

## 入力電圧 25V 対応 ブートストラップ降圧同期整流 DC/DC コントローラ

☆Green Operation 対応

## ■概要

XC9213シリーズは、ブートストラップ方式のドライバ回路を内蔵した、N-ch-N-chドライブの降圧同期整流 DC/DC コンバータコントローラです。

電流センス用として 数十mΩの抵抗(RSENSE)を挿入することにより、低ESRコンデンサ使用時の位相補償を行います。また、過電流検出による電流制限を行い、かつCPROを用いて一定時間後は出力をシャットダウンさせることにより2重の保護となっております。

1.0V (精度±2.0%)の基準電圧源を内蔵し外付け抵抗(RFB1,2)で1.5V~15Vまで任意に出力電圧を設定することが可能です。

MODE (PWM/PFM切替)端子を用意し、常時同期整流のPWM動作と、同期整流を停止したカレントリミット PFM/PWM自動切替動作を選択することができます。

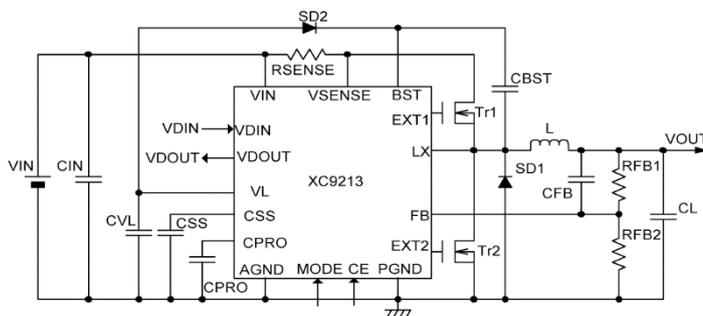
電圧ディテクタを内蔵し、外付け抵抗により任意の電圧の監視が可能です。

スタンバイ時(CE端子"L")には全回路を停止することにより消費電流を4.0μA以下に抑えます。

## ■用途

- 電子ブックリーダー・電子辞書
- スマートフォン・携帯電話
- ノート PC / タブレット PC
- デジタルオーディオ
- 汎用電源

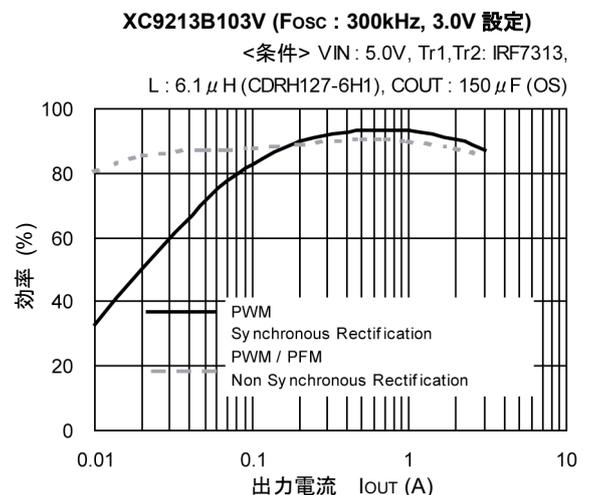
## ■代表標準回路



## ■特長

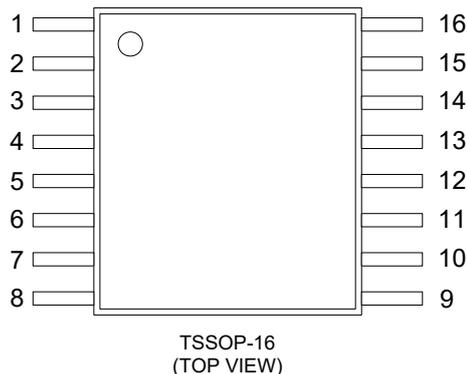
入力電圧範囲	: 4.0V ~ 25.0V
出力電圧範囲	: 外部設定にて 1.5V~15.0V 対応可 基準電圧 1.0V±2%
発振周波数	: 300kHz (±15%)
出力電流	: 5A 以上可 (VIN=5.0V, VOUT=3.3V)
制御	: PWM/PFM 外部切替制御
電流制限,保護	: センス電圧 170mV にて電流制限動作 CPROにより出力シャットダウン時間調整可
高効率	: 93% (PWM モード) VIN=5.0V, VOUT=3.3V, 1A 出力時
電圧ディテクタ機能	: 0.9V ディテクト, オープンドレイン出力
スタンバイ機能	: I <sub>STB</sub> = 4.0μA (MAX.)
同期整流ブートストラップ Nch-Nch ドライバ	
PWM/PFM 外部切替端子有り	
過電流保護回路内蔵	
パッケージ	: TSSOP-16
環境への配慮	: EU RoHS 指令対応、鉛フリー

## ■代表特性例



# XC9213 シリーズ

## ■端子配列



## ■端子説明

端子番号	端子名	機能
1	VIN	入力電源端子
2	VSENSE	電流検出端子
3	VL	ローカル電源端子
4	CE	チップイネーブル端子
5	AGND	アナロググランド端子
6	MODE	PWM/PFM 切替端子
7	CPRO	保護時間設定コンデンサ接続端子。過電流検出時、VOUT をシャットダウンさせる時間を設定します。
8	CSS	ソフトスタートコンデンサ接続端子。ソフトスタート時間を設定します。
9	VDIN	電圧ディテクタ入力 (0.9V)
10	FB	出力電圧設定抵抗接続端子。分割抵抗により任意の出力電圧に設定できます。
11	VDOUT	電圧ディテクタ出力 (オープンドレイン)
12	PGND	パワーグランド端子
13	EXT2	ローサイド N-ch ドライバ端子。ローサイド N-ch MOSFET のゲートに接続します。
14	LX	コイル接続端子
15	EXT1	ハイサイド N-ch ブライバ端子。ハイサイド N-ch MOSFET のゲートに接続します。
16	BST	ブートストラップ端子

## ■機能表

CE 端子	IC 動作状態
H	動作
L	動作停止

MODE 端子	IC 動作状態
H	同期整流
	PWM 制御
L	非同期整流
	PWM / カレントリミット PFM 自動切替制御

## ■製品分類

### ●品番ルール

XC9213B①②③④⑤-⑥<sup>(\*)</sup>

記号	項目	シンボル	説明
①②	基準電圧	10	1.0V
③	発振周波数	3	300kHz
④⑤-⑥	パッケージ (発注単位)	VR-G	TSSOP-16 (3,000pcs/Reel)

## ■絶対最大定格

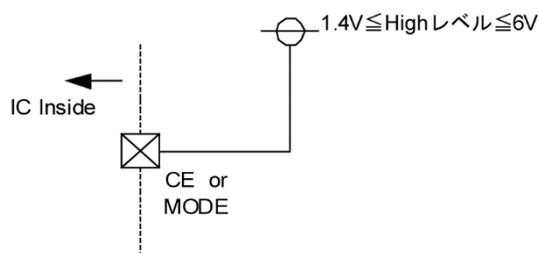
Ta = 25°C

項目	記号	定格	単位
VIN 端子電圧	VIN	-0.3 ~ 30.0	V
VSENSE 端子電圧	VSENSE	-0.3 ~ 30.0	V
VL 端子電圧	VL	-0.3 ~ 6.0	V
CE 端子電圧 (*)	CE	-0.3 ~ 30.0	V
MODE 端子電圧 (*)	MODE	-0.3 ~ 30.0	V
CPRO 端子電圧	CPRO	-0.3 ~ 6.0	V
CSS 端子電圧	CSS	-0.3 ~ 6.0	V
VDIN 端子電圧	VDIN	-0.3 ~ 6.0	V
FB 端子電圧	FB	-0.3 ~ 6.0	V
VDOUT 端子電圧	VDOUT	-0.3 ~ 30.0	V
EXT2 端子電圧	EXT2	-0.3 ~ 6.0	V
Lx 端子電圧	Lx	-0.3 ~ 30.0	V
EXT1 端子電圧	EXT1	-0.3 ~ 30.0	V
BST 端子電圧	BST	-0.3 ~ 30.0	V
EXT1 端子電流	IEXT1	±100	mA
EXT2 端子電流	IEXT2	±100	mA
Lx 端子電流	ILx	100	mA
許容損失	Pd	350	mW
動作周囲温度	Topr	-40 ~ 85	°C
保存温度	Tstg	-55 ~ 125	°C

(\*) CE, MODE 端子について下記の点にご注意ください。

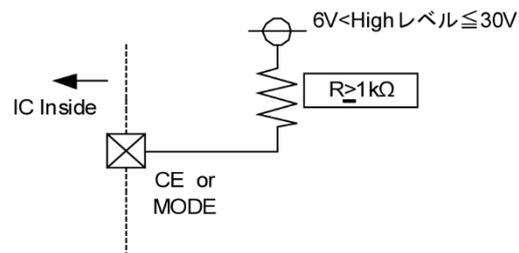
1)  $1.4V \leq \text{High レベル} \leq 6V$

直接 High レベルを出す電源につなぐことが可能です。



2)  $6V < \text{High レベル} \leq 30V$

High レベルを出す電源と CE, MODE 端子間に  $1k\Omega$  以上の抵抗を入れてください。



## ■電気的特性

XC9213B103

F<sub>osc</sub>=300kHz, Ta=25°C

項目	記号	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	測定回路
入力電圧 (*2)	V <sub>IN</sub>		4.0	-	25.0	V	-
出力電圧設定範囲	V <sub>OUTSET</sub>		1.5	-	15.0	V	-
FB 制御電圧	V <sub>FB</sub>		0.980	1.000	1.020	V	1
UVLO 電圧	UVLO	EXT1 が発振し始める電圧	1.0	1.5	2.0	V	2
消費電力 1	I <sub>DD1</sub>	CE=V <sub>IN</sub> , FB=0.9V	-	550	800	μA	3
消費電力 2	I <sub>DD2</sub>	CE=V <sub>IN</sub> , FB=1.1V	-	450	600	μA	3
スタンバイ電流	I <sub>STB</sub>	CE=FB=0V	-	-	4.0	μA	4
発振周波数	F <sub>OSC</sub>	CE=V <sub>IN</sub> , FB=0.9V	255	300	345	kHz	5
最大デューティ比	MAXDTY1	CE=V <sub>IN</sub> , FB=0.9V	91	95	-	%	5
最小デューティ比	MAXDTY2	CE=V <sub>IN</sub> , FB=1.1V	-	98	-	%	5
PFM デューティ比	PFMDTY	外付け部品あり V <sub>OUT</sub> =3V, MODE=0V, I <sub>OUT</sub> =1mA, R <sub>SENSE</sub> : なし	2.5	3.0	3.9	μs	6
SENSE 電圧	V <sub>SENSE</sub>	EXT1 が発振停止する電圧	145	170	200	mV	7
C <sub>PRO</sub> 時間	T <sub>PRO</sub>	C <sub>PRO</sub> =4700pF, V <sub>SENSE</sub> =0V→0.5V, V <sub>DOUT:H</sub> → L に反転するまでの時間	2.3	4.7	9.4	ms	8
ソフトスタート時間	T <sub>SS</sub>	外付け部品あり, C <sub>SS</sub> =4700pF, CE=0V→3V V <sub>OUT</sub> × 0.95 となるまでの時間	4	8	21	ms	9
短絡保護回路 動作電圧	V <sub>SHORT</sub>	V <sub>IN</sub> -V <sub>SENSE</sub> :0.3V 固定 FB を SWEEP V <sub>DOUT:H</sub> →L となる電圧	0.15	0.40	0.72	V	25
効率	EFFI	外付け部品あり, I <sub>OUT</sub> =1A, V <sub>OUT</sub> =3.0V	-	93	-	%	10
CE "H" 電圧	V <sub>CEH</sub>	EXT1 が発振する電圧	1.4	-	-	V	11
CE "L" 電圧	V <sub>CEL</sub>	EXT1 が L となる電圧	-	-	0.4	V	11
MODE "H" 電圧	V <sub>MODEH</sub>	EXT2 が発振する電圧	1.4	-	-	V	12
MODE "L" 電圧	V <sub>MODEL</sub>	EXT2 が L となる電圧	-	-	0.4	V	12
EXT1 "H" ON 抵抗	R <sub>EXT1H</sub>	FB=0.9V, EXT1=3.6V	-	18	23	Ω	13
EXT1 "L" ON 抵抗	R <sub>EXT1L</sub>	FB=1.1V, EXT1=0.4V	-	11	18	Ω	14
EXT2 "H" ON 抵抗	R <sub>EXT2H</sub>	FB=1.1V, EXT1=3.6V	-	18	23	Ω	15
EXT2 "L" ON 抵抗	R <sub>EXT2L</sub>	FB=0.9V, EXT2=0.4V	-	4	8	Ω	16
Dead Time 1	T <sub>DT1</sub>	外付け部品あり, EXT1:H→L, EXT2:L→H	-	100	-	ns	10
Dead Time 2	T <sub>DT2</sub>	外付け部品あり, EXT2:H→L, EXT1:L→H	-	60	-	ns	10
CE "H" 電流	I <sub>CEH</sub>	CE=5.0V	-	-	0.1	μA	17
CE "L" 電流	I <sub>CEL</sub>	CE=0V	-0.1	-	-	μA	17
MODE "H" 電流	I <sub>MODEH</sub>	MODE=5.0V	-	-	0.1	μA	18
MODE "L" 電流	I <sub>MODEL</sub>	MODE=0V	-0.1	-	-	μA	18
CSS 電流	I <sub>CSS</sub>	CSS=0V	-4.0	-2.0	-	μA	19
FB "H" 電流	I <sub>FBH</sub>	FB=5.0V	-	-	0.1	μA	20
FB "L" 電流	I <sub>FBH</sub>	FB=0V	-0.1	-	-	μA	20

## ■電気的特性

XC9213B103

### ●レギュレータ (\*3)

項目	記号	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	測定回路
出力電圧	$V_{LOUT}$	FB=1.1V, $I_{LOUT}=10\text{mA}$	3.86	4.00	4.14	V	21
負荷安定度	$\Delta V_{LOUT}$	FB=1.1V, $1\text{mA} \leq I_{LOUT} \leq 30\text{mA}$	-	45	90	mV	21
入力安定度	$\frac{\Delta V_{LOUT}}{(\Delta V_{IN} \cdot V_{LOUT})}$	FB=1.1V, $I_{LOUT}=10\text{mA}$ , $V_{LOUT}+1\text{V} \leq V_{IN} \leq 25\text{V}$	-	0.05	0.1	%/V	21

### ●ディテクタ

項目	記号	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	測定回路
検出電圧	$V_{DF}$	FB=1.1V, $V_{DOUT}:H \rightarrow L$ となる電圧	0.855	0.900	0.925	V	22
解除電圧 (*4)	$V_{DR}$	FB=1.1V, $V_{DOUT}:L \rightarrow H$ となる電圧	0.915	0.954	0.980	V	22
ヒステリシス幅	$V_{HYS}$	FB=1.1V	2.9	6.0	7.5	%	22
出力電流	$V_{DIOUT}$	FB=1.1V, $V_{DIN}=V_{DF}-0.4\text{V}$ , $V_{DOUT}=0.5\text{V}$	5	15	20	mA	23
伝搬遅延時間	TDLY	$V_{DR} \rightarrow V_{DOUT}$ 反転	-	-	10	$\mu\text{s}$	22
入力電流	$I_{VDIN}$	$V_{DIN}=5.0\text{V}$	-	-	0.1	$\mu\text{A}$	24

注:

\*1: 指定の無い時は  $V_{IN}=5.0\text{V}$ ,  $CE=5.0\text{V}$ ,  $MODE=5.0\text{V}$ ,  $FB=0.9\text{V}$

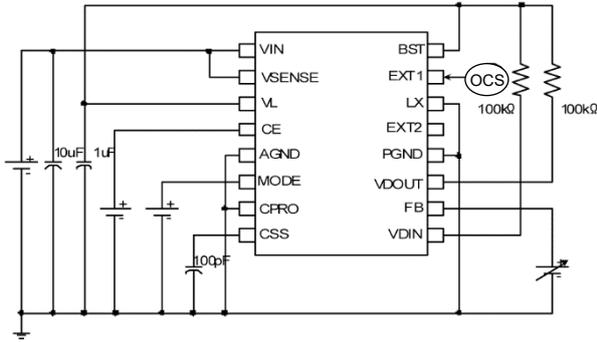
\*2: 降圧比 ( $V_{OUT}/V_{IN} \times 100$ ) が 12%以下になる時、動作が安定しなくなる時があります(無負荷時)。

\*3: 上記レギュレータはブートストラップのためだけのものです。ローカル電源として使用しないでください。

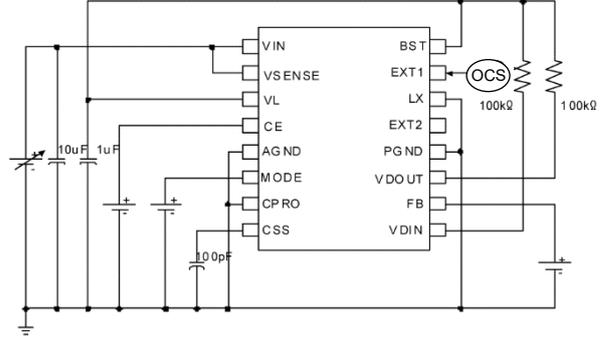
\*4: 解除電圧 ( $V_{DR} = V_{DF} + HYS \times V_{DF}$ )

