

パワー MOS FET 内蔵 白色 LED ドライバ

概要

NJW4607 は、多数の LED を高効率駆動するために設計された、パワー MOS-FET 内蔵のバックライト用白色 LED ドライバ IC です。

4ch 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 32 個の LED を駆動することができます。

電源電圧は 4.75V ~ 29V の広範囲に対応しています。

定電流ドライバは各 ch 最大 30mA の電流で LED を駆動でき、ドライバ間 $\pm 2\%$ (max.) の高精度で定電流制御が行われます。

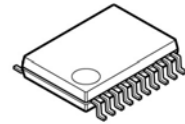
PWM 信号により LED の輝度を調節することが可能です。また調光比は 1000:1 を実現しています。

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、外部クロックにより同期をとる事も可能です。

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出力し、CPU などの制御部に知らせることが可能です。

NJW4607 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



NJW4607 VC3

特徴

SW.REG.用 パワー MOSFET 内蔵

広範囲電源電圧 : 4.75V ~ 29V

4ch 定電流ドライバ : 5 mA ~ 30 mA

高精度 LED 電流設定 : $\pm 2\%$ max.(定電流ドライバ間)

PWM 調光機能

スイッチング周波数 : 300kHz ~ 1MHz

外部同期機能

ソフトスタート

フォールト信号出力

LED ショート保護

LED オープン保護

SW.REG 過電流保護

SW.REG 過電圧保護

サーマルシャットダウン

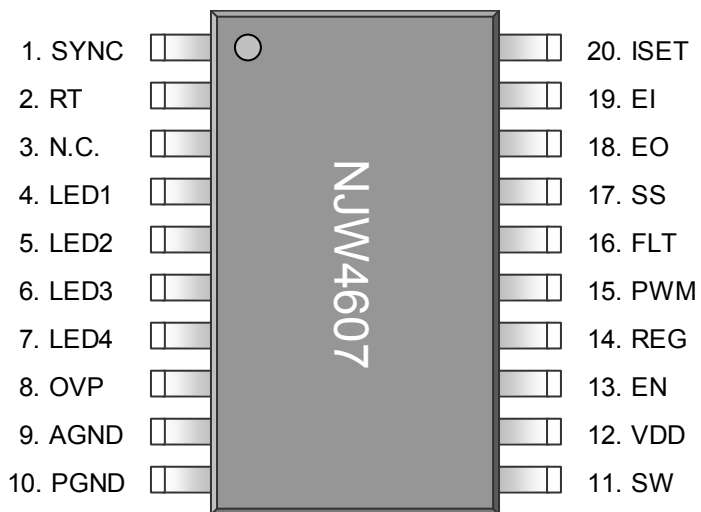
UVLO

ISSET 端子ショート保護

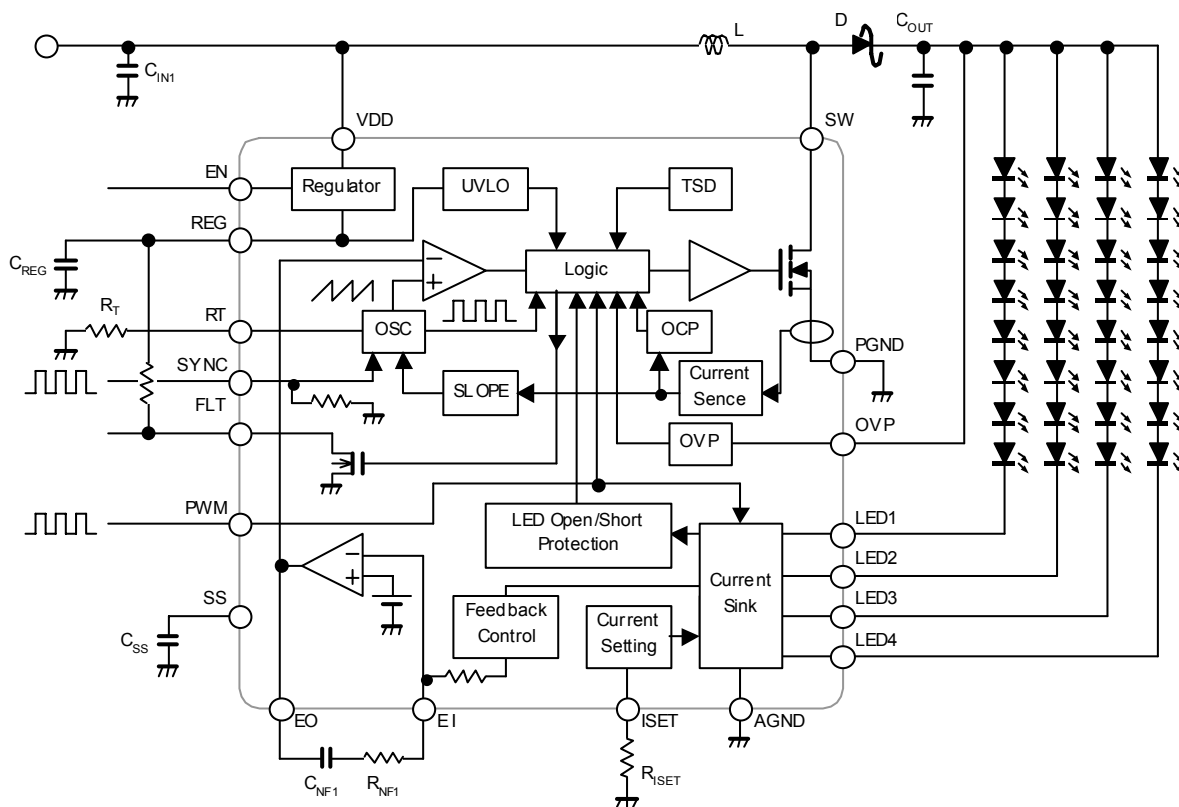
外形 : SSOP20 - C3

NJW4607

端子配列



ブロック図および応用回路例



絶対最大定格

(T_a = 25°C)

項目	記号	最大定格	単位
電源電圧	V ⁺	35	V
LED 端子電圧	V _{LED1} ~ V _{LED4}	-0.3 ~ +40	V
OVP 端子電圧	V _{OVP}	-0.3 ~ +40	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 ~ +40	V
SS 端子電圧	V _{SS}	-0.3 ~ V _{REG}	V
EO 端子電圧	V _{EO}	-0.3 ~ V _{REG}	V
EI 端子電圧	V _{EI}	-0.3 ~ V _{REG}	V
ISET 端子電圧	V _{ISET}	-0.3 ~ V _{REG}	V
RT 端子電圧	V _{RT}	-0.3 ~ V _{REG}	V
PWM 端子電圧	V _{PWM}	-0.3 ~ +6	V
SYNC 端子電圧	V _{SYNC}	-0.3 ~ +6	V
消費電力	P _D	960 (*1) 1,470 (*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 76.2 × 114.3 × 1.6mm(2層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による。

(*2) : 基板実装時 76.2 × 114.3 × 1.6mm(4層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による (4層基板内径 : 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 ⁺	4.75	-	29	V
LED 駆動電流 (*3)	I _{LED1} ~ I _{LED4}	5	-	30	mA
EN 端子電圧	V _{EN}	0	-	35	V
PWM 端子電圧	V _{PWM}	0	-	5.5	V
SYNC 端子電圧	V _{SYNC}	0	-	5.5	V
発振周波数	f _{OSC}	300	-	1,000	kHz
外部同期発振周波数 (*4)	f _{OSC_SYNC}	300	-	1,000	kHz
PWM 調光周波数	f _{PWM}	100	-	-	Hz
PWM 調光 High 時間	t _{ON_PWM}	5	-	-	μs

(*3) : 1ch あたり

(*4) : ただし 1.1 × f_{OSC} < f_{OSC_SYNC} < 1.5 × f_{OSC} の範囲

NJW4607

熱抵抗

項目	記号	熱抵抗値	単位
接合部 - 周囲雰囲気間	θ_{ja}	130 (*1) 85 (*2)	°C/W
接合部 - ケース間	ψ_{jt}	13 (*1) 9 (*2)	°C/W

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

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

電気的特性

($V^+ = 12V$, $V_{EN} = V_{PWM} = 5V$, $C_{REG} = 1\mu F$, $R_{ISET} = 10k\Omega$, $R_T = 27k\Omega$, $T_a = 25^\circ C$)

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	8	mA
消費電流 2 (動作時)	I_{Q2}	$V_{PWM} = 0V$, No switching	-	3	4	mA
消費電流 3 (スタンバイ時)	$I_{Q3 OFF}$	$V_{EN} = 0V$, $V_{REG} = 0V$	-	-	1	μA
< 内蔵レギュレータ >						
REG 端子電圧	V_{REG}	$I_{REG} = 0mA$, $V_{PWM} = 0V$	4.35	4.5	4.6	V
ラインレギュレーション	$\Delta V_{REG-VDD}$	$V^+ = 5 \sim 29V$, $I_{REG} = 0mA$, $V_{PWM} = 0V$	-10	10	40	mV
ロードレギュレーション	ΔV_{REG-IO}	$I_{REG} = 0 \sim 20mA$, $V_{PWM} = 0V$	-	30	100	mV
REG 端子出力電流 (*5)	I_{OREG}	$V_{REG} * 0.95$, $V_{PWM} = 0V$	20	-	-	mA
< 低電圧誤動作防止 (UVLO) 回路 >						
UVLO 解除電圧 (REG 出力)	V_{RUVLO}		3.5	3.8	4.2	V
UVLO 動作電圧 (REG 出力)	V_{DUVLO}		3.4	3.7	4.1	V
UVLO ヒステリシス電圧幅 (REG 出力)	ΔV_{UVLO}	$V_{RUVLO} - V_{DUVLO}$	-	0.1	-	V
< EN, PWM, SS, FLT, SYNC 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}		2.4	-	5.5	V
PWM 端子" L "レベル電圧	V_{IL_PWM}		0	-	0.8	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	7	μA
SS 端子シンク電流	I_{SS_SINK}	$V_{SST} = 1.5V$	0.6	1.25	2.1	μA
SS 端子 ON 抵抗	R_{SS_ON}	$V_{REG} = 3.1V$	0.5	1	1.5	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}	$I_{FLT} = 400\mu A$	-	0.2	0.4	V
FLT 端子リーク電流	I_{FLT_LEAK}	$V_{FLT} = 5V$	-	-	1	μA
SYNC 端子" H "レベル電圧	V_{IH_SYNC}		2.4	-	5.5	V
SYNC 端子" L "レベル電圧	V_{IL_SYNC}		0	-	0.8	V
SYNC 端子入力抵抗	R_{SYNC}		-	500	-	k Ω

