



LV5029MD

Bi-CMOS 集積回路

LED照明用電源IC

ON Semiconductor®

<http://onsemi.jp>

概要

LV5029MDは、外付けにFETを接続することで、大電流を流すことが可能な高耐圧LEDドライバである。外付け部品点数が少なく、簡単にLED点灯回路を作ることが可能である。また、力率改善動作にも対応している。

(本製品使用に関しての注意点)

本製品、LV5029MDは一般的な電子機器、および、民生機器向けに設計、開発されており、車載、通信、業務用、産業機器には対応しておりません。

機能

- ・高耐圧LEDドライバ
- ・PWM方式で周波数は2段階に切換え可能 (50kHz or 70kHz)
- ・スイッチングノイズを低減させるためのスキップ周波数モードを搭載
- ・内部基準電圧 (0.605V typ) によりREF_INがOPENでも動作可能
- ・CS端子、過電圧検知回路内蔵
- ・多種類の調光に対応(アナログ、PWM調光)

最大定格/Ta=25℃

項目	記号	条件	定格値	unit
電源電圧	V _{IN} max (注1)		-0.3~42	V
REF_OUT, REF_IN, RT, CS, PWM_D			-0.3~7	V
OUT端子	V _{OUT_abs}		-0.3~42	V
許容消費電力	P _d max	※1	1	W
ジャンクション温度	T _j		150	℃
動作ジャンクション温度	T _{opj} (注2)		-30~+125	℃
保存周囲温度	T _{stg}		-40~+150	℃

※1 指定基板付き : 58.0mm×54.0mm×1.6mm, ガラスエポキシ基板

注1) 絶対最大定格は、一瞬でも超えてはならない許容値を示すものである。

注2) 絶対最大定格の範囲内で使用した場合でも、高温および大電流/高電圧印加、多大な温度変化等で連続して使用する場合、信頼性が低下するおそれがあります。詳細については、弊社窓口までご相談ください。

最大定格を超えるストレスは、デバイスにダメージを与える危険性があります。最大定格は、ストレス印加に対してのみであり、推奨動作条件を超えての機能的動作に関して意図するものではありません。推奨動作条件を超えてのストレス印加は、デバイスの信頼性に影響を与える危険性があります。

LV5029MD

推奨動作条件/Ta=25℃

項目	記号	条件	定格値	unit
V _{IN} 電圧	V _{IN}		8.5~24	V

電気的特性/Ta=25℃, V_{IN}=12V, 特に記載が無い限り

項目	記号	条件	min	typ	max	unit
【基準電圧】						
内蔵基準電圧	VREF		0.585	0.605	0.625	V
内蔵基準電圧V _{IN} 変動率	VREF_LN	V _{IN} =8.5~24V		±0.5		%
内部電源電圧	REFOUT	I _{REFOUT} =0.5mA		3.0		V
ー最大負荷	REFOUT_MAX		0.5			mA
ー出力等価抵抗	REFOUT_RO			10		Ω
【低入力誤差動防止回路部】						
動作開始電圧	UVLOON		8	9	10	V
動作停止電圧	UVLOOFF		6.3	7.3	8.3	V
ヒステリシス幅	UVLOH			1.7		V
【発振器回路部】						
基本発振周波数	FOSC1	RT=OPEN	40	50	60	kHz
	FOSC2	RT=REF_OUT	55	70	85	kHz
FOSC1切換え電圧	V _O SC1		2		5	V
FOSC2切換え電圧	V _O SC2				0.5	V
最大動作Duty	MAXDuty			93		%
【コンパレータ】						
入力オフセット電圧 (CS-VREF間)	V _I O_VR			1	10	mV
入力オフセット電圧 (CS-REFIN間)	V _I O_RI			1	10	mV
入力端子電流	I _I OCS			160		nA
	I _I OREF			80		nA
動作入力範囲	VOM				1	V
誤動作検出マスク時間	TMSK			150		ns
【PWM_D回路部】						
OFF電圧	V _O FF		2		5	V
ON電圧	V _O N		0		0.6	V
【TSD回路部】						
サーマルシャットダウン 動作温度	TSD	設計目標		165		℃
サーマルシャットダウン ヒステリシス	ΔTSD	設計目標		30		℃
【出力部(OUT1)】						
出力シンク電流	I _O I		500	1000		mA
出力ソース電流	I _O O			120		mA
最小オン時間	TMIN			200	300	ns

次ページへ続く。

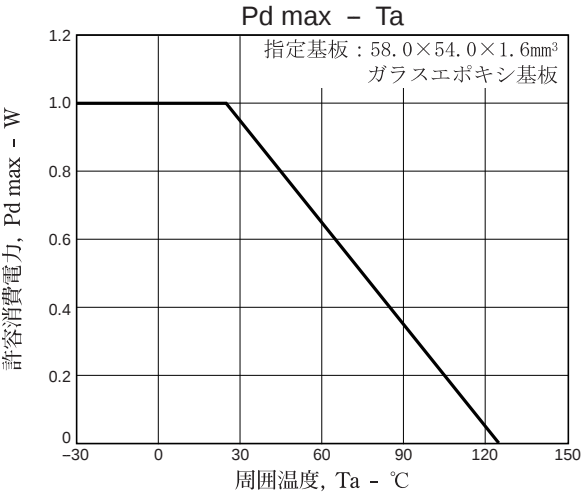
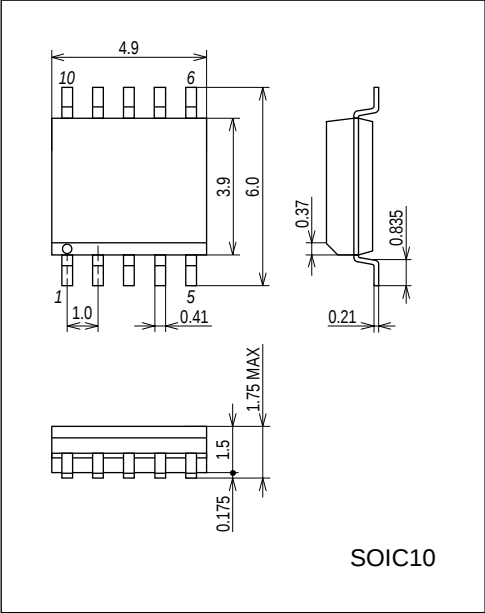
LV5029MD