## ■測定回路図

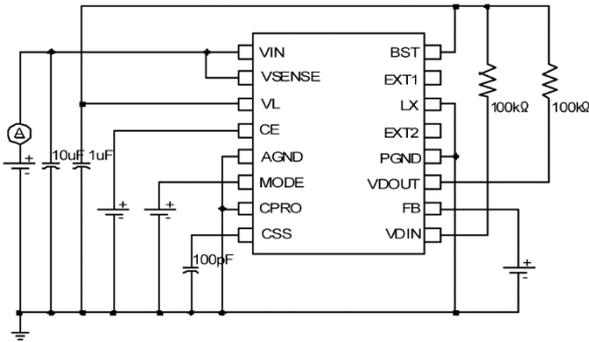
Circuit 1



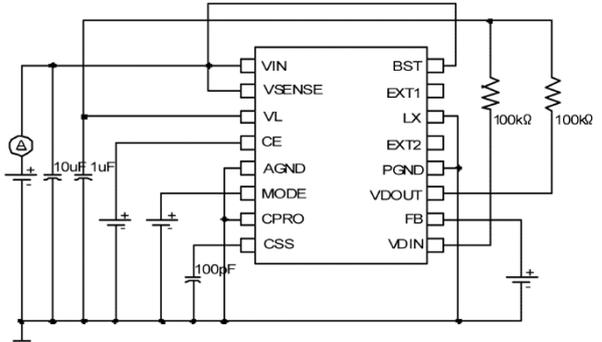
Circuit 2



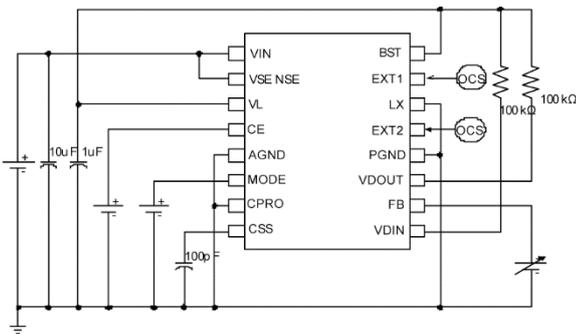
Circuit 3



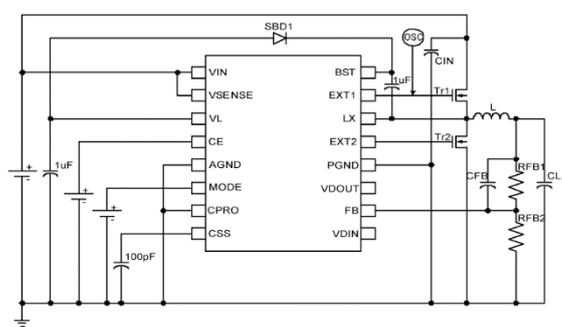
Circuit 4



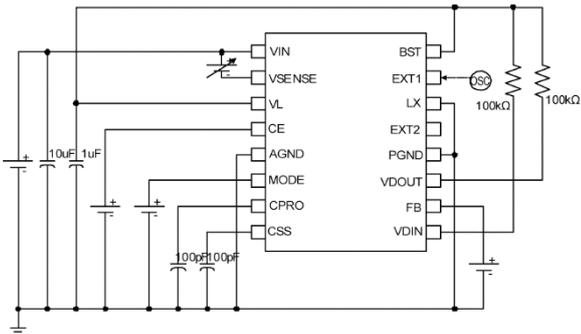
Circuit 5



Circuit 6



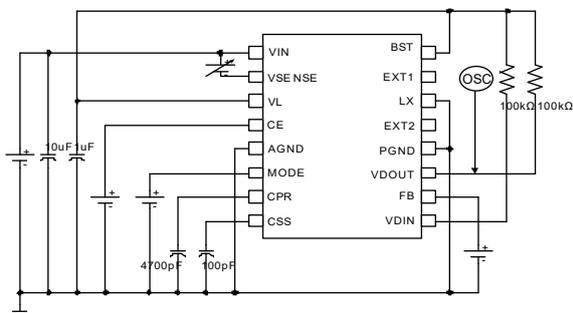
Circuit 7



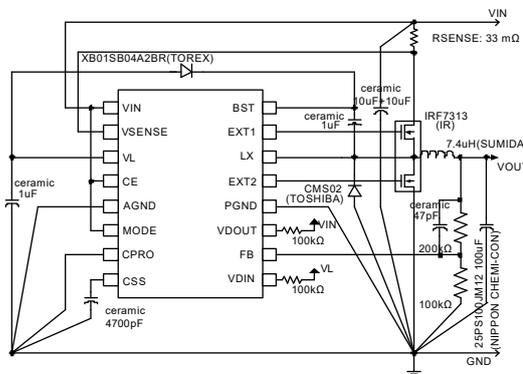
- Tr1: 2SK2857 (NEC)
- Tr2: 2SK2857 (NEC)
- SBD1: CRS02 (TOSHIBA)
- L: 22  $\mu$  H CDRH6D28 (SUMIDA)
- CL: 100  $\mu$  F (OS-CON, NIPPON CHEMI-CON)
- CIN1: 22  $\mu$  F (OS-CON, SANYO)
- RFB1: 220k $\Omega$
- RFB2: 110k $\Omega$
- CFB: 68pF

■測定回路図

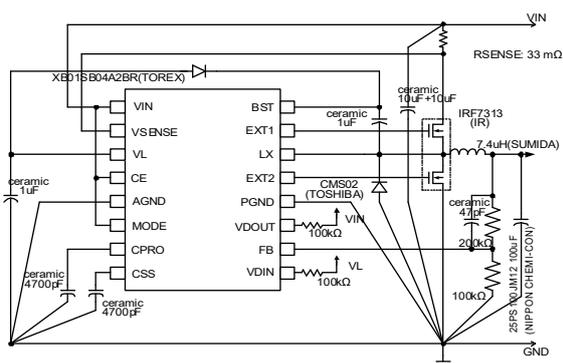
Circuit 8



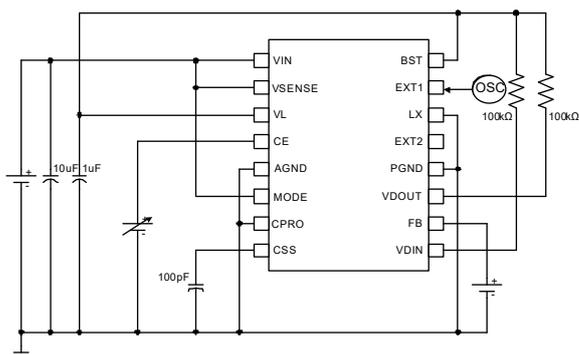
Circuit 9



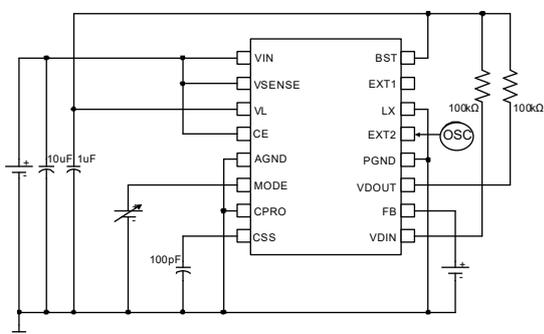
Circuit 10



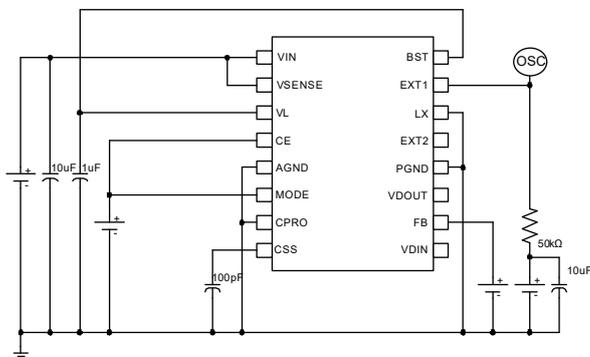
Circuit 11



Circuit 12

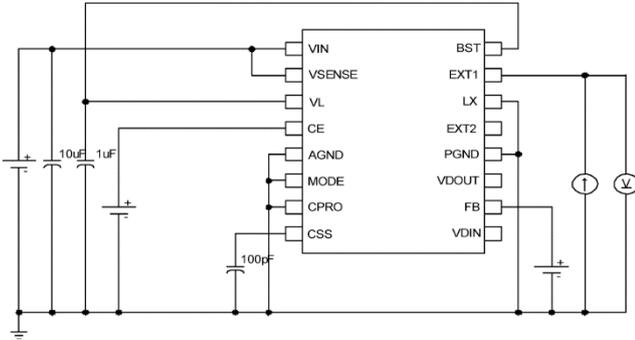


Circuit 13

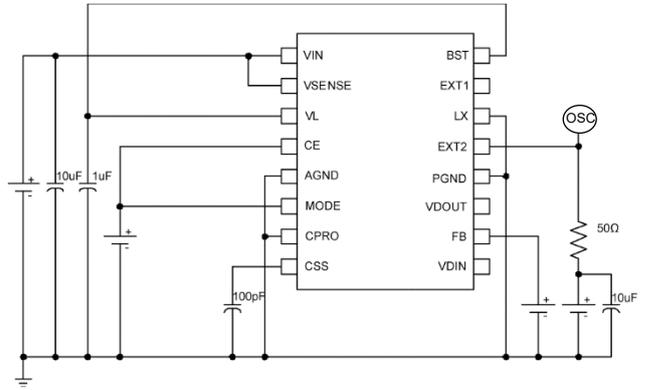


## ■測定回路図

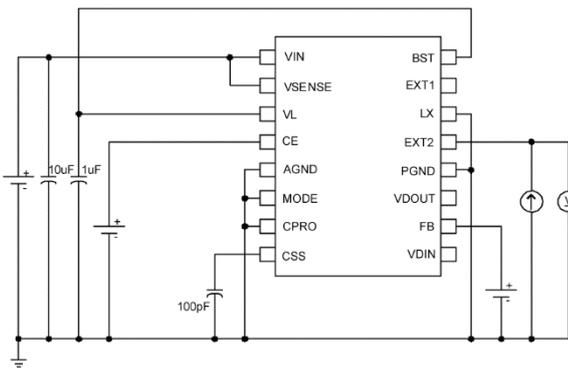
Circuit 14



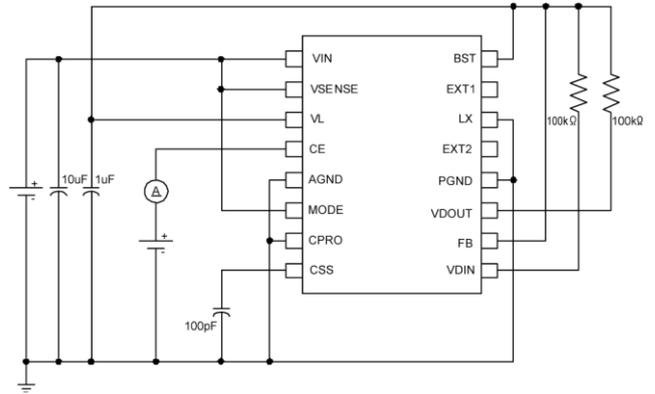
Circuit 15



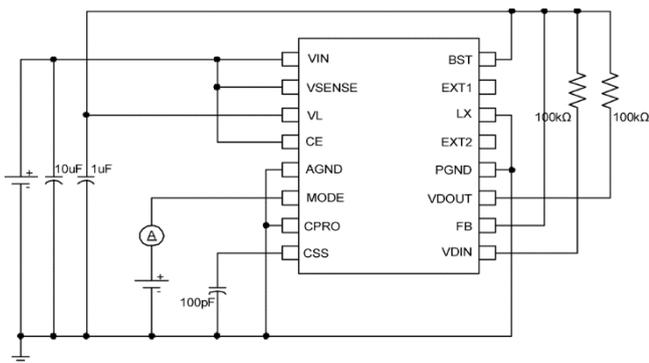
Circuit 16



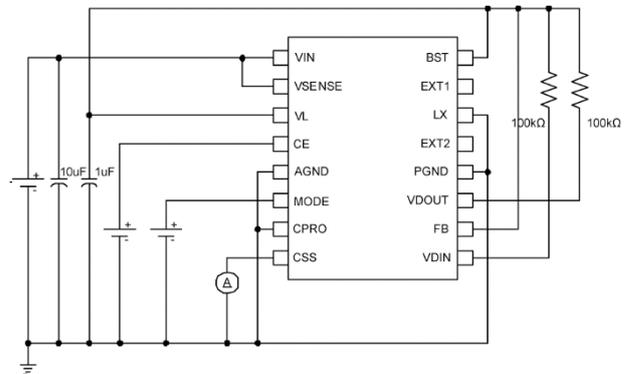
Circuit 17



Circuit 18

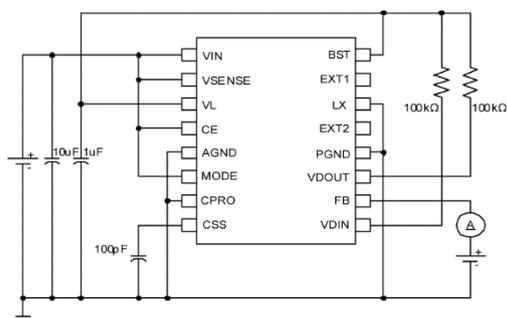


Circuit 19

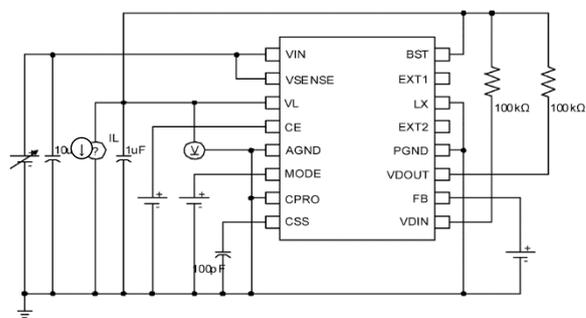


■測定回路図

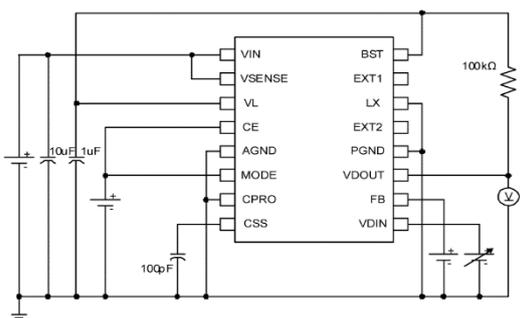
Circuit 20



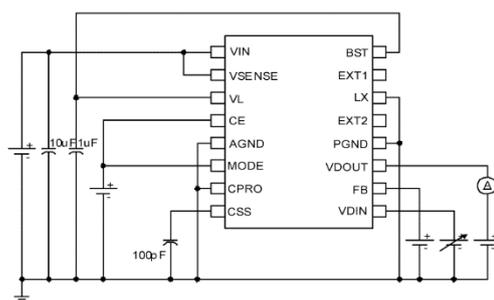
Circuit 21



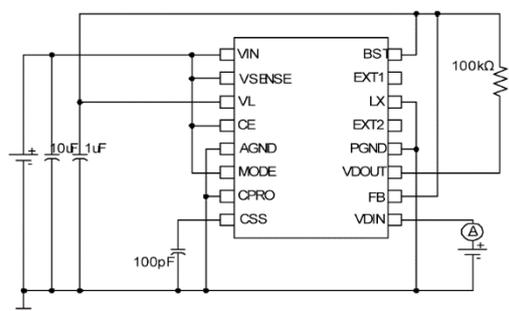
Circuit 22



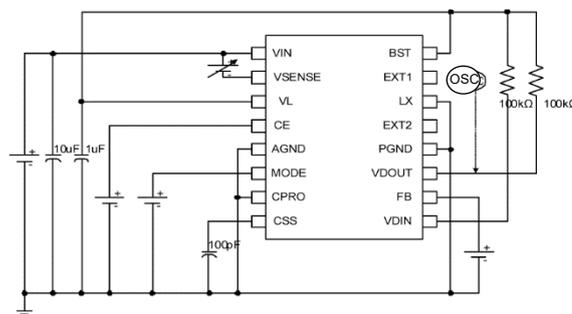
Circuit 23



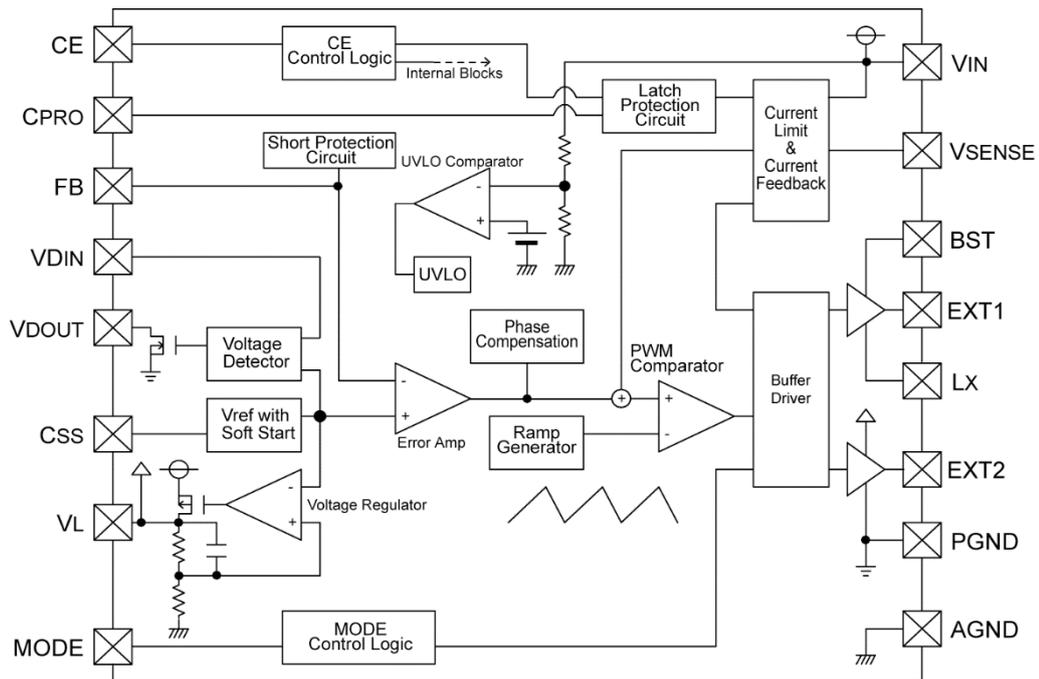
Circuit 24



Circuit 25



## ■ ブロック図



## ■ 動作説明

### <Error Amp>

エラーアンプは出力電圧監視用のアンプです。フィードバック(FB)電圧と基準電圧を比較します。基準電圧より低い電圧がフィードバックされるとエラーアンプの出力は高くなる方向に動作します。

