

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズ

JTR0518-004

ドライバ Tr.内蔵 600mA 同期整流降圧 DC/DC コンバータ

■概要

☆GreenOperation 対応

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズは、セラミックコンデンサ対応で 0.42Ω Pch MOS ドライバ Tr.および 0.52Ω Nch MOS スイッチ Tr.を内蔵した同期整流タイプの DC/DC コンバータです。動作電圧は $2.0V \sim 6.0V$ 。出力電圧は $0.8V \sim 4.0V$ (精度 $\pm 2.0\%$) で、 $0.05V$ ステップにて設定可能となります。外付け部品としてコイルとコンデンサのみを使用し出力電流 $600mA$ の高効率で安定した電源を得ることができます。内蔵オシレータは、 $1.2MHz$ 、 $3.0MHz$ があり、アプリケーションに最適な周波数の選択ができます。動作モードは、PWM 制御(XA9235)、または PWM/PFM 自動切替制御(XA9236)、制御方式マニュアル切替(XA9237)の選択ができ、軽負荷から重負荷までの全負荷領域で自在に、高速応答、低リップル、高効率を実現します。

ソフトスタート機能と電流制限機能は内部で最適化されています。スタンバイ時には全回路を停止することにより消費電流を $1.0\mu A$ 以下に抑えます。Bシリーズでは、ソフトスタート機能は $0.25ms$ (TYP.)にて高速に立ち上がります。UVLO(Under Voltage Lock Out)機能を内蔵しており入力電圧 $1.4V$ 以下では内部 Pch MOS ドライバ Tr.を強制的にオフさせます。また、B,C シリーズでは C_L ディスチャージ機能によりスタンバイ時には $Lx-V_{SS}$ 間の内部スイッチをオンさせることにより内部抵抗を介して C_L の電荷をディスチャージします。このディスチャージ機能により、出力電圧を高速に V_{SS} レベルまで戻すことが可能です。

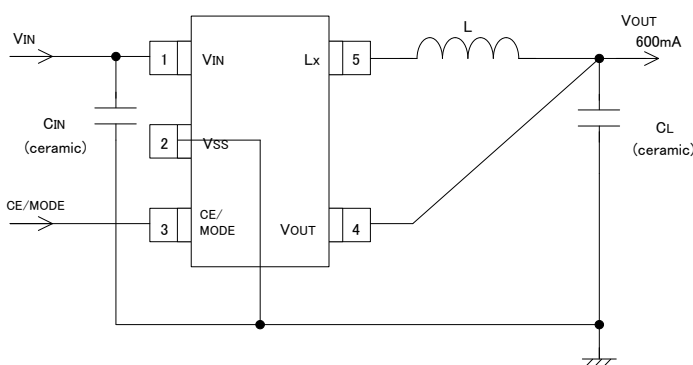
■用途

●アミューズメント

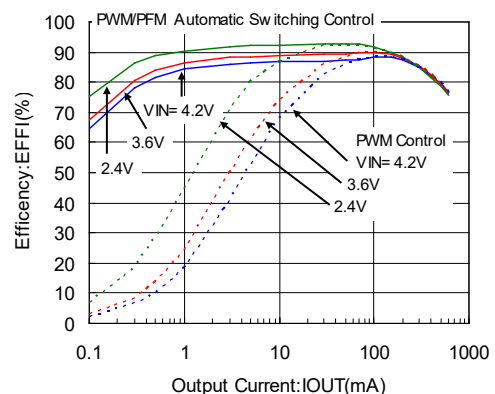
■特長

内蔵ドライバ	: 0.42Ω P-ch ドライバ Tr. 0.52Ω N-ch スイッチ Tr.
入力電圧範囲	: $2.0V \sim 6.0V$
出力電圧範囲	: $0.8V \sim 4.0V$
高効率	: 92% (TYP.)
出力電流	: $600mA$
発振周波数	: $1.2MHz$ 、 $3.0MHz$ (発振周波数 $\pm 15\%$)
最大デューティ比	: 100%
機能	: 電流制限回路 (定電流+ラッチ) C_L ディスチャージ (B/C シリーズ) 高速ソフトスタート (B シリーズ)
出力コンデンサ	: セラミックコンデンサ対応
制御方式	: PWM 固定制御 (XA9235) PWM/PFM 自動切替制御 (XA9236) 制御方式マニュアル切替 (XA9237)
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



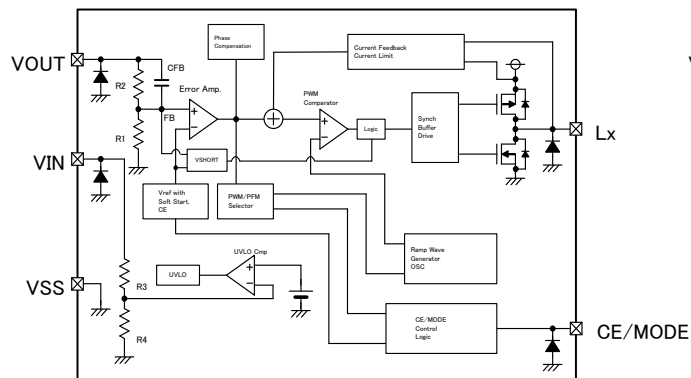
■代表特性例

●効率-出力電流($f_{OSC}=1.2MHz$, $V_{OUT}=1.8V$)

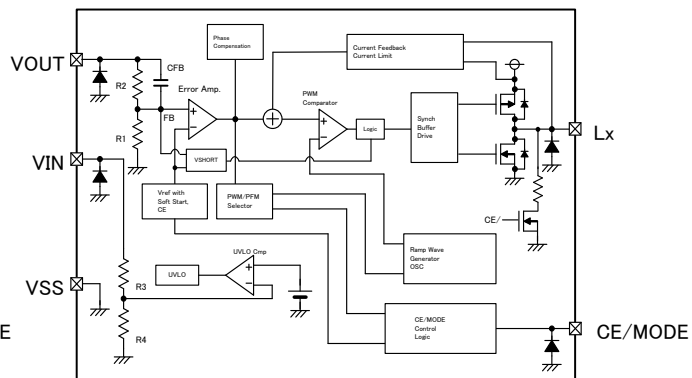
XA9235/XA9236/XA9237 シリーズ

■ ブロック図

・ XA9235/XA9236/XA9237
Aシリーズ



・ XA9235/XA9236/XA9237
B, Cシリーズ



注) XA9235 シリーズは"CE/MODE Control Logic"から"PWM/PFM Selector"への信号が内部にて"L"レベルに固定されており、PWM 制御のみ選択。
XA9236 シリーズは"CE/MODE Control Logic"から"PWM/PFM Selector"への信号が内部にて"H"レベルに固定されており、PWM/PFM 自動切替制御のみ選択。

上記図のダイオードは静電保護素子、寄生ダイオードになります。

■製品分類

●品番ルール

XA9235①②③④⑤⑥-⑦^(*)

XA9236①②③④⑤⑥-⑦^(*)

XA9237①②③④⑤⑥-⑦^(*)

PWM 固定制御

PWM/PFM 自動切替制御

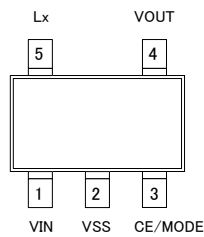
制御方式マニュアル選択、PWM 固定制御⇔PWM/PFM 自動切替制御

記号	内容	シンボル	詳細内容
①	機能選択	A	CL 高速ディスチャージ無し
		B	CL 高速ディスチャージ、高速ソフトスタート
		C	CL 高速ディスチャージ
② ③	出力電圧	08 ~ 40	出力電圧を表す。 例) 2.8V 出力の場合→②=2、③=8 例) 2.85V 出力の場合→②=2、③=L 0.05V ステップ : 0.05=A,0.15=B,0.25=C,0.35=D,0.45=E, 0.55=F,0.65=H,0.75=K,0.85=L,0.95=M
④	発振周波数	C	1.2MHz
		D	3.0MHz
⑤⑥-⑦	パッケージ形状 (発注単位) テーピング仕様 ^(*)	MR	SOT-25 (3,000pcs/Reel)
		MR-G	SOT-25 (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。

^(*) エンボステープ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)

■端子配列



SOT-25
(TOP VIEW)

■端子説明

端子番号 SOT-25	端子名	機能
1	V _{IN}	電源端子
2	V _{SS}	グランド端子
3	CE / MODE	チップイネーブル モード切替端子
4	V _{OUT}	出力電圧センス端子
5	L _x	スイッチング出力端子

■機能表

CE/MODE	動作状態	
	XA9235	XA9236
Hレベル ^(*)	同期整流 PWM 固定	同期整流 PWM/PFM 自動切替
Lレベル ^(*)	スタンバイ	スタンバイ

CE/MODE	動作状態
	XA9237
Hレベル ^(*)	同期整流 PWM/PFM 自動切替
Mレベル ^(*)	同期整流 PWM 固定
Lレベル ^(*)	スタンバイ

CE/MODE 端子電圧レベル範囲

^(*)Hレベル : $V_{IN} - 0.65V \leq H \text{レベル} \leq 6.0V$

^(*)Lレベル : $0V \leq L \text{レベル} \leq 0.25V$

CE/MODE 端子電圧レベル範囲

^(*)Hレベル : $V_{IN} - 0.25V \leq H \text{レベル} \leq 6.0V$

^(*)Mレベル : $0.65V \leq M \text{レベル} \leq V_{IN} - 1.0V$

^(*)Lレベル : $0V \leq L \text{レベル} \leq 0.25V$

^(*) XA9235/XA9236/XA9237B~C タイプではスタンバイ時に内部抵抗がオンし、C_L 放電抵抗を介して C_L の電荷をディスチャージします。

^(*) CE/MODE 端子オープン時には IC が不安定になりますので、オープン状態で使用しないでください。

■絶対最大定格

Ta = 25°C

項目		記号	定格	単位
V _{IN} 端子電圧		V _{IN}	-0.3 ~ 6.5	V
L _X 端子電圧		V _{LX}	-0.3 ~ V _{IN} + 0.3 ≤ 6.5	V
V _{OUT} 端子電圧		V _{OUT}	-0.3 ~ 6.5	V
CE/MODE 端子電圧		V _{CE}	-0.3 ~ 6.5	V
L _X 端子電流		I _{LX}	±1500	mA
許容損失	SOT-25	Pd	250	mW
			600 (40mm x 40mm 標準基板) ^(*)	
			760 (JESD51-7 基板) ^(*)	
動作周囲温度		T _{opr}	-40 ~ 85	°C
保存温度		T _{stg}	-55 ~ 125	°C

(*) 基板実装時の許容損失の参考データとなります。実装条件はパッケージインフォメーションをご参照下さい。

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズ

■電気的特性

XA9237A18Cxx, $V_{OUT}=1.8V$, $f_{OSC}=1.2MHz$, $T_a=25^\circ C$

項目	記号	測定条件	規格値			単位	回路図
			MIN.	TYP.	MAX.		
出力電圧	V_{OUT}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $I_{OUT} = 30mA$	1.764	1.800	1.836	V	①
動作電圧範囲	V_{IN}		2.0	-	6.0	V	①
最大出力電流	I_{OUTMAX}	$V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$ 外付け部品接続(注 9)	600	-	-	mA	①
UVLO 電圧	V_{UVLO}	$V_{CE} = V_{IN}$, $V_{OUT} = 0V$, L_X 端子が "L" "L" \parallel (注 11) 保持となる電圧 (注 1)	1.00	1.40	1.78	V	②
消費電流	I_{DD}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	15	33	μA	③
スタンバイ電流	I_{STB}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	0	1.0	μA	③
発振周波数	f_{OSC}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$, $I_{OUT} = 100mA$	1020	1200	1380	kHz	①
PFM スイッチ電流	I_{PFM}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$ (注 12)	120	160	200	mA	①
PFM デューティ制限	DTY_{LIMIT_PFM}	$V_{CE} = V_{IN} = (C-1)$, $I_{OUT} = 1mA$ (注 12)	-	200	-	%	①
最大デューティ比	$MAXDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$	100	-	-	%	②
最小デューティ比	$MINDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	-	0	%	②
効率(注 2)	$EFFI$	外付け部品接続, $V_{CE} = V_{IN} = V_{OUT(E)} + 1.2V$, $I_{OUT} = 100mA$	-	92	-	%	①
L_X SW "H" ON 抵抗 1	R_{L_XH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0V$, $I_{LX} = 100mA$ (注 3)	-	0.35	0.55	Ω	④
L_X SW "H" ON 抵抗 2	R_{L_XH}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$, $V_{OUT} = 0V$, $I_{LX} = 100mA$ (注 3)	-	0.42	0.67	Ω	④
L_X SW "L" ON 抵抗 1	R_{L_XL}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$ (注 4)	-	0.45	0.66	Ω	-
L_X SW "L" ON 抵抗 2	R_{L_XL}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$ (注 4)	-	0.52	0.77	Ω	-
L_X SW "H" リーク電流(注 5)	I_{LeakH}	$V_{IN} = V_{OUT} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $L_X = 0V$	-	0.01	1.0	μA	⑤
L_X SW "L" リーク電流(注 5)	I_{LeakL}	$V_{IN} = V_{OUT} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $L_X = 5.0V$	-	0.01	1.0	μA	⑤
電流制限(注 10)	I_{LIM}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$ (注 8)	900	1050	1350	mA	⑥
出力電圧温度特性	$\frac{\Delta V_{OUT}}{(V_{OUT} \cdot \Delta T_{opr})}$	$I_{OUT} = 30mA$ $-40^\circ C \leq T_{opr} \leq 85^\circ C$	-	± 100	-	ppm/ $^\circ C$	①
CE "H" 電圧	V_{CEH}	$V_{OUT} = 0V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が "H" となる電圧(注 11)	0.65	-	6.0	V	③
CE "L" 電圧	V_{CEL}	$V_{OUT} = 0V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が "L" となる電圧(注 11)	V_{SS}	-	0.25	V	③
PWM "H" レベル電圧	V_{PWMH}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注 6) 発振周波数が $1020kHz \leq f_{OSC} \leq 1380kHz$ となる電圧 (注 13)	-	-	$V_{IN} - 1.0$	V	①
PWM "L" レベル電圧	V_{PWML}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注 6) 発振周波数が $f_{OSC} < 1020kHz$ となる電圧(注 13)	$V_{IN} - 0.25$	-	-	V	①
CE "H" 電流	I_{CEH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0V$	- 0.1	-	0.1	μA	⑤
CE "L" 電流	I_{CEL}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = 0V$	- 0.1	-	0.1	μA	⑤
ソフトスタート時間	t_{SS}	外付け部品接続, $V_{CE} = 0V \rightarrow V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$	0.5	1.0	2.5	ms	①
ラッチ時間	t_{LAT}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0.8 \times V_{OUT(E)}$ 抵抗 1Ω にて L_X 短絡 (注 7)	1.0	-	20.0	ms	⑦
短絡保護閾値電圧	V_{SHORT}	V_{OUT} を SWEEP し $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, 抵抗 1Ω にて L_X 短絡、 1ms 以内に $L_X = "L"$ となるときの V_{OUT} 電圧	0.675	0.900	1.150	V	⑦

