

白色 LED ドライバ昇圧 DC/DC コンバータ

■概要

XC9133 シリーズは、携帯電話、PDA、デジタルスチールカメラ等のバックライトとして使われる白色 LED を点灯させるのに最適な定電流出力昇圧 DC/DC コンバータ IC です。出力電圧が 17.5V まで可能なため、直列接続された 4 個までの白色 LED を駆動できます。直列接続により外付け抵抗 1 つで LED 電流が設定できるため、すべての白色 LED をムラなく点灯できます。また、3 直 2 並列に接続することで最大 6 個を駆動することも可能です。

CE 端子に PWM 信号 (最大 10kHz) を与えることにより、PWM 信号のデューティ比で LED の輝度を制御することができます。

基準電圧が 0.2V と低いため R_{LED} を小さくでき損失も小さくなります。また 2.4Ω の MOSFET を内蔵しているため、高効率で動作することができます。発振周波数は 1.0MHz と高く、チップコイル等の小型、薄型部品が使用できます。出力容量 C_L は 0.22μF の超小型なセラミックコンデンサが使用可能なので、実装面積と周辺部品コストの削減に寄与します。

万が一、白色 LED がオープンまたは破壊した場合、Lx 端子に内蔵された検出器により、IC の発振は停止され、出力電圧の過度の上昇を防止出来ます。

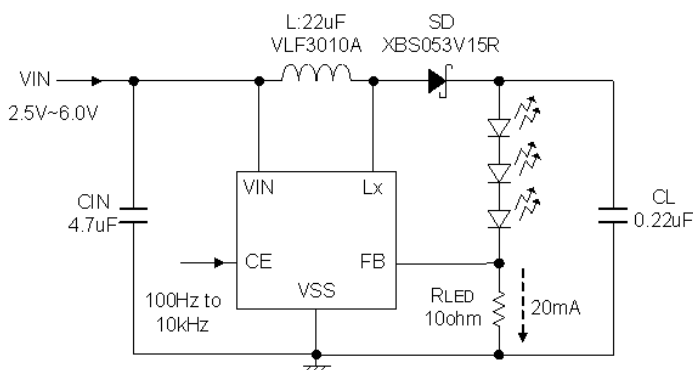
■用途

- 白色 LED ドライバ
- スマートフォン・携帯電話
- モバイル機器・端末
- DSC

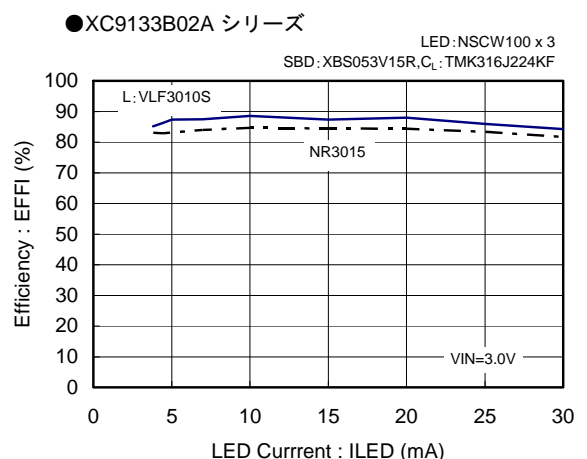
■特長

入力電圧範囲	: 2.5V ~ 6.0V
出力電圧範囲	: 外部設定にて ~17.5V 対応可能 基準電圧 0.2V ±5.0%
発振周波数	: 1.0MHz ±20%
ON 抵抗	: 2.4Ω
高効率	: 85% 白色 LED 直列 3 灯 $V_{IN}=3.6V, I_{LED}=20mA$
制御	: PWM 制御
スタンバイ電流	: $I_{STB}=1.0\mu A$ (MAX.)
負荷コンデンサ	: 0.22μF, セラミック
Lx 制限電流	: 360mA (TYP.)
Lx 過電圧制限	: 19V (TYP.)
動作周囲温度	: -40°C ~ +85°C
パッケージ	: SOT-25
環境への配慮	: EU RoHS 指令対応、鉛フリー

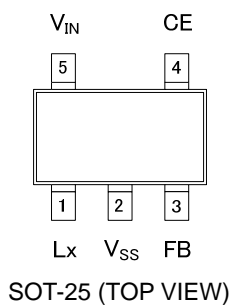
■代表標準回路例



■代表特性例



■端子配列



■端子説明

端子番号 SOT-25	端子名	機能
1	Lx	スイッチ端子
2	V _{SS}	グラウンド端子
3	FB	電圧フィードバック端子
4	CE	チップイネーブル端子
5	V _{IN}	電源端子

