

### 白色 LED用 DC/DCコンバータ

NO.JA-207-140530

#### 概要

R1201xシリーズはCMOSプロセスによるPWM制御型、低消費電流の昇圧DC/DCコンバータのコントローラICで、白色LEDを定電流でドライブするために最適化されたICです。本ICは、Nch MOSFET、整流用ダイオード、発振回路、PWMコンパレータ回路、基準電圧源、誤差増幅回路、コイル電流制限回路、低電圧誤動作防止回路(UVLO)、過電圧保護回路(OVP)等から構成されています。外付け部品として、コイル、抵抗、コンデンサを用いるだけで、白色LEDを定電流で高効率に駆動することができます。ダイオードが内蔵されており外付け部品のダイオードなしで白色LEDを5個まで直列に駆動することができます。

LEDの電流は電流設定抵抗の値により設定でき、CE端子へのPWM信号によりLEDの輝度を調整することができます。0.2Vとフィードバック電圧が低いので電流設定抵抗での損失が少なく効率が向上します。Maxdutyは内部固定でTyp. 91%に設定されており、低入力電圧でLEDを駆動することができます。保護機能はLxのピーク電流を制限する電流制限機能と出力の過電圧を検出する保護機能、および、低電圧誤動作防止機能を備えています。

発振周波数は1MHz、1.2MHzから選択が可能です。

CE端子に200Hz~300kHzのPWM信号を入力することにより高速にLEDの輝度を調整することができます。CE端子に一定時間(Typ. 0.5ms)以上"L"電圧を入力することでスタンバイ状態となりLEDを消灯します。

#### ■ 特長

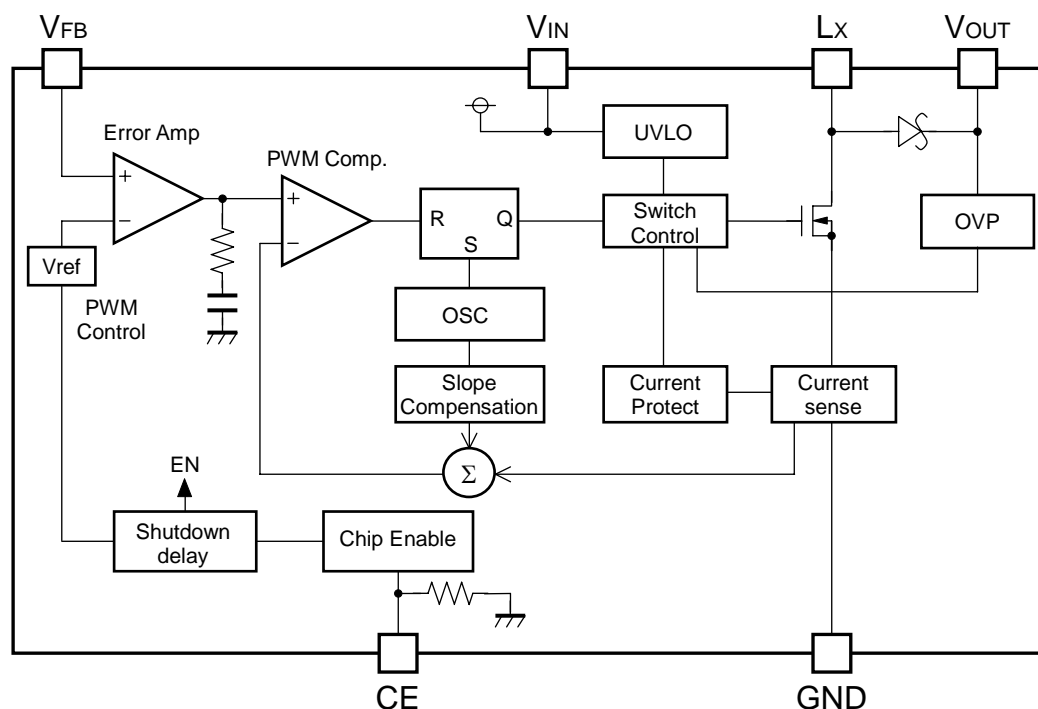
- 消費電流..... Typ. 450 $\mu$ A (R1201xxx3A/4A)  
Typ. 500 $\mu$ A (R1201xxx1A/2A)
- 消費電流(スタンバイ時)..... Max. 5 $\mu$ A
- 入力電圧範囲..... 1.8V~5.5V
- フィードバック電圧..... 0.2V
- フィードバック電圧精度.....  $\pm$ 10mV
- フィードバック電圧の温度係数.....  $\pm$ 150ppm/ $^{\circ}$ C
- 発振周波数..... Typ. 1MHz、Typ. 1.2MHz
- 最大デューティ..... Typ. 91%
- 内蔵ドライバON抵抗..... Typ. 1.35 $\Omega$
- UVLO検出電圧..... Typ. 1.6V
- コイル電流制限回路内蔵..... Typ. 700mAで制限
- 出力過電圧保護回路(OVP)内蔵..... 9.5V、14.0V、18.5V、20.6V、21.6Vから選択
- スイッチ制御..... PWM制御型
- LEDの輝度調整..... CE端子へのPWM信号入力により可能  
(周波数200Hz~300kHzのPWM信号で制御)
- パッケージ..... DFN1616-6、SOT-23-6
- セラミックコンデンサ対応..... 0.22 $\mu$ F (R1201x02xA/ 03xA/ 04xA)  
1 $\mu$ F (R1201x05xA)

#### ■ アプリケーション

- 携帯用機器の白色LEDドライバ

## R1201x

### ■ ブロック図



### ■ セレクションガイド

R1201xシリーズは、パッケージ、OVP検出電圧を選択指定することができます。

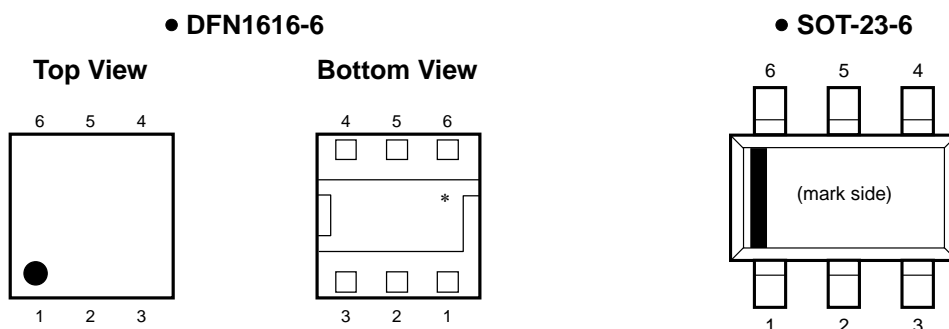
製品名	パッケージ	1 リール個数	鉛フリー	ハロゲンフリー
R1201LxxxA-TR	DFN1616-6	5,000 pcs	○	○
R1201NxxxA-TR-FE	SOT-23-6	3,000 pcs	○	○

