

XC9301/XC9302 シリーズ

JTR0601-001c

PWM、PWM/PFM 切替 昇降圧 DC/DC コントローラ

GreenOperation 対応

概要

XC9301/XC9302シリーズは、高速低オン抵抗ドライバを内蔵した、汎用高クロック昇降圧 DC/DCコンバータコントローラです。トランジスタ×2、コイル、ダイオード×2、及びコンデンサの計4種の外付け部品で、高出力電流の高性能な昇降圧DC/DCコンバータを実現できます。

出力電圧は、内部にて2.4V~6.0V(精度±2.5%)まで、0.1Vステップで設定可能です。

スイッチング周波数が180kHz、または300kHzと高く、外付け部品を小さくすることが可能です。

PWM/PFM切替制御タイプのXC9302シリーズは、軽負荷時に、PWM制御からPFM制御へ動作を移行します。これによって、軽負荷から大出力電流までの全負荷領域で、高効率を実現します。

ソフトスタート時間は内部にて10msに設定されており、立ち上がり時の電流のラッシュやオーバーシュートを防ぎます。

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 0.5 μ A 以下に抑えます。

用途

電子手帳

携帯電話

パームトップコンピュータ

ハンディーオーディオ

各種汎用電源

特長

入力電圧範囲 : 2.0V ~ 10V

出力電圧範囲 : 2.4V ~ 6.0V 0.1V ステップで設定可能
設定電圧精度 ±2.5%

発振周波数 : 180kHz ±15%または300kHz ±15%

出力電流 : 250mA 以上($V_{IN}=2.4V, V_{OUT}=3.3V$)

高効率 : 81% (TYP.) @5.0V、78% (TYP.) @3.3V

スタンバイ機能 : $I_{STB}=0.5 \mu A$ (MAX.)

出力電圧内部設定

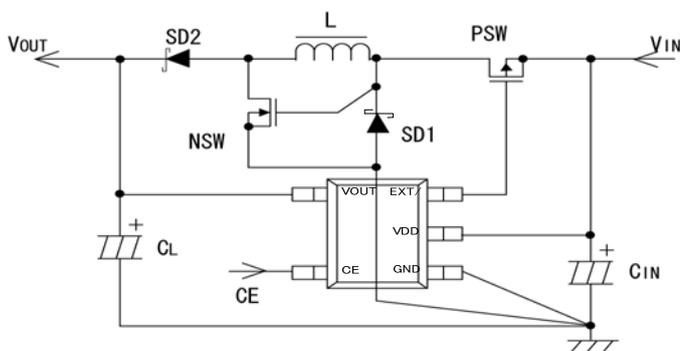
最大デューティ比 : 85% (TYP.)

PWM/PFM 切替昇降圧制御 (XC9302)

パッケージ : SOT-25

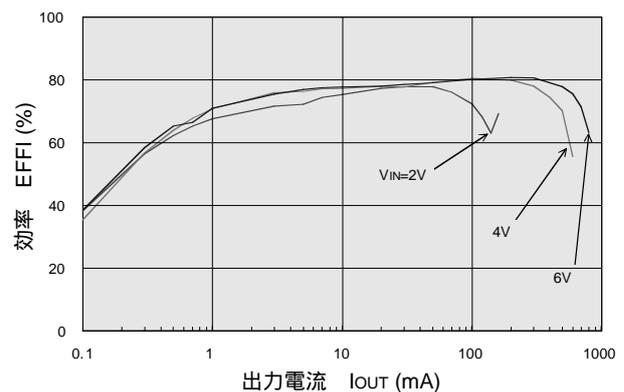
環境への配慮 : EU RoHS 指令対応、鉛フリー

代表標準回路

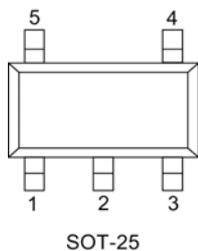


代表特性例

効率 - 出力電流特性

XC9302A502 (180kHz、 $V_{OUT}=5.0V$)PSW=XP162A12A6PR, $C_L=47 \mu F$ (タンタルコンデンサ MCE) × 2,NSW=XP161A1265PR, $C_{IN}=220 \mu F$ (電解 P.J), SD=U2FWJ44N, $R_{DD}=10 \Omega$, $L=22 \mu H$ (CR54), $C_{DD}=47 \mu F$ (タンタルコンデンサ MCE)

端子配列



端子説明

端子番号	端子名	機能
1	GND	グラウンド端子
2	VDD	電源端子
3	EXT/	外部トランジスタドライブ端子
4	VOUT	出力電圧監視端子
5	CE	チップイネーブル端子

製品分類

品番ルール

XC9301 _____ - ^(*): PWM 制御

XC9302 _____ - ^(*): PWM/PFM 切替制御

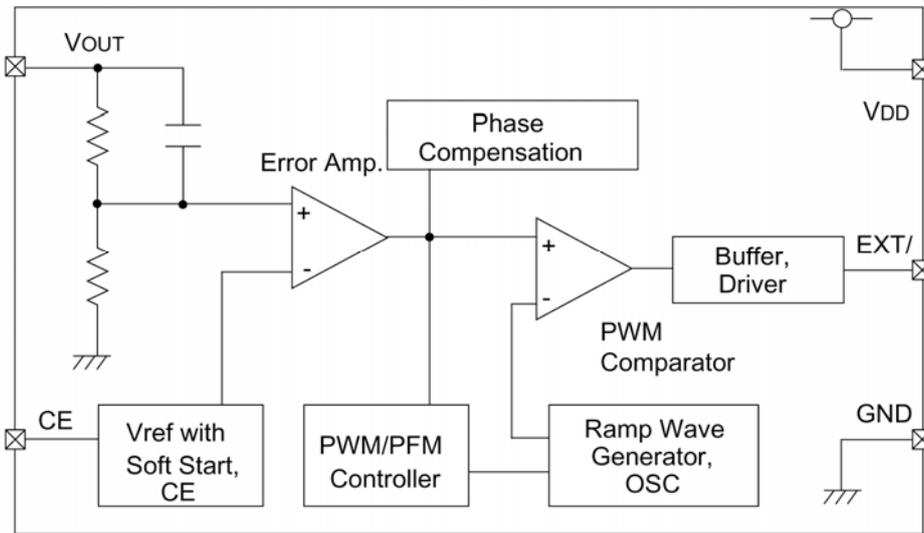
記号	内容	シンボル	詳細内容
	標準	A	標準(5ピン機能)
	出力電圧	20~60	(例) 3.0V 出力品の場合 =3, =0 5.3V 出力品の場合 =5, =3
	発振周波数	2	180kHz
		3	300kHz
⑤⑥-⑦	パッケージ形状 テーピング仕様 ^(*)	MR-G	SOT-25