測定条件：特に指定無き場合、 $V_{IN} = 5.0V$ $V_{OUT(E)} =$ 設定電圧

(注 1) ヒステリシス動作電圧幅を含む

(注 2) $EFFI = \{[(出力電圧) \times (出力電流)] \div [(入力電圧) \times (入力電流)]\} \times 100$

(注 3) ON 抵抗 = $(V_{IN} - L_X$ 端子測定電圧) / 100mA

(注 4) 設計値

(注 5) 高温時においては最大 10 μA 程度リークする場合があります。

(注 6) XA9237A シリーズは CE/MODE が PWM 制御と PWM/PFM 自動切替制御の外部切替端子となっております。

動作状態にて CE/MODE 端子が $V_{IN} - 0.3V$ 以上では PWM/PFM 自動切替制御、 $V_{IN} - 1.0V$ 以下では V_{CEH} 以上では PWM 制御を行います。

(注 7) 動作状態から V_{OUT} を抵抗 1Ω を介して GND に短絡させ、電流制限パルス発生から $L_X = 0V$ となるまでの時間

(注 8) ON 抵抗による電圧降下の為、 $V_{IN} < 2.4V$ では電流制限に達しない場合があります。

(注 9) 入出力電圧差(降圧差)が小さい場合、最大電流に到達する前に、100% duty となることがあります。

100% duty 状態からさらに電流を引くと Pch ドライバの on 抵抗により出力電圧の降下を起こします。

(注 10) 電流制限はコイルに流れる電流のピークの検出レベルを示す。

(注 11) "H" = $V_{IN} \sim V_{IN} - 1.2V$, "L" = $+0.1V \sim -0.1V$

(注 12) I_{PFM} および DTY_{LIMIT_PFM} は PFM 制御時のみ機能するため、XA9235 シリーズでは除外します

(注 13) V_{PWMH} および V_{PWML} は XA9237 シリーズのみ機能するため、XA9235/36 シリーズでは除外します

■電気的特性

XA9237A18Dxx, $V_{OUT}=1.8V$, $f_{OSC}=3.0MHz$, $T_a=25^{\circ}C$

項目	記号	測定条件	規格値			単位	回路図
			MIN.	TYP.	MAX.		
出力電圧	V_{OUT}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $I_{OUT} = 30mA$	1.764	1.800	1.836	V	①
動作電圧範囲	V_{IN}		2.0	-	6.0	V	①
最大出力電流	I_{OUTMAX}	$V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$ 外付け部品接続(注 9)	600	-	-	mA	①
UVLO 電圧	V_{UVLO}	$V_{CE} = V_{IN}$, $V_{OUT} = 0V$, L_X 端子が "L" となる電圧 (注 1)	1.00	1.40	1.78	V	③
消費電流	I_{DD}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	21	35	μA	②
スタンバイ電流	I_{STB}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	0	1.0	μA	②
発振周波数	f_{OSC}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$, $I_{OUT} = 100mA$	2550	3000	3450	kHz	①
PFM スイッチ電流	I_{PFM}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$ (注 12)	170	220	270	mA	①
PFM デューティ制限	DTY_{LIMIT_PFM}	$V_{CE} = V_{IN} = (C-1)$, $I_{OUT} = 1mA$ (注 12)	-	200	300	%	①
最大デューティ比	$MAXDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$	100	-	-	%	③
最小デューティ比	$MINDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	-	0	%	③
効率	$EFFI$	外付け部品接続, $V_{CE} = V_{IN} = V_{OUT(E)} + 1.2V$, $I_{OUT} = 100mA$	-	86	-	%	①
L_X SW "H" ON 抵抗1	R_{LXH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0V$, $I_{LX} = 100mA$ (注 3)	-	0.35	0.55	Ω	④
L_X SW "H" ON 抵抗2	R_{LXH}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$, $V_{OUT} = 0V$, $I_{LX} = 100mA$ (注 3)	-	0.42	0.67	Ω	④
L_X SW "L" ON 抵抗1	R_{LXL}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$ (注 4)	-	0.45	0.66	Ω	-
L_X SW "L" ON 抵抗2	R_{LXL}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$ (注 4)	-	0.52	0.77	Ω	-
L_X SW "H" リーク電流(注5)	I_{LeakH}	$V_{IN} = V_{OUT} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $L_X = 0V$	-	0.01	1.0	μA	⑤
L_X SW "L" リーク電流(注5)	I_{LeakL}	$V_{IN} = V_{OUT} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $L_X = 5.0V$	-	0.01	1.0	μA	⑤
電流制限(注 10)	I_{LIM}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$ (注 8)	900	1050	1350	mA	⑥
出力電圧温度特性	$\frac{\Delta V_{OUT}}{(V_{OUT} \cdot \Delta T_{opr})}$	$I_{OUT} = 30mA$ $-40^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$	-	± 100	-	ppm/ $^{\circ}C$	①
CE "H" 電圧	V_{CEH}	$V_{OUT} = 0V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が "H" となる電圧(注 11)	0.65	-	6.0	V	③
CE "L" 電圧	V_{CEL}	$V_{OUT} = 0V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が "L" となる電圧(注 11)	V_{SS}	-	0.25	V	③
PWM "H" レベル電圧	V_{PWMH}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注 6) 発振周波数が $2550kHz \leq f_{OSC} \leq 3450kHz$ となる電圧 (注 13)	-	-	$V_{IN} - 1.0$	V	①
PWM "L" レベル電圧	V_{PWML}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注 6) 発振周波数が $f_{OSC} < 2550kHz$ となる電圧(注 13)	$V_{IN} - 0.25$	-	-	V	①
CE "H" 電流	I_{CEH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0V$	- 0.1	-	0.1	μA	⑤
CE "L" 電流	I_{CEL}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = 0V$	- 0.1	-	0.1	μA	⑤
ソフトスタート時間	t_{SS}	外付け部品接続 $V_{CE} = 0V \rightarrow V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$	0.5	0.9	2.5	ms	①
ラッチ時間	t_{LAT}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0.8 \times V_{OUT(E)}$ 抵抗 1Ω にて L_X 短絡 (注 7)	1.0	-	20	ms	⑦
短絡保護閾値電圧	V_{SHORT}	V_{OUT} を SWEEP し $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, 抵抗 1Ω にて L_X 短絡、 1ms 以内に $L_X = "L"$ となるときの V_{OUT} 電圧	0.675	0.900	1.150	V	⑦

測定条件：特に指定無き場合、 $V_{IN} = 5.0V$ $V_{OUT(E)} =$ 設定電圧

(注 1) ヒステリシス動作電圧幅を含む

(注 2) $EFFI = \{[(出力電圧) \times (出力電流)] \div [(入力電圧) \times (入力電流)]\} \times 100$

(注 3) ON 抵抗 = $(V_{IN} - L_X$ 端子測定電圧) / 100mA

(注 4) 設計値

(注 5) 高温時においては最大 10 μA 程度リークする場合があります。

(注 6) XA9237A シリーズは CE/MODE が PWM 制御と PWM/PFM 自動切替制御の外部切替端子となっております。

動作状態にて CE/MODE 端子が $V_{IN} - 0.3V$ 以上では PWM/PFM 自動切替制御、 $V_{IN} - 1.0V$ 以下では PWM 制御を行います。

(注 7) 動作状態から V_{OUT} を抵抗 1Ω を介して GND に短絡させ、電流制限パルス発生から $L_X = 0V$ となるまでの時間

(注 8) ON 抵抗による電圧降下の為、 $V_{IN} < 2.4V$ では電流制限に達しない場合があります。

(注 9) 入出力電圧差(降圧差)が小さい場合、最大電流に到達する前に、100% duty となることがあります。

100% duty 状態からさらに電流を引くと Pch ドライバの on 抵抗により出力電圧の降下を起こします。

(注 10) 電流制限はコイルに流れる電流のピークの検出レベルを示す。

(注 11) "H" = $V_{IN} - V_{IN} - 1.2V$, "L" = $+0.1V \sim -0.1V$

(注 12) I_{PFM} および DTY_{LIMIT_PFM} は PFM 制御時のみ機能するため、XA9235 シリーズでは除外します

(注 13) V_{PWMH} および V_{PWML} は XA9237 シリーズのみ機能するため、XA9235/36 シリーズでは除外します

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズ

■電気的特性

XA9237B(C) 18Cxx, $V_{OUT}=1.8V$, $f_{OSC}=1.2MHz$, $T_a=25^{\circ}C$

項目	記号	測定条件	規格値			単位	回路図
			MIN.	TYP.	MAX.		
出力電圧	V_{OUT}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $I_{OUT} = 30mA$	1.764	1.800	1.836	V	①
動作電圧範囲	V_{IN}		2.0	-	6.0	V	①
最大出力電流	I_{OUTMAX}	$V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$ 外付け部品接続(注9)	600	-	-	mA	①
UVLO 電圧	V_{UVLO}	$V_{CE} = V_{IN}$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.5V$ (注14), L_X 端子が"L"レベル(注11)保持となる電圧(注1)	1.00	1.40	1.78	V	②
消費電流	I_{DD}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	15	33	μA	③
スタンバイ電流	I_{STB}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	0	1.0	μA	③
発振周波数	f_{OSC}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$, $I_{OUT} = 100mA$	1020	1200	1380	kHz	①
PFM スイッチ電流	I_{PFM}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$ (注12)	120	160	200	mA	①
PFM デューティ制限	DTY_{LIMIT_PFM}	$V_{CE} = V_{IN} = (C-1)$, $I_{OUT} = 1mA$ (注12)	-	200	-	%	①
最大デューティ比	$MAXDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$	100	-	-	%	②
最小デューティ比	$MINDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	-	0	%	②
効率(注2)	EFFI	外付け部品接続, $V_{CE} = V_{IN} = V_{OUT(E)} + 1.2V$, $I_{OUT} = 100mA$	-	92	-	%	①
L_X SW "H" ON 抵抗1	R_{LxH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, $I_{LX} = 100mA$ (注3)	-	0.35	0.55	Ω	④
L_X SW "H" ON 抵抗2	R_{LxH}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, $I_{LX} = 100mA$ (注3)	-	0.42	0.67	Ω	④
L_X SW "L" ON 抵抗1	R_{LxL}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$ (注4)	-	0.45	0.66	Ω	-
L_X SW "L" ON 抵抗2	R_{LxL}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$ (注4)	-	0.52	0.77	Ω	-
L_X SW "H" リーク電流(注5)	I_{LeakH}	$V_{IN} = V_{OUT} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $L_X = 0V$	-	0.01	1.0	μA	⑨
電流制限(注10)	I_{LM}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$ (注8)	900	1050	1350	mA	⑥
出力電圧温度特性	$\frac{\Delta V_{OUT}}{(V_{OUT} \cdot \Delta T_{opr})}$	$I_{OUT} = 30mA$ $-40^{\circ}C \leq T_{opr} \leq 85^{\circ}C$	-	± 100	-	ppm/ $^{\circ}C$	①
CE "H" 電圧	V_{CEH}	$V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が"H"となる電圧(注11)	0.65	-	6.0	V	③
CE "L" 電圧	V_{CEL}	$V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が"L"となる電圧(注11)	V_{SS}	-	0.25	V	③
PWM "H" レベル電圧	V_{PWH}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注6) 発振周波数が $1020kHz \leq f_{OSC} \leq 1380kHz$ となる電圧(注13)	-	-	$V_{IN} - 1.0$	V	①
PWM "L" レベル電圧	V_{PWL}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注6) 発振周波数が $f_{OSC} < 1020kHz$ となる電圧(注13)	$V_{IN} - 0.25$	-	-	V	①
CE "H" 電流	I_{CEH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$	-0.1	-	0.1	μA	⑤
CE "L" 電流	I_{CEL}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$	-0.1	-	0.1	μA	⑤
ソフトスタート時間(B シリーズ)	t_{SS}	外付け部品接続, $V_{CE} = 0V \rightarrow V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$	-	0.25	0.40	ms	①
ソフトスタート時間(C シリーズ)	t_{SS}	外付け部品接続, $V_{CE} = 0V \rightarrow V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$	0.5	1.0	2.5	ms	①
ラッチ時間	t_{LAT}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0.8 \times V_{OUT(E)}$ 抵抗 1Ω にて L_X 短絡(注7)	1.0	-	20.0	ms	⑦
短絡保護閾値電圧	V_{SHORT}	V_{OUT} を SWEEP し $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, 抵抗 1Ω にて L_X 短絡, 1ms 以内に $L_X=L$ となるときの V_{OUT} 電圧(注11)	0.675	0.900	1.150	V	⑦
CL 放電抵抗	R_{DCHG}	$V_{IN} = 5.0V$, $L_X = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = open$	200	300	450	Ω	⑧