xxx : OVP 検出電圧の指定に用います。

- (021) OVP 検出電圧 : 9.5V、発信周波数 : 1.2MHz
- (031) OVP 検出電圧 : 14.0V、発信周波数 : 1.2MHz
- (041) OVP 検出電圧 : 18.5V、発信周波数 : 1.2MHz
- (051) OVP 検出電圧 : 20.6V、発信周波数 : 1.2MHz
- (052) OVP 検出電圧 : 21.6V\*、発信周波数 : 1.2MHz
- (023) OVP 検出電圧 : 9.5V、発信周波数 : 1MHz
- (033) OVP 検出電圧 : 14.0V、発信周波数 : 1MHz
- (043) OVP 検出電圧 : 18.5V、発信周波数 : 1MHz
- (053) OVP 検出電圧 : 20.6V、発信周波数 : 1MHz
- (054) OVP 検出電圧 : 21.6V\*、発信周波数 : 1MHz

(\*052、054の入力電圧範囲は、1.8V~4.5Vです。)

## ■ 端子接続図



## ■ 端子説明

### ● DFN1616-6

端子番号	端子名	機能
1	CE	チップイネーブル端子 ("H"アクティブ)
2	V <sub>FB</sub>	フィードバック端子
3	L <sub>X</sub>	スイッチング端子 (オープンドレイン出力)
4	GND	グラウンド端子
5	V <sub>IN</sub>	電源入力端子
6	V <sub>OUT</sub>	出力端子

\*)パッケージ裏面のタブの電位は基板電位 (GND) です。  
GND端子と接続する (推奨) か、オープンとしてください。

### ● SOT-23-6

端子番号	端子名	機能
1	CE	チップイネーブル端子 ("H"アクティブ)
2	V <sub>OUT</sub>	出力端子
3	V <sub>IN</sub>	電源入力端子
4	L <sub>X</sub>	スイッチング端子 (オープンドレイン出力)
5	GND	グラウンド端子
6	V <sub>FB</sub>	フィードバック端子

## R1201x

## ■ 絶対最大定格

(GND=0V)

記号	項目	定格	単位
$V_{IN}$	$V_{IN}$ 端子電圧	-0.3~6.5	V
$V_{CE}$	CE端子電圧	-0.3~ $V_{IN}+0.3$	V
$V_{FB}$	$V_{FB}$ 端子電圧	-0.3~ $V_{IN}+0.3$	V
$V_{OUT}$	$V_{OUT}$ 端子電圧	-0.3~25.0	V
$V_{LX}$	$L_X$ 端子電圧	-0.3~25.0	
$I_{LX}$	$L_X$ 端子電流	1000	mA
$P_D$	許容損失 (DFN1616-6) (標準実装条件) *	640	mW
	許容損失 (SOT-23-6) (標準実装条件) *	420	
$T_{opt}$	動作周囲温度	-40~85	°C
$T_{stg}$	保存周囲温度	-55~125	°C

\*) 許容損失、標準実装条件については、パッケージ情報に詳しく記述していますのでご参照ください。

## 絶対最大定格

絶対最大定格に記載された値を超えた条件下に置くことはデバイスに永久的な破壊をもたらすことがあるばかりか、デバイス及びそれを使用している機器の信頼性及び安全性に悪影響をもたらします。絶対最大定格値でデバイスが機能動作をすることは保証していません。

## 動作定格 (電気的特性) について

半導体が使用される応用電子機器は半導体はその動作定格範囲で動作するように設計する必要があります。ノイズ、サージといえどもその範囲を超えると半導体の正常な動作は期待できなくなります。また動作定格の範囲外で動作させ続けた場合は、その半導体が本来持っている信頼性を維持できなくなります。