(*1) 末尾に"-G"が付く場合は、ハロゲン&アンチモンフリーかつ RoHS 対応製品になります。

(*2) エンボステーブポケットへのデバイス挿入方向は定まっております。標準とは別に逆挿入を要望される場合は弊社営業に相談ください。

(標準:⑤R-⑦、逆挿入:⑤L-⑦)

ブロック図



絶対最大定格

Ta = 25

項目	記号	定格	単位
VDD 端子電圧	VDD	-0.3 ~ 12.0	V
VOUT 端子電圧	VOUT	-0.3 ~ 12.0	V
CE 端子電圧	VCE	-0.3 ~ 12.0	V
EXT/端子電圧	VEXT/	-0.3 ~ VDD+0.3	V
EXT/端子電流	IEXT/	± 100	mA
許容損失	Pd	150	mW
動作周囲温度	Topr	-40 ~ +85	
保存温度	Tstg	-40 ~ +125	

XC9301/XC9302 シリーズ

電気的特性

XC9301x332MR, XC9302x332MR

(V_{OUT}=3.3V, F_{osc}=180kHz)

T_a=25

項目	記号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
出力電圧	V _{OUT}		3.218	3.300	3.383	V
入力電源電圧	V _{DD}		2.0	-	10.0	V
消費電流 1	I _{DD1}	V _{OUT} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	-	80	140	μA
消費電流 2	I _{DD2}	V _{OUT} =CE : 出力設定電圧+0.5 を印加	-	15	26	μA
スタンバイ電流	I _{STB}	V _{OUT} : 出力設定電圧× 0.95 を印加 CE=0V	-	-	0.5	μA
発振周波数	F _{OSC}	V _{DD} =V _{OUT} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	153	180	207	kHz
最大デューティ比	MAXDTY	V _{DD} =V _{OUT} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	78	85	92	%
PFM デューティ比*1	PFMDTY	無負荷	15	25	35	%
効率*2	EFFI	V _{DD} =V _{IN} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	-	78	-	%
ソフトスタート時間	T _{SS}		5.0	10.0	20.0	mS
CE 'H' 電圧	V _{CEH}	V _{OUT} : 出力設定電圧× 0.95 を印加	0.65	-	-	V
CE 'L' 電圧	V _{CEL}	V _{OUT} : 出力設定電圧× 0.95 を印加	-	-	0.20	V
EXT/ 'H' ON 抵抗	R _{EXTBH}	I _{DD1} 同じ、V _{EXT/} = V _{OUT} - 0.4V	-	29	43	
EXT/ 'L' ON 抵抗	R _{EXTBL}	I _{DD1} 同じ、V _{EXT/} = 0.4V	-	19	27	

測定条件 : 指定の無い時は V_{DD} = 3.30(V), I_{OUT} = 130(mA)

注) *1 XC9302 シリーズのみ (PFM 制御へ切り替わった時のデューティ比)

*2 EFFI = { [(出力電圧) × (出力電流)] ÷ [(入力電圧) × (入力電流)] } × 100

XC9301x333MR, XC9302x333MR

(V_{OUT}=3.3V, F_{osc}=300kHz)

T_a=25

項目	記号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS
出力電圧	V _{OUT}		3.218	3.300	3.383	V
入力電源電圧	V _{DD}		2.0	-	10.0	V
消費電流 1	I _{DD1}	V _{OUT} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	-	130	200	μA
消費電流 2	I _{DD2}	V _{OUT} =CE : 出力設定電圧+0.5 を印加	-	20	35	μA
スタンバイ電流	I _{STB}	V _{OUT} : 出力設定電圧× 0.95 を印加 CE=0V	-	-	0.5	μA
発振周波数	F _{OSC}	V _{DD} =V _{OUT} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	255	300	345	kHz
最大デューティ比	MAXDTY	V _{DD} =V _{OUT} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	78	85	92	%
PFM デューティ比*1	PFMDTY	無負荷	15	25	35	%
効率*2	EFFI	V _{DD} =V _{IN} =CE : 出力設定電圧× 0.95 を印加	-	78	-	%
ソフトスタート時間	T _{SS}		5.0	10.0	20.0	mS
CE 'H' 電圧	V _{CEH}	V _{OUT} : 出力設定電圧× 0.95 を印加	0.65	-	-	V
CE 'L' 電圧	V _{CEL}	V _{OUT} : 出力設定電圧× 0.95 を印加	-	-	0.20	V
EXT/ 'H' ON 抵抗	R _{EXTBH}	I _{DD1} に同じ、V _{EXT/} = V _{OUT} - 0.4V	-	29	43	
EXT/ 'L' ON 抵抗	R _{EXTBL}	I _{DD1} に同じ、V _{EXT/} = 0.4V	-	19	27	