### <Ramp Generator>

発振周波数を決定するオシレータ回路とオシレータ回路で生成した信号を元にノコギリ波を発生させる回路により構成されています。

### <PWM Comparator>

エラーアンプ出力とノコギリ波を比較します。エラーアンプ出力の電圧がノコギリ波より低い期間は外部スイッチを OFF するように動作します。

### <U.V.L.O. Comparator>

入力電圧(VIN)が 1.5V (TYP.)よりも低い場合、外部トランジスタをドライブしないよう EXT1/2 を"L"に固定するように動作します。

### <Voltage Regulator>

ブートストラップの為に電圧(4V)を生成し、同時に内部回路の電源となるためのレギュレータです。よって本レギュレータをローカル電源として使用しないでください。

### <Soft Start>

ソフトスタート回路は、電源投入時の出力電圧のオーバーシュートを軽減し、入力電流の突入を抑えます。負荷容量 CL への突入電流を防ぐ回路ではありません。動作は Vref 電圧に制限を掛けエラーアンプへ入力することにより、エラーアンプの2つの入力が釣り合った状態で動作し、EXT1端子のONタイムを必要以上大きくすることを抑制しています。

### <CE Control Logic >

ICの動作または停止を行う機能です。CE端子の電圧が0.4V以下でチップディセーブルとなり動作は停止し、EXT1/2端子レベルはlowレベル(外付けN-ch FETがOFF)に保たれます。この時消費電流は最大4.0μAとなります。

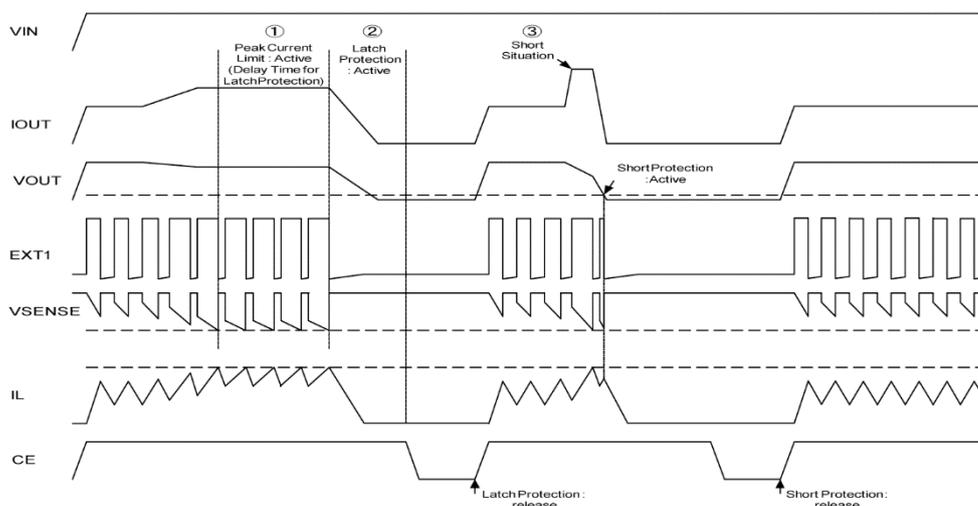
CE端子の電圧が1.4V以上でイネーブルとなり動作します。ソフトスタートはイネーブルとなった瞬間から8ms (TYP. CSS:4700pF時)で出力電圧が設定出力電圧\*95%になるように動作いたします。

### <Voltage Detector >

検出電圧は0.9V(TYP.)となっており、外付け抵抗により検出電圧を設定することが可能です。出力はNch Open Drainで、CE端子により、DC/DCと共にON/OFFします。

## ■動作説明

<保護回路動作 (Current Limit, Latch Protection Circuit, and Short Protection Circuit) >



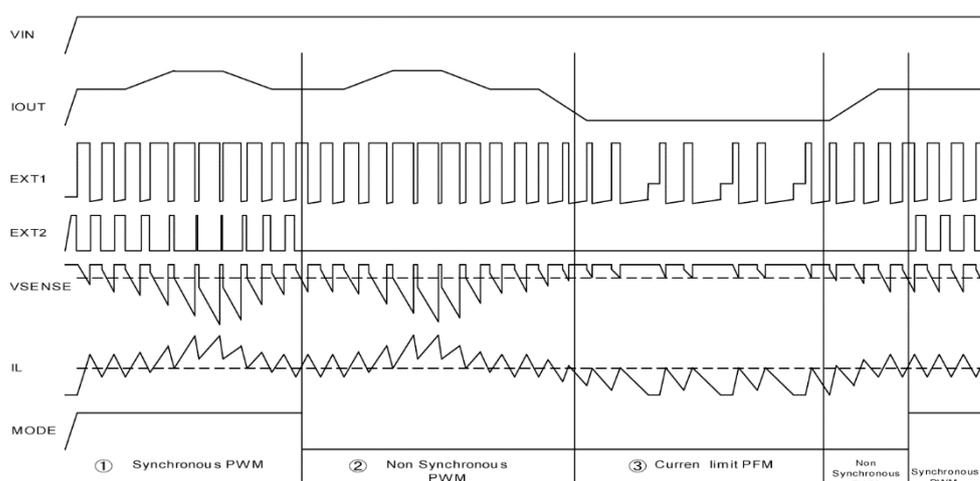
保護回路動作のタイミングチャートを上に示します。出力電流が通常状態から過電流状態になると、電流センス抵抗による VSENSE 端子の電圧降下により、電流制限回路が過電流状態を検出し、High サイド Nch FET に流れる毎クロックのピーク電流を制限します(状態①)。この制限電流値は電流センス抵抗の抵抗値を変えることで調節可能です。

またこの過電流状態がある一定期間続いた場合、クロックを止めるように働く保護回路(以下 Latch 保護回路)が動作します(状態②)。このラッチ保護回路が動作するまでの遅延時間は CPRO 端子に接続される容量値により調節可能です(TYP.4.7 ms CPRO:4700pF 時)。

またこのラッチ保護回路を解除するには、電源を投入しなおすか、CE 端子により一度ディセーブルし、その後イネーブルとすれば、解除できます。

さらに出力が短絡して(状態③)VOUT が 0V 近辺まで落ち込んだ場合、短絡保護回路が FB 端子によりこれを検出し、遅延時間を持たずにクロックを止めるよう動作します。短絡保護回路を解除する場合もラッチ保護回路と同様に電源を再投入するか、CE 端子により一度ディセーブルし、その後イネーブルとすれば解除できます。

<Mode Control Logic>



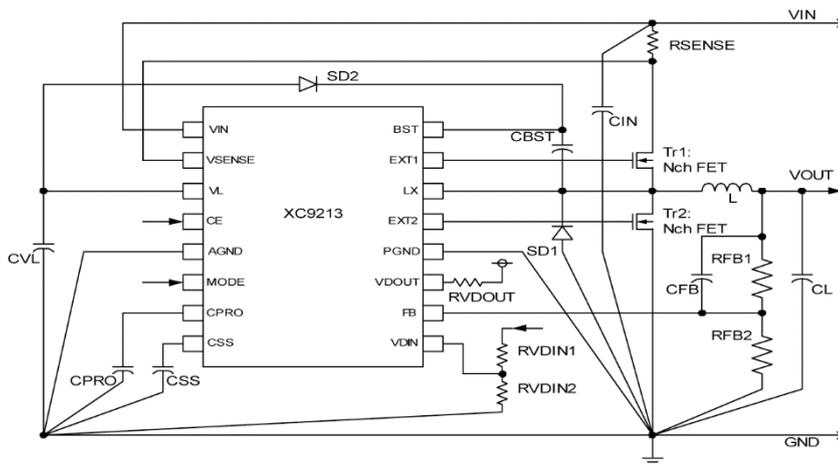
カレントリミット PFM/PWM 自動切替動作のタイミングチャートを上に示します。MODE 端子が High レベルの場合、同期整流 PWM 動作を行います(状態①)。MODE 端子を Low レベルにすると同期整流を停止したカレントリミット PFM/PWM 自動切替動作を行います。したがってこの場合 Low サイド Nch FET は常時 OFF となります。

またこのときの自動切替動作については、内部の Error Amp. で決定される High サイド Nch FET の ON 時間と、High サイド Nch FET に流れる毎クロックの電流がある電流量まで達するのに要する時間を比較して、長いほうを選択して ON-Duty とするよう動作します(状態②, ③)。エラーアンプで決定された時間が長い場合は PWM 動作、毎クロックの電流がある電流量まで達するのに要する時間が長い場合はカレントリミット PFM 動作となります。この自動切替動作により軽負荷が重負荷まで高効率を実現することが可能です。

# XC9213 シリーズ

## ■動作説明

### ●標準回路例



### ●外付け部品

Nch MOSFETs for Tr1 and Tr2

#### ●IOUT : ~ 3A

- \* CIN は RSENSE に出来るだけ近づけて配置し、極力素子間にインピーダンスを入れないようにしてください。
- \* CIN, RSENSE, Tr1, Tr2, L, CL, SD1 は出来るだけ近づけて配置してください。

品名	製造メーカー	タイプ	Ciss (pF)	Crss (pF)	Crss / (Ciss + Crss)
uPA2751GR	NEC	Dual	1040	130	0.111
IRF7313	International Rectifier	Dual	650	130	0.167

#### ●IOUT : 3A~5A 以上

品名	製造メーカー	タイプ	Ciss (pF)	Crss (pF)	Crss / (Ciss + Crss)
SUD30N03	Vishay	Single	1170	30	0.049
SUD70N03	Vishay	Single	2700	360	0.118

- \* Ciss が 3000pF 以下の FET を使用していただくことを推奨いたします。
- \* Tr2 については Crss/(Ciss+Crss)の値がより小さい FET を使用していただくことを推奨いたします。

#### ●Coil (L)

品名	製造メーカー
CDRH127/LD-7R4	SUMIDA
CDRH127-6R1	SUMIDA

- \* 安定動作の為、22 $\mu$ H 以下の Coil を使用していただくことを推奨いたします。

#### ●Capacitor (CIN, CVL, CL)

部品	品名	製造メーカー	タイプ	VALUE	PCS
CIN (*1)	-	-	Ceramic	10 $\mu$ F	2
	25SC22M	SANYO	OS	22 $\mu$ F	1
CVL	-	-	Ceramic	1 $\mu$ F	1
CL (*2)	20SS150M	SANYO	OS	150 $\mu$ F	1
	25PS100JM12	NIPPON CHEMI-CON	-	100 $\mu$ F	

- (\*1) CIN は RSENSE に出来るだけ近づけて配置し、極力素子間にインピーダンスを入れないようにしてください。  
また CVL について推奨部品はセラミックコンデンサ 1 $\mu$ F です。
- (\*2) CL としてセラミックコンデンサを使用した場合、動作が不安定になることがあります。

## ■動作説明

### ●外付け部品

#### ・出力電圧設定 (RFB1, RFB2, CFB)

外部に分割抵抗をつけることで出力電圧が設定できます。出力電圧は RFB1 と RFB2 の値によって下記の式で決定されます。

$$V_{OUT} = RFB1 / RFB2 + 1 (V)$$

但し  $RFB1+RFB2 \leq 2M\Omega$

位相補償用スピードアップコンデンサ CFB の値は下記の式を目安に調整してください。

$$f_{zfb} = 1 / (2 \times \pi \times CFB \times RFB1) \approx 10kHz$$

用途やインダクタンス値(L)、負荷容量値(C<sub>L</sub>)等によっては、f<sub>zfb</sub> を 1kHz~50kHz 程度となるように調整していただくことで最適となります。

ex.) 出力電圧設定

VOUT (V)	RFB1 (kΩ)	RFB2 (kΩ)	CFB (pF)
1.5	150	300	100
1.8	160	200	100
2.5	360	240	47
3.0	220	110	47
3.3	620	270	27
5.0	300	75	47

シンボル	品名	製造メーカー
SD1	CMS02	TOSHIBA
	DE5PC3	SHINDENGEN
SD2	XBS104S14R-G	TOREX
	CRS02	TOSHIBA

\* SD1,SD2 共に逆電流特性のよいものを使用してください。特に SD2 については逆電流特性の悪いものを使用した場合、高温時、CBST を十分にチャージできなくなり Tr1 をドライブできなくなることがあります。

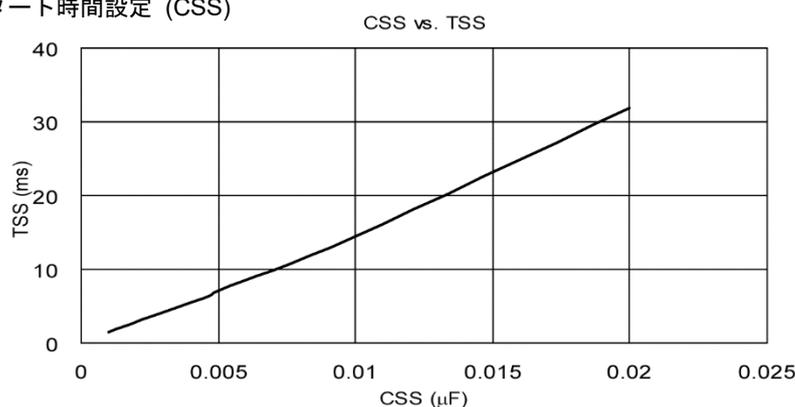
### ●ラッチ保護回路遅延時間設定 (CPRO)

現状 CPRO:4700pF に対して 4.7ms(TYP.)の遅延時間を持つようになっています。この遅延時間は CPRO の値におおよそ比例して変化します。

ex.) CPRO : 2200pF の時  $4.7ms (TYP.) \times 2200pF / 4700pF = 2.2ms (TYP.)$   
 CPRO : 0.01 μF (10,000pF)の時  $4.7ms (TYP.) \times 10000pF / 4700pF = 10ms (TYP.)$

\* なお安定動作のため 2200pF 以上の容量を CPRO として使用することを推奨いたします。

### ●ソフトスタート時間設定 (CSS)



Css の値とソフトスタート時間(TYP. 25°C)との関係は左図の通りです。なお安定動作のため、2200pF 以上の容量を C<sub>SS</sub> として使用することを推奨いたします。

## 動作説明

### ●外付け部品

・ R<sub>SENSE</sub>

R<sub>SENSE</sub> を用いて

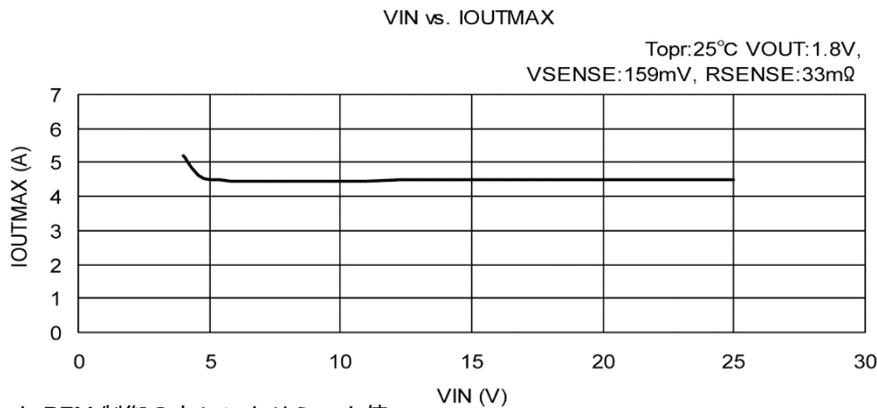
- 1) 過電流検出回路の検出電流値
- 2) カレントリミット PFM 制御のカレントリミット値を調整することが可能です。  
20mΩ~100mΩ の範囲で R<sub>SENSE</sub> を使用していただくことを推奨いたします。

#### 1) 過電流検出回路の検出電流値

出力電流の最大値(以下 I<sub>OUTMAX</sub>)を調整することが出来ます。以下の式に従います。

$$I_{OUTMAX} \text{ (A)} \approx 200\text{mV (MAX.)} / R_{SENSE} \text{ (m}\Omega\text{)}$$

