

36V、2.3A同期整流式昇圧
LEDドライバ、25,000:1のPWM調光付き

特長

- LED 電流レギュレーション: $\pm 2\%$
- 出力電圧レギュレーション: $\pm 2\%$
- 25,000:1 の PWM 調光 (100Hz 時)
- 128:1 の内部 PWM 調光
- スペクトラム拡散周波数変調
- Silent Switcher® アーキテクチャにより低 EMI に対応
- 昇圧モード、降圧モード、および昇降圧モードで動作
- 入力電圧範囲: 2.8V~36V
- LED 列の電圧: 最大 34V
- 2.3A、40V の内部スイッチ
- 200kHz~2MHz のスイッチング周波数 (同期機能あり)
- アナログ電圧またはデューティ・サイクルによる LED 電流制御
- 開放/短絡 LED の保護およびフォルト表示
- 熱特性が改善された 28 ピン (4mm $\times$ 5mm) QFN

アプリケーション

- 自動車用および工業用の照明機器
- マシン・ビジョン

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。7199560、7321203を含む米国特許によって保護されています。

概要

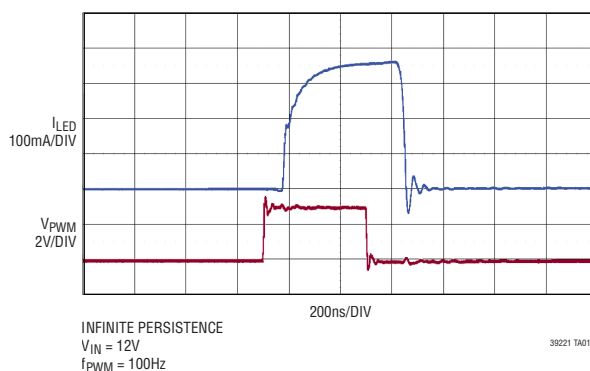
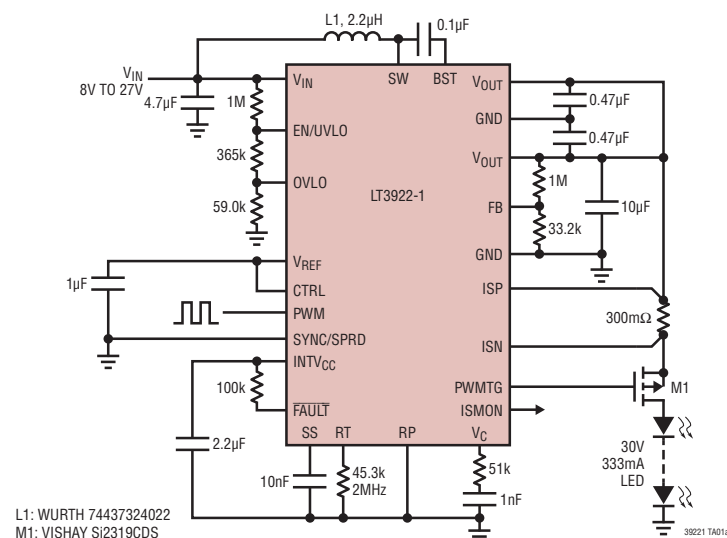
LT[®]3922-1 は、モノリシックの同期整流式昇圧DC/DCコンバータで、固定周波数のピーク電流制御を使用して1列のLEDに対してPWM調光を実行します。LED電流は、CTRLピンに入力するアナログ電圧またはパルスのデューティ・サイクルによって設定します。LT3922-1は、外付けの検出抵抗を介して広範囲の出力電圧にわたって±2%の電流レギュレーションを維持します。

スイッチング周波数は、RTピンに抵抗を外付けするか、SYNC/SPRDピンに外部クロックを入力することにより、200kHz～2MHzの範囲で設定できます。オプションのスペクトラム拡散周波数変調をイネーブルすると、周波数が100%～125%の範囲で変化してEMIが減少します。また、LT3922-1は、PWM調光用の外付けハイサイドPMOSのドライバと、PWM調光のアナログ制御用PWM信号発生器も内蔵しています。外部信号を使用できる場合は、100HzのPWMパルスにより25,000:1のPWM調光を実現します。

その他の機能としては、CTRLピンおよびPWMピンで使用する高精度の外部リファレンス電圧、LED電流モニタ、高精度のEN/UVLOピン閾値、オープンドレインのフォルト通知によるオープン・サーキットおよび短絡負荷状態の検出、およびサーマル・シャットダウンがあります。

標準的応用例

30V、333mA昇圧LEDドライバ、25,000:1のPWM調光機能



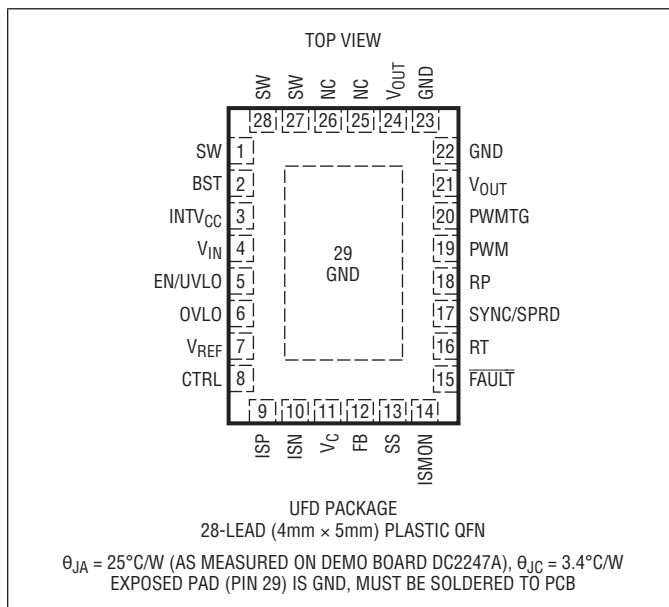
LT3922-1

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} および EN/UVLO	40V
ISP、ISN、および V_{OUT}	40V
ISP – ISN 間	0.3V
CTRL および FB	3.3V
OVLO、PWM、SYNC/SPRD、および FAULT	6V
SS および V_C	3.3V
SW	40V
BST	43V
BST – SW	3V
INTV _{CC} 、 V_{REF} 、ISMON、PWMTG、RT、および RP	(Note 2)
動作ジャンクション温度範囲 (Note 3、4)	
LT3922E-1/LT3922I-1	–40°C ~ 125°C
LT3922H-1	–40°C ~ 150°C
保存温度範囲	–60°C ~ 150°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕上げ	テープ&リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT3922EUFD-1#PBF	LT3922EUFD-1#TRPBF	39221	28-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	–40°C to 125°C
LT3922IUFD-1#PBF	LT3922IUFD-1#TRPBF	39221	28-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	–40°C to 125°C
LT3922HUFD-1#PBF	LT3922HUFD-1#TRPBF	39221	28-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	–40°C to 150°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは、#TRMPBF 接尾部の付いた指定の販売経路を通じて 500 個入りのリールで供給可能です。

電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{EN/UVLO} = 2\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range		2.8		36	V
V_{IN} Pin Quiescent Current	$V_{EN/UVLO} = 1.5\text{V}$, Not Switching $V_{EN/UVLO} = 0.1\text{V}$, Shutdown		2.9	4 1	mA μA
EN/UVLO Threshold (Falling)		1.260	1.330	1.400	V
EN/UVLO Rising Hysteresis			25		mV
EN/UVLO Pin Current	$V_{EN/UVLO} = 1.2\text{V}$		2		μA
Input OVLO Threshold (Rising)		1.145	1.205	1.265	V
Input OVLO Falling Hysteresis			50		mV
OVLO Pin Current	$V_{OVLO} = 1.0\text{V}$	–100		100	nA

電氣的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{EN}/V_{ULO} = 2\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
リファレンス						
V_{REF} Voltage	$I_{VREF} = 0\mu\text{A}$ $I_{VREF} = 500\mu\text{A}$	●	1.97 1.985	2 2	2.03 2.015	V V
V_{REF} Pin Current Limit	$V_{REF} = 0\text{V}$, Current Out of Pin			3.2		mA
LED 電流のレギュレーション						
CTRL-Off Threshold (Falling)		●	200	210	220	mV
CTRL-Off Rising Hysteresis				15		mV
CTRL Pin Current	$V_{CTRL} = 2\text{V}$		-100		100	nA
Sense Voltage ($V_{ISP} - V_{ISN}$) (Analog Input)	$V_{CTRL} = 2\text{V}$ (100%), $V_{ISP} = 24\text{V}$ $V_{CTRL} = 0.75\text{V}$ (50%), $V_{ISP} = 24\text{V}$ $V_{CTRL} = 0.3\text{V}$ (5%), $V_{ISP} = 24\text{V}$	● ● ●	98 48.5 4	100 50 5	102 51.5 6	mV mV mV
ISP Pin Current	$V_{ISP} = 24.1\text{V}$, $V_{ISN} = 24\text{V}$, $V_{CTRL} = 2\text{V}$			75		μA
ISN Pin Current	$V_{ISP} = 24.1\text{V}$, $V_{ISN} = 24\text{V}$, $V_{CTRL} = 2\text{V}$			75		μA
Current Error Amplifier Transconductance	$V_{ISP} = 24\text{V}$			140		$\mu\text{A/V}$
LED 電流のデューティ・サイクル制御						
Sense Voltage ($V_{ISP} - V_{ISN}$) (Duty Cycle Input)	CTRL Duty = 75% (100%), $V_{ISP} = 24\text{V}$ CTRL Duty = 37.5% (50%), $V_{ISP} = 24\text{V}$ CTRL Duty = 15% (5%), $V_{ISP} = 24\text{V}$		99 49 4	100 50 5	101 51 6	mV mV mV
CTRL Pulse Input High (V_{IH})			1.6			V
CTRL Pulse Input Low (V_{IL})					0.4	V
CTRL Pulse Input Frequency Range			10		200	kHz
電圧レギュレーション						
FB Regulation Voltage	$V_{CTRL} = 2\text{V}$	●	1.175	1.200	1.225	V
FB Pin Current	FB in Regulation		-100		100	nA
Voltage Error Amplifier Transconductance				1000		$\mu\text{A/V}$
INTV_{CC} レギュレータ						
INTV _{CC} Voltage			2.7	3	3.3	V
INTV _{CC} Pin Current Limit	$V_{INTVCC} = 0\text{V}$, Current Out of Pin			20		mA
パワー段						
Peak Current Limit	$V_{IN} = 3\text{V}$		2.3	2.55	2.8	A
Bottom Switch Minimum Off-Time		●	15	25	35	ns
Bottom Switch On-Resistance				140		m Ω
Top Switch On-Resistance				155		m Ω
発振器						
Programmed Switching Frequency (f_{SW})	$R_T = 45.3\text{k}$, $V_{SYNC/SPRD} = 0\text{V}$ $R_T = 499\text{k}$, $V_{SYNC/SPRD} = 0\text{V}$	● ●	1880 175	2000 200	2120 245	kHz kHz
Spread Spectrum Frequency Range	$R_T = 45.3\text{k}$, $V_{SYNC/SPRD} = 3\text{V}$ $R_T = 499\text{k}$, $V_{SYNC/SPRD} = 3\text{V}$		1880 175		2650 306	kHz kHz
RT Pin Current Limit	$V_{RT} = 0\text{V}$, Current Out of Pin			75		μA
SYNC/SPRD Threshold (Rising)				1.4	1.5	V
SYNC/SPRD Falling Hysteresis				0.2		V
SYNC/SPRD Pin Current	$V_{SYNC/SPRD} = 5\text{V}$		-100		100	nA

電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{EN}/UVLO = 2\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
ソフトスタート						
SS Pin Charging Current	V _{SS} = 1V			20		μA
SS Pin Discharging Current	V _{SS} = 2V			2		μA
SS Lower Threshold				0.2		V
SS Higher Threshold				1.7		V
フォルト検出						
Open-Circuit Threshold (FB Rising)	V _{ISP} = V _{ISN} = 20V	●	1.117	1.140	1.163	V
Open-Circuit Falling Hysteresis				50		mV
LED Short-Circuit Threshold (V _{ISP} – V _{ISN})	V _{ISP} = 20V			150		mV
FAULT Pull-Down Current	V _{FAULT} = 0.2V, V _{FB} = 1.25V		0.8			mA
FAULT Leakage Current	V _{FAULT} = 3V, V _{FB} = 0.7V		–100		100	nA
過電圧保護						
FB Overvoltage Threshold (Rising)		●	1.240	1.266	1.292	V
FB Overvoltage Falling Hysteresis				22		mV
LED 電流のモニタ						
ISMON の電圧	V _{ISP} – V _{ISN} = 100mV (100%), V _{ISP} = 24V	●	0.980	1.000	1.020	V
	V _{ISP} – V _{ISN} = 10mV (10%), V _{ISP} = 24V	●	80	100	120	mV
PWMドライバ						
PWMTG Gate Drive (V _{OUT} – V _{PWMTG})	V _{OUT} = 20V, V _{PWM} = 1.5V		9	10	11	V
PWM Threshold (Rising)				1.4		V
PWM Falling Hysteresis				0.2		V
PWM Pin Current	V _{PWM} = 2V		–100		100	nA
PWM to PWMTG Propagation Delay	C _{PWMTG} = 2.1nF (Connected from V _{OUT} to PWMTG)					
Turn-On	V _{OUT} = 20V			110		ns
Turn-Off				140		ns
内部PWM調光						
PWM Voltage for 100% PWM Dimming	R _P = 28.7k, V _{REF} = 2V		2.00			V
PWM Voltage for 0% PWM Dimming	R _P = 28.7k, V _{REF} = 2V				0.99	V
PWM Dimming Accuracy	R _P = 28.7k, V _{REF} = 2V, V _{PWM} = 1.1V R _P = 28.7k, V _{REF} = 2V, V _{PWM} = 1.9V		7.5 89	10.5 92	13.5 95	% %
PWM Dimming Frequency	R _P = 28.7k, R _T = 45.3k, V _{SYNC} /SPRD = 0V R _P = 332k, R _T = 45.3k, V _{SYNC} /SPRD = 0V		7.34 115	7.81 122	8.28 129	kHz Hz
RP Pin Current Limit	V _{RP} = 0V, Current Out of Pin			65		μA

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: これらのピンには正の電圧源および負の電圧源を印加してはならない。印加すると永続的な損傷が生じる場合がある。

Note 3: LT3922E-1 は、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ のジャンクション温度で性能仕様に適合することが確認されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT3922I-1 は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$

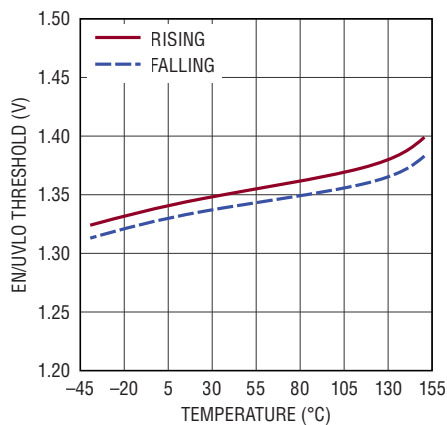
の動作ジャンクション温度範囲で性能仕様に適合することが確認されている。LT3922H-1 は $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲での動作が確認されている。 125°C を超えるジャンクション温度では動作寿命がデレーティングされる。

Note 4: このデバイスには、短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。この保護がアクティブなときは、最大定格ジャンクション温度を超えることができる。規定された絶対最大動作ジャンクション温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうか、またはデバイスに永続的損傷を与える恐れがある。

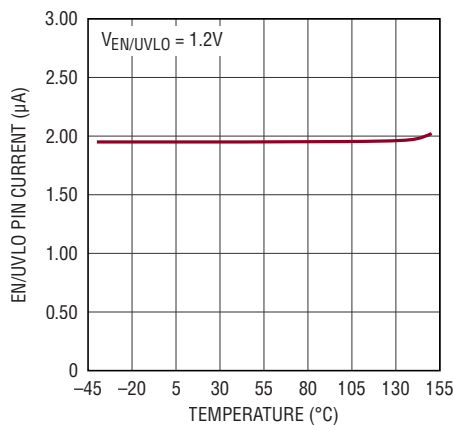
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、 $T_A = 25^\circ C$