前ページより続く。

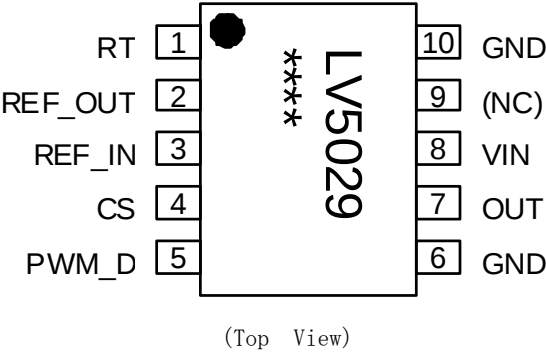
項目	記号	条件	min	typ	max	unit
【デバイス全体】						
静的回路消費電流	I_{INOFF}	$V_{IN} < UVL00N$		80	120	μA
動的回路消費電流	I_{INON}	$V_{IN} > UVL00N, OUT=OPEN$		0.8		mA
【過電圧保護機能】						
過電圧保護動作電圧	V_{IN0VP}		24	27	30	V
過電圧時 V_{IN} 電流	I_{IN0VP}	$V_{IN}=30V$	0.7	1.0	1.5	mA
【CS端子異常電圧停止回路】						
異常時検知電圧	CSOCP			1.9		V

外形図

unit:mm
3426A

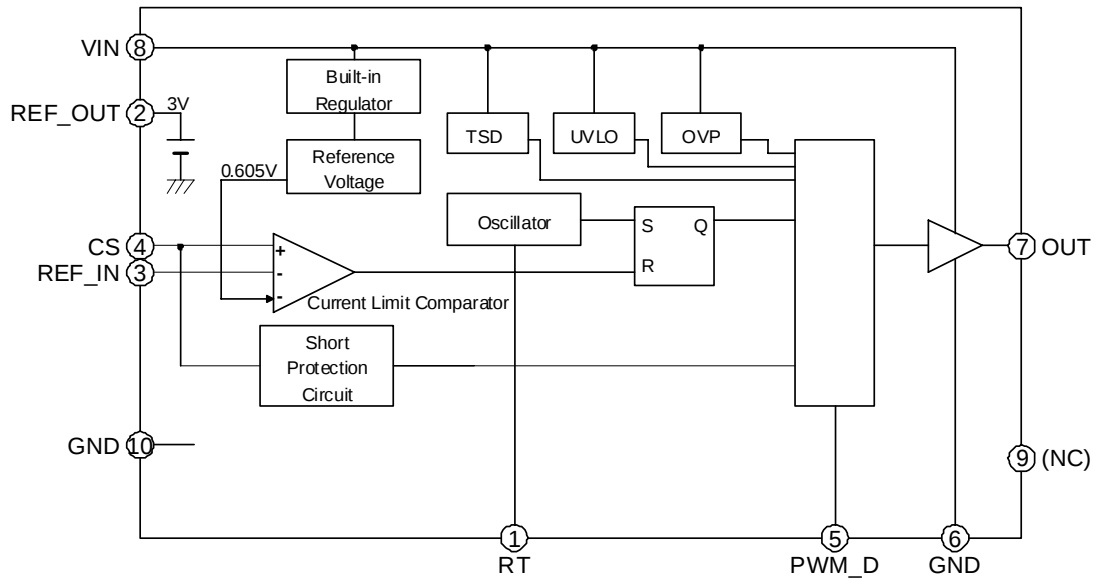


ピン配置図



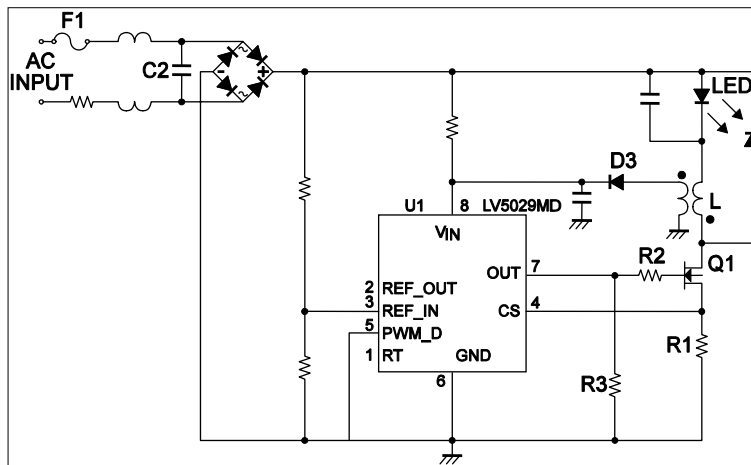
LV5029MD

ブロック図

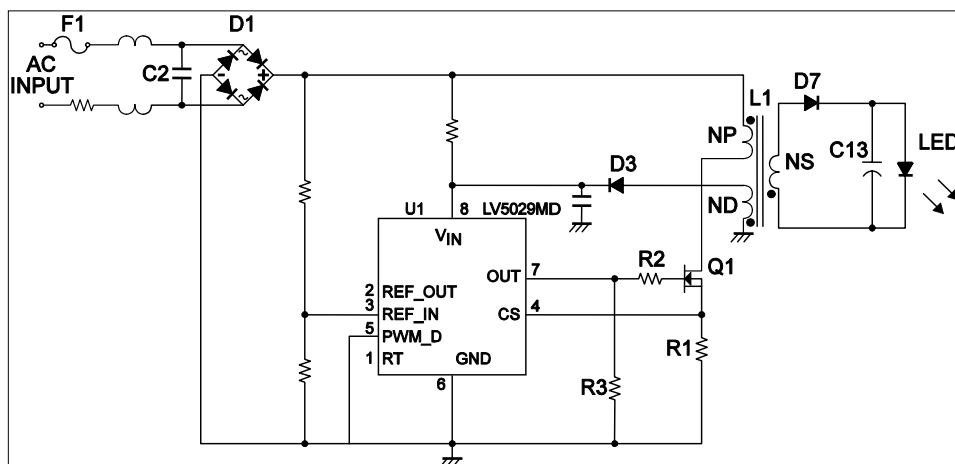


応用回路例

Non isolation



Isolation



端子説明

端子番号	端子名	端子説明	内部等価回路
1	RT	PWMスイッチング周波数、切換え端子。 RT端子 L(もしくはオープン) 50kHz H(REF_OUTに接続) 70kHz 70kHzに設定の場合、RT端子をREF_OUTに接続する。	
2	REF_OUT	3Vレギュレータ出力(内蔵)。 使用しない場合は、オープンとすること。 (接続不可)。	
3	REF_IN	LED電流リミット電圧設定端子。 REF_IN電圧によって、FETピーク電流を設定する。REF_IN端子がVREF電圧(内部基準電圧、0.605V)以下の場合、REF_IN端子電圧が優先される。また、VREF電圧以上の場合、VREF電圧が優先される。 REF_IN端子を使用しない場合、REF_IN端子はオープンすること(接続不可)。	
4	CS	LED電流センシング端子。 CS端子対GNDに接続された対抗(CS抵抗)により、LED電流を設定する。 CS端子がVREF電圧(0.605V)、もしくはREF_IN電圧を超えた場合、外付けFETはOFFする。 また、CS端子がVCSOCP(1.9V)を超えた場合、外付けFETはラッチOFF、スイッチング動作が停止する。 このラッチOFFは、V_IN電圧をUVL00FF電圧(7.3V)以下とすることにより、解除される。V_INがUVL00N(9V)以上で動作を再開する。	
5	PWM_D	PWM Dimming端子。 PWM_D スwitching動作 L、もしくはオープン 通常動作 H 停止 この端子がHのとき、スイッチング動作を停止する。Lもしくは、オープンのとき、通常動作となる。	