(*5) : 内蔵レギュレータが供給可能な電流

電気的特性

($V^+ = 12V$, $V_{EN} = V_{PWM} = 5V$, $C_{REG} = 1\mu F$, $R_{ISET} = 10k\Omega$, $R_T = 27k\Omega$, $T_a = 25^\circ C$)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
< スwitching出力部 (SW 端子) >						
SW ON 抵抗	R_{ON_SW}	$I_{SW} = 500mA$	-	0.5	0.8	Ω
過電流リミット	I_{LIMIT}		0.9	1.3	1.7	A
OFF 時リーク電流	I_{LEAK}	$V_{SW} = 40V$	-	-	1	μA
< 発振回路 >						
発振周波数	f_{OSC}		0.54	0.6	0.66	MHz
最大デューティ比	D_{MAX}		87	92	96	%
最小デューティ比	D_{MIN}		-	10	-	%
< 過電圧保護 (OVP) 回路 >						
OVP動作電圧	V_{DOVP}		34	36	38	V
OVP解除電圧	V_{ROVP}		29	31	33	V
OVPヒステリシス電圧幅	ΔV_{OVP}	$V_{DOVP} - V_{ROVP}$	-	5	-	V
OVP端子入力電流1	I_{OVP1}	$V_{OVP} = 34V$	-	30	60	μA
OVP端子入力電流2	I_{OVP2}	$V_{OVP} = 40V$	550	800	1800	μA
OVP端子リーク電流	I_{OVP_LEAK}	$V_{EN} = 0V$, $V_{OVP} = 40V$	-	-	1	μA
< 誤差増幅器 >						
基準電圧	V_{REF_EA}		0.57	0.6	0.63	V
EO端子ソース電流	I_{EO_SOURCE}	$V_{EI} = 0.5V$, $V_{EO} = 0.6V$	15	21	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} ~ I_{LED4}	$R_{ISET} = 10k\Omega$, $V_{LED1} \sim V_{LED4} = 0.8V$	19.6	20.0	20.4	mA
LED 駆動電流マッチング (*6)	I_{MLED}	$R_{ISET} = 10k\Omega$, $V_{LED1} \sim V_{LED4} = 0.8V$	-2	0	2	%
LED端子制御電圧 (*7)	V_{CLED1} ~ V_{CLED4}	$R_{ISET} = 10k\Omega$ $I_{LED1} \sim I_{LED4} = 20mA$	0.6	0.8	1	V
LED端子リーク電流 (*3)	I_{LED_LEAK}	$V_{EN} = 0V$, $V_{LED1} \sim V_{LED4} = 40V$	-	-	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}	$V_{LED1} \sim V_{LED4} = 11V$	-	50	-	μs
LEDオープン保護検出電圧	V_{LED_OPEN}		0.6	0.8	1	V
ISET端子ショート保護 検出電流	I_{SET_MAX}		150	-	280	μA
最大LED電流 (*3) (*8)	I_{LED_MAX}		30	-	56	mA

(*3) : 1ch あたり

(*6) : $(I_{LED} - I_{LED_AVG}) / I_{LED_AVG} * 100$, $I_{LED_AVG} = (I_{LED1} + I_{LED2} + I_{LED3} + I_{LED4}) / 4$
 I_{LED} は I_{LED1} , I_{LED2} , I_{LED3} , I_{LED4} のいずれかを意味します。

(*7) : 1ch 動作時

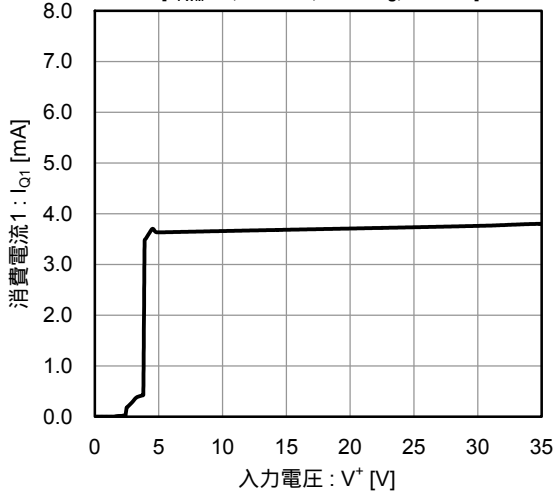
(*8) : ISET 端子ショート保護が動作するまでに、LED 端子に流れるピーク電流です。

LED 駆動電流($I_{LED1} \sim I_{LED4}$)は5mA から 30mA の範囲で設定して下さい。

特性例

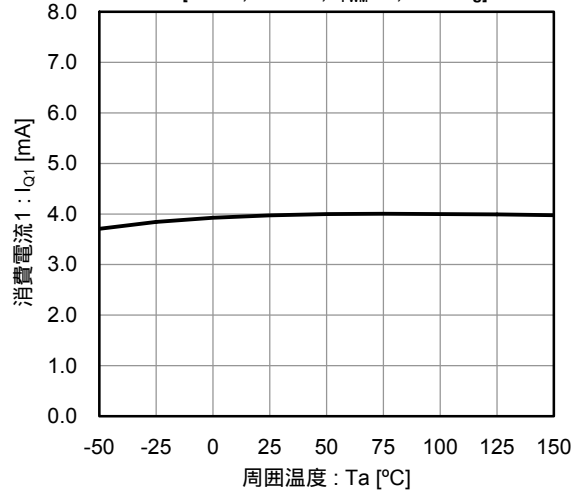
消費電流1 vs. 入力電圧 特性例

[$V_{PWM}=5V$, $RT=27k\Omega$, Switching, $T_a=25^\circ C$]



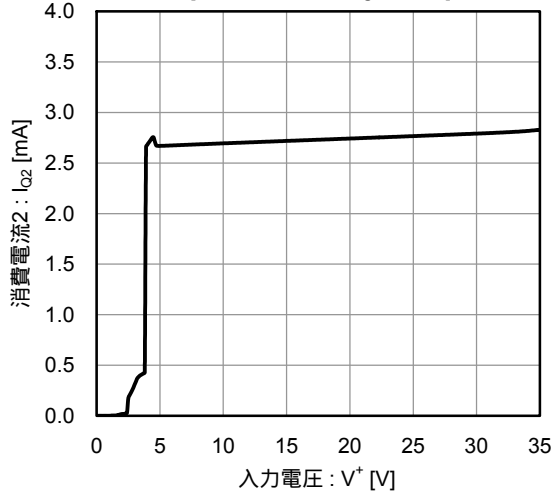
消費電流1 vs. 周囲温度 特性例

[$V^+=12V$, $RT=27k\Omega$, $V_{PWM}=5V$, Switching]



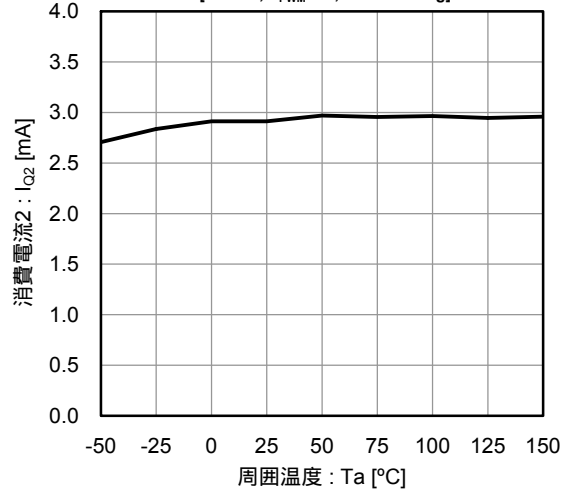
消費電流2 vs. 入力電圧 特性例

[$V_{PWM}=0V$, No Switching, $T_a=25^\circ C$]



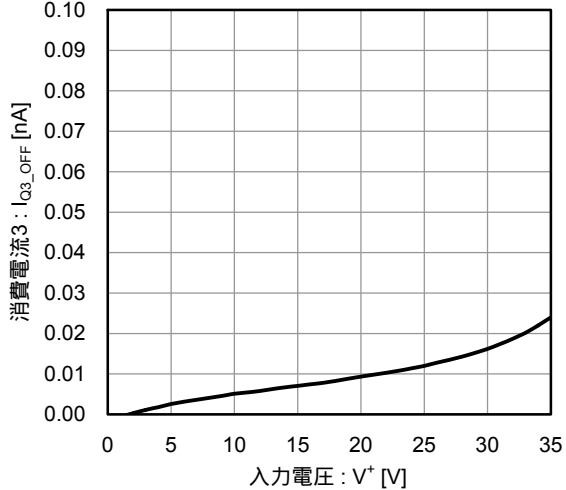
消費電流2 vs. 周囲温度 特性例

[$V^+=12V$, $V_{PWM}=0V$, No Switching]



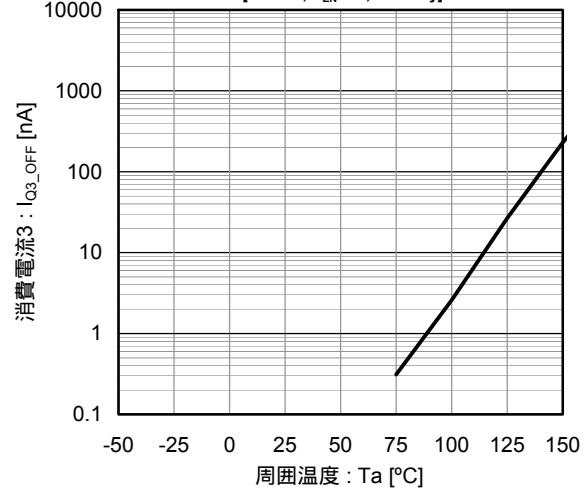
消費電流3 vs. 入力電圧 特性例

[$V_{EN}=0V$, Standby, $T_a=25^\circ C$]



消費電流3 vs. 周囲温度 特性例

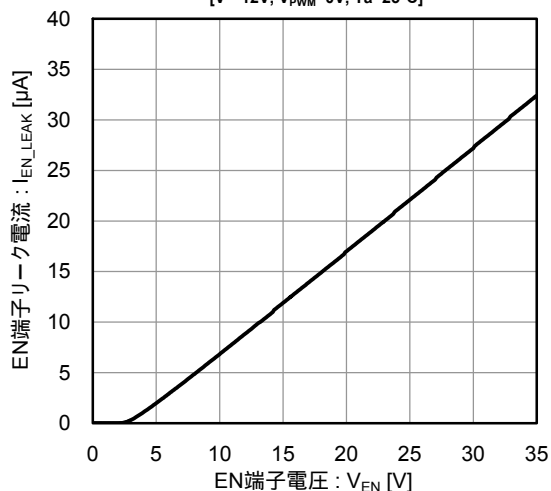
[$V^+=12V$, $V_{EN}=0V$, Standby]



特性例

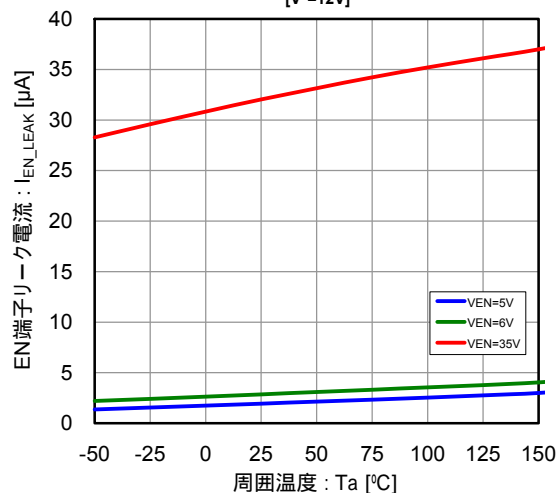
EN端子リーク電流 vs. EN端子電圧 特性例

[$V^*=12V, V_{PWM}=0V, Ta=25^{\circ}C$]



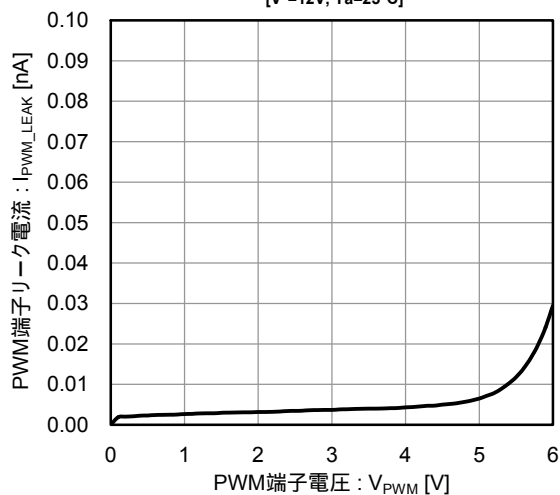
EN端子リーク電流 vs. 周囲温度 特性例

[$V^*=12V$]