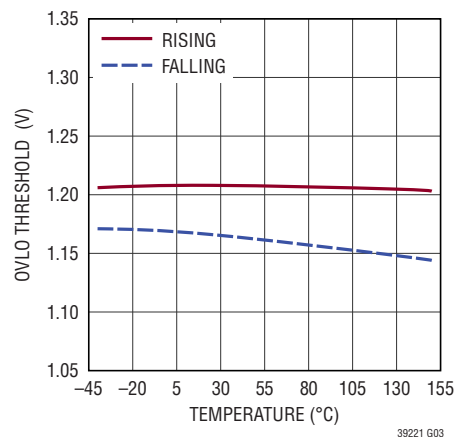
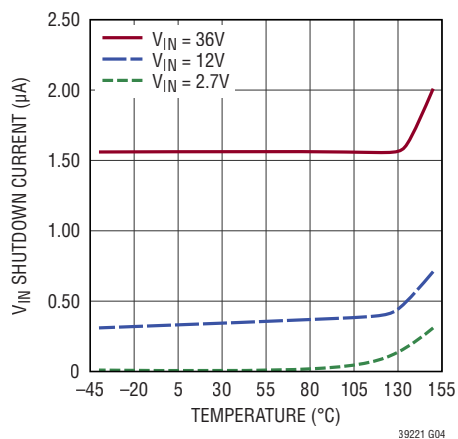
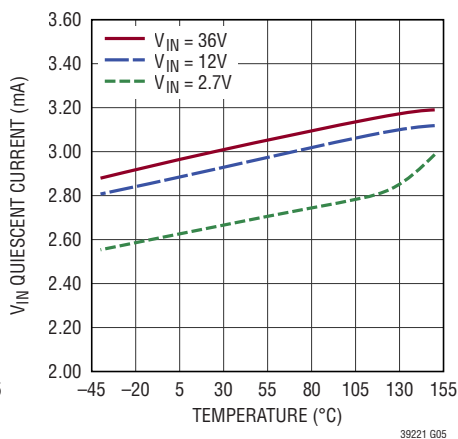
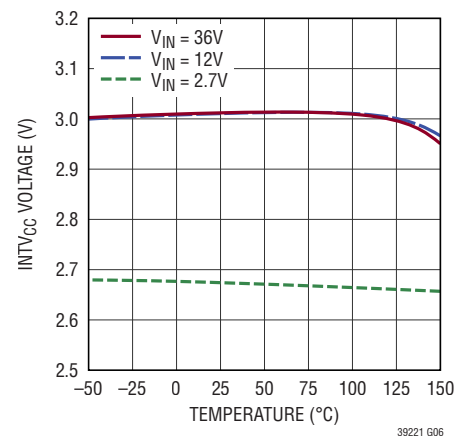
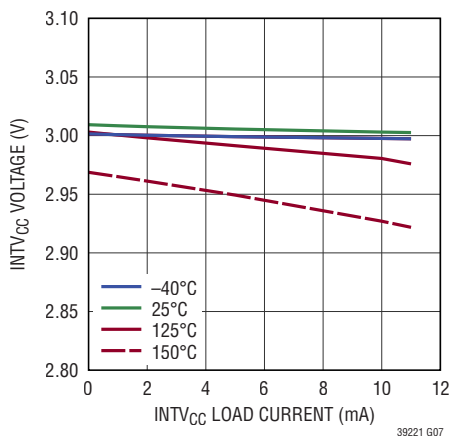
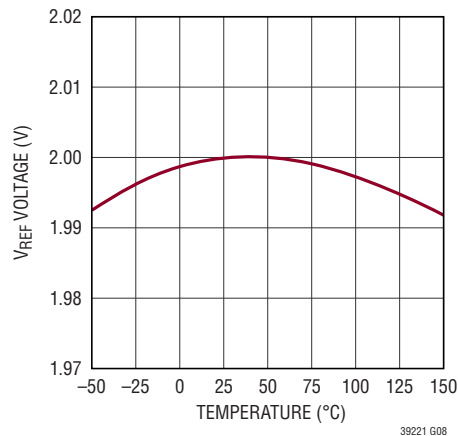
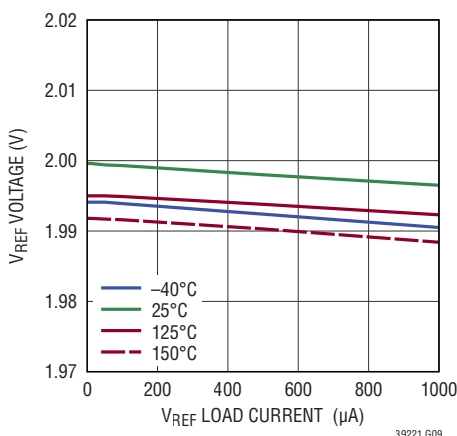
EN/UVLO の閾値



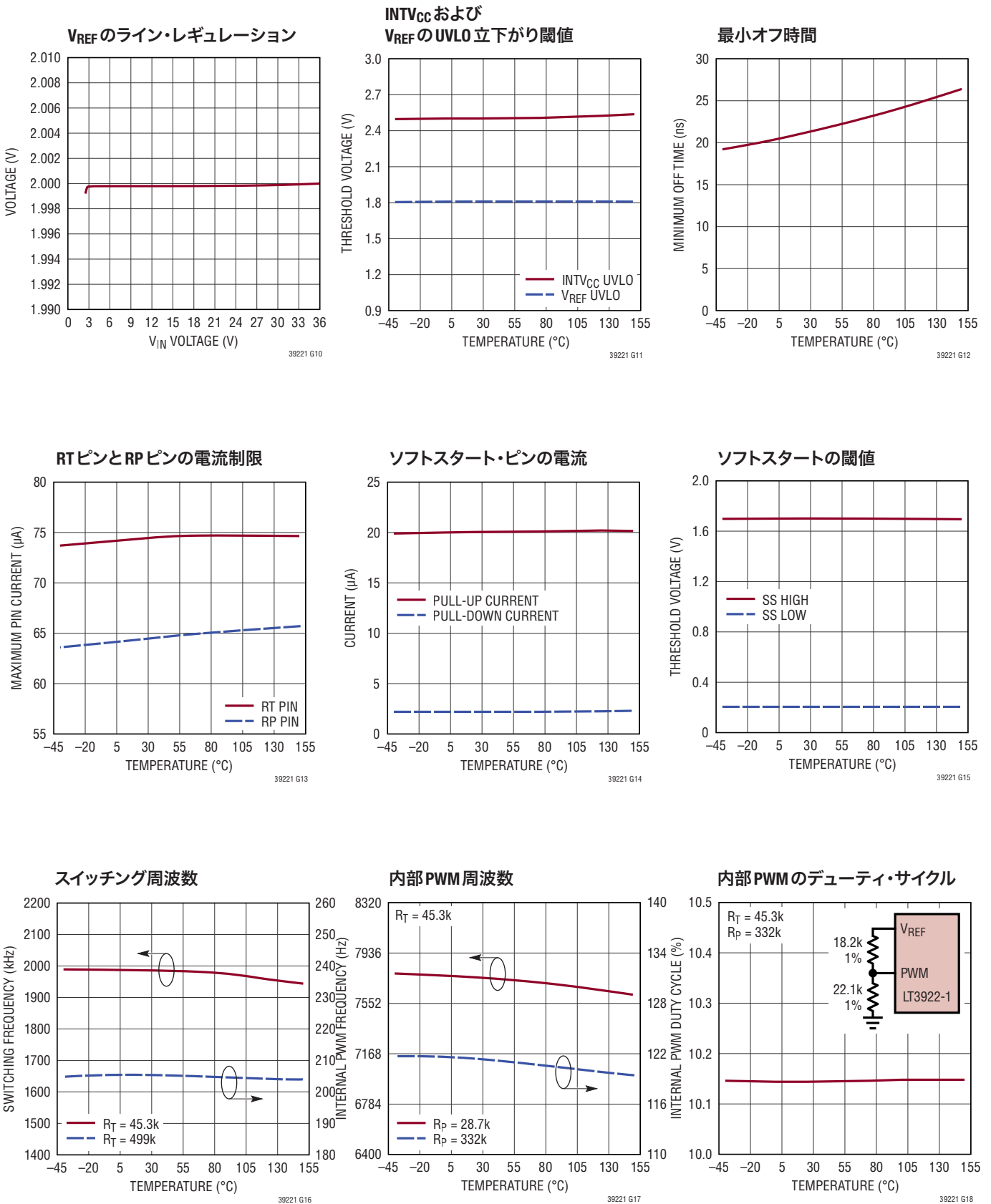
EN/UVLO ピンの電流



OVLO の閾値

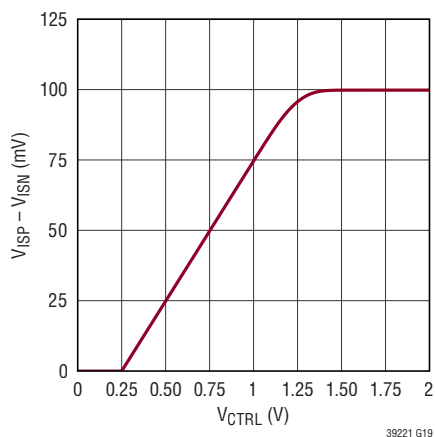
 V_{IN} のシャットダウン電流 V_{IN} の静止電流INTV_{CC} の電圧INTV_{CC} の負荷レギュレーション V_{REF} の電圧 V_{REF} の負荷レギュレーション

代表的な性能特性 特に指定のない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、 $T_A = 25^\circ C$

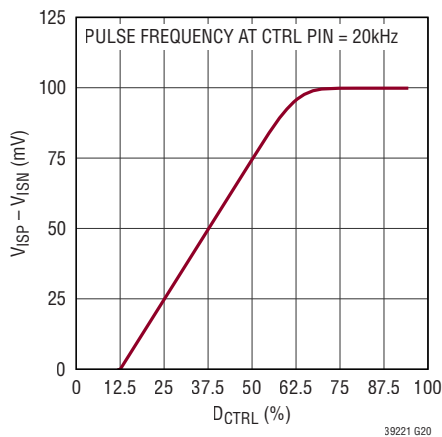


代表的な性能特性 特に指定のない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、 $T_A = 25^\circ C$

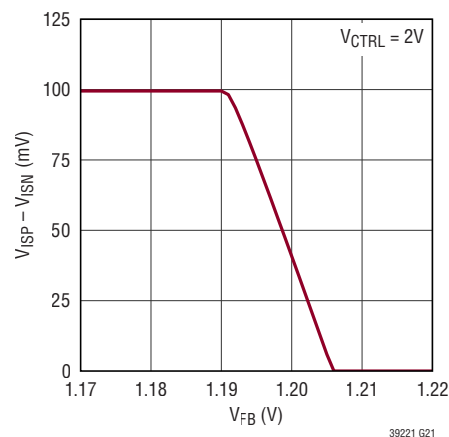
LED 電流 (アナログ CTRL)



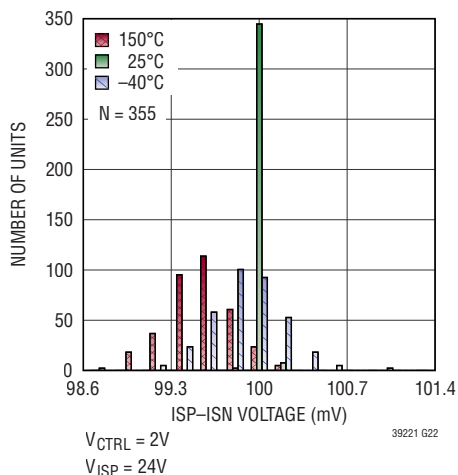
LED 電流 (デジタル CTRL)



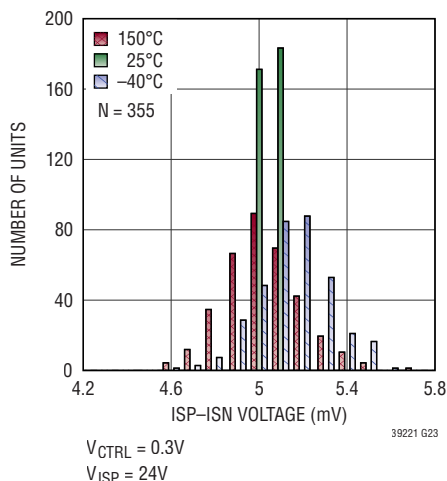
LED 電圧の制限



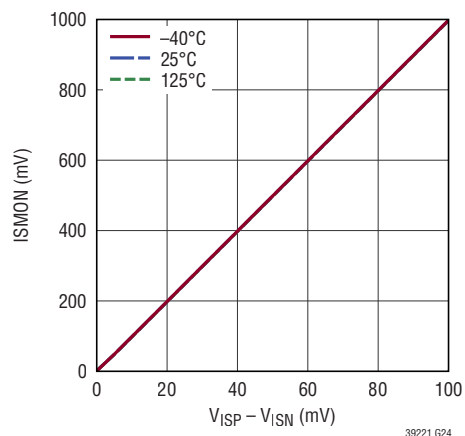
LED 電流 (100%のレギュレーション)



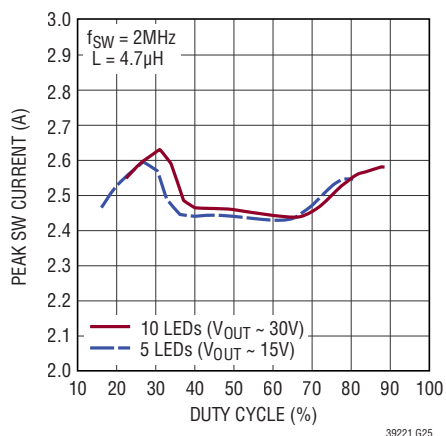
LED 電流 (5%のレギュレーション)



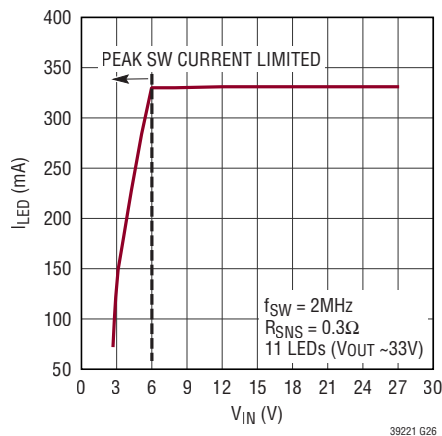
ISMON の電圧



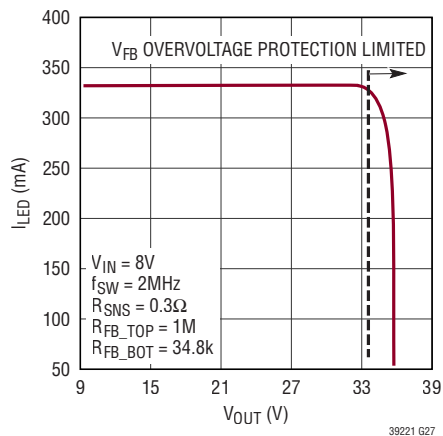
SW のピーク電流制限



LED 電流のライン・レギュレーション

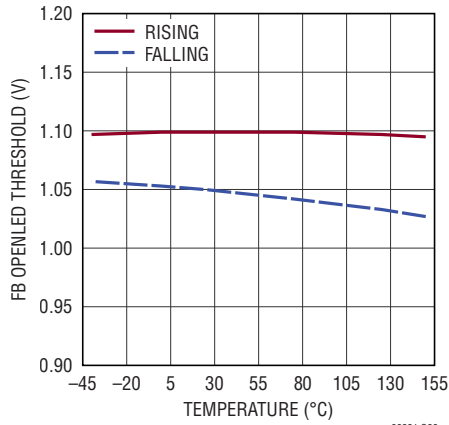


LED 電流と V_{OUT}

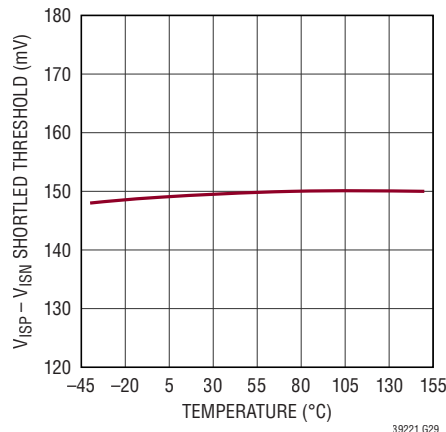


代表的な性能特性 特に指定のない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、 $T_A = 25^\circ C$