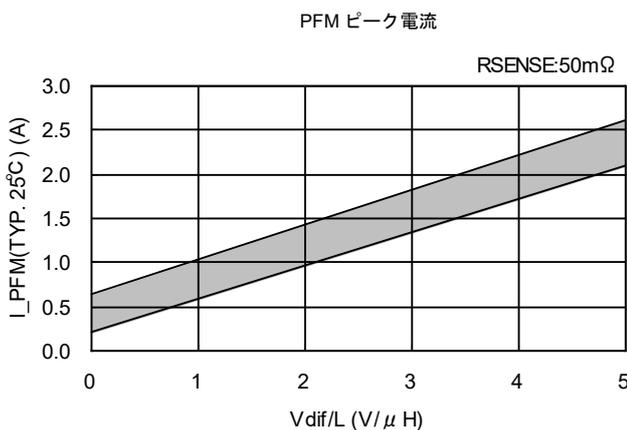
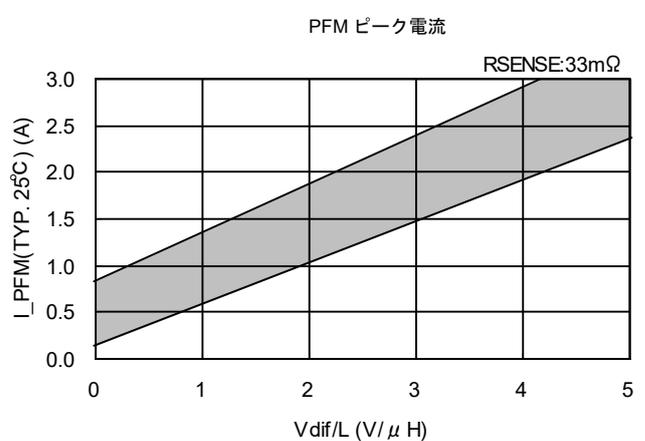
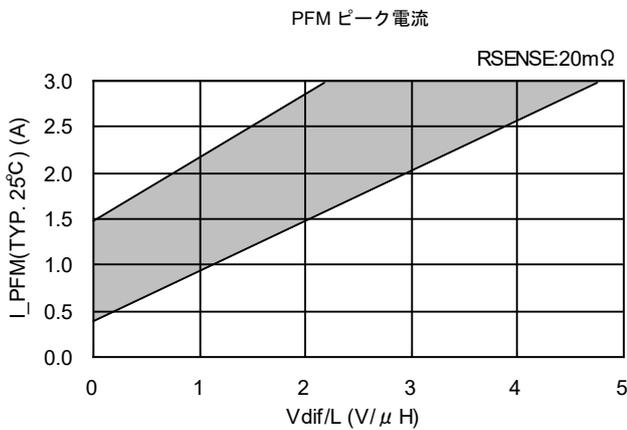
但し、4V ≤ V<sub>IN</sub> < 5V の時、I<sub>OUTMAX</sub> は上式による計算値より大きくなります(下図参照)のご注意ください。



#### 2) カレントリミット PFM 制御のカレントリミット値

カレントリミット PFM 制御のカレントリミット値(以下 I<sub>PFM</sub>)は入出力電位差(以下 V<sub>dif</sub>)、Coil の L 値、R<sub>SENSE</sub> により変化します。

SENSE 電圧(V<sub>SENSE</sub>)170mV のサンプルに対して R<sub>SENSE</sub>:20mΩ, 33mΩ (推奨値), 50mΩ の時、I<sub>PFM</sub>(TYP.)は V<sub>DIF</sub>, L により下図のように分布します。



SENSE 電圧は 145mV ≤ V<sub>SENSE</sub> ≤ 200mV の範囲でばらつきます。よってこれら 3 つのグラフの I<sub>PFM</sub> の分布は個々のサンプルの V<sub>SENSE</sub> の値により上下します。

## ■動作説明

### ●RVDIN1, RVDIN2

外付けの RVDIN1, RVDIN2 によりディテクタの検出電圧を調整することが可能です。以下の式に従います。

$$\langle \text{検出電圧} \rangle = \text{VDF} * (\text{RVDIN1} + \text{RVDIN2}) / \text{RVDIN2} [\text{V}]$$

但し  $0.855\text{V} \leq \text{VDF} \leq 0.925\text{V}$  (TYP. 0.9V)

また  $\text{RVDIN1} + \text{RVDIN2} \leq 2\text{M}\Omega$  となるように RVDIN1, RVDIN2 を選定していただくことを推奨いたします。

### ●RVDOUT

ディテクタの出力は Nch Open Drain タイプとなっております。RVOUT として  $1\text{k}\Omega$  以上の抵抗を使用してください。

## ■使用上の注意

- 1) 一時的、過渡的な電圧効果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) 外付け部品、及び本 IC の絶対最大定格を超えないようにご注意下さい。

### 3) 過電流制限機能について

本 IC では電流検出回路が過電流時に RSENSE 抵抗間に発生する電圧を監視しています。出力ショートなどにより過電流制限機能が働く場合、RSENSE 抵抗間電圧が SENSE 電圧(TYP.170mV)に達したことを電流検出回路が検知し、それにより過電流制限回路がハイサイド Nch FET を off させる信号を出力します。従いまして電流検出回路が SENSE 電圧を検知してから High side N-ch FET が off するまでに遅延時間が発生してしまいます(TYP.300ns)。よって急峻な負荷変動等により過電流制限機能が働く場合、SENSE 電圧が本来制限されるべき電圧値よりも遅延時間分広がってしまいます。外付け FET、コイル、ショットキーダイオードの絶対最大定格には十分ご注意ください。

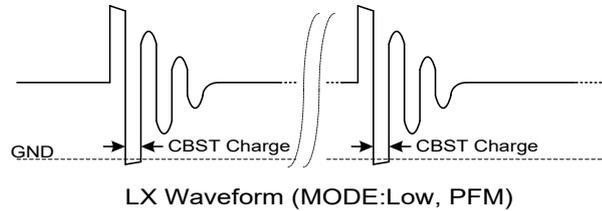
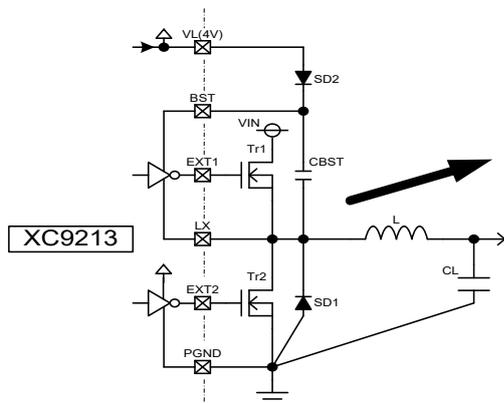
### 4)短絡保護回路について

出力を短絡した状態で電源を投入するか、同状態にて CE 端子により IC をディスエーブル状態からイネーブル状態とすると、ハイサイド Nch FET:ON、ローサイド Nch FET:OFF の時はコイルの両端に入力電圧分の電位差が発生しているのでコイル電流の時間変化率が大きいのに対し、ハイサイド Nch FET:OFF、ローサイド Nch FET:ON の時は VOUT が GND ショートしている為コイル両端の電位差がほぼないので、コイル電流の時間変化率が非常に小さくなります。この動作がソフトスタート時間内で繰り返されるのでコイル電流は毎クロック重畳していき、また回路の遅延時間も手伝って本来制限される電流量を超えたある電流値に収束してしまいます。但しこの場合でもソフトスタート時間終了時に FB 電圧が短絡保護回路が動作するレベルまで低下していれば短絡保護回路により降圧動作が停止し、その状態で回路がラッチされます。またソフトスタート時間終了時、FB 電圧が短絡保護回路が動作するレベルまで低下していない場合でも、CPRO 時間終了後降圧動作が停止し、その状態で回路がラッチされます。

外付け FET、コイル、ショットキーダイオードの絶対最大定格には十分ご注意ください。

## ■使用上の注意

### 5) カレントリミット PFM について



本製品は Bootstrap Buffer を内蔵しており、CBST を VL(4V)にてチャージすることにより Tr1 を ON させるための電圧を作り出しています。CBST をチャージするタイミングは Tr1:OFF, Tr2:ON となり LX が Low となるときです(上図参照)。

よって PFM 時(MODE:Low)、負荷電流が極端に少なくなった場合、クロックの発数が極端に減ってしまい、その結果 CBST をチャージする回数も減り、CBST の電荷が抜けてしまい Tr1 を ON させる為の十分な電圧が得られなくなることが起こります。

よって、

- 1) SD2 には逆電流特性のよいショットキーバリアダイオードを使用してください。
- 2) 極端な軽負荷状態(数 mA 以下)はさけてください。

また本現象は SD2 以外の外付け部品、環境温度等にも左右されます。実機十分ご評価のうえ、ご使用いただけるようよろしくお願いいたします。

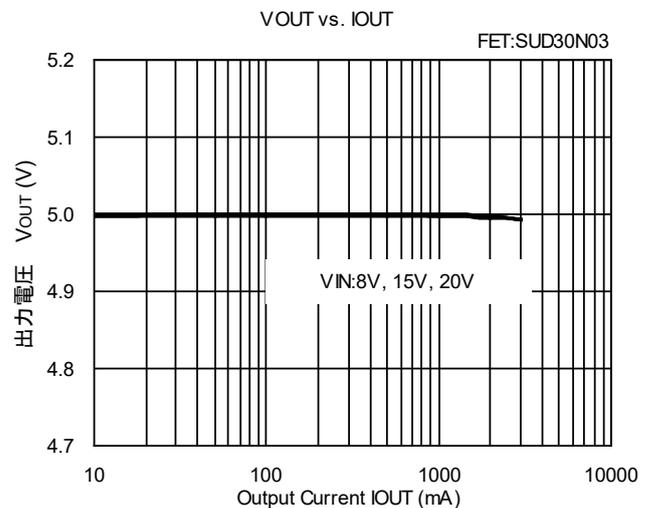
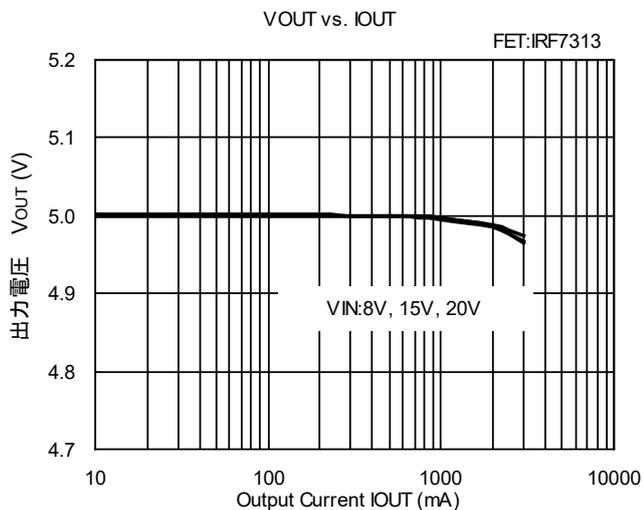
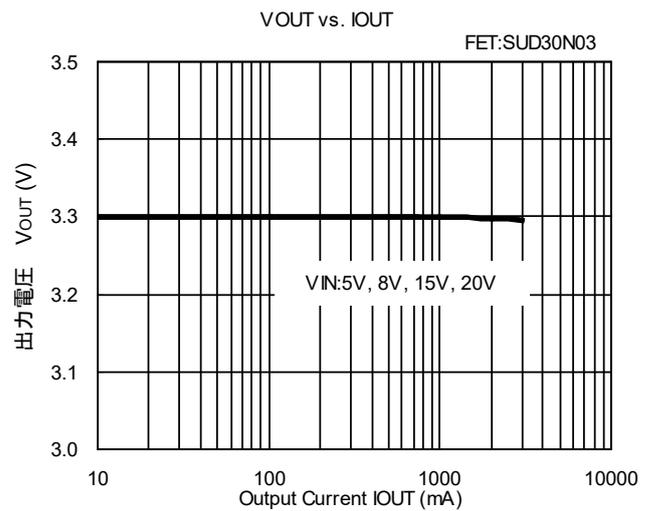
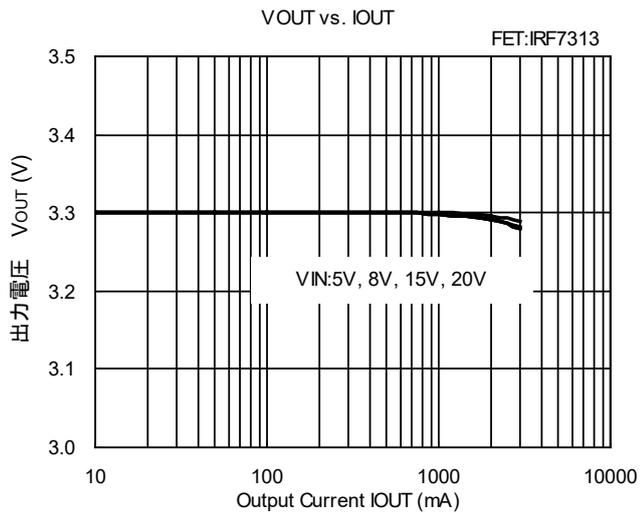
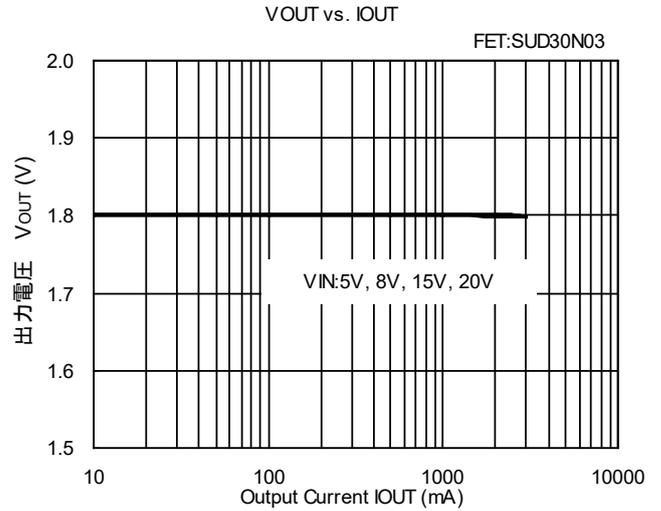
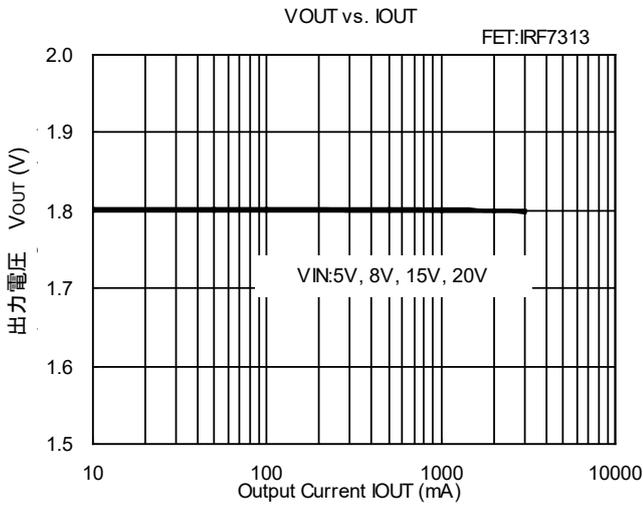
6) 当社では製品の改善、信頼性の向上に努めております。しかしながら、万が一のためにフェールセーフとなる設計およびエージング処理など、装置やシステム上で十分な安全設計をお願いします。