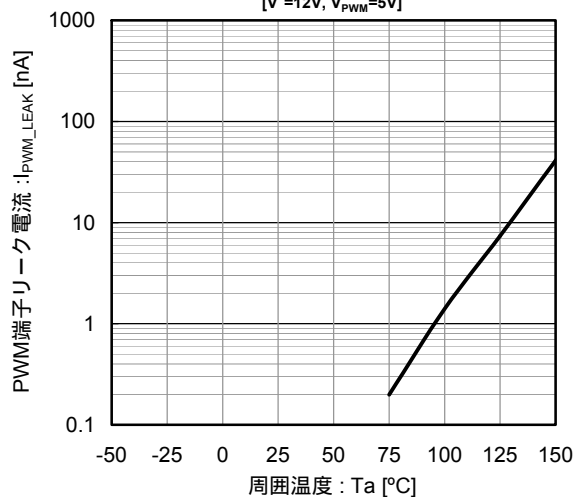
PWM端子リーク電流 vs. PWM端子電圧 特性例

[$V^*=12V, Ta=25^{\circ}C$]



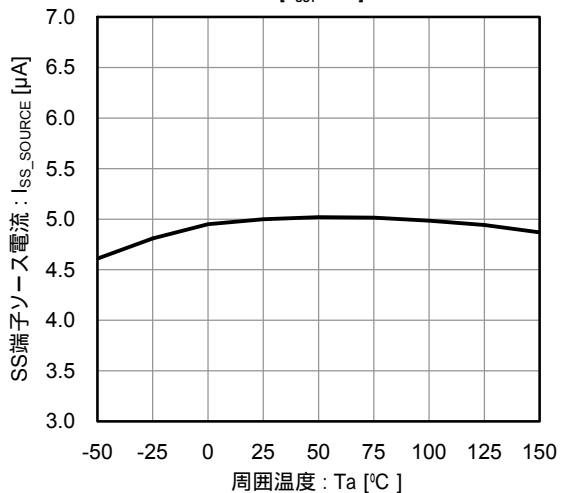
PWM端子リーク電流 vs. 周囲温度 特性例

[$V^*=12V, V_{PWM}=5V$]



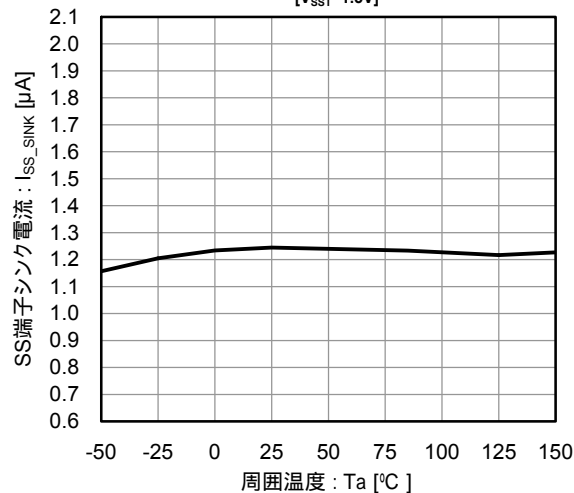
SS端子ソース電流 vs. 周囲温度 特性例

[$V_{SST}=1.5V$]



SS端子シンク電流 vs. 周囲温度 特性例

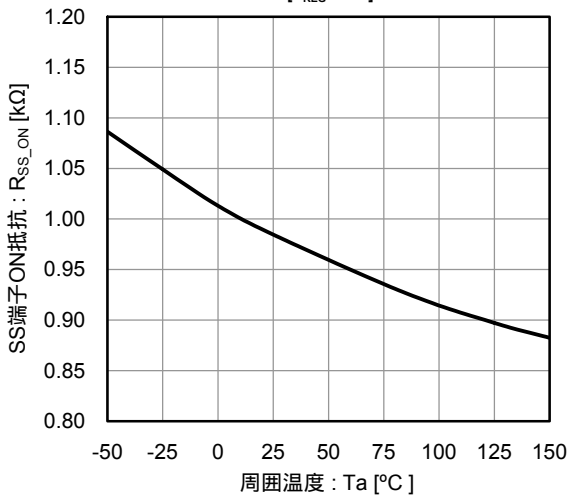
[$V_{SST}=1.5V$]



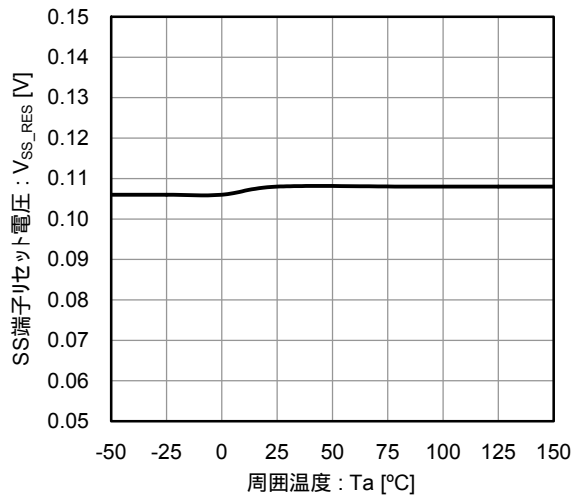
特性例

SS端子ON抵抗 vs. 周囲温度 特性例

[$V_{REG}=3.1V$]

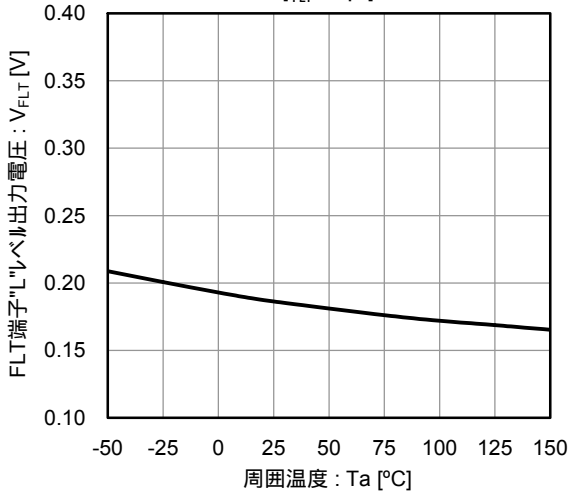


SS端子リセット電圧 vs. 周囲温度特性例



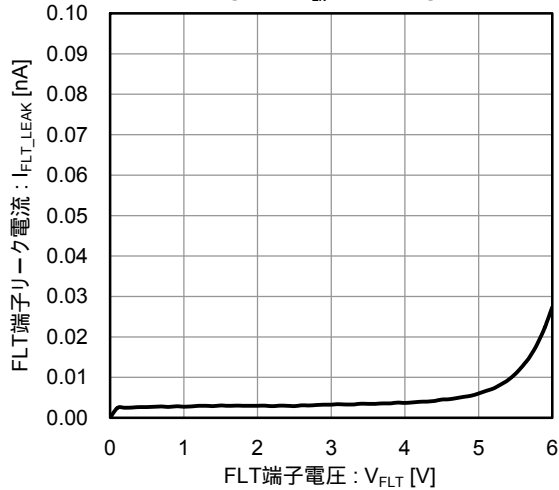
FLT端子"L"レベル出力電圧 vs. 周囲温度 特性例

[$I_{FLT}=400\mu A$]



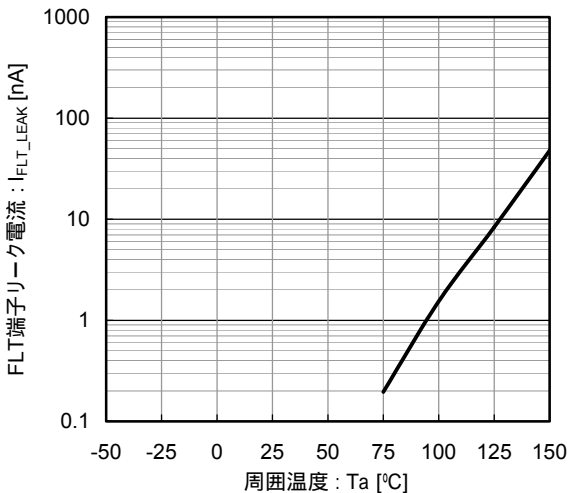
FLT端子リーク電流 vs. FLT端子電圧 特性例

[$V^+=12V, V_{EN}=0V, Ta=25^\circ C$]

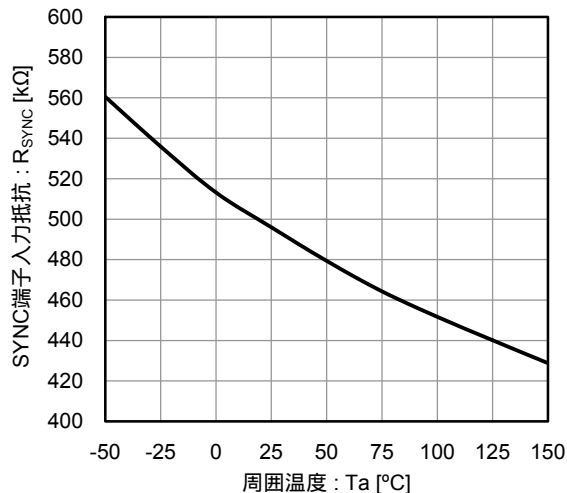


FLT端子リーク電流 vs. 周囲温度 特性例

[$V_{FLT}=5V$]

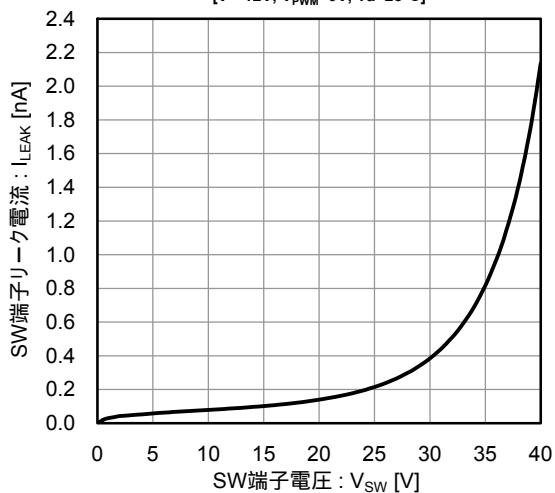


SYNC端子入力抵抗 vs. 周囲温度 特性例

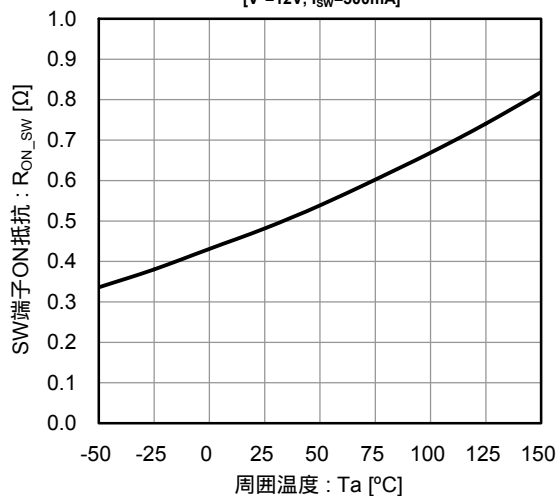


特性例

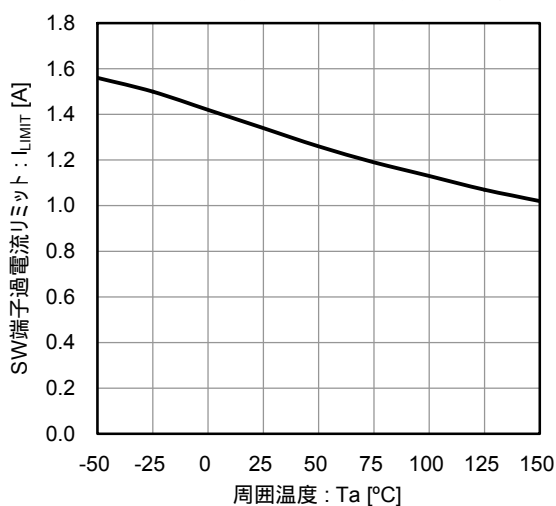
SW端子リーク電流 vs. SW端子電圧 特性例
 $[V^*=12V, V_{PWM}=0V, T_a=25^\circ C]$



