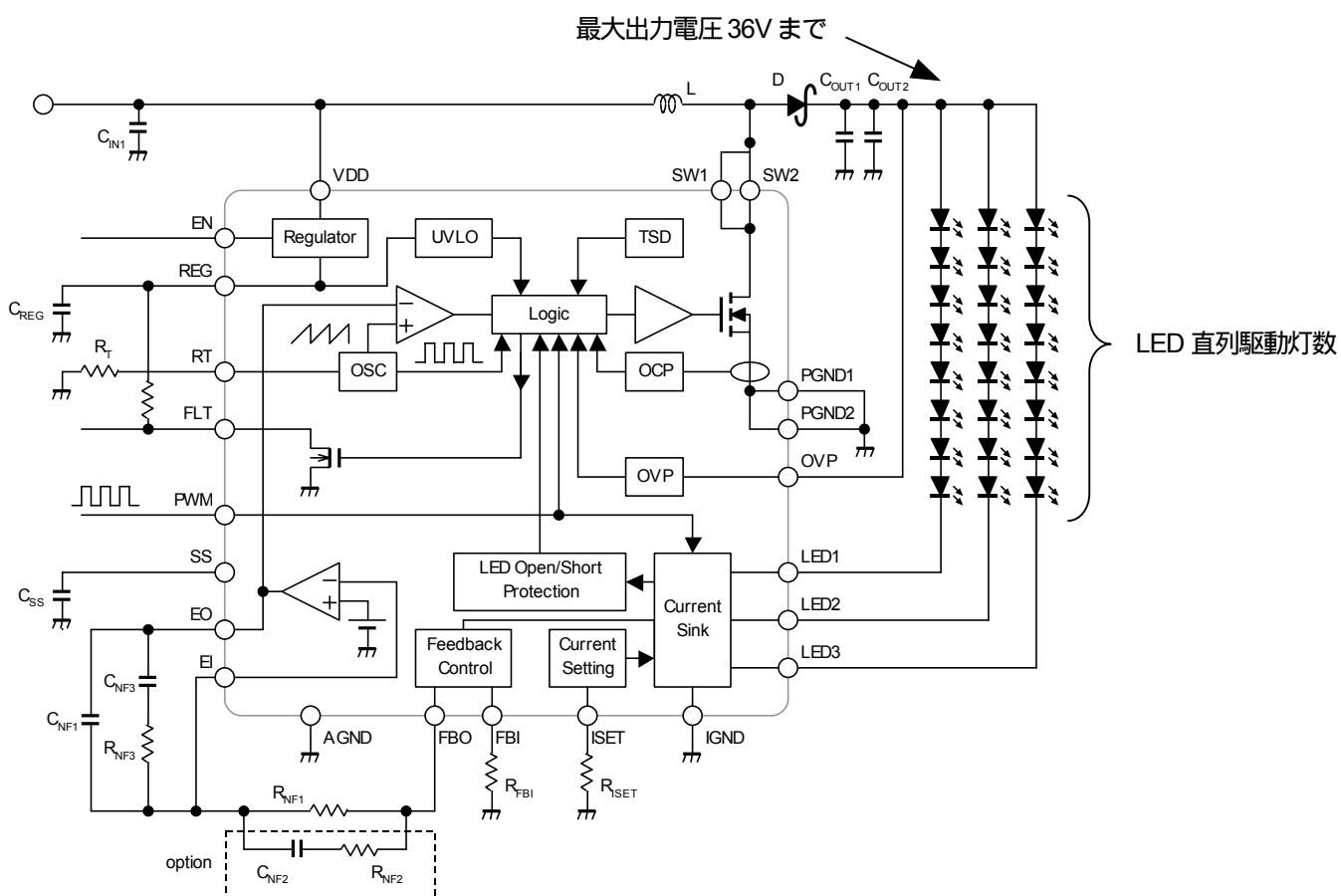
ISET 端子のソース電流が、ISET 端子ショート保護検出電流 I_{SET_MAX} (150 μ A ~ 280 μ A)以下になると、ISET 端子ショート保護は解除され、LED 駆動電流($I_{LED1} \sim I_{LED3}$)は、ISET 端子と AGND 端子の間に接続された抵抗(R_{ISET})によって設定されます。