■機能表

CE 端子	IC 動作状態
H	動作
L	動作停止

■製品分類

●品番ルール

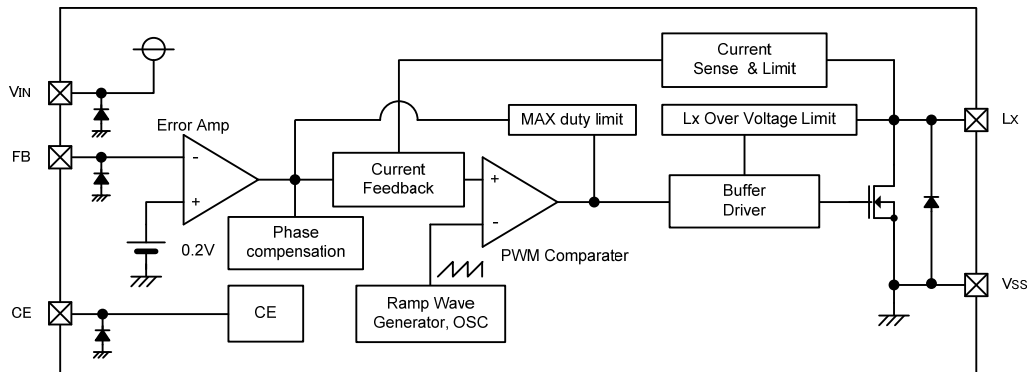
XC9133①②③④⑤⑥-⑦

記号	項目	シンボル	説明
①	Lx 過電圧制限	B	Lx 過電圧制限あり
②③	FB 電圧値	02	0.2V
④	発振周波数	A	1MHz
⑤⑥-⑦ ^(*)	パッケージ (発注単位)	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。

■ ブロック図

●XC9133B02A



■ 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}	V _{SS} - 0.3 ~ 7.0	V
L _x 端子電圧	V _{Lx}	V _{SS} - 0.3 ~ 22.0	V
FB 端子電圧	V _{FB}	V _{SS} - 0.3 ~ 7.0	V
CE 端子電圧	V _{CE}	V _{SS} - 0.3 ~ 7.0	V
L _x 端子電流	I _{Lx}	1000	mA
許容損失	P _d	250	mW
動作周囲温度	T _{opr}	- 40 ~ + 85	°C
保存温度	T _{stg}	- 55 ~ +125	°C

■電気的特性

●XC9133B02AMR

Ta = 25°C

項目	記号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	測定回路
FB 電圧	V _{FB}		0.19	0.20	0.21	V	①
出力電圧範囲	V _{OUTSET}		V _{IN}	-	17.5	V	①
入力電圧	V _{IN}		2.5	-	6.0	V	①
消費電流 1	I _{DD1}		-	420	720	μA	②
消費電流 2	I _{DD2}	V _{IN} =V _{Lx} , FB=0.4V	-	60	140	μA	③
スタンバイ電流	I _{STB}	CE=0V, V _{Lx} =5.0V	-	0	1.0	μA	③
発振周波数	f _{OSC}		0.8	1.0	1.2	MHz	②
最大デューティ比 ^(*)	MAXDTY		86	92	98	%	②
効率 ^(**)	EFFI	外付け部品接続 V _{IN} =3.6V, R _{LED} =20Ω	-	85	-	%	①
電流制限	I _{LIM}	V _{IN} =3.6V, 外付け部品接続	260	360	460	mA	④
Lx 過電圧制限	V _{LxOVL}	Lx が'H'保持となる電圧 V _{IN} ≥ 2.5V	18.0	19.0	22.0	V	②
Lx スイッチ ON 抵抗	R _{SWON}	V _{IN} =3.6V, V _{Lx} =0.4V ^(***)	-	2.4		Ω	④
Lx リーク電流	I _{LxL}	I _{STB} に同じ	-	0.0	1.0	μA	③
CE "H"電圧	V _{CEH}	Lx 発振開始となる CE 印加電圧	0.65	-	6.0	V	②
CE "L"電圧	V _{CEL}	Lx が'H'保持となる CE 印加電圧	V _{SS}	-	0.2	V	②
CE "H"電流	I _{CEH}	I _{DD2} に同じ	-0.1	-	0.1	μA	③
CE "L"電流	I _{CEL}	I _{STB} に同じ	-0.1	-	0.1	μA	③
FB "H"電流	I _{FBH}	I _{DD2} に同じ	-0.1	-	0.1	μA	③
FB "L"電流	I _{FBL}	I _{STB} に同じ	-0.1	-	0.1	μA	③

測定条件： 測定回路図が①で特に指定の無いときは V_{IN}=3.0V, V_{CE}=3.0V, R_{LED}=10Ω
 測定回路図が②で特に指定の無いときは V_{IN}=3.0V, V_{CE}=3.0V, V_{FB}=0.0V, V_{PULL}=5.0V, R_{PULL}=100Ω
 測定回路図が③で特に指定の無いときは V_{IN}=3.0V, V_{CE}=3.0V, V_{FB}=0.0V
 測定回路図が④で特に指定の無いときは V_{CE}=3.0V, V_{PULL}=5.0V