測定条件: 特に指定無き場合、 $V_{IN} = 5.0V$ $V_{OUT(E)} =$ 設定電圧、印加端子の順番は $V_{OUT} \rightarrow V_{IN} \rightarrow V_{CE}$

(注1) ヒスリ/ヒスリ動作電圧幅を含む

(注2) $EFFI = \frac{((出力電圧) \times (出力電流))}{((入力電圧) \times (入力電流))} \times 100$

(注3) ON 抵抗 = $(V_{IN} - L_X$ 端子測定電圧) / 100mA

(注4) 設計値

(注5) 高温時においては最大 $10\mu A$ 程度リークする場合があります。

(注6) XA9237 シリーズは CE/MODE が PWM 制御と PWM/PFM 自動切替制御の外部切替端子となっております。

動作状態にて CE/MODE 端子が $V_{IN} - 0.3V$ 以上では PWM/PFM 自動切替制御、 $V_{IN} - 1.0V$ 以下で V_{CEH} 以上では PWM 制御を行います。

(注7) 動作状態から V_{OUT} を抵抗 1Ω を介して GND に短絡させ、電流制限パルス発生から $L_X = 0V$ となるまでの時間

(注8) ON 抵抗による電圧降下の為、 $V_{IN} < 2.4V$ では電流制限に達しない場合があります。

(注9) 入出力電圧差(降圧差)が小さい場合、最大電流に到達する前に、100% duty となる場合があります。

100% duty 状態からさらに電流を引くと Pch ドライバの on 抵抗により出力電圧の降下を起こします。

(注10) 電流制限はコイルに流れる電流のピークの検出レベルを示す。

(注11) "H" = $V_{IN} - 1.2V$, "L" = $+0.1V \sim -0.1V$

(注12) I_{PFM} および DTY_{LIMIT_PFM} は PFM 制御時のみ機能するため、XA9235 シリーズでは除外します

(注13) V_{PWH} および V_{PWL} は XA9237 シリーズのみ機能するため、XA9235/36 シリーズでは除外します

(注14) $V_{OUT(E)} \times 0.5V$ が V_{IN} 以上になる場合は V_{IN} を印加してください

■電気的特性

XA9237B(C) 18Dxx, $V_{OUT}=1.8V$, $f_{OSC}=3.0MHz$, $T_a=25^\circ C$

項目	記号	測定条件	規格値			単位	回路図
			MIN.	TYP.	MAX.		
出力電圧	V_{OUT}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $I_{OUT} = 30mA$	1.764	1.800	1.836	V	①
動作電圧範囲	V_{IN}		2.0	-	6.0	V	①
最大出力電流	I_{OUTMAX}	$V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$ 外付け部品接続(注 9)	600	-	-	mA	①
UVLO 電圧	V_{UVLO}	$V_{CE} = V_{IN}$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.5V$ (注 14), L_X 端子が "L" レベル(注 11) 保持となる電圧 (注 1)	1.00	1.40	1.78	V	③
消費電流	I_{DD}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	21	35	μA	②
スタンバイ電流	I_{STB}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	0	1.0	μA	②
発振周波数	f_{OSC}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = 1.0V$, $I_{OUT} = 100mA$	2550	3000	3450	kHz	①
PFM スイッチ電流	I_{PFM}	外付け部品接続, $V_{IN} = V_{OUT(E)} + 2.0V$, $V_{CE} = V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$ (注 12)	170	220	270	mA	①
PFM デューティ制限	DTY_{LIMIT_PFM}	$V_{CE} = V_{IN} \times (C-1)$, $I_{OUT} = 1mA$ (注 12)	-	200	300	%	①
最大デューティ比	$MAXDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$	100	-	-	%	③
最小デューティ比	$MINDTY$	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 1.1V$	-	-	0	%	③
効率	$EFFI$	外付け部品接続 $V_{CE} = V_{IN} = V_{OUT(E)} + 1.2V$, $I_{OUT} = 100mA$	-	86	-	%	①
L_X SW "H" ON 抵抗1	R_{LxH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, $I_{LX} = 100mA$ (注 3)	-	0.35	0.55	Ω	④
L_X SW "H" ON 抵抗2	R_{LxH}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, $I_{LX} = 100mA$ (注 3)	-	0.42	0.67	Ω	④
L_X SW "L" ON 抵抗1	R_{LxL}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$ (注 4)	-	0.45	0.66	Ω	-
L_X SW "L" ON 抵抗2	R_{LxL}	$V_{IN} = V_{CE} = 3.6V$ (注 4)	-	0.52	0.77	Ω	-
L_X SW "H" リーク電流(注 5)	I_{LeakH}	$V_{IN} = V_{OUT} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $L_X = 0V$	-	0.01	1.0	μA	⑨
電流制限(注 10)	I_{LIM}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$ (注 8)	900	1050	1350	mA	⑥
出力電圧温度特性	$\frac{\Delta V_{OUT}}{(V_{OUT} \cdot \Delta T_{opr})}$	$I_{OUT} = 30mA$ $-40^\circ C \leq T_{opr} \leq 85^\circ C$	-	± 100	-	ppm/ $^\circ C$	①
CE "H" 電圧	V_{CEH}	$V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が "H"(注 11)となる電圧	0.65	-	6.0	V	③
CE "L" 電圧	V_{CEL}	$V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$, V_{CE} に電圧印加 L_X が "L"(注 11)となる電圧	V_{SS}	-	0.25	V	③
PWM "H" レベル電圧	V_{PWMH}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注 6) 発振周波数が $2550kHz \leq f_{OSC} \leq 3450kHz$ となる電圧 (注 13)	-	-	$V_{IN} - 1.0$	V	①
PWM "L" レベル電圧	V_{PWML}	外付け部品接続, $I_{OUT} = 1mA$ (注 6) 発振周波数が $f_{OSC} < 2550kHz$ となる電圧(注 13)	$V_{IN} - 0.25$	-	-	V	①
CE "H" 電流	I_{CEH}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = V_{OUT} \times 0.9V$,	-0.1	-	0.1	μA	⑤
CE "L" 電流	I_{CEL}	$V_{IN} = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = V_{OUT(E)} \times 0.9V$,	-0.1	-	0.1	μA	⑤
ソフトスタート時間(B シリーズ)	t_{SS}	外付け部品接続, $V_{CE} = 0V \rightarrow V_{IN}$, $I_{OUT} = 1mA$	-	0.32	0.50	ms	①
ソフトスタート時間(C シリーズ)			0.5	0.9	2.5		
ラッチ時間	t_{LAT}	$V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0.8 \times V_{OUT(E)}$ 抵抗 1Ω にて L_X 短絡 (注 7)	1.0	-	20	ms	⑦
短絡保護閾値電圧	V_{SHORT}	V_{OUT} を SWEEP し $V_{IN} = V_{CE} = 5.0V$, 抵抗 1Ω にて L_X 短絡, 1ms 以内に $L_X=L$ となるときの V_{OUT} 電圧	0.675	0.900	1.150	V	⑦
CL 放電抵抗	R_{DCHG}	$V_{IN} = 5.0V$, $L_X = 5.0V$, $V_{CE} = 0V$, $V_{OUT} = open$	200	300	450	Ω	⑧

測定条件: 特に指定無き場合、 $V_{IN} = 5.0V$ $V_{OUT(E)} =$ 設定電圧、印加端子の順番は $V_{OUT} \rightarrow V_{IN} \rightarrow V_{CE}$

(注 1) ヒズリ/動作電圧幅を含む

(注 2) $EFFI = \frac{((出力電圧) \times (出力電流))}{((入力電圧) \times (入力電流))} \times 100$

(注 3) ON 抵抗 = $(V_{IN} - L_X$ 端子測定電圧) / 100mA

(注 4) 設計値

(注 5) 高温時においては最大 10 μA 程度リークする場合があります。

(注 6) XA9237 シリーズは CE/MODE が PWM 制御と PWM/PFM 自動切替制御の外部切替端子となっております。

動作状態にて CE/MODE 端子が $V_{IN} - 0.3V$ 以上では PWM/PFM 自動切替制御、 $V_{IN} - 1.0V$ 以下で V_{CEH} 以上では PWM 制御を行います。

(注 7) 動作状態から V_{OUT} を抵抗 1Ω を介して GND に短絡させ、電流制限パルス発生から $L_X = 0V$ となるまでの時間

(注 8) ON 抵抗による電圧降下の為、 $V_{IN} < 2.4V$ では電流制限に達しない場合があります。

(注 9) 入出力電圧差(降圧差)が小さい場合、最大電流に到達する前に、100% duty となる場合があります。

100% duty 状態からさらに電流を引くと Pch ドライバの on 抵抗により出力電圧の降下を起こします。

(注 10) 電流制限はコイルに流れる電流のピークの検出レベルを示す。

(注 11) "H" = $V_{IN} - V_{IN} - 1.2V$, "L" = $+0.1V \sim -0.1V$

(注 12) I_{PFM} および DTY_{LIMIT_PFM} は PFM 制御時のみ機能するため、XA9235 シリーズでは除外します

(注 13) V_{PWMH} および V_{PWML} は XA9237 シリーズのみ機能するため、XA9235/36 シリーズでは除外します

(注 14) $V_{OUT(E)} \times 0.5V$ が V_{IN} 以上になる場合は V_{IN} を印加してください

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズ

■電気的特性

●発振周波数および設定電圧別 I_{PFM}

1.2MHz 品		(mA)		
設定電圧	MIN.	TYP.	MAX.	
$V_{OUT(E)} \leq 1.2V$	140	180	240	
$1.2V < V_{OUT(E)} \leq 1.75V$	130	170	220	
$1.8V \leq V_{OUT(E)}$	120	160	200	

3.0MHz 品		(mA)		
設定電圧	MIN.	TYP.	MAX.	
$V_{OUT(E)} \leq 1.2V$	190	260	350	
$1.2V < V_{OUT(E)} \leq 1.75V$	180	240	300	
$1.8V \leq V_{OUT(E)}$	170	220	270	

●PFM デューティ制限測定用 V_{IN} 電圧

f_{OSC}	1.2MHz 品	3.0MHz 品
(C-1)	$V_{OUT(E)}+0.5V$	$V_{OUT(E)}+1.0V$

ただし最低値は 2.0V とする

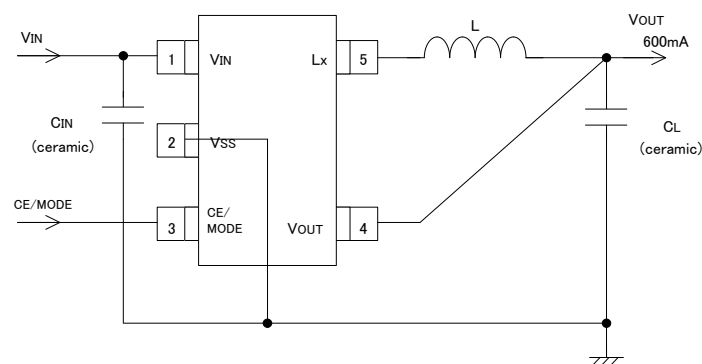
(例) $V_{OUT(E)} = 1.2V$, $f_{OSC} = 1.2MHz$ の時、(C-1) = 1.7V となるが最低動作電圧 2.0V のため、この条件では(C-1) = 2.0V といたします

●設定電圧別ソフトスタート時間(XA9235B/36B/37B シリーズのみ)

製品名	f_{OSC}	設定電圧	規格値 (μs)		
			MIN.	TYP.	MAX.
XA9235B/XA9237B	1.2MHz	$0.8 \leq V_{OUT(E)} < 1.5$	-	250	400
	1.2MHz	$1.5 \leq V_{OUT(E)} < 1.8$	-	320	500
	1.2MHz	$1.8 \leq V_{OUT(E)} < 2.5$	-	250	400
	1.2MHz	$2.5 \leq V_{OUT(E)} < 4.0$	-	320	500
XA9236B	1.2MHz	$0.8 \leq V_{OUT(E)} < 2.5$	-	250	400
	1.2MHz	$2.5 \leq V_{OUT(E)} < 4.0$	-	320	500
XA9235B/ XA9236B/XA9237B	3.0MHz	$0.8 \leq V_{OUT(E)} < 1.8$	-	250	400
	3.0MHz	$1.8 \leq V_{OUT(E)} < 4.0$	-	320	500

■標準回路例

●XA9235/9236/9237A,B,Cシリーズ



● $f_{OSC}=3.0MHz$

L: 1.5 μH (NR3015 TAIYO YUDEN)
 CIN: 4.7 μF (Ceramic)
 CL: 10 μF (Ceramic)

● $f_{OSC}=1.2MHz$

L: 4.7 μH (NR4018 TAIYO YUDEN)
 CIN: 4.7 μF (Ceramic)
 CL: 10 μF (Ceramic)

■動作説明

XA9235/36/37 シリーズの内部は、基準電圧源、ランプ波回路、エラーアンプ、PWM コンパレータ、位相補償回路、出力電圧調整抵抗、Pch MOS ドライバ Tr、同期整流用 Nch MOS スイッチ Tr、電流制限回路、UVLO 回路 等で構成されています。(前述のブロック図参照)

内部基準電圧と V_{OUT} 端子よりフィードバックされた電圧をエラーアンプで比較し、エラーアンプの出力に位相補償をかけ、PWM 動作時のスイッチングの ON タイムを決定するために PWM コンパレータに信号を入力します。PWM コンパレータでは、エラーアンプから来た信号とランプ回路から来たランプ波を電圧レベルとして比較し、出力をバッファードライブ回路に送り、 L_X 端子よりスイッチングのデューティ幅として出力します。この動作を連続的に行い出力電圧を安定させています。

