ANALOG DEVICES

回路ノート CN-0537

Circuits from the Lab™ Reference Circuits 実用回路集

テスト済み回路設計集“Circuits from the Lab™ ”は共通の設計課題を対象とし、迅速で容易なシステム統合のために製作されました。さらに詳しい情報又は支援は https://www.analog.com/jp/CN0537 をご覧ください。

接続または参考にしたデバイス	
ADPD188BI	煙検知用集積化光学モジュール
ADP151	超低ノイズ、200mA、CMOS リニア電圧レギュレータ
LT8410	出力遮断機付きの超低消費電力昇圧コンバータ

妨害事象検出機能を持つ UL-217 煙検出モジュール

評価と設計支援

回路評価用ボード

CN-0537 リファレンス設計ボード（EVAL-CN0537-ARDZ）
ADICUP3029 Arduino フォームファクタの開発ボード（EVAL-ADICUP3029）

設計および統合ファイル

回路図、レイアウト・ファイル、部品表

回路の機能とその利点

1970 年代以降、商業用ビルや住居用ビルにおいて煙検出器を設置するのが当たり前のようになりました。現在、煙検出器には 2 通りの基本タイプがあります。1 つはイオン化タイプで、放射性物質を使用して空気をイオン化し、電気的な不均衡を検出するものです。もう 1 つは光電タイプで、光検出器から離れた角度に向けて光源を使用し、空気中の粒子からフォトダイオードへの散乱光によって光検出器に生じる電流を検出するものです。両方のタイプを組み合わせたソリューションが推奨されるものの、光電式煙検出器の方が好まれています。一般的な家屋火災の検出における信頼性が高く、くすぶっている炎に対する応答時間が短いためです。

残念ながら、この数十年の間にエレクトロニクスや一般的な家庭用品の材質は進化しているにも関わらず、煙検出技術および各種規制は 1970 年代から実質的に変わっていません。Underwriters Laboratory（UL）が発行する *ANSI/UL-217* および *ANSI/UL-268* や、全米防火協会（NFPA）による *NFPA® 72 National Fire Alarm Code* などの規格の新たな改訂は、現在の煙検出器の設計に複雑な条件を設けることで、このギャップに対処しようとするものです。

例えば、従来からの火災および煙感度試験に加えて、最新版の UL-217 規格では、料理などの紛らわしい事象で誤報を発しないことが煙検出器に求められています。つまり、現在の煙検出器は料理などの紛らわしい事象と火災とを区別できることが必要です。

これら新しい規格の目的は、日常生活によって発生する誤報の数を減らすことで安全性を向上すると共に火災関連の死者数を減らすことです。これまで、これを実現するには、複数のセンサー技術と一定レベルの人工知能を要する複雑なソリューションが必要でした。しかし、ADPD188BI を使用すれば、こうしたことが極めて容易に実行できるようになります。

図 1 に示す回路は、ADPD188BI 光モジュールをベースとする UL-217 煙検出器のリファレンス設計です。手早く簡単に開発ができるよう、設計はArduinoフォームファクタ・コントローラ・プラットフォームに対応しており、カスタム・アルゴリズムを使用し、新しい *ANSI/UL-217* 8 訂版の規格で規定された煙および火災試験で評価される煙検出能力に対応しています。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

Rev. 0

©2020 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本　　社／〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル 10F
電話 03（5402）8200
大 阪営業所／〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー 10F
電話 06（6350）6868
名古屋営業所／〒451-6038 愛知県名古屋市西区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 38F
電話 052（569）6300