LED 駆動灯数について

直列接続された LED を点灯させる為には、LED の順方向電圧(V_f) × 駆動灯数以上の駆動電圧が必要です。
 NJW4603 で駆動できる LED の最大直列駆動灯数は昇圧回路の最大出力電圧(過電圧保護動作電圧)により決まります。
 NJW4603 の過電圧(OVP)保護動作電圧は 36V(下限値)である為、これより定電流回路(LED1~LED3 端子)の動作電圧を差し引いた約 35V が LED に供給できる最大電圧となります(昇圧回路の出力電圧が過電圧保護動作電圧に近い場合、起動時の出力電圧オーバーシュートにより、過電圧保護機能が働くことがあります)。

下記に LED の各 V_f における最大直列駆動灯数を示します。(ご使用の LED が全て下記同一 V_f であった場合の値です)
 また、NJW4603 は定電流回路を 3 回路内蔵している為、1 ドライバあたり駆動できる最大駆動灯数は最大直列駆動灯数の 3 倍となります。

	最大直列 駆動灯数	1 ドライバあたり 最大駆動灯数
LED $V_f = 3V$ の場合	… 11 灯	33 灯
LED $V_f = 3.5V$ の場合	… 10 灯	30 灯
LED $V_f = 3.6V$ の場合	… 9 灯	27 灯 </td
LED $V_f = 4V$ の場合	… 8 灯	24 灯



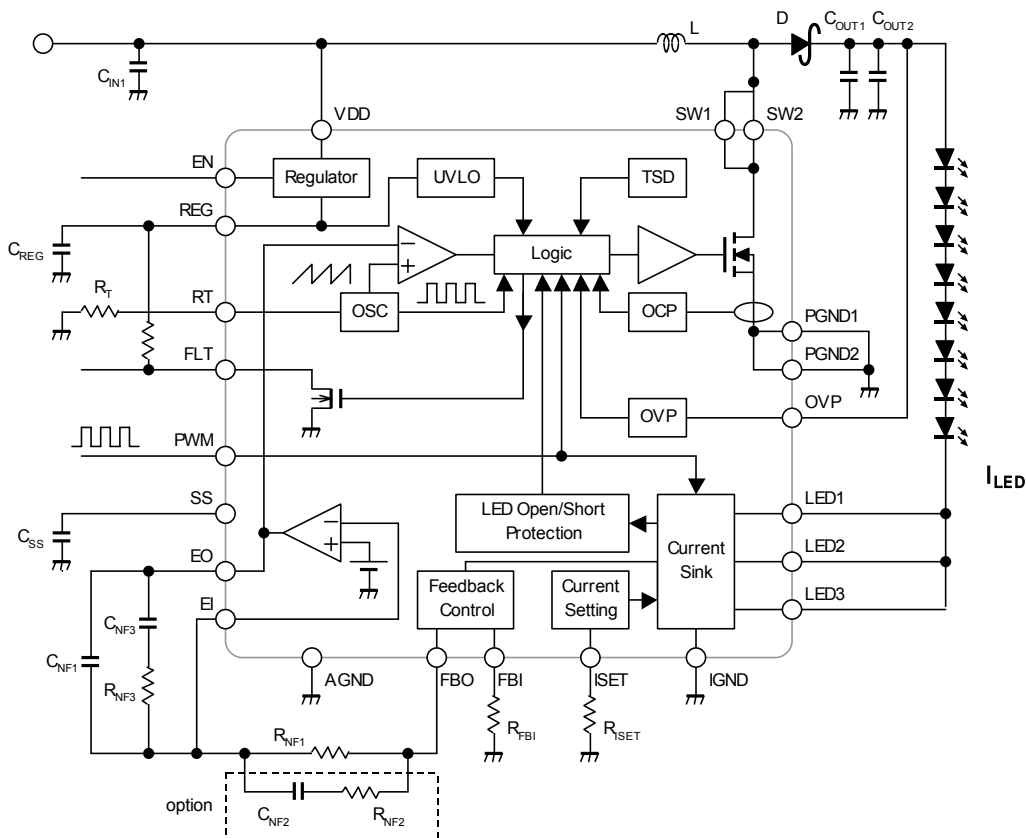
推奨動作回路(LED 直列駆動灯数 8 灯の場合)

LEDの並列駆動について

下記図のように、NJW4603のLED端子(LED1-3)を相互接続することで1列のLEDを駆動することができます。負荷LEDに流れる電流は、ドライバで設定された電流の3倍となります。