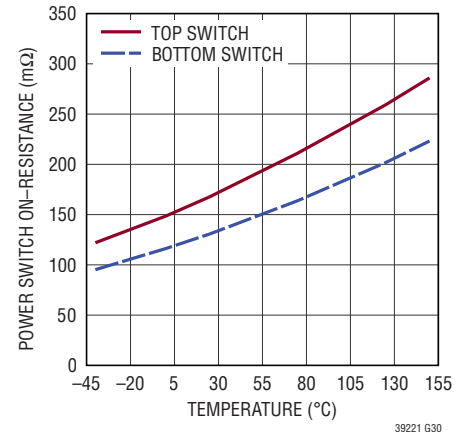
FBの開放LED 閾値



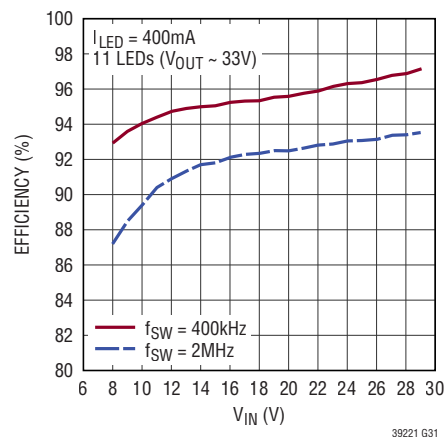
$V_{ISP} - V_{ISN}$ 短絡LEDの閾値



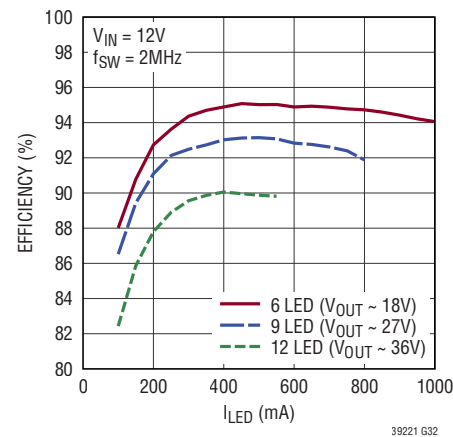
パワー・スイッチのオン抵抗



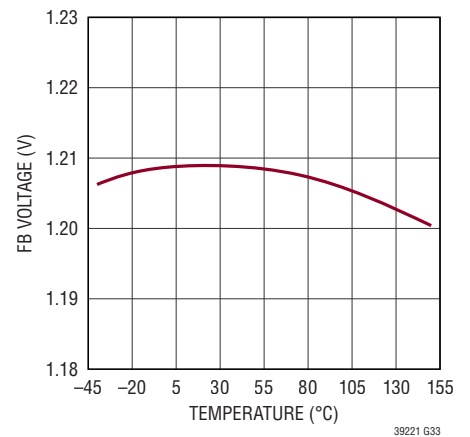
効率と V_{IN}



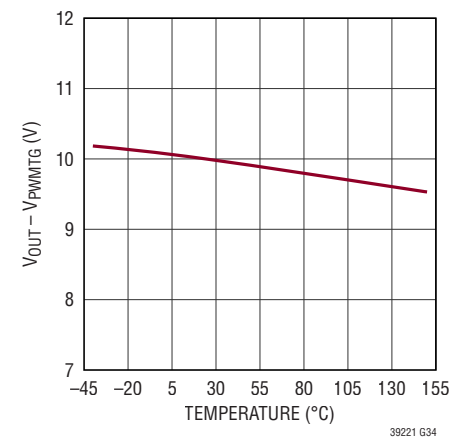
効率と I_{LED}



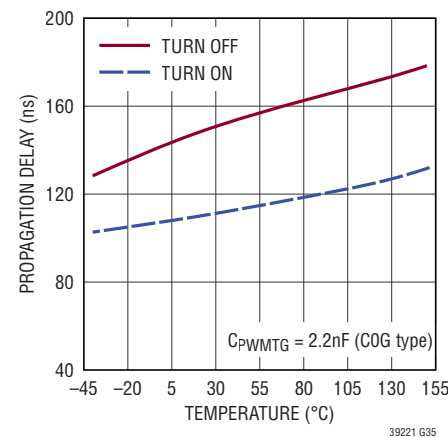
FBの安定化電圧



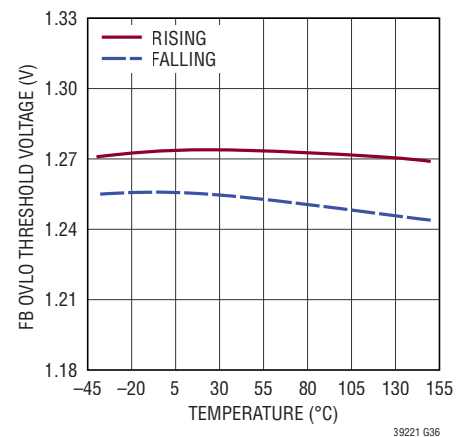
PWMTG ONの電圧



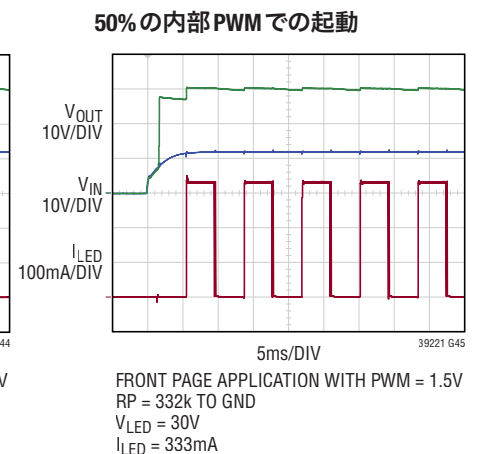
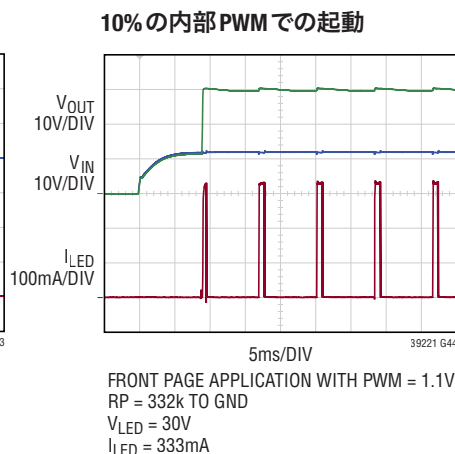
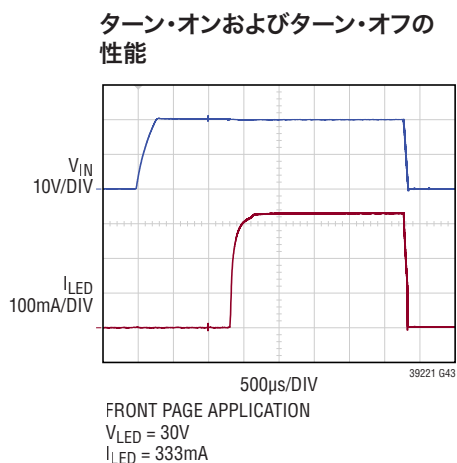
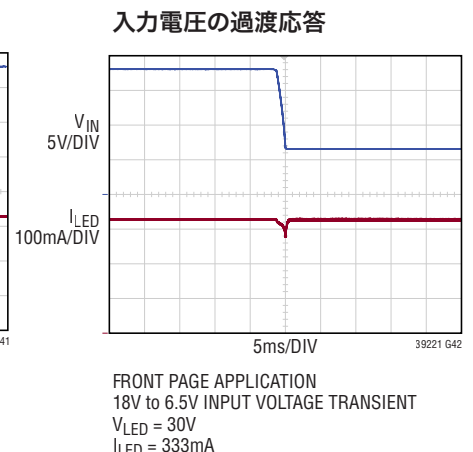
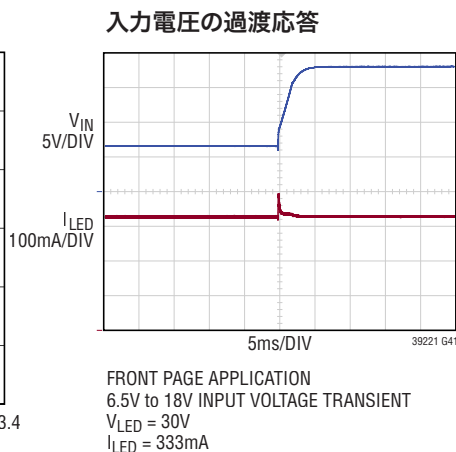
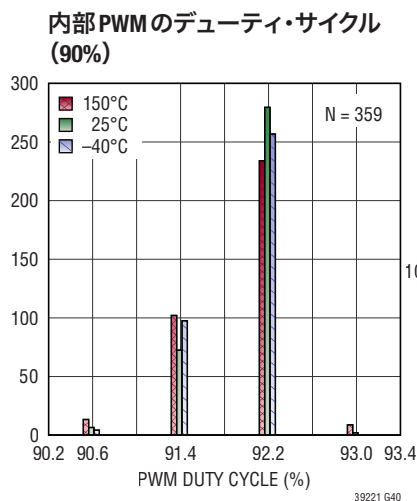
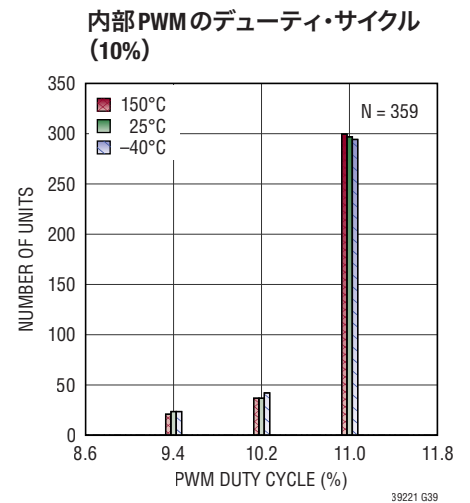
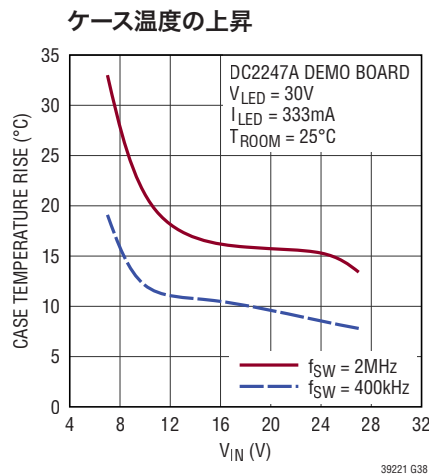
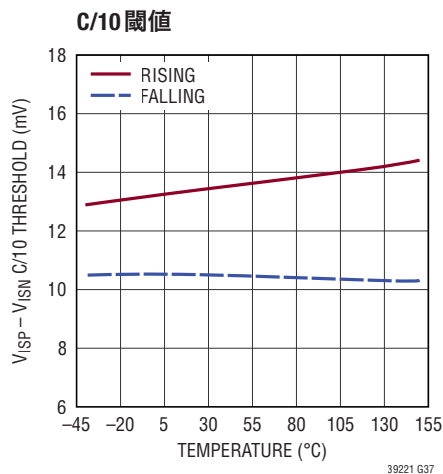
PWMドライバの伝搬遅延



FBのOVLO 閾値



代表的な性能特性 特に指定のない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、 $T_A = 25^\circ C$



ピン機能

SW: スイッチ・ピン。これらのピンは内部でパワー・デバイスおよびドライバに接続されています。これらは常に互いに接続する必要があります。通常動作時は、これらのピンの電圧は出力電圧とゼロの間を設定周波数で切替わります。これらのピンには電圧を印加しないでください。

BST: 昇圧ピン。このピンは、上側のパワー・スイッチのゲート・ドライバに電力を供給します。このピンとSWの間に、パッケージに近づけて100nFのコンデンサを接続します。SWピンが「L」に切替わると、INTV_{CC}とBSTの間の内部ダイオードがコンデンサを充電します。

INTV_{CC}: 内部の低電圧安定化電源ピン。このピンは、コンバータのスイッチのゲート・ドライバに電力を供給します。このピンには電圧を印加しないでください。2.2μFのバイパス・コンデンサをパッケージに近づけてGNDとの間に配置します。

V_{IN}: 入力電圧ピン。このピンは、内部の高性能アナログ回路に電力を供給します。このピンとGNDの間にバイパス・コンデンサを接続します。

EN/UVLO: イネーブルおよび低電圧ロックアウトのピン。このピンの電圧を1.33Vより高くするとスイッチングがイネーブルされ、0.1Vより低くすると、内部の電流バイアス回路およびサブレギュレータのシャットダウンが実行されます。このピンとグラウンドの間に抵抗回路網を接続してこのピンの電圧を設定し、V_{IN}が一定のレベルより低くなるとデバイスを自動的にロックアウトすることができます。このピンをプルアップまたはプルダウンする部品は内蔵していないので、通常動作のためには外部電圧によるバイアスが必要です。このピンはV_{IN}に直接接続してもかまいません。

OVLO: 入力過電圧ロックアウト・ピン。このピンの電圧が1.205Vより高くなると、システムはスイッチングを無効にしてソフトスタート・コンデンサをリセットします。このピンは開放のままにしないでください。OVLO機能を使用しない場合は、このピンをGNDに接続します。

V_{REF}: リファレンス電圧ピン。このピンは、3mAを駆動できるバッファ付きの2Vリファレンスを出力します。このピンを使用して、CTRLピンおよびPWMピンの電圧を設定するための抵抗回路網に電力を供給することができます。1μFのコンデンサでGNDにバイパスします。

CTRL: 制御ピン。このピンに250mV～1.25Vのアナログ電圧を入力すると、ISPとISNの間の安定化電圧が設定されます（したがって、負荷に供給される安定化電流も設定されます）。あるいは、デューティ・サイクルが12.5%～62.5%のデジタル・パルスはこのピンに入力して、安定化電圧を設定することもできます。CTRLピンの電圧を200mVより低くするか、デューティ・サイクルを10%より低くすると、スイッチングは停止します。詳細については、代表的な性能特性およびアプリケーション情報のセクションを参照してください。

ISP: 正の電流検出ピン。このピンは、内部電流検出エラーアンプの入力の1つです。外付けの検出抵抗の正側に接続します。電流を正確に検出するには、ケルビン接続を使用します。

ISN: 負の電流検出ピン。このピンは、内部電流検出エラーアンプの入力の1つです。外付けの検出抵抗の負側に接続します。電流を正確に検出するには、ケルビン接続を使用します。

V_C: 補償ピン。このピンとGNDの間に抵抗とコンデンサを直列に接続すると、電流および電圧のレギュレーション状態が安定化します。標準的な抵抗値の範囲は0k～100kであり、コンデンサ値の範囲は0.1nF～10nFです。

FB: 帰還ピン。このピンの電圧が1.2V近くなると、安定化電流は設定値から自動的に減少します。このピンとV_{OUT}の間に抵抗回路網を接続して、出力電圧の制限値を設定することができます。FBピンの電圧が1.266Vに達すると、FB過電圧ロックアウト・コンパレータによってスイッチングが無効になります。

SS: ソフトスタート・ピン。フォルト状態からの起動時および回復時には、20μAの電流がコンデンサを充電し、負荷電流がその設定レベルに達するまで、FBの電圧はこのピンの立ち上がり電圧を追跡します。コンデンサの代表値は10nF～100nFです。SSとINTV_{CC}の間に1本の抵抗を使用することにより、LT3922-1は短絡LED状態に対して一時中断（抵抗なし）およびラッチオフ（100k）という2つの異なるフォルト・モードに設定することができます。詳細については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

ISMON: 出力電流のモニタリング・ピン。このピンからは、ISPとISNの間の電圧1mVにつき10mVのバッファ付き電圧出力が得られます。

ピン機能

FAULT: フォルト・ピン。100kの抵抗を介してINTV_{CC}に接続します。次のいずれかの状態になると、内部スイッチにより、このピンは「L」になります。

1. 開放LED状態: $V_{FB} > 1.14V$ および $(V_{ISP} - V_{ISN}) < 10mV$
2. 短絡LED状態:
 $(V_{ISP} - V_{ISN}) > 150mV$ (300usより長い場合)、または
 $(V_{ISP} - V_{ISN}) > 700mV$ (代表値)、または
 $V_{OUT} < (V_{IN} - 2V)$

RT: タイミング抵抗ピン。このピンとGNDの間に抵抗を接続すると、200kHz～2MHzの範囲のスイッチング周波数が設定されます。このピンは開放のままにしないでください。

SYNC/SPRD: 同期ピン。設定済みのスイッチング周波数を変更するには、周波数範囲が200kHz～2MHzの外部クロックを使用してこのピンを駆動します。外部クロックを使用する場合でも、目的のスイッチング周波数に対応するR_T抵抗を選択します。スペクトラム拡散周波数変調機能をイネーブルするには、このピンをINTV_{CC}に接続します。このピンを使用しない場合はGNDに接続します。