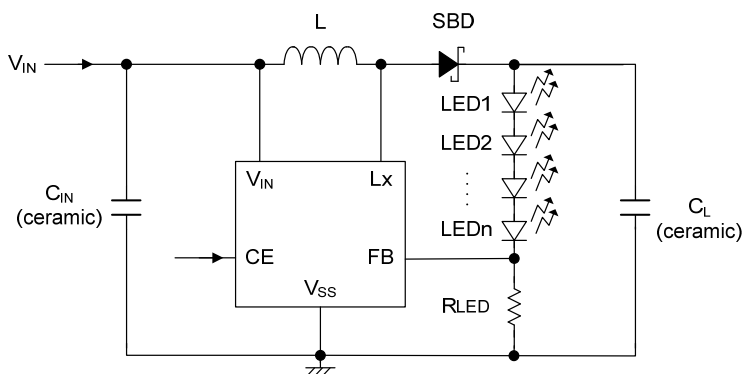
(*) 最大デューティ比が連続する場合、MAX DTY LIMIT 機能が働くためデューティ比が強制的に小さくなります。

(**) LED: NSPW310BS × 3, EFFI = {[(出力電圧) × (出力電流)] ÷ [(入力電圧) × (入力電流)]} × 100

(***) ドライバトランジスタがオン時の Lx 電圧 V_{Lx} が 0.4V となるように V_{PULL} 電圧を調整する。

■標準回路例

●XC9133B02A



■使用部品例

SYMBOL	VALUE	PART NUMBER	MANUFACTURER
L	22 μ H	VLF3010A-220MR	TDK
SBD (*1)	-	XBS053V15R (*2)	TOREX
		MA2Z720	PANASONIC
C _{IN}	4.7 μ F	JMK107BJ475MA-B	TAIYO YUDEN
C _L (*3)	0.22 μ F	TMK107BJ224KA-B	TAIYO YUDEN

注：

*1: 接合容量の小さいSBDを使用して下さい。

*2: XBS053V15Rは直流逆方向電圧 V_R が 20V (せん頭逆方向電圧 $V_{RM}=30V$) のため、白色 4 個直列で使用される場合は注意して下さい。

*3: 低温度時、容量低下が生じないセラミックコンデンサを使用して下さい。

■動作説明

XC9133 シリーズの内部は、基準電圧源、ランプ回路、エラーアンプ、PWM コンパレータ、位相補償回路、Lx 過電圧制限回路、N-ch MOS ドライバトランジスタ、電流制限回路等で構成されています。

内部基準電圧と FB 端子から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、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 N-ch MOS ドライバトランジスタに送り、Lx 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。この動作を連続し行うことで、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 N-ch MOS ドライバトランジスタの電流を検出し、エラーアンプの出力信号を変調しています。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 1.0MHz(TYP.)に固定しています。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>

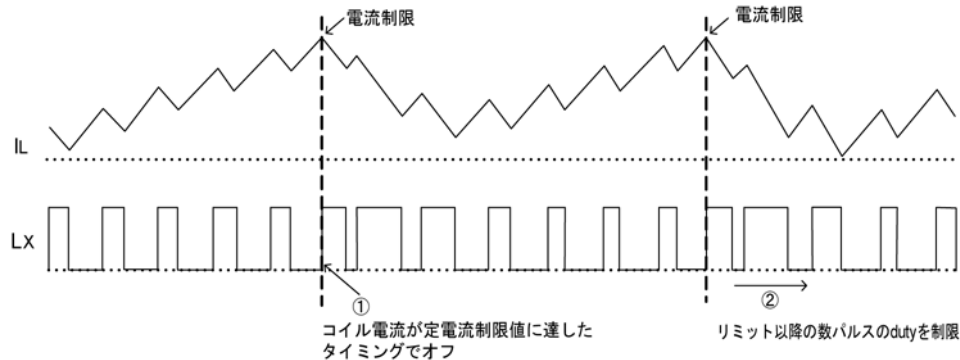
エラーアンプは出力電圧監視用のアンプです。FB 端子電圧がフィードバックされ、基準電圧と比較しています。基準電圧より低い電圧がフィードバックされるとエラーアンプの出力電圧は高くなるように動作します。エラーアンプのゲインと f 特は内部で固定化されており、最適化された信号となります。

■動作説明

<電流制限>

XC9133 シリーズの電流制限回路は、Lx 端子に接続された N-ch MOS ドライバトランジスタを流れる電流を監視しており、定電流制限と次のパルスのデューティ比制限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定電流制限機能が動作し Lx 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。
- ②次のパルスのデューティ比が前のパルスのデューティ比より小さくなるよう制御しています。



<Lx 過電圧制限回路>

XC9133 シリーズの Lx 過電圧制限回路は、Lx 端子電圧を監視し 19V (TYP.) 以上になった場合、ドライバトランジスタ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。