## ■ 特性例

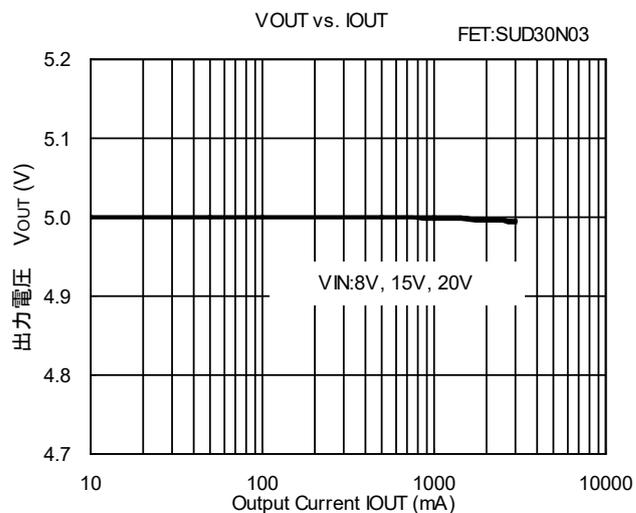
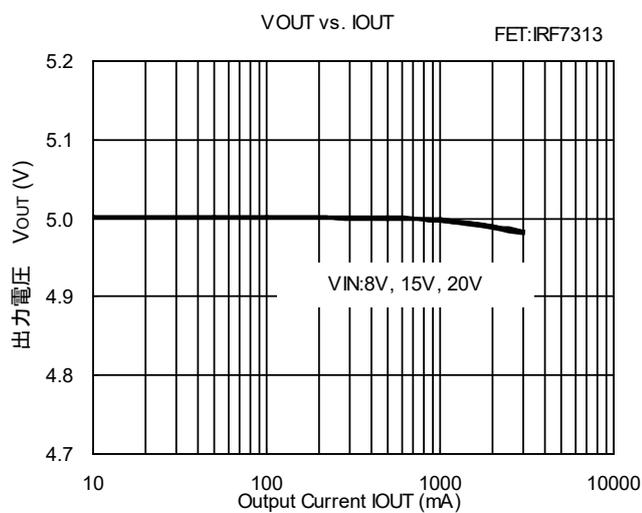
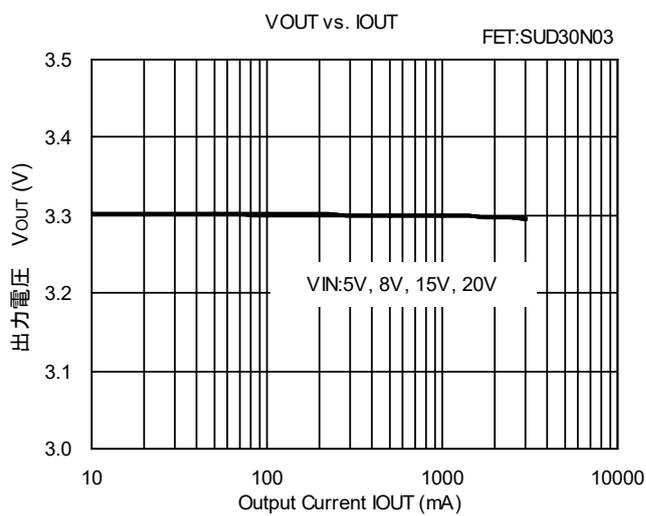
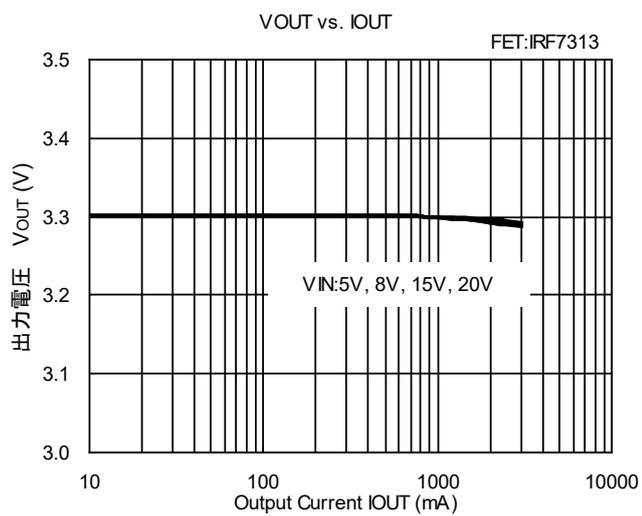
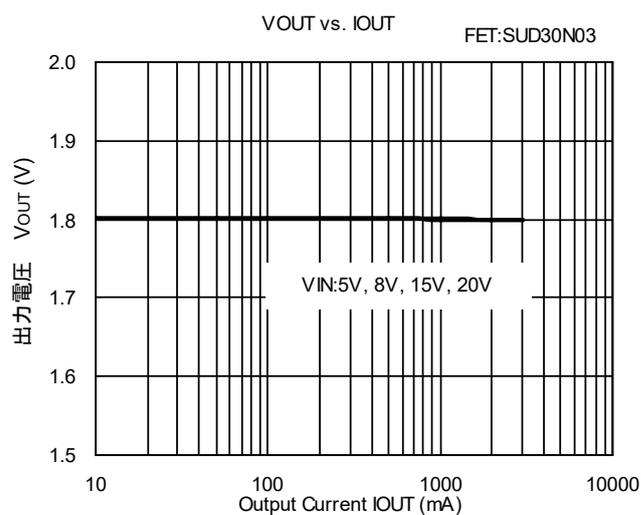
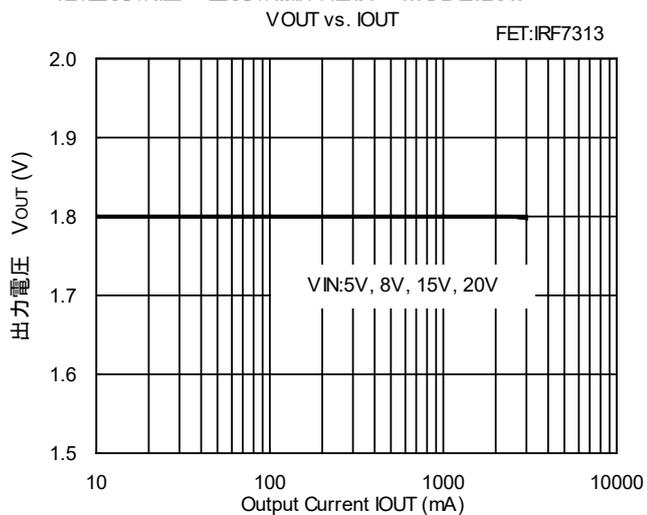
(記載のない場合 Topr : 25deg.)

(1) 出力電圧—出力電流特性例 <MODE:High>



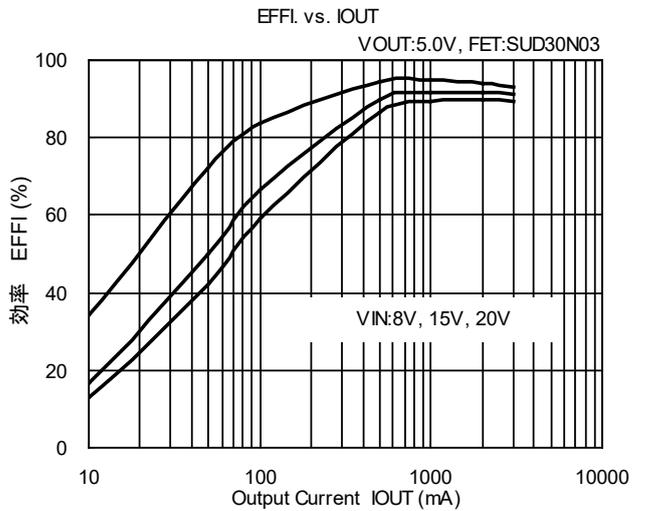
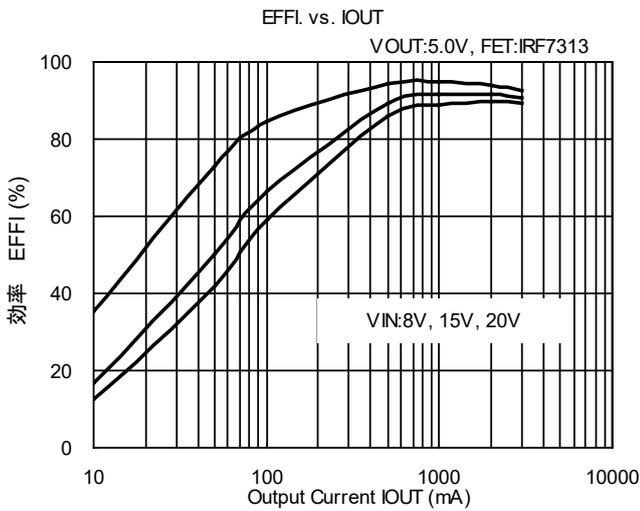
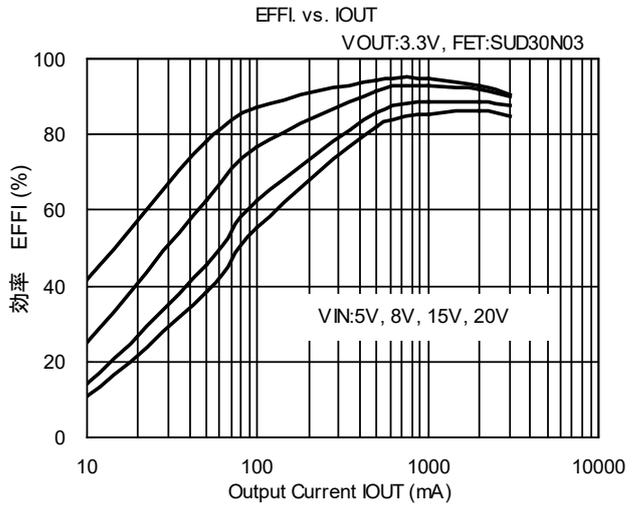
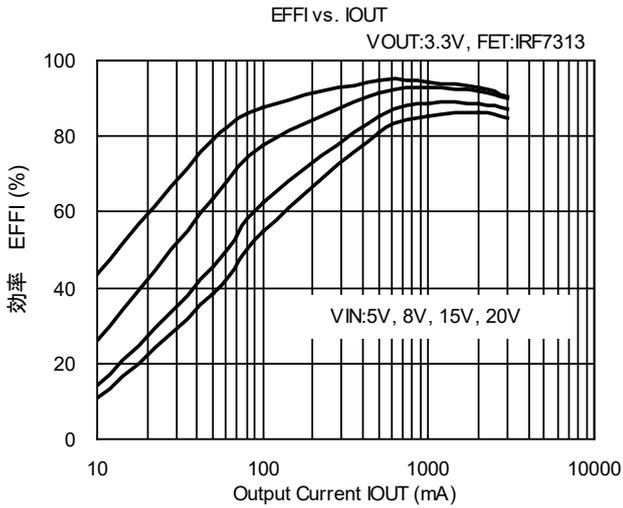
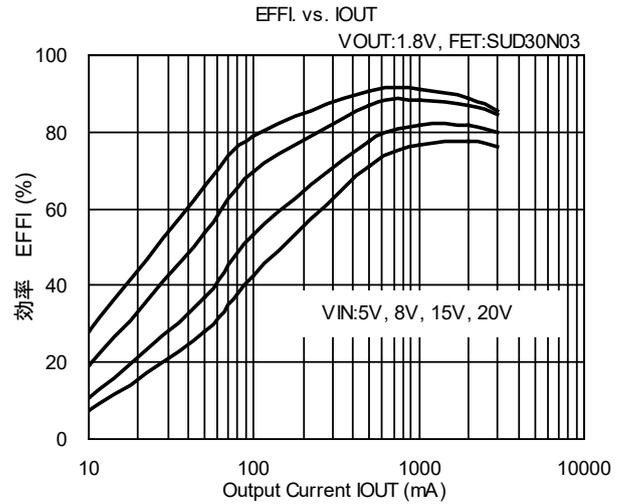
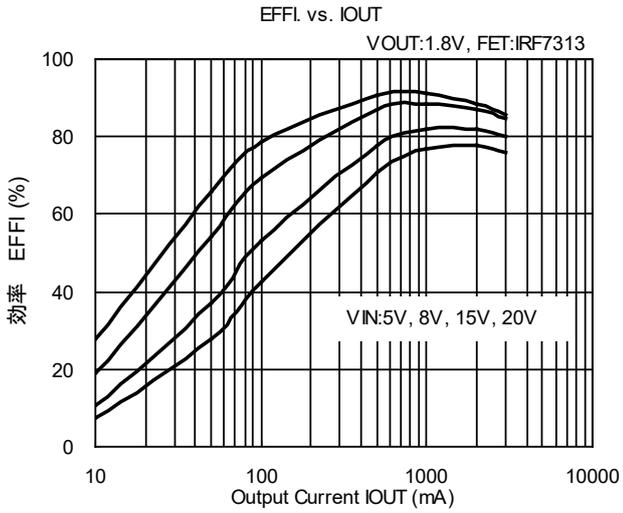
## ■ 特性例

(2) 出力電圧—出力電流特性例 <MODE:Low>



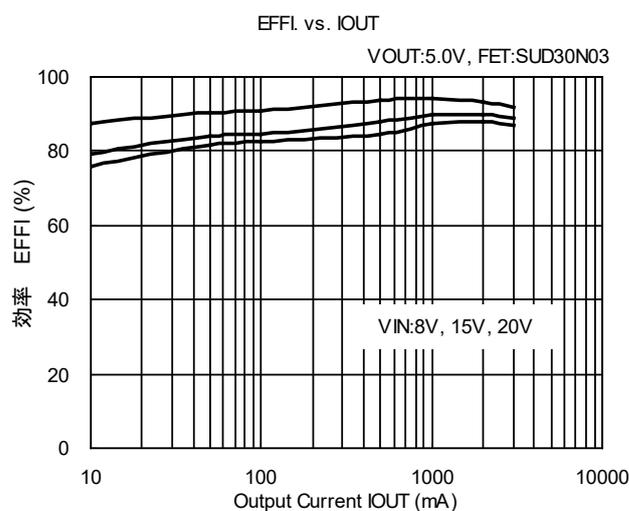
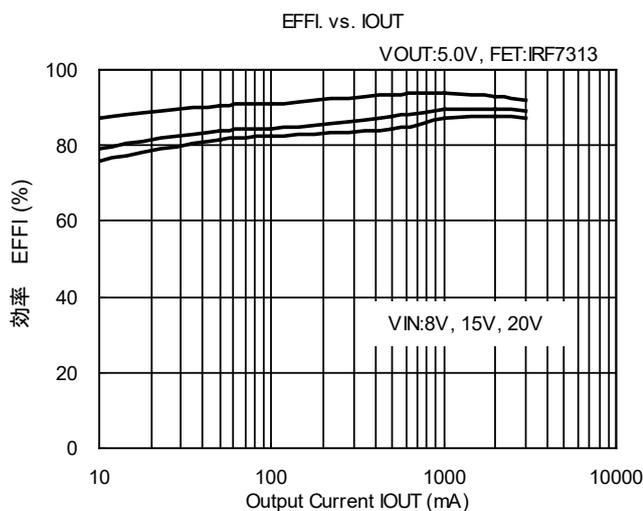
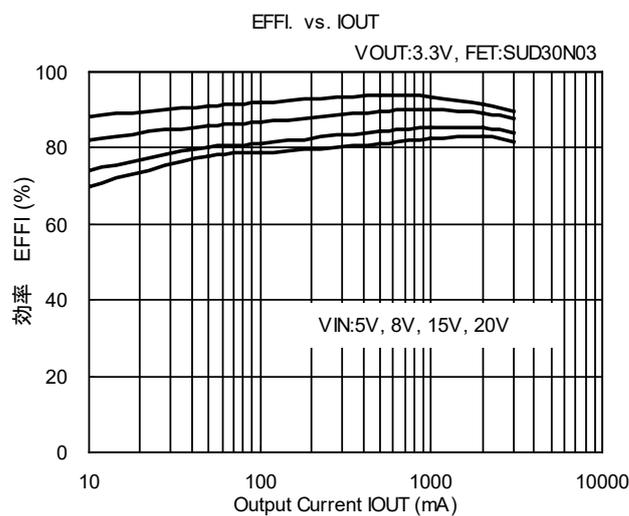
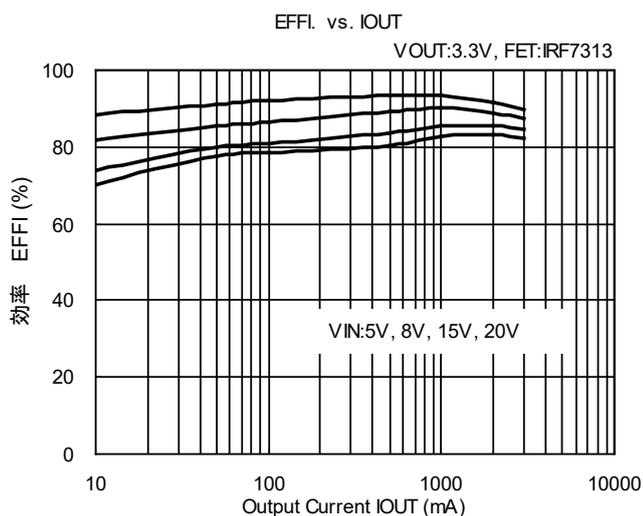
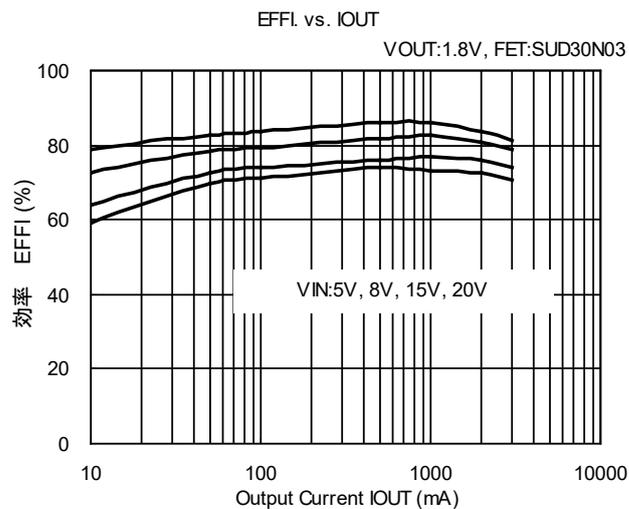
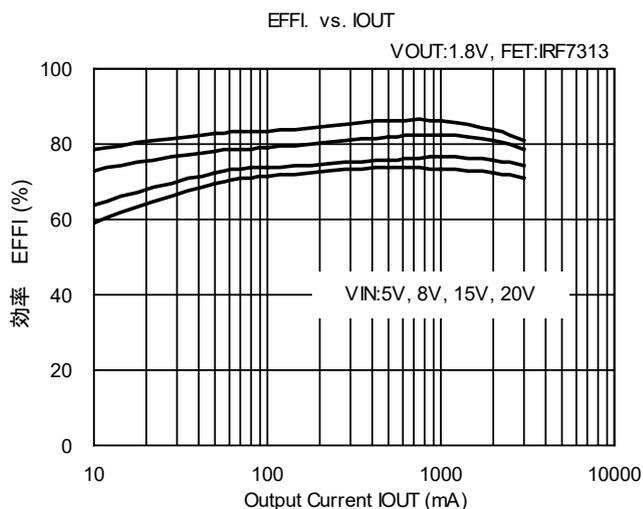
## ■ 特性例