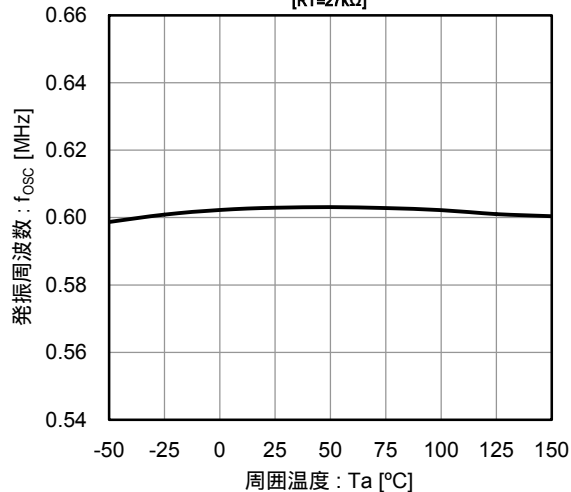
SW端子ON抵抗 vs. 周囲温度 特性例
 $[V^*=12V, I_{SW}=500mA]$



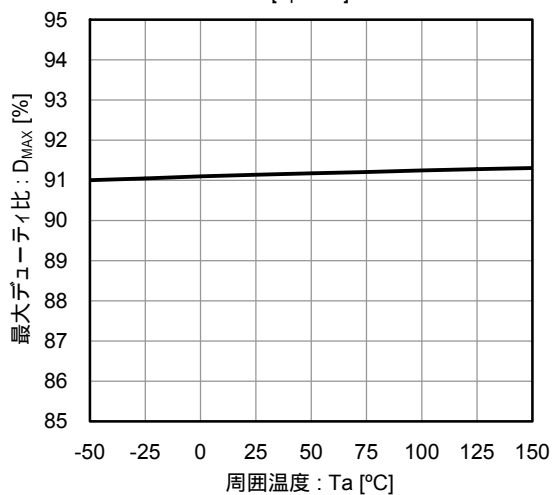
SW端子過電流リミット vs. 周囲温度 特性例



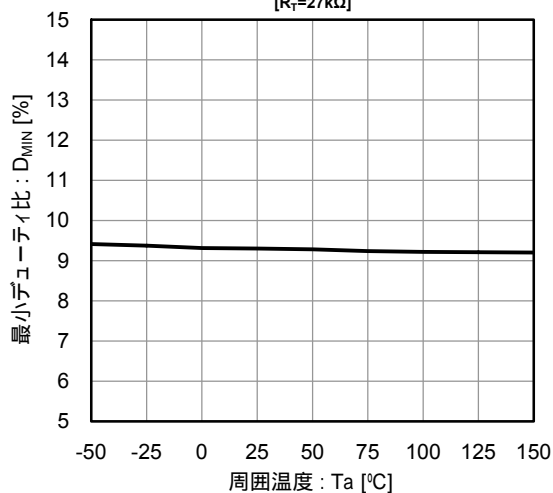
発振周波数 vs. 周囲温度 特性例
 $[R_T=27k\Omega]$



最大デューティ比 vs. 周囲温度 特性例
 $[R_T=27k\Omega]$

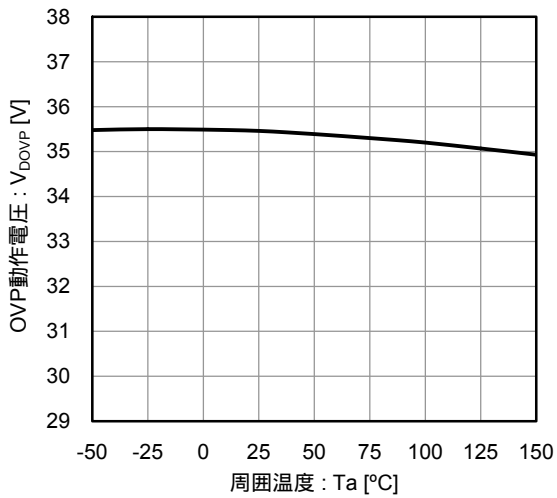


最小デューティ比 vs. 周囲温度 特性例
 $[R_T=27k\Omega]$

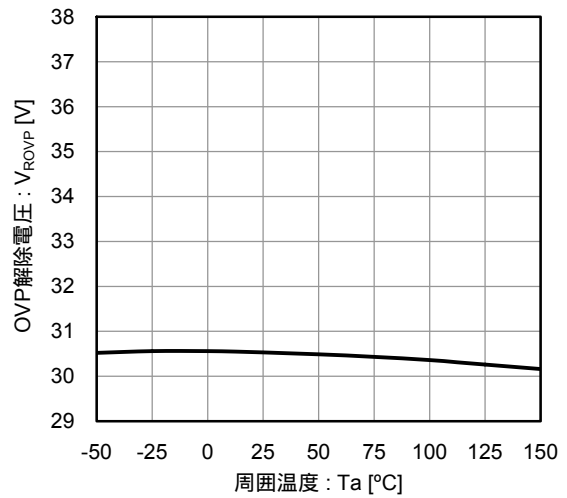


特性例

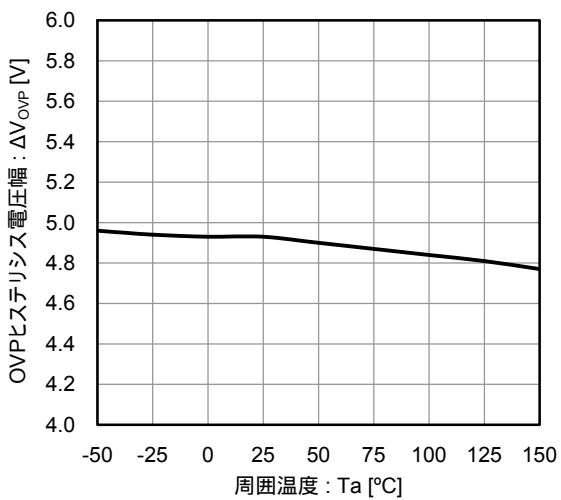
OVP動作電圧 vs. 周囲温度 特性例



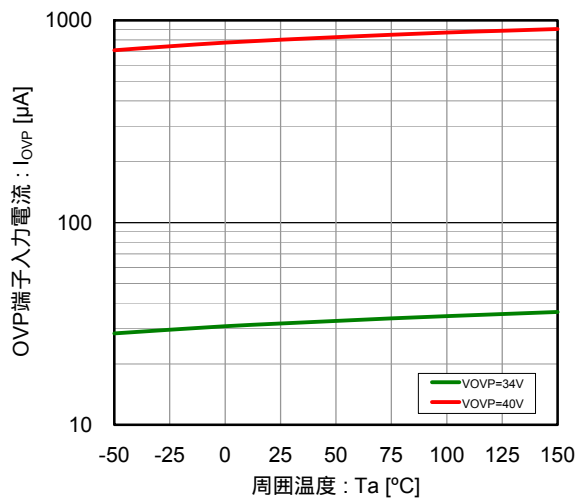
OVP解除電圧 vs. 周囲温度 特性例



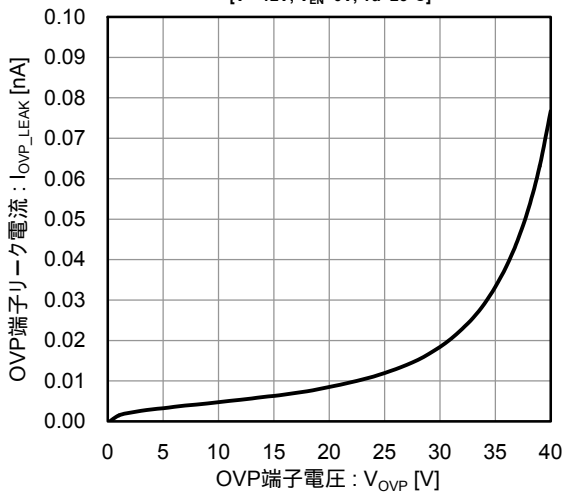
OVPヒステリシス電圧幅 vs. 周囲温度 特性例



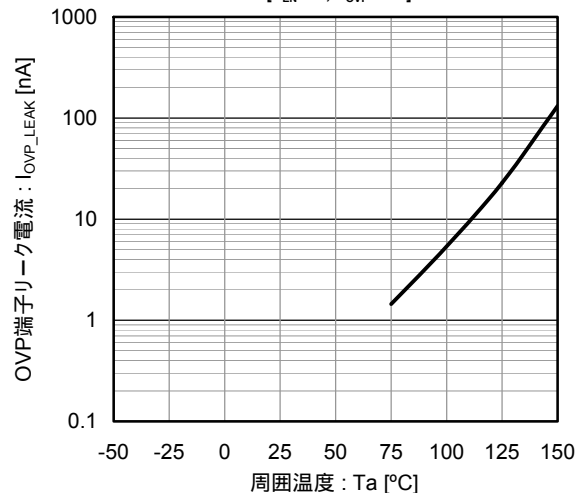
OVP端子入力電流 vs. 周囲温度 特性例



OVP端子リーク電流 vs. OVP端子電圧 特性例
[V^s=12V, V_{EN}=0V, Ta=25°C]

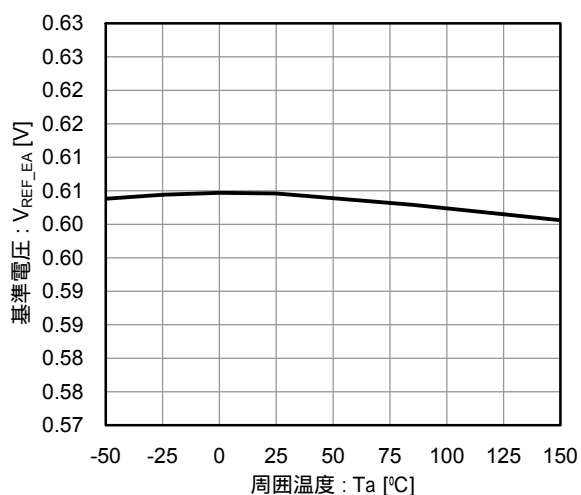


OVP端子リーク電流 vs. 周囲温度 特性例
[V_{EN}=0V, V_{OVP}=40V]

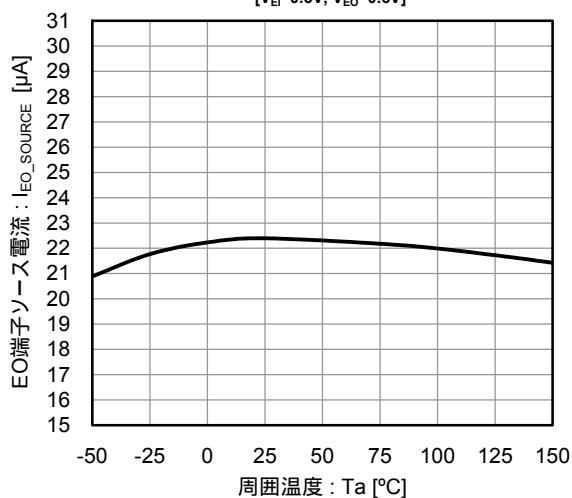


特性例

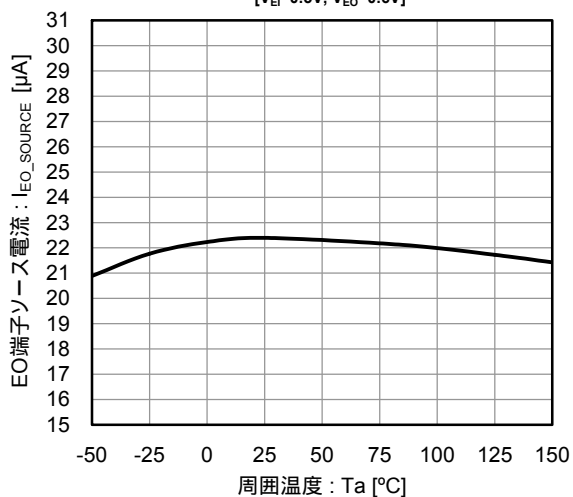
基準電圧 vs. 周囲温度 特性例



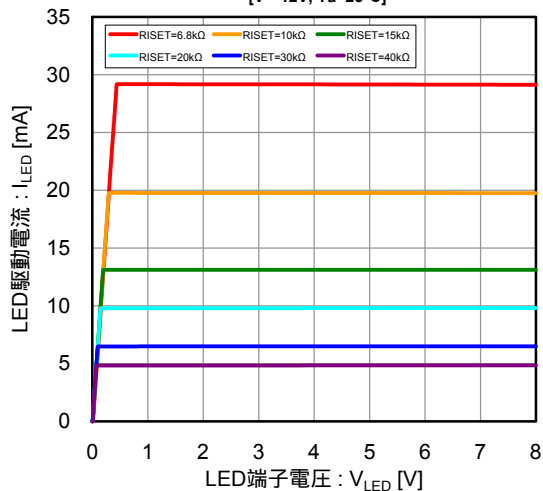
EO端子ソース電流 vs. 周囲温度 特性例 [V_{EI}=0.5V, V_{EO}=0.6V]