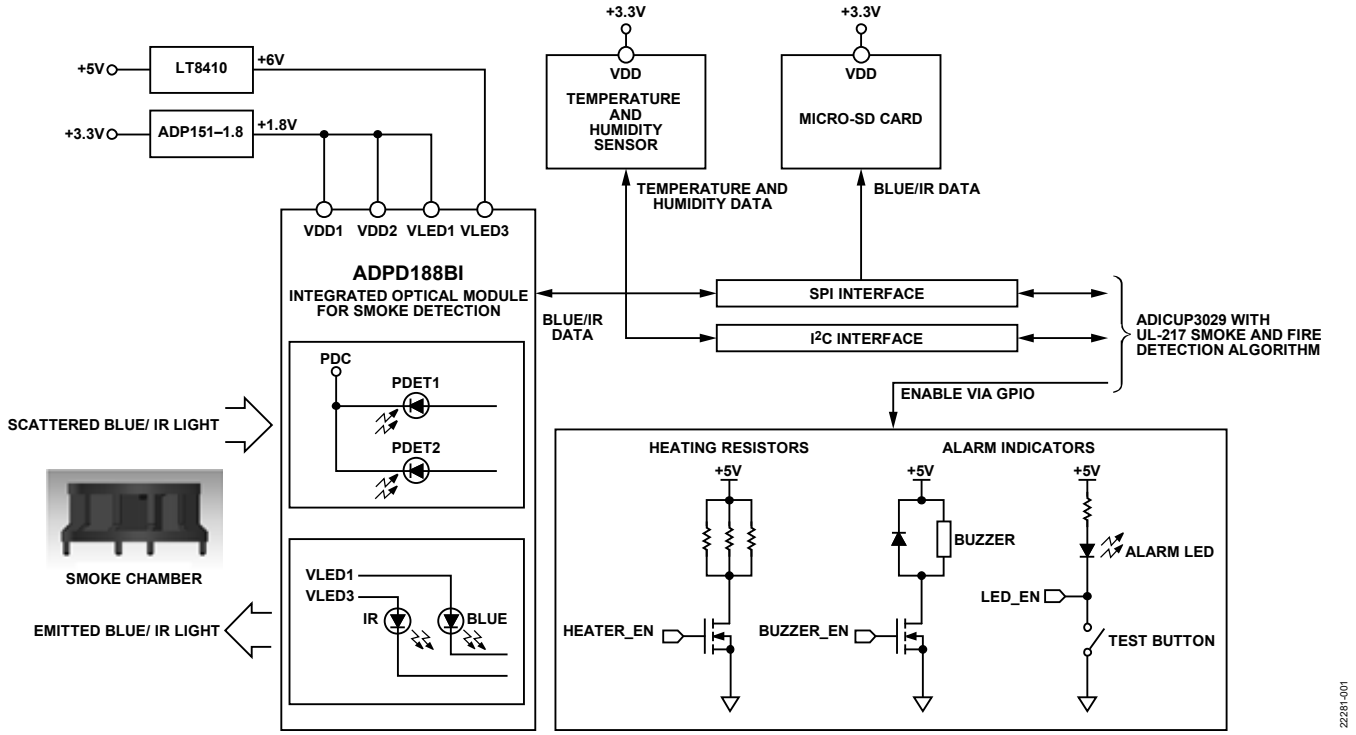

図 1. CN-0537 のブロック図

回路の説明

ADPD188BI を使用した煙検出

ADPD188BI 光モジュールは、フル機能のフォトメトリック・システムで、特に煙検出アプリケーション用に設計されています。光エレクトロニクス（2 個の LED と 2 個の光検出器）とアナログ・フロント・エンド（AFE）がパッケージで既に統合されているため、ADPD188BI を従来のディスクリート煙検出器回路と置き換えて使用することで、設計は大幅に簡素になります。

煙検出を行うために、ADPD188BI では二波長手法を使用しています。すなわち、内蔵された 2 個の LED が 470nm（青色光）と 850nm（赤外光）の 2 つの異なる波長の光を放射します。これらの LED は、2 つの別々のタイム・スロットでパルス化され、送出された光は空気中の微粒子によって散乱されてデバイスに戻ります。

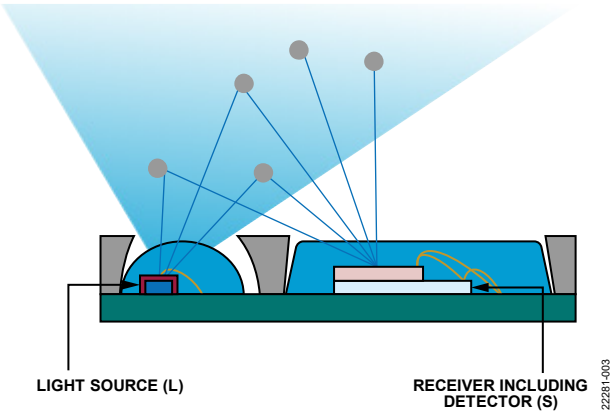

図 2. ADPD188BI の LED から放出された光の後方散乱

次に、2 個の内蔵された光検出器がこの散乱光を受光してそれに比例した出力電流を生成し、この電流が AFE によって内部でデジタル・コードに変換されます。LED の光パワーが一定と仮定すると、ADPD188BI の出力値が時間と共に増加した場合、空中の粒子が増加または蓄積したことを意味します。

UL-217 煙および火災試験アルゴリズム

UL-217 規格では、検出器は時間と不透過度の特定のウィンドウにおいて様々なタイプの炎や煙に応答する必要があります。各 UL-217 試験での感度と応答時間の条件を表 1 に示します。

表 1. 火災条件と仕様

Fire Condition	Alarm Time Specification[1]	Alarm Obscuration Specification[1]
Wood Fire	<4 minutes	N/A
Paper Fire	<4 minutes	N/A
Polyurethane Fire	<4 minutes	<5 % per foot
Smoldering Polyurethane Fire	N/A	<5 % per foot
Smoldering Wood	N/A	<5 % per foot
Hamburger Nuisance Test	N/A	Not before <1.5% per foot

[1] N/A は該当なし。

CN-0537 リファレンス設計については、煙検出アルゴリズムを使用して、ADPD188BI の青色光および赤外（IR）光の出力データを分析することで、これらの仕様が満たされます。