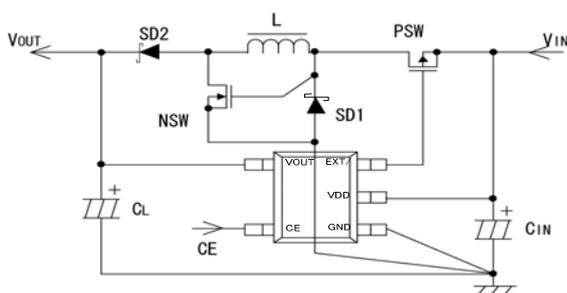
測定条件 : 指定の無い時は V_{DD} = 3.30(V), I_{OUT} = 130(mA)

注) *1 XC9302 シリーズのみ (PFM 制御へ切り替わった時のデューティ比)

*2 EFFI = { [(出力電圧) × (出力電流)] ÷ [(入力電圧) × (入力電流)] } × 100

標準回路例

回路接続例



部品例

PSW : XP162A12 (SOT-89, TOREX)

NSW : XP161A12 (SOT-89, TOREX)

L : 22 μH (スミダ CR54)

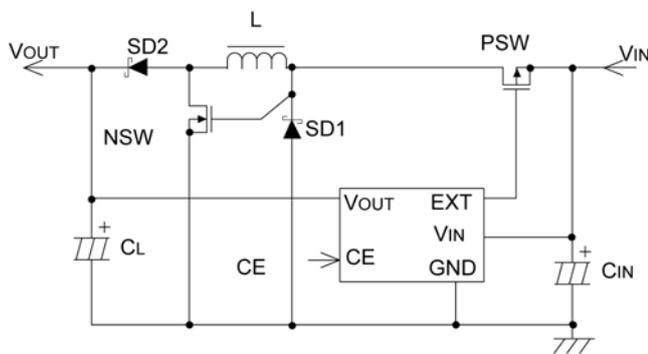
SD : U2FWJ44N (ショットキータイプ、東芝)

CL : 16V, 47 μF×2 (タンタルタイプ、日ケミ MCE)

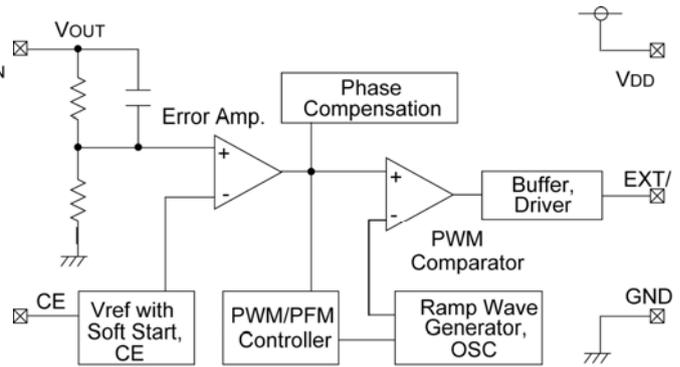
CIN : 16V, 22 μF (タンタルタイプ、日ケミ MCE)

220 μF (ニチコン、PJ タイプ)

動作説明



<回路接続例>



<ブロック図>

XC9301/02 シリーズは PWM 動作をする昇降圧 DC/DC コンバータコントローラです。XC9302 シリーズは軽負荷時は PFM 動作に移行し、負荷に対し広い範囲で高効率を実現しています。また、昇圧動作と降圧動作を一連の PWM 動作で行う事により、広い入力電圧範囲に対して高い効率を実現しています。出力設定電圧はレーザートリミングにより調整・固定されています。

[ON TIME]

P-chFET(PSW)が ON、N-chFET(NSW)が ON して VIN PSW L NSW GND と電流が流れ、L がチャージされます。

[OFF TIME]

PSW、NSW ともに OFF して GND SD1 L SD2 VOUT と電流が流れ、L にチャージされていた電荷により VOUT が上昇します。

VOUT 電圧を I 内部の基準電圧と比較し、ON TIME, OFF TIME の割合を調節して出力を安定に保ちます。

以下に内部の各ブロックについて説明します。

<Error Amp.>

エラーアンプは出力電圧監視用のアンプです。内部抵抗で分割された電圧のフィードバックと基準電圧を比較します。基準電圧より高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。

<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の方が低い期間は EXT/端子を Low レベル(スイッチングの ON タイム)にします。

<Ramp Wave Generator>

スイッチング周波数のノコギリ波を発生します。

<PWM / PFM Controller>

XC9302 シリーズでは負荷の大きさにより PWM と PFM を自動的に切り替えます。

<Vref with Soft Start, CE>

内部のコンデンサと定電流回路により、Error Amp.の入力の Vref 電圧の立ち上がりを緩やかにしています。このソフトスタート機能により、CE 電圧立ち上げ時に Error Amp.の 2つの入力に釣り合った状態で動作して EXT/端子の ON タイムを必要以上に長くすることを抑制します。また、UVLO 機能が併設されており、ソフトスタート時に内部回路が不定状態を脱して安定状態になるまで MOS スイッチが ON しないように信号に制限をかけています。入力電圧が IC が不定状態になるような低い電圧の場合にも UVLO 機能が働き、MOS スイッチを OFF させます。

動作説明

製品の選定について

XC9301/02 シリーズは PWM 動作(9302 シリーズは軽負荷時は PFM 動作に自動移行)を行う昇降圧 DCDC コンバータコントローラです。昇圧動作と降圧動作を一連の PWM 動作で行う事により、広い入力電圧範囲に対して高い効率を実現しています。

一般に、入力電圧が出力設定電圧をまたいで上下に変化する場合に安定出力電圧を得る方法として数通りの方式が考えられます。各方式にはそれぞれのメリット・デメリットがあり、入出力等の実際の動作条件で最も特性が良い方式を選択する必要があります。

