

LED 照明用オフラインコントローラ

■概要

XC9401 シリーズは、LED 照明用オフラインコントローラ IC です。外付け部品を最適化することにより、85VAC ~ 270VAC の範囲及び、DC 入力で作動させることができ、回路構成に合わせて部品選定をすることで、多彩な仕様を実現できます。基本的な制御方式として固定オフタイム制御を採用し、外付けパワー-MOSFET に流れる電流を検出することで、LED に流れる電流を監視し、安定した LED 照明用電源を提供します。製品シリーズとしては XC9401A タイプ、XC9401B タイプ、XC9401C タイプの 3 種類の機能タイプを用意しており、必要とする特性に応じてタイプを選択できます。

A タイプは力率を考慮した回路構成で、LED 電流を入力電圧(正弦波)と同期させることにより高力率を達成します。

B タイプ、C タイプは、スイッチングによる外付けパワー-MOSFET に流れるピーク電流を一定にすることで、LED 電流を一定に保つことができます。

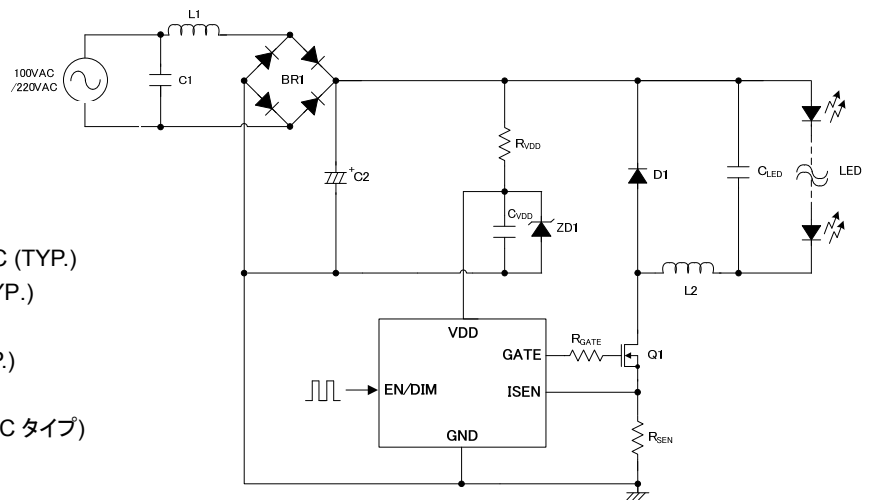
C タイプは EN/DIM 端子に PWM 信号を入力することで、LED 電流を 1%~100% の範囲で調光できます。

■用途

- LED バルブ(GU-10, MR-16, その他)
- LED チューブライト
- LED ダウンライト
- LED スポットライト
- LED スタンド

■代表回路例

(XC9401C60CSR-G Non-isolation buck Type)



■特長

対応可能電圧	: 85VAC ~ 270VAC : DC 入力可能
固定オフタイム	: 6.0 μ s(TYP.)
I _{SEN} 電圧	: 0.34V \pm 2.5%(C タイプ)
保護機能	: サーマルシャットダウン...150°C (TYP.) : V _{DD} 過電圧保護...V _{DD} =18V(TYP.) : UVLO...V _{DD} =6.5V(TYP.) : 過電流保護...V _{ISEN} =0.7V(TYP.)
調光対応	: PWM DIMMING (LED 電流:1%~100%@1kHz, C タイプ)
パッケージ	: SOT-26(A タイプ, B タイプ) SOT-25(C タイプ)
動作周囲温度	: -40°C ~ +85°C
環境への配慮	: EU RoHS 指令対応、鉛フリー

■対応ソリューション例

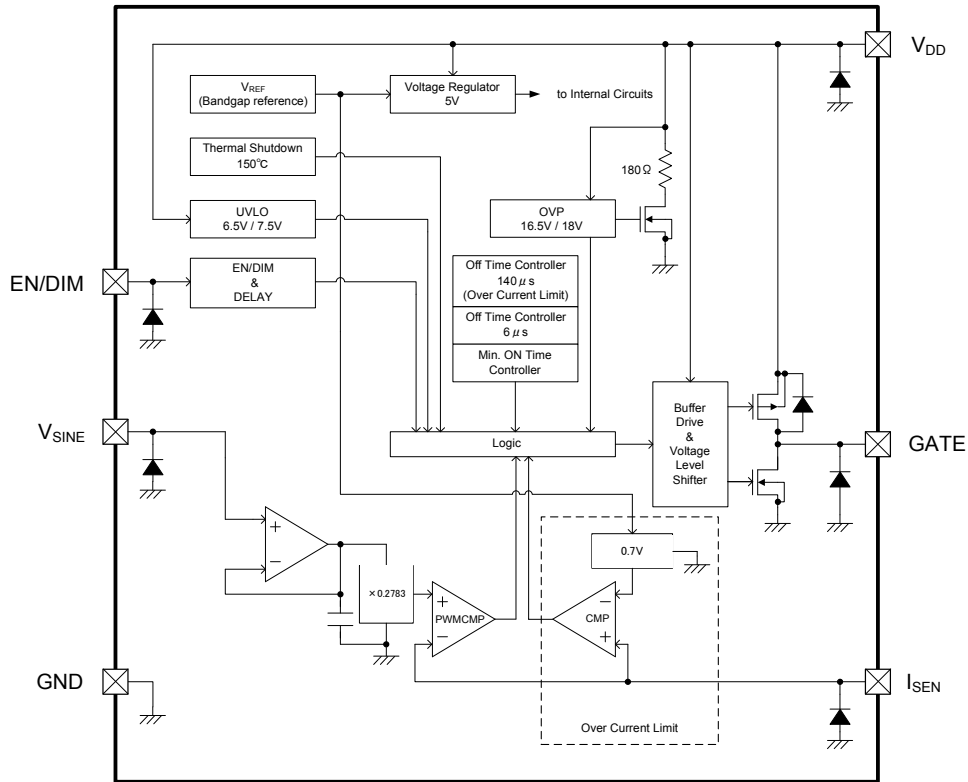
Input Voltage	Product	Isolation/ Non-Isolation	Topology	Reference designs			
				Output Power	LED Voltage/ LED Current	Efficiency/ Power Factor	Option
100VAC/110VAC	XC9401C60CSR-G	Non-Isolation	Buck	7.2W	60V/120mA	91%/0.5~0.65	-
220VAC/240VAC	XC9401C60CSR-G	Non-Isolation	Buck	7.2W	60V/120mA	85%/0.5~0.65	-
	XC9401C60CSR-G	Isolation	Flyback	7.0W	19.2V/360mA	83%/0.5~0.65	-
400VDC	XC9401A605MR-G	Isolation	Flyback	7.2W	20V/360mA	82%/0.9~	-
	XC9401C60CSR-G	Non-Isolation	Buck	104W	200V/520mA	97%	With PFC circuit
15VDC	XC9401C60CSR-G	-	Buck	3.5W	9.6V/350mA	92%	-
12VAC	XC9401C60CSR-G	-	Buck	2.7W	9V/300mA	87%	For MR16

* 各ソリューションの回路図・特性・部品表については、XC9401 アプリケーションノートおよび弊社 HP を参照願います。

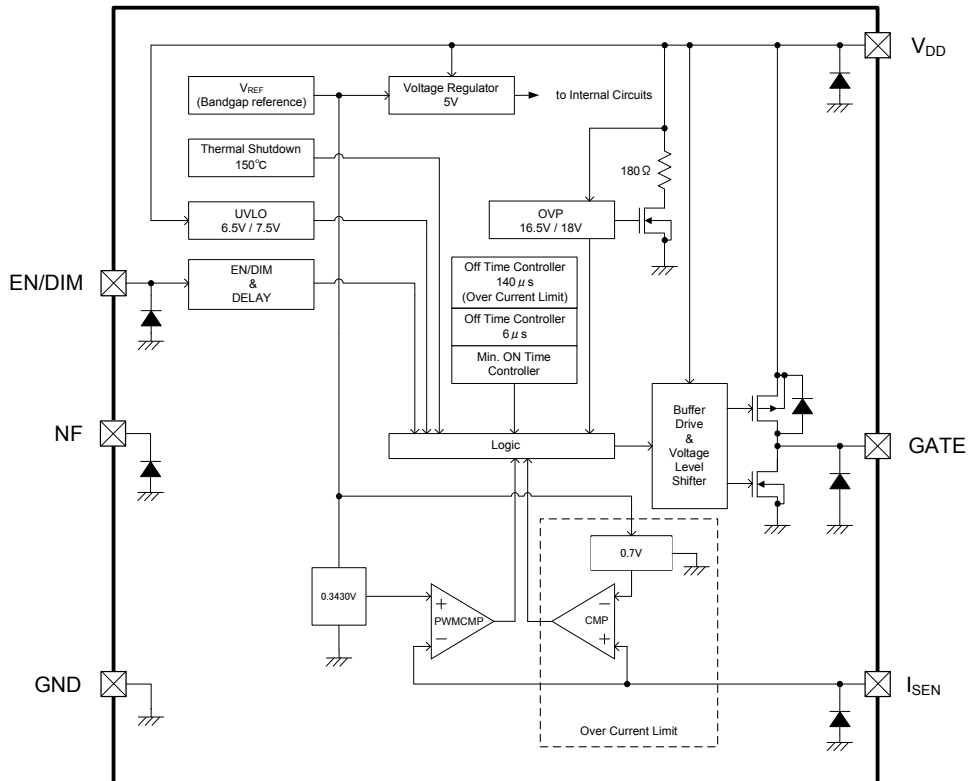
XC9401 シリーズ

■ブロック図

1) XC9401 シリーズ A タイプ



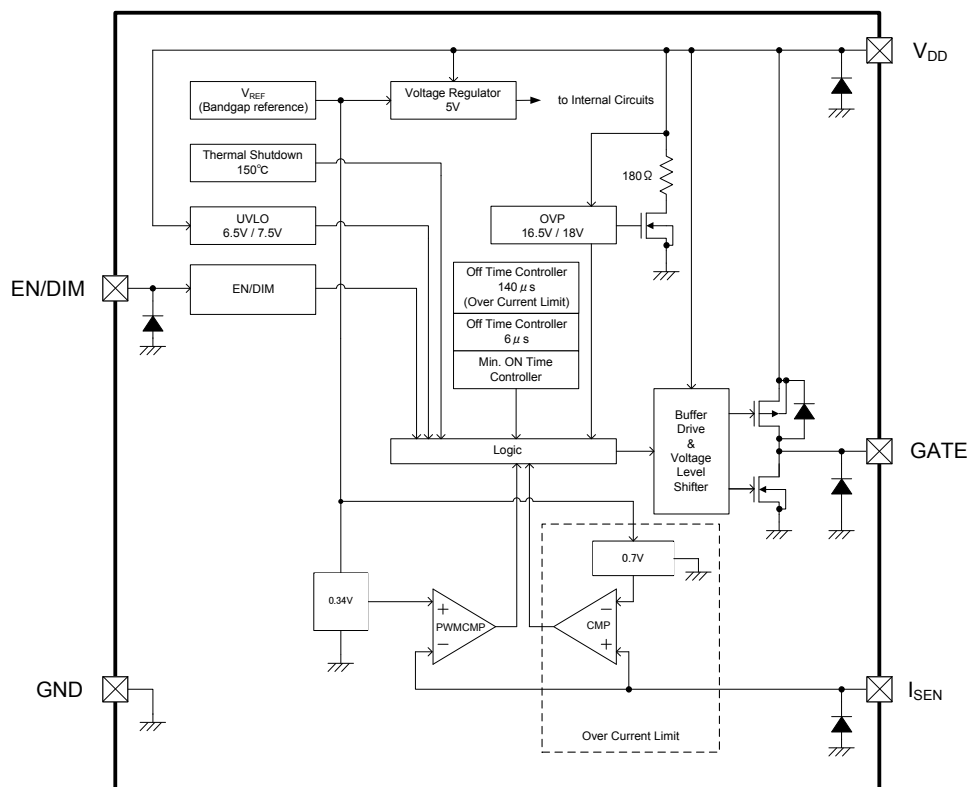
2) XC9401 シリーズ B タイプ



*上図のダイオードは、静電保護用のダイオードと寄生ダイオードです。

■ブロック図

3) XC9401 シリーズ C タイプ



*上図のダイオードは、静電保護用のダイオードと寄生ダイオードです。

XC9401 シリーズ

■製品分類

●品番ルール

XC9401①②③④⑤⑥-⑦^(*)