機能停止状態は、 V_{IN} 端子の電源再投入を行うことで解除され動作を再開します。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。

<最大デューティ比制限>

XC9133 シリーズの最大デューティ比制限回路は、デューティ比を監視し最大デューティ比がある一定期間連続した場合、次のパルスのデューティ比が前のパルスのデューティ比より小さくなるようエラーアンプ出力を制御します。

<CE 端子の機能>

XC9133 シリーズは、CE 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、Lx 端子はハイインピーダンスとなります。

CE 端子に H レベルを入力することで動作開始します。

CE 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。

ディスエーブル後数 $100\mu\text{s}$ の間、デバイスは待機状態となり若干の消費電流が流れます。その後スタンバイとなり消費電流は $0\mu\text{A}$ (TYP.) となります。

■使用上の注意

<Lx (PIN1) : スイッチ端子>

インダクタとショットキバリアダイオードのアノードをここに接続してください。

<FB (PIN3):電圧フィードバック端子>

基準電圧は 200mV(TYP.)です。LED のカソードと定電流値を設定するための抵抗 R_{LED} を接続してください。抵抗値は次式によって求められます。

$$R_{LED}=0.2 / I_{LED}$$

I_{LED} は設定する定電流値

代表例:

I_{LED}	R_{LED}	I_{LED}	R_{LED}
5mA	40 Ω	13.3mA	15 Ω
10mA	20 Ω	20mA	10 Ω

< CE (PIN4) : チップイネーブル>

IC をイネーブルにする時は 0.65V 以上を印加してください。IC をディスエーブルする時は 0.2V 以下を印加してください。

< V_{IN} (PIN5:電源端子)>

インダクタとバイパスコンデンサを接続して下さい。

<使用上の注意>

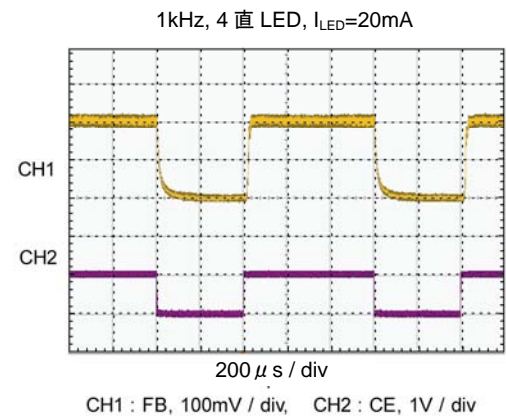
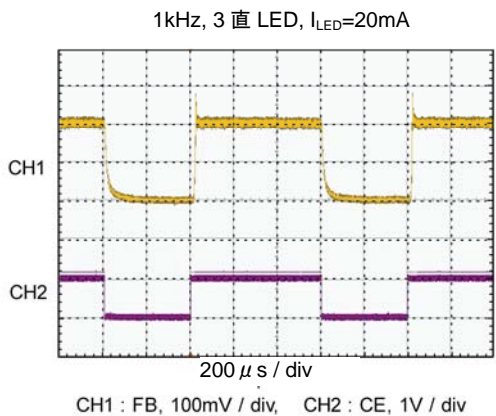
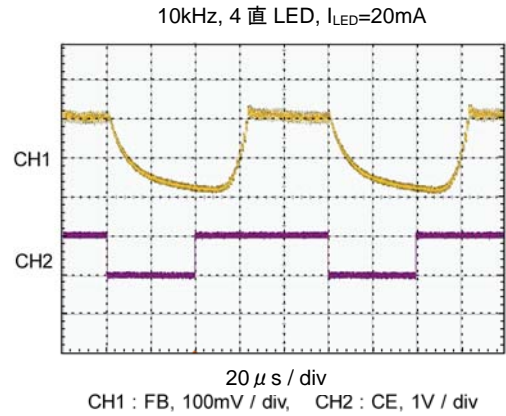
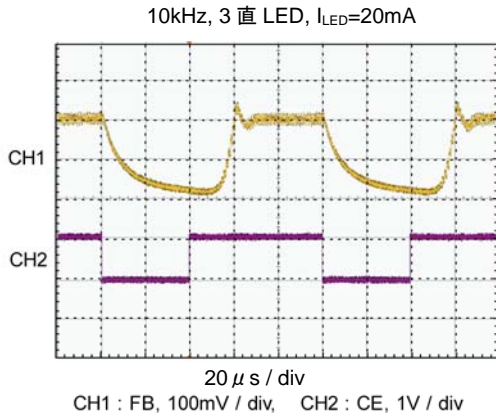
1. 一時的、過渡的な電圧降下および電圧上昇等の現象について、絶対最大定格を超える場合には劣化または破壊する可能性があります。
2. 当社では製品の改善、信頼性の向上に努めております。しかしながら、万が一のためにフェールセーフとなる設計およびエージング処理など、装置やシステム上で十分な安全設計をお願いします。