(3) 効率 - 出力電流特性例 <MODE:High>



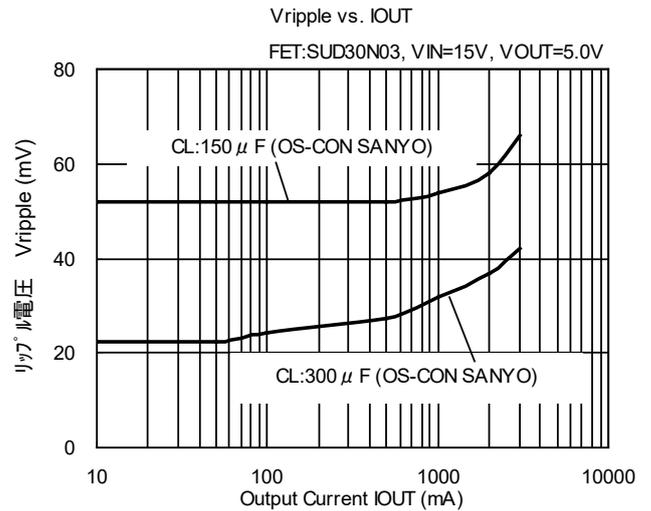
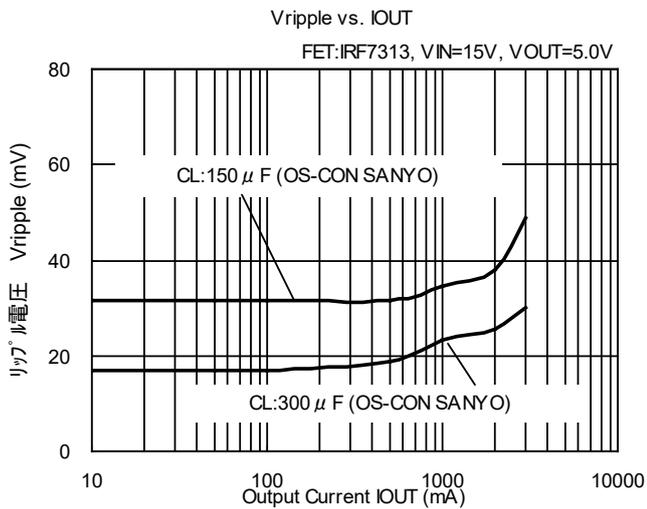
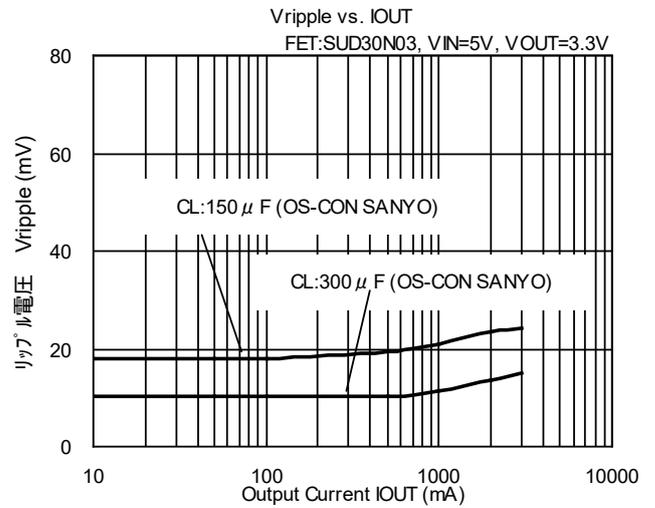
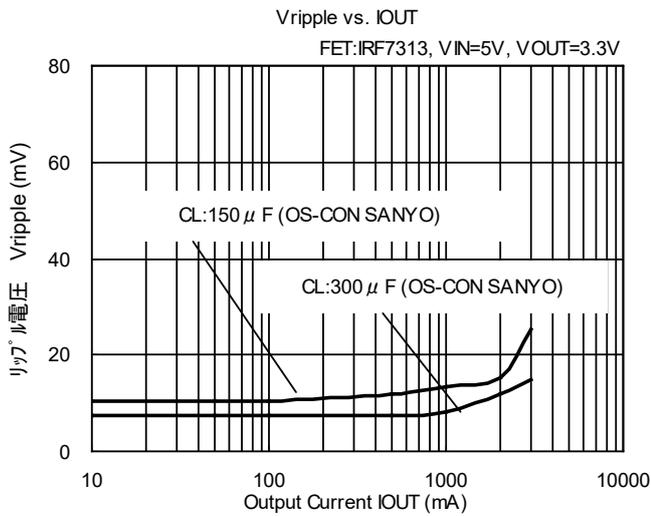
## ■ 特性例

(4) 効率 - 出力電流特性例 <MODE:Low>

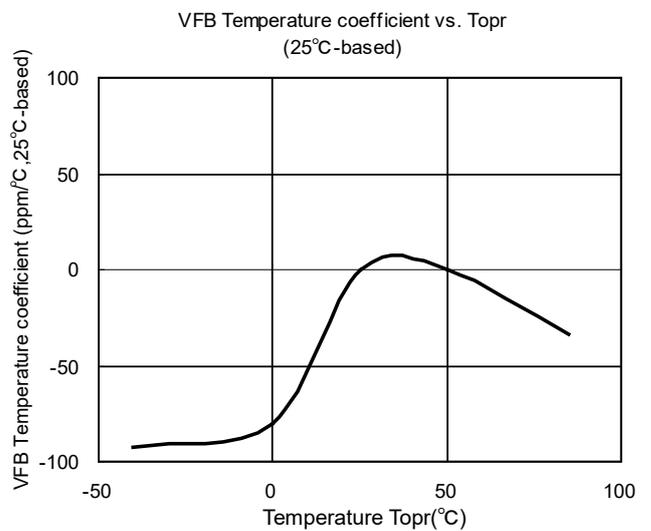
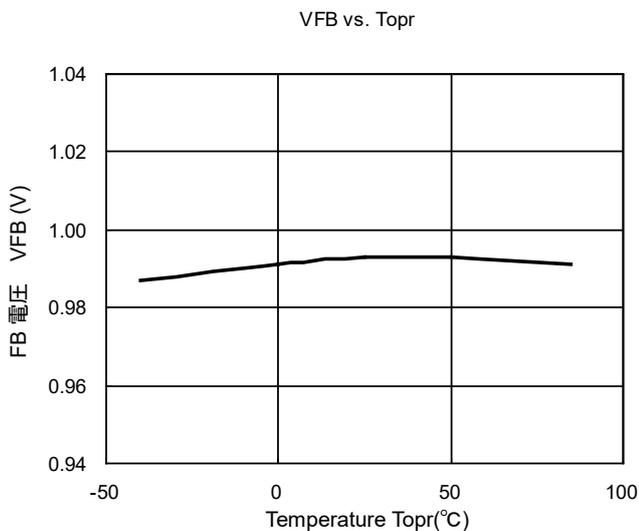


## ■ 特性例

(5) リプル電圧ー出力電流特性例 <MODE : High, Coil:CDRH127/LD-7R4>

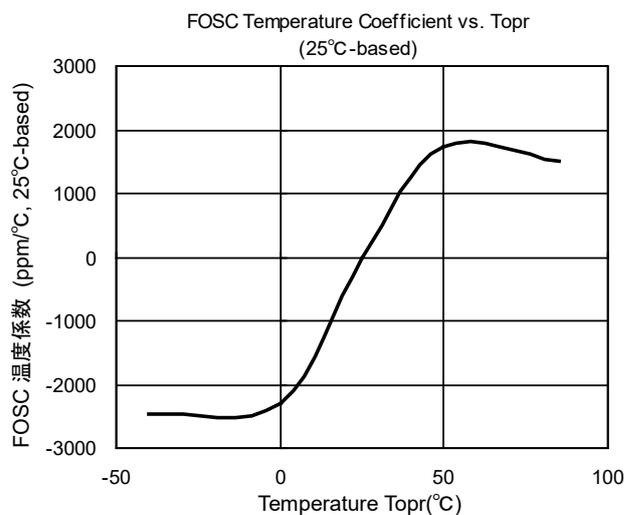
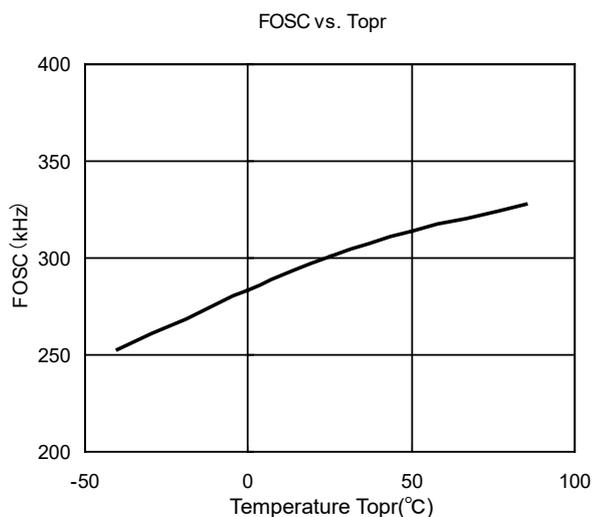


(6)FB 制御圧温度特性例

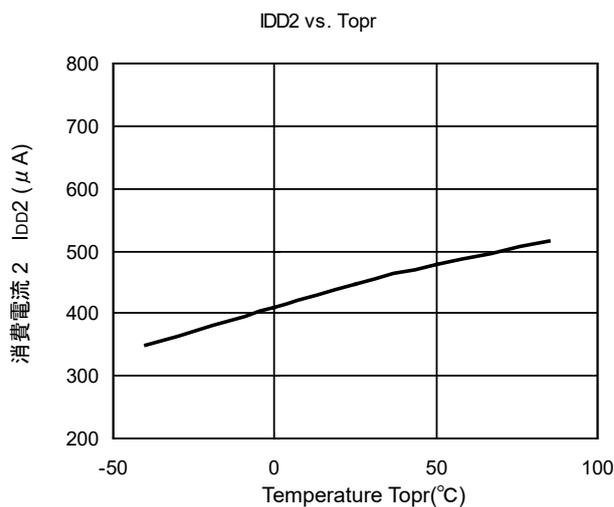
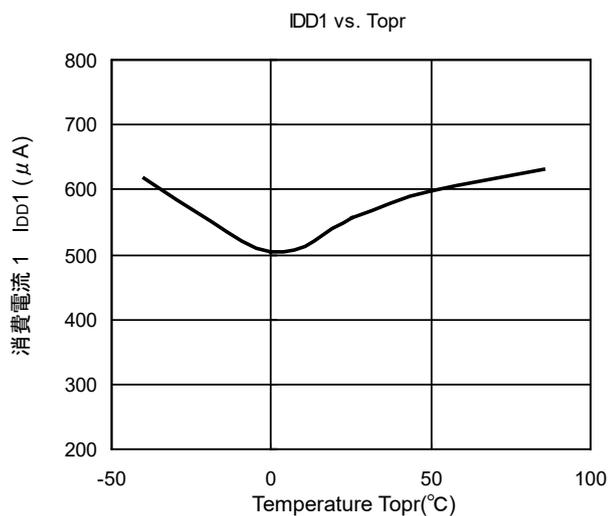


## ■ 特性例

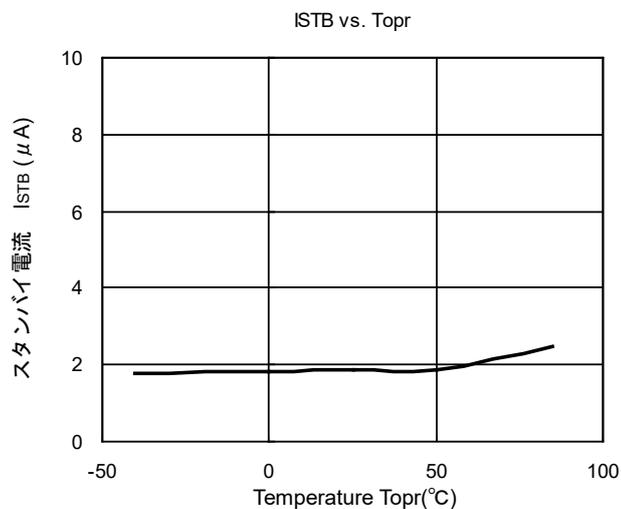
(7) 発振周波数温度特性例



(8) 消費電流 1、2 温度特性例

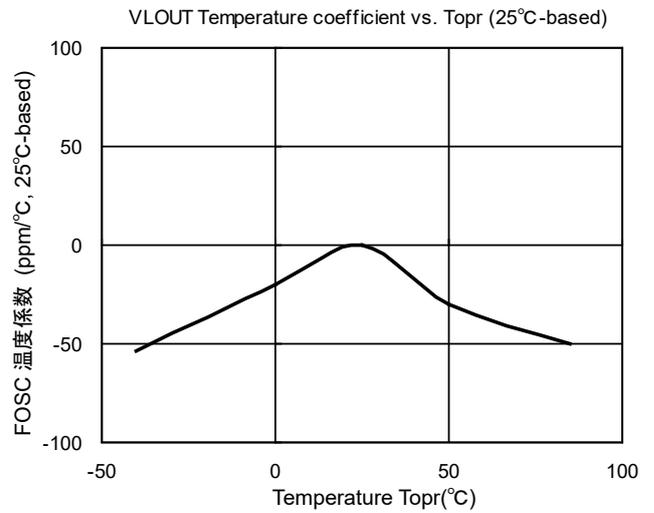
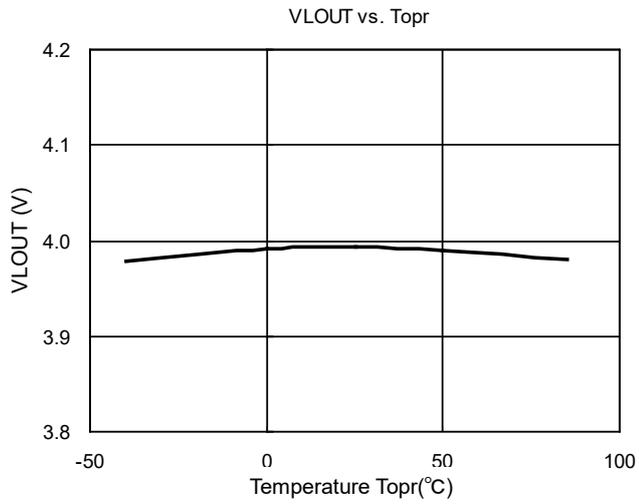


(9) スタンバイ電流温度特性例

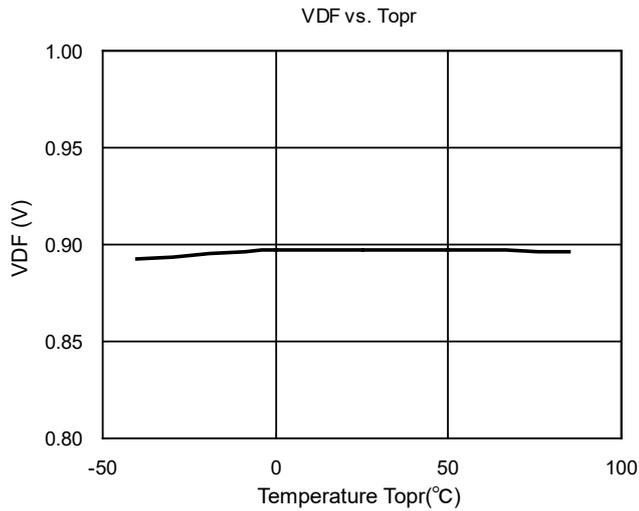


## ■ 特性例

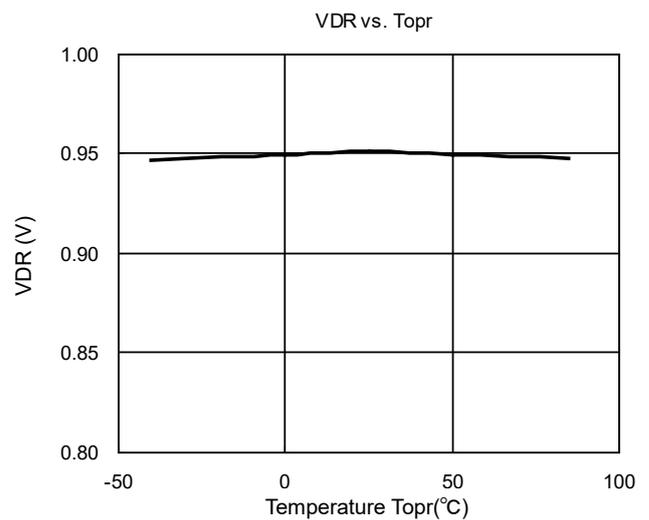
(10)レギュレータ出力電圧温度特性例



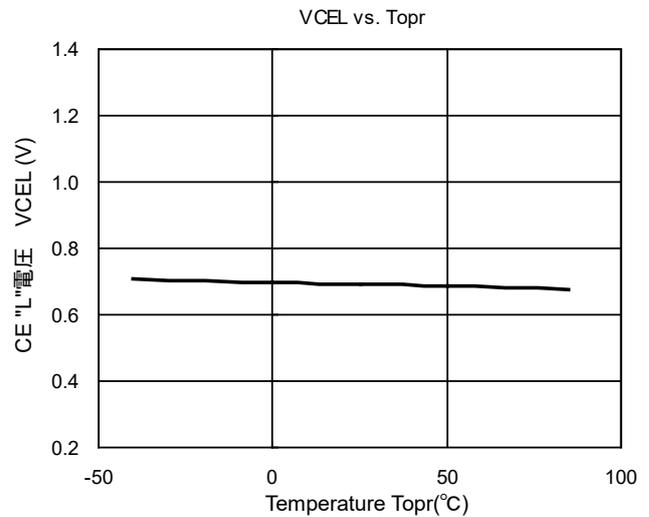
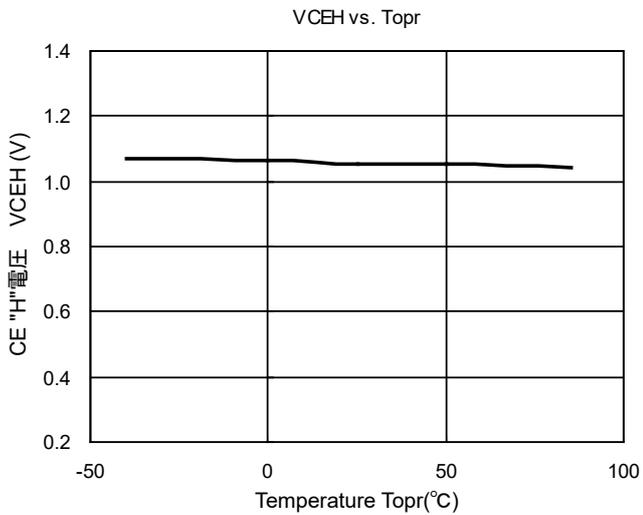
(11)ディテクタ検出電圧温度特性例