次ページへ続く。

LV5029MD

前ページより続く。

端子番号	端子名	端子説明	内部等価回路
6	GND	GND端子。	
7	OUT	外付けFET接続端子。 駆動FETのゲートへ接続する。	
8	V _{IN}	電源端子。ICに電源を供給する。 V _{IN} に印可される電圧に対して、下記のよ うな保護機能が内蔵されている。 (減電圧時、保護機能) V _{IN} 電圧 スイッチング動作 < UVL00FF (7.3V) 停止 > UVL00N (9V) 定常動作 (過電圧時、保護機能) V _{IN} 電圧 スイッチング動作 > VNOVP (27V) 停止	
9	NC	何も接続しないでください	
10	GND	GND端子。	

LED電流、および、インダクタンスの設定

- REF_IN電圧とCS電圧の関係 (PFC、力率改善回路)

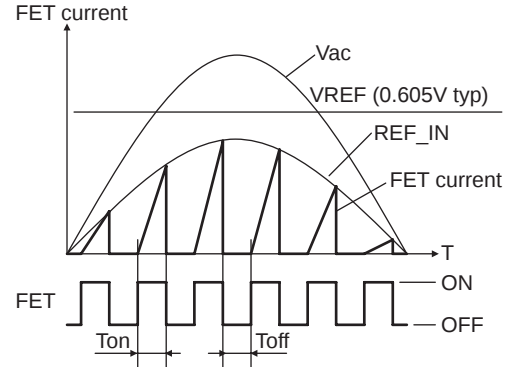
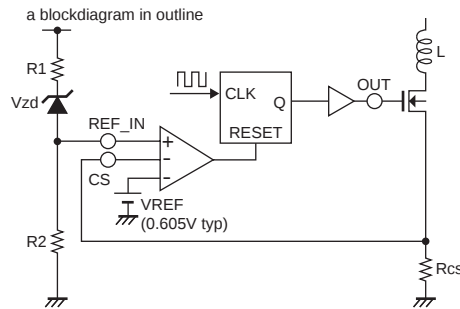
出力電流 (FETドレイン電流) は、1サイクル毎に設定する。コイル (一次側トランス) に流れる電流は、下図のような三角波になる。

I_{pk} (ピーク電流) は、REF_IN端子、CS電圧、およびR_{cs} (CS-GND間抵抗) によって設定する。

この関係は、Power Factor Correction (PFC) を向上させ、AC電流をよりsin波に近づける。

- Zenerダイオードの設定

ZenerダイオードのV_F電圧は、LED電圧のV_Fにより設定する。V_{ac}電圧 (ブリッジ後) がV_F電圧より小さい場合、LEDには動作に十分な電圧 (順方向) が印可されず、正常動作しない。

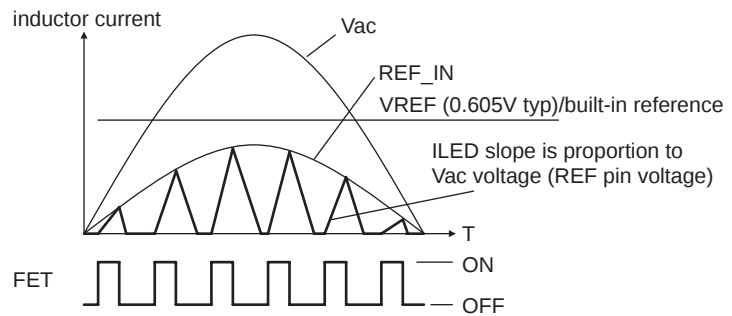
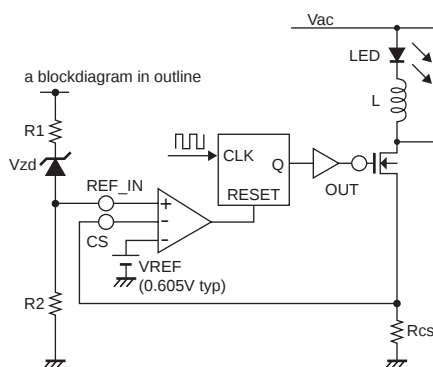


$$I_{pk} = \frac{(V_{ac} - V_{zd}) \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}}{R_{cs}}$$

I _{pk}	: インダクタ、ピーク (最大) 電流
V _f	: LED 順方向電圧
V _{ac}	: AC 電圧 (実効値)、rms
V _{REF}	: 内部基準電圧 (0.605V typ)
V _{REF_IN}	: REF_IN 端子電圧 (3pin)
R _{cs}	: 電流設定抵抗 (外付け)
V _{zd}	: Zener diode 電圧 (REF_IN ピンに接続)

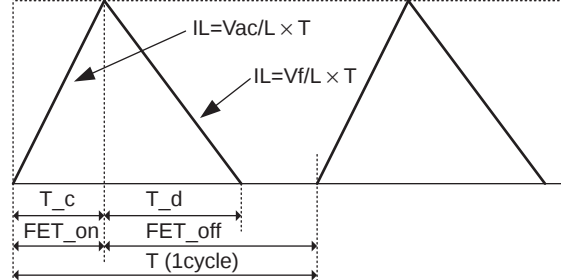
(非絶縁方式 (Non-isolated type))

出力電流 (FETドレイン電流) は、1サイクル毎に設定する。コイル電流は、LED電流と同じ電流波形となり、下図のような三角波となる。コイルでのピーク電流は、LEDのピーク電流と同様である。



インダクタ
電流
I_{pk}

$$I_{pk} = \frac{(V_{ac} - V_f)}{L} \times T_c = \frac{V_f}{L} \times T_d$$



1サイクル毎のインダクタ電流は、下記のような式で表わす。

$$\text{DutyI} = \frac{T_c + T_d}{T}$$

$$I_{pk} \times \frac{1}{2} \times (\text{Duty} \times T) / T = I_{LED}$$

$$I_{pk} \times \frac{2 \times I_{LED}}{\text{DutyI}} \quad (1) \quad \text{また、} I_{pk} \times \frac{V_{REF_IN}}{R_{cs}}$$

$$R_{cs} \times \frac{V_{FEF_IN}}{I_{pk}} = \frac{\text{DutyI} \times V_{FEF_IN}}{2I_{LED}} \quad (2)$$