DESIGNATOR	ITEM	SYMBOL	DESCRIPTION
①	Type	A	Refer to Selection Guide
		B	
		C	
②	OFF Time	6	OFF Time is fixed in 6 μ s
③④	Accuracy	05	Type A, Type B : I _{SEN} Voltage Accuracy is \pm 5%
		0C	Type C : I _{SEN} Voltage Accuracy is \pm 2.5%
⑤⑥-⑦	Packages (Order Unit)	MR-G	SOT-26 (Type A, Type B) (3,000pcs/Reel)
		SR-G	SOT-25 (Type C) (3,000pcs/Reel)

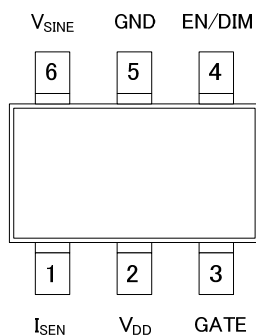
^(*)“-G”は、ハロゲン&アンチモンフリーかつ EU RoHS 対応製品です。

●セレクションガイド

TYPE	COMPARISON WITH ISEN	PWM DIMMING	DESCRIPTION
A	"V _{SINE} " \times 0.2783	Yes	Type A is suitable for PFC circuit.
B	0.3430V	Yes	Type B is suitable for constant LED current circuit.
C	0.3400V	Yes	Type C is suitable for constant LED current circuit and for PWM DIMMING control.

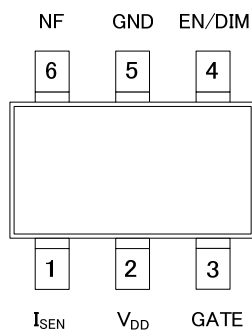
■端子配列

*Type A



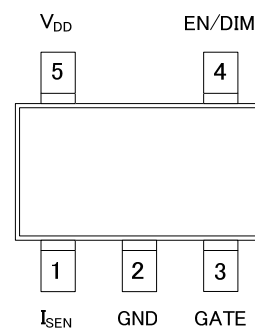
SOT-26
(TOP VIEW)

*Type B



SOT-26
(TOP VIEW)

*Type C



SOT-25
(TOP VIEW)

■端子説明

PIN NUMBER		PIN NAME	FUNCTIONS
SOT-26	SOT-25		
1	1	I _{SEN}	Current Feedback
2	5	V _{DD}	Power Input
3	3	GATE	External Power MOSFET Drive
4	4	EN/DIM	ON/OFF / PWM Dimming
5	2	GND	Ground
6	-	Type A : V _{SINE}	V _{SINE} Pin : Current Feedback Reference Voltage Input.
		Type B : NF	NF Pin : No Function. Please connect to GND.

■機能表

PIN NAME	EN/DIM	STATUS
EN/DIM	L	Stand-by Mode
	H	Active Mode
	PULSE	PWM Dimming Mode
	OPEN	Undefined State ^(*)

^(*) XC9401 シリーズは、不定動作となりますので禁止となります。

■絶対最大定格

Ta=25°C

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS	UNITS	
V _{DD} Pin Voltage	V _{DD}	-0.3 ~ +19.4	V	
EN/DIM Pin Voltage	V _{EN/DIM}	-0.3 ~ +19.4	V	
GATE Pin Voltage	V _{GATE}	-0.3 ~ V _{DD} +0.3 or +19.4 ^(*)	V	
I _{SEN} Pin Voltage	V _{ISEN}	-0.3 ~ 5.5	V	
V _{SINE} Pin Voltage	V _{SINE}	-0.3 ~ 5.5	V	
NF Pin Voltage	V _{NF}			
Power Dissipation	SOT-26	Pd	250	mW
			600 (基板実装時) ^(*)	
	SOT-25		250	
			600 (基板実装時) ^(*)	
Operating Ambient Temperature	Topr	-40 ~ +85	°C	
Storage Temperature	Tstg	-55 ~ +125	°C	

^(*) 各電圧定格は GND を基準とする。

^(*) 最大値は V_{DD}+0.3V と +19.4V のいずれか低い方になります。

^(*) 基板実装時の許容損失の参考データとなります。実装条件については 21~22 頁目を参照下さい。

■電気的特性

XC9401 シリーズ A タイプ

Ta=25°C

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	CIRCUIT
V _{DD} Voltage Range	V _{DD}		9	-	15	V	①
I _{SEN} Voltage	V _{I_{SEN}}	V _{I_{SEN}} =SWEEP ^(*) , V _{SINE} =1V	0.2644	0.2783	0.2922	V	①
V _{SINE} Voltage Range ^(**)	V _{SINE}		GND	-	1.8	V	①
UVLO Detect Voltage	V _{UVLO}	V _{DD} =SWEEP ^(***)	5.5	6.5	7.5	V	①
UVLO Release Voltage	V _{UVLOR}	V _{DD} =SWEEP ^(***)	6.5	7.5	8.5	V	①
UVLO Hysteresis Width	V _{UVLOH}	V _{UVLOH} =V _{UVLOR} - V _{UVLO}	-	1.1	-	V	①
Supply Current ^(***)	I _{DD}	V _{DD} =V _{EN/DIM} =15V	-	250	300	μA	①
Stand-by Current ^(***)	I _{STB}	V _{DD} =15V, V _{EN/DIM} =GND, V _{SINE} =GND	-	225	280	μA	①
V _{DD} Overvoltage Protection Voltage	V _{OV_P}	V _{DD} =SWEEP ^(***) , V _{EN/DIM} =V _{DD}	17	18	19	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Release Voltage	V _{OVPR}	V _{DD} =SWEEP ^(***) , V _{EN/DIM} =V _{DD}	15.5	16.5	17.5	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Hysteresis Width	V _{OVPH}	V _{OVPH} =V _{OV_P} - V _{OVPR}	-	1.5	-	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Discharge Current ^(***)	I _{OV_P}	V _{DD} =19V	-	30	-	mA	①
GATE "H" ON Resistance	R _{GATEH}	I _{GATE} = -10mA R _{GATEH} = (V _{DD} -V _{GATE}) / I _{GATE}	2	5	8	Ω	③
GATE "L" ON Resistance	R _{GATEL}	V _{I_{SEN}} =1V, R ₁ =300Ω R _{GATEL} = V _{GATE} / I _{R1} ^(***)	-	5	-	Ω	④
OFF Time ^(***)	t _{OFF}	V _{I_{SEN}} =0.4V, V _{SINE} =1V	-	6	-	μs	①
Minimum ON Time	t _{ONMIN}	V _{I_{SEN}} =1V	-	0.2	-	μs	①
Current Limit Voltage ^(***)	V _{LIM}	V _{I_{SEN}} =SWEEP, V _{SINE} =1.4V	0.65	0.70	0.95	V	①
Thermal Shutdown Temperature ^(***)	T _{TSD}		-	150	-	°C	①
Thermal Shutdown Release Temperature	T _{TSDR}		-	130	-	°C	①
Thermal Shutdown Hysteresis Width	T _{HYS}		-	20	-	°C	①
PWM Dimmer Delay Time1 ^(***)	t _{PWMDIM1}	V _{EN/DIM} =2.2V to GND	-	0.3	4.0	μs	②
PWM Dimmer Delay Time2 ^(***)	t _{PWMDIM2}	V _{EN/DIM} =GND to 2.2V	100	140	200	μs	②
EN/DIM "H" Voltage	V _{EN/DIMH}		2.2	-	15.0	V	①
EN/DIM "L" Voltage	V _{EN/DIML}		GND	-	0.4	V	①
EN/DIM Bias Current	I _{EN/DIMH}	V _{EN/DIM} =15V	-	-	32	μA	①

測定条件: 特に指定無き場合, GND 基準, V_{DD}=13V, V_{EN/DIM}=V_{DD}, V_{I_{SEN}}=GND, V_{SINE}=5.5V

(*) GATE 端子が発振開始した時の I_{SEN} 端子電圧を測定

(**) OFF TIME 6 μs の発振が可能となる V_{SINE} 端子電圧値を表す。

(***) GATE 端子=L となったときの V_{DD} 端子電圧を測定

(***) GATE 端子=H となったときの V_{DD} 端子電圧を測定

(***) EN/DIM 端子に"H"レベルを入力して全回路動作状態での内部消費電流を表す。(無発振時)

(***) EN/DIM 端子に"L"レベルを入力して発振回路を停止させた状態での内部消費電流を表す。

(***) V_{OV_P} 時に V_{DD} 端子-GND 端子間容量の電荷をディスチャージする電流値を表す。

(***) 測定回路図④を参照。

(***) UVLO 解除時や DIM 信号制御時には, 6 μs 固定にならない場合もあります。

(***) 電流制限電圧 V_{LIM} を越えた時, オフ時間が 140 μs 程度に延長され素子破壊を防ぎます。詳しくは動作説明を参照ください。

(***) 熱破壊から IC を保護するため, チップ温度が 150 °C に達するとサーマルシャットダウンが働き GATE 端子電圧を強制的に 'L' 状態にします。チップ温度が 130 °C まで下がると再度動作を再開します。

(***) EN/DIM "L" Voltage に達してから GATE 端子=L となるまでの時間

(***) EN/DIM "H" Voltage に達してから GATE 端子=H となるまでの時間

■電気的特性

XC9401 シリーズ B タイプ

Ta=25°C

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	CIRCUIT
V _{DD} Voltage Range	V _{DD}		9	-	15	V	①
I _{SEN} Voltage	V _{ISEN}	V _{ISEN} =SWEEP ^{(*)1}	0.3259	0.3430	0.3602	V	①
UVLO Detect Voltage	V _{UVLO}	V _{DD} =SWEEP ^{(*)2}	5.5	6.5	7.5	V	①
UVLO Release Voltage	V _{UVLOR}	V _{DD} =SWEEP ^{(*)3}	6.5	7.5	8.5	V	①
UVLO Hysteresis Width	V _{UVLOH}	V _{UVLOH} =V _{UVLOR} - V _{UVLO}	-	1.1	-	V	①
Supply Current ^{(*)4}	I _{DD}	V _{DD} =V _{EN/DIM} =15V	-	250	300	μA	①
Stand-by Current ^{(*)5}	I _{STB}	V _{DD} =15V, V _{EN/DIM} =GND	-	225	280	μA	①
V _{DD} Overvoltage Protection Voltage	V _{OVPR}	V _{DD} =SWEEP ^{(*)2}	17	18	19	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Release Voltage	V _{OVPR}	V _{DD} =SWEEP ^{(*)3}	15.5	16.5	17.5	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Hysteresis Width	V _{OVPH}	V _{OVPH} =V _{OVPR} - V _{OVPR}	-	1.5	-	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Discharge Current ^{(*)6}	I _{OVPR}	V _{DD} =19V	-	30	-	mA	①
GATE "H" ON Resistance	R _{GATEH}	I _{GATE} = -10mA R _{GATEH} = (V _{DD} - V _{GATE}) / I _{GATE}	2	5	8	Ω	③
GATE "L" ON Resistance	R _{GATEL}	V _{ISEN} =1V, R ₁ =300Ω R _{GATEL} = V _{GATE} / I _{R1} ^{(*)7}	-	5	-	Ω	④
OFF Time ^{(*)8}	t _{OFF}	V _{ISEN} =0.45V	-	6	-	μs	①
Minimum ON Time	t _{ONMIN}	V _{ISEN} =1V	-	0.2	-	μs	①
Current Limit Voltage ^{(*)9}	V _{LIM}	V _{ISEN} =SWEEP	0.65	0.70	0.95	V	①
Thermal Shutdown Temperature ^{(*)10}	T _{TSD}		-	150	-	°C	①
Thermal Shutdown Release Temperature	T _{TSDR}		-	130	-	°C	①
Thermal Shutdown Hysteresis Width	T _{HYS}		-	20	-	°C	①
PWM Dimmer Delay Time1 ^{(*)11}	t _{PWMDIM1}	V _{EN/DIM} =2.2V to GND	-	0.3	4.0	μs	①
PWM Dimmer Delay Time2 ^{(*)12}	t _{PWMDIM2}	V _{EN/DIM} =GND to 2.2V	100	140	200	μs	②
EN/DIM "H" Voltage	V _{EN/DIMH}		2.2	-	15.0	V	②
EN/DIM "L" Voltage	V _{EN/DIML}		GND	-	0.4	V	①
EN/DIM Bias Current	I _{EN/DIMH}	V _{EN/DIM} =15V	-	-	32	μA	①