RP: PWM抵抗ピン。このピンとGNDの間に抵抗を接続して、内部PWM信号の周波数を設定します。1MΩより大きい抵抗は使用しないでください。LED調光に外部PWMパルスを使用する場合は、このピンをGNDに接続します。詳細については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

PWM: PWM入力ピン。RPピンをGNDに接続した場合は、このピンをデジタル・パルスで駆動して、LEDのPWM調光を制御します。あるいは、RPピンとGNDの間の抵抗を使用する場合、このピンの電圧を1V～2Vの範囲に設定し、デューティ・サイクルの範囲が0%～100%の内部パルスを生成します。アナログ信号を使用する場合は、このピンとGNDの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続します。PWM調光が必要ない場合は、このピンを「H」に接続します。

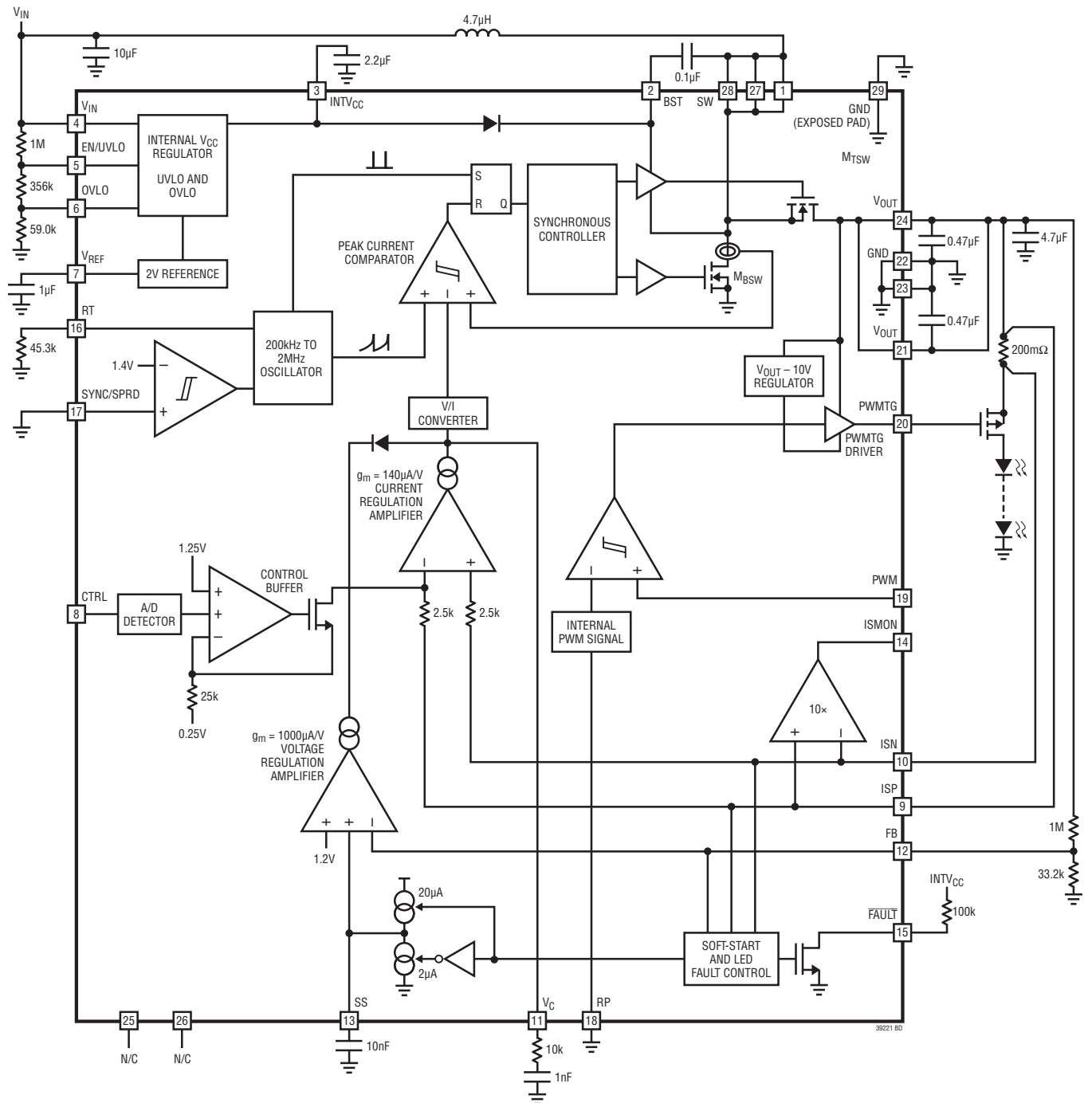
PWMTG: PWMドライバの出力ピン。このピンは、LEDのPWM調光用外付けハイサイドPMOSデバイスのゲートを駆動することができます。このピンには電圧を印加しないでください。

V_{OUT}: 出力ピン。出力に接続し、このピンとGNDの間に出力コンデンサを接続して、パッケージにできるだけ近づけて配置します。コンデンサの推奨の配置については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

GND (ピン22、23、露出パッド・ピン29): グラウンド・ピン。全てのGNDピンは、基板のグラウンド・プレーンにハンダ付ける必要があります。

NC: 接続されていないピン。これらのピンは開放のままでも、グラウンドに接続してもかまいません。

ブロック図



動作

LT3922-1は昇圧LEDドライバで、固定周波数のピーク電流制御を使用して、1列のLEDを流れる電流を正確に安定化します。電磁干渉を最小化する磁界相殺技法を採用したSilent Switcher (サイレント・スイッチャ)アーキテクチャにより、低EMI性能を実現しています。LT3922-1は、2つのパワー・スイッチ、それらのドライバ、および上側のスイッチ・ドライバに電力を供給するダイオードを内蔵しています。スイッチはSWピンに接続された外付けインダクタをグランドと出力(V_{OUT})に交互に接続します。インダクタ電流はそれに応じて増減するので、ピーク電流は、他の回路ブロックの複合的な効果を通じて安定化することができます。

同期コントローラはパワー・スイッチが同時に導通しないよう制御し、各スイッチング・サイクルの開始時に、プログラマブルな発振器が下側スイッチを導通させます。この発振器の周波数はRTピンの外付け抵抗によって設定されますが、SYNC/SPRDピンに外部パルスを入力すれば変更することができます。また、SYNC/SPRDピンを使用してスペクトラム拡散周波数変調(SSFM)を指示することもできます。

下側スイッチはオン時間の間待機するピーク電流コンパレータによってオフになり、オン時間の間には、インダクタ電流が、 V_C ピンの電圧によって設定された目標値を超えます。この目標値は、インダクタ電流を安定化する、発振器からの信号により変更されます。 V_C ピンに接続している受動部品の回路網は、このレギュレーション・ループを安定化するために必要です。

インダクタ電流は、CTRLピンの電圧によって設定される目的のLED電流から得られます。アナログ／デジタル変換検出器および制御バッファは、CTRLピンでのDC電圧またはパルスのデューティ・サイクルを電流レギュレーション・アンプの入力に変換します。このアンプへのその他の入力、ISPピンとISNピンの電圧が信号源になっています。これらの

ピン間に外付けする電流検出抵抗は、抵抗両端の電圧が、LED電流を安定化するための帰還電圧になるように、1列のLEDと直列に配置します。電流レギュレーション・アンプは、次に実際のLED電流を目標LED電流と比較して、必要に応じて V_C を調整します。

FBピンの電圧が1.2Vの内部リファレンスを上回ると、電圧レギュレーション・アンプが電流レギュレーション・アンプより優先されます。LED列とFBピンの間の外付け抵抗回路網はLED列の電圧を示し、これによって電圧アンプはLED列が過電圧状態になるのを防止することができます。

また、開放や短絡のようなフォルト状態を検出するために、ISP、ISN、およびFBピンの電圧もモニタされ、フォルト状態を検出すると、 $\overline{FAULT}$ ピンを「L」にすることで通知します。フォルトに対する応答は、SSピンに接続する外付け抵抗を選択することにより、一時中断後の再起動を試行するか、ラッチオフするかを選択できます。フォルト応答の詳細な説明については、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

最後に、LED電流のパルス幅変調(PWM)は、 V_{OUT} とLED列の間の外付けPMOSスイッチをオン／オフすることで実現します。PWMピンに外部パルスを入力すると、PWMドライバの状態が制御されます。または、PWMピンにDC電圧を入力すると、内部PWMパルスのデューティ比が規定され、その周波数はRPピンの外付け抵抗によって設定されます。LT3922-1独自の回路が、PWMのためにLED電流パルスを素早く回復します。

アプリケーション情報

アプリケーションの要件に従って外付け部品を選択し、LT3922-1を構成するための指針を以下に示します。

CTRLピンによるLED電流のプログラミング

LT3922-1の主な機能は、1列のLEDの電流を安定化することです。この電流は直列の電流検出抵抗を通過します。この抵抗両端の電圧は、ISPピンおよびISNピンを介して電流レギュレーション・アンプにより検出され、CTRLピンによ

って設定されるレベルに安定化されます。設定可能な抵抗両端の最大電圧は100mVで、これは100mΩの電流検出抵抗を使用した場合、1Aの電流がLED列を流れることに相当します。

この最大電流を考慮して、CTRLピンを V_{REF} ピンに直接接続し、これによって高精度の2Vリファレンスを得ることができます。図1に示すように、CTRLのDC電圧を250mV～

アプリケーション情報

1.25V にすることにより、より低い電流レベルを設定することができます。

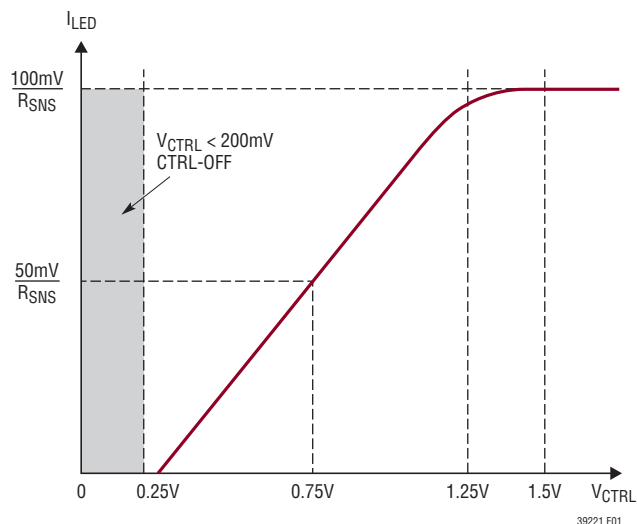


図1. CTRL のアナログ電圧範囲

CTRL ピンの電圧を250mV より低くすると、LED の電流をゼロにするよう指示され、1.25V より高くすると、最大にするよう指示されます。独立した電源を用意できない場合は、V_{REF} ピンから流れる全電流が1mA 未満である限り、抵抗回路網またはポテンショメータを使用して、V_{REF} ピンの2V のリファレンスから中間の CTRL 電圧を得ることができます。

更に、LT3922-1 は CTRL ピンでデジタル・パルスを解釈することができます。パルスの「H」レベルは1.6V より高くする必要があります。「L」レベルは0.4V より低くする必要があります。周波数は10kHz より高く200kHz より低い必要があります。その後、ISP と ISN の間の安定化電圧は、図2 に示すように、パルスのデューティ比に応じて変化します。

この場合、デューティ・サイクルが12.5% 未満になるとLED 電流はゼロになり、62.5% を超えると最大値に達します。CTRL ピンのパルスのデューティ・サイクルが10% 未満の場合や、CTRL ピンのDC 電圧が200mV 未満の場合には、LT3922-1 はスイッチングを停止します。

LED の温度が上昇したときにLED 電流を低減するには、図3 に示すように、V_{REF} と CTRL の間に接続する回路網に負の温度係数 (NTC) を持つ抵抗を使用します。

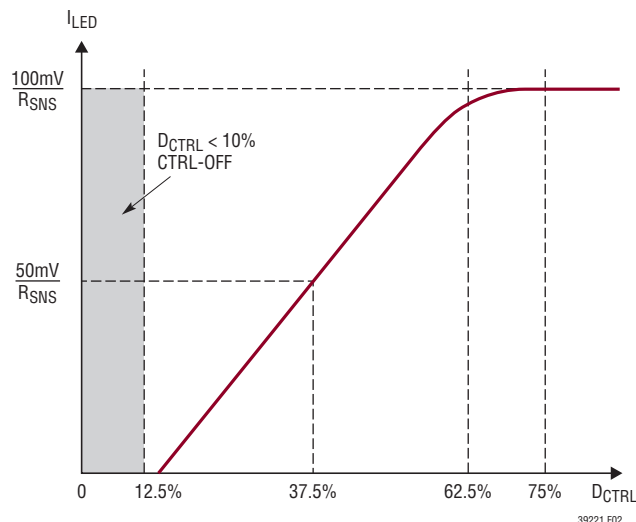


図2. CTRL のデューティ・サイクル範囲

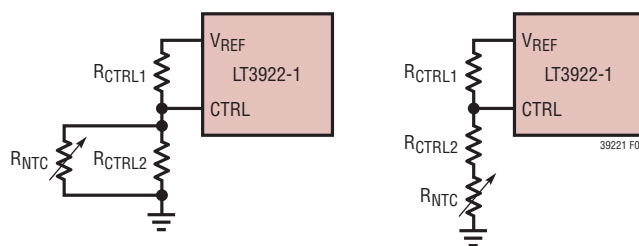


図3. NTC 抵抗による CTRL の設定

RT ピンによるスイッチング周波数の設定

LT3922-1 のスイッチング周波数は、RT ピンと GND の間に接続する抵抗の値によって設定されます。表1 に示すように、R_T 抵抗の値が45.3k ~ 499k の範囲では、2MHz ~ 200kHz の周波数が設定されます。周波数を高くすると外付け部品を小型化することができますが、スイッチング電力損失と放射 EMI が増加します。

表1. R_T の抵抗値の範囲

スイッチング周波数	R _T
2.0 MHz	45.3k
1.6 MHz	57.6k
1.2 MHz	78.7k
1.0 MHz	95.3k
400 kHz	249k
200 kHz	499k

アプリケーション情報

スイッチング周波数の同期

スイッチング周波数はSYNC/SPRDピンに接続されている外部クロックに同期させることもできます。外部クロックの「H」レベルは1.5V以上にする必要があります。周波数は200kHz～2MHzの範囲内にする必要があります。この場合にはやはり R_T 抵抗が必要であり、抵抗値は外部クロックの周波数に対応します。外部クロックが停止し続ける場合、LT3922-1は周波数を設定するのに R_T 抵抗に依存します。

スペクトラム拡散周波数変調のイネーブル

SYNC/SPRDをINTV_{CC}に接続すると、スペクトラム拡散周波数変調(SSFM)機能がイネーブルされます。スイッチング周波数は、 R_T 抵抗で設定した周波数からその周波数の125%までの範囲で変化します。同期とSSFMのいずれも必要ない場合、SYNC/SPRDはGNDに接続します。

図4に示すように、SSFMをイネーブルすると、LT3922-1が(全てのスイッチング・レギュレータと同様に)スイッチング周波数とその高調波で放出する電磁妨害波を大幅に減衰することができます。この機能は、LT3922-1を含むデバイスが、妨害波に関連した各種の工業規格試験でより優れた性能を示すのに役立つよう設計されています。

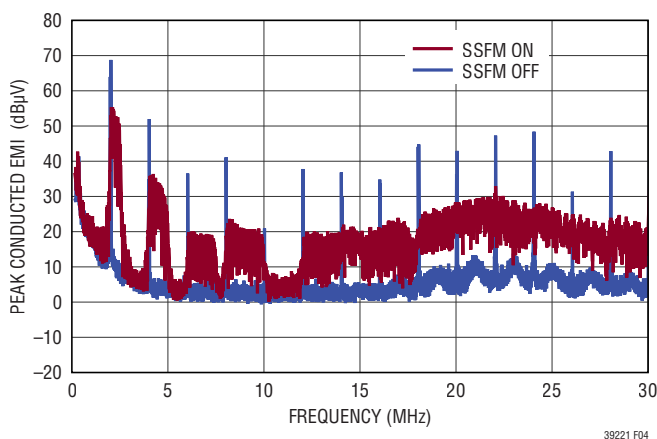


図4. LT3922-1の標準的な伝導EMIのピーク値
(スイッチング周波数は2MHz)

減衰量は、選択したスイッチング周波数、妨害波が測定される周波数の範囲、および試験の測定対象が放出のピーク値、準ピーク値、平均値のいずれかにより異なります。その他のいくつかの放射測定結果は、選択した標準的回路例を使用して得たものです。