## ■ 電気的特性

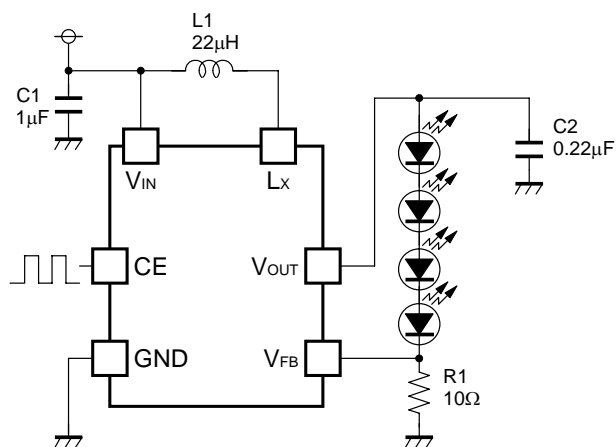
### ● R1201x

T<sub>opt</sub>=25°C

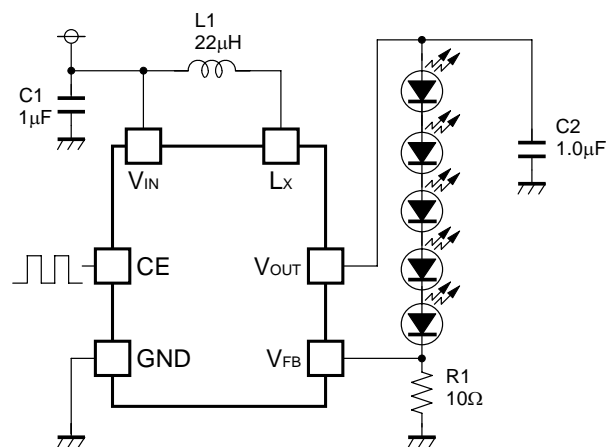
記号	項目	条件	Min.	Typ.	Max.	単位	
V <sub>IN</sub>	入力電圧	R1201xxx1A, R1201xxx3A	1.8		5.5	V	
		R1201x052A, R1201x054A,	1.8		4.5		
I <sub>DD</sub>	消費電流	V <sub>IN</sub> =入力電圧Max. V <sub>FB</sub> =0V, 無負荷時	R1201xxx1A/2A		0.5	1.0	mA
			R1201xxx3A/4A		0.45	0.9	
I <sub>standby</sub>	スタンバイ電流	V <sub>IN</sub> =入力電圧Max., V <sub>CE</sub> =0V		1.0	5.0	μA	
V <sub>UVLO1</sub>	UVLO 検出電圧	V <sub>IN</sub> 立下がり時	1.5	1.6	1.7	V	
V <sub>UVLO2</sub>	UVLO 復帰電圧	V <sub>IN</sub> 立上がり時		V <sub>UVLO1</sub> +0.1	1.8	V	
V <sub>CEH</sub>	CE"H"入力電圧	V <sub>IN</sub> =入力電圧Max.	1.5			V	
V <sub>CEL</sub>	CE"L"入力電圧	V <sub>IN</sub> =1.8V			0.5	V	
R <sub>CE</sub>	CE プルダウン抵抗	V <sub>IN</sub> =3.6V	600	1200	2200	kΩ	
V <sub>FB</sub>	V <sub>FB</sub> 電圧	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =3.6V	0.19	0.20	0.21	V	
ΔV <sub>FB</sub> /ΔT <sub>opt</sub>	V <sub>FB</sub> 電圧温度係数	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =3.6V, -40°C ≤ T <sub>opt</sub> ≤ 85°C		±150		ppm/°C	
I <sub>FB</sub>	V <sub>FB</sub> 入力電流	V <sub>IN</sub> =入力電圧Max., V <sub>FB</sub> =0V or V <sub>IN</sub>	-0.1		0.1	μA	
R <sub>ON</sub>	スイッチ ON 抵抗	V <sub>IN</sub> =3.6V, I <sub>LX</sub> =100mA		1.35		Ω	
I <sub>LXleak</sub>	Lxリーク電流	V <sub>LX</sub> =24V		0	3.0	μA	
I <sub>LXlim</sub>	Lx制限電流	V <sub>IN</sub> =3.6V	400	700	1000	mA	
V <sub>f</sub>	ダイオード順方向電圧	I <sub>DIODE</sub> =100mA		0.8		V	
I <sub>DIODEleak</sub>	ダイオードリーク電流	V <sub>OUT</sub> =24V, V <sub>LX</sub> =0V			10	μA	
f <sub>osc</sub>	発振周波数	V <sub>IN</sub> =3.6V, V <sub>OUT</sub> =V <sub>FB</sub> =0V	R1201xxx1A/2A	1.0	1.2	1.4	MHz
			R1201xxx3A/4A	0.83	1.0	1.17	
Maxduty	最大デューティ	V <sub>IN</sub> =3.6V, V <sub>OUT</sub> =V <sub>FB</sub> =0V	86	91		%	
V <sub>OVP1</sub>	OVP 検出電圧	V <sub>IN</sub> =3.6V V <sub>OUT</sub> 立上がり時	R1201x021A/023A	8.9	9.5	10.1	V
			R1201x031A/033A	13.4	14.0	14.6	
			R1201x041A/043A	17.9	18.5	19.1	
			R1201x051A/053A	20.0	20.6	21.2	
			R1201x052A/054A	21.0	21.6	22.2	
ΔV <sub>OVP1</sub> /ΔT <sub>opt</sub>	V <sub>OVP1</sub> 電圧温度係数	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =3.6V, -40°C ≤ T <sub>opt</sub> ≤ 85°C		±150		ppm/°C	
V <sub>OVP2</sub>	OVP 解除電圧	V <sub>IN</sub> =3.6V V <sub>OUT</sub> 立下がり時	R1201x021A/023A		V <sub>OVP1</sub> -0.5		V
			R1201x031A/033A		V <sub>OVP1</sub> -0.75		
			R1201x041A/043A		V <sub>OVP1</sub> -1.0		
			R1201x051A/053A		V <sub>OVP1</sub> -1.1		
			R1201x052A/054A		V <sub>OVP1</sub> -1.15		

## R1201x

### ■ 基本回路例



R1201x02xA/03xA/04xA



R1201x05xA

(外付け部品参考例) C2 : R1201x02xA/03xA/04xA 0.22µF  
C2 : R1201x05xA 1.0µF

#### ●LED電流設定

CE端子入力が"H"入力（デューティ=100%）の時のLEDの電流は、フィードバック抵抗（R1）により設定できます。

$$I_{LED} = V_{FB} / R1$$

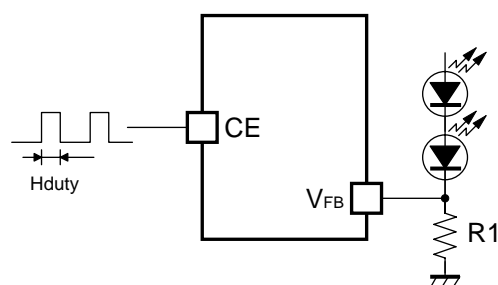
#### ●LED輝度調整

CE端子にPWM信号を入力することでLEDの輝度調整ができます。一定時間（Typ. 0.5ms）以上"L"電圧を入力することでスタンバイ状態となりLEDを消灯します。CE端子入力が"H"入力（デューティ=100%）の時のLEDの電流は上式で表されます。CE端子入力のPWM信号のデューティによりLEDの電流を制御することができます。CE信号の"H"デューティをHdutyとすると、LEDの電流は下式の値となります。

$$I_{LED} = Hduty \times V_{FB} / R1$$

PWM信号の周波数は200Hz～300kHzの範囲で使用して下さい。

20kHz以下のPWM信号で輝度調整する場合、コイル電流の増加・減少が可聴帯域の範囲となるため音として認識される場合があります。その場合には高い周波数のPWM信号で制御して下さい。



CE 入力による輝度調整

### ●ソフトスタート

CE端子"H"入力で起動する場合には、エラーアンプの出力が0Vからスタートすることで突入電流を抑えています。また、CE端子へのPWM信号のデューティを徐々に大きくすることで突入電流を抑えることもできます。

### ●コイルの選択

定常動作時のコイルのピーク電流は、下の式で見積ることができます。

$$I_{Lmax}=1.25 \times I_{LED} \times V_{OUT} / V_{IN} + 0.5 \times V_{IN} \times (V_{OUT} - V_{IN}) / (L \times V_{OUT} \times f_{osc})$$

また起動時やCE端子での輝度調整をする際には過渡的にそれ以上の電流が流れます。

その際ピーク電流がICの制限電流以下となるようにコイルを選択して下さい。

またピーク電流がコイルの定格を超えないようなものを選択して下さい。

$V_{IN}=3.6V$ で4個のLEDを駆動する場合には、 $22\mu H$ 以上のコイルを推奨します。

### ●コンデンサの選択

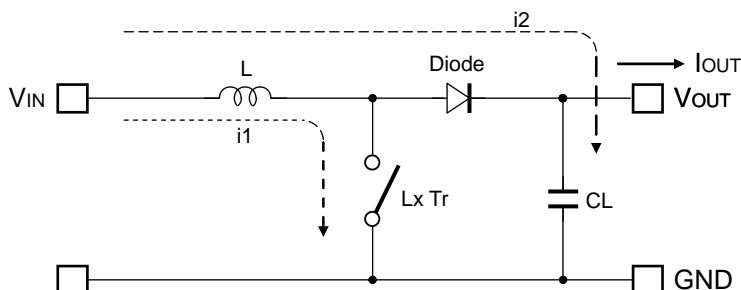
$V_{IN}$ 端子とGND端子間に $1\mu F$ 以上のバイパスコンデンサC1をICに最短距離で配置して下さい。