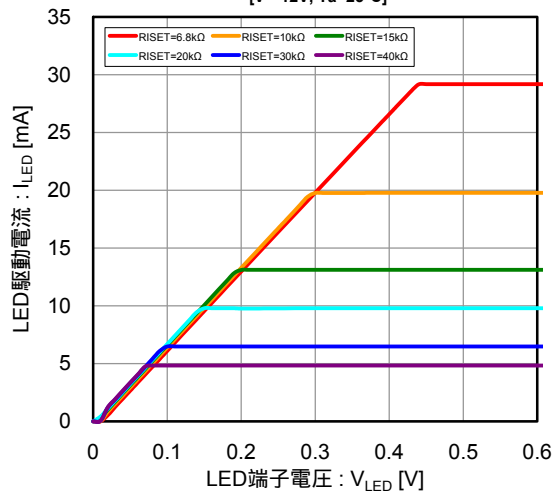
EO端子ソース電流 vs. 周囲温度 特性例 [V_{EI}=0.5V, V_{EO}=0.6V]



LED駆動電流 vs. LED端子電圧 特性例 [V^{*}=12V, Ta=25°C]

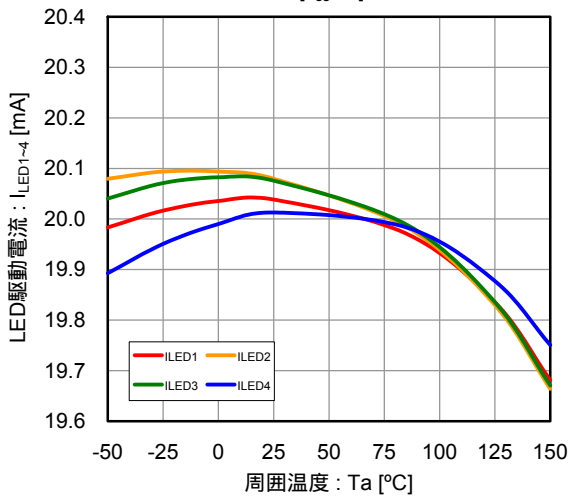


LED駆動電流 vs. LED端子電圧 特性例 [V^{*}=12V, Ta=25°C]

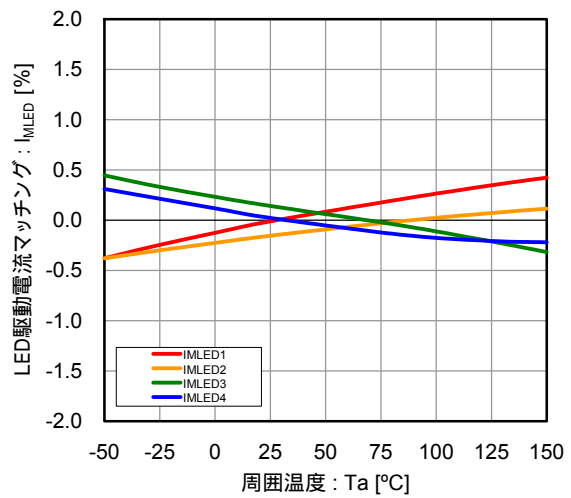


特性例

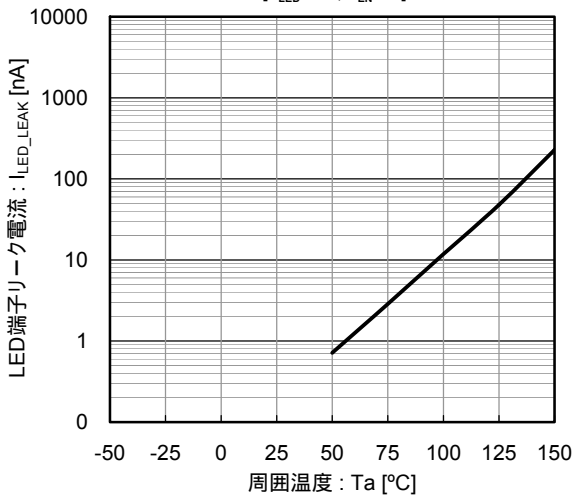
LED駆動電流 vs. 周囲温度 特性例
[V_{SS}=0V]



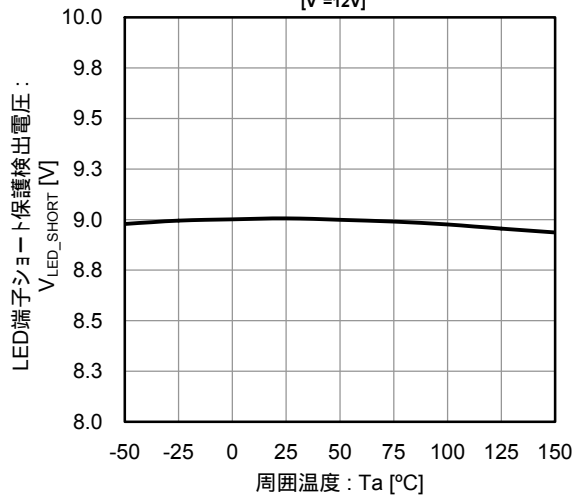
LED駆動電流マッチング vs. 周囲温度 特性例



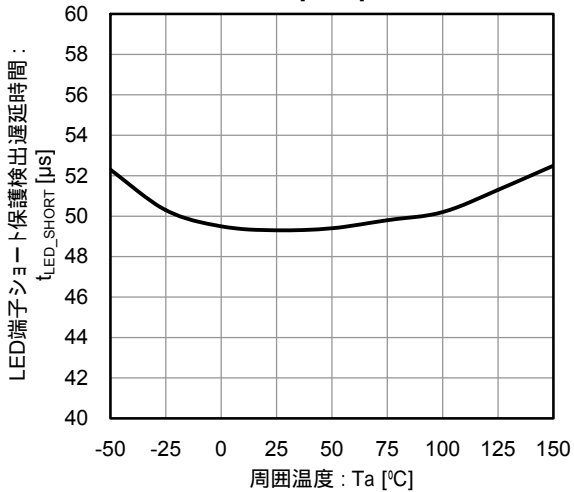
LED端子リーク電流 vs. 周囲温度 特性例
[V_{LED}=40V, V_{EN}=0V]



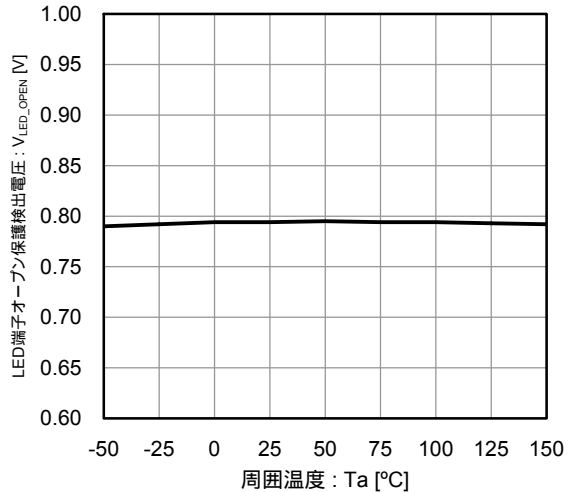
LED端子ショート保護検出電圧 vs. 周囲温度 特性例
[V'=12V]



LED端子ショート保護検出遅延時間 vs. 周囲温度 特性例
[V'=12V]



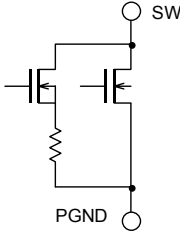
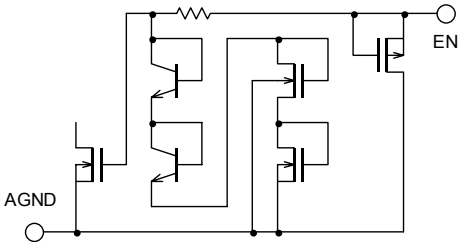
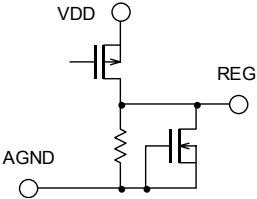
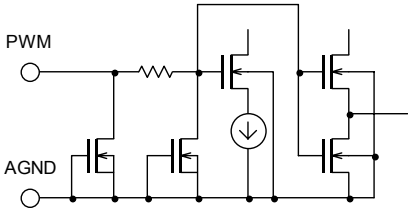
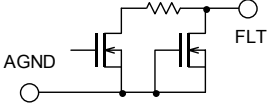
LED端子オープン保護検出電圧 vs. 周囲温度 特性例
[V'=12V]



端子機能説明

PIN	端子名	内部等価回路	説明
1.	SYNC		<p>発振器外部同期入力端子 SYNC 端子に外部クロックを入力する事で、 発振周波数を同期させる事が可能です。 外部同期機能を使用しない時は、SYNC 端子を AGND 端子に接続して下さい。</p>
2.	RT		<p>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 して下さい。</p>
3.	N.C.	-	No Connection
4.	LED1		<p>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。</p>
5.	LED2		
6.	LED3		
7.	LED4		
8.	OVP		<p>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。</p>
9.	AGND	-	<p>アナログ部・ロジック部・ パワートランジスタ制御回路用 GND 端子</p>
10.	PGND		<p>内蔵パワートランジスタのソース端子</p>

端子機能説明

PIN	端子名	内部等価回路	説明
11.	SW		内蔵パワートランジスタのドレイン端子
12.	VDD	-	電源端子
13.	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
14.	REG		内蔵レギュレータ出力端子 4.5V (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。
15.	PWM		PWM 調光コントロール端子 H: LED1~LED4 の定電流回路動作 L: LED1~LED4 の定電流回路停止 昇圧回路も停止し、SW 端子がハイインピーダンスになります。
16.	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。

端子機能説明

PIN	端子名	内部等価回路	説明
17.	SS		<p>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。</p>
18.	EO		<p>エラーアンプ出力端子</p>
19.	EI		<p>エラーアンプ入力端子</p>
20.	ISSET		<p>LED 駆動電流設定端子 ISSET 端子と AGND 端子間に LED 駆動電流設定抵抗 (R_{ISSET}) を接続して下さい。</p>

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

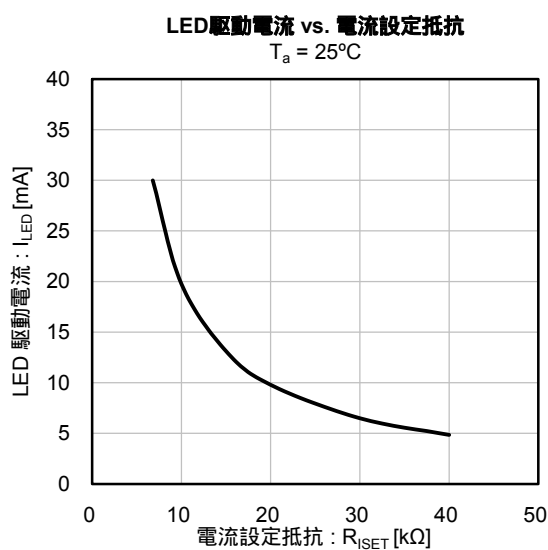
ISET 端子と AGND 端子間に抵抗 (R_{ISET}) を接続することで LED 駆動電流 ($I_{LED1} \sim I_{LED4}$) を設定します。LED 駆動電流 ($I_{LED1} \sim I_{LED4}$) は 5mA から 30mA まで設定可能です。計算式は以下ようになります。

$$I_{LED} [mA] = 200 / R_{ISET} [k\Omega]$$

(例: $I_{LED} = 20mA$ を設定する場合、 $R_{ISET} = 10k\Omega$)