測定条件: 特に指定無き場合, GND 基準, V_{DD}=13V, V_{EN/DIM}=V_{DD}, V_{ISEN}=GND, V_{NF}=GND

(*)1 GATE 端子発振開始した時の I_{SEN} 端子電圧を測定

(*)2 GATE 端子=L となったときの V_{DD} 端子電圧を測定

(*)3 GATE 端子=H となったときの V_{DD} 端子電圧を測定

(*)4 EN/DIM 端子に"H"レベルを入力して全回路動作状態での内部消費電流を表す。(無発振時)

(*)5 EN/DIM 端子に"L"レベルを入力して発振回路を停止させた状態での内部消費電流を表す。

(*)6 V_{OVPR} 時に V_{DD} 端子-GND 端子間容量の電荷をディスチャージする電流値を表す。

(*)7 測定回路図④を参照。

(*)8 UVLO 解除時や DIM 信号制御時には, 6 μs 固定にならない場合があります。

(*)9 電流制限電圧 V_{LIM} を越えた時, オフ時間が 140 μs 程度に延長され素子破壊を防ぎます。詳しくは動作説明を参照ください。

(*)10 熱破壊から IC を保護するため, チップ温度が 150 °C に達するとサーマルシャットダウンが働き GATE 端子電圧を強制的に 'L' 状態にします。チップ温度が 130 °C まで下がると再度動作を再開します。

(*)11 EN/DIM "L" Voltage に達してから GATE 端子=L となるまでの時間

(*)12 EN/DIM "H" Voltage に達してから GATE 端子=H となるまでの時間

■電気的特性

XC9401 シリーズ C タイプ

Ta=25°C

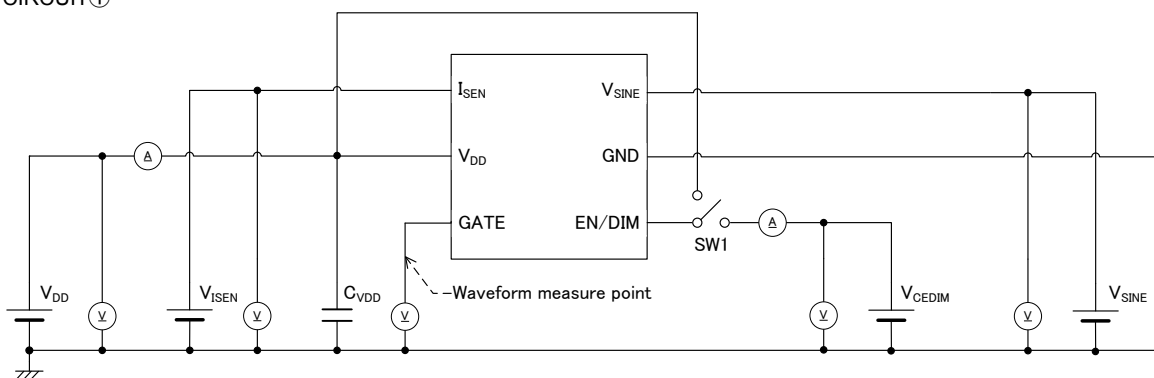
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	CIRCUIT
V _{DD} Voltage Range	V _{DD}		9	-	15	V	①
I _{SEN} Voltage	V _{ISEN}	V _{ISEN} =SWEEP ⁽¹⁾	0.3315	0.3400	0.3485	V	①
UVLO Detect Voltage	V _{UVLO}	V _{DD} =SWEEP ⁽²⁾	5.5	6.5	7.5	V	①
UVLO Release Voltage	V _{UVLOR}	V _{DD} =SWEEP ⁽³⁾	6.5	7.5	8.5	V	①
UVLO Hysteresis Width	V _{UVLOH}	V _{UVLOH} =V _{UVLOR} - V _{UVLO}	-	1.1	-	V	①
Supply Current ⁽⁴⁾	I _{DD}	V _{DD} =V _{EN/DIM} =15V	-	250	300	μA	①
Stand-by Current ⁽⁵⁾	I _{STB}	V _{DD} =15V, V _{EN/DIM} =GND	-	225	280	μA	①
V _{DD} Overvoltage Protection Voltage	V _{OV}	V _{DD} =SWEEP ⁽²⁾	17	18	19	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Release Voltage	V _{OVPR}	V _{DD} =SWEEP ⁽³⁾	15.5	16.5	17.5	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Hysteresis Width	V _{OVPH}	V _{OVPH} =V _{OV} - V _{OVPR}	-	1.5	-	V	①
V _{DD} Overvoltage Protection Discharge Current ⁽⁶⁾	I _{OV}	V _{DD} =19V	-	30	-	mA	①
GATE "H" ON Resistance	R _{GATEH}	I _{GATE} = -10mA R _{GATEH} = (V _{DD} - V _{GATE}) / I _{GATE}	2	5	8	Ω	③
GATE "L" ON Resistance	R _{GATEL}	V _{ISEN} =1V, R ₁ =300Ω R _{GATEL} = V _{GATE} / I _{R1} ⁽⁷⁾	-	5	-	Ω	④
OFF Time ⁽⁸⁾	t _{OFF}	V _{ISEN} =0.45V	-	6	-	μs	①
Minimum ON Time	t _{ONMIN}	V _{ISEN} =1V	-	0.2	-	μs	①
Current Limit Voltage ⁽⁹⁾	V _{LIM}	V _{ISEN} =SWEEP	0.65	0.70	0.95	V	①
Thermal Shutdown Temperature ⁽¹⁰⁾	T _{TSD}		-	150	-	°C	①
Thermal Shutdown Release Temperature	T _{TSDR}		-	130	-	°C	①
Thermal Shutdown Hysteresis Width	T _{HYS}		-	20	-	°C	①
PWM Dimmer Delay Time1 ⁽¹¹⁾	t _{PWMDIM1}	V _{EN/DIM} =2.2V to GND	-	0.3	4.0	μs	①
PWM Dimmer Delay Time2 ⁽¹²⁾	t _{PWMDIM2}	V _{EN/DIM} =GND to 2.2V, V _{ISEN} =0.45V	-	6.0	10.0	μs	②
EN/DIM "H" Voltage	V _{EN/DIMH}		2.2	-	15.0	V	②
EN/DIM "L" Voltage	V _{EN/DIML}		GND	-	0.4	V	①
EN/DIM Bias Current	I _{EN/DIMH}	V _{EN/DIM} =15V	-	-	32	μA	①

測定条件: 特に指定無き場合, GND 基準, V_{DD}=13V, V_{EN/DIM}=V_{DD}, V_{ISEN}=GND

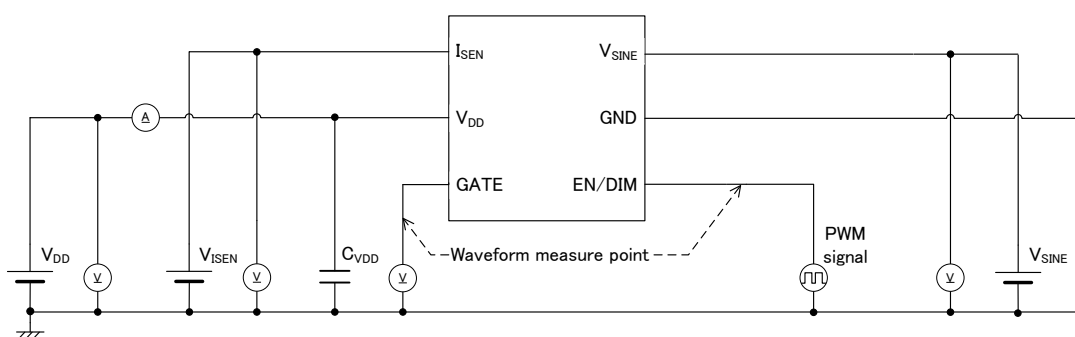
- (1) GATE 端子発振開始した時の I_{SEN} 端子電圧を測定
- (2) GATE 端子=L となったときの V_{DD} 端子電圧を測定
- (3) GATE 端子=H となったときの V_{DD} 端子電圧を測定
- (4) EN/DIM 端子に"H"レベルを入力して全回路動作状態での内部消費電流を表す。(無発振時)
- (5) EN/DIM 端子に"L"レベルを入力して発振回路を停止させた状態での内部消費電流を表す。
- (6) V_{OV}時に V_{DD} 端子-GND 端子間容量の電荷をディスチャージする電流値を表す。
- (7) 測定回路図④を参照。
- (8) UVLO 解除時や DIM 信号制御時には、6 μs 固定にならない場合もあります。
- (9) 電流制限電圧 V_{LIM} を越えた時、オフ時間が 140 μs 程度に延長され素子破壊を防ぎます。詳しくは動作説明を参照ください。
- (10) 熱破壊から IC を保護するため、チップ温度が 150 °C に達するとサーマルシャットダウンが働き GATE 端子電圧を強制的に 'L' 状態にします。チップ温度が 130 °C まで下がると再度動作を再開します。
- (11) EN/DIM "L" Voltage に達してから GATE 端子=L となるまでの時間
- (12) EN/DIM "H" Voltage に達してから GATE 端子=H となるまでの時間

■測定回路図(Aタイプ)