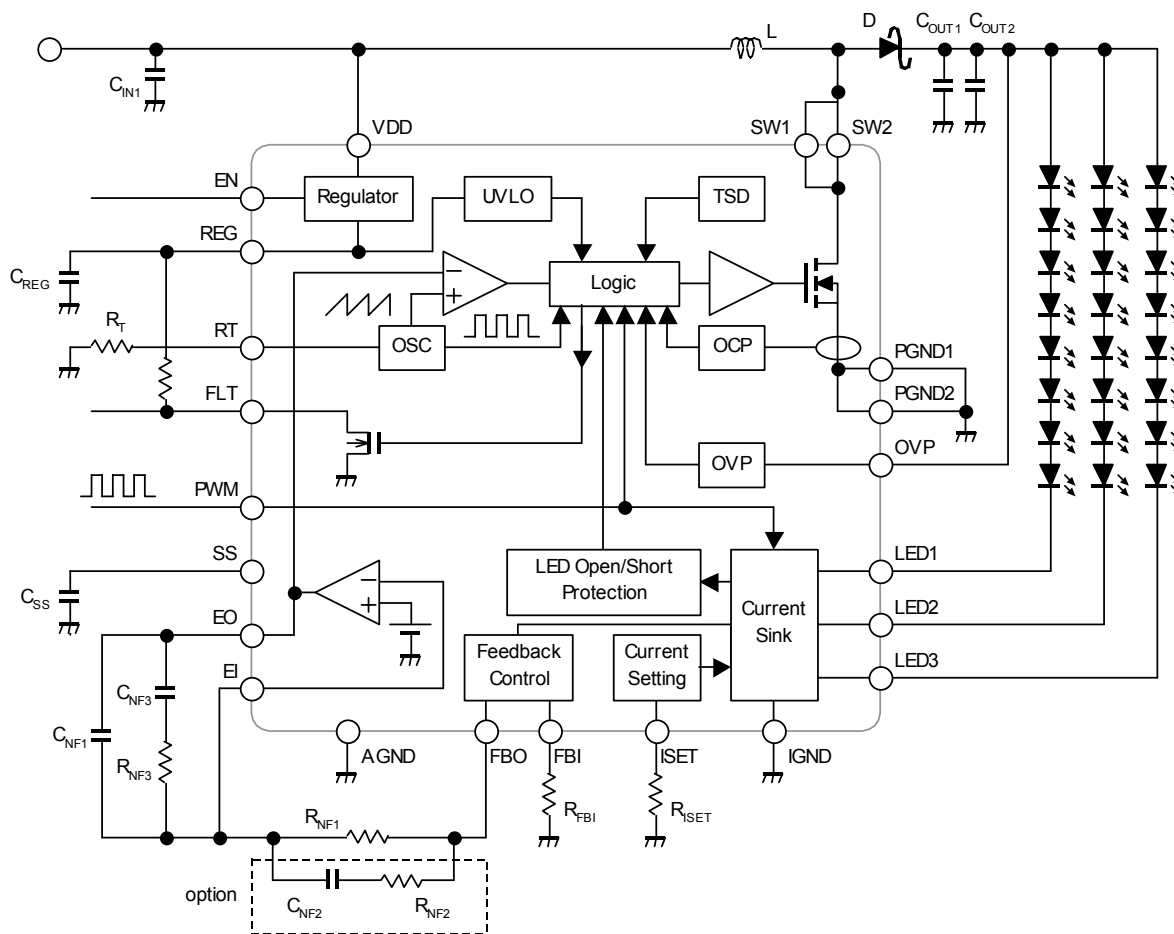
$$I_{LED}[mA] = 3 \times 800 / R_{ISET}[k\Omega]$$

(例： $I_{LED}=120mA$ を設定する場合、 $R_{ISET}=20k\Omega$)