$V_{OUT}$ 端子とGND端子間に $0.22\mu F$ 以上のコンデンサC2を配置して下さい。

R1201x05xAの場合は、 $1\mu F$ 以上のコンデンサC2を配置して下さい。

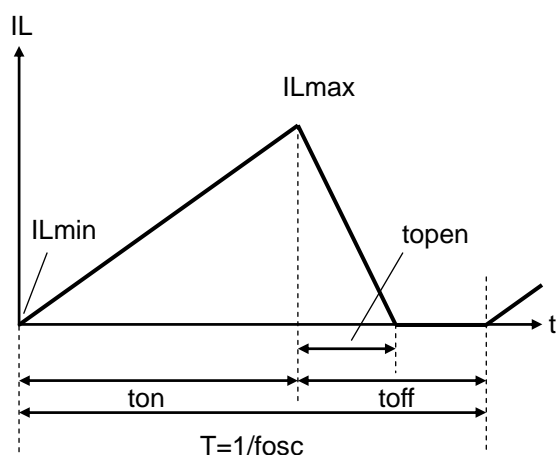
## ■ 昇圧 DC/DC コンバータの動作と出力電流

<基本回路>

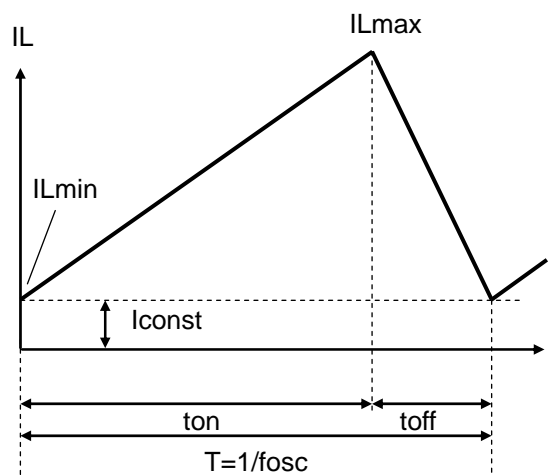


<Lに流れる電流>

断続モード



連続モード



PWM制御型昇圧DC/DCコンバータではコイル電流の連続性により断続モードと連続モードの2つの動作モードがあります。

トランジスタがONの時コイルLに加わる電圧は $V_{IN}$ となり電流 ( $i_1$ ) の増加分は

$$\Delta i_1 = V_{IN} \times t_{on} / L \dots\dots\dots \text{式 1}$$

となります。

昇圧回路ではOFFの時間においても電源から電力が供給されます。この時のコイルの電流 ( $i_2$ ) の減少分は

$$\Delta i_2 = (V_{OUT} - V_{IN}) \times t_{open} / L \dots\dots\dots \text{式 2}$$

となります。

PWM制御方式では  $t_{open}=t_{off}$  となる時にコイルの電流は連続的になり、DC/DCコンバータの動作は連続モードになります。



連続モード時の定常状態では電流の変化分が等しいので

$$V_{IN} \times t_{on} / L = (V_{OUT} - V_{IN}) \times t_{off} / L \dots\dots\dots \text{式 3}$$

となり、連続モードではデューティは

$$\text{duty}(\%) = t_{on} / (t_{on} + t_{off}) = (V_{OUT} - V_{IN}) / V_{OUT} \dots\dots\dots \text{式 4}$$

となります。

$t_f = t_{off}$ となる時のインダクタ電流の平均値は

$$I_{L1} (\text{Ave.}) = V_{IN} \times t_{on} / (2 \times L) \dots\dots\dots \text{式 5}$$

となり、また入力電力と出力電力は等しいとすると

$$I_{OUT} = V_{IN}^2 \times t_{on} / (2 \times L \times V_{OUT}) \dots\dots\dots \text{式 6}$$

となり、 $I_{OUT}$ が式6より大きい場合に連続モードになります。

この時のインダクタに流れるピーク電流 $I_{Lxmax}$ は

$$I_{Lxmax} = I_{OUT} \times V_{OUT} / V_{IN} + V_{IN} \times t_{on} / (2 \times L)$$

$$I_{Lxmax} = I_{OUT} \times V_{OUT} / V_{IN} + V_{IN} \times T \times (V_{OUT} - V_{IN}) / (2 \times L \times V_{OUT}) \dots\dots\dots \text{式 7}$$

となりピーク電流は $I_{OUT}$ に比べて大きな値になります。 $I_{Lxmax}$ に注意して入出力条件、周辺部品を決定してください。

以上の説明は理想的な場合の計算で、外付け部品や $L_x$ スイッチでのロスが含まれておりません。

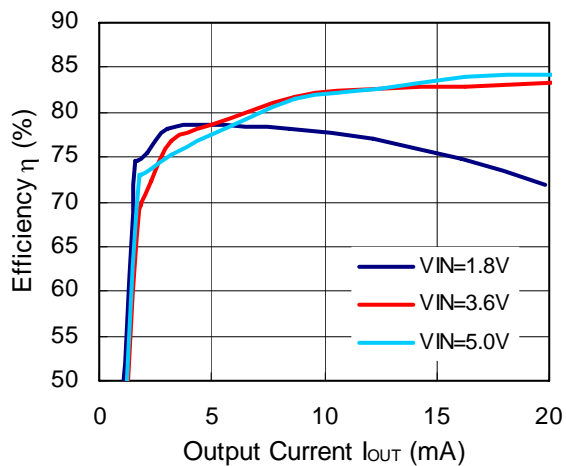
実際の最大出力電流は上記の50~80%となります。特に $I_L$ が大きい時や $V_{IN}$ が低い時はスイッチのON抵抗分だけ電力をロスするので注意が必要です。また、 $V_{OUT}$ については、ダイオードの $V_f$ 分(0.8V程度)を考慮する必要があります。

R1201x

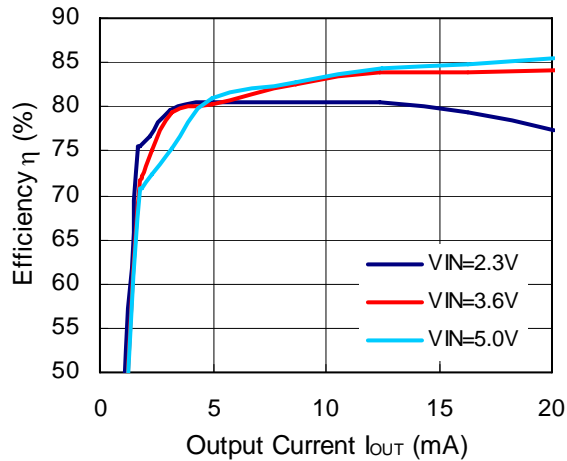
■ 特性例

1) 効率対出力電流特性例 (fosc=1.2MHz)