■アプリケーションヒント

<調光制御>

1. CE PIN に PWM 信号を与える方法

PWM 信号を CE ピンに与えると、XC9133 は PWM 信号によってオン/オフを繰り返します。LED 電流 I_{LED} は、オン時 R_{LED} によって設定された電流となり、オフ時はゼロ電流となります。LED 電流の平均値は、PWM 信号の正のデューティ比に比例します。PWM 信号の周期は 100Hz~10kHz まで最適に制御できます。PWM 信号の振幅は、ハイレベルが CE "H"電圧 V_{CEH} より高く、ローレベルが CE "L"電圧 V_{CEL} より低くします。



2. LED 電流をステップで調整する方法

LED 電流 I_{LED} をステップで調整する必要があるアプリケーションでは、下図に示すように、 R_{LED} と並列に R_{LED1} と直列にスイッチ素子 SW1 を接続し、スイッチ素子 SW1 をオン/オフ制御することで LED の調光が達成できます。

R_{LED} は、スイッチ素子 SW1 がオフ時、必要な最小の電流量となるよう抵抗値を設定します。

R_{LED1} はスイッチ素子がオンした時、LED に流したい電流の増加分の抵抗値を設定します。

例 電流 I_{LED} を 5mA と 15mA に設定する場合。

$$R_{LED} = 200mV / 5mA = 40\Omega$$

$$R_{LED1} = 200mV / (15mA - 5mA) = 20\Omega$$

になります。

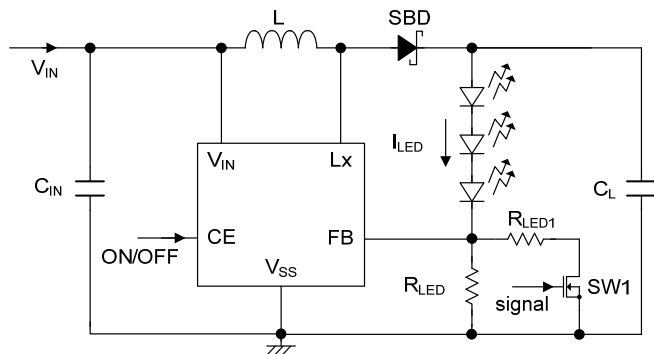


図 : LED 電流をステップで調整する回路構成

■アプリケーションヒント

<調光制御>

3. DC 電圧を使用した方法

可変直流電圧を使って LED 電流を調整する必要のあるアプリケーションでは、下図に示すよう、R1, R2 を接続し直流電圧を R2 に印加することで LED の調光が達成できます。

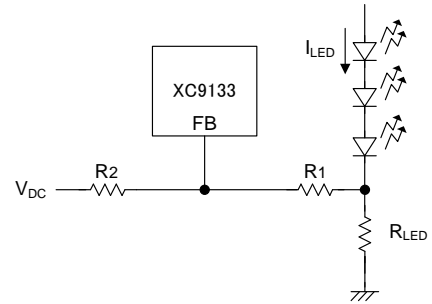
R1 >> R_{LED} と設置した場合、LED に流れる電流 I_{LED} は次式で求められます。

$$I_{LED} = (V_{REF} - R1 / R2 (V_{DC} - V_{REF})) / R_{LED}$$

$$V_{REF} = 0.2V \text{ (TYP.)}$$

例 1

R1=10kΩ, R2=100kΩ, R_{LED}=10Ω に設定した場合、直流電圧 V_{DC} が 0.2V~2.2V の範囲で、LED 電流 I_{LED} は 20mA~0mA の変化を生じます。

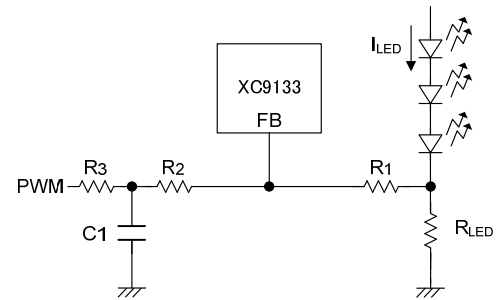


図：DC 電圧を使用した回路構成

例 2

R1=10kΩ, R2=100kΩ, R3=10kΩ, C1=0.1μF, R_{LED}=10Ω に設定した場合、"H"レベル:2.2V,"L"レベル:0V,Duty:50%周波数100HzのPWM信号を入力すると、LEDの平均値は10mAになります。