以下に 2 通りの方式(昇圧 DCDC コンバータ+VR と昇降圧 DCDC コンバータ)と、その方式での効率特性例の比較を示します。

[昇圧 DCDC コンバータ+VR](ex. XC6371/72+XC6206)

昇圧モード(入力電圧 < 出力設定電圧+0.4V)

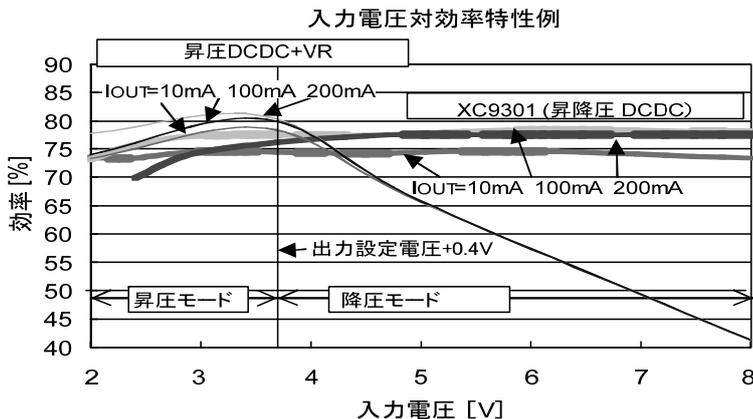
入力電圧を一度昇圧 DCDC コンバータ部で出力設定電圧+0.4V に昇圧後、VR 部で出力電圧を設定値にレギュレートする。(0.4V 下げる分が VR 部によるロスとなる。)

降圧モード(入力電圧 > 出力設定電圧+0.4V)

入力電圧は昇圧 DCDC コンバータ部をスルーして、VR 部で出力電圧を設定値にレギュレートする。(入出力電圧差分を下げる分が VR 部によるロスとなる。)

[昇降圧 DCDC コンバータ](XC9301/02)

入力電圧と出力設定電圧の高低関係に関わらず一連のスイッチング動作で出力設定電圧を出力する。



XC9301/02 シリーズは広い入力電圧範囲に対してほぼフラットな効率特性を示します。

一方、昇圧 DCDC+VR は入力電圧が高くなると入出力電圧比に比例して効率が悪くなります。

よって、降圧モード動作が主となる場合には XC9301/02 シリーズの方が効率が良く、乾電池 3 セル 3.3V、リチウムイオン二次電池 3.3V 等の用途でも XC9301/02 シリーズの方が全体として効率が良い場合があります。

なお、XC9301/02 シリーズはシリーズレギュレータ出力ではないので、リップル電圧が問題となる用途については実際の特性をサンプルで評価されることをお勧めします。

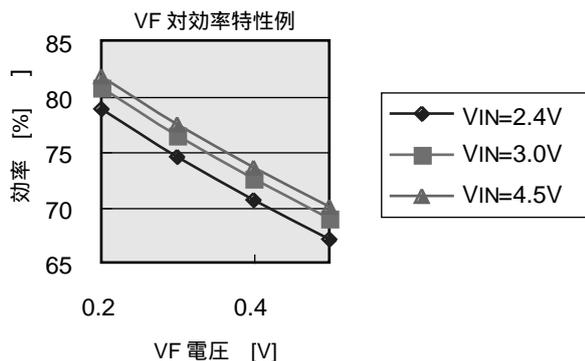
周辺回路部品の選定について

一般に、DCDC コンバータ IC を使用した回路の特性は周辺回路部品の特性に大きく依存します。特にショットキーダイオードの VF(順電圧)は効率に直接的に効いてくるため、なるべく小さい物を選ぶ方が効率が良くなります。以下に VF 対効率の特性例を示します。

また、無負荷時消費電流を低くするためには IR(逆電流)の小さいダイオードを選ぶ必要があります。

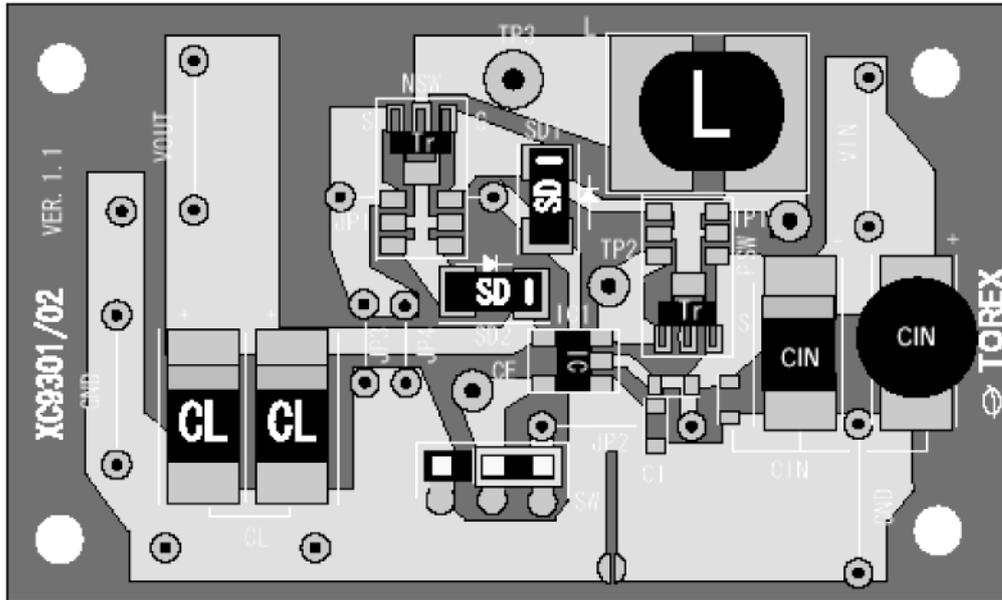
スイッチング用 MOSFET は ON 抵抗が小さい物の使用をお勧めします。

XC9301/02 シリーズでは 500mΩ 以下の物を使用して下さい。



動作説明

デモボード ver. 1.1



部品名

PSW : XP162A12(SOT-89)
 NSW : XP161A12(SOT-89)
 L : 22 μ H (スミダ CR54)
 SD : U2FWJ44N (ショットキータイプ、東芝)
 CL : 16V 47 μ F \times 2 (タンタルタイプ、日ケミ MCE)
 CIN : 16V 22 μ F (タンタルタイプ、日ケミ MCE)
 16V 220 μ F (電解 ニチコン PJ)