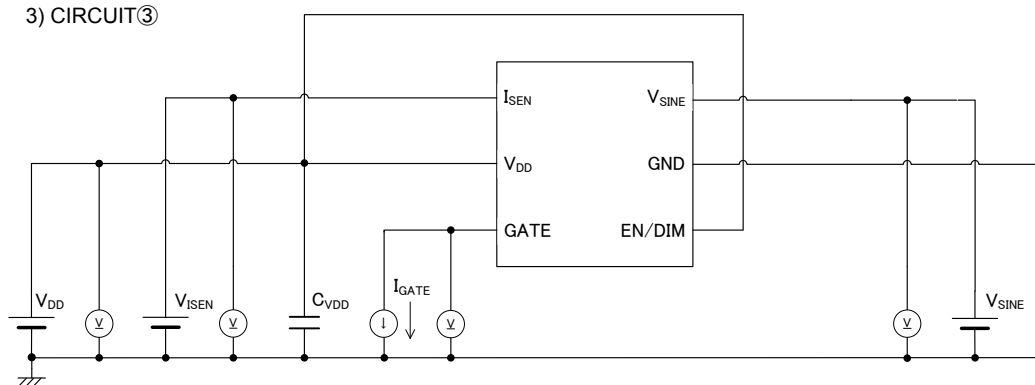
1) CIRCUIT①



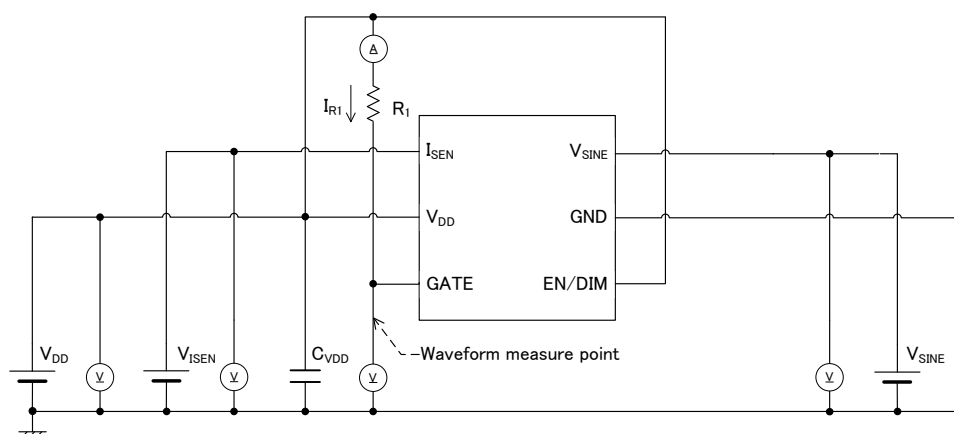
2) CIRCUIT②



3) CIRCUIT③

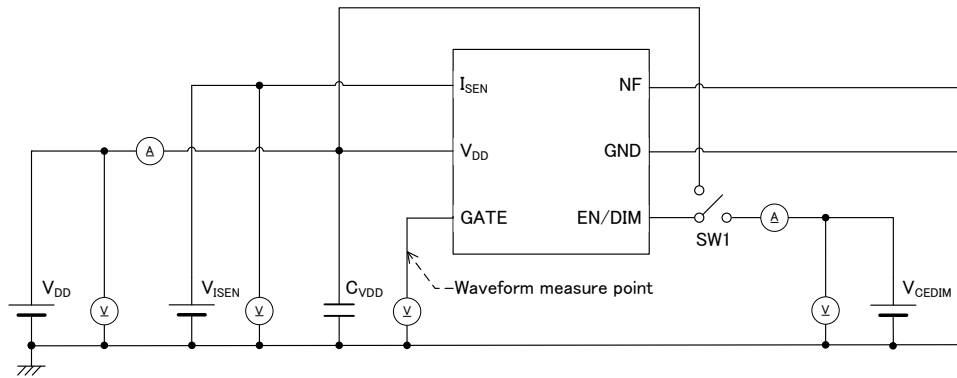


4) CIRCUIT④

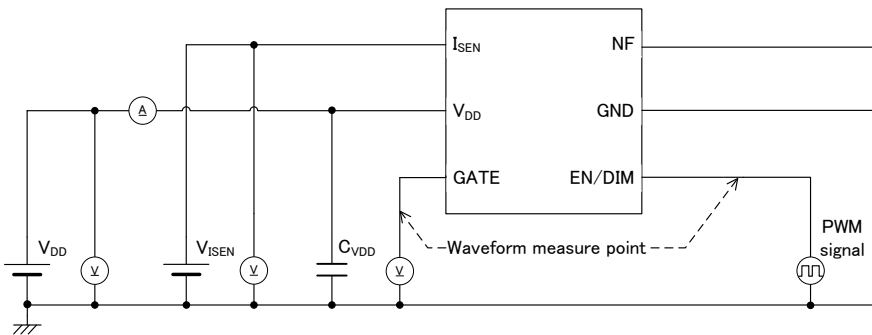


■ 測定回路図(Bタイプ)

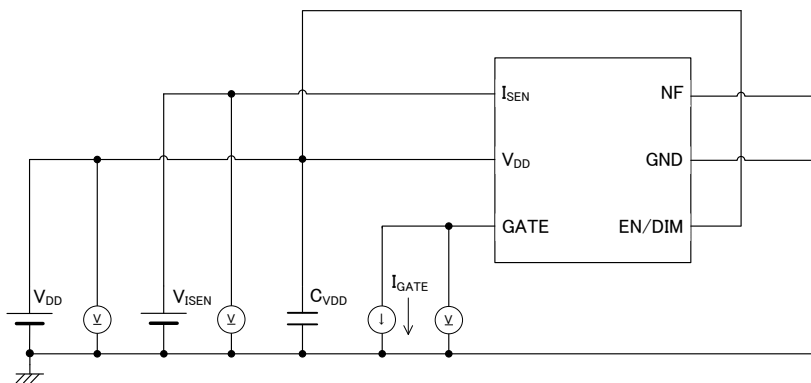
1) CIRCUIT①



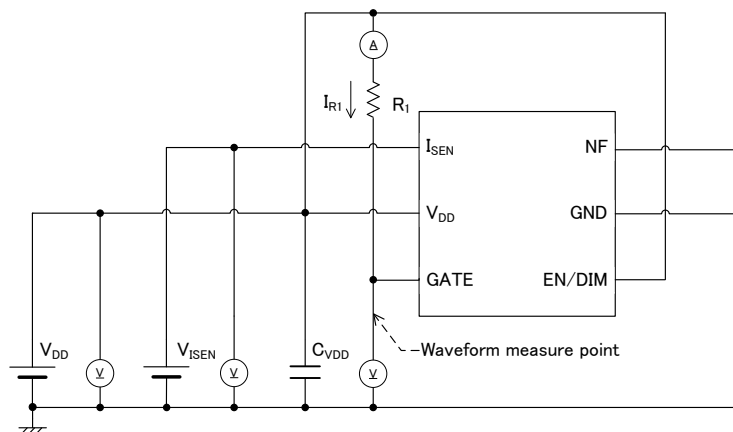
2) CIRCUIT②



3) CIRCUIT③

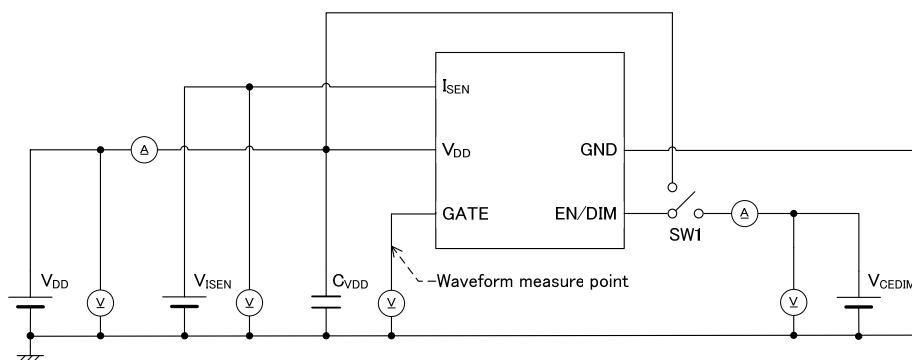


4) CIRCUIT④

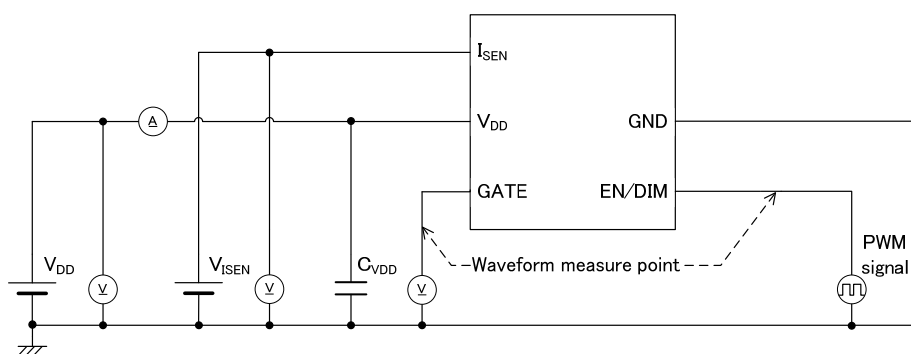


■ 測定回路図(Cタイプ)

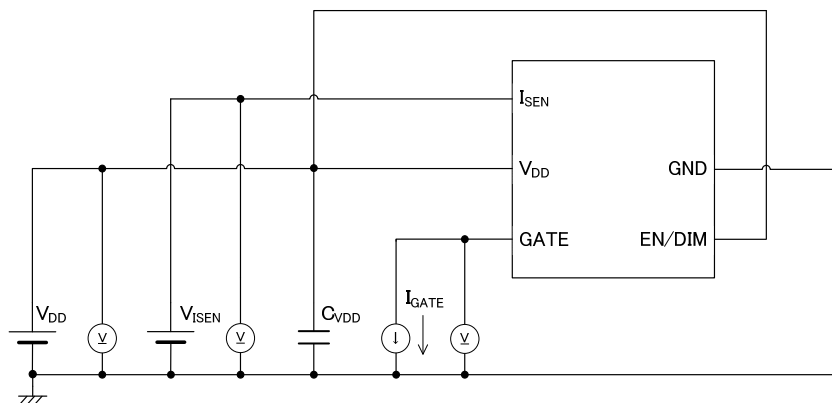
1) CIRCUIT①



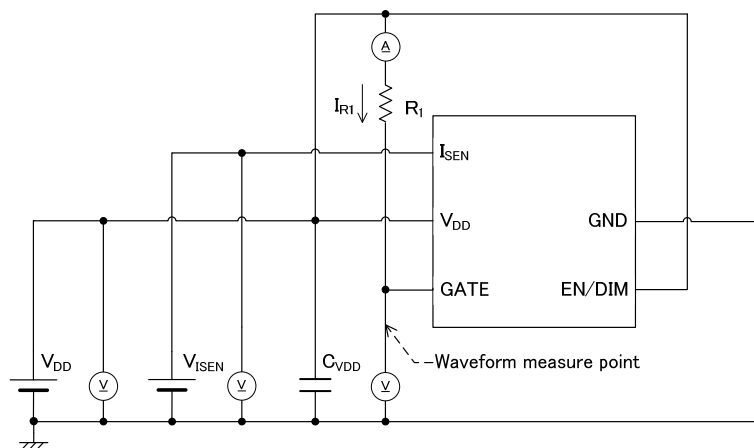
2) CIRCUIT②



3) CIRCUIT③



4) CIRCUIT④



動作説明

XC9401 シリーズの内部回路は、基準電圧源(V_{REF})、PWM コンパレータ(PWMCMP)、バッファードライブ回路(Buffer Drive)、過電流保護回路(Over Current Limit)、UVLO 回路(UVLO)、 V_{DD} 過電圧保護回路(OVP)、サーマルシャットダウン回路(Thermal Shutdown)等で構成されています(ブロック図 参照)。制御方式は、固定オフタイム制御となります。

A タイプでは、 V_{SINE} 端子電圧を 0.2783 倍(TYP.)した電圧と I_{SEN} 端子電圧を PWM コンパレータで比較します。PWM コンパレータの出力をバッファードライブ回路に送り、GATE 端子より外付けパワーMOSFET 駆動信号を出力します。そのスイッチングにより、 I_{SEN} 端子電圧が V_{SINE} 端子電圧を 0.2783 倍(TYP.)した電圧より高くなると GATE 端子に L を出力し、固定オフタイム経過すると GATE 端子に H を出力します。この動作を連続的に行います。

B タイプでは、基準電圧源(V_{REF})を 0.2783 倍(TYP.)した電圧 0.3430V(TYP.)と I_{SEN} 端子電圧を PWM コンパレータで比較します。