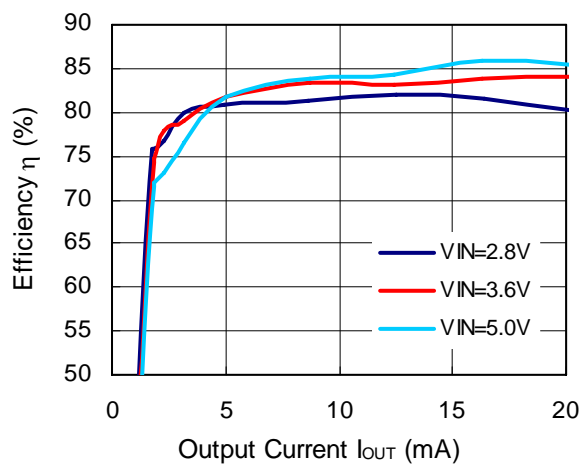
2LEDs



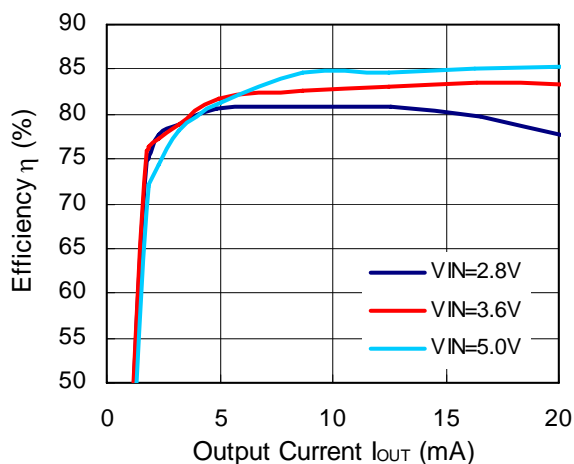
3LEDs



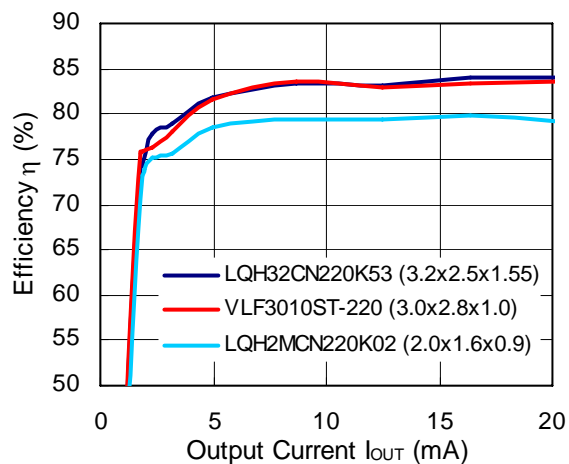
4LEDs



5LEDs

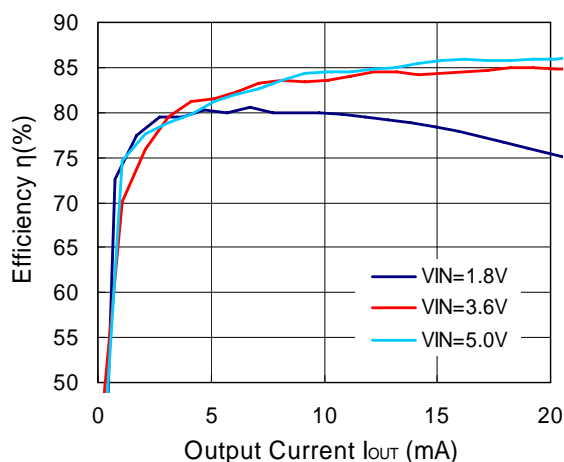


4LEDs (VIN=3.6V)

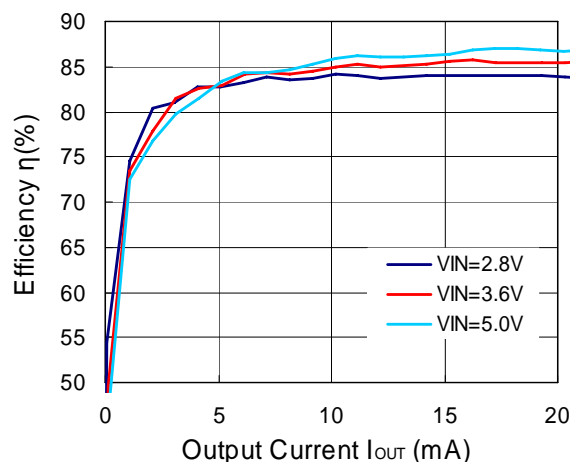


2) 効率対出力電流特性例 (f<sub>osc</sub>=1.0MHz)