このアルゴリズムはADPD188BIセンサー・アレイ専用に設計されたもので、UL-217 の仕様で定められた火災条件を検出しながらも消費電力を最小限に抑えることができます。アルゴリズム自体は、表 1 に示した試験シナリオのすべてに対して多数の ADPD188BI から取得した、大量のデータ・セットを利用して調整と検証を行いました。試験は UL-217 試験環境専用の認定施設で行いました。これらのデータ・セットにはリファレンス測定が含まれており、様々な煙発生源に対するセンサーの性能とアラーム条件を評価できます。煙の概略の一例を図 3 に示します。この図では、ハンバーガー誤作動シナリオの下で、IR と青色に対するセンサー測定値とリファレンスの煙不透過度データを比較しています。

煙検出器にはバッテリ駆動デバイスを使用するのが一般的であるため、アルゴリズムは、センサーから取得する必要のあるデータ量とアラーム判断ごとの計算数を最小限に抑えるよう構築しました。このアルゴリズムによって ADPD188BI の出力データを少なくすることができるため、UL-217 の仕様を厳格に満たすと同時に、マイクロコントローラの消費電力と消費サイクルを削減できます。

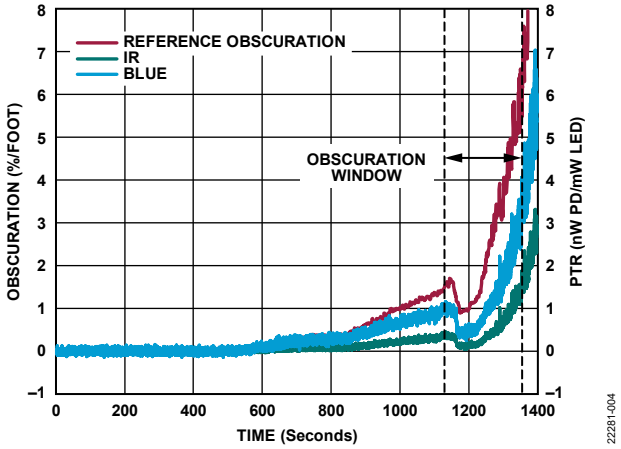

図 3. バーガー・ポリウレタン試験用の煙の概略

電力転送比の計算

ADPD188BI の煙に対する応答は、送出光パワーに対する受光パワーの比で表すのが最適です。電力転送比（PTR）と呼ばれるこのパラメータは、実際に使用するハードウェア設定に依存しないため、未加工の出力コードよりはるかに重要です。更に、煙検出器の標準的な測定単位である不透過度レベルは、式 1 に示すように、PTR に直接関係します。

$$PTR = \gamma \beta \quad (1)$$

ここで、
PTR は、電力転送比（nW/mW）、
γは、ADPD188BI のスケーリング・ファクタ（青色光の場合の代表値は 0.64、赤外光の場合の代表値は 0.24）、
βは、不透過度レベル（ft^{-1}）です。

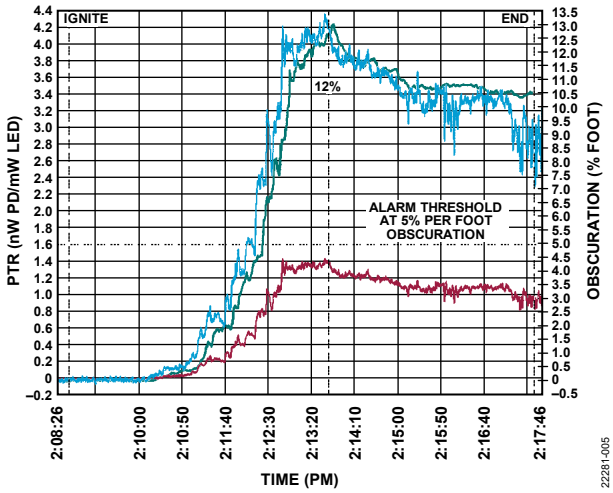

図 4. 青色 LED の PTR、IR LED の PTR、不透過度レベル

各 LED の PTR は式 2 を使用して計算できます。

$$PTR = \frac{P_{PD}}{P_{LEDx}} = \frac{I_{PD}}{I_{LEDx_PK}} \times \frac{1}{R_{PD}} \times \frac{1}{\eta_{LED}} \quad (2)$$

ここで、
PTR は、LED の電力転送比（nW/mW）、
I_{PD} は、光検出器の電流（nA）、
I_{LEDx_PK} は、ピーク LED 電流（mA）、
R_{PD} は、光検出器の応答度（A/W、青色光の場合の代表値は 0.26、赤外光の場合の代表値は 0.41）、
η_{LEDx} は、LED の効率（W/A）です。

I_{LED} と I_{PD} の計算

ADPD188BI は、粗調整レジスタと微調整レジスタを組み合わせ、電流スケーリング・ファクタを使用することで、各 LED のピーク電流を設定できます。LED のピーク電流は式 3～式 6 を使用して計算できます。

$$I_{LEDx_PK} = I_{LEDx(COURSE)} + I_{LEDx(FINE)} + I_{LEDx(SCALE)} \quad (3)$$

$$I_{LEDx(COURSE)} = 50.3 + 19.8 \times ILSEDx_COURSE \quad (4)$$

$$I_{LEDx(FINE)} = 0.74 + 0.022 \times ILEDx_FINE \quad (5)$$

$$I_{LEDx(SCALE)} = 0.1 + 0.9 \times ILEDx_SCALE \quad (6)$$

ここで、
I_{LEDx_PK}は、ピーク LED 電流（mA）、
$I_{LEDx(COURSE)}$は、LED の粗調整電流（mA）、
$I_{LEDx(FINE)}$は、LED の微調整電流（mA）、
$I_{LEDx(SCALE)}$は、LED のスケーリング電流（mA）。