C タイプでは、0.3400V と I_{SEN} 端子電圧を比較します。

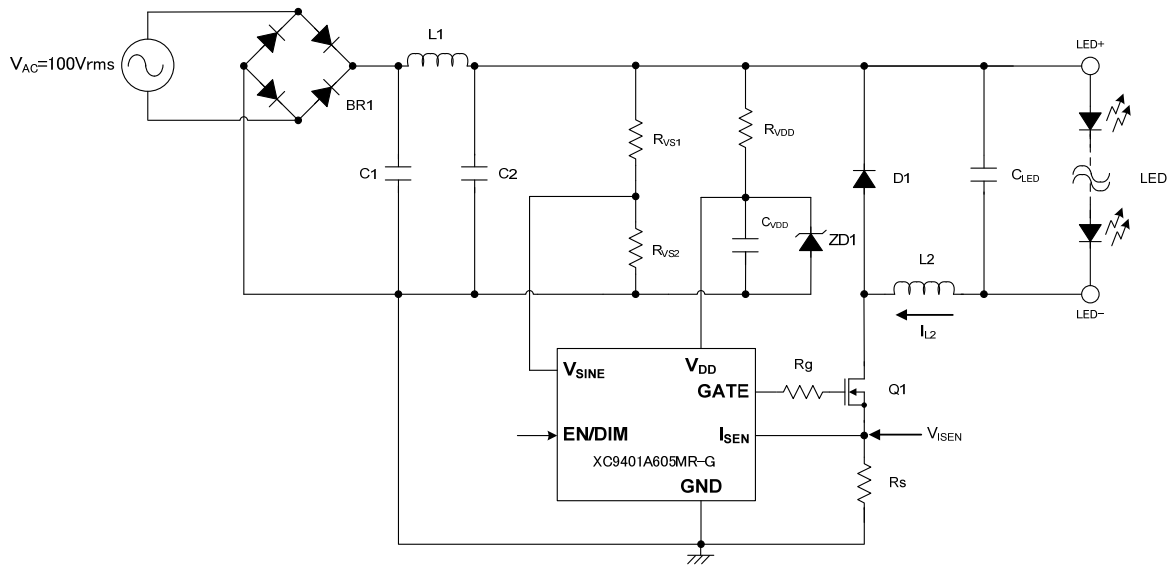


Fig.1. 参考回路図(XC9401A605MR-G)

■動作説明

回路各部の詳細は以下の通りです。

<基準電圧源(V_{REF})>

本 IC の内部機能を安定動作させる為の基準電圧です。

<PWM コンパレータ(PWMCMP)>

A タイプでは、V_{SINE} 端子電圧を 0.2783 倍(TYP.)した電圧と I_{SEN} 端子電圧を比較します。V_{SINE} 端子電圧の 0.2783 倍より高い I_{SEN} 端子電圧がフィードバックされると GATE 端子電圧=L となる信号を出力します。

B タイプでは、基準電圧源を 0.2783 倍(TYP.)した電圧 0.3430V(TYP.)と I_{SEN} 端子電圧を比較します。

C タイプでは、0.3400V と I_{SEN} 端子電圧を比較します。

<バッファードライブ回路(Buffer Drive)>

外付けパワーMOSFET を駆動する H または L 信号を GATE 端子より出力します。H レベルは V_{DD} 端子電圧、L レベルは GND 端子電圧となります。出力される信号は PWM コンパレータ及び、後述の UVLO 回路、V_{DD} 過電圧保護回路、過電流保護回路、サーマルシャットダウン、EN/DIM 端子電圧により決定します。

<イネーブル/PWM 調光(EN/DIM)>

EN/DIM 端子電圧に”L”を入力することで、GATE 端子電圧を強制的に”L”状態にします。この EN/DIM 端子電圧”L”時の停止は、シャットダウンではなくスイッチングパルス出力をロジック回路により停止しているスタンバイ状態なので内部回路は動作しています。

A タイプ及び B タイプは電源投入時、EN/DIM 端子電圧を”L”から”H”に変更してから、最初に GATE 端子が”H”状態になるまで、200 μs(MAX.)を要します。

C タイプは EN/DIM 端子電圧を”L”から”H”に変更してから、最初に GATE 端子が”H”状態になるまで、10 μs(MAX.)と短い為、EN/DIM 端子に入力した PWM 信号(500Hz~1kHz)に対して高速に追従でき、Duty 幅を調整することにより LED 電流を 1%~100%で細かく調光をすることが可能です。

<最小オンタイム制御回路(Min. On Time Controller)>

XC9401 シリーズでは、スイッチング動作によるノイズが生じます。それらのノイズによる内部回路の誤動作を防止するために、最小オンタイムを設けています。最小オンタイム経過するまでは、GATE 端子電圧を強制的に”H”状態にします。(Fig.2 参照)

また、最小オンタイム中でも後述の UVLO、OVP、サーマルシャットダウンを検出した場合、あるいは EN/DIM 端子に”L”を入力しスタンバイ状態にした場合は、GATE 端子電圧を直ちに”L”状態にします。

<オフタイム制御回路(Off Time Controller)>

固定オフタイムを制御する回路です。通常時のオフタイムは 6 μs 固定(TYP.)で、この間の GATE 端子電圧を”L”状態にします。固定オフタイム後は GATE 端子電圧を”H”状態にします。(Fig.2 参照)

また、前述の PWM 調光時に EN/DIM 端子電圧を”L”から”H”に変更した場合、後述の過電流保護時、UVLO 解除時ではオフタイムは 140 μs(TYP.)となります。

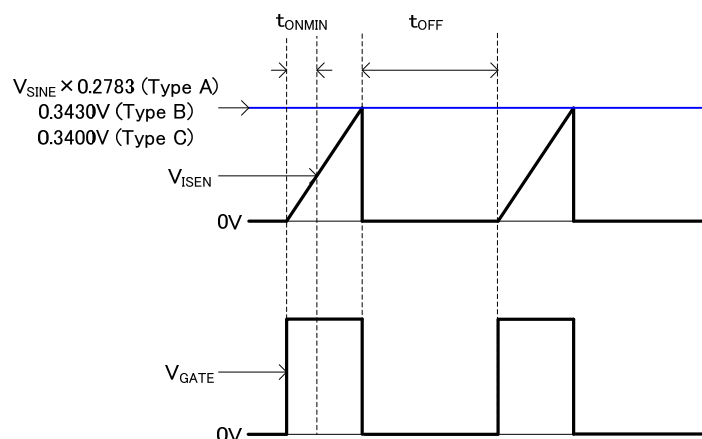


Fig.2. Off Time Controller, Min. On Time Controller

■動作説明

<過電流保護回路(Over Current Limit)>

外付けパワーMOSFET のスイッチング電流が過電流状態になり、ISEN 端子電圧が 0.7V(TYP.)に達すると、GATE 端子に L レベル電圧を出力し、外付けパワーMOSFET をオフします。さらに、オフタイムを通常の 6.0 μ s(TYP.)から一旦 140 μ s(TYP.)へ延長します。延長したオフタイム後、ISEN 端子電圧が 0.7V(TYP.)以下になると通常動作に戻ります。

Fig.1.参考回路図において LED+ と LED- が短絡すると、オフタイムにおけるコイル(L2)の電流傾きが通常発振時と比べ小さくなるため、オフタイム 6.0 μ s(TYP.)では放電が十分できなくなります。最小オンタイムの間、外付けパワーMOSFET Q1 は必ずオンするため、コイル電流は徐々に増加していきます。コイル電流の増加と同期して ISEN 端子電圧は高くなり、ISEN 端子電圧が 0.7V(TYP.)に達するとオフタイムを 140 μ s(TYP.)まで延長します。(Fig.3 参照)

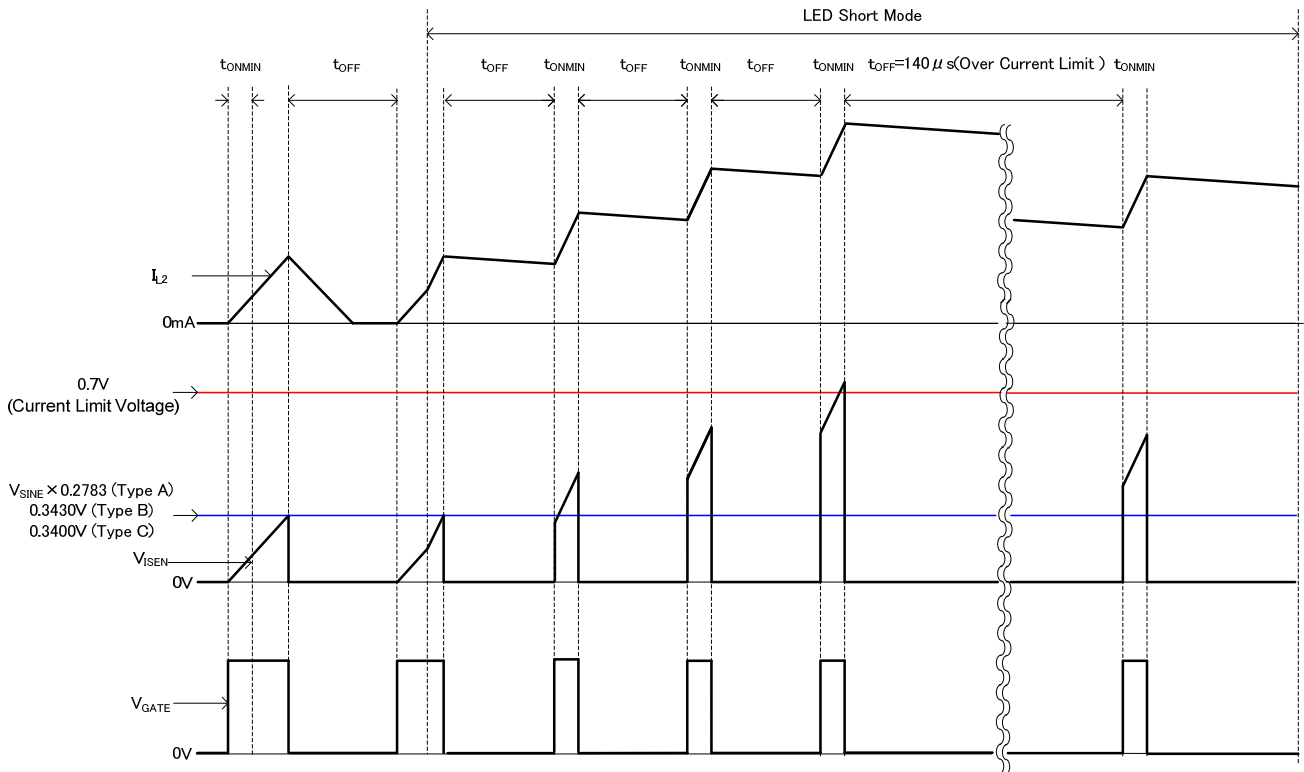


Fig.3 Over Current Limit (Fig.1. 参考回路図で LED+ と LED- が短絡した場合の動作)

<UVLO 回路(UVLO)>

V_{DD} 端子電圧が UVLO 検出電圧(V_{UVLO})以下になると、誤パルス出力を防止するために GATE 端子電圧を強制的に”L”状態にします。V_{DD} 端子電圧が UVLO 解除電圧(V_{UVLOR})以上になるとスイッチング動作を行います。

UVLO での停止は、シャットダウンではなくパルス出力を停止している状態なので内部回路は動作しています。

<V_{DD} 過電圧保護回路(OVP)>

V_{DD} 端子電圧が V_{DD} 過電圧保護電圧(V_{OVP})以上となると内部回路の耐圧破壊を防止するために、V_{DD} 端子-GND 端子間に接続された抵抗及びトランジスタにより V_{DD} 端子-GND 端子間容量の電荷をディスチャージします。その時の GATE 端子電圧は強制的に”L”状態となります。