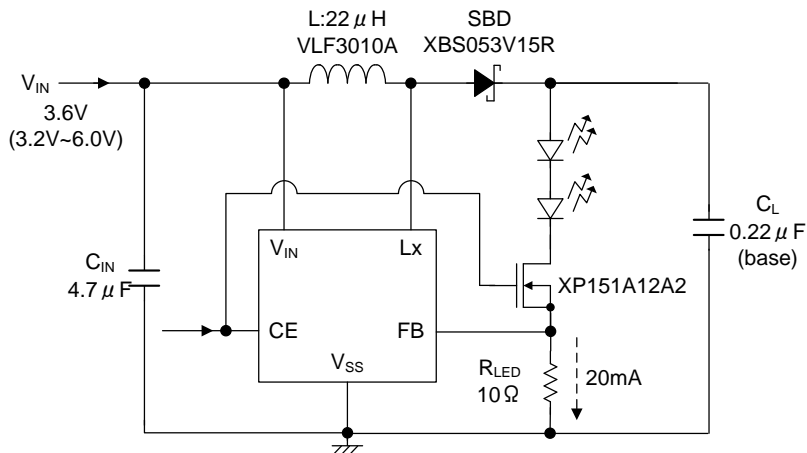
CE に PWM 信号を与えて輝度調整する方法と同様に、LED の平均値は PWM 信号の正のデューティ比に比例します。



図：PWM信号をFBに入力した回路構成

<白色リークによる発光を防ぐ方法>

入力電圧 V_{IN} が高い場合、CE がディスエーブル時にも微かな発光を生じる場合があります。この場合、トランジスター1個を LED と FB 間に接続し、CE 信号と同相で駆動し、電流パスを切ることによって微かな発光を防ぐことが可能です。

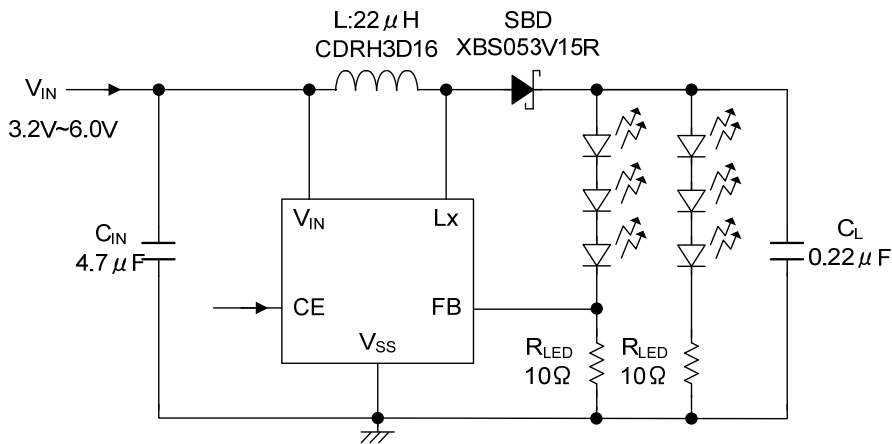


図：白色リークによる発光を防ぐ回路構成

■ アプリケーションヒント

<白色 6 個点灯方法>

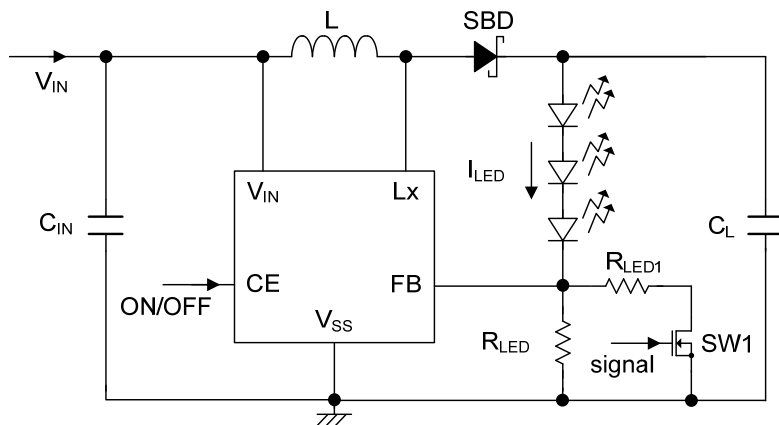
入力電圧 $V_{IN} \geq 3.2$ では、3 直 2 並列で計 6 個の白色 LED を点灯させることが可能です。