ILEDx_COURSE、ILEDx_FINE、ILEDx_SCALE は、各 LED の制御レジスタ値です。内蔵の青色 LED の場合、これらはレジスタ・アドレス 0x23 とレジスタ・アドレス 0x25 で設定できます。赤外 LED の場合はレジスタ・アドレス 0x22 とレジスタ・アドレス 0x25 を使用します。なお、ADPD188BI のレジスタでは、青色 LED は LEDX1、赤外 LED は LEDX3 です。

光検出器の電流は、ADPD188BI のデジタル出力を使用して式 7 で計算できます。

$$I_{PD} = Code \times Q \times \frac{1}{PULSE_COUNT} \quad (7)$$

ここで、
I_{PD} は、光検出器の電流（nA）、
Code は、32 ビットの出力コード（LSB）、
Q は、ADC の分解能（nA/LSB）、
PULSE_COUNT は、タイム・スロットの LED パルス数。

ADPD188BI の ADC の分解能は、LED のパルス幅設定（タイム・スロット A ではレジスタ 0x30、タイム・スロット B ではレジスタ 0x35）と、内蔵トランスインピーダンス・アンプのゲイン（レジスタ 0x55）の設定に依存します。様々な TIA ゲイン値に対する ADC 分解能については、ADPD188BI のデータシートを参照してください。

LED 効率の計算

内蔵 LED の効率（η_{LEDx}）は、式 8 を使用して計算できます。

$$\eta_{LED} = \eta_N \times k \times C \quad (8)$$

ここで、
η_N は、LED 効率の公称値（W/A、青色 LED に対して 0.38、赤外 LED に対して 0.22）、
k は、LED のディレーティング・ファクタ（青色 LED については式 9 で計算できます。赤外 LED については *k* = 1.0）、
C は、デバイスごとの差異を補償するスカラー値。

赤外 LED とは異なり、青色 LED の効率は駆動電流が増加すると非直線的に減少します。そのため、まずディレーティング・ファクタを式 9 で計算する必要があります。

$$k = A_0 + A_1 I_{LED} + A_2 (I_{LED})^2 + A_3 (I_{LED})^3 \quad (9)$$

ここで、
$A_0 = 9.8976 \times 10^{-1}$
$A_1 = -5.1448 \times 10^{-3}$
$A_2 = 2.0287 \times 10^{-5}$
$A_3 = -2.9645 \times 10^{-8}$

ADPD188BI のゲイン・キャリブレーション値の取得

式 8 に示すように、ADPD188BI には、デバイスごとのばらつきを補償するスカラー値があります。これは各 LED のゲイン・キャリブレーション値で、式 10～式 16 を使用して計算できます。

$$C = \frac{Gain \times I_{LED} + INTER}{NOMINAL_SCALAR} \quad (10)$$

青色 LED に対しては、

$$Gain = \frac{17 \times (GAIN_COEFFICIENT - 112)}{256} - 17 \quad (11)$$

$$INTER = 8 \times (INTER_COEFFICIENT - 128) \quad (12)$$

$$NOMINAL_SCALAR = 17 \times I_{LED} + 622 \quad (13)$$

赤外 LED に対しては、

$$Gain = \frac{34 \times (GAIN_COEFFICIENT - 112)}{256} + 34 \quad (14)$$

$$INTER = 5 \times (INTER_COEFFICIENT - 128) \quad (15)$$

$$NOMINAL_SCALAR = 34 \times I_{LED} + 128 \quad (16)$$

LED の温度補償

ADPD188BI のループ応答全体が周囲温度の影響を受けます。青色チャンネルでは、これは更に複雑になります。供給する LED 電流の量に応じて温度応答曲線の形状も変化するためです。図 5 に、相対的な出力応答への温度の影響を、ADPD188BI の動作温度範囲全域で示します。ここでは、青色 LED の共通の I_{LED} 設定値として 100mA と 175mA を使用しています。赤外チャンネルについては、温度応答曲線は LED 電流とは無関係です。