V_{DD} 端子電圧が V_{DD} 過電圧保護解除電圧(V_{OVP}R)以下になるとスイッチング動作を再開します。

<サーマルシャットダウン(Thermal Shutdown)>

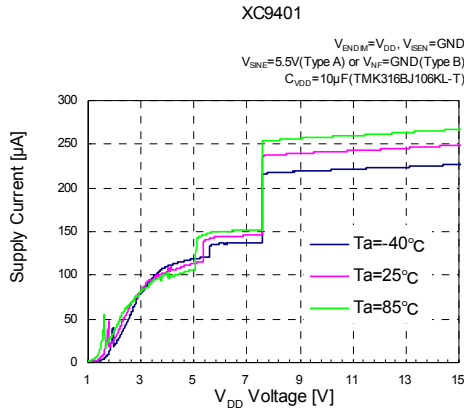
熱破壊から IC を保護するため、チップ温度が 150°C (TYP.)に達するとサーマルシャットダウンが働き GATE 端子電圧を強制的に”L”状態にします。チップ温度が 130°C (TYP.)まで下がるとスイッチング動作を再開します。

■ 使用上の注意

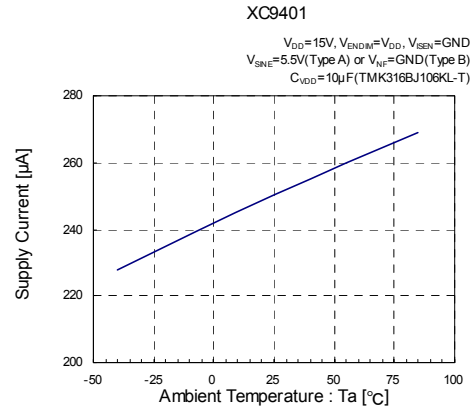
- 1) 一時的、過渡的な電圧降下および電圧上昇等の現象について、絶対最大定格を超える場合には、劣化または破壊する可能性があります。
- 2) XC9401シリーズのようなスイッチングコントローラ及び、スイッチングコントローラで制御している周辺回路ではスパイク電圧やリップル電圧が生じます。これらは周辺部品(コイルのインダクタンス値、コンデンサ、周辺部品の基板レイアウト)によって大きく影響されます。周辺部品に関してはXC9401シリーズアプリケーションノートを参考にして部品選定を行い、設計される際は十分に実機にてご確認下さい。
- 3) XC9401Aタイプ、BタイプはUVLO解除電圧後及び、EN/DIM端子電圧“H”後に200 μ s(MAX.)のディレイタイムを設けております。XC9401CタイプはUVLO解除電圧後に140 μ s(TYP)、EN/DIM端子電圧“H”後に10 μ s(MAX.)のディレイタイムを設けております。それらを考慮したシーケンス設計のご考慮をお願いします。
- 4) XC9401B605MR-GのNF端子は回路機能としてはありませんが、一部内部回路に接続されておりますので、ご使用時はGNDに接続していただくようお願いします。
- 5) 本ICの仕様範囲内でご使用ください。
- 6) 外付け部品および本ICの絶対最大定格を超えないようご注意ください。
- 7) V_{DD} の変動をできるだけ抑えるために V_{DD} とGND間に最短でバイパスコンデンサ(C_{VDD})を接続して下さい。ICと C_{VDD} の距離が離れすぎると動作が不安定になることがあります。
- 8) 周辺部品は出来る限りICの近くに実装して下さい。また、周辺部品への配線インピーダンスを下げる為に、太く短く配線して下さい。
- 9) V_{DD} 、GND配線を十分に強化して下さい。スイッチング時に V_{DD} 、GNDから回り込んでくるノイズによってICの動作が不安定となる場合があります。
- 10) 当社では製品の改善、信頼性の向上に努めております。しかしながら、万が一のためにフェールセーフとなる設計およびエージング処理など、装置やシステム上で十分な安全設計をお願いします。

■ 特性例

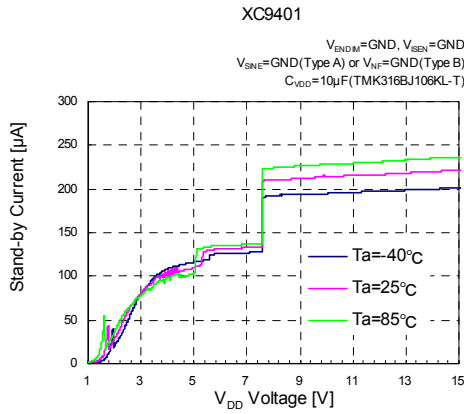
(1) Supply Current vs. V_{DD} Voltage



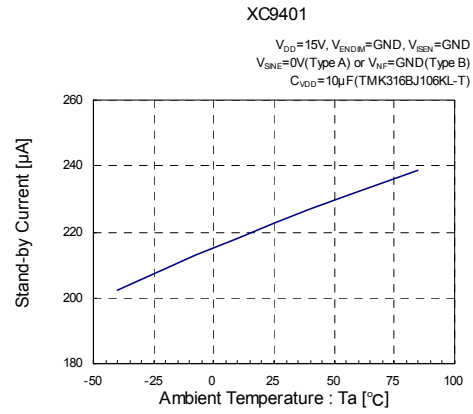
(2) Supply Current vs. Ambient Temperature



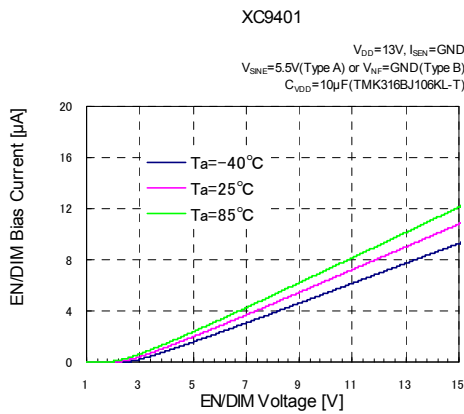
(3) Stand-by Current vs. V_{DD} Voltage



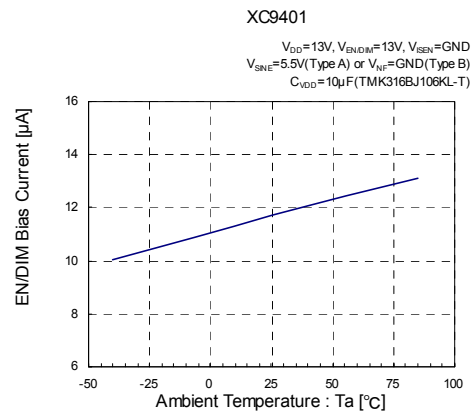
(4) Stand-by Current vs. Ambient Temperature



(5) EN/DIM Bias Current vs. EN/DIM Voltage

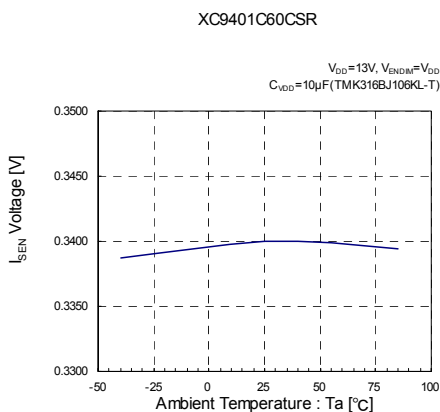
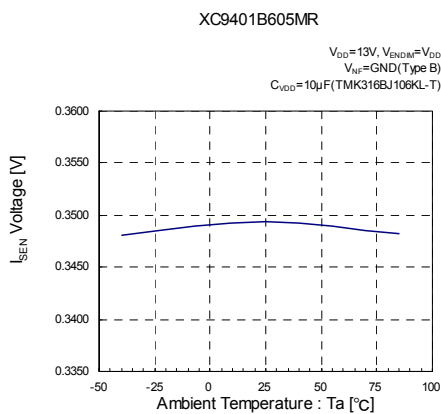
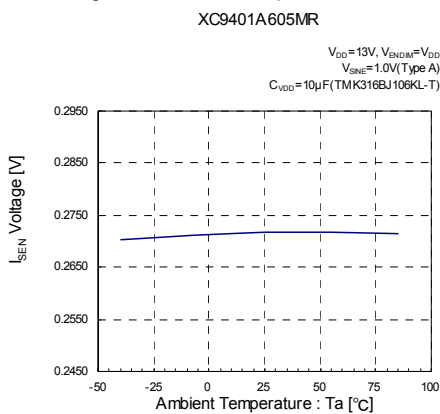


(6) EN/DIM Bias Current vs. Ambient Temperature

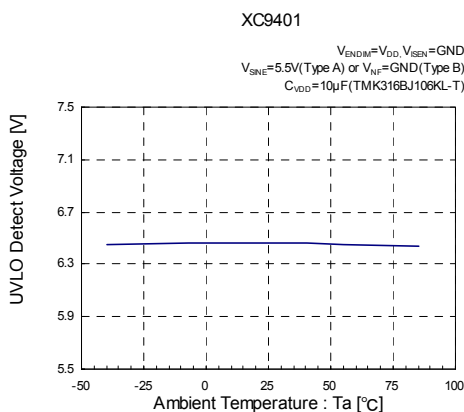


■ 特性例

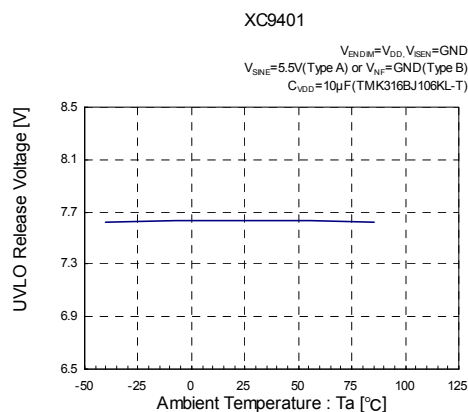
(7) I_{SEN} Voltage vs. Ambient Temperature



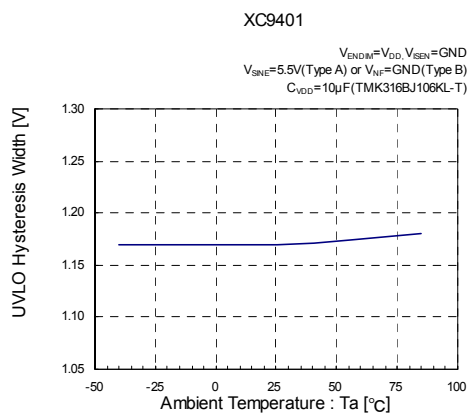
8) UVLO Detect Voltage vs. Ambient Temperature