最大デューティ・サイクル

スイッチング周波数を選択する場合は、昇圧コンバータの V_{OUT} の最大電圧が、次式に示すように、与えられた V_{IN} の電圧の最大デューティ・サイクルによって決まることを理解しておく必要があります。

$$V_{OUT} = \frac{V_{IN}}{(1-D)} \quad (1)$$

ここで、Dは昇圧コンバータのデューティ・サイクルで、下側のパワー・スイッチのオン時間と全スイッチング周期の比と規定されています。与えられたスイッチング周波数の最大デューティ・サイクルは、下側パワー・スイッチの最小オフ時間によって決まります。LT3922-1の最も長い最小オフ時間は35nsなので、スイッチング周波数が2MHzのとき、最大デューティ・サイクルは93%です。したがって、アプリケーションが必要とするデューティ・サイクルが高い場合は、スイッチング周波数を低く設定して、要求されるデューティ・サイクルを実現します。

インダクタの選択

LT3922-1は、低調波発振を発生させることなく、デューティ・サイクルの全範囲にわたってインダクタのピーク電流を最小2.3Aに制限します。設定LED電流が2.3Aより大きなインダクタ・ピーク電流を要求する場合、この電流制限はCTRL入力の指示より優先されます。したがって、目的とする全入力電圧範囲でインダクタのピーク電流が制限値より少なくなるように、インダクタの値を選択することが重要です。30V出力時に300mAのLED電流が必要である一方、入力電圧範囲は8V～25Vでスイッチング周波数は2MHzのアプリケーションの場合に、インダクタの値を決める手順の例を以下に示します。インダクタの最大ピーク電流は、インダクタ電流リップル振幅の半分をインダクタ電流の平均値に加算すれば得られます。どちらの値も、入力電圧、出力電圧、スイッチング周波数、効率、およびインダクタの値によって決まります。したがって、インダクタのピーク電流が必ず2.3A未満になるインダクタの最小値 L_{MIN} は、次のようになります。

$$L_{MIN} = \frac{\left(\frac{V_{IN(MIN)} \cdot (V_{OUT} - V_{IN(MIN)})}{2 \cdot V_{OUT} \cdot f_{SW}} \right)}{\left(2.3 - \frac{V_{OUT} \cdot I_{LED}}{V_{IN(MIN)} \cdot \text{EFFICIENCY}} \right)} \quad (2)$$

アプリケーション情報

この式を使用すると、所定の条件での効率が90%であると仮定した場合、約1.4 μH のインダクタンスが得られます。

この最小インダクタ値のガイドラインに従って、低コア損失で低DC抵抗のインダクタを選択します。インダクタはピーク・インダクタ電流を飽和させずに処理する必要があります。放射ノイズを最小限に抑えるには、シールドされたインダクタを使用します。表2に記載されたメーカーは、推奨のインダクタ供給元です。

表2. インダクタ・メーカー

メーカー	Webサイト
Würth Electronics	www.we-online.com
Coilcraft	www.coilcraft.com
Vishay Intertechnology	www.vishay.com

入力コンデンサの選択

入力コンデンサは、PWM調光動作時に流れるインダクタのリップル電流および過渡電流を供給します。これらの非定常状態電流を供給するには、10 μF のセラミック・コンデンサで十分です。入力コンデンサはインダクタに近づけて配置してください。可能な場合は、1 μF のセラミック・コンデンサをVINピンの近くに追加で接続し、ノイズ耐性を高めます。X7RまたはX5Rのセラミック・コンデンサは、通常、広範囲の電圧および温度にわたって他の種類のコンデンサより容量の保持特性が優れているので、これらのタイプを使用します。

入力ソース・インピーダンスが高かったり、長い配線やケーブルによる大きなインダクタンスが存在する場合、追加のバルク電解容量が必要になることがあります。低ESRのセラミック入力コンデンサと、電流経路内の寄生インダクタンスが組み合わされることで、Q値の高いLCタンク回路が形成され、これによってコンデンサ電圧のリングングが最大で入力電圧の2倍に達することがあります。一方、ESRの高い電解コンデンサでは、このリングングは最小限に抑えられます。詳細については、アナログ・デバイセズのアプリケーションノート88を参照してください。高品質のセラミック・コンデンサおよび電解コンデンサの供給元を表3に示します。

表3. コンデンサ・メーカー

メーカー	Webサイト
Murata Manufacturing	www.murata.com
Garrett Electronics	www.garrettelec.com
Panasonic	www.industrial.panasonic.com
Nippon Chemi-Con	www.chemi-con.co.jp

レギュレーション・ループの安定化

LT3922-1は、内部のエラーアンプを使用して、LED電流および出力電圧をユーザー設定値に調整します。エラーアンプの出力インピーダンスと、 V_C ピンに接続されている外付けの補償コンデンサ C_C により、制御ループの主要な極が形成されます。補償抵抗 R_C と C_C の直列接続により、左半平面(LHP)のゼロが形成されます。このLHPゼロにより、トランジェント動作時にLED電流および出力電圧のレギュレーションを向上させることができます。大半のLEDアプリケーションでは、初期値として C_C を1nFに、 R_C を10kにすれば正常に駆動します。詳細については、アナログ・デバイセズのアプリケーションノート76を参照してください。

出力コンデンサの選択と配置

出力リップルを低減するため、出力コンデンサはESRが非常に小さいものにする必要があります。いくつかの低ESRセラミック・コンデンサを並列に接続するのが、ESRを低減する方法として有効です。昇圧コンバータに接続するこれらの出力コンデンサは、そのリップル電流定格がSWピンの最大電流の半分より大きいものにします。X7RまたはX5Rのセラミック・コンデンサは、通常、広範囲の電圧および温度にわたって他の種類のコンデンサより容量の保持特性が優れているので、これらのタイプを使用します。

LT3922-1は、スイッチングによって発生するEMIノイズを低減する独自のアーキテクチャを採用しています。この機能を最適な状態で使用するには、 V_{OUT} を3つのコンデンサでバイパスします。QFNパッケージでの V_{OUT} のコンデンサの配置を図5に示します。 C_{OUT1} および C_{OUT2} は、LT3922-1の V_{OUT} ピンおよびGNDピンにできるだけ近づけて配置した、サイズが0402で容量値が0.47 μF のセラミック・コンデンサです。 C_{OUT3} は、サイズと値の両方が大きいものにします。標準的なアプリケーションでは、サイズが1206で容量値が2.2 μF ～22 μF のセラミック・コンデンサを推奨します。

アプリケーション情報

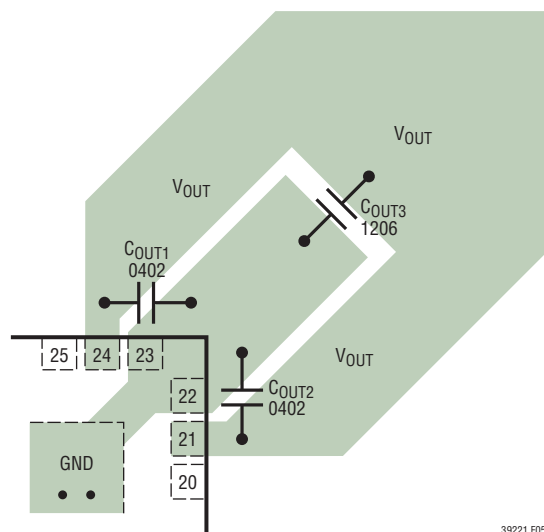


図5. 出力コンデンサの配置

PWM 調光用の MOSFET の選択

LED 電流のパルス幅変調 (PWM) 方式の調光は、光の色を変えずに輝度を制御する効果的な方法です。また、この方法では、電流レベルを変化させる方法よりも高い分解能で輝度を調整することができます。

LT3922-1 は PWMTG ドライバを内蔵しており、その目的は、高電圧の PMOS スイッチが出力コンデンサおよび電流検出抵抗を基にして、LED 列を実質的に PWM 調光できるようにすることです。スイッチが開いていて LED 列が切断されている場合、LED 電流はゼロになります。ローサイド NMOS ドライバとは対照的に、この機能では、自動車用アプリケーションなどのシャーシ接地システムで専用の帰還経路が不要です。

この PMOS のゲート・ドライバは、V_{OUT} ピンから電力が供給されます。PWM ピンの電圧が 1.4V より高い場合、ドライバは PMOS のゲートを V_{OUT} ピンの電圧より 10V 以上低い電圧まで引き下げます。V_{OUT} が 10V より低い場合、ゲート駆動電圧は必要に応じて減少します。定電流アプリケーションでは、PWMTG を開放のままにして、電流検出抵抗の直後の位置に負荷を接続し、PWM を INTV_{CC} に接続します。これらの場合には、CTRL ピンを使用してアナログ調光を実装することができます。

選択する PMOS のドレイン・ソース間電圧定格は、最大出力電圧より高い必要があります。通常は、列内の LED の順方向電圧の合計値より、出力電圧の方がわずかに高くなります。ただし、LED 列が損傷すると、インダクタ電流と負荷電流が釣り合わなくなるので、出力電圧は増加し始めます。詳細は後述しますが、LT3922-1 は、FB ピンの電圧が 1.2V に近づくまで、インダクタ電流を低減することも、出力電圧を制限することはありません。したがって、最大出力電圧は、最終的には FB と V_{OUT} の間の抵抗回路網によって決まります。

ほとんどのアプリケーションでは、PMOS のゲート・ソース間電圧を 10V 以上にしています。この原則の唯一の例外は、出力電圧が常時 10V 未満のアプリケーションです。PWMTG ドライバは PMOS のゲート電圧を V_{OUT} より 10V 低い電圧に下げようとしませんが、ゲートを GND 電位より低くすることはできません。したがって、最大出力電圧が 10V 未満のとき、PMOS のゲート・ソース間電圧が出力電圧以上である場合には、その電圧定格だけで十分です。

最後に、PMOS のドレイン電流定格は設定 LED 電流を超える必要があります。この条件と前述の条件を満たしていることを前提にすると、検討する唯一の電気的パラメータはオン抵抗です。ゲート電荷など、その他のパラメータはあまり重要ではありません。PWM 調光周波数は、通常は十分に低いので、ゲート電荷損失や遷移損失によって効率が大幅な影響を受けることはありません。

PMOS デバイスの推奨メーカーを表 4 に示します。

表 4. PMOS のメーカー

メーカー	Web サイト
Infineon	www.infineon.com
Vishay Intertechnology	www.vishay.com
Fairchild Semiconductor Corp.	www.fairchildsemi.com
NXP Semiconductors	www.nxp.com

内部 PWM 調光用の RP 抵抗の選択

RP ピンを GND に接続した場合、LED 負荷の PWM 調光は、PWM ピンに入力する外部のパルス幅変調信号によって制御されます。この信号は、1.4V より高い場合、PWMTG ドライバをイネーブルして、外付けの PMOS デバイスをオンします。

アプリケーション情報

ただし、LT3922-1は、外部PWM信号がない場合でもPWM調光を実行することができます。この場合は内部PWM信号でPWMTGドライバを制御しますが、PWM信号の周波数はRPピンの抵抗で設定し、デューティ比はPWMピンのDC電圧で設定します。R_P抵抗の値は、表5に示す7つの値のいずれかにします。これらの値のそれぞれについて、PWM周波数はスイッチング周波数に固有の比になります。

表5. 内部PWMの調光周波数

R _P	比	スイッチング周波数		
		2MHz	1MHz	200kHz
28.7k	2 ⁸	7.81kHz	3.91kHz	781Hz
47.5k	2 ⁹	3.91kHz	1.95kHz	391Hz
76.8k	2 ¹⁰	1.95kHz	977Hz	195Hz
118k	2 ¹¹	977Hz	488Hz	97.7Hz
169k	2 ¹²	488Hz	244Hz	48.8Hz
237k	2 ¹³	244Hz	122Hz	24.4Hz
332k	2 ¹⁴	122Hz	61Hz	12.2Hz

内部PWM信号を使用する場合は、PWMピンの電圧を1V～2Vの範囲内に設定します。PWMの電圧が1Vより低いとPWMTGドライバはオフのままになり、PWMの電圧が2Vより高いとドライバはオンのままになります。1V～2Vの範囲内では、範囲が0%～100%の128種類の個別PWMデューティ比に対応する128個の等間隔閾値があります。この1V～2Vの範囲が選択されているのは、V_{REF}ピンで得られる2Vリファレンスとポテンショメータまたは抵抗回路網を使用して、PWMの電圧を設定できるようにするためです。1μFの小型セラミック・コンデンサをPWMピンとグラウンドの間に接続し、PWMピンの近くに配置します。

PWM調光の前述の原則には、例外が1つあります。起動回数が過剰にならないようにするため、最初のPWMパルス後、SSピンの電圧が1.7Vに達するか、LED電流がフルスケール電流の約10%に達するまで、PWMTGはオンのままです。

高いPWM調光比

LT3922-1は、400nsという短時間で安定化電流パルスを駆動できます。つまり、外部PWM信号周波数が100Hzの場合、25,000:1のPWM調光比を実現できます。最大PWM周期には制限がないため、更に高いPWM調光比を達成することも可能です。

LED電流のモニタ

ISMONピンは、ISPピンとISNピンの間の電圧を増幅してバッファ処理したモニタ電圧を出力します。内部アンプのゲインは10であり、速度はパルス幅変調LED電流を追跡するのに十分な速度です。ただし、図6に示すように、ISMONの電圧を抵抗とコンデンサによる回路網を使用してフィルタリングし、代わりに平均LED電流をモニタすることもできます。

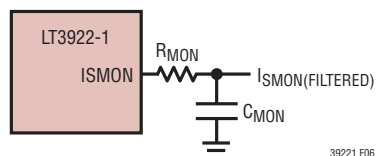


図6. ISMONのフィルタの構成

抵抗は10k以上にします。容量は、内部アンプの安定性に影響しない範囲で、必要に応じて大きくても小さくしてもかまいません。例えば、PWM周波数が200Hzの場合、10μFのコンデンサと10kの抵抗を組み合わせると、ISMONのリプルは最大1%に制限されます。

FB抵抗の選択

図7に示すように、2つの抵抗を選択して、出力電圧とFBピンの間に回路網を形成します。

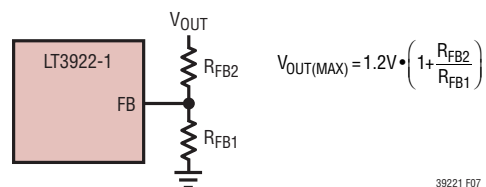


図7. FBの抵抗の構成

アプリケーション情報

FBの電圧が1.2Vに近づくと、この回路網は電圧レギュレーション・ループの一部になります。この場合、LT3922-1は設定LED電流をオーバーライドし、インダクタ電流を調整することで、出力電圧を低くし、FBの電圧を1.2Vに制限します。したがって、この抵抗の構成によって最大出力電圧が決まります。

このように、LT3922-1はLEDドライバではなく電圧レギュレータとして構成することもできます。CTRLで設定した電流より負荷電流が少ない限り、デバイスは設定最大電圧付近で出力電圧を安定化します。

設定値が標準的な出力電圧に近すぎる場合で、出力コンデンサが小さすぎると、この電圧制限値に意図せずに達してしまうことがあるので注意してください。電流レギュレーションによる干渉を回避するには、LEDが導通しているときFBの電圧が1.14V未満になるように帰還抵抗を選択します。

FBの過電圧ロックアウトの理解

電圧レギュレーション・ループがあるにもかかわらず、FBの電圧は1.2Vの制限値を一時的に超えることがあります。LED列が開放状態になった場合に出力電圧が最大値に近いと、帰還ループがインダクタ電流を調整して出力の過充電を防ぐのに時間がかかりすぎる場合があります。過電圧状態に素早く応答するため、FBピンの電圧が1.266VのFB過電圧ロックアウト閾値を超えると、LT3922-1は即座にスイッチングを停止し、外付けPMOSを遮断することによってLED列を遮断します。

LT3922-1が電圧レギュレータとして動作しているときに負荷電流が急激に減少すると、FB過電圧ロックアウト閾値を日常的に超える可能性があります。この場合には、スイッチングの一時停止によって出力のオーバーシュートが制限され、電圧はできるだけ迅速にレギュレーション状態に戻ります。安全な動作を確保するため、FBの電圧が1.266Vのときに出力電圧が40Vより高くないように R_{FB1} と R_{FB2} の値を選択してください。

開放LEDフォルトの検出と応答

R_{FB1} と R_{FB2} によって形成される抵抗回路網もまた、開放LEDフォルト状態の基準を規定します。開放LED状態とは、FBピンの電圧が1.14Vより高いと同時に、ISPピンとISNピンの間の電圧差が10mVより小さい場合です。後者の条件により、LEDに大量の電流が流れているときのように出力電圧が高いことだけでなく、出力電流が(開放状態での電流値のように)少ないことが確実になります。

フォルトは内部素子がFAULTピンの電圧を「L」にすることによって通知されます。この電圧を「H」にする内部回路は存在しないので、図8に示すようにINTV_{CC}とFAULTの間に外付け抵抗が必要です。この構成により、別のデバイスの複数のFAULTピンや類似ピンを接続して1本の抵抗を共有することができます。

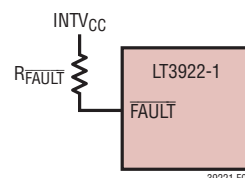


図8. FAULTの抵抗の構成

短絡LEDフォルトの検出と応答

LT3922-1は、次のような3つの検出方法により、LEDおよびドライバを損傷する可能性がある過大な電流を防止します。

- 1) $(V_{ISP} - V_{ISN}) > 150\text{mV}$ (300usより長い場合)、または
- 2) $(V_{ISP} - V_{ISN}) > 700\text{mV}$ (代表値)、または
- 3) $V_{OUT} < (V_{IN} - 2V)$

LT3922-1は、これらのいずれかの状況を検出すると直ちにスイッチングを停止し、外付けのPMOS PWMスイッチをオフしてFAULTピンを「L」にし、SSピンを使用してフォルト応答ルーチンを開始します。FAULTピンはデバイスが正常に起動するまで「L」に保持されることに注意してください。

アプリケーション情報

ソフトスタート・モードとフォルト・モード

LT3922-1のソフトスタート(SS)ピンには2つの機能があります。まず、SSピンを使用することにより、出力起動電圧の上昇率を設定することができます。内蔵の20 μ A電流源により、SSピンの電圧はINTV_{CC}まで高くなります。図9に示すように、SSピンとGNDの間に外付けコンデンサC_{SS}を接続すると、

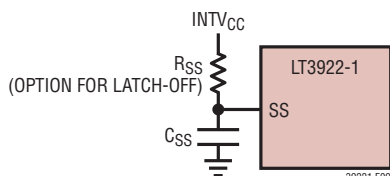


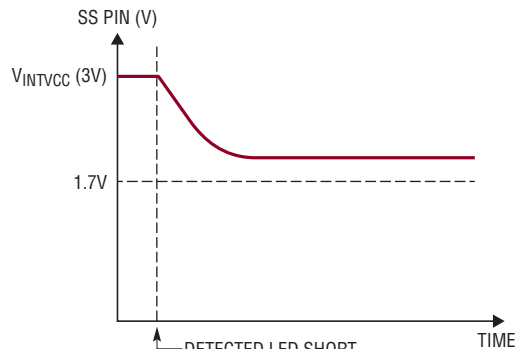
図9. SSのコンデンサと抵抗の構成

直線的なランプ電圧が発生します。SSピンでのこの電圧ランプにより、LT3922-1はFBピンの電圧を安定化してSSピンの電圧を追跡します。この動作は、V_{OUT}が十分に高くなり、要求された電流レベルでLEDを駆動できるようになるまで続きます。

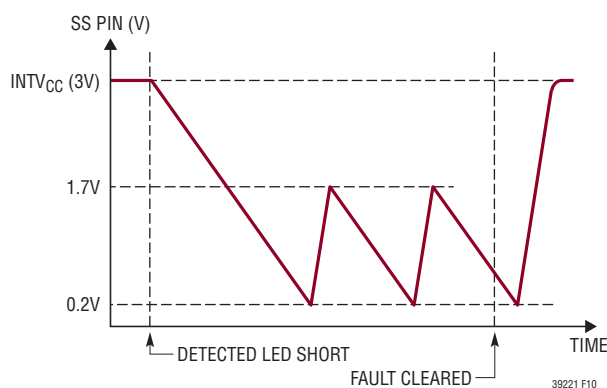
SSピンはフォルト・タイマーとしても使われます。短絡LEDフォルトが検出されると、2 μ Aの内部電流により、SSピンの電圧は低下します。SSピンとINTV_{CC}の間にプルアップ抵抗R_{SS}を使用するかしないかを選択することで、2つの異なるフォルト応答ルーチンを構成することができます。図10aおよび図10bは、ラッチオフ・モードと一時中断モードという2種類の応答でのSSピンの電圧の対応波形を示しています。470k以下のR_{SS}を使用した場合は、EN/UVLOピンを切替えることによって強制的にリセットするまでLT3922-1はラッチオフします。R_{SS}を使用しない場合、LT3922-1は一時中断動作モードに入ります。2 μ Aの電流によりSSピンの電圧は0.2Vまで低下し、その時点で20 μ Aのプルアップ電流が再び導通してSSピンの電圧を上昇させます。SSピンの電圧が1.7Vに達するまでフォルト状態が解消しなかった場合は、2 μ Aのプルダウン電流源が再度導通して別のサイクルを開始します。この一時中断モードは、フォルト状態が解消されるまで続きます。標準的なC_{SS}の値は10nFです。

EN/UVLO 閾値とOVLO 閾値のプログラミング

LT3922-1は、EN/UVLOピンの電圧が1.33Vより低くなるか、OVLOピンの電圧が1.205Vを超えると、スイッチングを停止し、PWMTGドライバをディスエーブルして、ソフトスタートをリセットします。外部電圧源を使用してEN/UVLOピンとOVLOピンの電圧を設定し、LT3922-1をイネーブルまたは



(a) Latchoff Mode



(b) Hiccup Mode

図10. フォルト応答: (a) ラッチオフおよび(b) 一時中断

ディスエーブルすることができます。あるいは、V_{IN}とこれらのピンの間に抵抗回路網を配置して、V_{IN}の電圧の動作範囲を設定することもできます。

例えば、外付け抵抗分圧器により、V_{IN}の低電圧ロックアウト(UVLO)閾値を正確に設定することができます。LT3922-1のEN/UVLO立下がり閾値および立上がりヒステリシス電圧を設定する方法を図11に示します。内部のヒステリシスは25mVですが、EN/UVLOピンの電圧が閾値より低いとEN/

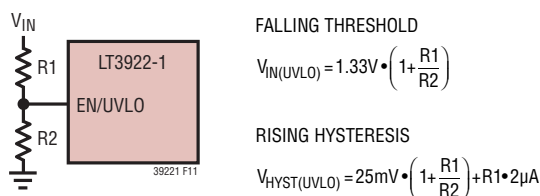


図11. EN/UVLOの閾値電圧とヒステリシス電圧

アプリケーション情報

UVLOピンは2μAの電流をシンクするので、外付け抵抗を使用して追加のヒステリシスを設定することができます。

一方、外付け抵抗分圧器により、V_{IN}の過電圧ロックアウト (OVLO) 閾値を正確に設定することもできます。LT3922-1のOVLO立上がり閾値を設定する方法を図12に示します。OVLOピンの内部ヒステリシスは50mVです。

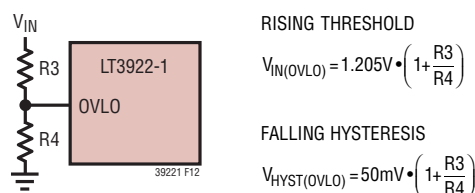


図12. OVLOの閾値電圧とヒステリシス電圧

EN/UVLOとOVLOの電圧は、3つの直列抵抗で構成される1列の抵抗を使用してどちらも正確に設定することができます。抵抗列と、EN/UVLOおよびOVLOの閾値ならびにヒステリシス電圧を図13に示します。

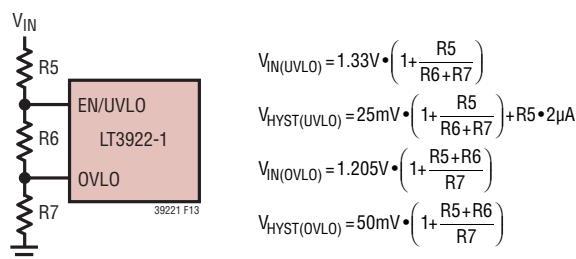


図13. EN/UVLOおよびOVLOの閾値電圧とヒステリシス電圧

EN/UVLOおよびOVLOを使用しない場合は、EN/UVLOをV_{IN}に接続し、OVLOをGNDに接続します。これらのピンは開放のままにしないでください。

サーマル・シャットダウンの計画

LT3922-1は、内部温度が高すぎるとスイッチングを自動的に停止します。温度の制限値はデバイスの動作温度より高くなることが保証されます。サーマル・シャットダウンの作動中、全てのスイッチングは終了し、SSは強制的に「L」になり、LEDはPWMTGドライバを介して遮断されます。

パッケージ底面の露出パッドをグラウンド・プレーンにハンダ処理する必要があります。ビアをパッケージの直下に配置して熱を放散する必要があります。これらのガイドラインに従うと、4層の公認デモ・ボードDC2247Aを使用して、熱抵抗θ_{JA}を25°C/Wまで下げることができます。ガイドラインに従わない基板設計では、θ_{JA}が40°C/W以上になる場合があります。

プリント回路基板(PCB)の設計

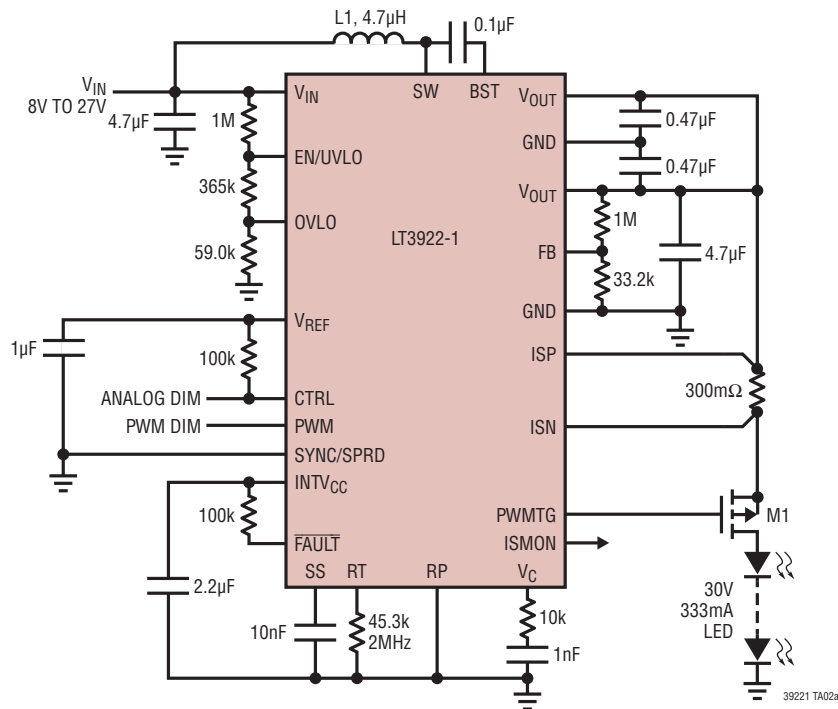
LT3922-1の出力コンデンサC_{OUT1}およびC_{OUT2}は、V_{OUT}からGNDへ流れる大量のスイッチング電流をバイパスします(図5参照)。これらの電流によって進行するループは、これらのピンに対してできるだけ小さくする必要があります。これらの出力コンデンサに加えて、インダクタおよび入力コンデンサはPCBの同じ側に配置し、その層で接続を行うようにします。

その他の全ての部品のグラウンド接続を別にしておくことにより、ケルビン・グラウンド回路網を形成します。入力コンデンサおよび出力コンデンサのグラウンドと、LED電流の帰還経路を露出パッドで一点接続します。

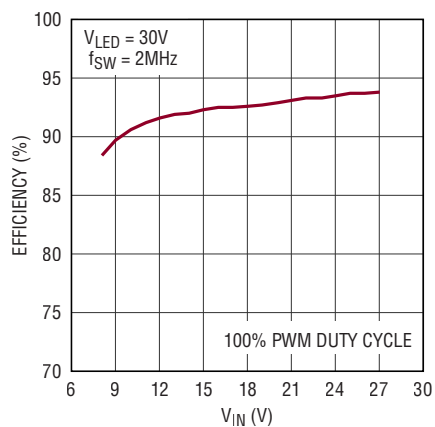
性能を向上する基板設計の側面が他にもいくつかあります。第2層に切れ目のないグラウンド・プレーンを設けると、熱が放散されるだけでなく、ノイズも減少します。同様に、SWノードおよびBSTノードの面積を最小限に抑えると、ノイズが減少します。FBおよびV_Cのトレースを短くして、これらの高インピーダンス・ノードのノイズに対する弱さを軽減します。電流レギュレーションの精度を保つには、外付けの電流検出抵抗とISPピンおよびISNピンとの間に整合したケルビン接続が不可欠です。2.2μFのINTV_{CC}コンデンサと1μFのV_{REF}コンデンサ、ならびに100nFのBSTコンデンサは、それぞれのピンにできるだけ近づけて配置します。V_{IN}、CTRL、(内部PWMの)PWMなどのDC入力ノードにバイパス・コンデンサを使用してノイズを低減します。RTノードやRPノードは、面積を小さくして、ノイズの多い信号から遠ざけます。最後に、アノードを接地し、カソードをPWMTG MOSFETのドレインに接続したダイオードにより、LED列の過大なインダクタンスによって生じる過電圧からデバイスを保護することができます。詳細については、LT3922-1のデモボードのレイアウトを参照してください。

標準的応用例

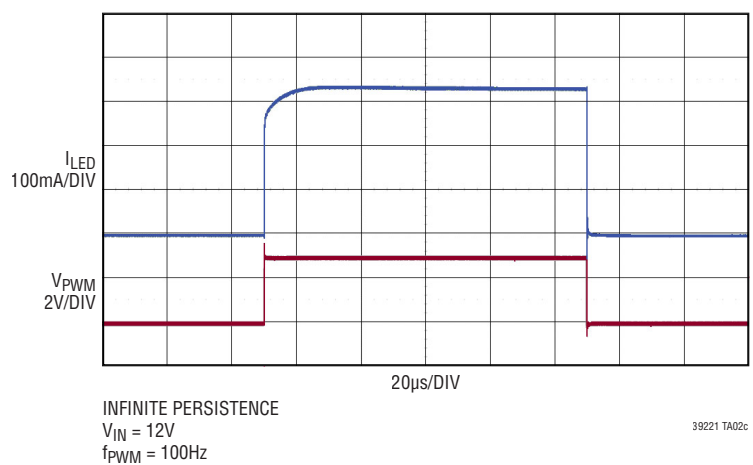
2MHz、効率93%の10W(30V、333mA)昇圧LEDドライバ



効率と V_{IN}

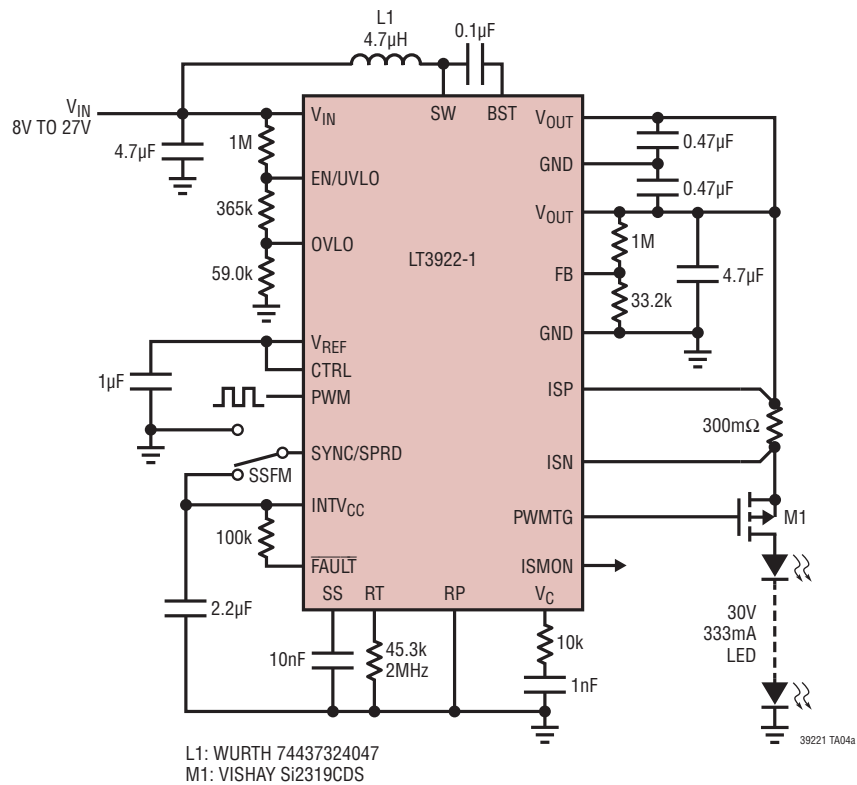


100:1の外部PWM調光

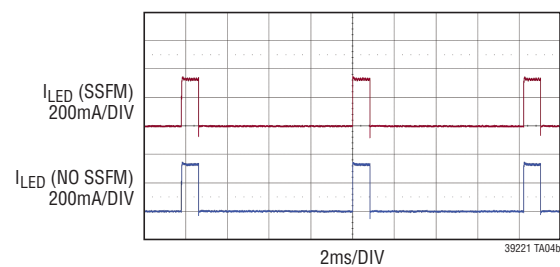


標準的応用例

外部PWM調光およびSSFMを使用した333mAの昇圧LEDドライバ

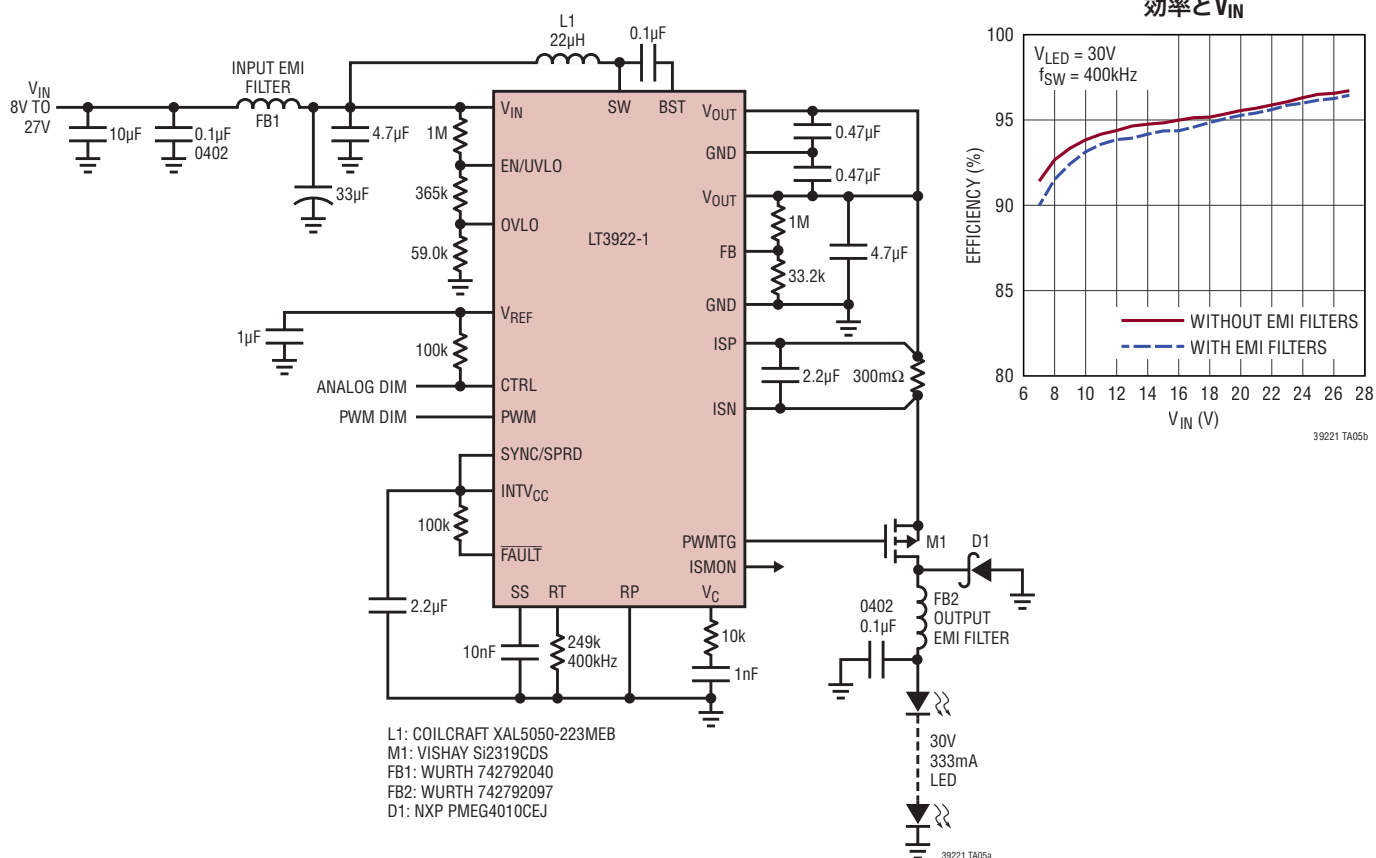


122Hzの10:1 外部PWM調光
(SSFM機能あり/なし)

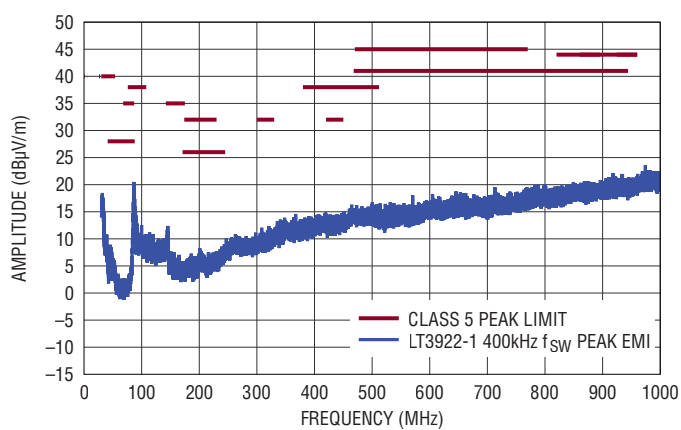


標準的応用例

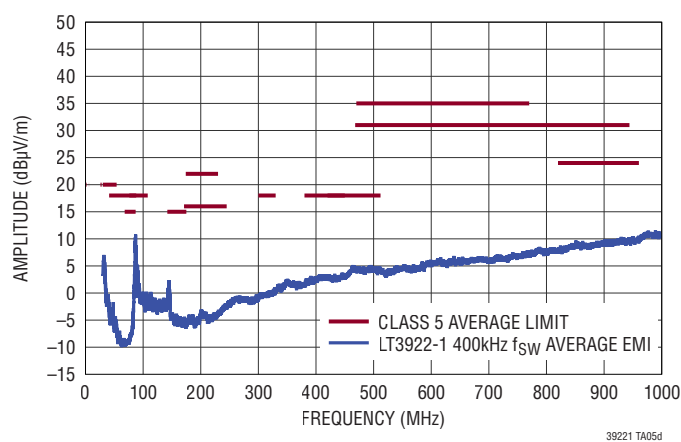
低EMIの400kHz、効率96%の10W (30V、333mA) 昇圧LEDドライバ(SSFM機能あり)



ピーク放射EMI性能(CISPR25)

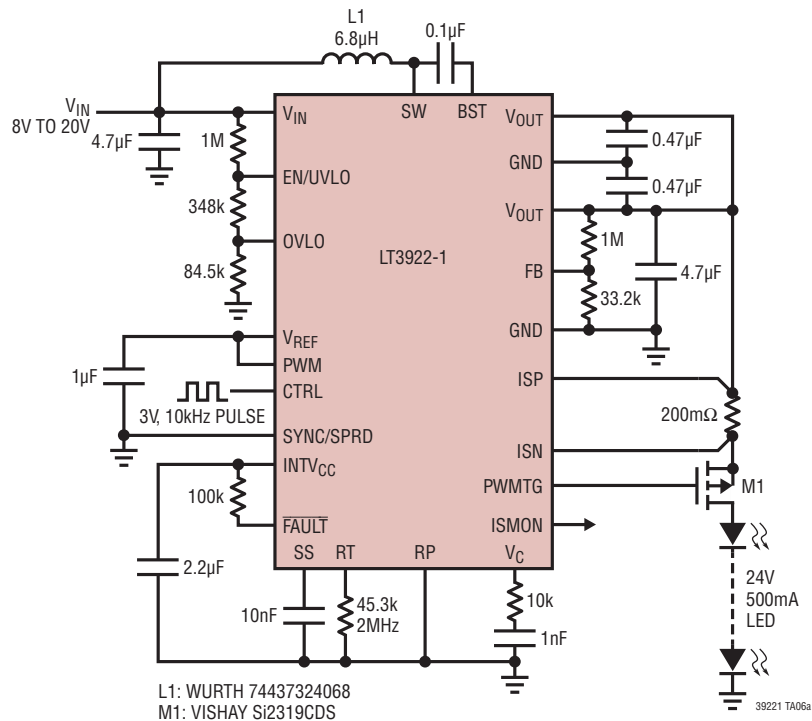


平均放射EMI性能(CISPR25)

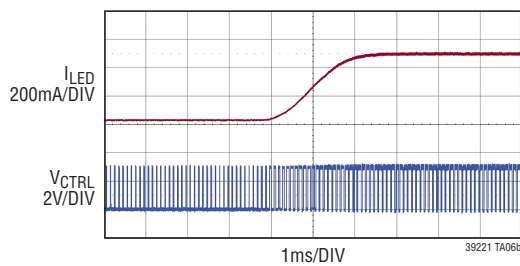


標準的応用例

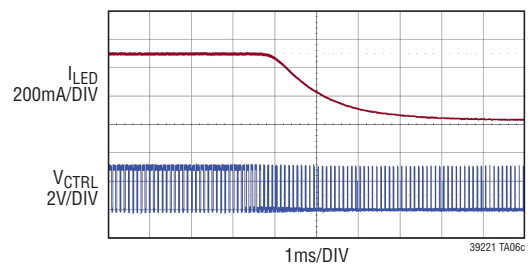
パルスのデューティ・サイクルCTRL入力を使用した500mAの昇圧LEDドライバ



15%から75%への階段状に変化した場合の
VCTRLのデューティ・サイクル

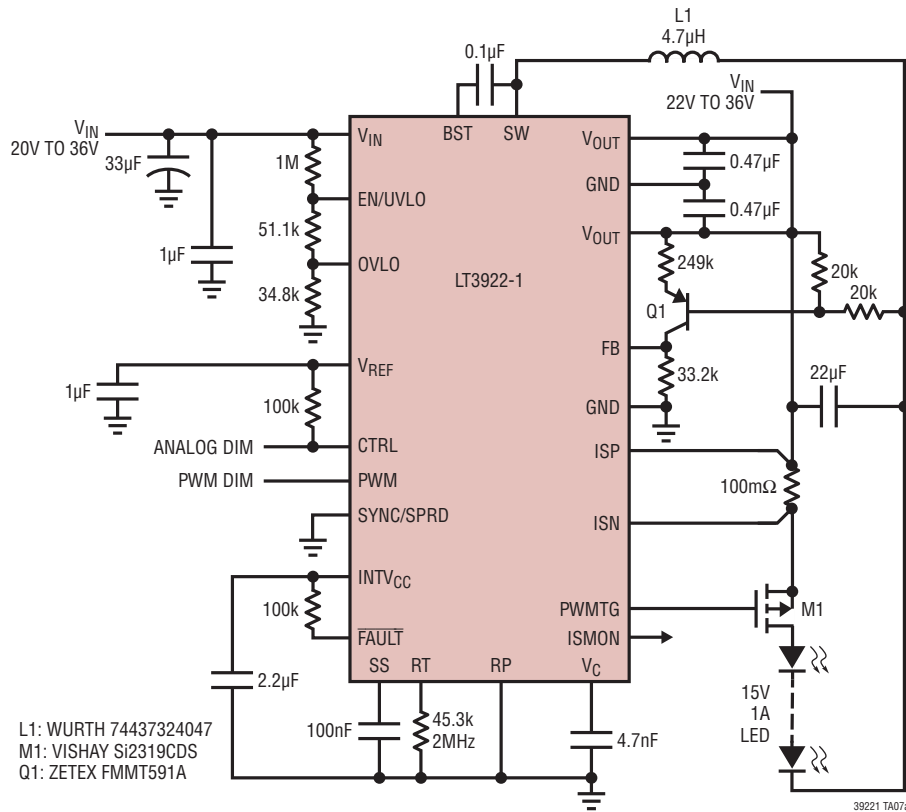


75%から15%への階段状に変化した場合の
VCTRLのデューティ・サイクル

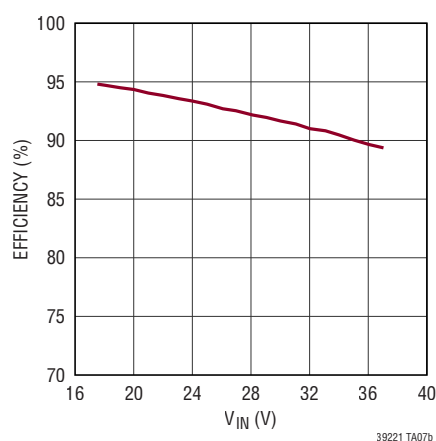


標準的応用例

2MHz、効率95%の15W(15V、1A)降圧モードLEDドライバ

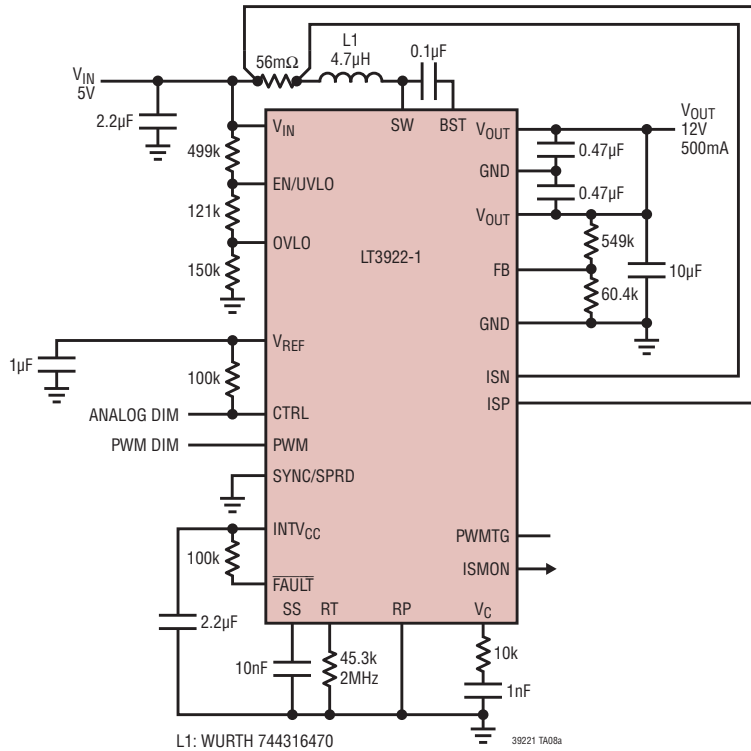


効率とVIN

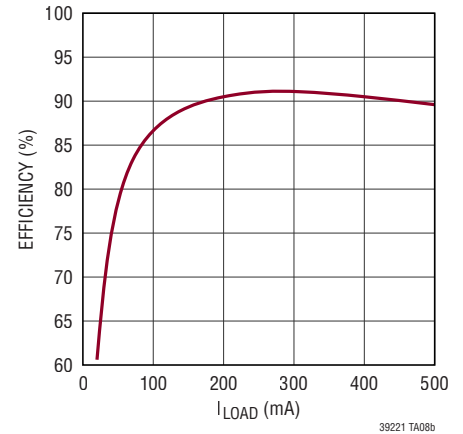


標準的応用例

高精度の入力電流制限機能を備えた 500mA、5V 入力、12V 出力の昇圧コンバータ

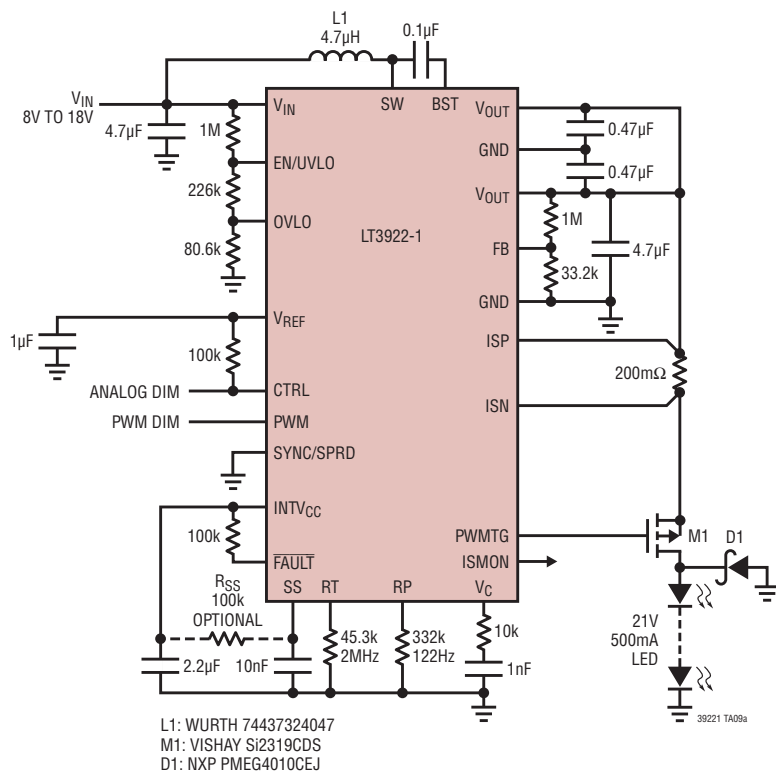


効率

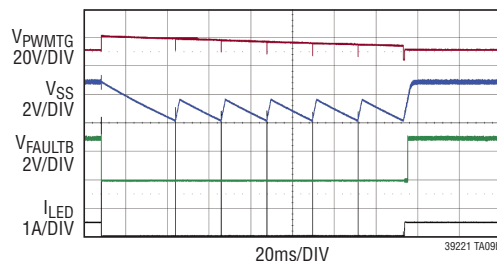


標準的応用例

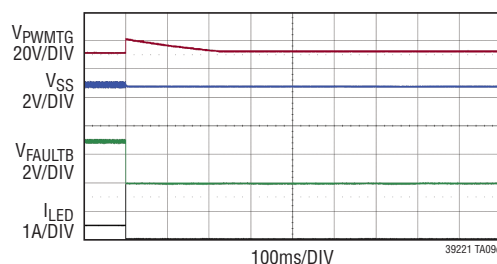
短絡LEDに対して堅牢な昇圧LEDドライバ



**R_{SS}を使用しない場合の短絡LED保護動作:
一時中断モード**

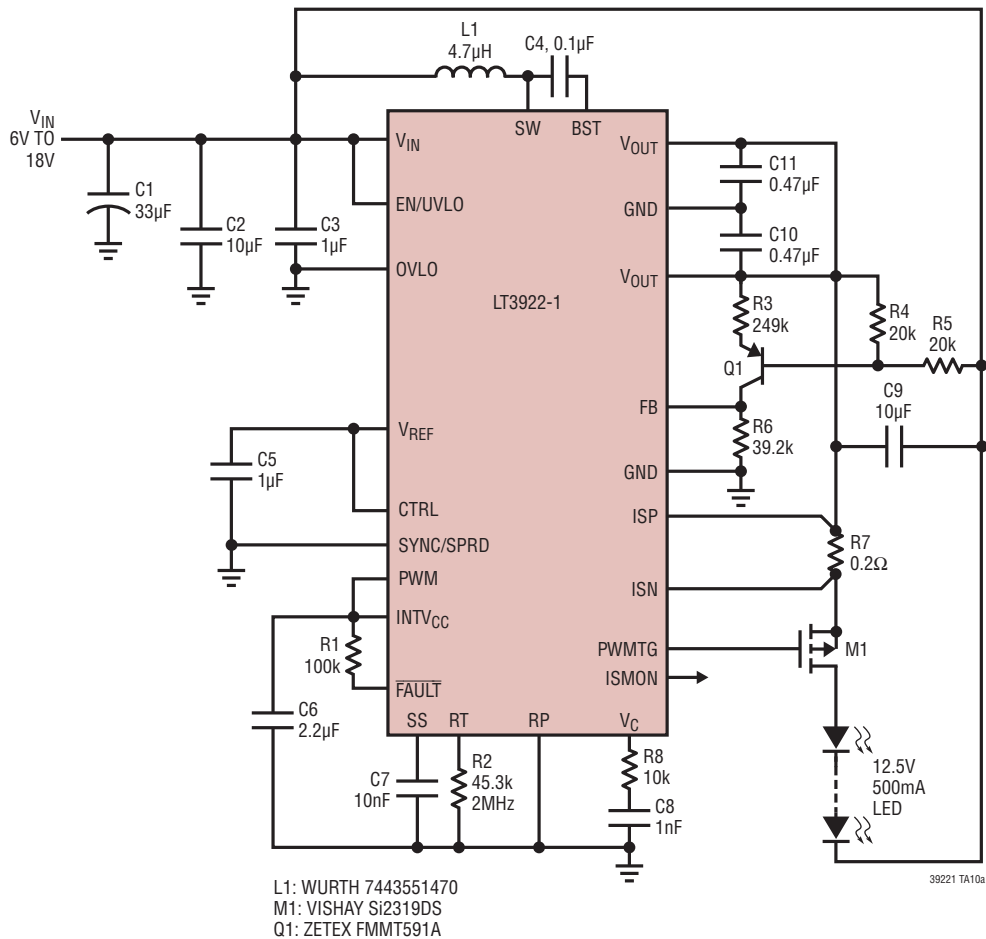


**R_{SS}を使用した場合の短絡LED保護動作:
ラッチオフ・モード**

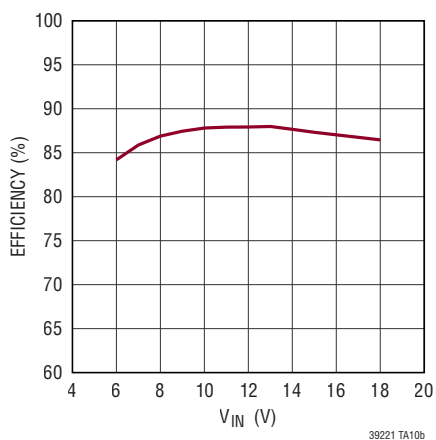


標準的応用例

2MHz、効率88%の6.25W(12.5V、500mA)昇降圧モードLEDドライバ

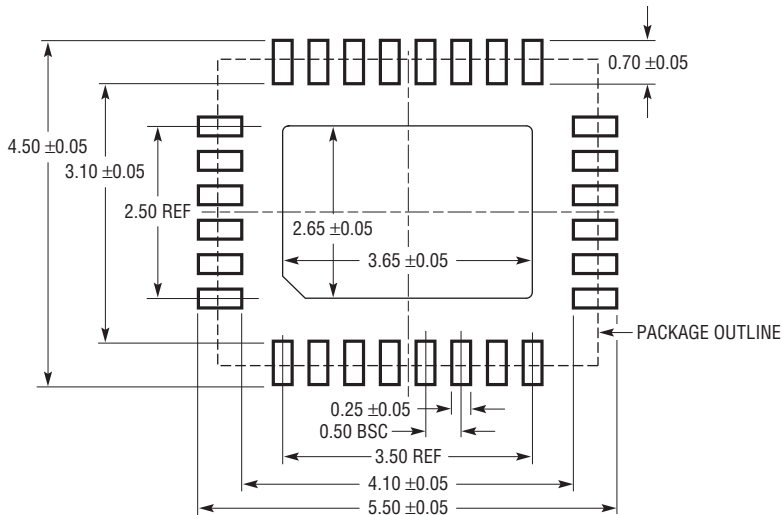


効率と V_{IN}

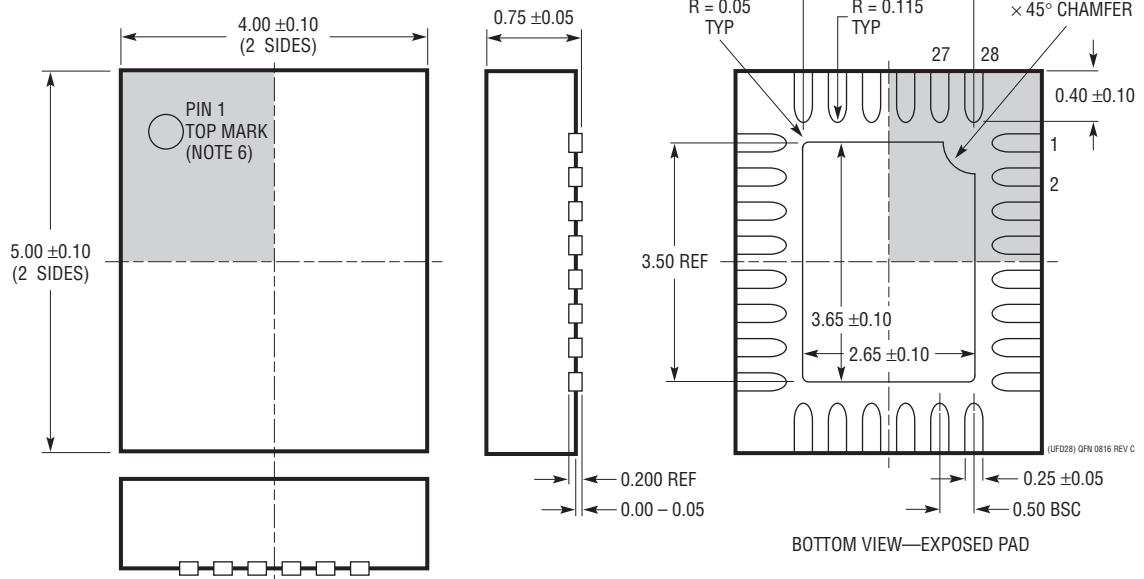


パッケージ

UFD Package
28-Lead Plastic QFN (4mm × 5mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1712 Rev C)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS
 APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED

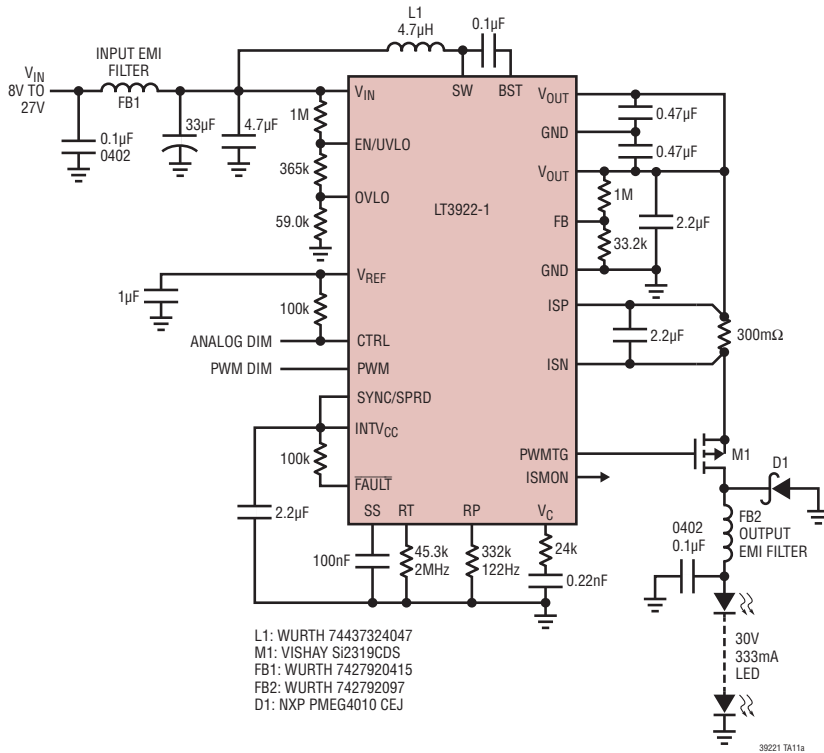


注記:

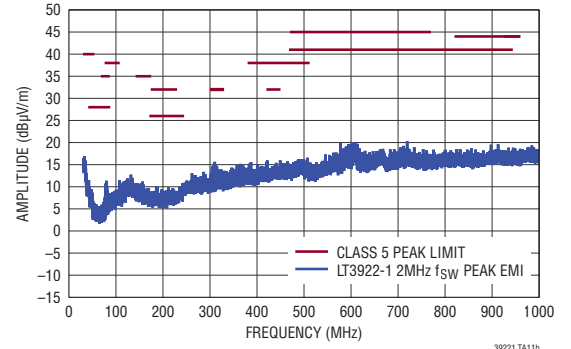
- 図は JEDEC パッケージ外形 MO-220 のバリエーション (WGHD-3) にするよう提案されている
- 図は実寸とは異なる
- 全ての寸法はミリメートル
- パッケージ底面の露出パッドの寸法にはピンのバリを含まない。
ピンのバリは (もしあれば) 各サイドで 0.15mm を超えないこと
- 露出パッドはハンダ・メッキとする
- 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

標準的応用例

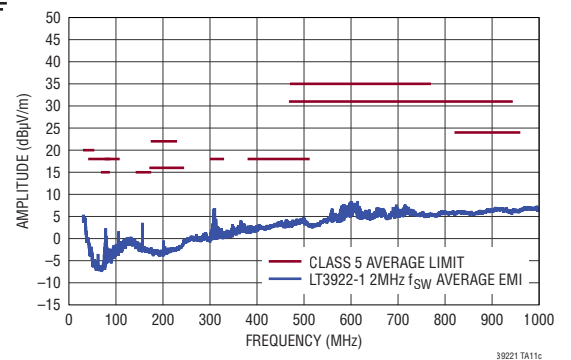
低 EMI の 2MHz、333mA 昇圧 LED ドライバ (SSFM 機能あり)



ピーク放射 EMI 性能 (CISPR25)



平均放射 EMI 性能 (CISPR25)



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3922	36V、2A 同期整流式昇圧 LED ドライバ	$V_{IN} = 2.8V \sim 36V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 40V$ 、128:1 の内部調光と 5,000:1 の外部調光、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、4mm × 5mm QFN-28 パッケージ
LT3932/LT3932-1	36V、2A 同期整流式降圧 LED ドライバ	$V_{IN} = 3.6V \sim 36V$ 、 $V_{OUT} = 0V \sim 36V$ 、128:1 の内部調光と 5,000:1/10,000+:1 (LT3932/LT3932-1) の外部調光、 $I_{SD} = 1\mu A$ 、4mm × 5mm QFN-28 パッケージ
LT3952	4000:1 の PWM 調光回路とスペクトラム拡散回路を内蔵した 60V、4A LED ドライバ	$V_{IN} = 3V \sim 42V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 60V$ 、4000:1 の PWM 調光、20:1 のアナログ調光、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、TSSOP-28E パッケージ
LT3518	2.3A、2.5MHz 高電流 LED ドライバ、3000:1 の調光、PMOS 遮断 FET ドライバ付き	$V_{IN} = 3V \sim 30V$ 、 $V_{OUT(MAX)} = 45V$ 、3000:1 の PWM 調光、 $I_{SD} < 1\mu A$ 、4mm × 4mm QFN-16 および TSSOP-16E パッケージ
LT3755/LT3755-1/LT3755-2	40V 入力、75V 出力の 1MHz 非同期整流式昇圧 LED コントローラ	$V_{IN} = 4.5V \sim 40V$ 、 $V_{OUT} = V_{IN} \sim 75V$ 、±4% の電流精度、3mm × 3mm QFN-16 および MSE-16 パッケージ
LT3761	PWM 信号発生器を内蔵した 60V 入力、80V 出力の 1MHz 非同期整流式昇圧 LED コントローラ	$V_{IN} = 4.5V \sim 60V$ 、 $V_{OUT} = V_{IN} \sim 80V$ 、±3% の電流精度、外部および内部 PWM 調光、MSE-16 パッケージ
LT3763	60V、1MHz 同期整流式降圧 LED コントローラ	$V_{IN} = 6V \sim 60V$ 、 $V_{OUT} = 0V \sim V_{IN} - 2V$ 、±6% の電流精度、TSSOP-28 パッケージ
LT3795	スペクトラム拡散周波数変調機能付き 110V 1MHz 非同期整流式昇圧 LED コントローラ	$V_{IN} = 4.5V \sim 110V$ 、 $V_{OUT} = V_{IN} \sim 110V$ 、±3% の電流精度、内部スペクトラム拡散、TSSOP-28 パッケージ
LT8391	スペクトラム拡散機能を備える 60V、650kHz 同期整流式 4 スイッチ昇降圧 LED コントローラ	$V_{IN} = 4V \sim 60V$ 、 $V_{OUT} = 0V \sim 60V$ 、±3% の電流精度、内部および外部 PWM 調光、スペクトラム拡散、TSSOP-28 および 4mm × 5mm QFN-28 パッケージ

Rev 0