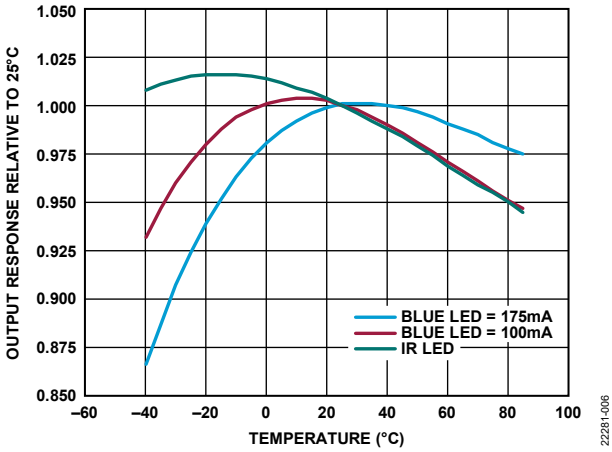

図 5. ADPD188BI 出力応答に対する温度の影響、25ºC を基準

相対的な応答の値を求めるには、リアル・タイムで周囲温度を測定する機能が必要です。CN-0537 では、ADPD188BI の横で、温湿度センサーがチャンバ内の状態を監視します。したがって、温度の影響の補償は、ADPD188BI の出力を、図 5 の該当する曲線から取得した現在の周囲温度の相対的な応答で除算することで実行できます。

$$Code_{25°C} = \frac{Code_T}{RelativeResponse_T} \quad (17)$$

ここで、
Relative Response$_T$ は、現在の周囲温度での相対的な応答、
Code$_T$ は、現在の周囲温度での出力コード、
Code$_{25°C}$ は、温度が 25ºC のときの出力コード。

チャンバ内ではスペースが重要なので、センサーを選択する場合は、部品サイズが主な考慮事項となります。このリファレンス設計では、デフォルト・センサーの温度と湿度の精度に対する定格は、温度について±0.2ºC、湿度について±2%です。

ADPD188BI を備えた煙チャンバを使用

市販されている煙検出器ソリューションのほとんどが、煙チャンバを使用して、周辺光を除去して内部の過剰な光の影響を抑制し、また、昆虫やクモがデータ取得に影響を及ぼすリスクを回避しています。ADPD188BI では、煙チャンバを使用すると、チャンバ表面の光散乱によって、一定のバックグラウンド信号がデータに現れる原因となります。データの大きな誤差を回避するためには、バックグラウンド信号のレベルをアラーム閾値以下に維持することが重要です。

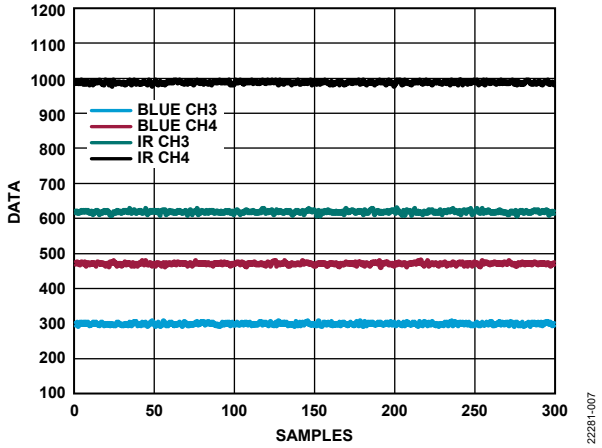

図 6. ADPD188BI のデータに現れるバックグラウンド信号

煙に対する応答に加え、チャンバに対する ADPD188BI の応答も電力転送比（PTR）に現れる可能性があり、デバイスの PTR データを解釈する場合はこの点を考慮する必要があります。

$$PTR_{TOTAL} = PTR_{CHAMBER} + PTR_{SMOKE} \quad (17)$$

ここで、
PTR_{TOTAL} は、合計の電力転送比（nW/mW）、
$PTR_{CHAMBER}$ は、チャンバ表面内側からの光の受光パワーと送出した光パワーとの比（nW/mW）、
PTR_{SMOKE} は、煙粒子による散乱光の受光パワーと送出した光パワーとの比（nW/mW）。

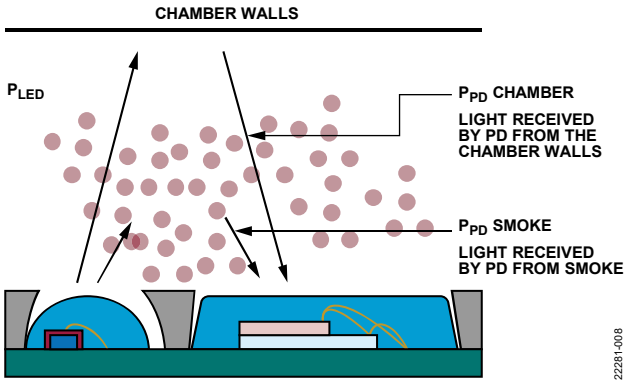

図 7. チャンバ壁と煙による光の後方散乱

ADPD188BI は、デバイス条件と工業条件に適合するよう専用に設計した、アナログ・デバイセズ独自の煙チャンバを使用しています。この煙チャンバの内部構造によって、非常に高い S/N 比（SNR）を得ることができ、そのため、ADPD188BI に最適な PTR 値が実現できます。

この機械的な設計は、JESD22-A101、JESD22-A103、JESD22-A104、UL-217、UL-268、EN-54、AEC-Q100 などの工業規格で仕様規定されたストレス試験で、認証されています。また、ADPD188BI がディスクリートの煙検出器より小型であるため、チャンバも既存ソリューションに比べ非常に小型です。この設計により、2 つの大型フランジ間の距離はわずか 36mm ながら、その下では 109.36mm^2 の内部面積が確保されています。