(9) UVLO Release Voltage vs. Ambient Temperature

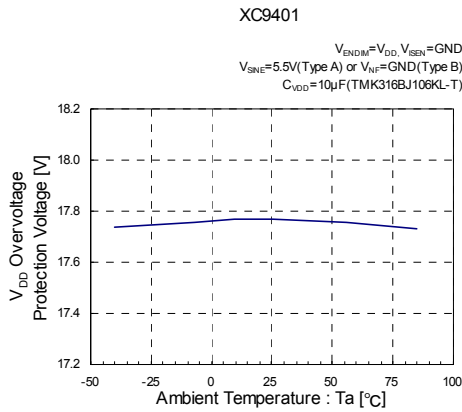


(10) UVLO Hysteresis Width vs. Ambient Temperature

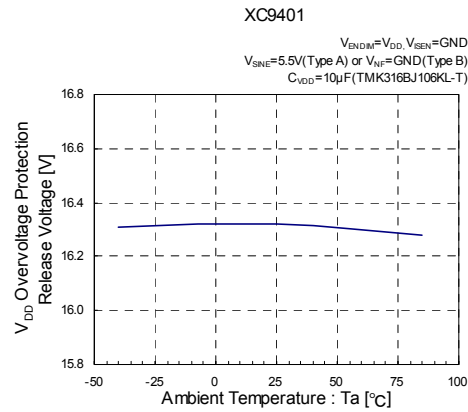


■ 特性例

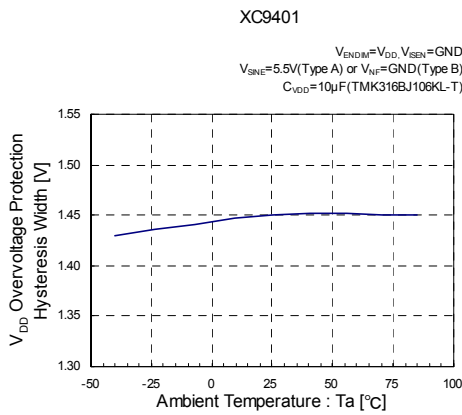
(11) V_{DD} Overvoltage Protection Voltage vs. Ambient Temperature



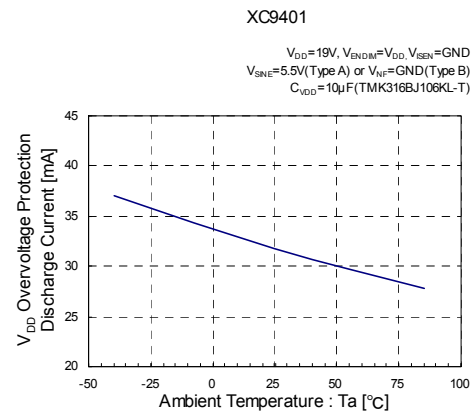
(12) V_{DD} Overvoltage Protection Release Voltage vs. Ambient Temperature



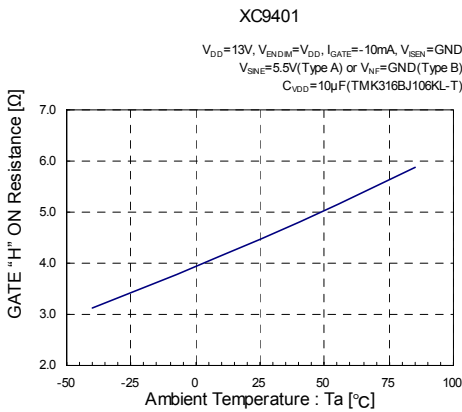
(13) V_{DD} Overvoltage Protection Hysteresis Width vs. Ambient Temperature



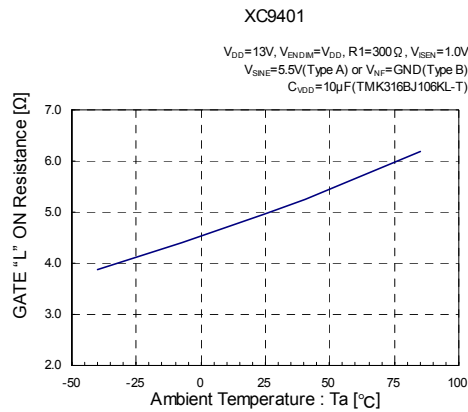
(14) V_{DD} Overvoltage Protection Discharge Current vs. Ambient Temperature



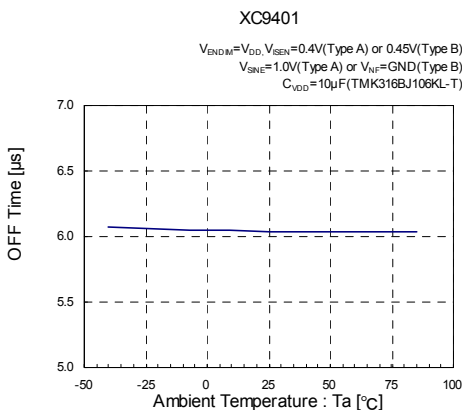
(15) GATE "H" ON Resistance vs. Ambient Temperature



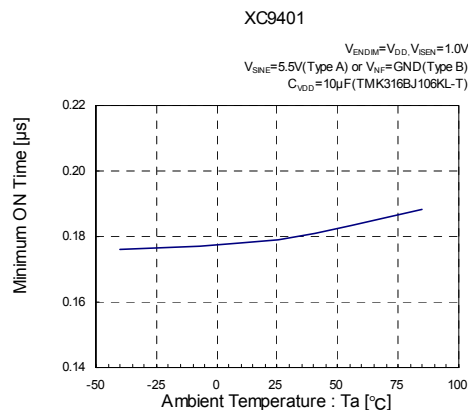
(16) GATE "L" ON Resistance vs. Ambient Temperature



(17) OFF Time vs. Ambient Temperature

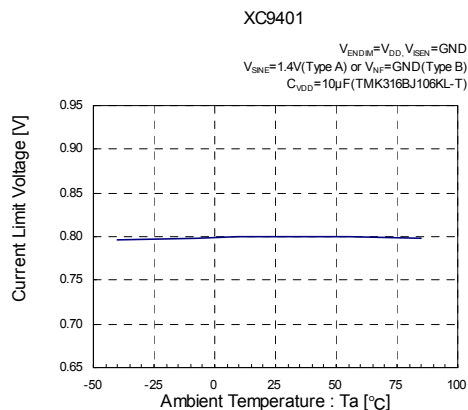


(18) Minimum ON Time vs. Ambient Temperature

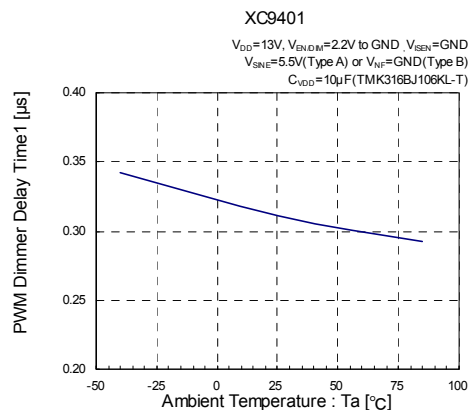


■ 特性例

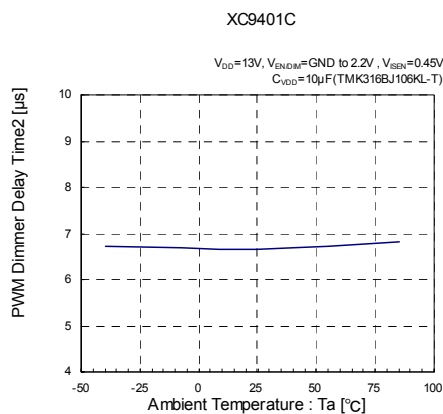
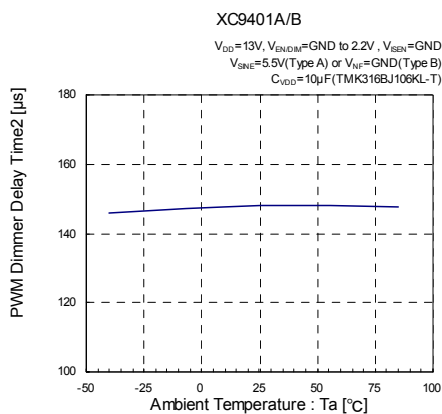
(19) Current Limit Voltage vs. Ambient Temperature



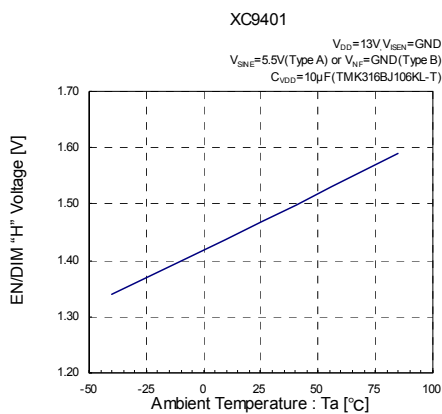
(20) PWM Dimmer Delay Time1 vs. Ambient Temperature



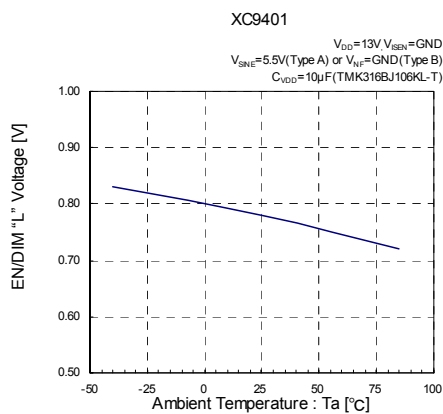
(21) PWM Dimmer Delay Time2 vs. Ambient Temperature



(22) EN/DIM "H" Voltage vs. Ambient Temperature

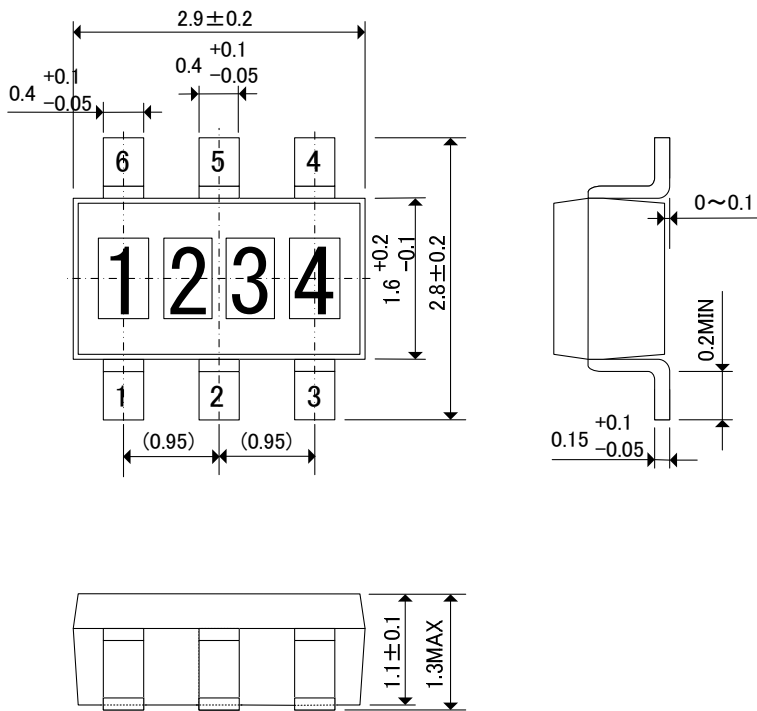


(23) EN/DIM "L" Voltage vs. Ambient Temperature

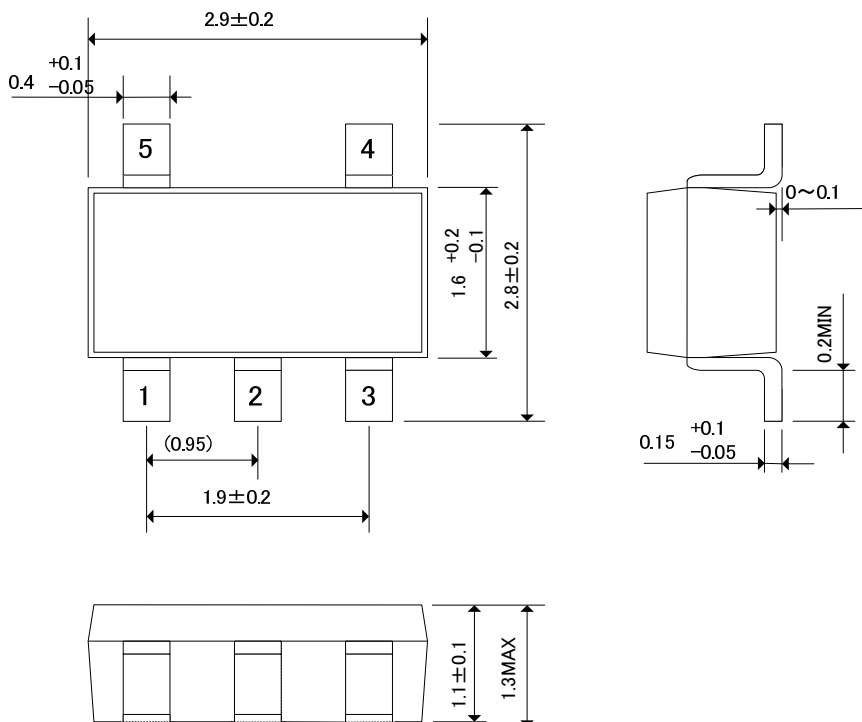


■外形寸法図

●SOT-26 パッケージ寸法 (unit: mm)