なお、NJW4607 は定電流回路を 4 回路内蔵していますが、どのチャンネルも同じ LED 駆動電流 ($I_{LED1} \sim I_{LED4}$) が設定されます。

以下に NJW4607 の LED 駆動電流 I_{LED} - 電流設定抵抗 R_{ISET} の特性例を示します。



1.2 PWM 端子による LED 駆動期間の設定

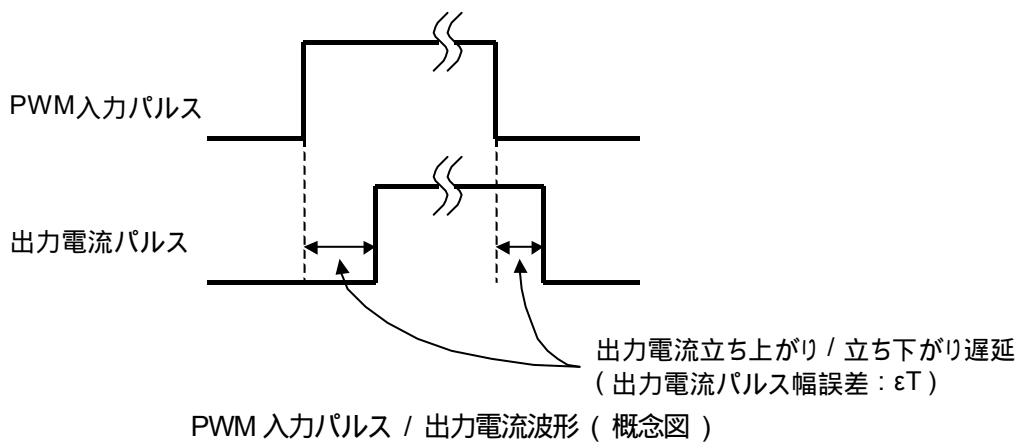
PWM 端子に入力されるパルス信号の duty サイクルによって、LED 駆動電流 ($I_{LED1} \sim I_{LED4}$) の動作 / 停止期間の比を変更し、LED の調光を行うことができます。

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。

< PWM 入力パルスと PWM 調光精度について >

下記図のように、LED ドライバの PWM 入力パルスに対する出力電流の応答は、電流立ち上がり / 立ち下がり時に遅延を持った形となります。



パルス幅の短い PWM 信号を入力した場合、PWM 入力パルス幅に対し出力電流パルス幅の誤差が大きくなり、精度の良い PWM 調光ができなくなります。出力電流パルス幅誤差 (ϵ_T) は、おおそ以下の値となります。

(ϵ_T : 立ち上がり / 立ち下がり遅延を加減算した時間)

$$\epsilon_T = \text{約 } 1.2 \mu\text{s} \quad (* T_a = 25^\circ\text{C} \text{ 参考値})$$

上記出力電流パルス幅誤差 (ϵ_T) と、ご使用の PWM 入力パルスの周波数 Duty により、出力電流パルス幅の誤差率 [%] を算出することができます。(f_{PWM} : PWM 入力パルスの周波数、D: PWM 入力パルスの Duty)

$$\text{PWM 入力パルス幅} = D / 100 * (1 / f_{PWM})$$

$$\text{出力電流パルス幅} = \text{PWM 入力パルス幅} - \epsilon_T$$

$$\begin{aligned} \text{出力電流パルス幅誤差率} &= (\text{出力電流パルス幅} - \text{PWM 入力パルス幅}) / \text{PWM 入力パルス幅} * 100 \\ &= -\epsilon_T / \text{PWM 入力パルス幅} * 100 [\%] \end{aligned}$$

出力電流パルス幅誤差率の許容値を元に、PWM 入力パルスの周波数 Duty を決定して下さい。

【出力電流パルス幅誤差率 算出例 : PWM 入力パルス周波数 200Hz, Duty 1% で動作させた場合】

$$\begin{aligned} \text{PWM 入力パルス幅} &= 1\% / 100 * (1 / 200\text{Hz}) = 50 \mu\text{s} \\ \text{出力電流パルス幅誤差率} &= -1.2 \mu\text{s} / 50 \mu\text{s} * 100 \\ &= -2.4 [\%] \end{aligned}$$

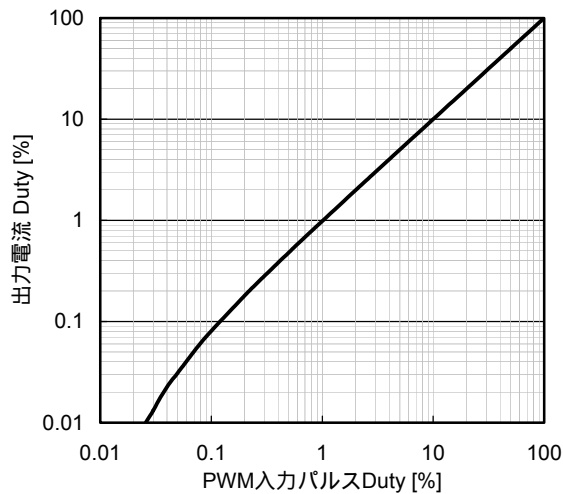
また、下記推奨動作範囲内でのご使用を推奨致します。(PWM 調光 High 時間 : PWM 入力パルス幅に相当)

推奨動作範囲 (Ta = 25°C)

項目	記号	最小	標準	最大	単位
PWM 調光周波数	f_{PWM}	100	-	-	Hz
PWM 調光 High 時間	t_{ON_PWM}	5	-	-	μ S

出力電流 Duty vs. PWM入力パルス Duty

$T_a = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 9\text{V}$, $I_{LED} = 20\text{mA/ch}$, $R_{SET} = 10\text{k}\Omega$,
PWM 入力Pulse = 200Hz / 0-5V, 出力電流(I_{LED})Pulse幅 : 設定電流の90%以上となる時間



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。
リニアレギュレータは 4.5V (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 (3.7V 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、内蔵の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様になります。
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	SW 端子	LED1~LED4 端子	SS 端子	OVP 端子
$V_{EN} \leq V_{IL_EN}$	0V	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	0V	Hi-Z

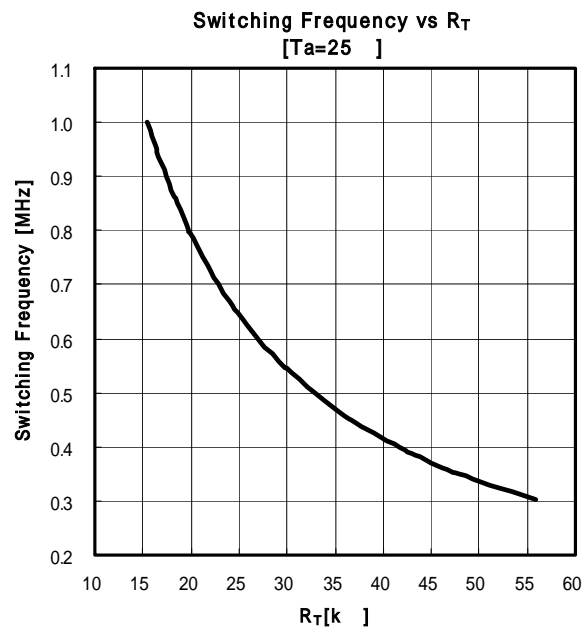
*Hi-Z : ハイインピーダンス

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 (RT) により調整が可能です。発振周波数 (fOSC) は 300kHz から 1000kHz まで設定可能です。発振周波数はおおよそ、以下の式で求められます。

$$R_T [k\Omega] = \frac{16200}{f_{OSC} [kHz]} \times \alpha \quad (\alpha: \text{補正係数})$$

f _{OSC} [kΩ]	Correction Value α
1000	0.955
950	0.961
900	0.967
850	0.973
800	0.978
750	0.983
700	0.988
650	0.995
600	1
550	1.007
500	1.014
450	1.02
400	1.027
350	1.035
300	1.042



また、NJW4607 は外部同期機能を内蔵しており、発振周波数 (fOSC) は SYNC 端子に与えられる外部クロックに同期させる事ができます。

外部同期発振周波数 (fOSC_SYNC) は RT により調整された発振周波数 (fOSC) の 1.1 倍から 1.5 倍に設定して下さい。

$$1.1 * f_{OSC} < f_{OSC_SYNC} < 1.5 * f_{OSC}$$

外部同期機能を使用しない時は、SYNC 端子を AGND 端子に接続して下さい。

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。

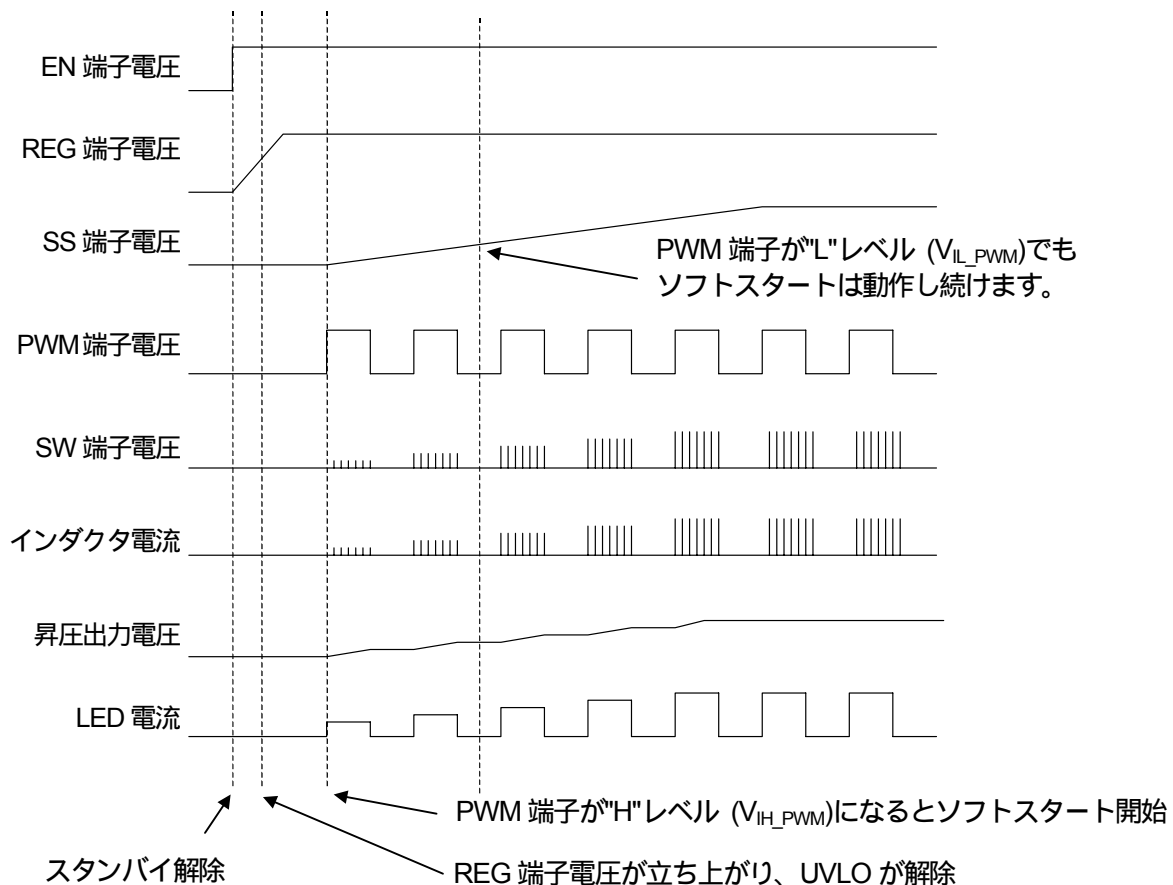
SS 端子はソフトスタートの制御端子です。起動 / 回復時に、SS 端子から SS 端子ソース電流 ($5\mu\text{A typ.}$) が出力され、ソフトスタート容量 (C_{SS}) を充電し、SS 端子電圧が上昇します。この時、SS 端子電圧 \leq EO 端子電圧の条件下でパワートランジスタの ON Duty サイクルが SS 端子電圧で制限されます。