また、カレントフィードバック回路により、スイッチング毎の Pch MOS ドライバ Tr の電流がモニタリングされており、エラーアンプの出力信号に多重帰還信号として変調をかけています。これにより、セラミックコンデンサなどの低 ESR コンデンサを使用しても安定した帰還系が得られ、出力電圧の安定化が図られています。

<基準電圧源>

本 IC の出力電圧を安定にするため基準になるリファレンス電圧です。

<ランプ回路>

スイッチング周波数はこの回路により決定されています。周波数は内部で固定化されており、1.2MHz、3.0MHz から選択できます。ここで生成されたクロックで PWM 動作に必要なランプ波が作られており、また、各内部回路が同期しています。

<エラーアンプ>

エラーアンプは出力電圧監視用のアンプです。内部抵抗 R1、R2 で分割された電圧が、フィードバックされ基準電圧と比較されます。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電圧は高くなるように動作します。エラーアンプの周波数特性は、最適化された信号がミキサへ送られます。

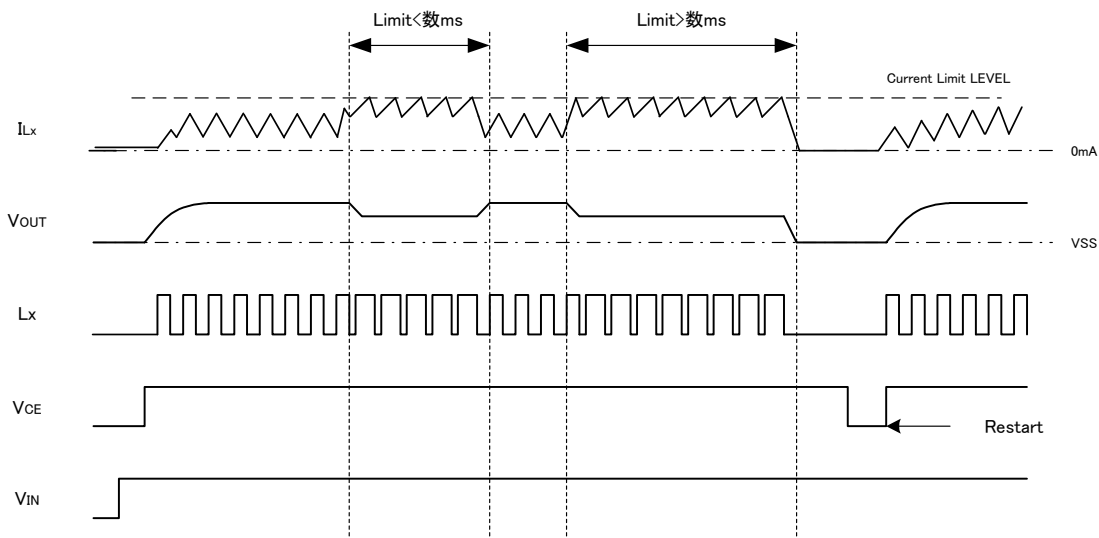
<電流制限>

XA9235/36/37 シリーズの電流制限回路は、 L_X 端子に接続された Pch MOS ドライバ Tr を流れる電流を監視しており、電流制限と機能停止の複合となっています。

- ①一定電流以上ドライバ電流が流れると電流制限機能が動作し L_X 端子から出力するパルスを任意のタイミングでオフさせます。
- ②Pch MOS ドライバ Tr がオフされることで電流制限回路はリミット検知状態から解除されます。
- ③次のパルスのタイミングで Pch MOS ドライバ Tr はオンしますが、この時過電流状態であれば直ちに Pch MOS ドライバ Tr はオフします。
- ④過電流状態でなくなれば通常の動作になります。

①～③を繰り返しながら過電流状態がなくなるのを待ちます。数 ms の間 過電流状態が続き①～③の動作を繰り返すと Pch MOS ドライバ Tr のオフ状態をラッチする機能が働き機能停止となります。一旦機能停止状態になると、CE/MODE 端子から一度 IC をオフにして立ち上げるか、 V_{IN} 端子の電源再投入を行うことで動作を再開します。機能停止状態は、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。電流制限は、XA9235/36/37 シリーズでは TYP:1050mA となっております。

尚、ラッチ時間は周囲のノイズによる影響にて電流リミット検知状態から解除されることがあり基板の状態によってはラッチ時間が長くなる場合やラッチ動作に至らない場合があります。入力容量はできる限り近くに配置するようにして下さい。



■動作説明

<短絡保護>

短絡保護は V_{OUT} 電圧を監視しており、誤って出力を GND とショートしてしまった場合、 V_{OUT} 端子よりフィードバックされた電圧が基準電圧 (V_{ref}) の 1/2 以下となりかつ I_{LIM} 以上の電流がドライバに流れた場合、短絡保護が働き瞬時に Pch MOS ドライバ Tr. をオフさせラッチをかけます。

一旦ラッチ状態になりますと、CE/MODE 端子から IC を一度オフにしてから立ち上げ直すか、 V_{IN} 端子の再投入を行うことで動作を再開いたします。

急峻な負荷変動が起こった場合、 V_{OUT} 電圧の 1/2 より高い電圧で短絡保護が働く場合があります。

<UVLO 回路>

V_{IN} 端子電圧が 1.4V 以下になると内部回路の動作不安定による誤パルス出力防止のため、Pch MOS ドライバ Tr. を強制的にオフした状態にします。 V_{IN} 端子電圧が 1.8V 以上になるとスイッチング動作を行います。UVLO 機能が解除されることでソフトスタート機能が働き出力立上げ動作が開始されます。瞬時的に V_{IN} 端子が UVLO 動作電圧より降下した場合もソフトスタートは動作します。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。

<PFM スイッチ電流>

PFM 動作時は、コイルに流れる電流がある一定電流 (I_{PFM}) に達するまで Pch MOS ドライバ Tr. をオンします。このときの Pch MOS ドライバ Tr. のオン時間 (T_{on}) は次式によって決定されます

$$T_{on} = L \times I_{PFM} / (V_{IN} - V_{OUT}) \quad \text{図 } I_{PFM} \text{①}$$

<PFM デューティ制限>

PFM 時の最大 DUTY 比 (DTY_{LIMIT_PFM}) を TYP=200%程度と定めています。よって降圧差が少ない場合などの DUTY が広がる条件では I_{PFM} に達しなくとも Pch MOS ドライバ Tr. をオフすることがあります。図 I_{PFM} ②

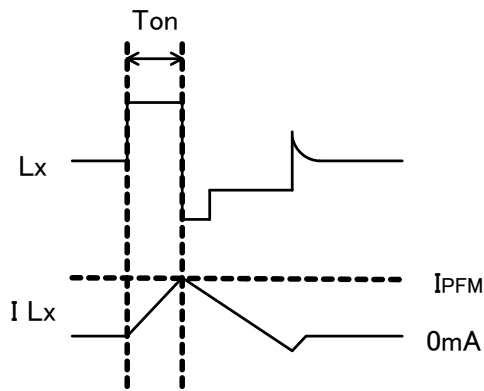


図 I_{PFM} ①

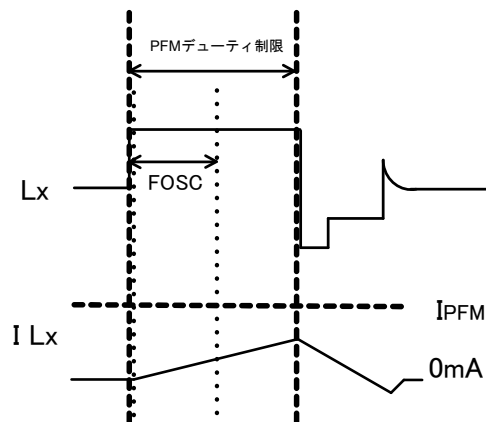


図 I_{PFM} ②

■動作説明

<C_L高速ディスチャージ機能>

XA9235B(C) / XA9236B(C) / XA9237B(C)シリーズでは、ブロック図内 L_x 端子-V_{SS} 端子間に接続された Nch MOS スイッチ Tr_iにより CE 端子 L レベル信号入力時(IC スタンバイ時)出力コンデンサ(C_L)の電荷を高速ディスチャージすることが可能です。IC 停止時に C_L の電荷が残っていることによるアプリケーションの誤動作を防ぐことが可能です。放電時間は、この C_L 放電抵抗と C_L によって決定されます。C_L 放電抵抗を R とし C_L の容量値を C としたとき、その時定数 $\tau = C \times R$ が定まり、次式によって出力電圧の放電時間が求められます。

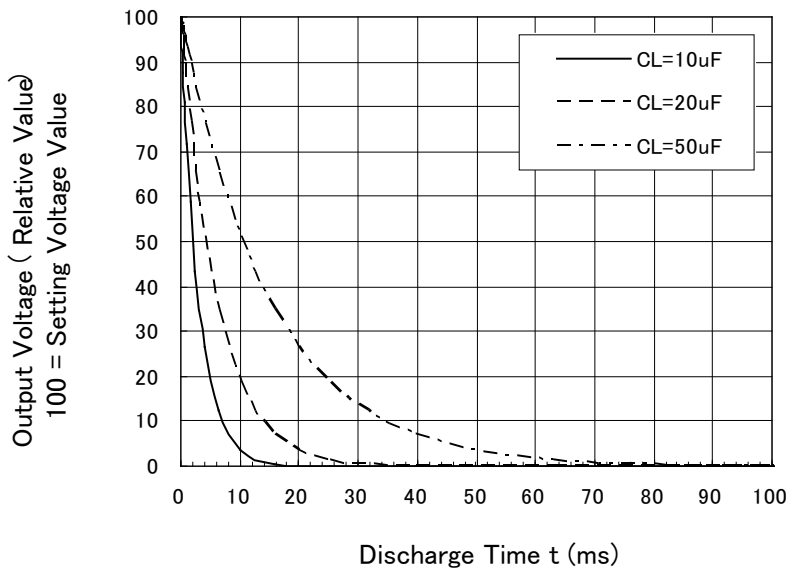
$$V = V_{OUT(E)} \times e^{-t/\tau} \quad \text{また } t \text{ について展開すると } t = \tau \ln(V_{OUT(E)}/V)$$

V : 放電後の出力電圧, V_{OUT(E)} : 設定電圧, t:放電時間

τ : C×R

C : 出力コンデンサ(C_L)の容量値 R : C_L 放電抵抗の抵抗値

Output Voltage Discharge Characteristics
R_{dischg} = 300 Ω (TYP)



■動作説明

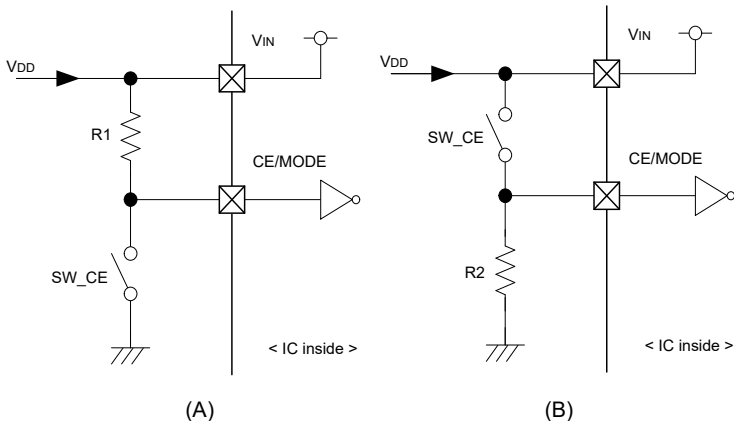
<CE/MODE 端子の機能>

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズは、CE/MODE 端子に L レベルを入力することでシャットダウン状態に出来ます。シャットダウン状態では、IC の消費電流は $0\mu\text{A}$ (TYP.) となります。また、 L_X 端子と V_{OUT} 端子はハイインピーダンスとなります。

CE/MODE 端子に H レベルを入力することで動作開始します。

CE/MODE 端子の入力は、CMOS 入力になっておりシンク電流は $0\mu\text{A}$ (TYP.) となります。

・XA9235/36 シリーズ CE/MODE 端子使用例



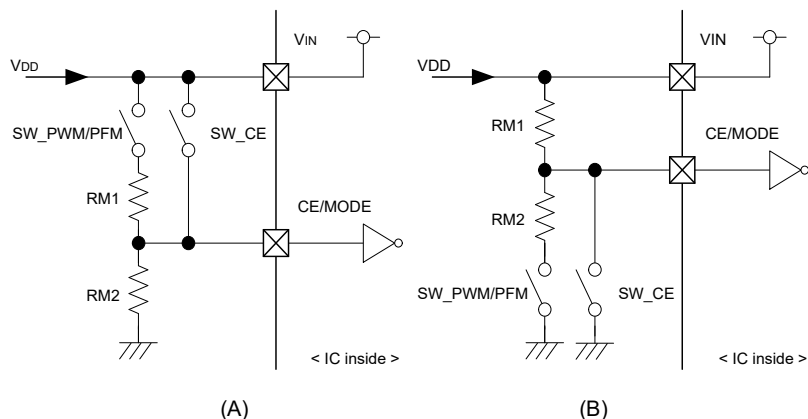
(A)

SW_CE	状態
ON	スタンバイ
OFF	動作

(B)

SW_CE	状態
ON	動作
OFF	スタンバイ

・XA9237 シリーズ CE/MODE 端子使用例



(A)

SW_CE	SW_PWM/PFM	状態
ON	*	PWM/PFM 自動切替制御動作
OFF	ON	PWM 制御動作
OFF	OFF	スタンバイ

(B)