デモボード接続可能形状

SOT-23, SOT-89, CPH-6 に対応
 CR43 ~ CR105 に対応
 MA720, MA735, U2FWJ44N に対応
 1005 type ~ D2 パッケージに対応

<ジャンパー設定>

JP3 : 必ず接続して下さい。

JP2 : SW を使って CE 端子を VIN に固定する場合は接続して下さい。

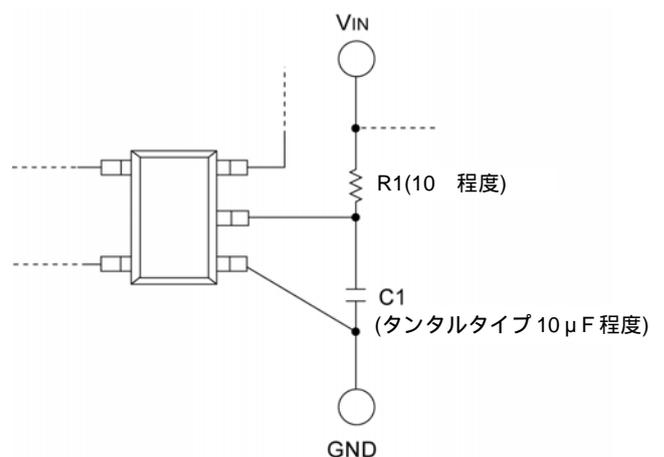
- ・ VIN, Vout, GND 端子、JP2, JP3 にはスズメッキ線等を使用して下さい。
- ・ TP1, TP2, TP3, CE にはテストピン等を接続して下さい。

<備考>

出力電流 I_{OUT} が大きい時に入力電圧安定性が悪いと異常発振する場合があります。

その場合は、IC の VIN 端子の直近に、CIN の 220 μ F (PJ タイプ)の代わりに右図のように R1、C1 を接続して下さい。

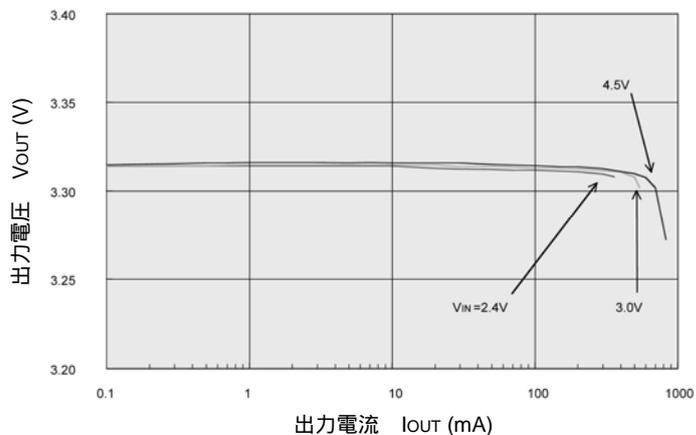
(デモボード ver.1.1 の場合は R1 接続位置のパターン配線をカットして R1 を接続して下さい。)



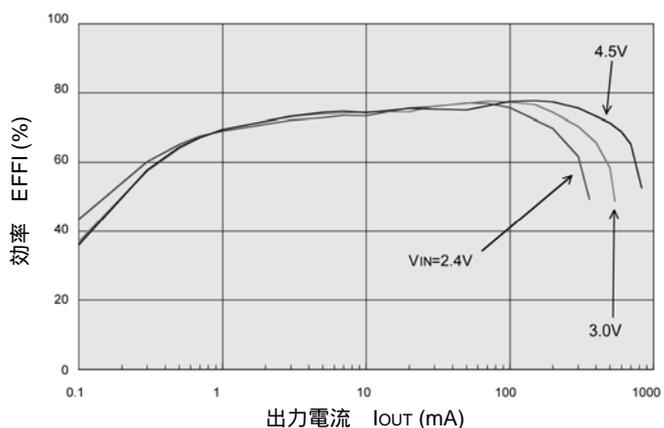
特性例

XC9302A332 (PWM/PFM 切替え、180kHz、出力電圧 3.3V 設定品)

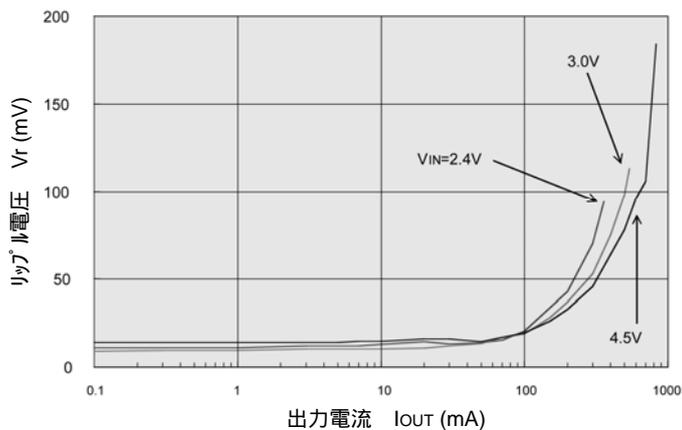
(1) 出力電圧対出力電流特性例 (Topr=25)