(12)ディテクタ解除電圧温度特性例

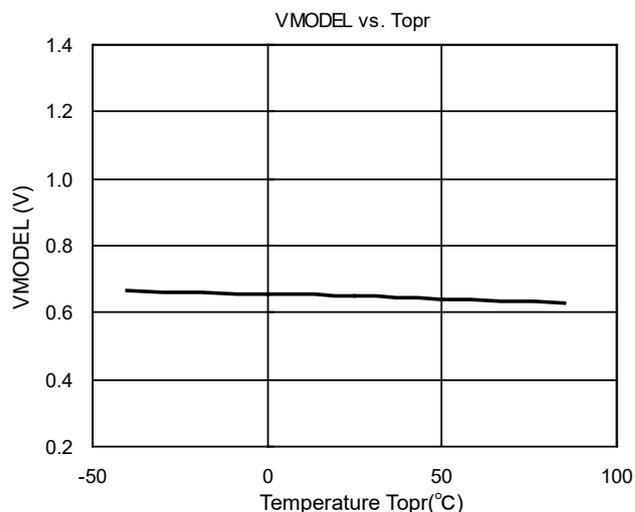
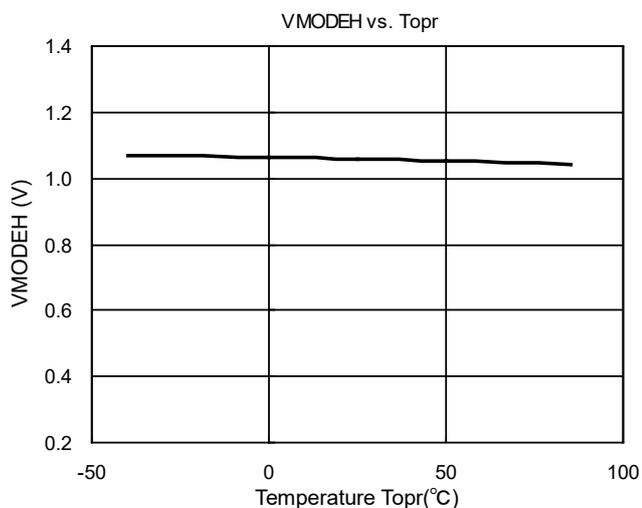


(13)CE "H", "L" 電圧温度特性例

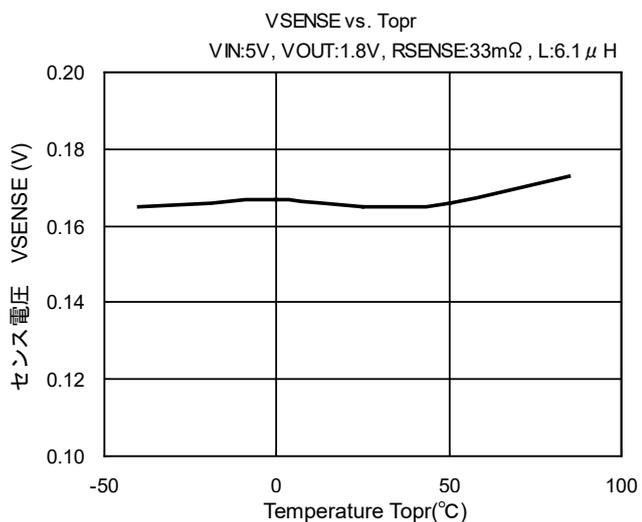


## ■ 特性例

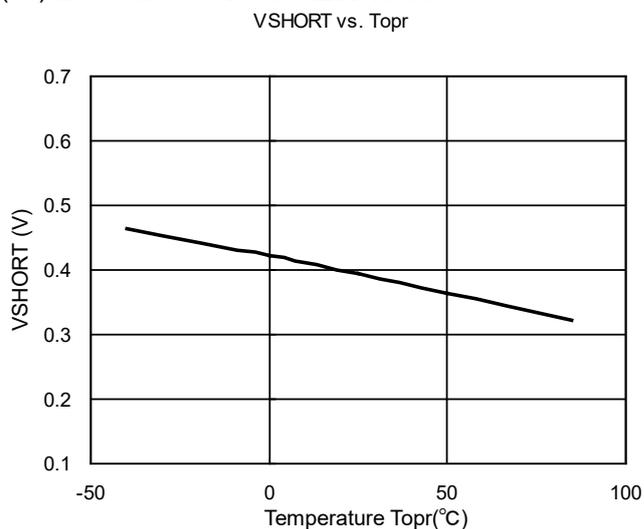
(14) MODE "H", "L" 電圧温度特性例



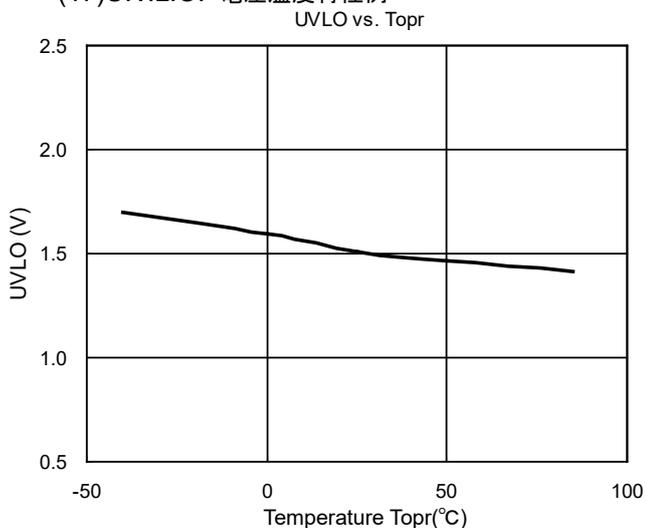
(15) センス電圧温度特性例



(16) 短絡保護回路動作電圧温度特性例



(17) U.V.L.O. 電圧温度特性例



## ■ 特性例

### (18) 負荷過渡応答特性例 <MODE: High>

<条件>

VIN : 5V

VOUT: 1.8V

IOUT:0A ↔ 1A

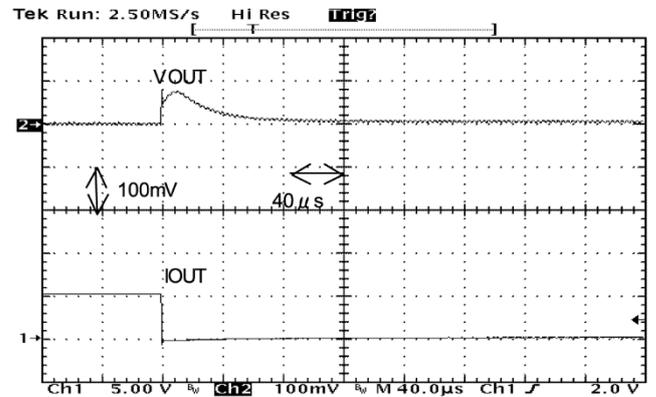
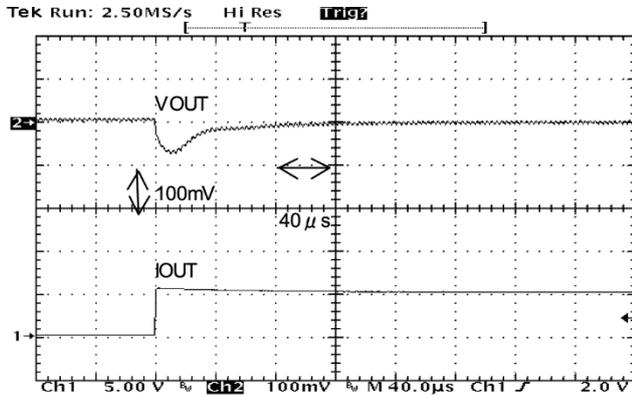
MODE:High

FET:IRF7313 (International Rectifier)

RSENSE:33mΩ

CL:150 μF (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



<条件>

VIN : 15V

VOUT: 1.8V

IOUT:0A ↔ 1A

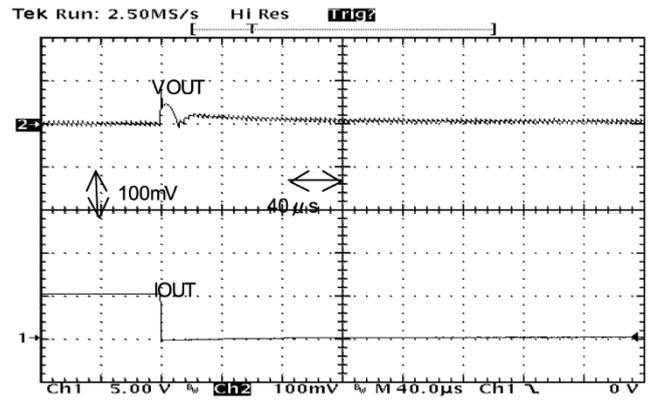
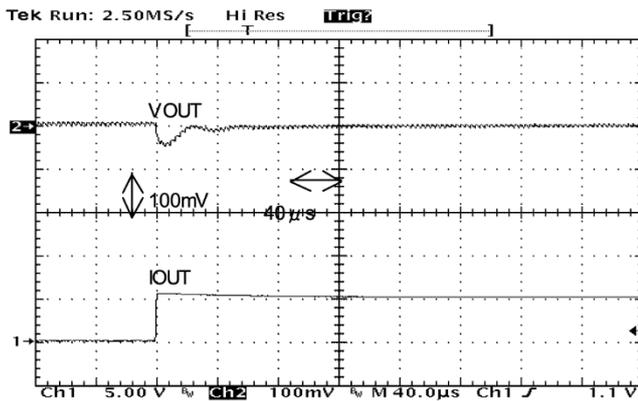
MODE:High

FET:IRF7313 (International Rectifier)

RSENSE:33mΩ

CL:150 μF (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



<条件>

VIN : 5V

VOUT: 3.3V

IOUT:0A 1A

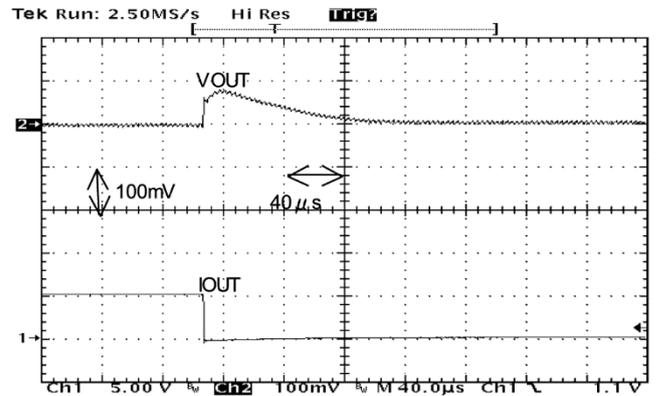
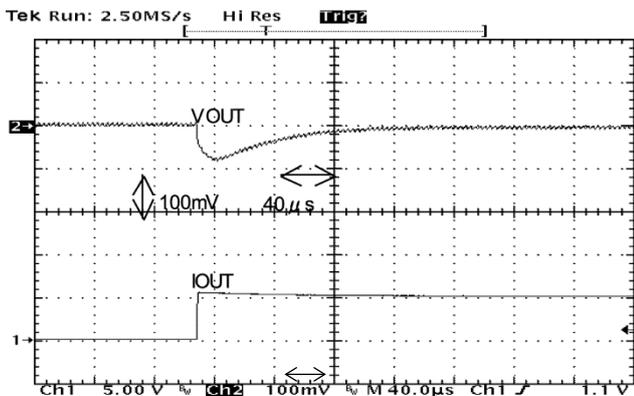
MODE:High

FET:IRF7313 (International Rectifier)

RSENSE:33mΩ

CL:150 μF (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



## ■ 特性例

### (18) 負荷過渡応答特性例 <MODE:High>

<条件>

VIN : 15V

VOUT: 3.3V

IOUT:0A $\leftrightarrow$  1A

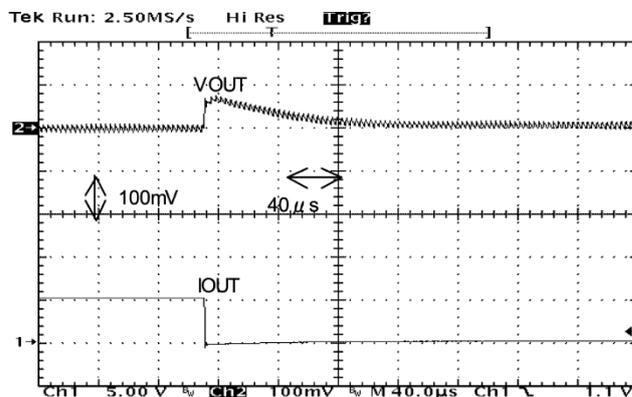
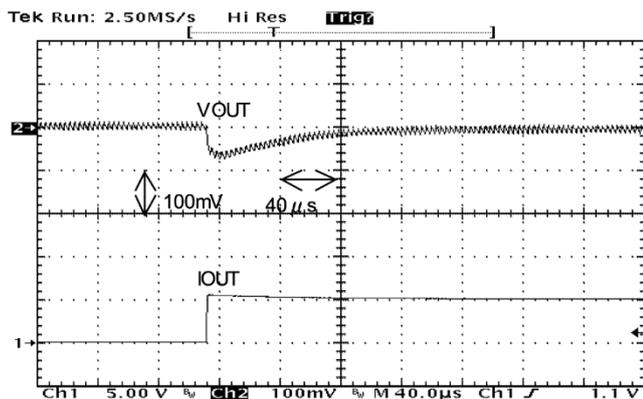
MODE:High

FET:IRF7313 (International Rectifier)

RSENSE:33m $\Omega$

CL:150 $\mu$ F (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



<条件>

VIN : 5V

VOUT: 1.8V

IOUT:0A 1A

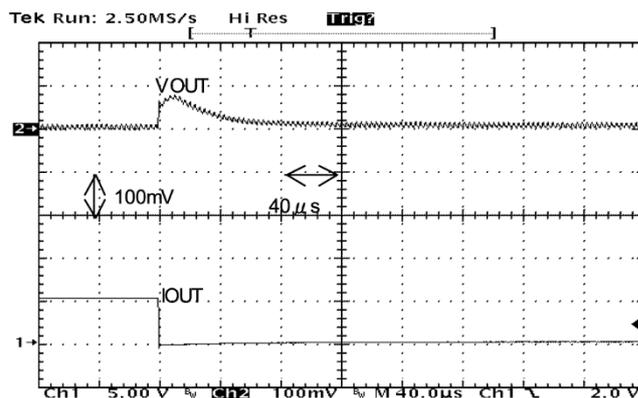
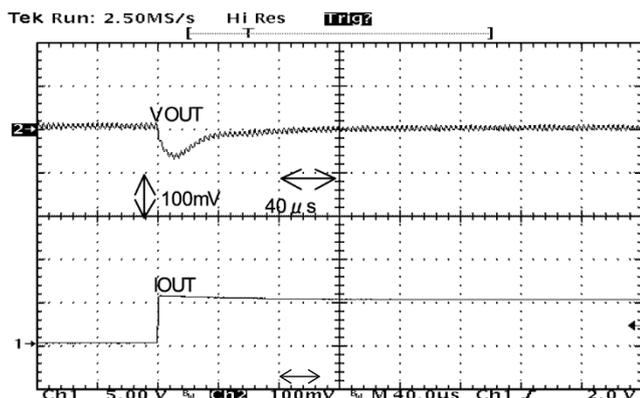
MODE:High

FET:SUD30N03 (Vishay)

RSENSE:33m $\Omega$

CL:150 $\mu$ F (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



<条件>

VIN : 15V

VOUT: 1.8V

IOUT:0A $\leftrightarrow$  1A

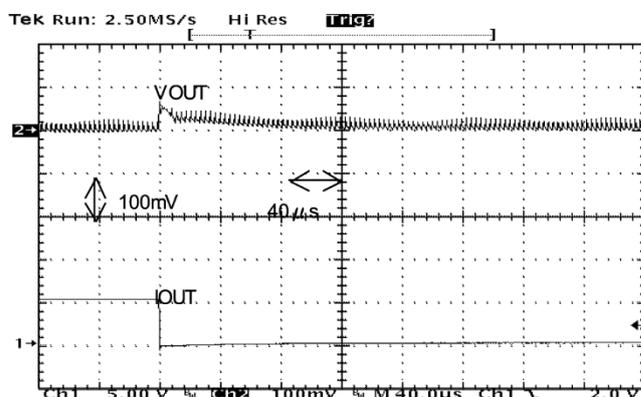
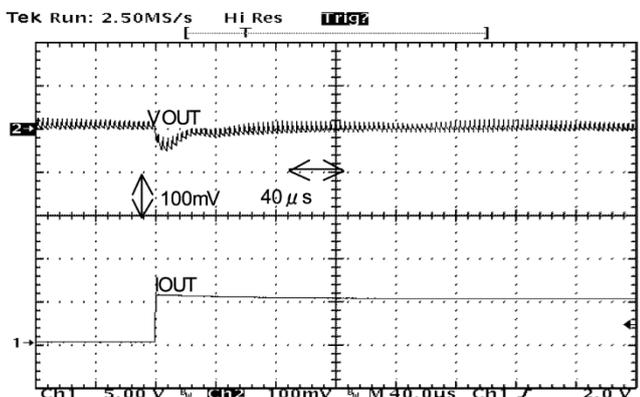
MODE:High