I _{pk}	: インダクタンス、ピーク (最大) 電流
V _f	: LED 順方向電圧
V _{ac}	: AC 電圧 (実効値)、rms
V _{REF}	: 内部基準電圧 (0.605V typ)
V _{REF_IN}	: REF_IN 端子電圧 (3pin)
R _{cs}	: 電流設定抵抗 (外付け)
V _{zd}	: Zener diode 電圧 (REF_IN ピンに接続)

LED電流は、2つの期間、T_c (FET;ON)、T_d (FET;OFF) において、それぞれが設定され、下記のように表わす。

$$I_{pk} \times \frac{V_{ac} - V_f}{L} \times T_c = \frac{V_f}{L} \times T_d \quad (3)$$

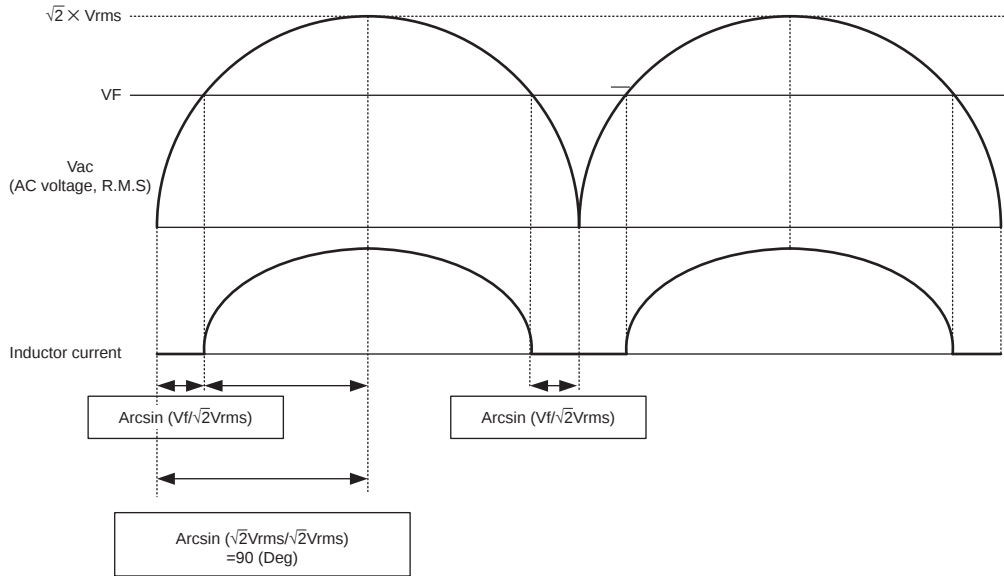
$$T_c + T_d = \text{DutyI} \times T, T_c = \text{DutyI} \times T - T_d \quad (4)$$

$$(3) \text{ および、} (4) \text{ の式から、} T_d = \text{DutyI} \times T \times \frac{V_{ac} - V_f}{V_{ac}} \quad (5)$$

(1), (3), (5) の式から、Lについて求める。

$$L \times \frac{V_f \times \text{DutyI}}{2 \times I_{LED}} \times \text{DutyI} \times T = \frac{V_{ac} - V_f}{V_{ac}} = \frac{V_f}{2 \times I_{LED}} \times \frac{1}{f_{osc}} \times \frac{V_{ac} - V_f}{V_{ac}} \times (\text{DutyI})^2 \quad (6)$$

非絶縁アプリケーションにおいて、直列に接続されたLED、インダクタには、V_{ac}を超えた場合にのみ電流が流れる。



インダクタに電流が流れる期間は、下記の式で表わす。

$$\text{DutyAC} = \frac{90 - \arcsin\left(\frac{V_f}{\sqrt{2} V_{rms}}\right)}{90}$$

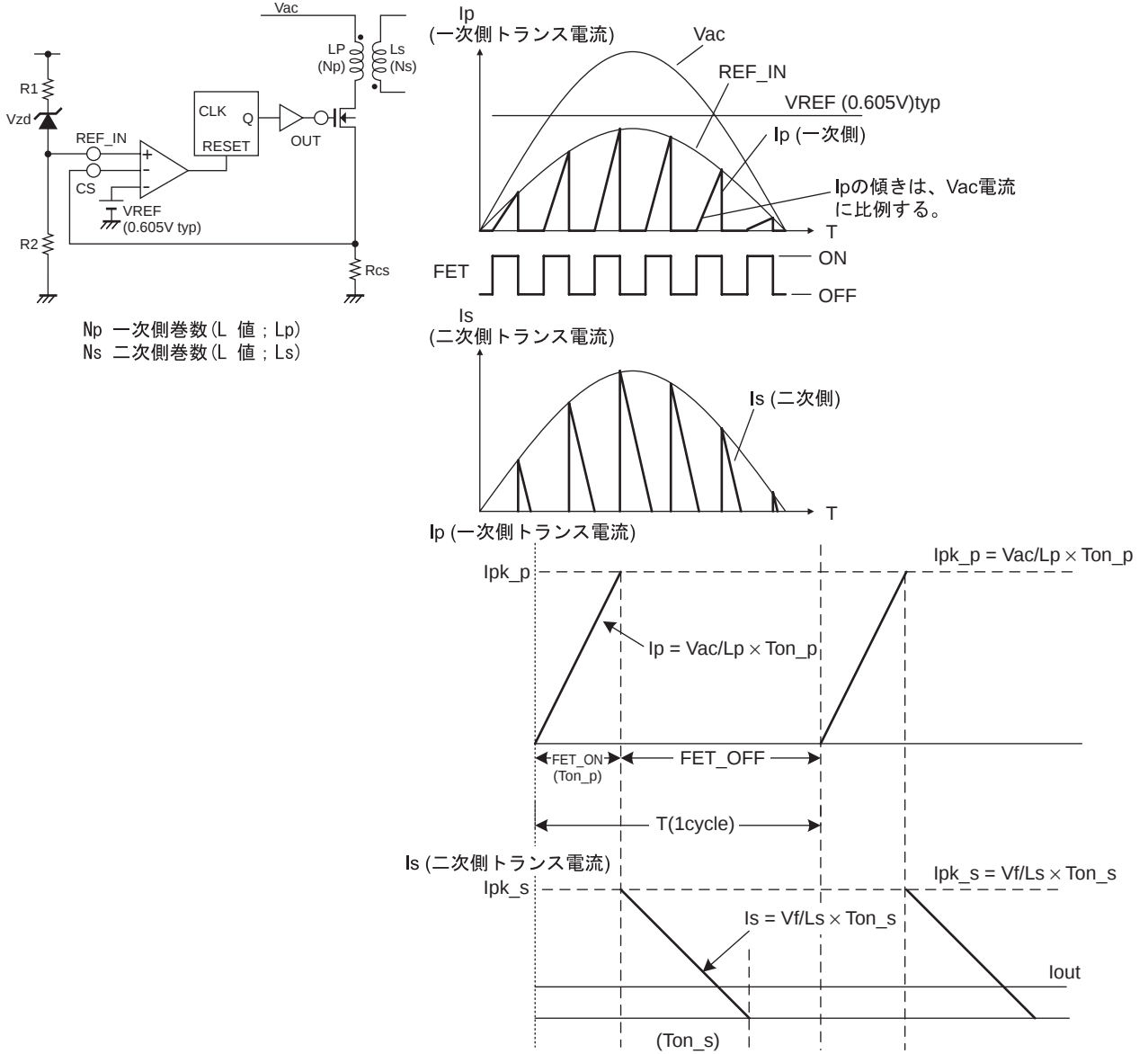
インダクタ電流は、DutyACによって制限する。この式と、式(6)から、インダクタLは下記のような式となる。