従来の煙チャンバの設計では ADPD188BI には対応できません。ADPD188BI に組み込まれた光エレクトロニクス部品は後方散乱システムを使用しており、前方散乱システムを使用する従来の煙検出器とは異なるためです。

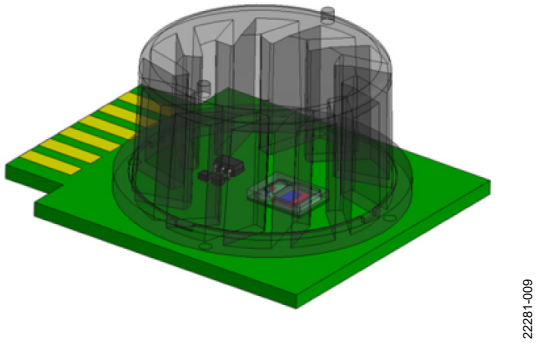

図 8. 煙チャンバを備えた ADPD188BI

結露防止加熱

回路設計でのその他の考慮事項は、ADPD188BI の測定値に対する結露の影響です。結露はチャンバ内壁に発生し、光散乱の原因となります。この光散乱はシステムには煙として現れます。この光散乱は、湿度が高く、結露が頻繁に発生する熱帯地域で特に問題となります。

この結露の影響を緩和するために、光学モジュールの周辺に加熱用抵抗が配置されています。これは、必要が生じた場合に結露を解消できるだけの熱を発生させることを意図したものです。この目的で抵抗を選択する場合、必要とする温度上昇と電源から引き出す電流との間で、一定の妥協が必要となります。

この加熱ブロックによって、設計上必要となる合計システム電力が著しく増加することになります。低い抵抗値を使用すればより多くの熱を発生できますが、消費電流は増加します。バッテリ駆動システムでは、これはバッテリ寿命の短縮にもつながるため、設計上の考慮が更に必要となります。

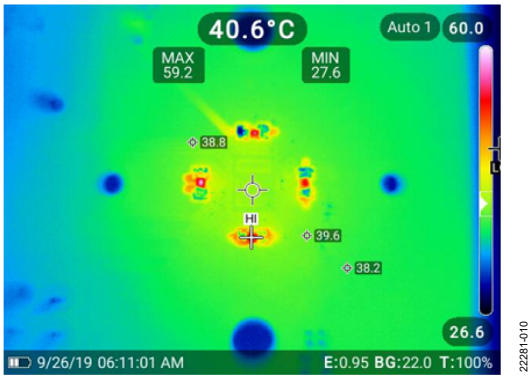

図 9. CN-0537 の加熱用抵抗の赤外画像

CN-0537 のリファレンス設計では、25Ωの抵抗を 3 個並列に接続して使用し、10ºC から 20ºC への温度上昇を実現しています。トランジスタ・スイッチによって、マイクロコントローラ・ボードがパルス幅変調（PWM）出力または汎用入出力（GPIO）ピンを介して加熱回路ブロックを動作させます。

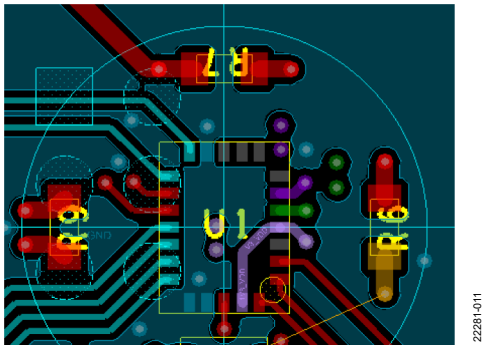

図 10. 加熱用抵抗の配置

システムのパワー・マネージメント

CN-0537 への電力供給は、Arduino フォームファクタのコネクタを介してコントローラ・ボードで行われ、回路のほとんどのアクティブ・デバイスは、3.3V～5V の電源から直接給電されます。ただし、ADPD188BI が正常に動作するには、1.8V～6V の電源電圧レベルが必要です。

ADPD188BIに給電するために必要な1.8Vを生成するには、3.3Vにレギュレーションされた電圧を ADP151 に供給します。このCMOS リニア電圧レギュレータの入力電圧範囲は 2.2V～5.5V で、最大出力電流は 200mA です。ADP151 の出力電圧は、デバイスの製造時に 1.8V に固定されており、入出力にコンデンサを必要とするだけなので、回路設計は非常に簡単なものになります。

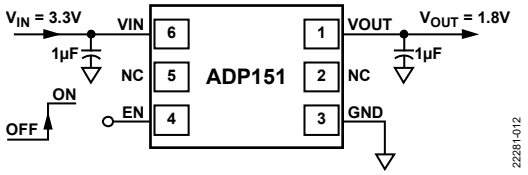

図 11. ADP151 の基本的な接続方法

同様に、ADPD188BIに内蔵された青色 LED に電力供給するために必要な 6V を生成するには、図 12 に示すように、LT8410 超低消費電力昇圧コンバータに 5V 電源を供給します。