図：白色 6 個点灯の回路構成

<フラッシュとしての使用方法>

2 個の白色 LED に最大 65mA の LED 電流を供給可能です。

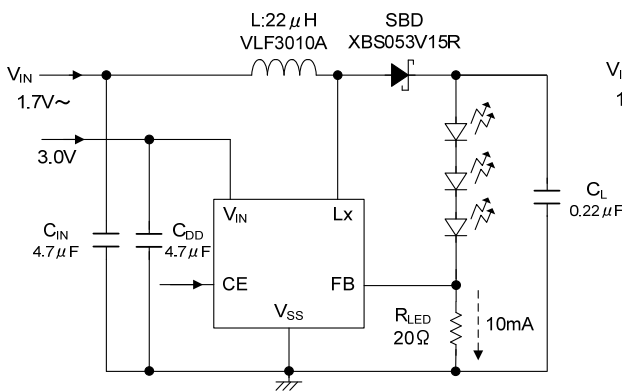


図：フラッシュの回路構成

■アプリケーションヒント

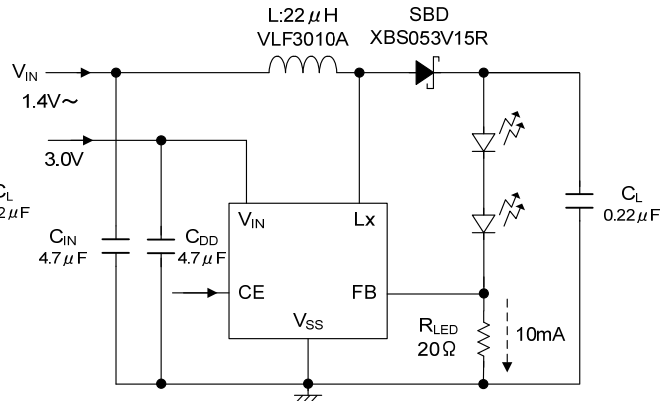
<V_{IN}、V_{IN}端子分離方法>

昇圧回路の供給源(V_{IN})とICの供給源(V_{IN}端子)を分離して使用することが可能です。



図： V_{IN}、V_{IN}端子分離時の回路例(LED:3灯)

注: V_{IN}端子に 2.5V ~ 6V を入力してご使用下さい。



図： V_{IN}、V_{IN}端子分離時の回路例(LED:2灯)

<LED オープン保護>

万が一、白色 LED がオープンまたは破壊した場合、FB 端子がプルダウンされた状態になり、最大デューティ比で動作します。その結果、出力電圧が上昇を続け、Lx 端子電圧が絶対最大定格の 22V を超える可能性があります。

XC9133 シリーズは万が一、白色 LED がオープンまたは破壊した場合、Lx 端子に内蔵された検出器により、IC の発振は停止され、出力電圧の過度の上昇を防止出来ます。但し、LED がオープンしていない状況においても、Lx 端子電圧が過電圧制限の 18V を超えた場合、過電圧状態とみなされますので、特に順方向電圧が 4.45V 以上の LED を 4 個直列に接続して使用される場合は注意して下さい。

<起動時の突入電流>

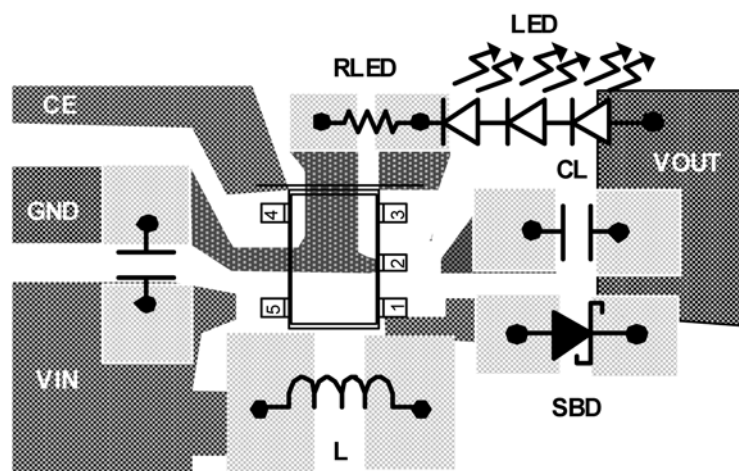
XC9133 シリーズは、起動時の遅延を最小に抑えるため、ソフトスタート回路は内蔵されていません。突入電流は、電流制限 I_{LIM} まで生じる可能性があります。また、オーバーシュートを生じる場合もあります。

■アプリケーションヒント

<レイアウトのご注意>

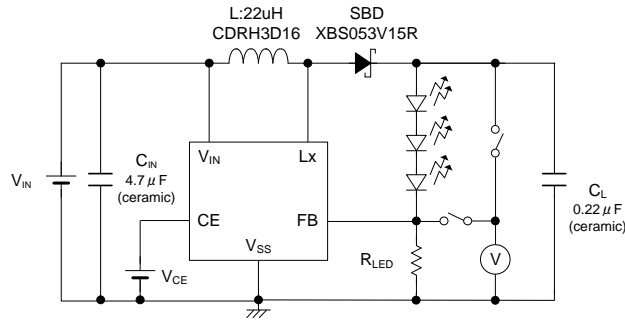
1. V_{IN} 電位の変動をできるだけ抑える為に V_{IN} 端子と V_{SS} 端子に最短でバイパスコンデンサ(C_{IN})を接続して下さい。
2. 各周辺部品はできる限り IC の近くに実装し、1点アースとするようにして下さい。
3. 周辺部品は配線のインピーダンスを下げる為、太く短く配線して下さい。
4. GND 配線を十分に強化して下さい。スイッチング時の GND 電流による GND 電位の変動は IC の動作を不安定にする場合があります。