$$L = \frac{V_f}{2 \times I_{LED}} \times \frac{1}{f_{osc}} \times \frac{V_{ac} - V_f}{V_{ac}} \times (\text{DutyI})^2 \times \left(\frac{90 - \arcsin\left(\frac{V_f}{\sqrt{2} V_{rms}}\right)}{90} \right)^2 \quad (7)$$

(絶縁方式(Isolated circuit))

絶縁方式は、下図のような概略図になる。NP(一次側)、Ns(二次側)に流れる電流、Ip(一次側)、Is(二次側)は、下図のような波形(三角波)となる。

概略回路(絶縁、isolated)



(一次側トランスLpとセンス抵抗(電流設定抵抗)の設定)

トランスに蓄えられる電力(Pin)は、Ipk_p(一次側ピーク電流)によって決まり、下記の式になる。

$$Pin = \frac{1}{2} \times Lp \times (Ipk_p)^2 \times fosc \quad (11)$$

$$Ipk_p = \frac{Vac}{Lp} \times Ton_p \quad (12)$$

$$Lp = \frac{Vac^2 \times Ton_p^2 \times fosc}{2 \times Pin} = \frac{Vac^2 \times Don_p^2}{2 \times Pin \times fosc} \quad (13)$$

$$(Don_p = \frac{Ton_p}{T} = Ton_p \times fosc),$$

ここで、電力効率 η は、下記の式のように表わす。

$$\therefore \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (14)$$

この式(14)を式(13)に代入すると、 L_p は下記のようになる。

$$\therefore L_p = \frac{Vac^2 \times Ton_p^2 \times f_{osc} \times \eta}{2 \times P_{out}} = \frac{Vac^2 \times Don^2 \times \eta}{2 \times P_{out} \times f_{osc}} \quad (15)$$

センス抵抗(電流設定抵抗)は、VREF_IN電圧と I_{pk_p} との関係から、下記のような関係となる。

$$R_s = \frac{VREF_IN}{I_{pk_p}} = \frac{VREF_IN \times L_p}{Vac \times Ton_p} = \frac{VREF_IN \times L_p}{Vac \times Don_p \times T} \quad (16)$$

(二次側トランス、 L_s の設定)

出力電流(LED電流)は、二次側トランス電流の平均値となる。

$$I_{out} = I_{pk_s} \times \frac{Ton_s}{T} \times \frac{1}{2} = \frac{I_{pk_s} \times Don_s}{2} \quad (Don_s = \frac{Ton_s}{T} = Ton_s \times f_{osc}) \quad (17)$$

$$I_{pk_s} = \frac{V_{out}}{L_s} \times Ton_s = \frac{V_{out}}{L_s} = \frac{Don_s}{f_{osc}} \quad (18)$$

$$L_s = \frac{V_{out} \times T \times Don_s^2}{2 \times I_{out}} = \frac{V_{out} \times Don_s^2}{2 \times I_{out} \times f_{osc}} = \frac{V_{out}^2 \times Don_s^2}{2 \times P_{out} \times f_{osc}} \quad (19)$$

一次側トランスと二次側トランスのリアクタンス、トランス巻数は下記の式となる。

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{\sqrt{L_s}}{\sqrt{L_p}} \quad (20)$$

式(15)および、式(19)を(20)の式に代入する。

$$\therefore \frac{N_p}{N_s} = \frac{Vac}{V_{out}} \times \sqrt{\eta} \times \frac{Don_p}{Don_s} \quad (21)$$

一次側、および、二次側のトランス巻数は、下記の式によって算出する。

$$N = \frac{Vac \times 10^8}{2 \times \Delta B \times A_e \times f_{osc}} \quad (22)$$

ΔB : 磁束密度の変動幅 [Gauss]

A_e : コア実効断面積 [cm²]

巻数100TあたりのL値、 A_l を用いると、巻数Nは下記の式から求めることができる。

$$N = \sqrt{\frac{L}{A_l}} \times 10^2 \quad (23)$$

L: インダクタンス [μH]

A_l : 100Tあたりのリアクタンス値

lg(エアギャップ)は、下記の式となる。

$$lg = \frac{\mu_r \mu_0 N^2 A_e 10^2}{L} \quad (24)$$

μ_r : 比透磁率, 透磁率 $\mu_r=1$

μ_0 : 真空透磁率、 $\mu_0=4\pi \times 10^{-7}$

N: 巻数 [T]

A_e : コア有効断面積 [m²]

L: インダクタンス [H]

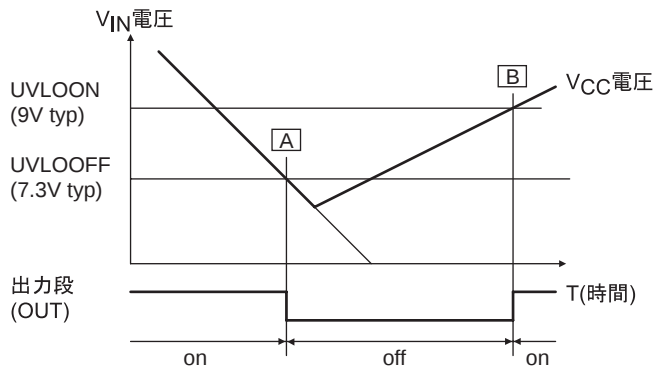
各種保護回路の動作説明

LV5029MDは、下記のような保護機能を内蔵している。

	保護機能名称		検知内容	備考
1	低電圧保護	UVLO	V _{IN} 端子電圧	
2	過電流保護	OCP	CS端子電圧	検知抵抗により FET 電流を感知
3	過電圧保護	OVP	V _{IN} 端子電圧	
4	過熱保護	OTP (TSD)	PNジャンクション温度	

1. 低電圧保護回路 UVLO(Under Voltage Lock Out)

V_{IN}電圧を検知し、低電圧印可時の誤動作を防止する。V_{IN}電圧が7.3Vを下回ると、回路動作を停止する。UVLOが動作している期間、回路電流は80μA以下となる。V_{IN}電圧が9V以上となると、回路動作を再開、定常動作となる。