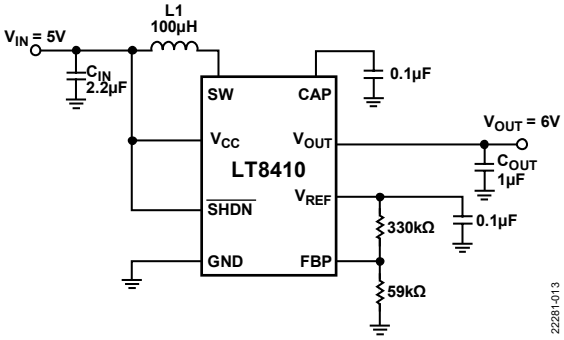

図 12. LT8410 の基本的な接続方法

LT8410 のレギュレーションされる出力は、正帰還ピン（FBP）の電圧レベルを直接基準とします。目的とするレベルの V_{OUT} を生成するには、必要なレベルの V_{FBP} を式 18 を用いて計算します。

$$V_{FBP} = V_{OUT} \div 31.85 \tag{18}$$

ここで、
V_{FBP}は、FBP ピンと GND ピンの間の電圧（V）、
V_{OUT}は目的の出力電圧（V）。

出力電圧を 6V とするには、式 18 によって、V_{FBP} を約 0.1884V にします。この電圧レベルを達成するため、図 12 に示すように、LT8410の 1.235V内部リファレンス電圧と共に簡単な分圧器を使用します。分圧器の抵抗を選択する場合、直列抵抗が 200kΩを上回るようにして、V_{REF} ピンが低負荷となることを防止してください。

LT8410 のデータシートで推奨されているように、入力ピンで使用するコンデンサの値は 2.2µF、出力ピンでは 1µF です。0.1µF のコンデンサは CAP ピンと VREF ピンでも使用します。

インダクタを選択する場合は、最小45µHで飽和電流の定格がインダクタのピーク電流より大きいものを使用することが、LT8410 のデータシートで推奨されています。インダクタの最大ピーク電流を計算するには式 19 を使用します。

$$I_{PK} = I_{LIMIT} + \frac{V_{IN} \times 150 \times 10^{-6}}{L} \tag{19}$$

ここで、
I_{PK}は、ピーク・インダクタ電流（mA）、
I_{LIMIT}は、スイッチの電流制限値（mA）、
V_{IN}は入力電圧（V）、
L はインダクタンス（H）。

この設計では 100µH のインダクタを使用しています。式にこの値を代入すると、入力電圧が 5V、最大スイッチ電流制限値が 30mA の場合、インダクタのピーク電流は 37.5mA となります。

式 20～式 23 を使用すると、LT8410 回路の最大出力電流が求まります。

$$I_{RIPPLE} = \frac{(V_{OUT} + 1 - V_{IN}) \times 200 \times 10^{-6}}{L} \quad (20)$$

$$I_{IN(AVG)} = I_{PK} - \frac{I_{RIPPLE}}{2} \quad (21)$$

$$I_{OUT(NOM)} = \frac{I_{IN(AVG)} \times V_{IN} \times 0.7}{V_{OUT}} \quad (22)$$

$$I_{OUT} = I_{OUT(NOM)} \times 0.8 \quad (23)$$

ここで、
I_{RIPPLE}は、インダクタのリップル電流（mA）、
$I_{IN(AVG)}$は、LT8410 の平均入力電流（mA）、
$I_{OUT(NOM)}$は、公称出力電流（mA）、
I_{OUT}は、最大出力電流（mA）。

インダクタンスの 100µH とピーク・インダクタ電流の 37.5mA をこれらの式に代入すると、入力電圧が 5V、スイッチ電流制限の代表値が 25mA の場合、最大出力電流は 14.23mA となります。ある範囲の負荷電流について、LT8410 回路の効率を LTspice®でシミュレーションすると、図 13 のようになります。

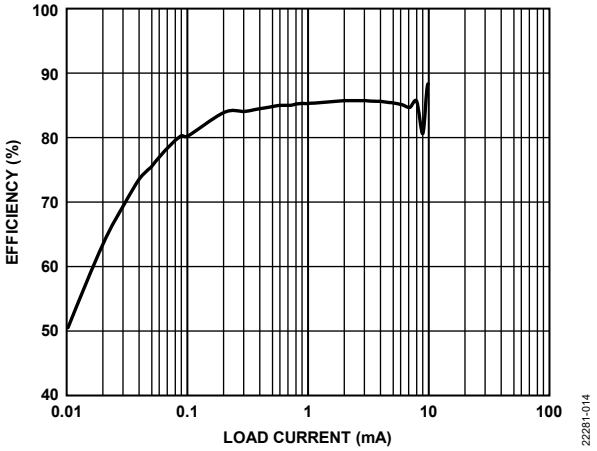

図 13. LT8410 の効率と負荷電流の関係

ADP151 回路と LT8410 回路から ADPD188BI が必要とする、各 LED の電源電流の大きさを計算するには、式 24 を使用します。

$$I_{LED_AVE_x} = SLOTx_LED_WIDTH \times I_{LED1_PK} \times DR \times PULSE_COUNT \quad (24)$$