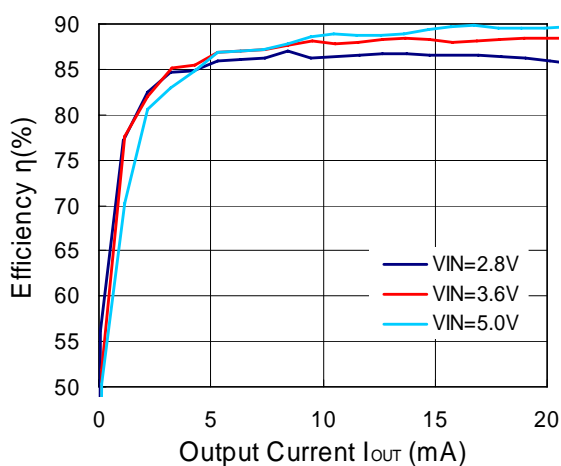
2LEDs



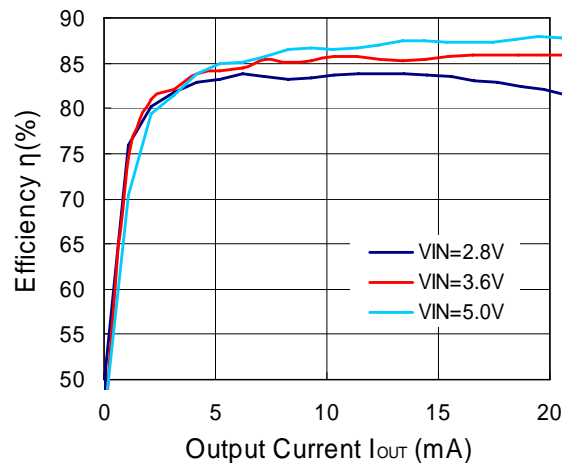
3LEDs



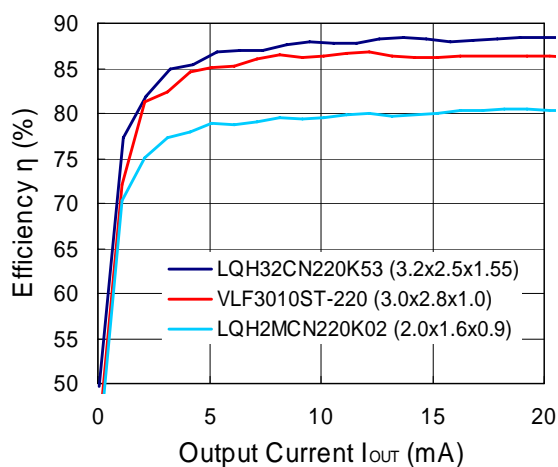
4LEDs



5LEDs

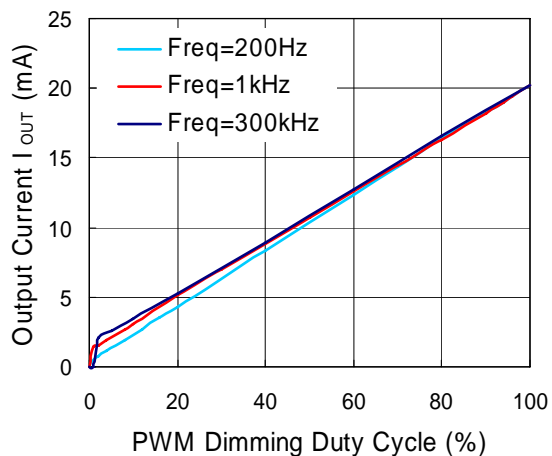


4LEDs (V<sub>IN</sub>=3.6V)



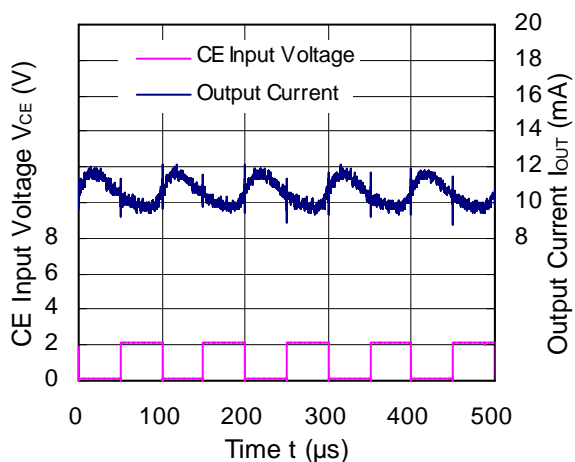
R1201x

3) PWM Dimming Duty Cycle対出力電流 (R1=10Ω)