(2) 効率対出力電流特性例 (Topr=25)



(3) リップル電圧対出力電流特性例 (Topr=25)



外付け部品

PSW :XP162A12A6PR

NSW :XP161A1265PR

SD :U2FWJ44N

L :22 μ H (CR54)

CL :47 μ F (タンタルコンデンサ MCE) \times 2

CIN :220 μ F (電解 PJ)

RDD :10

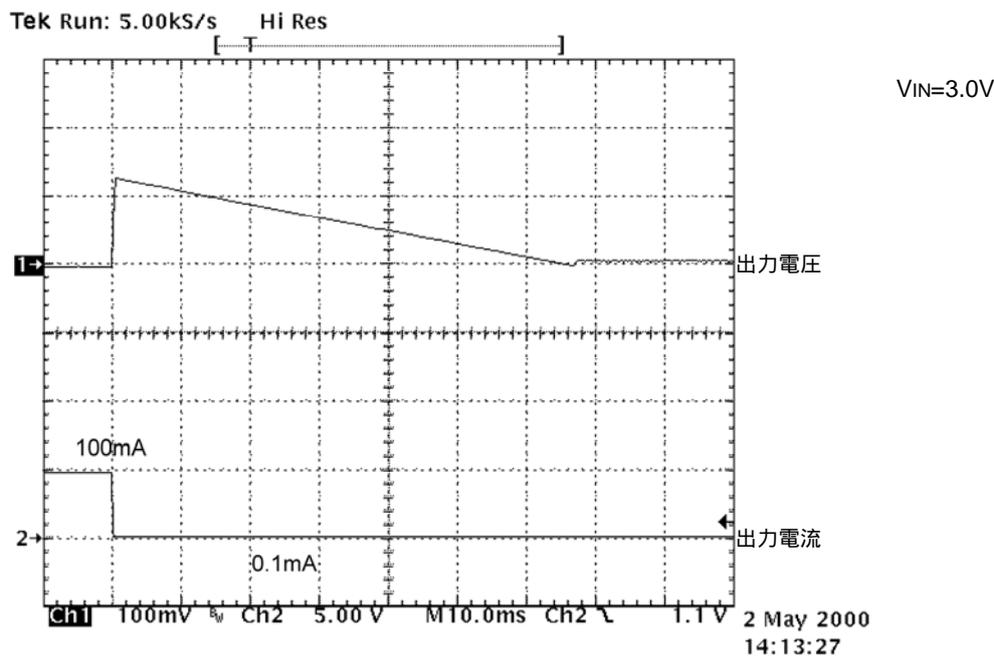
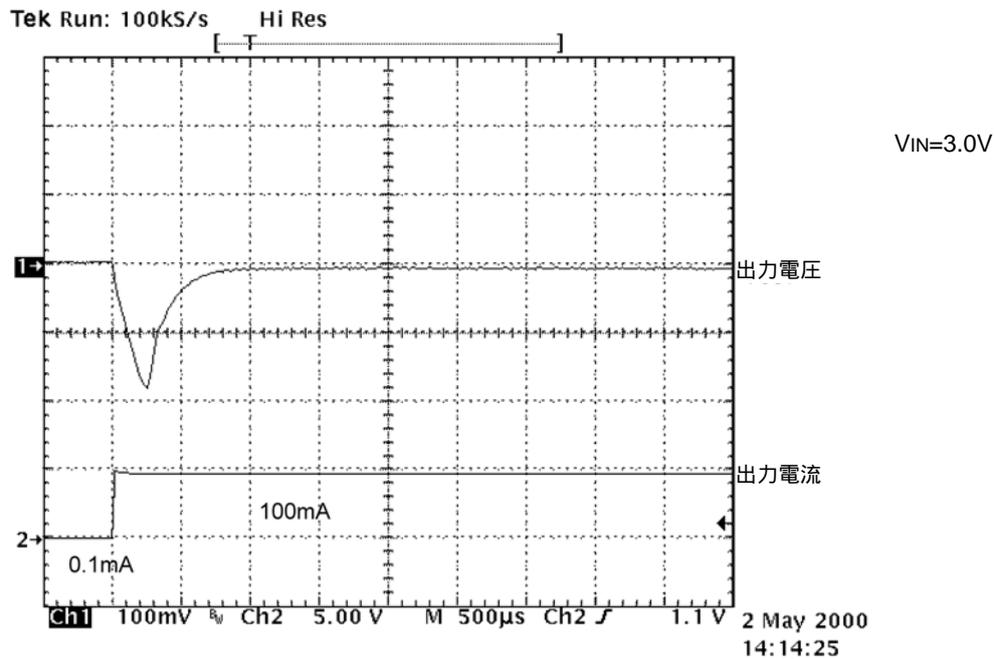
CDD :47 μ F (タンタルコンデンサ MCE)

VCE=VIN

特性例

XC9302A332 (PWM/PFM 切替え、180kHz、出力電圧 3.3V 設定品)

(4) 負荷過渡応答 (Topr=25)



外付け部品

PSW : XP162A12A6PR

CL : 47 µF (タンタルコンデンサ MCE) ×2

NSW : XP161A1265PR

CIN : 220 µF (電解 PJ)

SD : U2FWJ44N

RDD : 10

L : 22 µH (CR54)