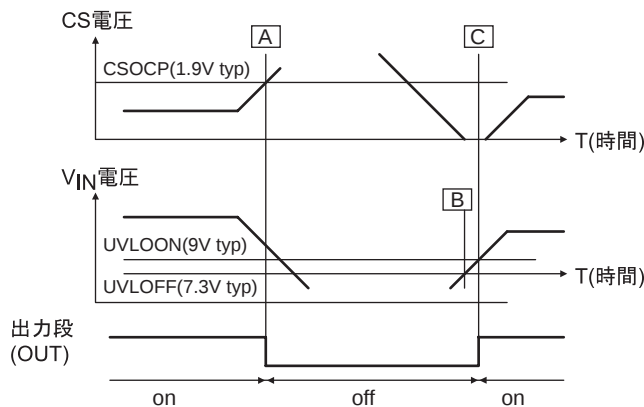
2. 過電流保護回路 OCP(Over Current Protection)

CS端子に接続された抵抗により、FET電流を検知する。CS端子電圧がV_{CSOCP}電圧(1.9V typ) (A) を超えると、内部コンパレータが動作し、FETをOUTに接続のFET動作を停止させる。

FETのピーク電流は下記の式によって、表わす。

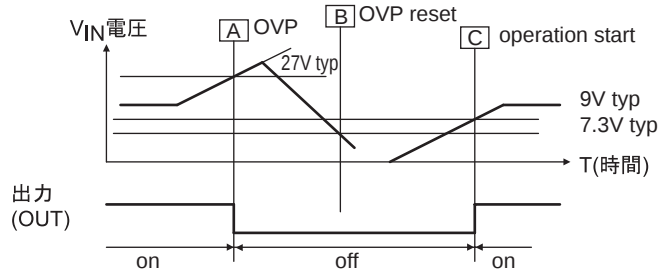
$$I_o(\text{peak}) [\text{A}] = V_{\text{SOCP}} [\text{V}] / R_{\text{sense}} [\Omega]$$

V_{IN}電圧が低下するまで、出力OFF状態を保持する(ラッチOFF)。OCPは、AC電源の接続を解除するなどして、V_{IN}電圧をUVLOOFF(7.3V typ) (B)以下とすると、OCP動作はリセットされ、V_{IN}電圧がUVLOON(9V typ) (C)以上となると、スイッチング動作が再開する。



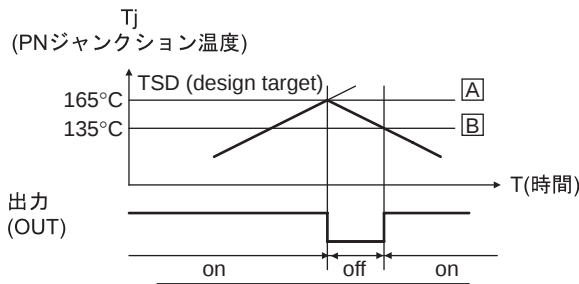
3. 過電圧保護回路 OVP(Over Voltage Protection)

V_{IN} 電圧を検知する。 V_{IN} 電圧が、 V_{INOV} (27V typ)を超えると、スイッチング動作を停止する。この停止状態は、 V_{IN} が低下するまで継続する(ラッチOFF)。 V_{IN} がUVL00FF(7.3V typ)以下となると、OVPはリセットされ、 V_{IN} がUVL00N(9V typ)以上となると、スイッチング動作が再開する。



4. 過熱保護回路 TSD(Thermal Shut Down)/OTP(Over Temperature Protection)

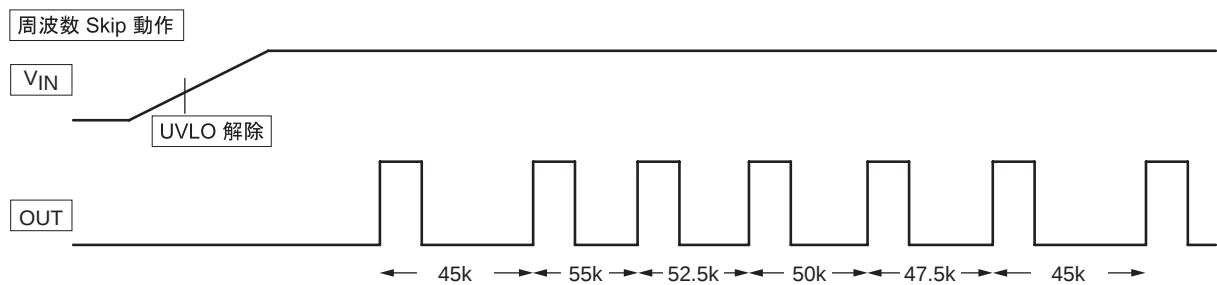
過熱保護回路は、PNジャンクション温度が165°C(typ) (A), となると動作し、スイッチング動作を停止する。135°C(typ) (B)以下となると、スイッチング動作を再開する。



スキップ周波数機能

Skip frequency function

LV5029MDは、スイッチング周波数を変化させるスキップ周波数機能を内蔵している。スイッチング周波数を変化させることにより、スイッチングノイズのピークを低減させ、対ノイズ特性を向上させている。



動作周波数は以下のように推移する。

... $\times 0.9 \rightarrow \times 1.1 \rightarrow \times 1.05 \rightarrow \times 1 \rightarrow \times 0.95 \rightarrow \times 0.9 \rightarrow \times 1.1$...