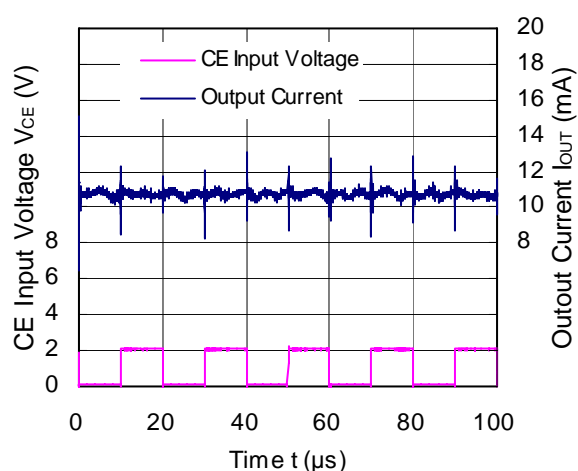


4) PWM Dimming 時出力電流リップル

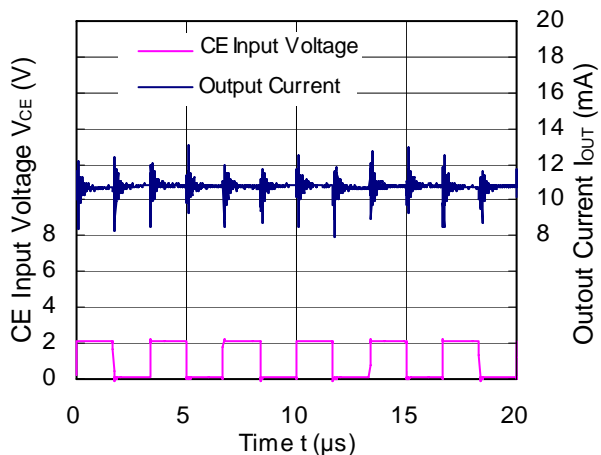
f=10kHz



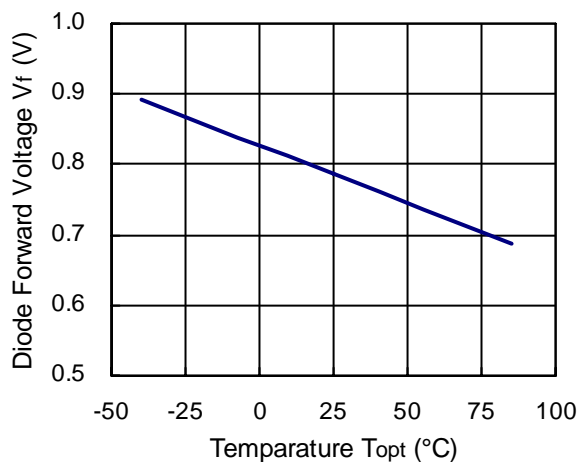
f=50kHz



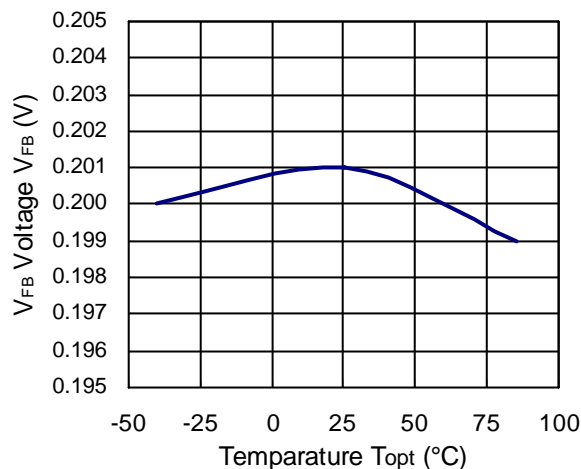
f=300kHz



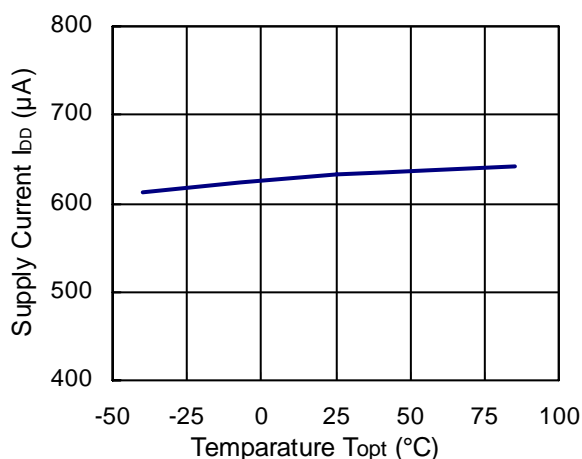
5) Diode 順方向電圧対周囲温度特性



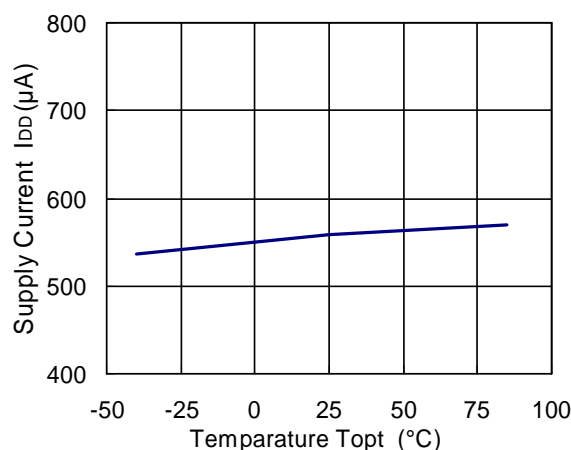
6) V<sub>FB</sub> 電圧対周囲温度特性



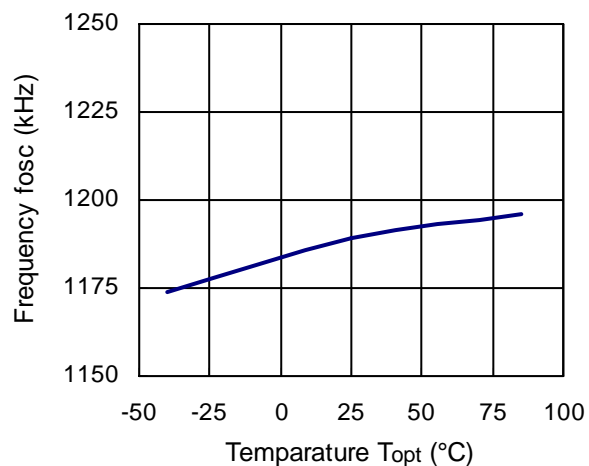
7) 消費電流対周囲温度特性 (f<sub>osc</sub>=1.2MHz)



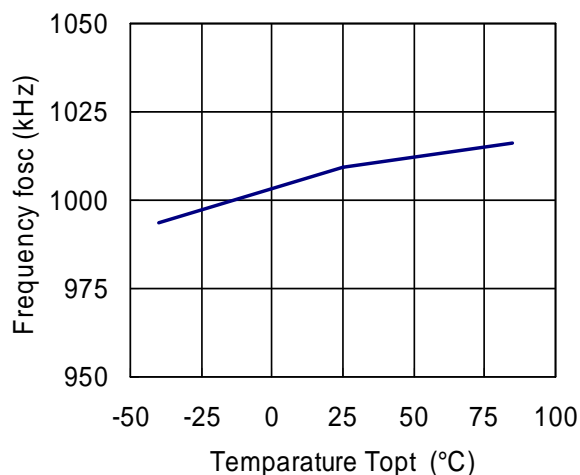
8) 消費電流対周囲温度特性 (f<sub>osc</sub>=1.0MHz)



9) 発振周波数対周囲温度特性 (f<sub>osc</sub>=1.2MHz)

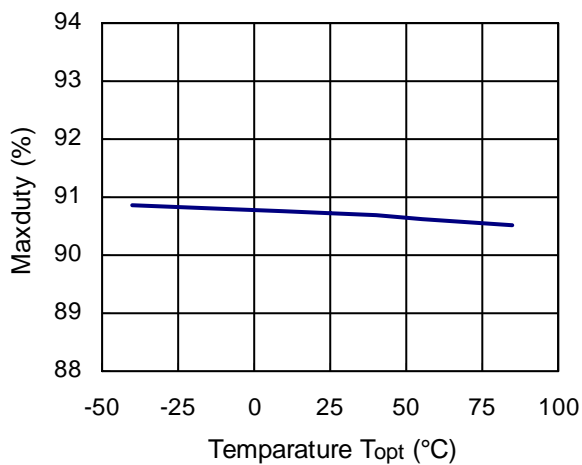


10) 発振周波数対周囲温度特性 (f<sub>osc</sub>=1.0MHz)