●SOT-25 パッケージ寸法 (unit: mm)



●SOT-25 パッケージ許容損失

SOT-25 パッケージにおける許容損失特性例となります。

許容損失は実装条件等に影響を受け値が変化するため、下記実装条件にての参考データとなります。

1. 測定条件(参考データ)

測定条件：基板実装状態

雰囲気：自然対流

実装：Pb フリーはんだ

実装基盤：基板 40mm×40mm (片面 1600mm²) に対して

銅箔面積 表面 約 50%—裏面 約 50%

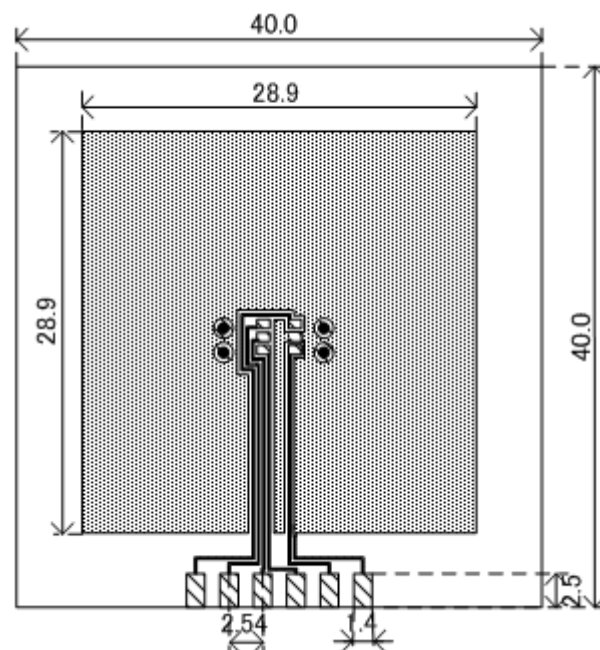
放熱板と周りの銅箔接続

(SOT-26 基盤を共用)

基板材質：ガラスエポキシ (FR-4)

板厚：1.6mm

スルーホール：ホール径 0.8mm 4 個

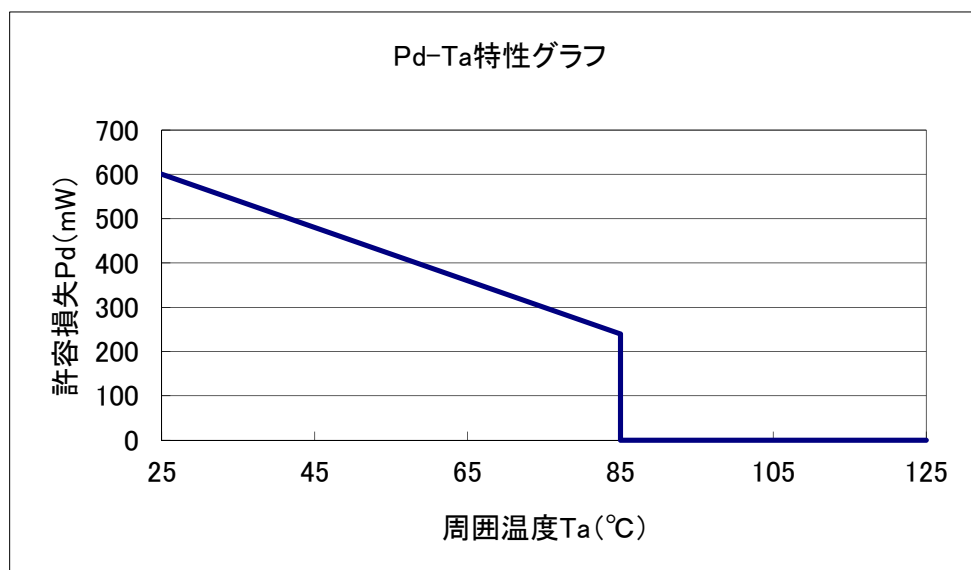


評価基板レイアウト(単位:mm)

2. 許容損失-周囲温度特性

基板実装($T_{jmax}=125^{\circ}C$)

周囲温度(°C)	許容損失 Pd (mW)	熱抵抗(°C/W)
25	600	166.67
85	240	



●SOT-26 パッケージ許容損失

SOT-26 パッケージにおける許容損失特性例となります。

許容損失は実装条件等に影響を受け値が変化するため、下記実装条件にての参考データとなります。

1. 測定条件(参考データ)

測定条件：基板実装状態

雰囲気：自然対流

実装：Pb フリーはんだ

実装基盤：基板 40mm×40mm (片面 1600mm²) に対して

銅箔面積 表面 約 50% - 裏面 約 50%

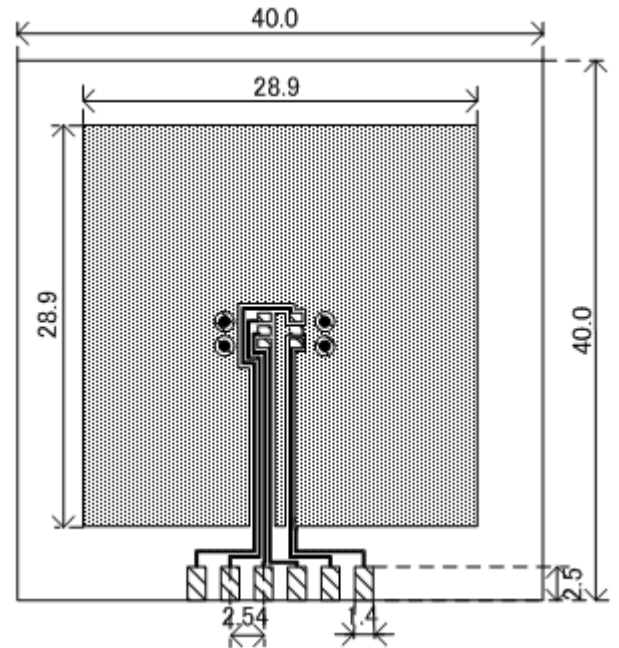
放熱板と周りの銅箔接続

(SOT-26 基盤を共用)

基板材質：ガラスエポキシ (FR-4)

板厚：1.6mm

スルーホール：ホール径 0.8mm 4 個

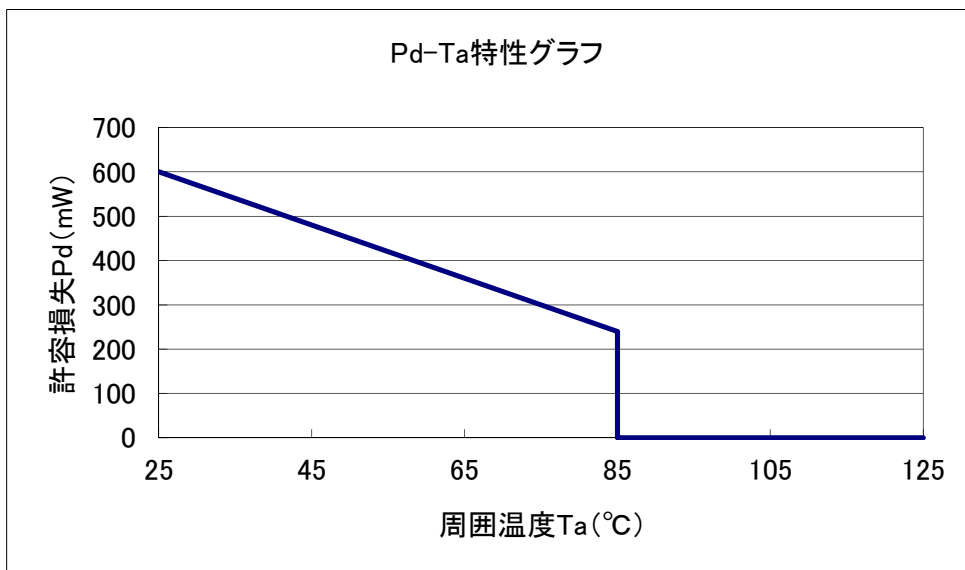


評価基板レイアウト(単位:mm)

2. 許容損失-周囲温度特性

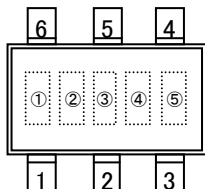
基板実装($T_{jmax}=125^{\circ}C$)

周囲温度(°C)	許容損失 Pd (mW)	熱抵抗(°C/W)
25	600	166.67
85	240	



■マーキング

●SOT-26



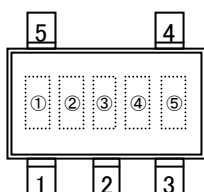
マーク① 製品番号を表す。

シンボル	品名表記例
3	XC9401*****-G

マーク②③ タイプを表す。

シンボル		品名表記例
②	③	
A	A	XC9401A605**-G
B	A	XC9401B605**-G
C	A	XC9401C60C**-G

●SOT-25



マーク④⑤ 製造ロットを表す。

01~09、0A~0Z、11~9Z、A1~A9、AA~AZ、B1~ZZ を繰り返す。
(但し、G、I、J、O、Q、W は除く。反転文字は使用しない。)

1. 本データシートに記載された内容(製品仕様、特性、データ等)は、改善のために予告なしに変更することがあります。製品のご使用にあたっては、その最新情報を当社または当社代理店へお問い合わせ下さい。
2. 本データシートに記載された内容は、製品の代表的動作及び特性を説明するものでありそれらの使用に関連して発生した第三者の知的財産権の侵害などに関し当社は一切その責任を負いません。又その使用に際して当社及び第三者の知的財産権の実施許諾を行うものではありません。
3. 本データシートに記載された製品或いは内容の情報を海外へ持ち出される際には、「外国為替及び外国貿易法」その他適用がある輸出関連法令を遵守し、必要な手続きを行って下さい。
4. 本製品は、1)原子力制御機器、2)航空宇宙機器、3)医療機器、4)車両・その他輸送機器、5)各種安全装置及び燃焼制御装置等々のように、その機器が生命、身体、財産等へ重大な損害を及ぼす可能性があるような非常に高い信頼性を要求される用途に使用されることを意図しておりません。これらの用途への使用は当社の事前の書面による承諾なしに使用しないで下さい。
5. 当社は製品の品質及び信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。故障のために生じる人身事故、財産への損害を防ぐためにも設計上のフェールセーフ、冗長設計及び延焼対策にご留意をお願いします。
6. 本データシートに記載された製品には耐放射線設計はなされておりません。
7. 保証値を超えた使用、誤った使用、不適切な使用等に起因する損害については、当社では責任を負いかねますので、ご了承下さい。
8. 本データシートに記載された内容を当社の事前の書面による承諾なしに転載、複製することは、固くお断りします。

トレックス・セミコンダクター株式会社