LED 端子相互接続によるLEDの並列駆動

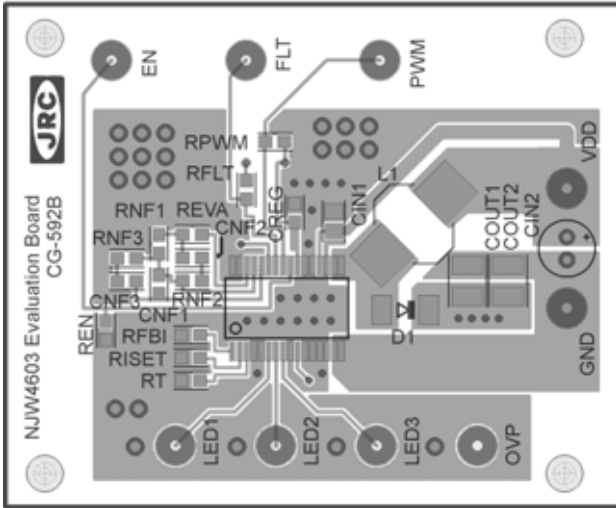
応用回路例



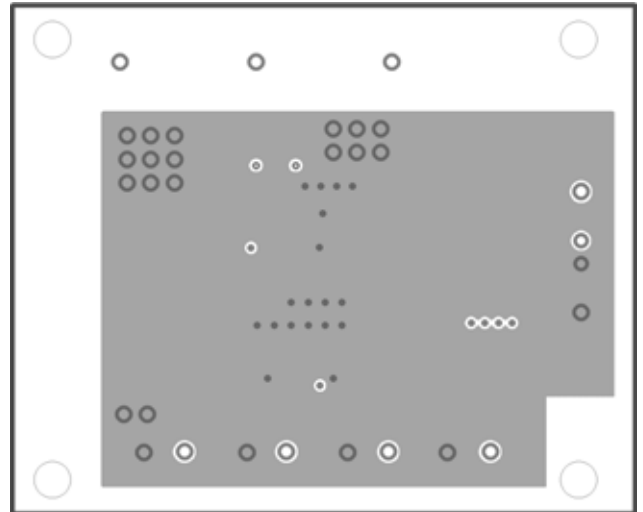
応用回路定数

記号	定数
L	6mH, 3.5A max.
D	3A AVG. 60V
R _{FLT}	47kΩ
R _{NF1}	27kΩ
R _{NF2}	open
R _{NF3}	24kΩ
R _{FBI}	62kΩ
R _{ISET}	16kΩ
R _T	47kΩ
C _{OUT1}	4.7µF 50V ceramic
C _{OUT2}	4.7µF 50V ceramic
C _{IN1}	1µF 50V ceramic
C _{IN2}	4.7µF 50V ceramic
C _{NF1}	82pF ceramic
C _{NF2}	open
C _{NF3}	10nF ceramic
C _{REG}	1µF ceramic
C _{SS}	0.47µF ceramic

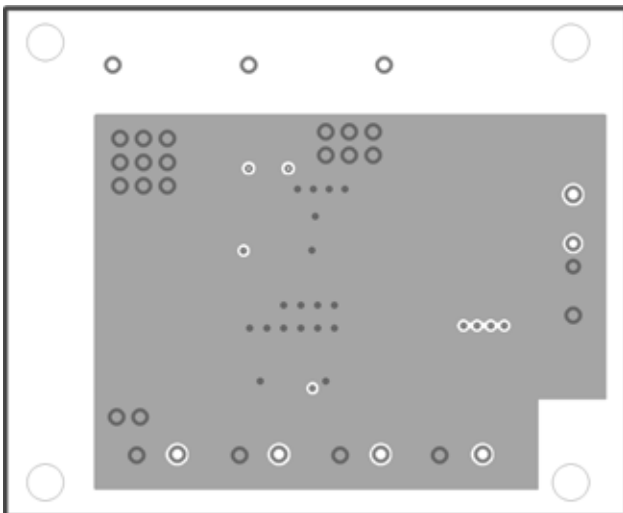
Top layer
(Top view)



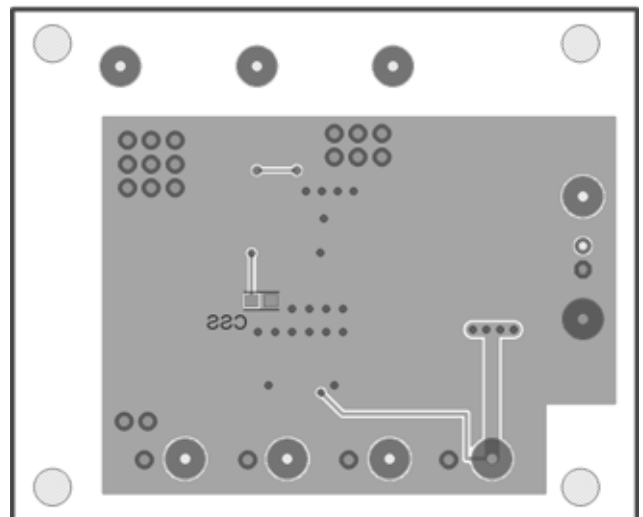
3rd layer
(Top view)