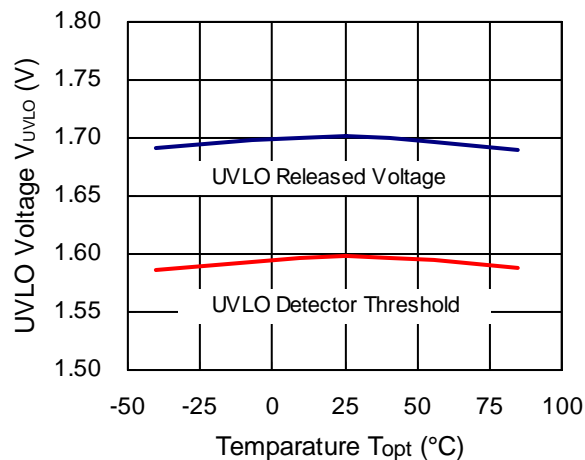


## R1201x

### 11) Maxduty 对周围温度特性

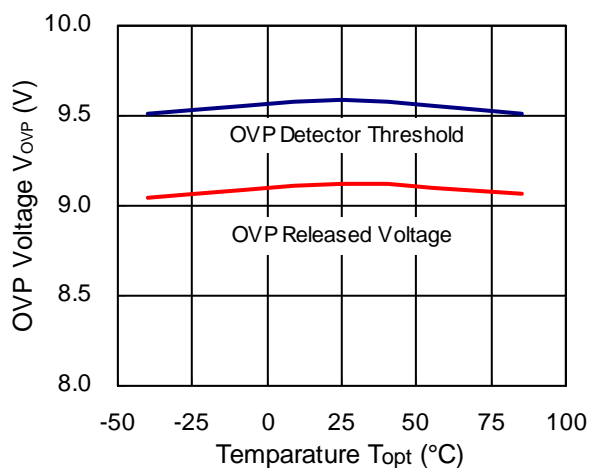


### 12) UVLO 电压对周围温度特性

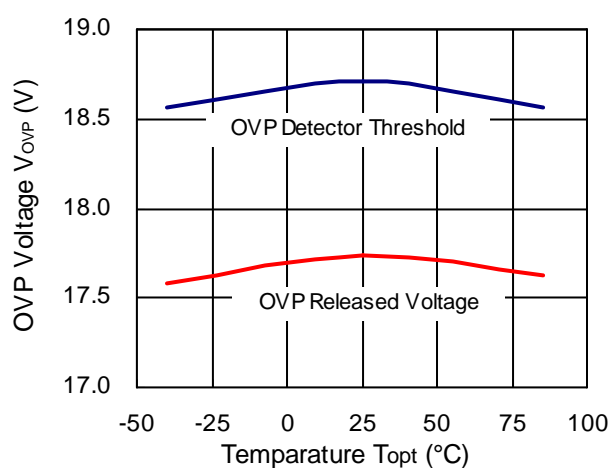


### 13) OVP 电压对周围温度特性

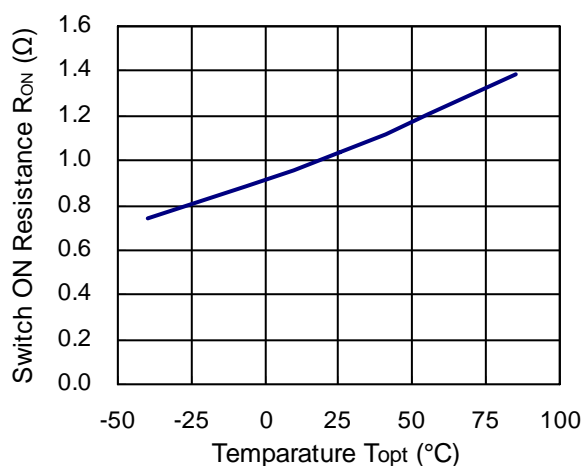
R1201x02xA



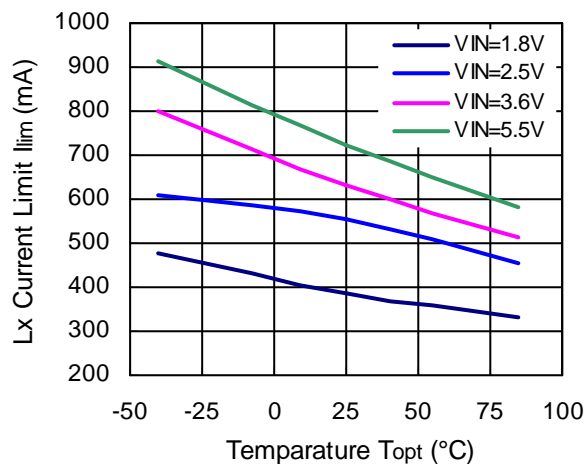
R1201x04xA



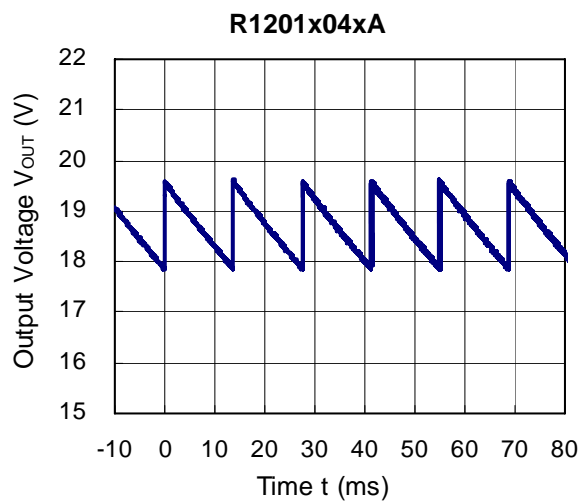
### 14) Switch ON 抵抗对周围温度特性



15) Lx 制限電流対周囲温度特性



16) OVP 動作時出力電圧波形





本ドキュメント掲載の技術情報及び半導体のご使用につきましては以下の点にご注意ください。

1. 本ドキュメントに記載しております製品及び製品仕様は、改良などのため、予告なく変更することがあります。又、製造を中止する場合がありますので、ご採用にあたりましては当社又は販売店に最新の情報をお問合せください。
2. 文書による当社の承諾なしで、本ドキュメントの一部、又は全部をいかなる形でも転載又は複製されることは、堅くお断り申し上げます。
3. 本ドキュメントに記載しております製品及び技術情報のうち、「外国為替及び外国貿易管理法」に該当するものを輸出される場合、又は国外に持ち出される場合は、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。
4. 本ドキュメントに記載しております製品及び技術情報は、製品を理解していただくためのものであり、その使用に関して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証、又は実施権の許諾を意味するものではありません。
5. 本ドキュメントに記載しております製品は、標準用途として一般的電子機器(事務機、通信機器、計測機器、家電製品、ゲーム機など)に使用されることを意図して設計されております。故障や誤動作が人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある特別な品質、信頼性が要求される装置(航空宇宙機器、原子力制御システム、交通機器、輸送機器、燃焼機器、各種安全装置、生命維持装置等)に使用される際には、必ず事前に当社にご相談ください。
6. 当社は品質、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。故障の結果として人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意ください。誤った使用又は不適切な使用に起因するいかなる損害等についても、当社は責任を負いかねますのでご了承ください。
7. 本ドキュメントに記載しております製品は、耐放射線設計はなされてございません。
8. X線照射により製品の機能・特性に影響を及ぼす場合があるため、評価段階で機能・特性を確認の上でご利用ください。
9. WLCSPパッケージの製品は、遮光状態でご利用ください。光照射環境下(動作、保管中含む)では、機能・特性に影響を及ぼす場合があるためご注意ください。
10. パッケージ捺印は、画像認識装置の仕様によって文字認識に差が生じることがあります。画像認識装置にて文字認識をする場合は、事前に弊社販売店または弊社営業担当者までお問い合わせください。
11. 本ドキュメント記載製品に関する詳細についてのお問合せ、その他お気付きの点がございましたら当社又は販売店までご照会ください。



弊社は地球環境保全の観点から環境負荷物質の低減に取り組んでいます。

2006年4月1日以降、弊社はRoHS指令に適合した製品を提供しています。また、2012年4月1日以降は、ハロゲンフリー製品を提供しています。

**RICOH** リコー電子デバイス株式会社

弊社デバイスに関する詳しい内容をお知りになりたい方は下記へアクセスしてください。

<http://www.e-devices.ricoh.co.jp/>

本ドキュメント掲載製品に関するお問い合わせは下記宛までお願いします。

- 東日本地区 〒140-8655 東京都品川区東品川3-32-3  
03(5479)2854 (直) FAX 03(5479)0502
- 西日本地区 〒563-8501 大阪府池田市姫室町13-1  
072(748)6262 (直) FAX 072(753)2120

●お問い合わせ・ご用命は・・・