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	$V_{OVP} \geq V_{DOVP}$	過電圧保護検出 C_{SS} を I_{SS_SINK} ($1.25\mu\text{A typ.}$) で放電
Temperature	$T_j \geq 175^\circ\text{C}$ (参考値)	サーマルシャットダウン C_{SS} を R_{SS_ON} ($1\text{k}\Omega \text{ typ.}$) で放電
REG	$V_{REG} \leq V_{RUVLO}$	UVLO 検出 C_{SS} を R_{SS_ON} ($1\text{k}\Omega \text{ typ.}$) で放電
ISET	$I_{ISET} \geq I_{ISET_MAX}$	ISET 端子ショート保護 C_{SS} を I_{SS_SINK} ($1.25\mu\text{A typ.}$) で放電
EN	$V_{EN} \leq V_{IL_EN}$	スタンバイモード C_{SS} を R_{SS_ON} ($1\text{k}\Omega \text{ typ.}$) で放電

ソフトスタートは EN 端子が "H" レベル (V_{IH_EN}) になり UVLO が解除されてから、一度、PWM 端子が "H" レベル (V_{IH_PWM}) になるまでは動作開始しません。これは起動時に PWM 端子が "L" レベルから "H" レベルに切り替わるまでにソフトスタートが終わってしまうのを防ぐためです。

一度、PWM 端子が "H" レベルになると、その後は PWM 端子が "L" レベル (V_{IL_PWM}) になっても、ソフトスタートは動作し続けるので注意してください。



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 (3.8V 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 ~ LED4	$V_{LED1} \sim V_{LED4} \geq V_{LED_SHORT}$	LED ショート保護
	$V_{LED1} \sim V_{LED4} \leq V_{LED_OPEN}, V_{OVP} \geq V_{DOVP}$	LED オープン保護
SW	$I_{SW} \geq I_{LIMIT}, 2047/f_{OSC}$ 継続	過電流保護タイマーラッチ
OVP	$V_{OVP} \geq V_{DOVP}$	過電圧保護
Temperature	$T_j \geq 175^\circ C$ (参考値)	サーマルシャットダウン
REG	$V_{REG} \leq V_{RVLO}$	UVLO
ISET	$I_{LED1} \sim I_{LED4} \geq I_{LED_MAX}$	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	SW 端子	LED1~LED4 端子	SS 端子	
LED ショート保護	LED1 ~ LED4	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 ~ LED4	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	SW	active	Hi-Z	active	active	発振周期ごとに解除
過電流保護タイマーラッチ	SW	Hi-Z	Hi-Z	active	sink2	$2047/f_{OSC}$ 継続後ラッチ動作
過電圧保護	OVP	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink1	
サーマルシャットダウン	-	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink2	
UVLO	REG	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink2	
ISET 端子ショート保護	ISET	Hi-Z	Hi-Z	Hi-Z	sink1	

*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 μA 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 $V_{LED1} \sim V_{LED4}$ 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} (50 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} (50 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。そういった時は、起動時やモーション切り替え時など、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} (50 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} (36V 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 $V_{LED1} \sim V_{LED4}$ のいずれかが LED オープン保護検出電圧 V_{LED_OPEN} (0.8V 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} (0.8V 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} (1.3A 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、 $2047/f_{OSC}$ の期間、過電流動作すると過電流保護タイマラッチが動作します。 $5/f_{OSC}$ (PWM 端子電圧が "L" 期間は除く) の間に過電流保護が 1 回もかからなければカウントはリセットされ過電流保護タイマラッチは動作しません。

過電流保護タイマラッチ動作後、内蔵カウンターは継続してカウントを続け $32767/f_{OSC}$ 経過後、自動復帰します。(再ソフトスタート)

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。SW 端子がハイインピーダンスになります。

以下の方法で自動復帰前 ($32767 / f_{osc}$ 以内)に過電流タイマラッチを解除することができます。

- ・ EN 端子電圧を下げて、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、再起動までには 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なくなる可能性があります。

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} (36V 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。SW 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED4 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED4 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 $2 I_{OVP2}$ (800 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。
- ・ 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。

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} (31V 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 の接合部温度範囲内(~ +150°C)で動作させるように、余裕を持った設計をお願いします。

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。SW 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED4 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED4 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。

サーマルシャットダウン解除後、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} (3.7V 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。SW 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED4 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED4 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。

REG 端子電圧 V_{REG} が UVLO 解除電圧 V_{RUVLO} (3.8V 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 端子などとショートした時、LED 駆動電流 ($I_{LED1} \sim I_{LED4}$) 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} (30mA ~ 56mA) 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。SW 端子がハイインピーダンスになります。
- ・ LED1 ~ LED4 の定電流回路が停止します。LED1 ~ LED4 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低下します。

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 ($I_{LED1} \sim I_{LED4}$) 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。

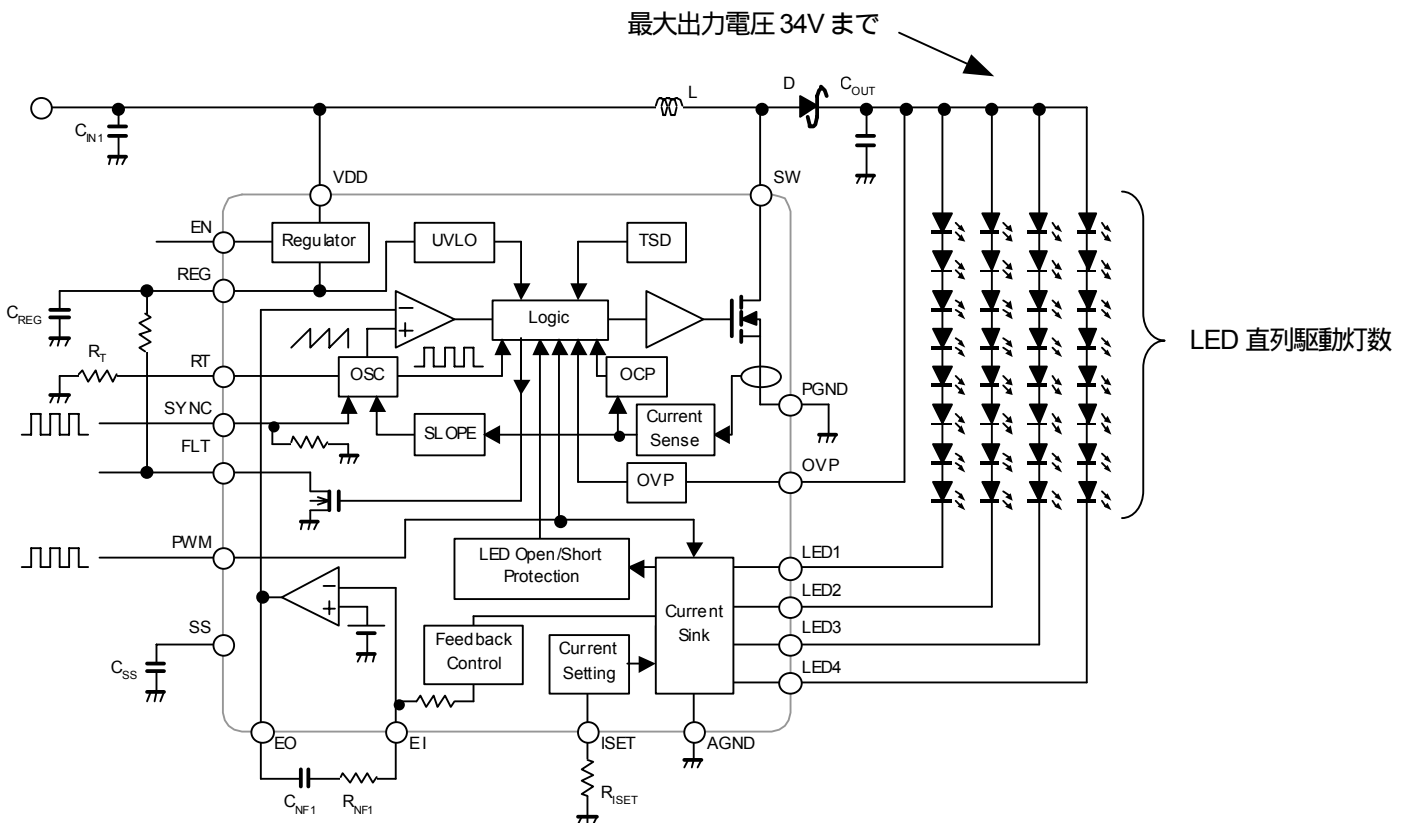
LED 駆動灯数について

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。

NJW4607 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。NJW4607 の過電圧(OVP)保護動作電圧は 34V(下限値)である為、これより定電流回路(LED1~LED4 端子)の動作電圧を差し引いた約 33V 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、NJW4607 は定電流回路を 4 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 4 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	44 灯
LED V _f = 3.3V の場合	… 10 灯	40 灯
LED V _f = 3.6V の場合	… 9 灯	36 灯
LED V _f = 4V の場合	… 8 灯	32 灯



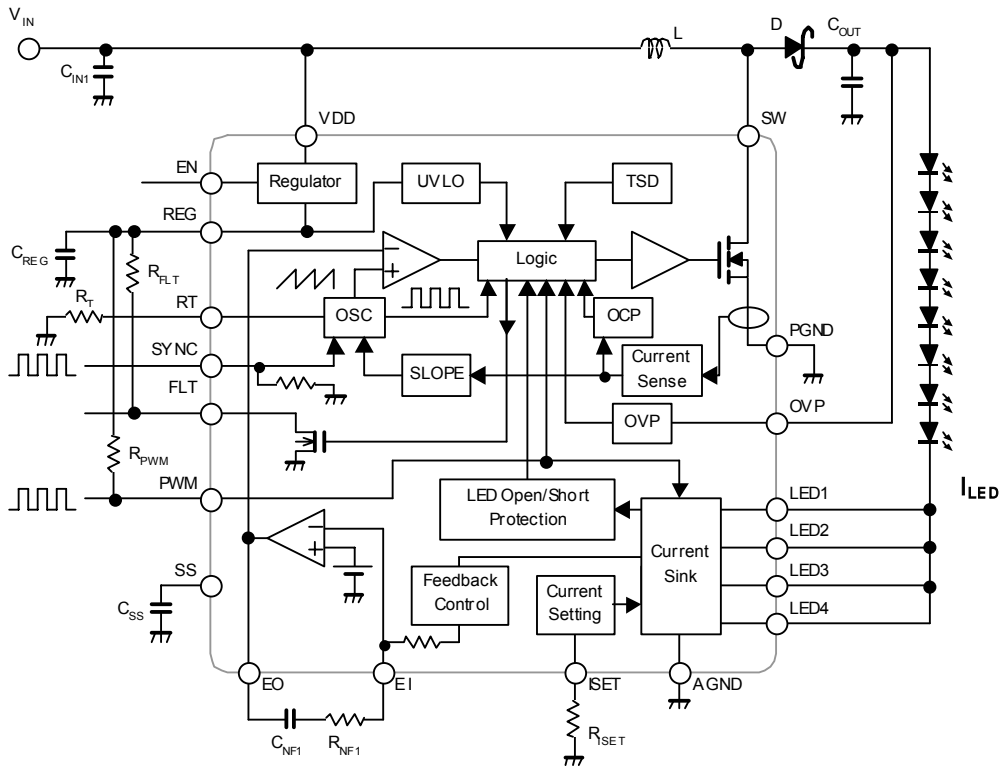
推奨動作回路(LED 直列駆動灯数 8 灯の場合)