FET:SUD30N03 (Vishay)

RSENSE:33m $\Omega$

CL:150 $\mu$ F (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



## ■ 特性例

### (18) 負荷過度応答特性例 <MODE:High>

<条件>

VIN : 5V

VOUT: 3.3V

IOUT:0A $\leftrightarrow$  1A

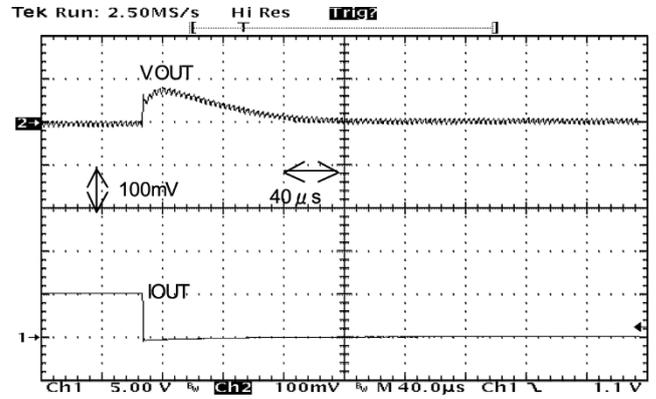
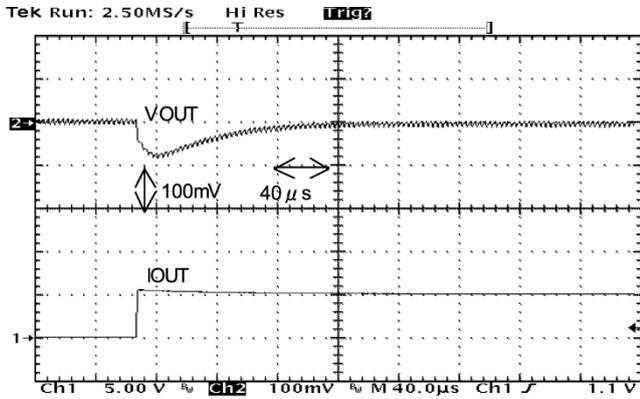
MODE:High

FET:SUD30N03 (Vishay)

RSENSE:33m $\Omega$

CL:150  $\mu$ F (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



<条件>

VIN : 15V

VOUT: 3.3V

IOUT:0A 1A

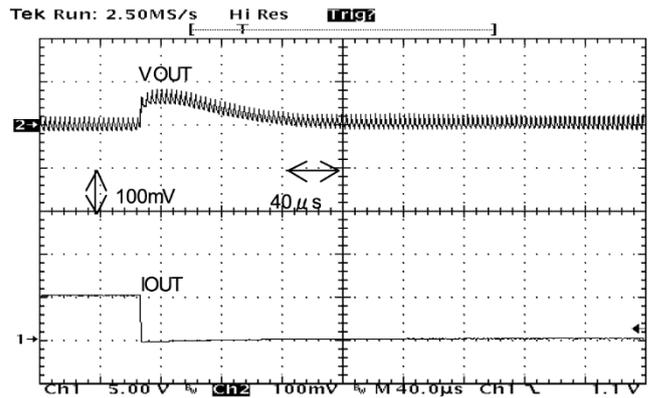
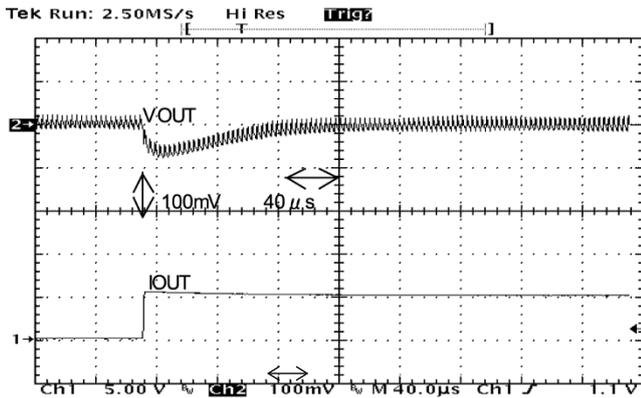
MODE:High

FET:SUD30N03 (Vishay)

RSENSE:33m $\Omega$

CL:150  $\mu$ F (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



## ■ 特性例

### (19) 負荷過渡応答特性例 <MODE:Low>

<条件>

VIN : 5V

VOUT: 1.8V

IOUT:0A ↔ 1A

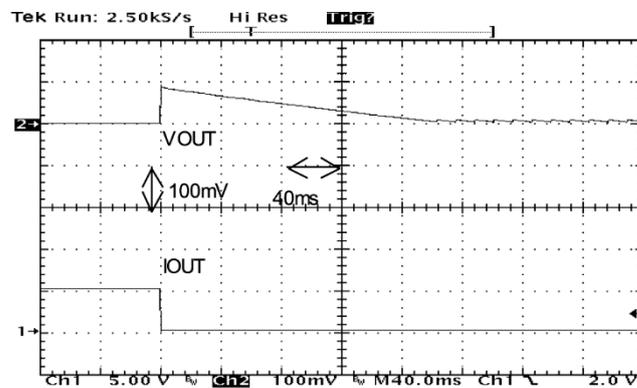
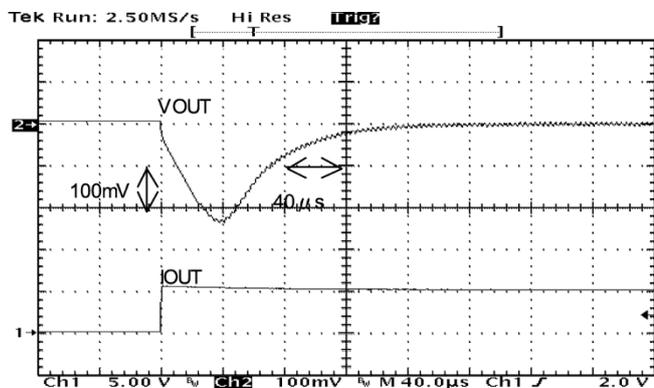
MODE:Low

FET:IRF7313 (International Rectifier)

RSENSE:33mΩ

CL:150 μF (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



<条件>

VIN : 5V

VOUT: 1.8V

IOUT:0A 1A

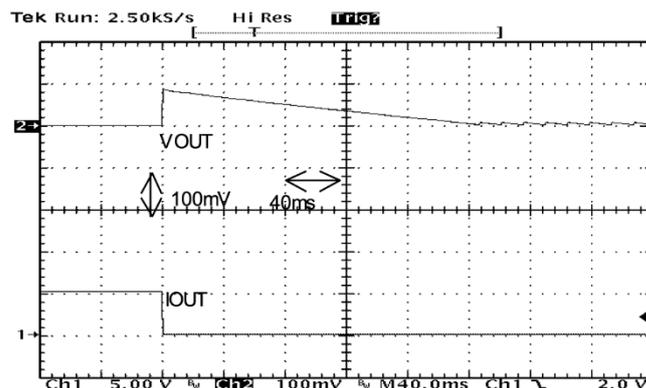
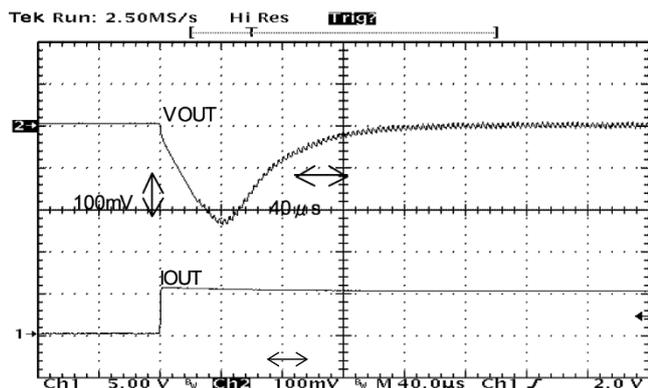
MODE:Low

FET:SUD30N03 (Vishay)

RSENSE:33mΩ

CL:150 μF (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)



## ■ 特性例

### (20)ラッチ保護回路動作波形 <MODE:High>

<条件>

VIN : 5V

VOUT: 3.3V

MODE:High

FET:SUD30N03 (Vishay)

RSENSE:33mΩ

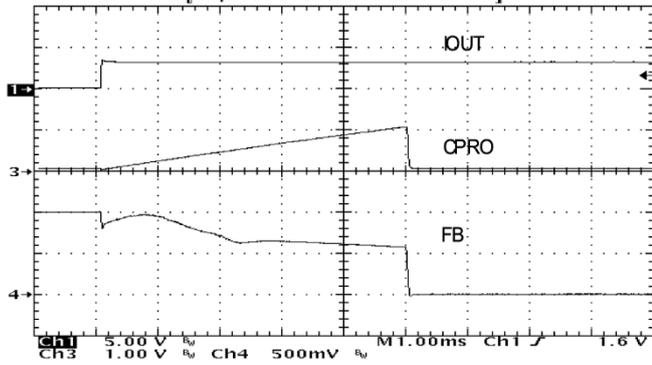
CPRO:ceramic 4700pF

CL:150μF (OS-CON, SANYO)

L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)

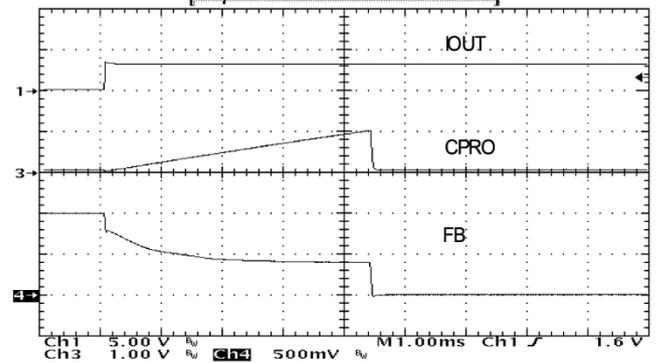
Topr : -40°C

Tek **Stop** Single Seq 100kS/s



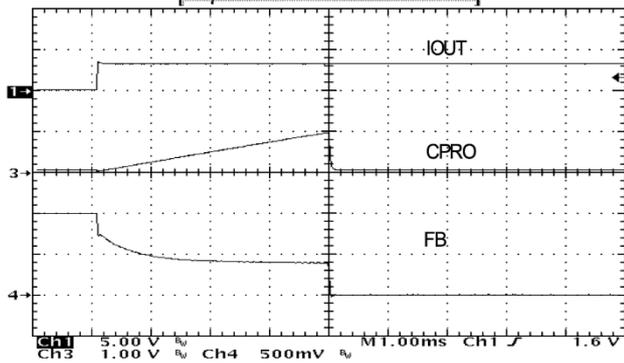
Topr : 25°C

Tek **Stop** Single Seq 100kS/s



Topr : 85°C

Tek **Stop** Single Seq 100kS/s



## ■ 特性例

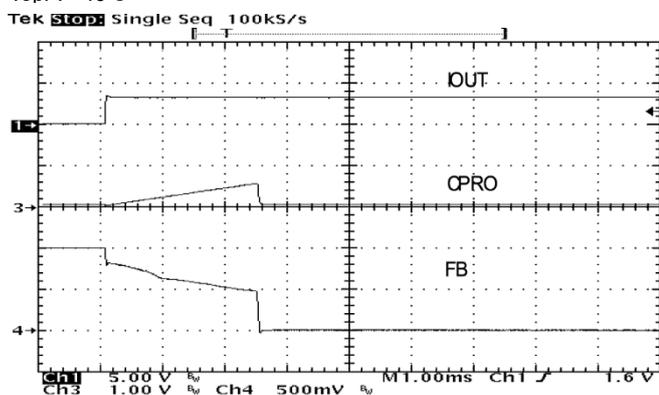
### (21) 短絡保護回路動作波形

<条件>  
VIN : 5V  
VOUT : 3.3V  
MODE:High

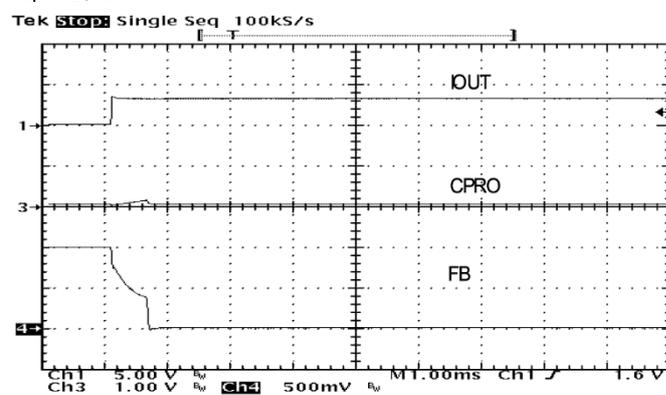
FET:SUD30N03 (Vishay)  
RSENSE:33mΩ  
CPRO:ceramic 4700pF

CL:150μF (OS-CON, SANYO)  
L:CDRH127/LD-7R4 (SUMIDA)

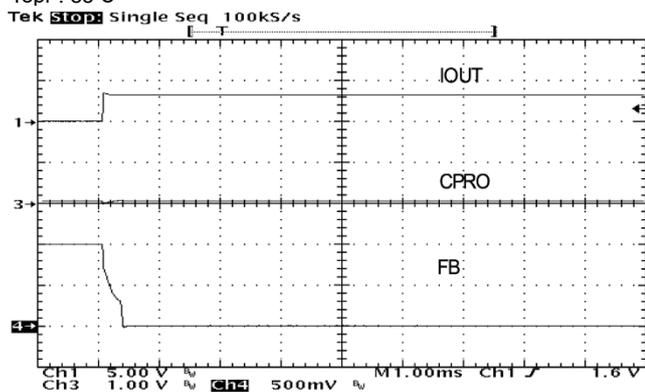
Topr : -40°C



Topr : 25°C



Topr : 85°C



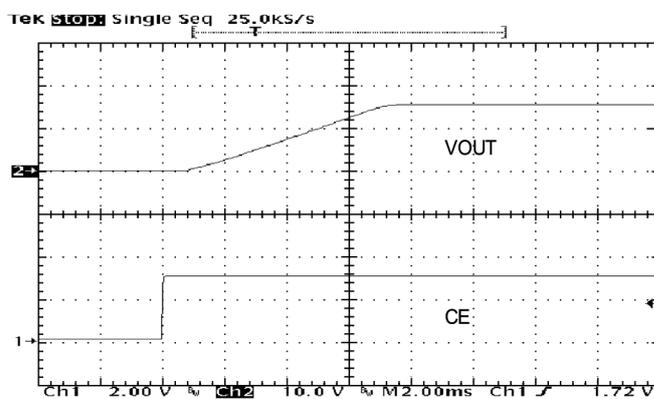
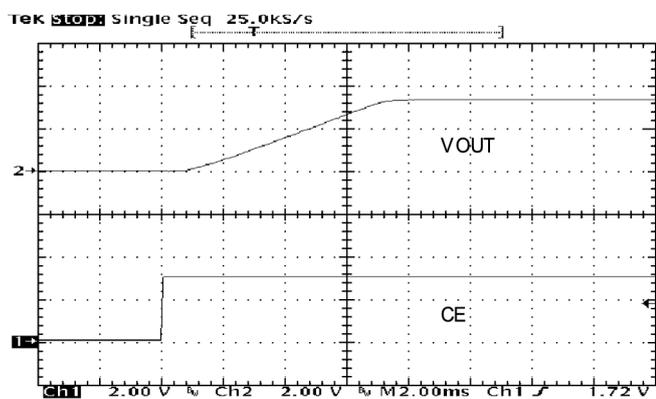
### (22) ソフトスタート回路動作波形

<条件>  
VIN : 5V  
VOUT : 3.3V  
IOUT=100mA

MODE:High  
C<sub>SS</sub>:4700pF

<条件>  
VIN : 20V  
VOUT : 15V  
IOUT=100mA

MODE:High  
C<sub>SS</sub>:4700pF



## ■ パッケージインフォメーション

最新のパッケージ情報については [www.torex.co.jp/technical-support/packages/](http://www.torex.co.jp/technical-support/packages/) をご覧ください。

PACKAGE	OUTLINE / LAND PATTERN	THERMAL CHARACTERISTICS
TSSOP-16	<a href="#">TSSOP-16 PKG</a>	-

## ■マーキング

①②③④ 製品シリーズを表す。

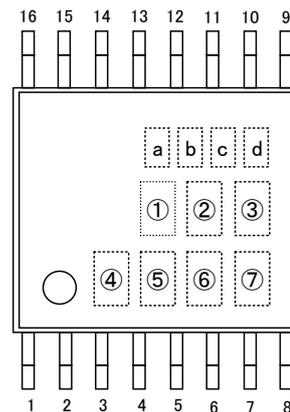
シンボル				品名表記例
①	②	③	④	
2	1	3	B	XC9213B103V*

⑤⑥ 基準電圧を表す。

シンボル		電圧 (V)	品名表記例
⑤	⑥		
1	0	1.0	XC9213B103V*

⑦ 発振周波数を表す。

シンボル	発振周波数	品名表記例
3	300kHz	XC9213B103V*



TSSOP-16  
(TOP VIEW)

マーク(a)~(d) 製造ロットを表す。0~9, A~Z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ください。
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ください。
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ください。
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いません。
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、ご了承ください。
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