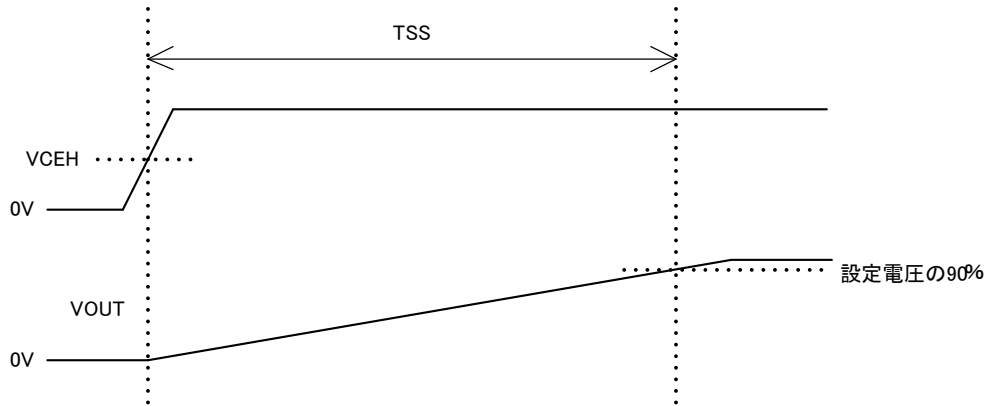
SW_CE	SW_PWM/PFM	状態
ON	*	スタンバイ
OFF	ON	PWM 制御動作
OFF	OFF	PWM/PFM 自動切替制御動作

中間電圧は、RM1, RM2 により作成することができます。R1, R2, RM1, RM2 はそれぞれ、数 $100\text{k}\Omega$ ~ 数 $\text{M}\Omega$ 程度に設定して下さい。各スイッチには CPU のオープンドレイン I/O ポートや Tr 等のスイッチが使用できます。

■動作説明

<ソフトスタート機能>

XA9235/XA9236/XA9237 シリーズのソフトスタート時間は A/C シリーズでは 1.0ms(TYP.)程度に B シリーズでは 0.25ms(TYP.)程度に内部にて最適化されております。このソフトスタート時間は V_{CE} 立ち上り時より出力電圧が設定電圧の 90%に到達するまでの時間としております。



■機能表

CE/MODE	動作状態	
	XA9235	XA9236
Hレベル*1	同期整流 PWM 固定	同期整流 PWM/PFM 自動切替
Lレベル*2	スタンバイ 状態	スタンバイ 状態

*注意 CE/MODE 端子電圧レベル範囲

*1 Hレベル: $0.65V \leq Hレベル \leq V_{IN}$

*2 Lレベル: $0V \leq Lレベル \leq 0.25V$

CE/MODE	動作状態
	XA9237
Hレベル*1	同期整流 PWM/PFM 自動切替
Mレベル*2	同期整流 PWM 固定
Lレベル*3	スタンバイ 状態

*注意 CE/MODE 端子電圧レベル範囲

*1 Hレベル: $V_{IN} - 0.25V \leq Hレベル \leq V_{IN}$

*2 Mレベル: $0.65V \leq Mレベル \leq V_{IN} -$

1.0V

*3 Lレベル: $0V \leq Lレベル \leq 0.25V$

■使用方法

●注意事項

- XA9235/XA9236/XA9237 シリーズは出力コンデンサとしてセラミックコンデンサを使用できるように設計されておりますが、入出力電位差が大きい場合等、スイッチングのエネルギーが大きくなりすぎる為、セラミックコンデンサのみではキャッチしきれず異常発振することがあります。このような場合は電解コンデンサ等を並列に接続する等で容量を補うようにして下さい。
- DC/DC コンバータのようなスイッチングレギュレータにおきましてはスパイクノイズ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、周辺部品基板レイアウト)によって大きく影響されます。設計される際は十分に実機にてご確認下さい。
- 入出力電位差や負荷電流の状態により、発振周波数が 1/2, 1/3, …となり、リップル電圧が増加する場合があります。
- 入力電位差が大きく、軽負荷時においては細いデューティが出力され、その後 0%デューティを数周期の間保持する状態があります。
- 入力電位差が小さく、重負荷時においては太いデューティが出力され、その後 100%デューティを数周期の間保持する状態があります。
- 本 IC では電流制限回路により、コイルのピーク電流を監視しております。入出力電位差が大きい場合や負荷電流が大きい場合にピーク電流が増加する為、電流制限がかかりやすくなり動作が不安定になる可能性があります。ピーク電流が大きくなる場合はコイルインダクタンス値を調整し十分に動作を確認して下さい。尚、次式にてピーク電流は示されます。

$$I_{pk} = (V_{IN} - V_{OUT}) \times \text{OnDuty} / (2 \times L \times f_{OSC}) + I_{OUT}$$

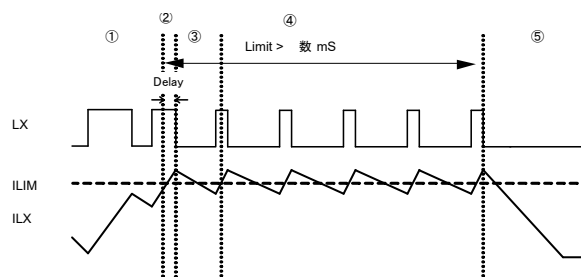
L : コイルのインダクタンス値

f_{OSC} : 発振周波数

- 電流制限を超えるような過電流(ピーク電流)が一定時間流れた場合には内蔵 Pch MOS ドライバ Tr. をオフさせます。電流制限を検知し、内蔵 Pch MOS ドライバ Tr. をオフさせるまでの時間は電流制限分の電流が流れますので、コイル等周辺部品の定格には十分ご注意下さい。
- V_{IN} < 2.4V においては ON 抵抗による電圧降下によって電流制限に至らない場合があります。
- ラッチ時間は基板の状態によって電流制限検知状態から解除され長くなる場合やラッチ動作に至らない場合があります。入力容量はできる限り IC の近くに配置するようにして下さい。
- 本 IC では最低動作電圧以下において動作不安定になることがあります。
- 外付け部品および本 IC の絶対最大定格を超えないようにご注意下さい。
- 本 IC 高温時使用した場合、Pch MOS ドライバ Tr. のリーク電流により無負荷状態では出力電圧が入力電圧レベルまで上昇することがあります。
- 電流制限は 1350mA (MAX.) となっておりますが、それ以上の電流が流れることがあります。

V_{OUT} を GND にショートさせ電流制限を働かせた場合、Pch MOS ドライバ Tr. がオン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為コイル電流の時間変化率が大きいものに対し、Nch MOS スイッチ Tr. がオンの時は V_{OUT} が GND に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。この動作が繰り返され回路の遅延時間も手伝ってコイル電流は本来制限される電流量を超えたある電流値に収束します。但しこの場合でも過電流状態が数 ms の間続くと回路がラッチされます。コイルの絶対最大定格には十分ご注意ください。

- Pch MOS ドライバ Tr. に電流制限(I_{LIM})まで電流が流れます。
- 回路の遅延時間により I_{LIM} の判定から Pch MOS ドライバ Tr. のオフまで I_{LIM} 以上の電流が流れます。
- コイル両端の電位差が無い為、コイル電流の時間変化率が非常に小さくなります。
- 電流制限により数 ms の間、L_X は細いパルスを発振します。
- ラッチ機能が働き、機能停止となります。



■使用方法

●注意事項

14. V_{IN} 電位の変動をできるだけ抑える為に V_{IN} 端子と V_{SS} 端子に最短でバイパスコンデンサ(C_{IN})を接続して下さい。IC と C_{IN} の距離が離れすぎると発振周波数が崩れることがあります。
15. 降圧差が大きく負荷が非常に軽い場合などで、PWM 制御時に間欠発振することがあります。
16. PWM/PFM 自動切替制御の場合、連続モードに移行するときに動作が不安定になることがあります。実機にて十分ご確認の上ご使用ください。(下記図参照)

CH1:Lx 5/div

< 使用周辺部品 >

L : 4.7 μ H(NR4018)
CIN : 4.7 μ F(Ceramic)
CL : 10 μ F(Ceramic)

CH2:VOUT 20mV/div

17. 使用するコイルの L 値にはご注意ください。周囲温度、設定電圧、発振周波数、L 値の組み合わせによっては動作が不安定になる場合がございます。下記 L 値の範囲以内であっても MAXDUTY 付近では出力電圧が不安定になることがあります

●L 値の範囲

f_{OSC}	V_{OUT}	L 値
3.0MHz	$0.8V < V_{OUT} < 4.0V$	1.0 μ H ~ 2.2 μ H
1.2MHz	$V_{OUT} \leq 2.5V$	3.3 μ H ~ 6.8 μ H
	$2.5V < V_{OUT}$	4.7 μ H ~ 6.8 μ H

※ $f_{OSC}=1.2MHz$ の時 4.7 μ H 未満のコイルを使用する場合、 $f_{OSC}=3.0MHz$ の時 1.5 μ H 未満のコイルを使用する場合、コイルに流れる電流のピーク値が上昇することで I_{LIM} に到達しやすくなります。このため $I_{OUT}=600mA$ まで電流が引けない場合があります

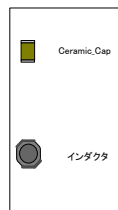
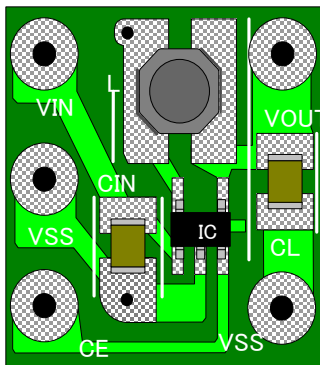
18. 入出力電位差が大きい条件下で連続モードに移行するときに動作が不安定になることがあります。実機にて十分ご確認の上ご使用ください。

■使用方法

●レイアウトのご注意

1. V_{IN} 電位の変動をできるだけ抑える為に V_{IN} 端子と V_{SS} 端子に最短でバイパスコンデンサ(C_{IN})を接続して下さい。
2. 各周辺部品はできる限り IC の近くに実装するようにして下さい。
3. 周辺部品は配線のインピーダンスを下げる為、太く短く配線して下さい。
4. GND 配線を十分に強化して下さい。スイッチング時の GND 電流による GND 電位の変動は IC の動作を不安定にする場合があります。
5. 本製品はドライバ内蔵のため I_{OUT} の電流と Pch MOS ドライバ Tr. のオン抵抗と Nch MOS スイッチ Tr. のオン抵抗により発熱が生じます。

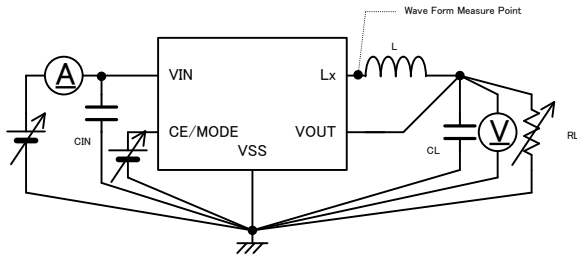
XA9235/36/37A,B,C(出力電圧固定品)
(PKG:SOT-25)



VIN,VOUT,VSS,CEには使用しやすいように電線等を付けてご使用下さい

■測定回路図

< Circuit No.1 >

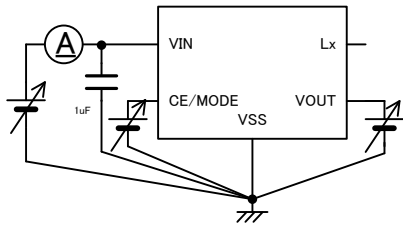


※ External Components

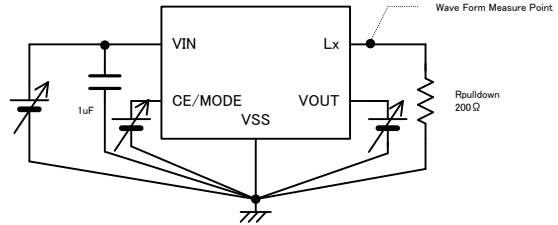
L : 1.5μH(NR3015) 3.0MHz
4.7μH(NR4018) 1.2MHz

CIN : 4.7 μF(ceramic)
CL : 10 μF(ceramic)