●XC9133B シリーズパターンレイアウト

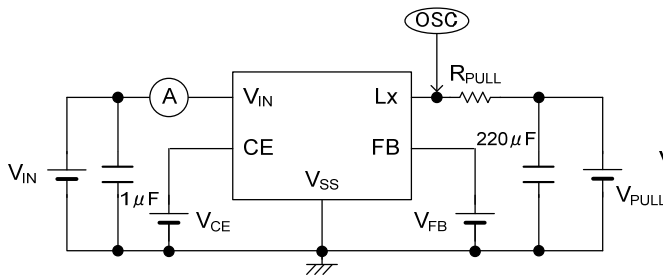


■測定回路図

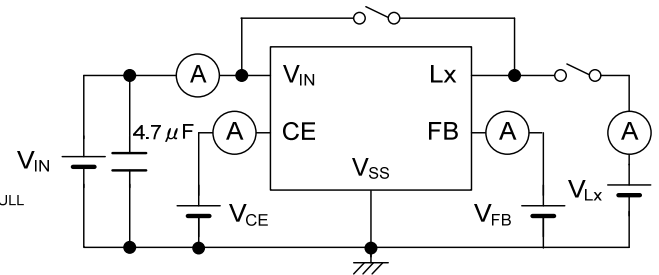
●測定回路①(XC9133B02A シリーズ)



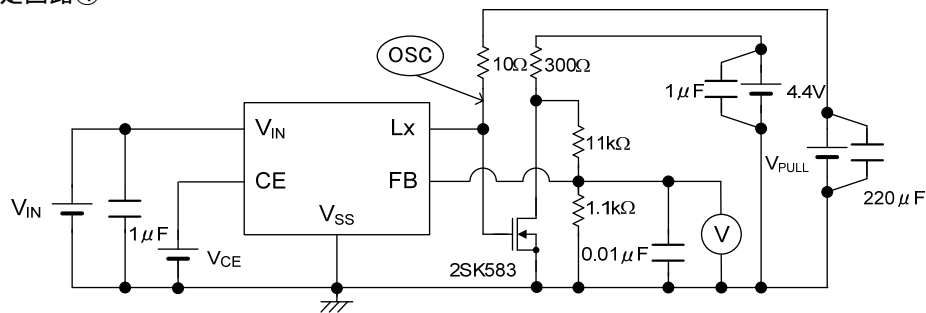
●測定回路②



●測定回路③



●測定回路④



1. Lx ON 抵抗 R_{SWON} 測定方法

測定回路④を用い、ドライバトランジスタがオン時の Lx 電圧 V_{Lx} が 0.4V となるように V_{PULL} 電圧を調整することで求められます。

$$R_{SWON} = 0.4 \div ((V_{PULL} - 0.4) \div 10)$$

なお、ドライバトランジスタがオン時の Lx 電圧はオシロスコープ等を用い測定します。

2. 電流制限 I_{LIM} 測定方法

測定回路④を用い、V_{PULL} 電圧を調整し、FB 電圧が低下した時の V_{PULL} 電圧とドライバトランジスタがオン時の Lx 電圧 V_{Lx} から次式で求められます。

$$I_{LIM} = (V_{PULL} - V_{Lx}) \div R_{PULL}$$

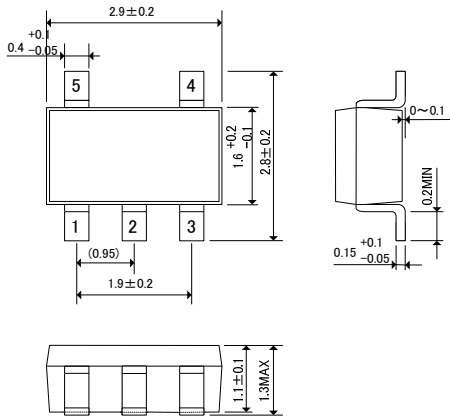
$$R_{PULL} = 10 \Omega$$

なお、ドライバトランジスタがオン時の Lx 電圧はオシロスコープ等を用い測定します。

■外形寸法図

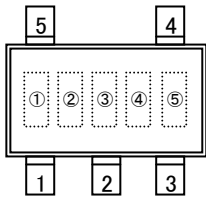
●SOT-25

(unit : mm)



■マーキング

●SOT-25



①製品シリーズを表す。

シンボル	品名表記例
N	XC9133****M*

②Lx 過電圧制限を表す。

シンボル	Lx 過電圧制限	品名表記例
B	あり	XC9133****M*

③発振周波数を表す。

シンボル	発振周波数	品名表記例
A	1MHz	XC9133****M*

④⑤製造ロットを表す。01~09, 0A~0Z, 11...9Z, A1~A9, AA...Z9, ZA~ZZ を繰り返す。
(但し、G、I、J、O、Q、W は除く。反転文字は使用しない。)

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