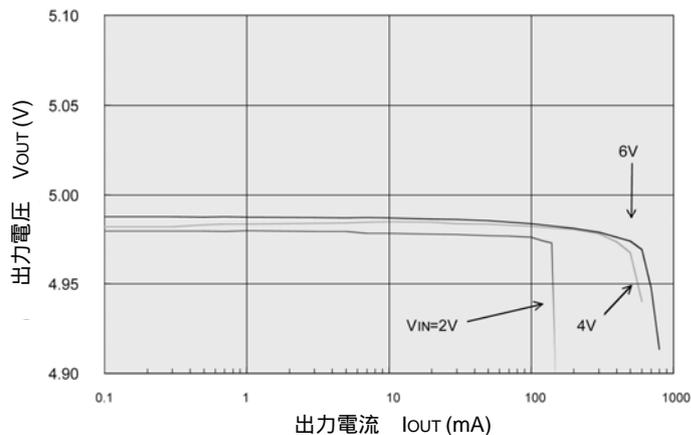
CDD : 47 µF (タンタルコンデンサ MCE)

V_{CE}=V_{IN}

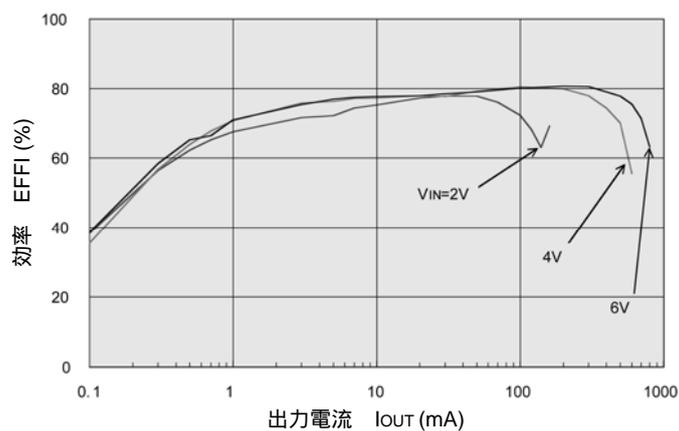
特性例

XC9302A502 (PWM/PFM 切替え、180kHz、出力電圧 5.0V 設定品)

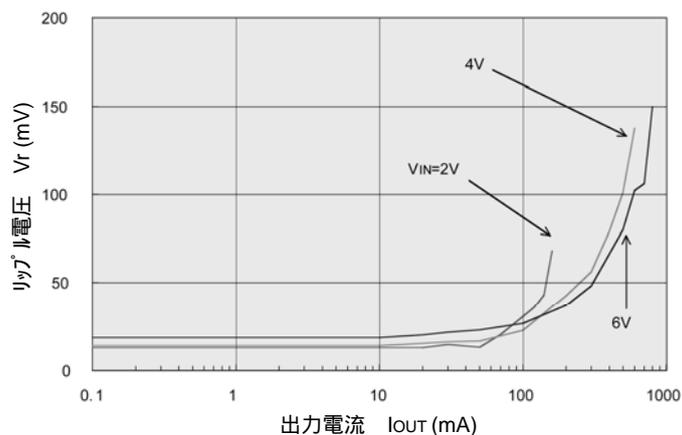
(1) 出力電圧対出力電流特性例 (Topr=25)



(2) 効率対出力電流特性例 (Topr=25)



(3) リップル電圧対出力電流特性例 (Topr=25)



外付け部品

PSW : XP162A12A6PR

CL : 47 μ F (タンタルコンデンサ MCE) \times 2

NSW : XP161A1265PR

CIN : 220 μ F (電解 PJ)

SD : U2FWJ44N

RDD : 10

L : 22 μ H (CR54)

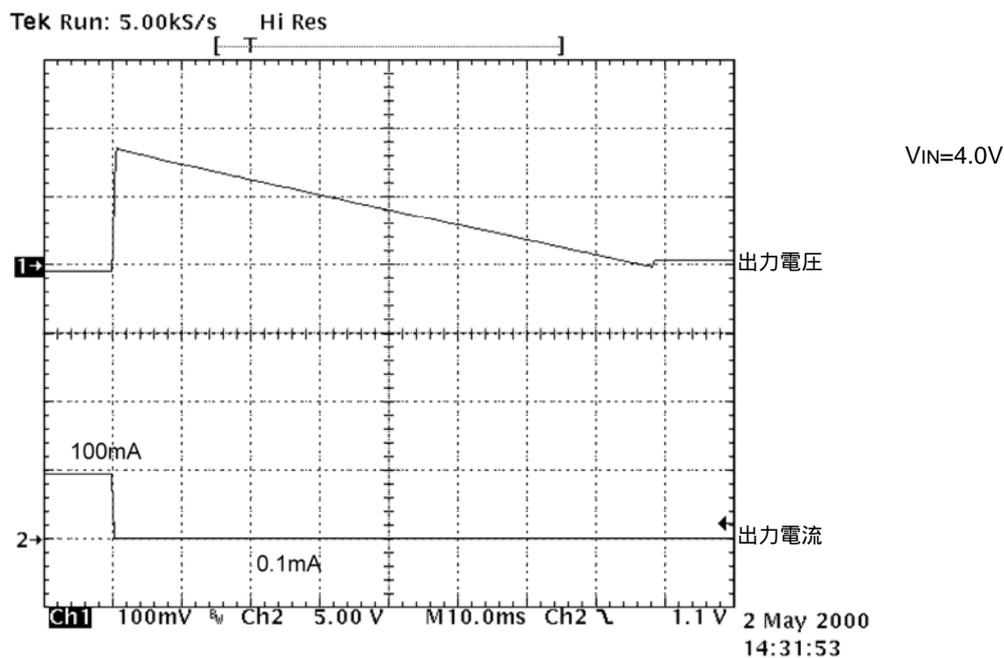
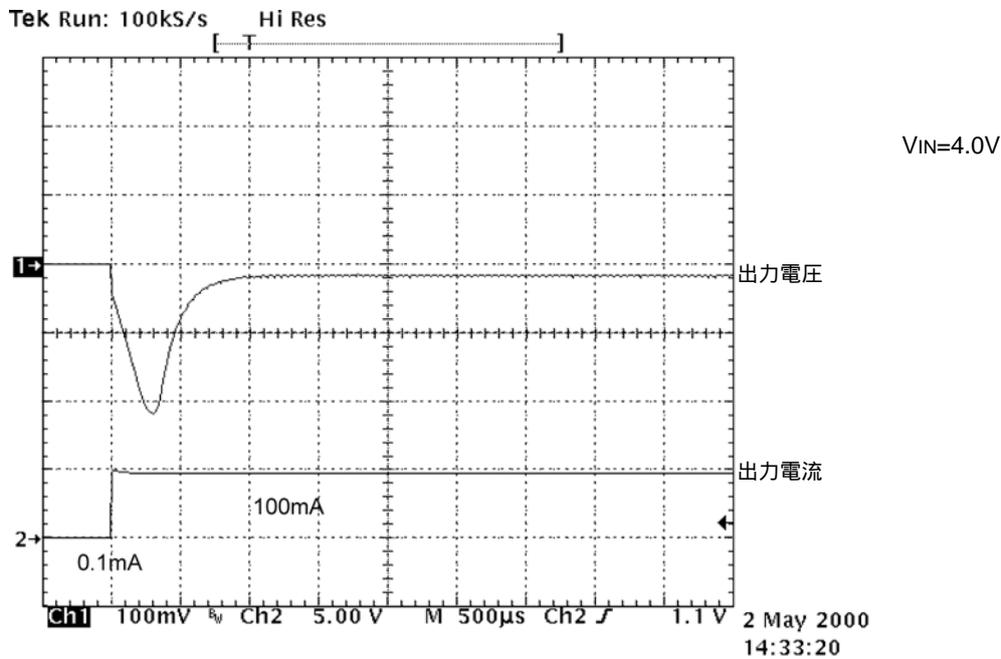
CDD : 47 μ F (タンタルコンデンサ MCE)