LEDの並列駆動について

下記図のように、NJW4607のLED端子(LED1-4)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4倍となります。

$$I_{LED}[mA] = 4 \times 200 / R_{SET}[k\Omega]$$

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

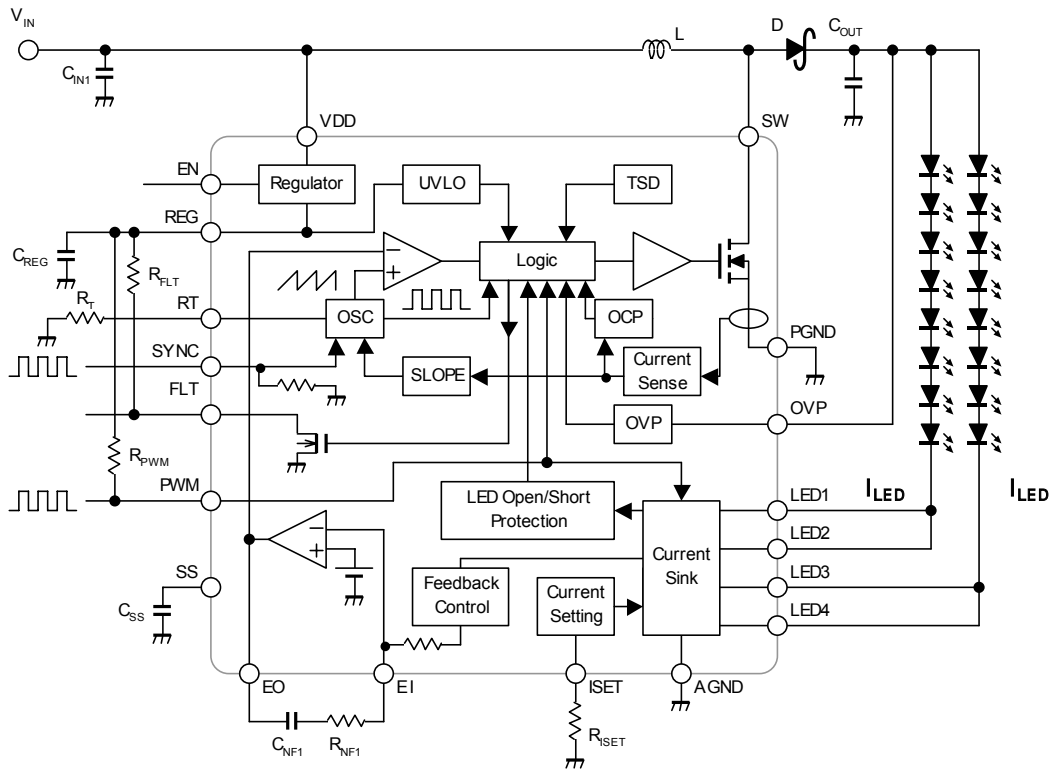


LED 端子相互接続による LED の並列駆動

また、下記図のように、NJW4607 の LED 端子(LED1-2,LED3-4) を相互接続することで 2 組の LED 列を駆動することが出来ます。各負荷 LED に流れる電流は、ドライバで設定された電流の 2 倍となります。

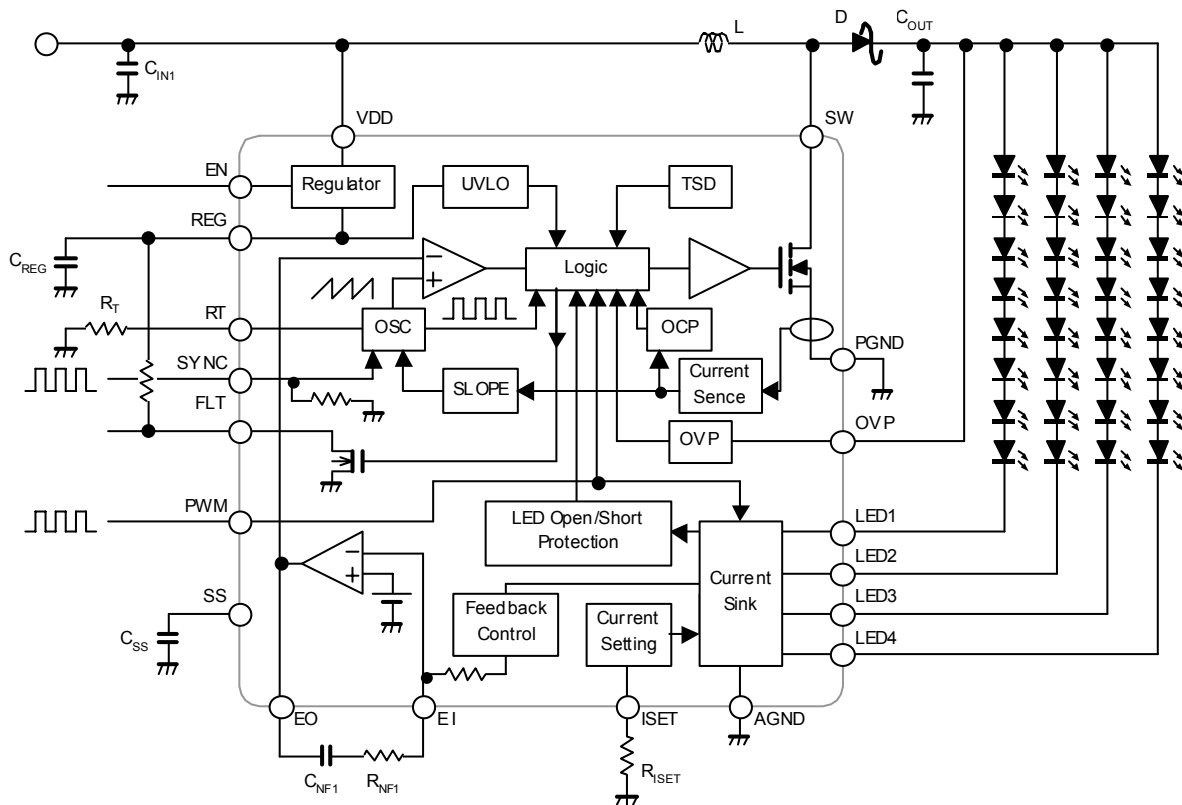
$$I_{LED}[mA] = 2 \times 200 / R_{ISET}[k \]$$

(例: $I_{LED}=40mA$ を設定する場合、 $R_{ISET}=10k \$)



LED 端子相互接続による LED の並列駆動(LED2 列の場合)

応用回路例

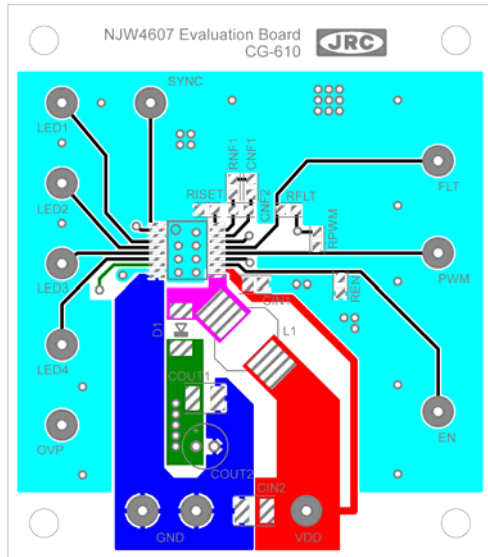


応用回路定数

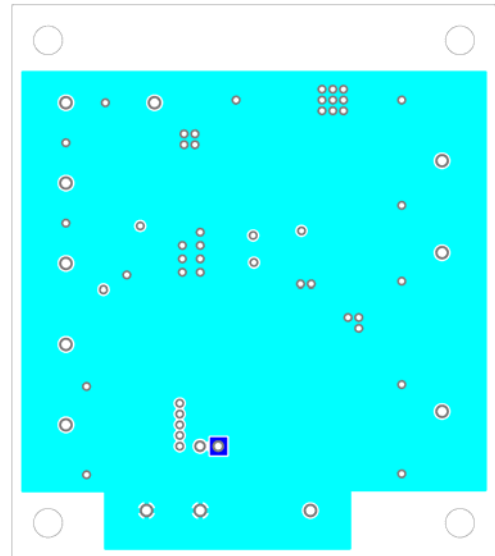
Ref #	Description	Part Number	Manufacturer
IC1	LED Driver	NJW4607	New Japan Radio Corp.
L1	33 μ H MAX1.52A(105°C) inductor	CDRH8D38NP-330NC	Sumida
D1	3A(AVG) 60V, Schottky diode	CMS15	TOSHIBA
RPWM	100k Ω	STD	-
REN	100k Ω	STD	-
RFLT	47k Ω	STD	-
RNF1	33k Ω	STD	-
Riset	10k Ω (I _{LED} =20mA/ch.)	STD	-
RT	27k Ω (f _{osc} =600kHz)	STD	-
COUT1	4.7 μ F B 50V ceramic	GRM32EB31H475K	MURATA
COUT2	open	-	-
CIN1	0.1 μ F B 50V ceramic	GRM21BB11H104K	MURATA
CIN2	4.7 μ F B 50V ceramic	GRM32EB31H475K	MURATA
CNF1	2.2nF B 10V ceramic	GRM188B11H222K	MURATA
CNF2	open	-	-
CREG	1 μ F B 10V ceramic	GRM188B31E105K	MURATA
CSS	0.22 μ F B 10V ceramic	GRM188B31E224K	MURATA

アプリケーションボード レイアウト図

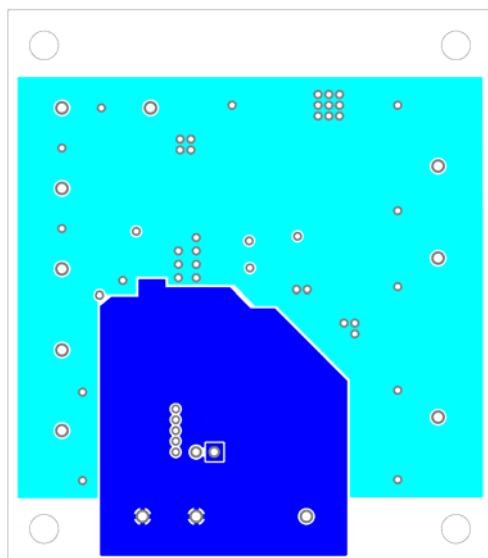
Top Side Layout and Silk Screen



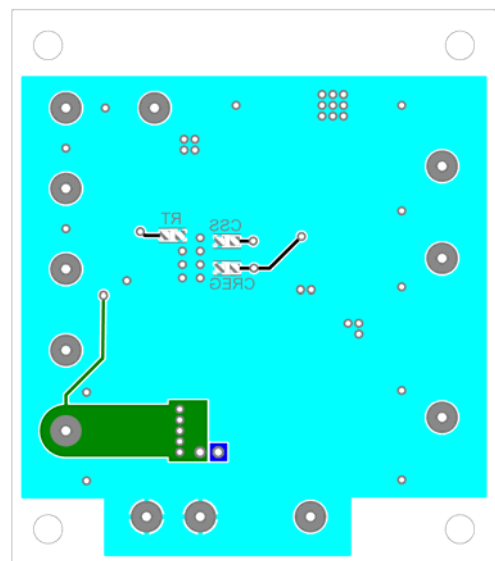
3rd Layer Layout



2nd Layer Layout



Bottom Side Layout



<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許諾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もありません。