上記のループで繰り返す。

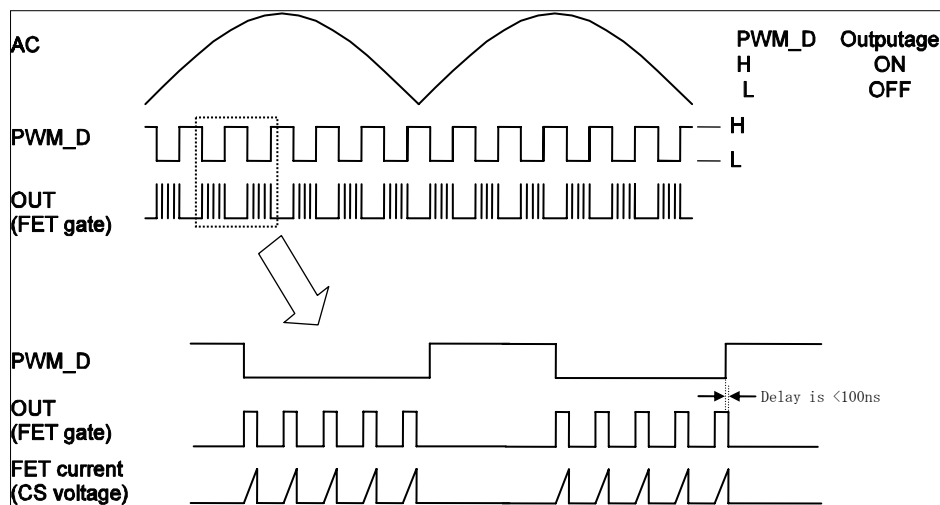
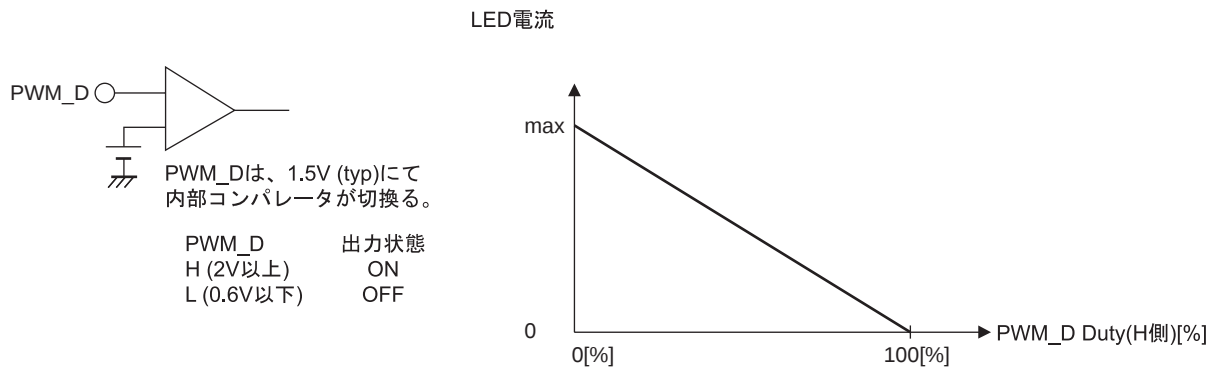
PWM調光機能(PWM_D端子使用) PWM dimmer function

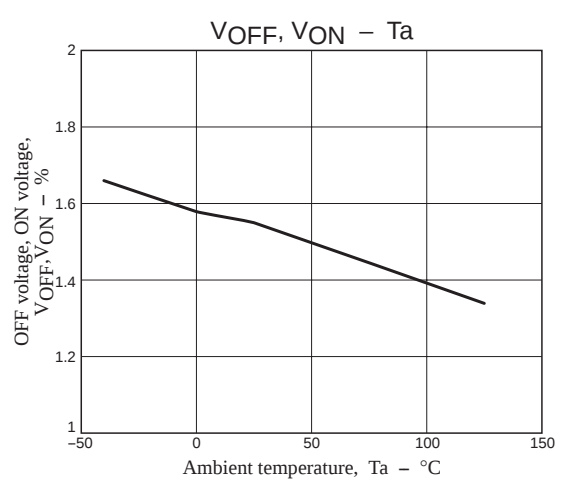
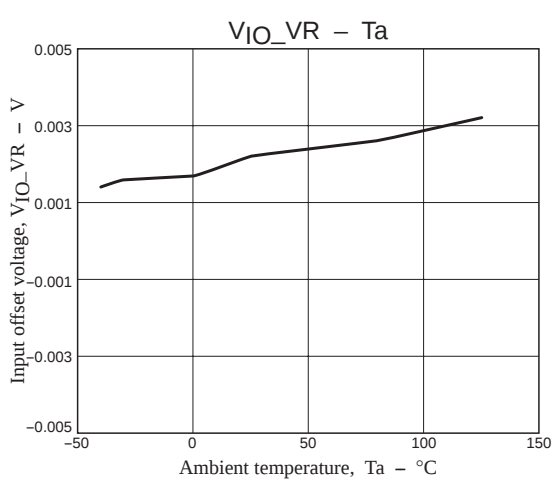
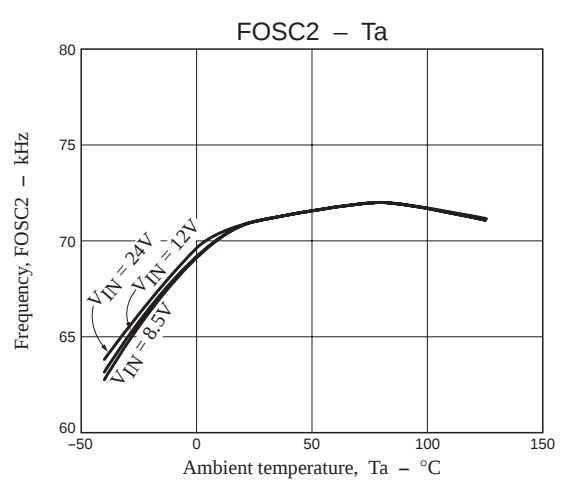
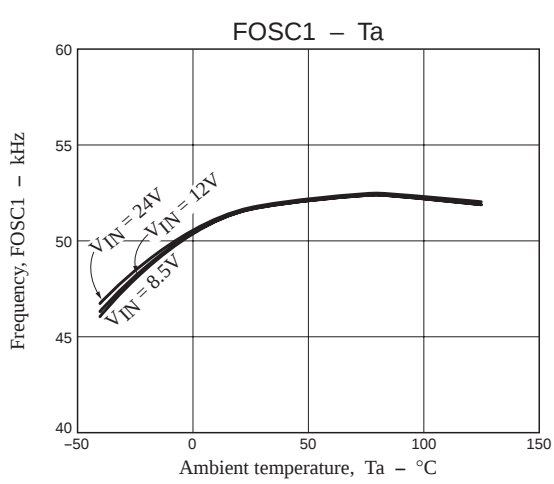
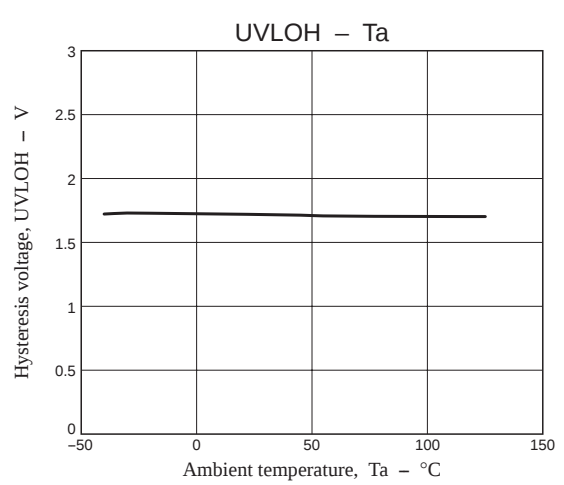
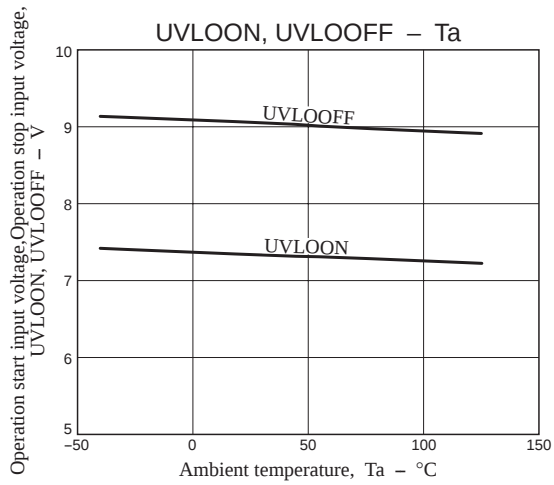
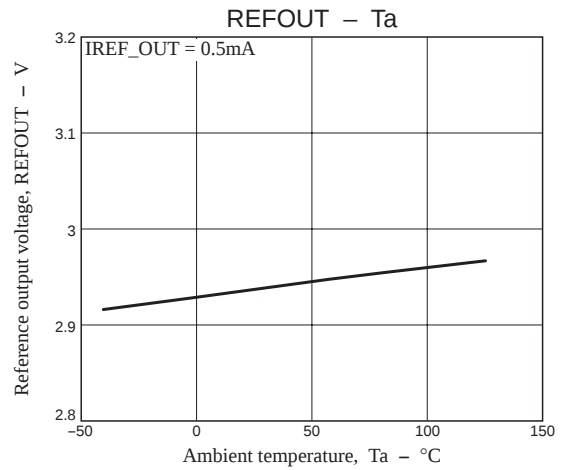
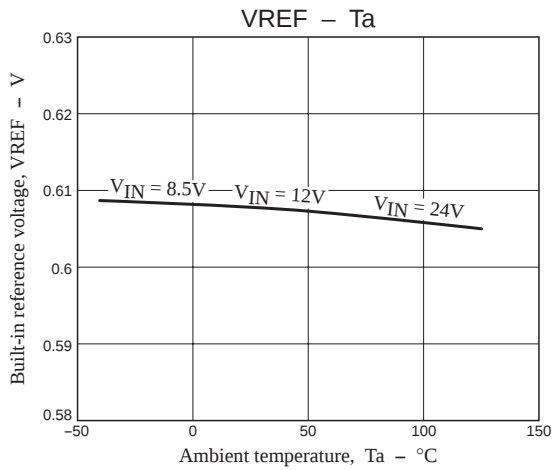
PWM_D端子に印可されたPWM信号のDutyを変化させることにより、LED電流を制御することができる。PWM_D端子がH(2-5V)のとき、出力スイッチング動作を停止、L(0.6V以下)のとき、停止状態が解除され、通常動作となる。出力FETは、PWM入力が高レベルとなったから100ns以内にOFFになります。