VCE=VIN

特性例

XC9302A502 (PWM/PFM 切替え、180kHz、出力電圧 5.0V 設定品)

(4) 負荷過渡応答 ($T_{opr}=25^\circ\text{C}$)



外付け部品

PSW : XP162A12A6PR

NSW : XP161A1265PR

SD : U2FWJ44N

L : 22 μ H (CR54)

CL : 47 μ F (タンタルコンデンサ MCE) \times 2

CIN : 220 μ F (電解 PJ)

RDD : 10

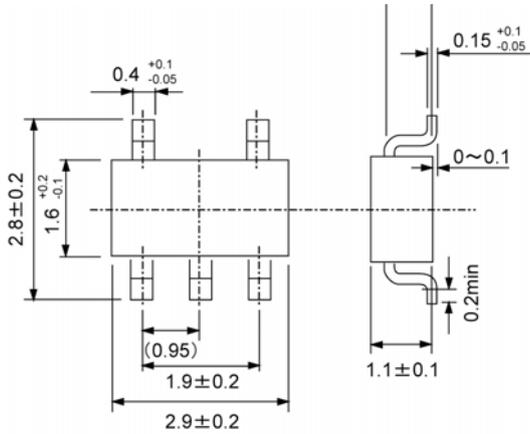
CDD : 47 μ F (タンタルコンデンサ MCE)

$V_{CE}=V_{IN}$

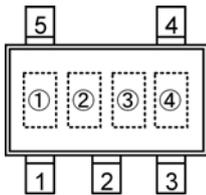
XC9301/XC9302 シリーズ

外形寸法図

SOT-25



マーキング



SOT-25
(TOP VIEW)

製品区分を表す。

シンボル	品名表記例
<u>A</u>	XC9301A * * * M *
<u>K</u>	XC9302A * * * M *

出力電圧の整数部と発振周波数を示す。

出力電圧 (V)	シンボル	
	周波数=180kHz (XC9301/XC9302A * * 2M *)	周波数=300kHz (XC9301/XC9302A * * 3M *)
2.X	2	2
3.X	3	3
4.X	4	4
5.X	5	5
6.X	6	6

出力電圧の小数部と発振周波数を示す。

出力電圧 (V)	シンボル	
	周波数=180kHz (XC9301/XC9302A * * 2M *)	周波数=300kHz (XC9301/XC9302A * * 3M *)
0.X	<u>0</u>	<u>A</u>
1.X	<u>1</u>	<u>B</u>
2.X	<u>2</u>	<u>C</u>
3.X	<u>3</u>	<u>D</u>
4.X	<u>4</u>	<u>E</u>
5.X	<u>5</u>	<u>F</u>
6.X	<u>6</u>	<u>H</u>
7.X	<u>7</u>	<u>K</u>
8.X	<u>8</u>	<u>L</u>
9.X	<u>9</u>	<u>M</u>

製造ロットを表す。

0~9、A~Z及び反転文字0~9、A~Zを繰り返す。(但し、G、I、J、O、Q、Wは除く。)

1. 本書に記載された内容(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. 本書に記載された技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するものであり、工業所有権、その他の権利に対する保証または許諾するものではありません。
3. 本書に記載された製品は、通常の信頼度が要求される一般電子機器(情報機器、オーディオ/ビジュアル機器、計測機器、通信機器(端末)、ゲーム機器、パーソナルコンピュータおよびその周辺機器、家電製品等)用に設計・製造しております。
4. 本書に記載の製品を、その故障や誤作動が直接人命を脅かしたり、人体に危害を脅かす恐れのある装置やシステム(原子力制御、航空宇宙機器、輸送機器、交通信号機器、燃焼制御、生命維持装置を含む医療機器、各種安全装置など)へ使用する場合には、事前に当社へご連絡下さい。
5. 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。
6. 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。
7. 本書に記載された内容を当社に無断で転載、複製することは、固くお断り致します。

トレックス・セミコンダクター株式会社