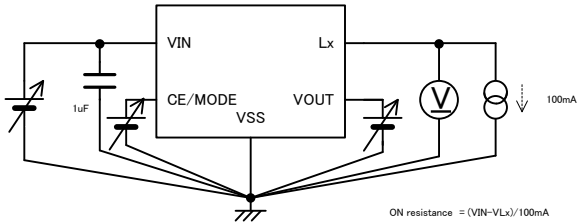
< Circuit No.2 >



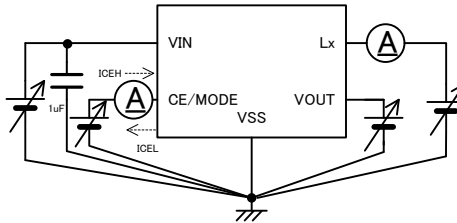
< Circuit No.3 >



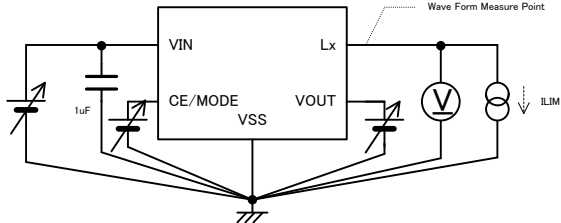
< Circuit No.4 >



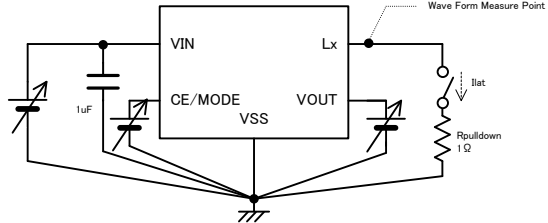
< Circuit No.5 >



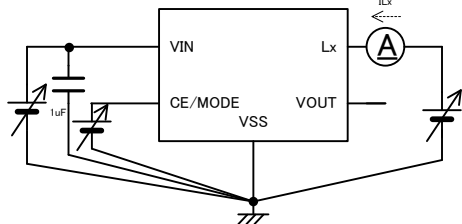
< Circuit No.6 >



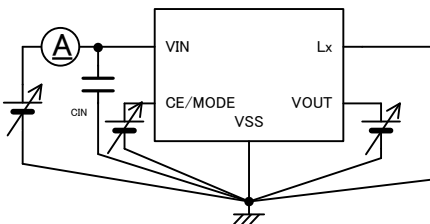
< Circuit No.7 >



< Circuit No.8 >



< Circuit No.9 >

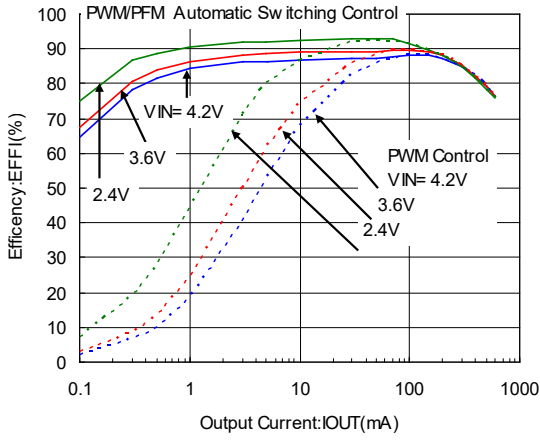


■ 特性例

(1) 効率 - 出力電流

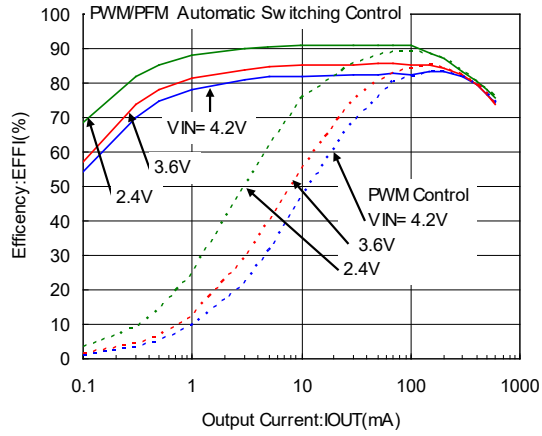
XA9237A18C

L=4.7 μ H(NR4018), C_{IN}=4.7 μ F, C_L=10 μ F



XA9237A18D

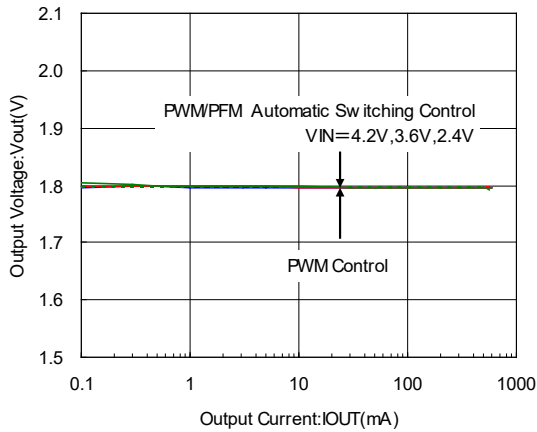
L=1.5 μ H(NR3015), C_{IN}=4.7 μ F, C_L=10 μ F



(2) 出力電圧 - 出力電流

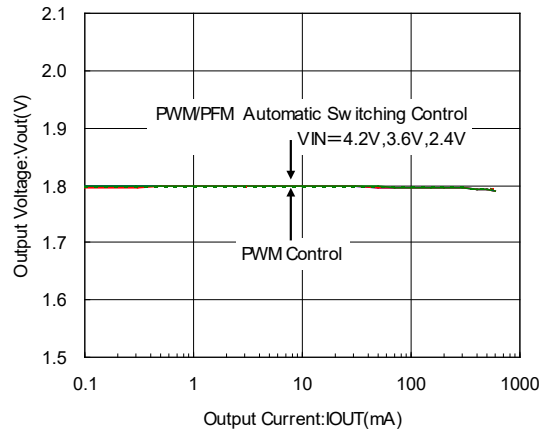
XA9237A18C

L=4.7 μ H(NR4018), C_{IN}=4.7 μ F, C_L=10 μ F



XA9237A18D

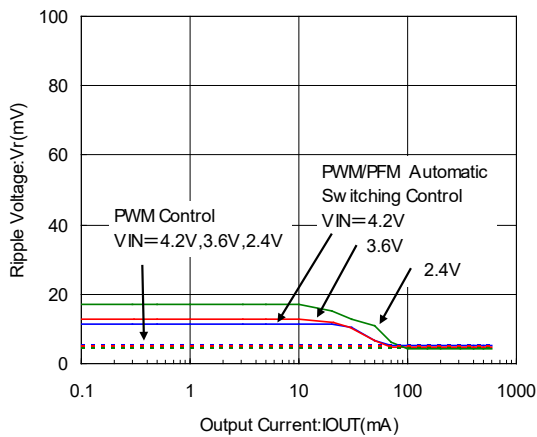
L=1.5 μ H(NR3015), C_{IN}=4.7 μ F, C_L=10 μ F