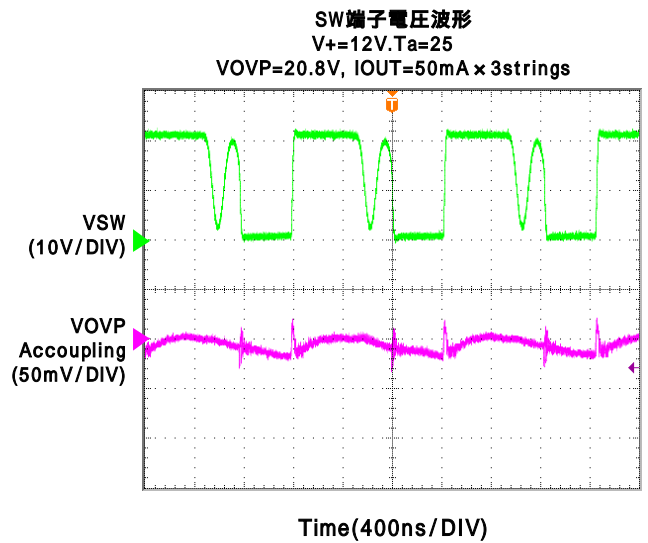
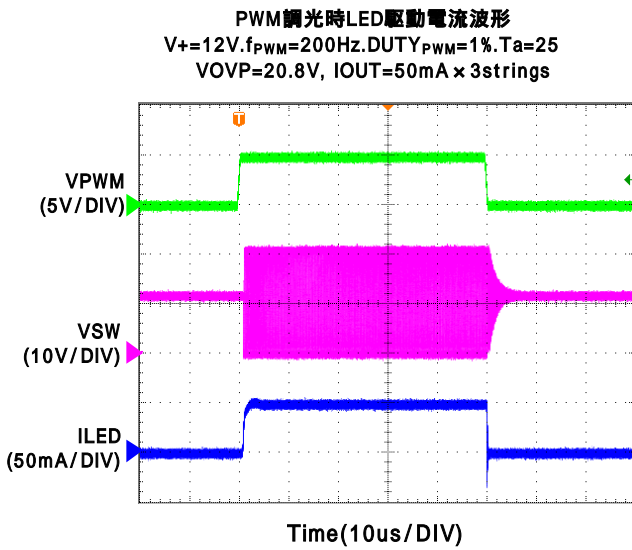
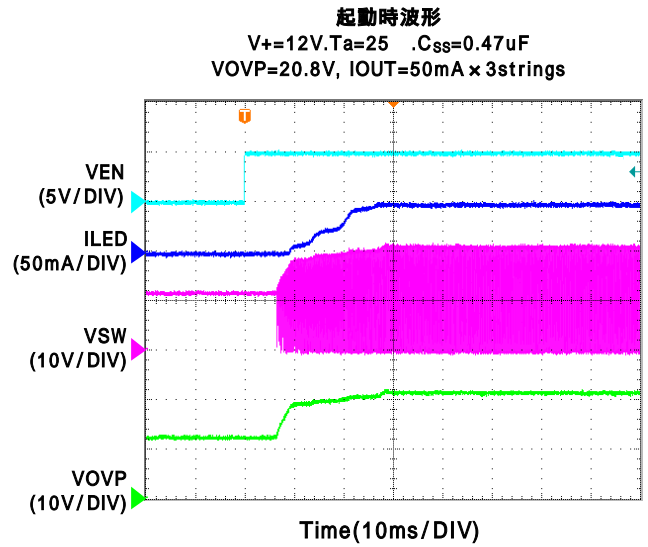
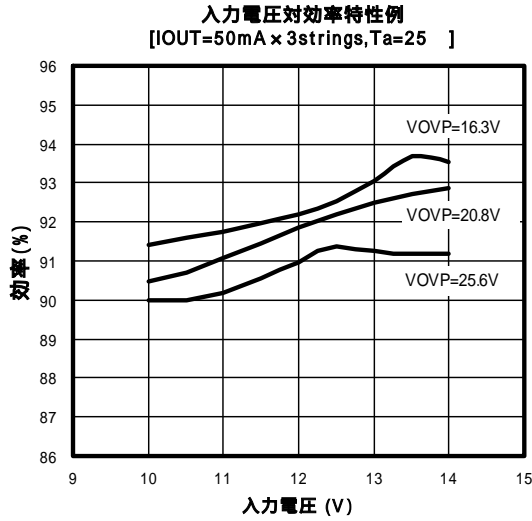
2nd layer
(Top view)



bottom layer
(Top view)



アプリケーション特性例



MEMO

<注意事項>

このデータブックの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の暗黙を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものではありません。