

## 特長

- 高出力電圧:最大90V
- ショットキー・ダイオードを内蔵
- 48V、280mAの内部スイッチ
- ハイサイドAPD電流モニタ
- スwitchング周波数を調整可能:650kHzまたは1.1MHz
- 広い入力電圧範囲:2.5V~16V
- 表面実装部品
- 低いシャットダウン電流:< 1 $\mu$ A
- ソフトスタート
- 内部補償
- CTRLピンにより、極性の反転なしに出力調整が可能
- 3mm×3mmの16ピンQFNパッケージ

## アプリケーション

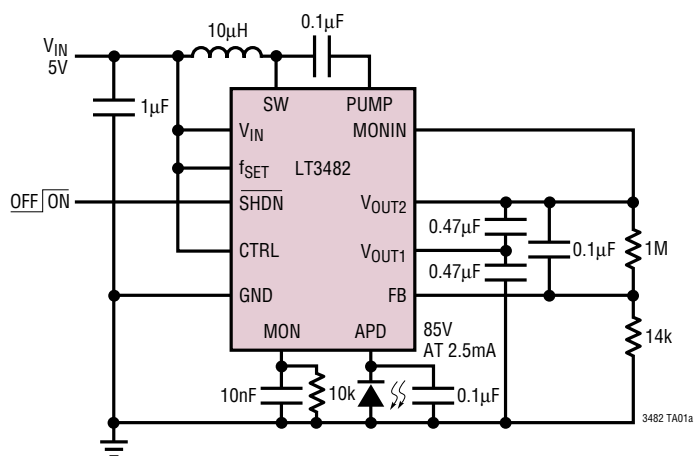
- APDバイアス
- PINダイオード・バイアス
- 光学レシーバおよびモジュール
- 光ファイバ・ネットワーク機器

## 概要

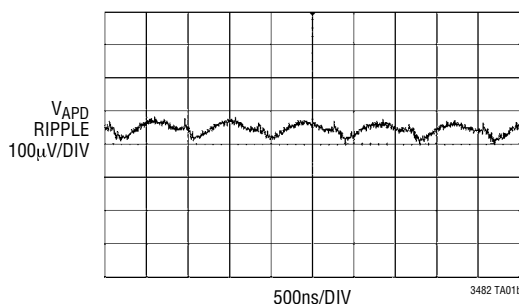
LT<sup>®</sup>3482は、光学レシーバのアバランチ・フォトダイオード(APD)をバイアスするために設計された電圧ダブラ付き固定周波数電流モード昇圧DC/DCコンバータです。このデバイスは最大90Vの出力を供給できます。LT3482は全温度範囲にわたって10%より優れた相対精度でハイサイドAPD電流モニタを行います。パワースイッチ、ショットキー・ダイオード、APD電流モニタを内蔵しているので、コンバータの実装面積を小さく抑えるとともに、ソリューションのコストも低く抑えます。スイッチング周波数が固定されているので、出力ノイズは予測可能で、容易にフィルタ可能です。インダクタ・ベースのトポロジを採用しているため、スイッチング・ノイズのない入力を保証します。内蔵のハイサイド電流モニタは、250nA~2.5mAの入力範囲で4桁のダイナミックレンジで10%より優れた相対精度でAPD電流に比例する電流を生成します。この電流をリファレンスとして使用し、CTRLピンを介してデジタル設定された出力電圧を供給することができます。LT3482は実装面積の小さい(3mm×3mm)16ピンQFNパッケージで供給されます。

LT、LT、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

## 標準的応用例



出力電圧リップル



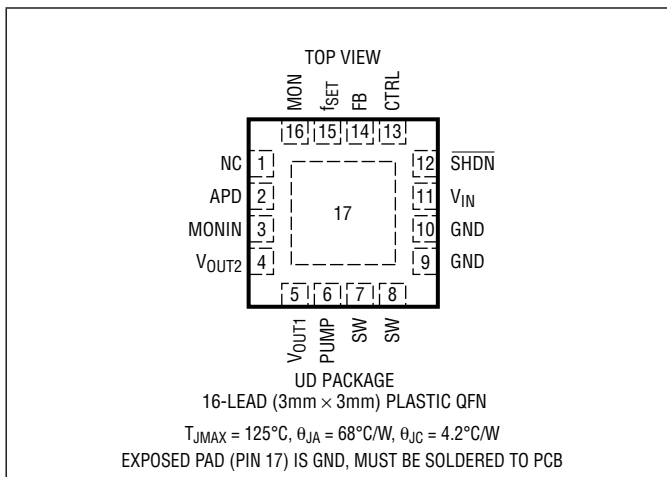
# LT3482

## 絶対最大定格

(Note 1)

入力電圧 ( $V_{IN}$ ).....	16V
$V_{OUT1}$ 、SWの電圧.....	48V
$V_{OUT2}$ 、PUMP、MONIN、APDの電圧.....	90V
FBの電圧.....	5V
$\overline{SHDN}$ 、 $f_{SET}$ 、CTRLの電圧.....	16V
MONの電圧.....	12V
動作温度範囲	
(Note 2).....	-40°C~85°C
最大接合部温度.....	125°C
保存温度範囲.....	-65°C~125°C

## ピン構成



## 発注情報

鉛フリー仕上げ	テープアンドリール	デバイスのマーキング*	パッケージ寸法	温度範囲
LT3482EUD#PBF	LT3482EUD#TRPBF	LCFG	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	0°C to 85°C
LT3482IUD#PBF	LT3482IUD#TRPBF	LCFG	16-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。\*温度等級は出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

鉛フリー製品の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲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、 $V_{IN} = 3\text{V}$ 、 $V_{\overline{SHDN}} = 3\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Operating Voltage		2.5			V
Maximum Operating Voltage				16	V
Feedback Voltage	CTRL = 1.5V	1.215 1.200	1.235	1.255 1.260	V
Feedback Line Regulation			0.025	0.07	%/V
FB Pin Bias Current			30	100	nA
Supply Current	FB = 1.3V, Not Switching $V_{\overline{SHDN}} = 0$		3.3 0.1	4.0 0.5	mA $\mu\text{A}$
Switching Frequency	$f_{SET} = 0\text{V}$ $f_{SET} = 2\text{V}$	580 1.0	650 1.1	750 1.3	kHz MHz
Maximum Duty Cycle	$f_{SET} = 0\text{V}$	95			%
Switch Current Limit		280	360	420	mA
Switch $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 150\text{mA}$		130	220	mV
Switch Leakage Current	SW = 5V			2	$\mu\text{A}$
Schottky Forward Voltage	$I_{SCHOTTKY} = 150\text{mA}$		880		mV
Schottky Reverse Leakage	$V_{OUT1} - \text{SW} = 50\text{V}$			5	$\mu\text{A}$
$\overline{SHDN}$ Voltage High		1.5			V

3482fa

## 電気的特性

●は全動作温度範囲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、 $V_{IN} = 3\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = 3\text{V}$ 。

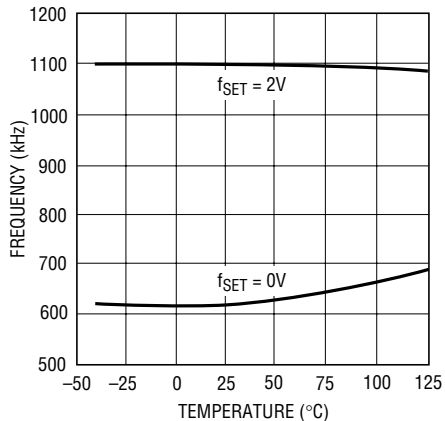
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
SHDN Voltage Low				0.4	V	
SHDN Pin Bias Current			35	50	$\mu\text{A}$	
$f_{SET}$ Voltage High		1.5			V	
$f_{SET}$ Voltage Low				0.4	V	
$f_{SET}$ Bias Current	$f_{SET} = 2\text{V}$		22	40	$\mu\text{A}$	
CTRL to FB Offset	CTRL = 0.5V	-5 -10	2 2	10 15	mV mV	
APD Current Monitor Gain	$I_{APD} = 250\text{nA}$ , $10\text{V} \leq \text{MONIN} \leq 90\text{V}$ $I_{APD} = 2.5\text{mA}$ , $20\text{V} \leq \text{MONIN} \leq 90\text{V}$	●	0.180	0.20	0.215	
		●	0.185	0.20	0.215	
Monitor Output Voltage Clamp			11.5		V	
APD Monitor Voltage Drop	MONIN – APD at $I_{APD} = 1\text{mA}$ , MONIN = 90V			5	V	
MONIN Pin Current Limit	APD = 0V, MONIN = 40V		15		mA	

**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。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可能性がある。

**Note 2:** LT3482Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で規定性能に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作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。LT3482Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。

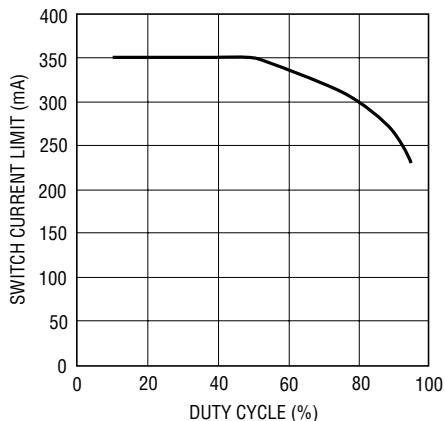
## 標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

発振器周波数と温度



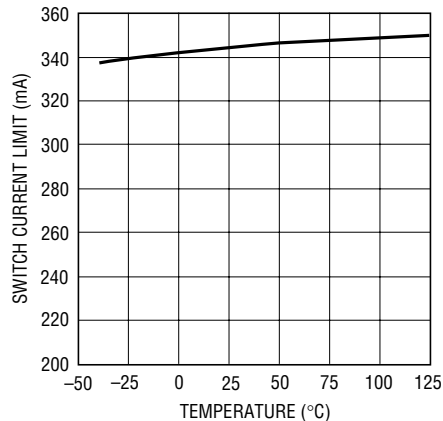
3482 G01

スイッチ電流制限とデューティ・サイクル



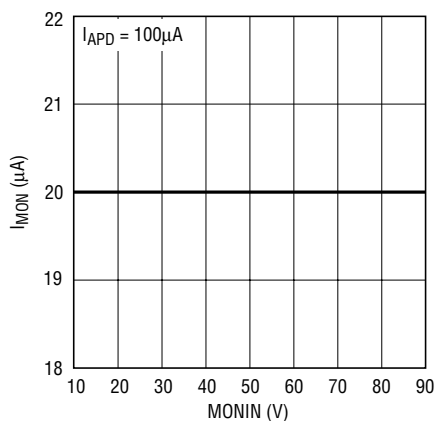
3482 G02

スイッチ電流制限と温度



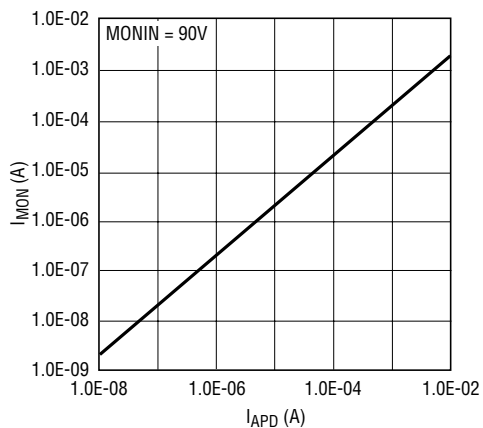
3482 G03

電流モニタ出力とMONIN



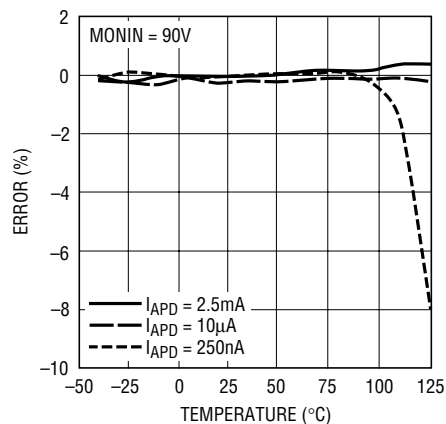
3482 G04

APD電流モニタの精度



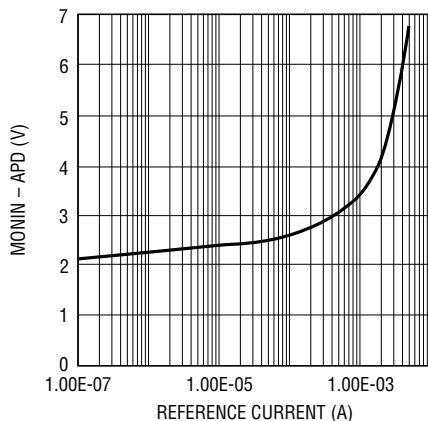
3482 G05

APD電流モニタの精度と温度



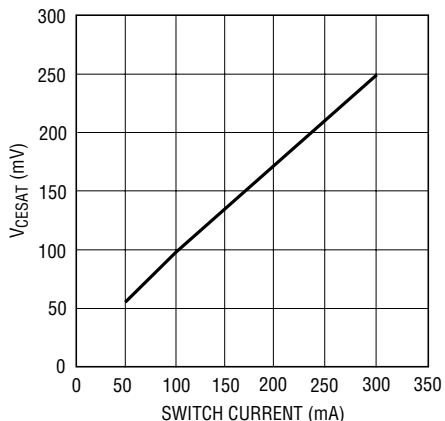
3482 G06

電流モニタの電圧降下とリファレンス電流



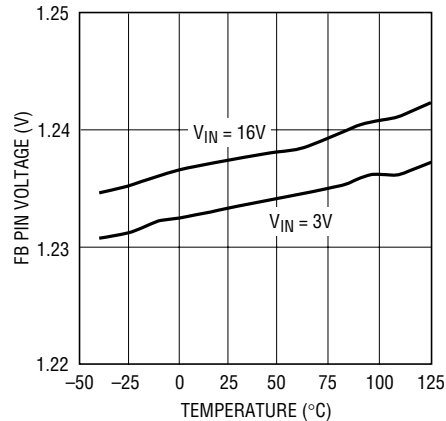
3482 G07

スイッチの飽和電圧 ( $V_{CESAT}$ )



3482 G08

FBピンの電圧と温度



3482 G09

3482fa

## ピン機能

**APD (ピン2)**: APDのカソードをこのピンに接続します。

**MONIN (ピン3)**: 電流モニタの電源ピン。外部ローパス・フィルタをここに接続して電源リップルをさらに減らすことができます。

**V<sub>OUT2</sub> (ピン4)**: 電圧ダブラの出力ピン。50V定格のコンデンサをこのピンとV<sub>OUT1</sub>の間に配置します。抵抗分割器をFBピンとGNDに接続します。

**V<sub>OUT1</sub> (ピン5)**: 昇圧出力ピン。コンデンサをこのピンとGNDプレーンの間に接続します。コンデンサへのトレースの長さを最小にします。

**PUMP (ピン6)**: チャージポンプ・ピン。50V定格のバイパス・コンデンサをSWとPUMPの間に接続して、内部ショットキー・ダイオードとともに完全な電圧ダブラを形成します。コンデンサへのトレースの長さを最小にします。

**SW (ピン7, 8)**: スイッチ・ピン。このピンのトレースの長さを最小にしてEMIを減らします。

**GND (ピン9, 10)**: グランド。これらのピンは内部で接続されています。最良の性能を得るため、両方のピンをボードのグラウンドに接続します。

**V<sub>IN</sub> (ピン11)**: 入力電源ピン。このピンはローカルにバイパスする必要があります。

**SHDN (ピン12)**: シャットダウン・ピン。デバイスをイネーブルするには1.5V以上に接続します。ディスエーブルするには0.4V以下に接続します。このピンは1.5V~2Vのソフトスタートとしても機能します。

**CTRL (ピン13)**: 内部リファレンス・オーバーライド・ピン。これにより、FBの電圧を外部から0V~1.2Vに設定することができます。内蔵1.235Vリファレンスを使うには、このピンを1.5Vより高い電圧に接続します。

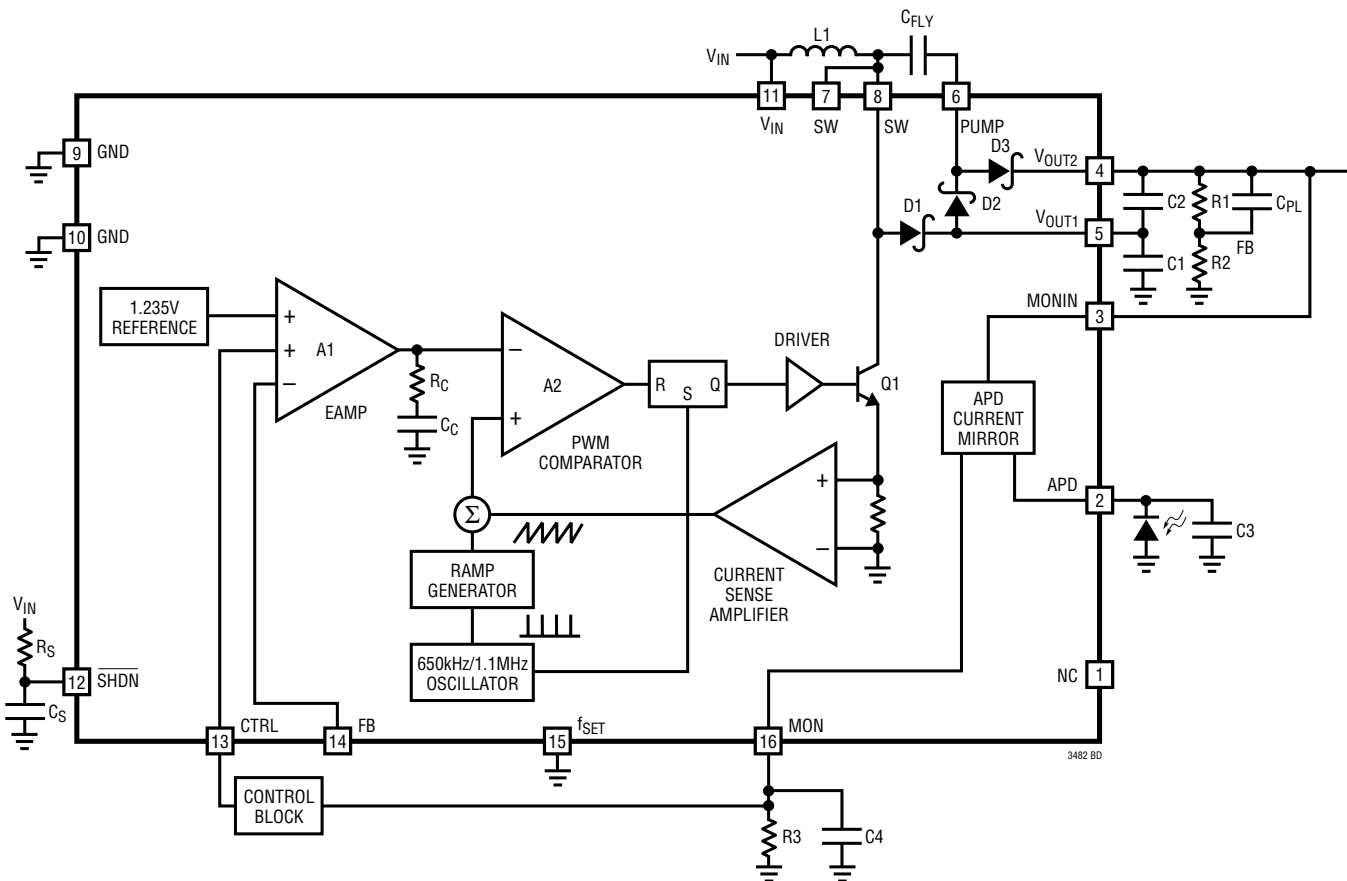
**FB (ピン14)**: 帰還ピン。ここに出力の抵抗分割器のタップを接続します。

**f<sub>SET</sub> (ピン15)**: 発振器周波数の選択ピン。1.1MHzの高い方のスイッチング周波数を選択するには、このピンを1.5V以上に接続します。低い方のスイッチング周波数の場合はGNDに接続します。

**MON (ピン16)**: 電流モニタの出力ピン。APD電流の20%に等しい電流をソースし、外部抵抗を通してリファレンス電圧に変換します。

**露出パッド (ピン17)**: GND。このピンはPCBに半田付けする必要があります。

## 機能図



## 動作

LT3482昇圧コンバータは固定周波数の電流モード制御方式を使って、優れたライン・レギュレーションとロード・レギュレーションを実現します。機能図を参照すると、動作をよく理解できます。発振器の各サイクルの開始点で、SRラッチがセットされ、パワー・スイッチQ1をオンします。スイッチ電流に比例した電圧が安定化ランプへ加算され、その和がPWMコンパレータA2の正端子に与えられます。この電圧がA2の負入力のレベルを超えると、SRラッチがリセットされ、パワー・スイッチをオフします。A2の負入力のレベルは誤差アンプA1によって設定され、帰還電圧と1.235Vのリファレンス電圧(または外部で与えられるCTRL電圧)の差を単に増幅したものです。このようにして、誤差アンプは正しいピーク電流レベルを設定し、出力を安定化された状態に保ちます。誤差アンプの出力が増加すると出力に供給される電流が増加します。誤差アンプの出力が減少すると供給される電流が減少します。

LT3482は比が5:1のハイサイドAPD電流モニタを内蔵しています。MONINピンは最大90Vの電源電圧を受け入れることができ、APDフォトダイオードのアプリケーションに適しています。MONピンにはオープン回路保護機能が備わっており、内部で11.5Vにクランプされています。

APDがAPDピンに接続されていると、電流がMONピンにミラーリングされ、抵抗R3によって電圧信号に変換されます。この電圧信号を使って外部制御ブロックをドライブし、CTRL入力を通してEAMP A1の帰還スレッシュホールドを調節することにより、APD電圧を調節することができます。

## アプリケーション情報

### スイッチング周波数

LT3482は公称650kHzまたは公称1.1MHzで動作することができます。f<sub>SET</sub>ピンの電圧により、どちらの周波数を使うか選択します。1.1MHzでは、ある特定のアプリケーションで物理的に小さなインダクタとコンデンサを使うことができますが、周波数が高いと効率と最大デューティ・サイクルがわずかに低下します。一般に、効率と最大デューティ・サイクルが重要ならば、f<sub>SET</sub>をGNDに接続して低い方のスイッチング周波数を選択します。アプリケーションのサイズとコストの方が重要ならば、f<sub>SET</sub>をV<sub>IN</sub>に接続し、高い方のスイッチング周波数を選択します。

### 突入電流

LT3482は昇圧とチャージポンプ用にショットキー・ダイオードを内蔵しています。電源電圧がV<sub>IN</sub>ピンに加わると、V<sub>IN</sub>とV<sub>OUT1</sub>の電圧差によって突入電流が発生し、入力からインダクタとショットキー・ダイオード(機能図のD1)を通して流れ、出力コンデンサをV<sub>IN</sub>に充電します。突入電流のピークが1Aより小さくなるようにインダクタとコンデンサの値を選択します。さらに、突入電流が最大電流リミットより下に減少するまで、LT3482がオンするのを遅らせます。ピーク突入電流は次のように推算できます。

$$I_p = \frac{V_{IN} - 0.6}{\sqrt{\frac{L}{C} - 1}} \cdot \exp\left(-\frac{\pi}{2\sqrt{\frac{L}{C} - 1}}\right)$$

ここで、Lはインダクタンス、Cは出力容量です。部品選択のいくつかの場合について、ピーク突入電流を表1に示します。

表1. ピーク突入電流

V <sub>IN</sub> (V)	L (μH)	C (μF)	I <sub>p</sub> (A)
5	10	1	0.87
5	22	1	0.68

### 出力電圧の設定

LT3482には内部1.235Vリファレンスと補助リファレンス入力(CTRLピン)が備わっています。このため、ユーザーは内部リファレンスを使うか、それとも外部リファレンス電圧を供給するか選択することができます。APDのバイアス電圧を調節する場合など、デバイスの動作中にCTRLピンの電圧を調節してLT3482の出力電圧を変えることができます。内蔵1.235Vリファレンスを使うには、CTRLピンを1.5Vより上に保ちますが、これはこのピンをV<sub>IN</sub>に接続することにより実現できます。CTRLピンが0V~1.2Vのとき、LT3482はFBピンがCTRLピンの電圧に等しくなるように出力を安定化します。

出力電圧を設定するには、次式に従ってR1とR2の値を選択します(図1を参照)。

$$R1 = R2 \left( \frac{V_{OUT2} - 1}{V_{REF}} \right)$$

ここで、内部リファレンスが使われる場合はV<sub>REF</sub> = 1.235Vであり、CTRLが0V~1.2VであればV<sub>REF</sub> = CTRLです。APD負荷が非常に低いとき、スイッチング周波数を一定に維持するようにR2を選択して、出力に負荷をかけることができます。パルス・スキップ・モードに入るのを防ぐことは、レギュレータの出力のポストフィルタ処理にとって重要な検討項目です。

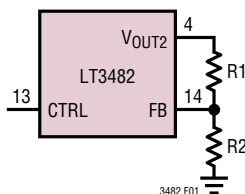


図1. 出力電圧の帰還接続

## アプリケーション情報

### インダクタの選択

LT3482に使うインダクタは飽和電流定格が0.3A以上のものにします。入力電源が活線挿入されるアプリケーションにデバイスが使用される場合、飽和電流定格がピーク突入電流以上のものにします。最良のループ安定性を得るには、選択したインダクタの値が60mA以上のリップル電流を与えるものにします。与えられた $V_{IN}$ と $V_{OUT1}$ に対して、連続導通モード (CCM) で使うインダクタの値は次式で推算されます。

$$L = \frac{D \cdot V_{IN}}{f \cdot 60mA}$$

ここで、

$$D = \frac{V_{OUT1} + 1 - V_{IN}}{V_{OUT1} + 1}$$

さらに、 $f$ はスイッチング周波数です。

低出力電圧リップルを実現するには、小さな値のインダクタを選択して、LT3482が不連続導通モード (DCM) で動作するように強制します。次の不等式はLT3482が不連続導通モードで動作しているとき真になります。

$$L < \frac{D \cdot V_{IN}}{f \cdot I_{LIMIT}}$$

ここで、 $I_{LIMIT}$ はスイッチ電流リミットです。DCMで動作すると、最大負荷電流と変換効率が減少します。

### コンデンサの選択

出力電圧リップルを下げるには、出力に低ESRのコンデンサを使います。X5RとX7Rのタイプは他のタイプに比べて広い電圧範囲と温度範囲で容量を維持するので、X5RとX7Rのタイプだけを使用します。出力電圧が高いと、一般にループ安定性のために必要な容量が減少します。出力電圧が45Vより下のアプリケーションでは、中間出力ピン $V_{OUT1}$ が出力ピンとして直接機能することができます。一般に、25Vより下の出力電圧では2 $\mu$ Fのコンデンサを使い、25V~45Vの出力電圧では1 $\mu$ Fのコンデンサを使います。出力電圧が45Vを超えると、カスケード接続された0.47 $\mu$ FのコンデンサC1とC2を出力ノードに使ってチャージポンプを形成する必要があります。フライング・コンデンサ $C_{FLY}$ として標準0.1 $\mu$ Fのコンデンサを使ってチャージポンプを形成します。必ず電圧定格が十分な大きなコンデンサを使ってください。

セラミック・コンデンサまたは固体タンタル・コンデンサのどちらでも入力デカップリング用コンデンサとして使うことができ、LT3482にできるだけ近づけて配置します。ほとんどのアプリケーションでは1 $\mu$ Fのコンデンサで十分です。

### 位相リードコンデンサ

小さな値のコンデンサ (10pF~22pF) を出力とFBピンの間の抵抗に並列に追加して、負荷ステップによる出力の乱れを減らし、過渡応答を改善することができます。この位相リード・コンデンサによりポールとゼロのペアが帰還特性に導入され、クロスオーバー周波数の近くの位相マージンを上げます。

APDはノイズの多いバイアス電源に対して非常に敏感です。ローパス・フィルタで内部リファレンスと誤差アンプからノイズを除去するため、0.1 $\mu$ Fの位相リード・コンデンサを使うことができます。ノイズ・フィルタのコーナー周波数は $R1 \cdot C_{PL}$ です。

### APD電流モニタ

スイッチング電源に関連した電源スイッチング・ノイズがフォトダイオードのDC測定に干渉する可能性があります。このノイズを抑えるには、APDピンに0.1 $\mu$ Fのコンデンサを推奨します。出力にローパス・フィルタを追加 (MONピンに10k抵抗と10nFコンデンサを並列に接続) すると、低レベル信号の測定精度を制限する可能性のある電源ノイズと他の広帯域ノイズをさらに減らします。高速の電流モニタ応答時間を必要とするアプリケーションでは、図2に示されているように、MONINピンにRCローパス・フィルタを使って、APDピンの0.1 $\mu$ Fコンデンサと置き換えます。

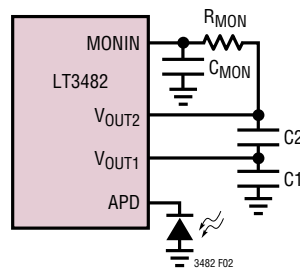


図2



## アプリケーション情報

アプリケーションによっては、LT3482をAPDに接続するのに長いケーブルまたはワイヤが使われます。APDがGNDに短絡されると、APDピンの電圧がグランドより下までリングングを生じ、内部回路を損傷する可能性があります。短絡時の損傷を防ぐには、 $20\Omega$ の抵抗をAPDに直列に追加する必要があります。

## レイアウトのためのヒント

LT3482は高速で動作するので、ボードのレイアウトに細心の注意が必要です。レイアウトに注意を払わないと記載されているとおりの性能が得られません。推奨部品配置を図3に示します。

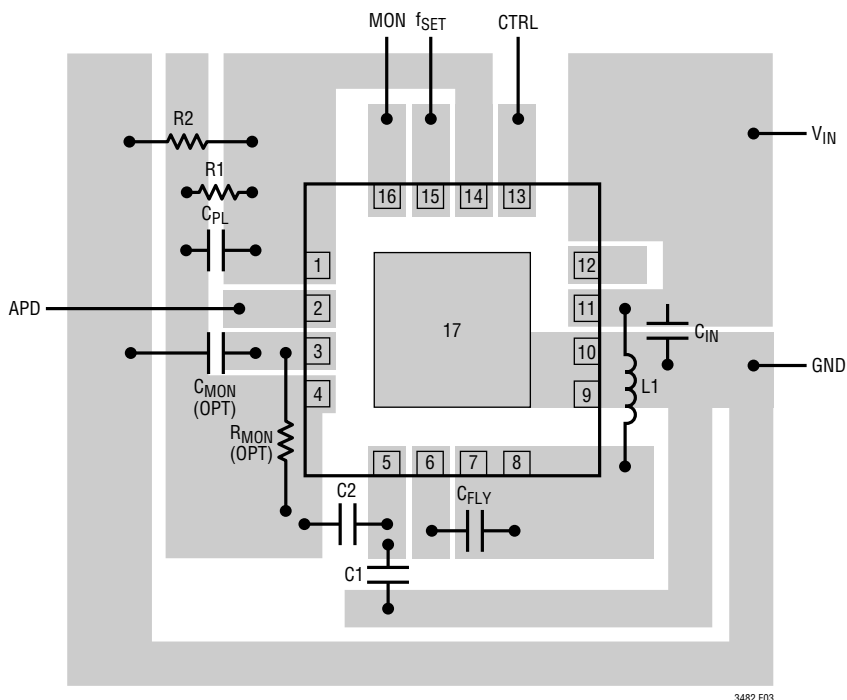
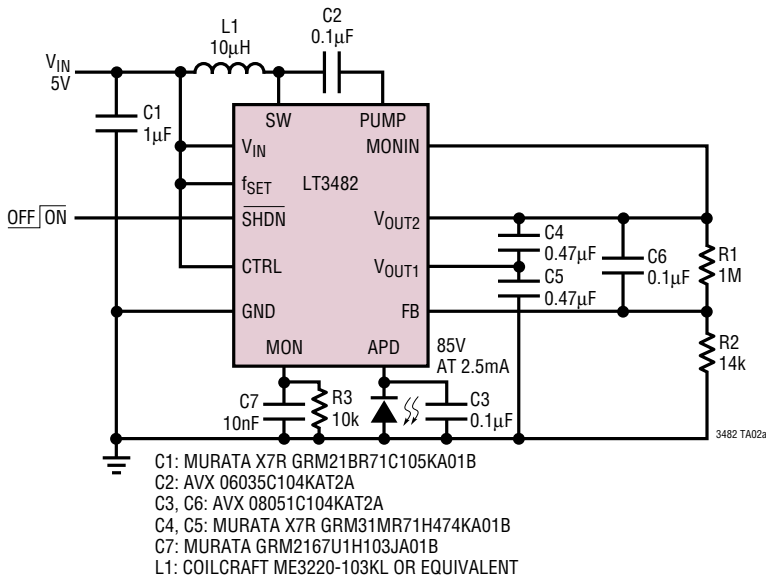


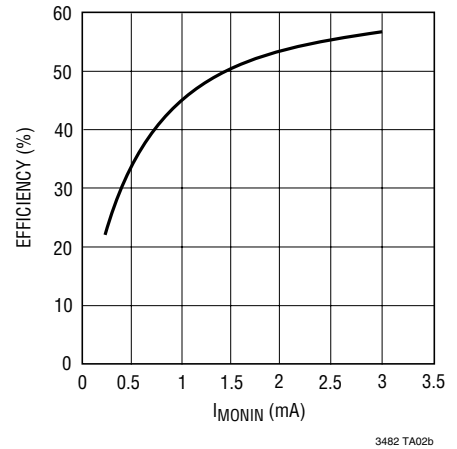
図3. 推奨レイアウト

## 標準的応用例

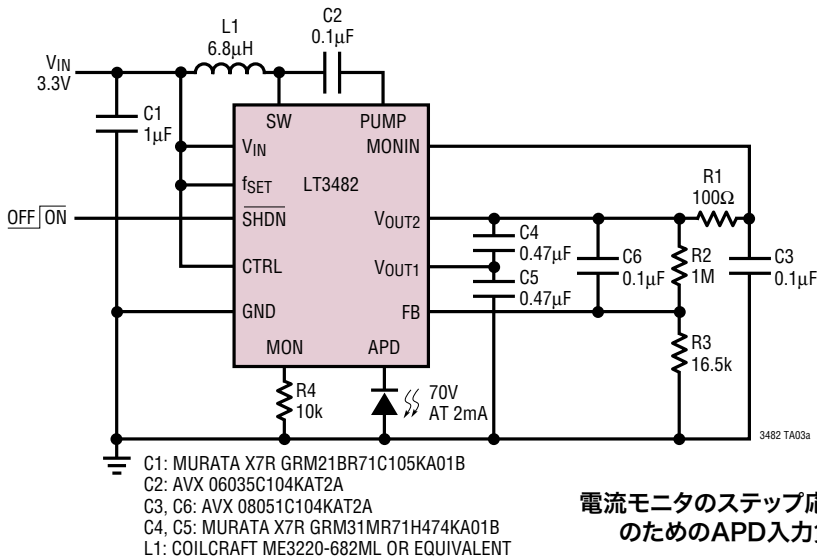
5Vから85VのAPDバイアス電源



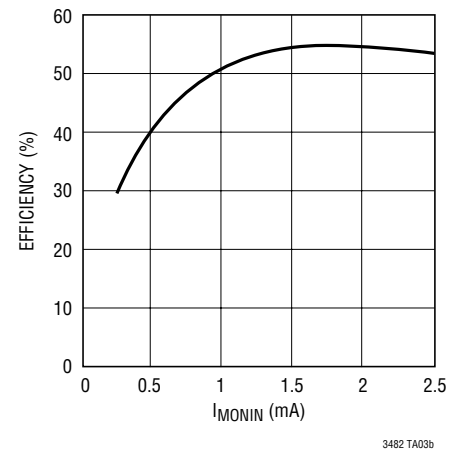
効率



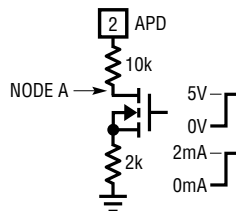
3.3Vから70VのAPDバイアス電源、高速電流モニタ応答付き



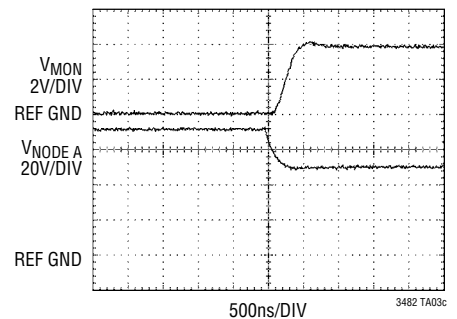
効率



電流モニタのステップ応答測定のためのAPD入力負荷

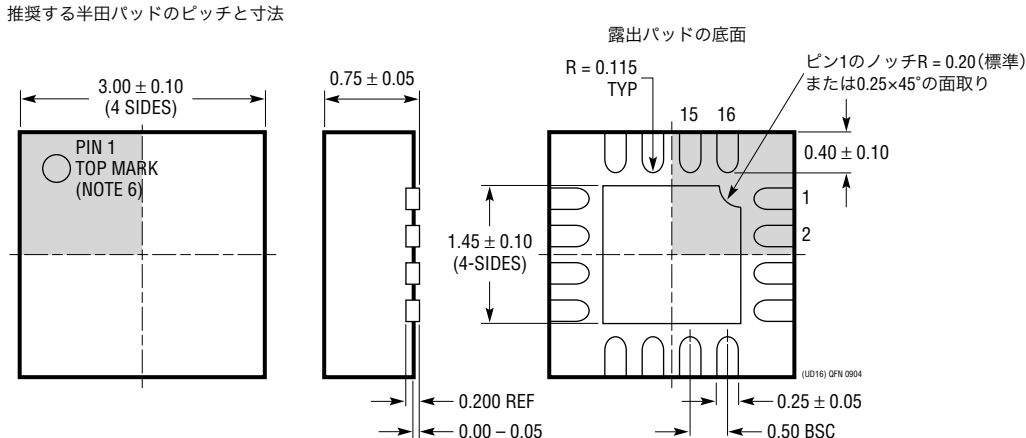
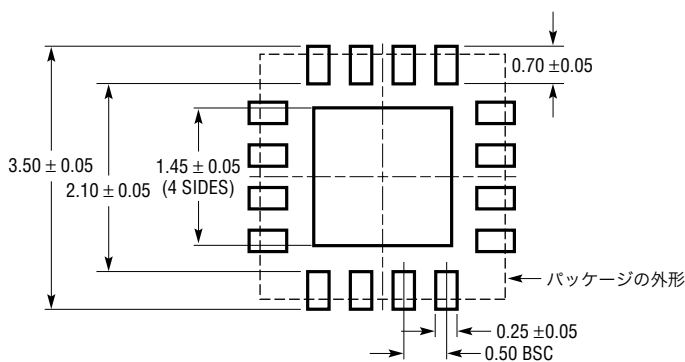


電流モニタのステップ応答



パッケージ寸法

UDパッケージ  
16ピン・プラスチックQFN (3mm×3mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1691)



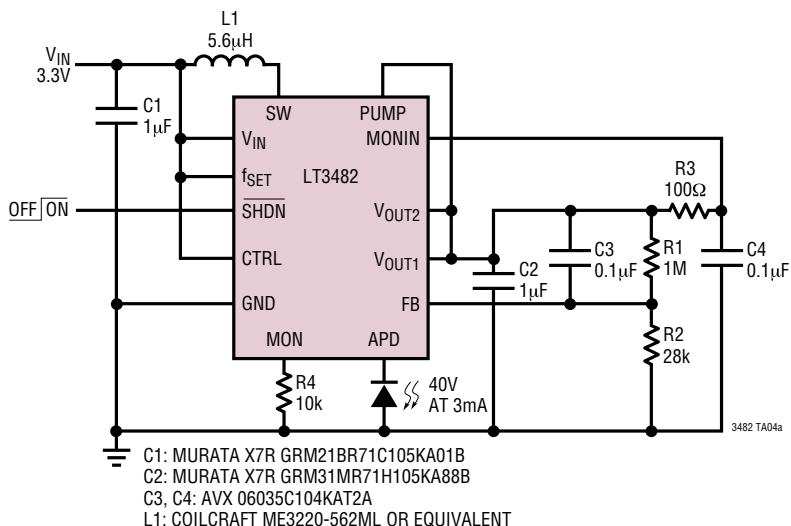
注記:

1. 図面はJEDECのパッケージ外形MO-220のバリエーション (WEED-2) に適合
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。  
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのパイン1の位置の参考に過ぎない

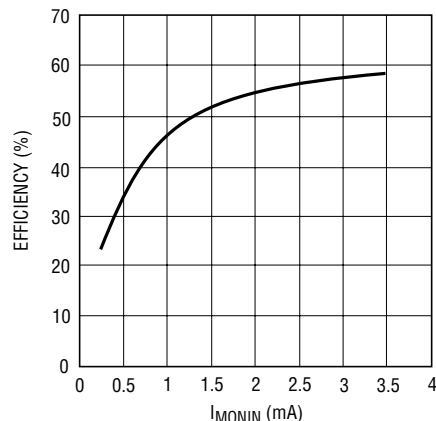
# LT3482

## 標準的応用例

3.3Vから40VのAPDバイアス電源



効率



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1930/LT1930A	1A (I <sub>SW</sub> )、1.2MHz/2.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V <sub>IN</sub> : 2.6V~16V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 34V、I <sub>Q</sub> = 4.2mA/5.5mA、I <sub>SD</sub> < 1µA、ThinSOT™パッケージ
LT3460	0.3A (I <sub>SW</sub> )、1.3MHz高効率昇圧DC/DCコンバータ	V <sub>IN</sub> : 2.5V~16V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 38V、I <sub>Q</sub> = 2mA、I <sub>SD</sub> < 1µA、ThinSOTパッケージ
LT3461/LT3461A	0.3A (I <sub>SW</sub> )、1.3MHz/3MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ、ショットキー・ダイオード内蔵	V <sub>IN</sub> : 2.5V~16V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 38V、I <sub>Q</sub> = 2.8mA、I <sub>SD</sub> < 1µA、SC70およびThinSOTパッケージ
LT3465/LT3465A	定電流、1.2MHz/2.7MHz、高効率白色LED昇圧レギュレータ、ショットキー・ダイオード内蔵	V <sub>IN</sub> : 2.7V~16V、V <sub>OUT(MAX)</sub> = 34V、I <sub>Q</sub> = 1.9mA、I <sub>SD</sub> < 1µA、ThinSOTパッケージ

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

3482fa