(3) リップル電圧 - 出力電流

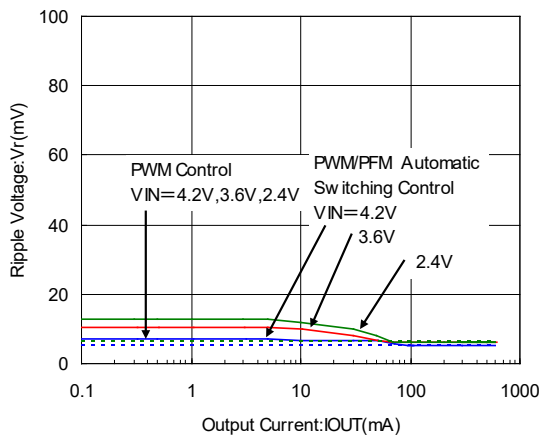
XA9237A18C

L=4.7 μ H(NR4018), C_{IN}=4.7 μ F, C_L=10 μ F



XA9237A18D

L=1.5 μ H(NR3015), C_{IN}=4.7 μ F, C_L=10 μ F

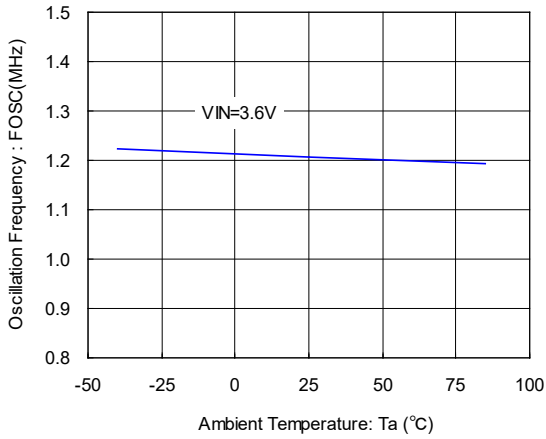


■ 特性例

(4) 発振周波数 - 周囲温度

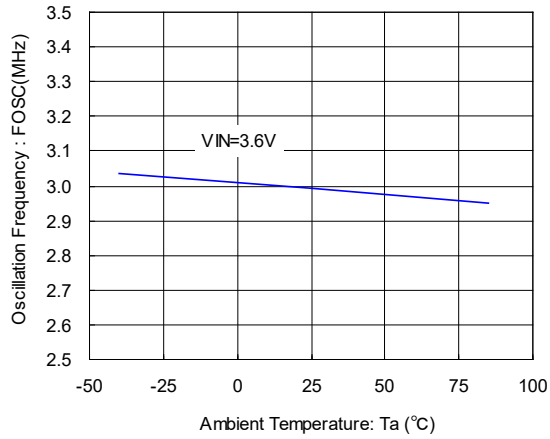
XA9237A18C

L=4.7 μ H(NR4018) C_{IN}=4.7 μ F C_L=10 μ F



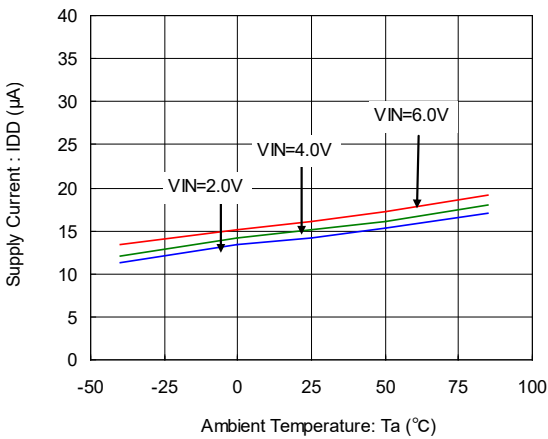
XA9237A18D

L=1.5 μ H(NR3015) C_{IN}=4.7 μ F C_L=10 μ F

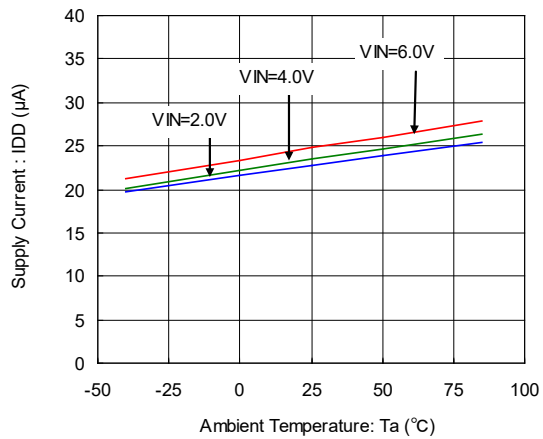


(5) 消費電流 - 周囲温度

XA9237A18C

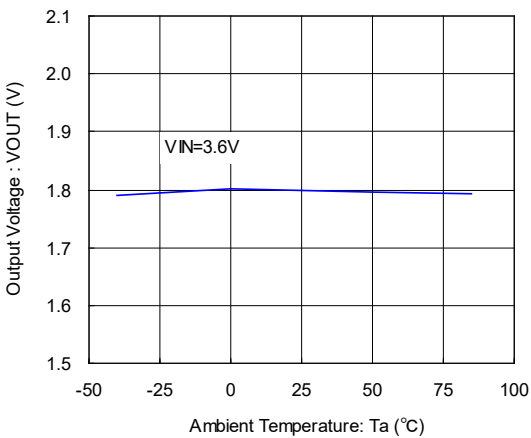


XA9237A18D



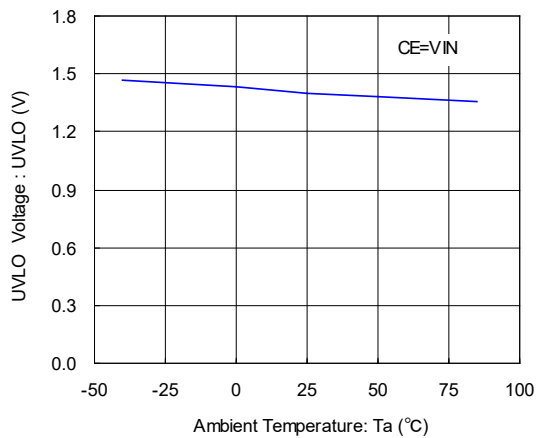
(6) 出力電圧 - 周囲温度

XA9237A18D



(7) UVLO 電圧 - 周囲温度

XA9237A18D

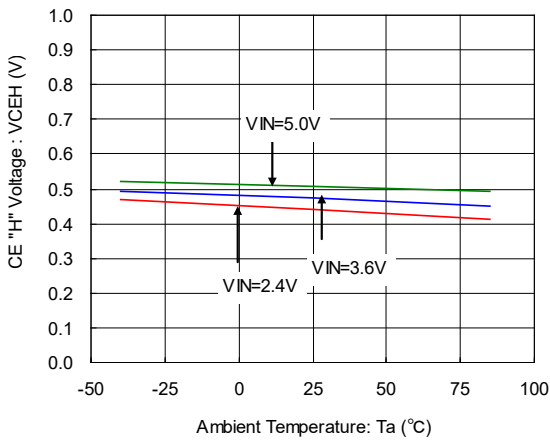


XA9235/XA9236/XA9237 シリーズ

■ 特性例

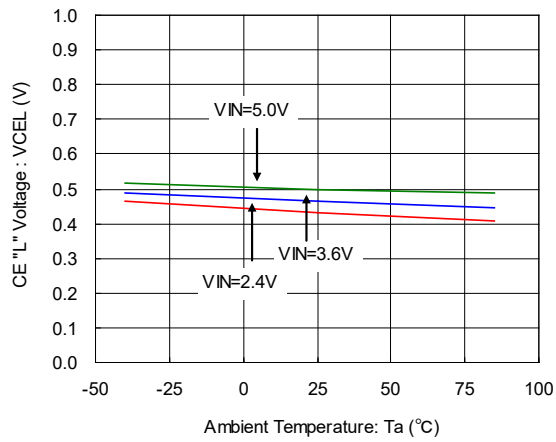
(8) CE "H" 電圧 - 周囲温度

XA9237A18D



(9) CE "L" 電圧 - 周囲温度

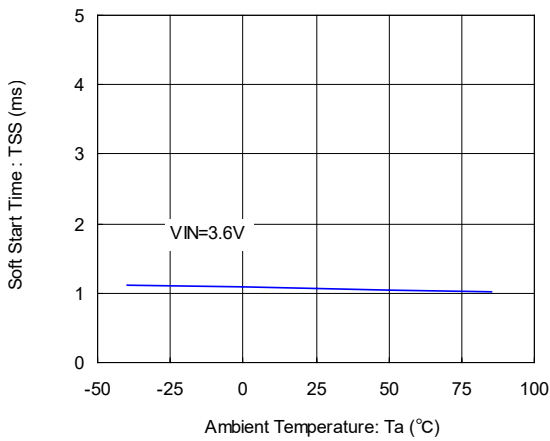
XA9237A18D



(10) ソフトスタート時間 - 周囲温度

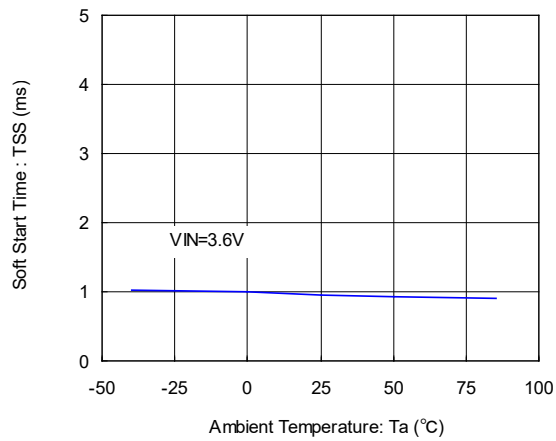
XA9237A18C

L=4.7 μ H(NR4018), CIN=4.7 μ F, CL=10 μ F



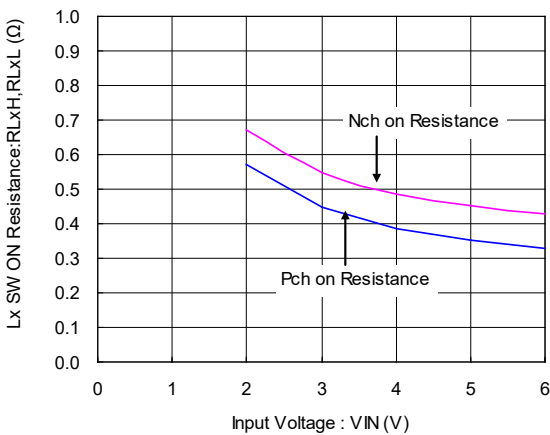
XA9237A18D

L=1.5 μ H(NR3015), CIN=4.7 μ F, CL=10 μ F



(11) "Pch/Nch" ドライバ on 抵抗 - 電源電圧

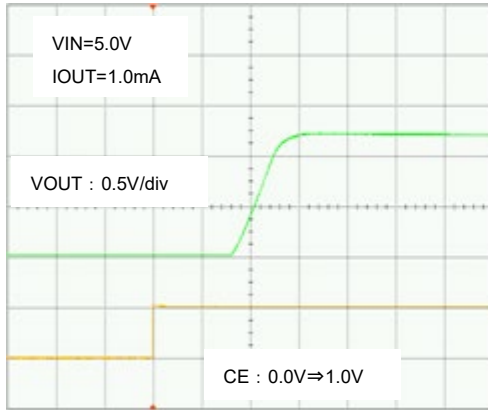
XA9237A18D



■ 特性例

(12) XA9235B/36B/37B シリーズ 立ち上がり波形
XA9237B12C

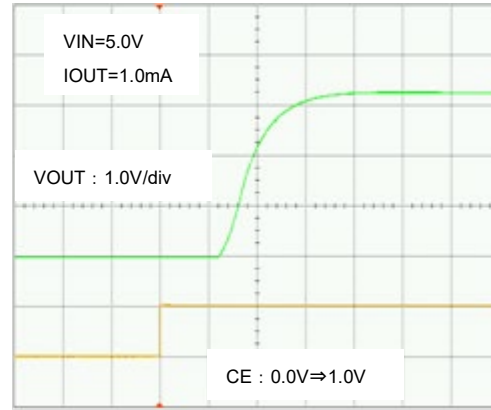
L=4.7 μ H (NR4018), CIN=4.7 μ F, CL=10 μ F



100 μ s/div

XA9237B33D

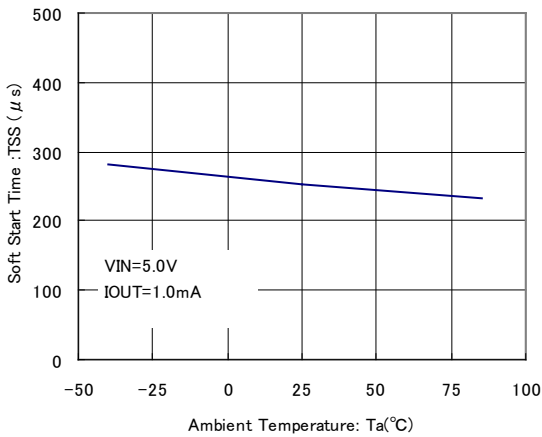
L=1.5 μ H (NR3015), CIN=4.7 μ F, CL=10 μ F



100 μ s/div

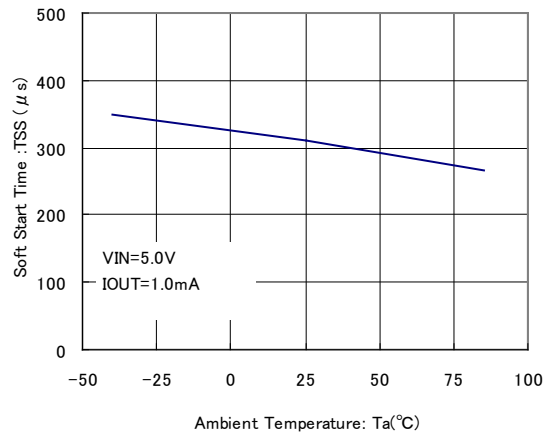
(13) XA9235B/36B/37B シリーズ ソフトスタート時間 - 周囲温度
XA9237B12C

L=4.7 μ H (NR4018), CIN=4.7 μ F, CL=10 μ F

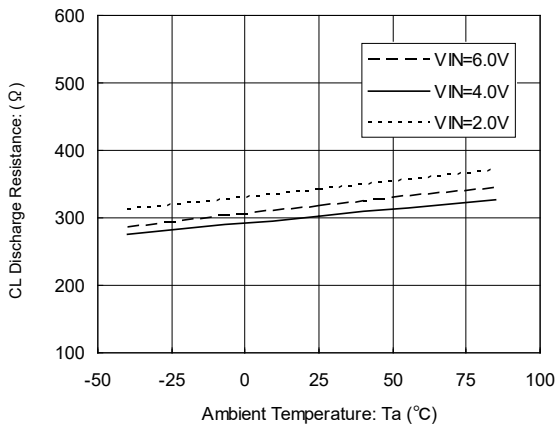


XA9237B33D

L=1.5 μ H (NR3015), CIN=4.7 μ F, CL=10 μ F



(14) XA9235B/36B/37B シリーズ CL 放電抵抗 - 周囲温度
XA9237B33D



■ 特性例

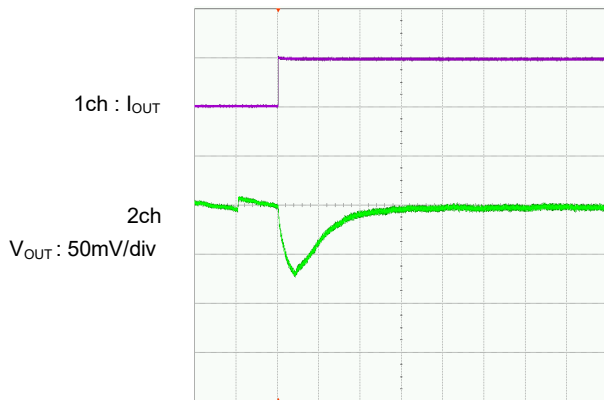
(15) 負荷過渡応答

XA9237A18C

$L=4.7\ \mu\text{H}$ (NR4018), $C_{\text{IN}}=4.7\ \mu\text{F}$ (ceramic), $C_{\text{L}}=10\ \mu\text{F}$ (ceramic), $T_{\text{opr}}=25^\circ\text{C}$

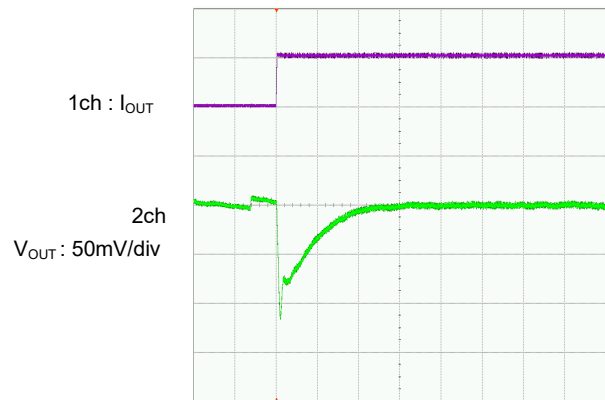
$V_{\text{IN}}=3.6\text{V}$, $V_{\text{CE}}=V_{\text{IN}}$ (PWM/PFM Automatic Switching Control)

$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 100\text{mA}$



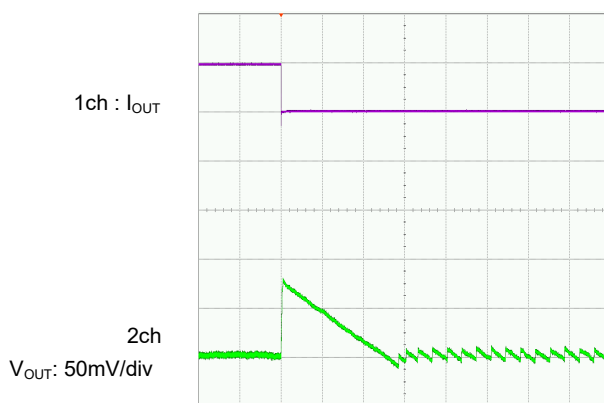
$50\ \mu\text{s/div}$

$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 300\text{mA}$



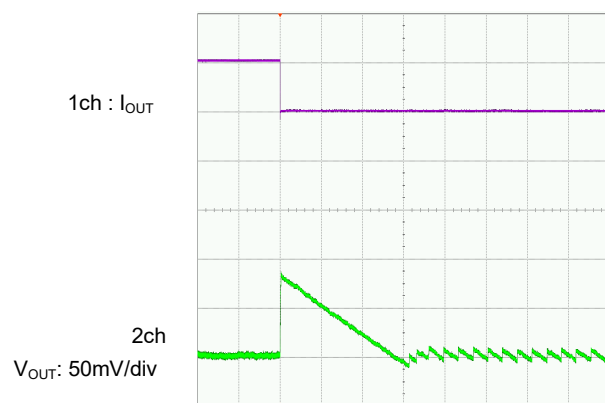
$50\ \mu\text{s/div}$

$I_{\text{OUT}}=100\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



$200\ \mu\text{s/div}$

$I_{\text{OUT}}=300\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



$200\ \mu\text{s/div}$

■ 特性例

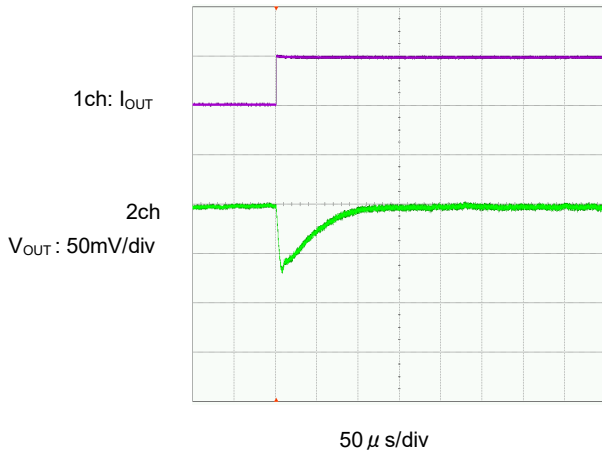
(15) 負荷過渡応答

XA9237A18C

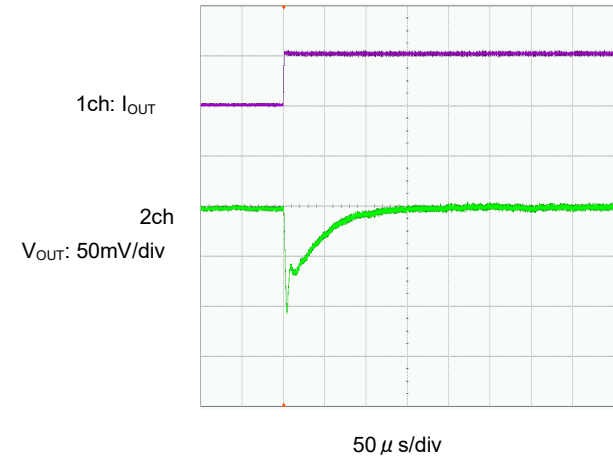
$L=4.7\ \mu\text{H}$ (NR4018), $C_{\text{IN}}=4.7\ \mu\text{F}$ (ceramic), $C_{\text{L}}=10\ \mu\text{F}$ (ceramic), $T_{\text{opr}}=25^\circ\text{C}$

$V_{\text{IN}}=3.6\text{V}$, $V_{\text{CE}}=1.8\text{V}$ (PWM Control)

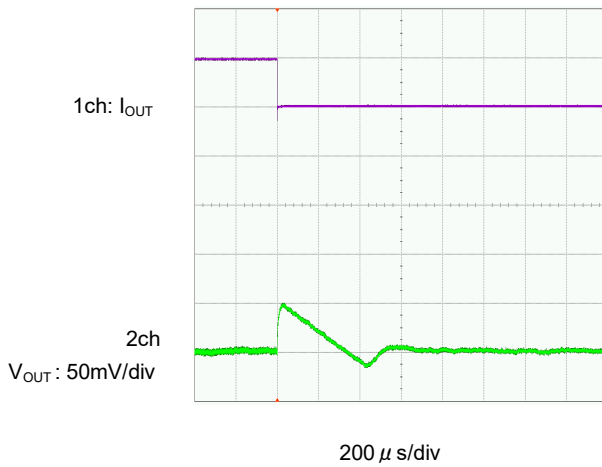
$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 100\text{mA}$