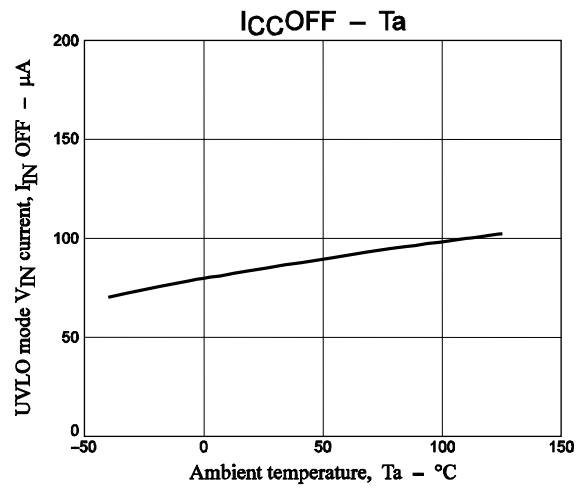
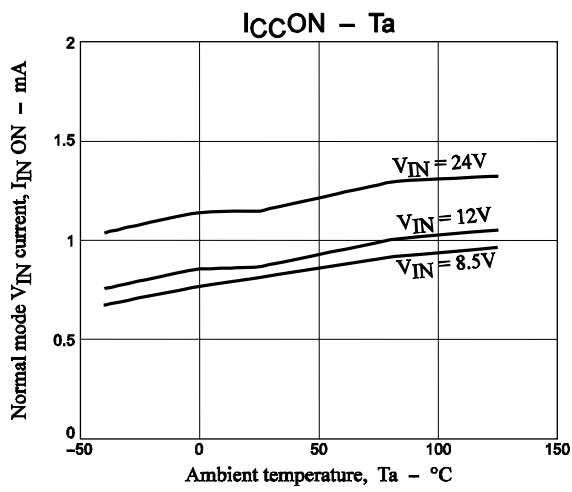
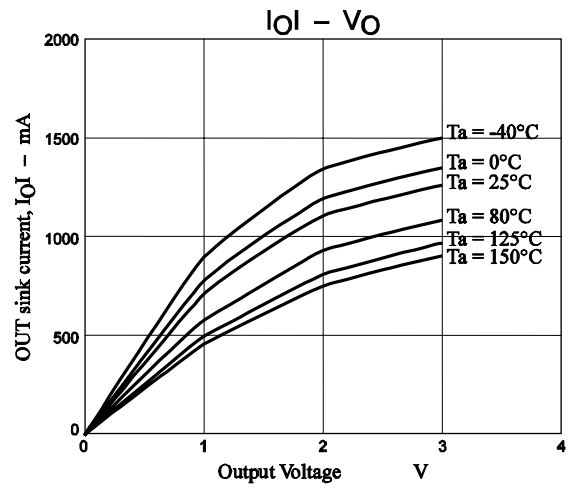
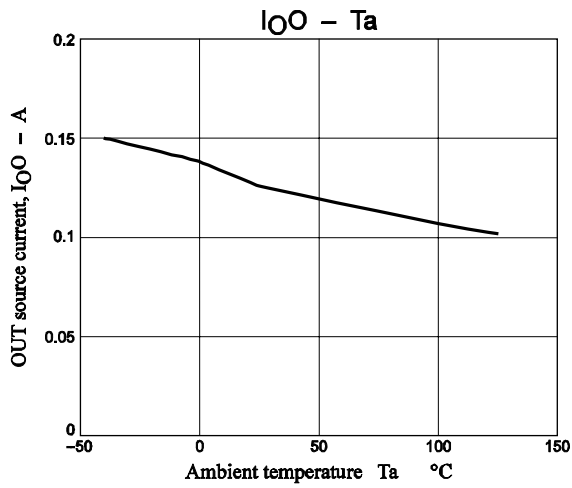
PWM 調光の入力周波数の推奨値は 100Hz(AC 電圧の周波数の 2 倍)から 5kHz となります。PWM 調光の周波数が AC 周波数の 2 倍以下となるとちらつきが発生します。また、出力 FET の駆動周波数である 50kHz に近くなったとしても同様にちらつきが発生します。

PWM機能概略図

PWM_D Dutyに対するLED電球(概略)







ON Semiconductor and the ON logo are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

(参考訳)

ON Semiconductor及びONのロゴはSemiconductor Components Industries, LLC (SCILLC)の登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえば、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。

SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。