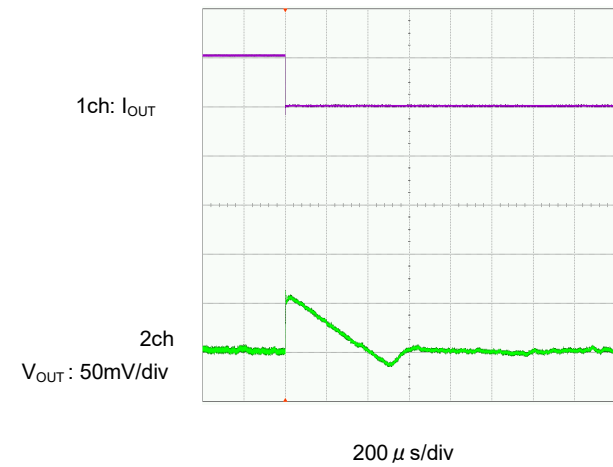
$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 300\text{mA}$



$I_{\text{OUT}}=100\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



$I_{\text{OUT}}=300\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



■ 特性例

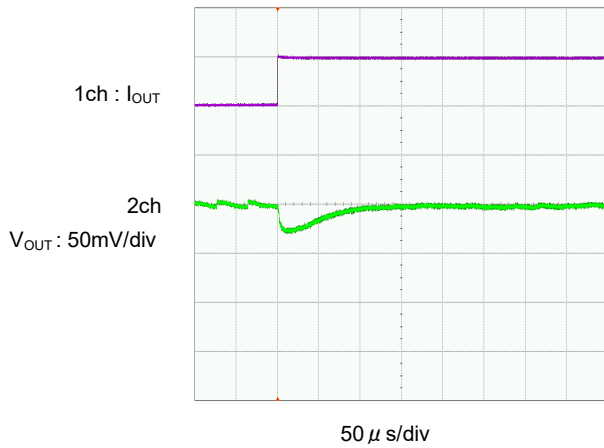
(15) 負荷過渡応答

XA9237A18D

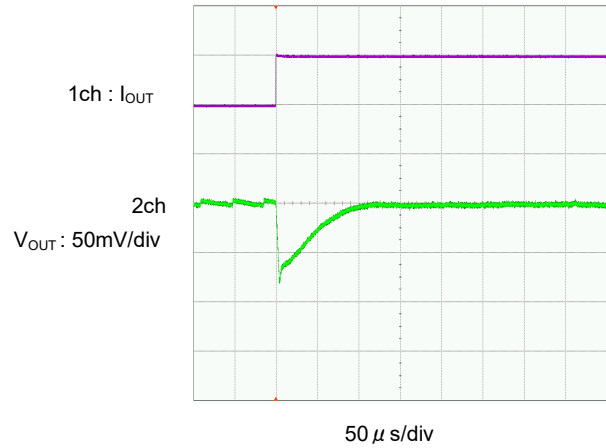
$L=1.5\ \mu\text{H}$ (NR3015), $C_{\text{IN}}=4.7\ \mu\text{F}$ (ceramic), $C_{\text{L}}=10\ \mu\text{F}$ (ceramic), $T_{\text{opr}}=25^\circ\text{C}$

$V_{\text{IN}}=3.6\text{V}$, $V_{\text{CE}}=V_{\text{IN}}$ (PWM/PFM Automatic Switching Control)

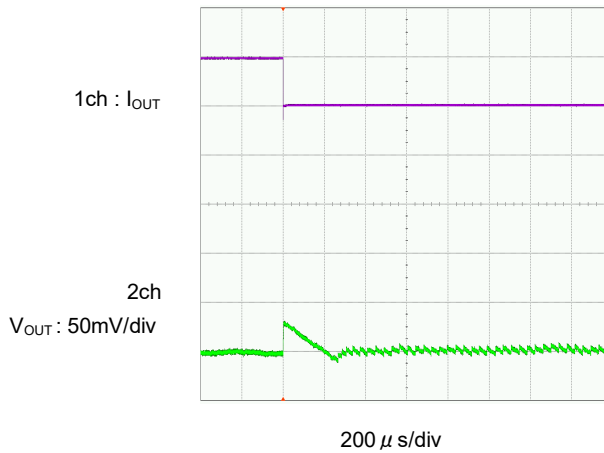
$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 100\text{mA}$



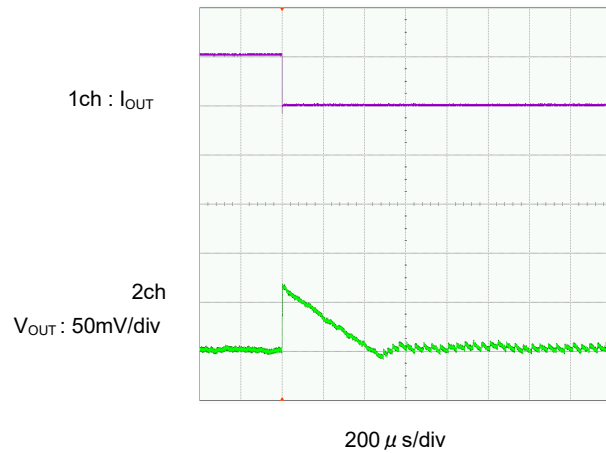
$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 300\text{mA}$



$I_{\text{OUT}}=100\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



$I_{\text{OUT}}=300\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



■ 特性例

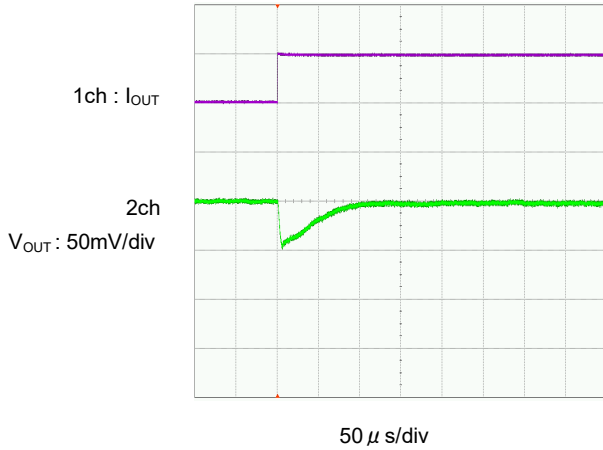
(15) 負荷過渡応答

XA9237A18D

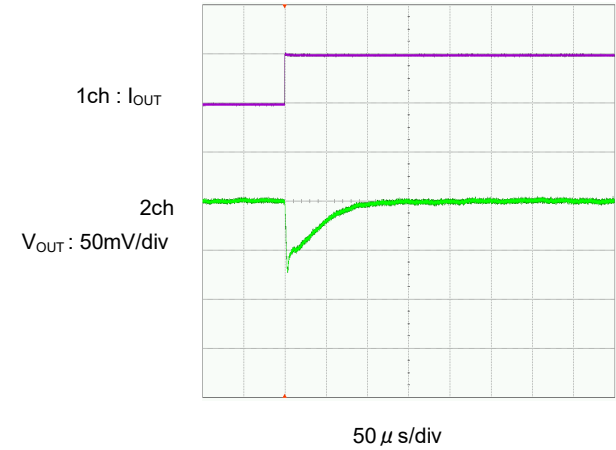
$L=1.5\ \mu\text{H}$ (NR3015), $C_{\text{IN}}=4.7\ \mu\text{F}$ (ceramic), $C_{\text{L}}=10\ \mu\text{F}$ (ceramic), $T_{\text{opr}}=25^\circ\text{C}$

$V_{\text{IN}}=3.6\text{V}$, $V_{\text{CE}}=1.8\text{V}$ (PWM Control)

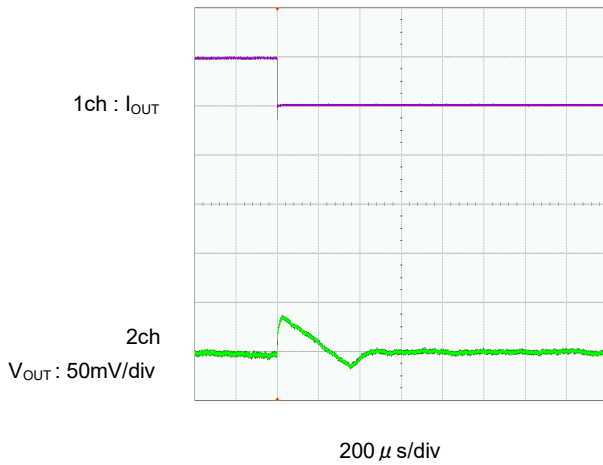
$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 100\text{mA}$



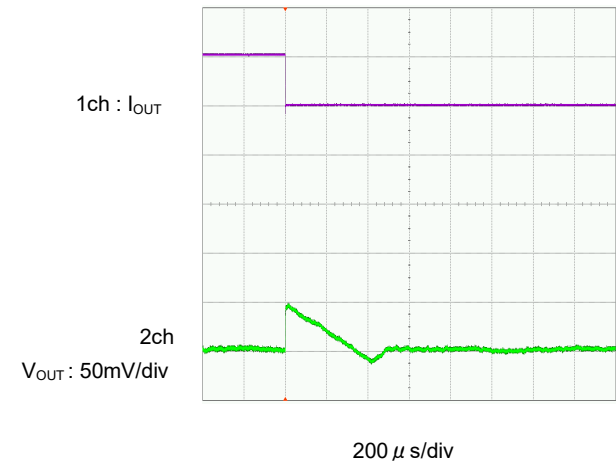
$I_{\text{OUT}}=1\text{mA} \rightarrow 300\text{mA}$



$I_{\text{OUT}}=100\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



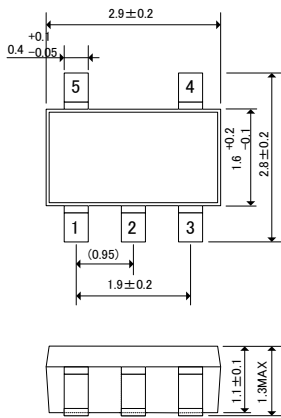
$I_{\text{OUT}}=300\text{mA} \rightarrow 1\text{mA}$



■外形寸法図

●SOT-25

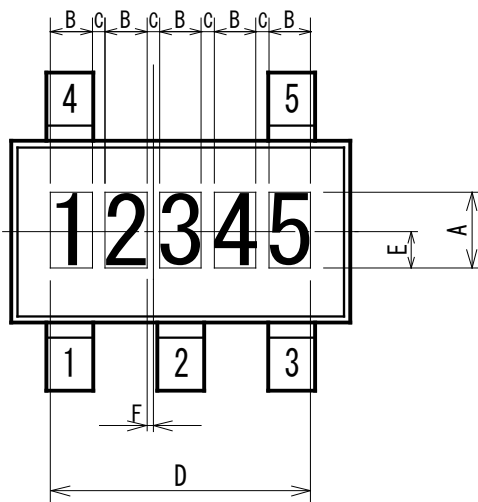
(unit : mm)



■マーキングルール(レーザーマーカ限定)

○マーキング文字は下記仕様にて作製する。

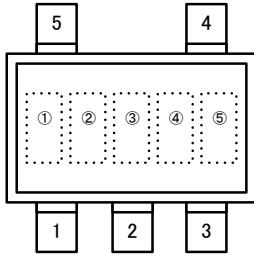
- ①マーキング方式
ガラスマスク方式
- ②文字書体
ヘルベチカ・メディウム・コンデンス部分修正
- ③寸法、位置
下記に示す。
- ④モールド樹脂は、黒色を使用し、表面状態は梨地とする。



シンボル	寸法(mm)
A	0.60 ± 0.1
B	0.30 ± 0.1
C	0.10 ± 0.1
D	1.90 ± 0.2
E	(0.3)
F	(0.05)

■ マーキングルール(レーザーマーカ限定)

●SOT-25



SOT-25
(Top View)

① 製品シリーズを表す。

シリーズ名	XA9235	XA9236	XA9237
A シリーズ	4	5	6
B シリーズ	C	D	E
C シリーズ	K	L	M

② 出力電圧の整数部と発振周波数をあらわす。

出力電圧(V)	シンボル	
	f _{osc} =1.2MHz	f _{osc} =3.0MHz
0.X	A	F
1.X	B	H
2.X	C	K
3.X	D	L
4.X	E	M

③ 出力電圧の少数部をあらわす。

V _{out} (V)	シンボル	V _{out} (V)	シンボル
X.00	0	X.05	A
X.10	1	X.15	B
X.20	2	X.25	C
X.30	3	X.35	D
X.40	4	X.45	E
X.50	5	X.55	F
X.60	6	X.65	H
X.70	7	X.75	K
X.80	8	X.85	L
X.90	9	X.95	M

④⑤ 製造ロットを表す

01、…09、10、11、…99、0A、…、0Z、1A、…、9Z、A0、…、Z9、AA、…、ZZ を順番とする。(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

●変更履歴

2009/08/26 JTR0518-001

XC9235/36/37 を基に XA9235/36/37 用データシートを新規作成

2019/12/09 JTR0518-002

P1 ■概要 誤記修正

P3 ■製品分類 パッケージ形状 3,000pcs/Reel 追記
(*1)修正

P4 ■機能表 追加

P5 ■絶対最大定格 許容損失の追加

P29 マーキングルール 誤記修正

P31 免責 修正

2020/06/08 JTR0518-003

新規設計非推奨品にステータス変更

2020/10/07 JTR0518-004

新規設計非推奨品から量産品にステータス変更