ここで、
$I_{LED_AVE_x}$は、タイム・スロット A またはタイム・スロット B の平均 LED 電源電流（mA）、
SLOTx_LED_WIDTH は、タイム・スロット A またはタイム・スロット B の青色 LED のパルス幅（秒）、
I_{LEDx_PK}は、ピーク電流（mA、式 3～式 6 を使用して計算）、
DR は、出力データ・レート（Hz）、
PULSE_COUNT は、タイム・スロット A またはタイム・スロット B の LED パルス数。

バリエーション回路

煙検出アルゴリズムに湿度センシングが不要な場合は、ADPD188BI の代わりに ADT7302 デジタル温度センサーを使用できます。ADT7302 のフットプリントは小さいためチャンバ内に収納できます。精度は 2ºC、分解能は 0.03125ºC ですが、コストはデフォルトのセンサー（ADPD188BI）の何分の一かで済みます。

回路の評価とテスト

以下のセクションでは CN-0537 を評価するための一般的なセットアップの概略を説明します。完全なセットアップやその他の手順の詳細については EVAL-CN0537-ARDZ ハードウェア・ユーザ・ガイドを参照してください。

必要な装置

EVAL-CN0537-ARDZ

EVAL-ADICUP3029

microSD カード

micro USB - USB Type A ケーブル

USB ポートを備えた PC またはラップトップ

シリアル・ターミナル・アプリケーション

CN0537.hex ファイル

セットアップとテスト

CN-0537 には、システム評価のためにデモ用アプリケーション・ソフトウェアがあるため、ユーザは EVAL-ADICUP3029 開発プラットフォームを使用してオンボードの ADPD188BI と通信ができます。このソフトウェアを使用するには次の手順を実行します。

1. EVAL-CN0537-ARDZ ハードウェア・ユーザ・ガイドから最新バージョンの CN-0537 デモ用アプリケーション・ソフトウェア（*.hex）ファイルをダウンロードします。
2. EVAL-ADICUP3029 をコンピュータに接続します。ボードはコンピュータ上では外部 DAPLINK ドライブとして表示されます。
3. hex ファイルを DAPLINK ドライブにドラッグ＆ドロップして、CN-0537 デモ用アプリケーション・ソフトウェアを EVAL-ADICUP3029 にアップロードします。
4. コンピュータのシリアル・ターミナル・プログラムを実行します。
   a. シリアル・ポートを EVAL-ADICUP3029 に割り当てられたポートに設定します。
5. microSD カードを EVAL-CN0537-ARDZ のポート P5 に挿入します。
6. Arduino フォームファクタ・コネクタを介して、EVAL-CN0537-ARDZ を EVAL-ADICUP3029 に接続します。
7. EVAL-ADICUP3029 のプッシュボタン、S1（**3029_RESET** と表示）を押します。シリアル・ターミナルに「ようこそ」のバナーが表示され、ユーザの入力を促します。
8. 「**s**」と入力します。このコマンドはデータ・ストリームを起動します。
   a. ソフトウェアは、青色と赤外の応答を取得し始め、それらをシリアル・ターミナルに PTR 値で表示します。
9. 「**i**」と入力します。このコマンドはデータ・ストリームを停止します。

シリアル・ターミナルに表示されたファイルのコピーを取得するには、microSD カードを EVAL-CN0537-ARDZ から取り外し、その内容をコンピュータで読み出します。データ・ストリームの内容は.csv ファイルで保存されています。

完全なセットアップやその他の手順の詳細については EVAL-CN0537-ARDZ ハードウェア・ユーザ・ガイドを参照してください。

更に詳しい資料

LTspice® SPICE シミュレーション・ソフトウェア

LTpowerCAD®設計ツール

AN-1567 アプリケーション・ノート、ADPD188BI 光学式煙およびエアロゾル検出モジュールによる煙試験、アナログ・デバイセズ

UL Standard for Safety for Smoke Alarms, 8th edition, ANSI/UL 217, Underwriters Laboratory, Oct. 2015.

UL Standard for Smoke Detectors for Fire Alarm Systems, 7th edition, ANSI/UL 268, Underwriters Laboratory, Jan. 2016.

National Fire Alarm and Signaling Code, 2019 edition, NFPA 72, National Fire Protection Agency, 2019.

T. Clearly, "A Study on the Performance of Current Smoke Alarms to the New Dire and Nuisance Tests Prescribed in ANSI/UL 217-2015." Nat. Inst. Sci. and Technol., U.S. Dept. of Commerce, MD, USA, NIST.TN.1947, 2016.

A. Lee and T. Clearly. (Sep. 2017). Smoke Alarms - Where Are We Now and the Outlook for the Future. Presented at the 2017 Suppression, Detection, and Signaling Res. and Appl. Conf. (SUPDET 2017), College Park, MD, USA. [Online].

データシートと評価用ボード

CN-0537 リファレンス設計ボード（EVAL-CN0537-ARDZ）

ADICUP3029 開発プラットフォーム（EVAL-ADICUP3029）

ADPD188BI データシート

ADPD188BI 評価用ボード（EVAL-ADPD188BIZ-S2）

ADP151 データシート

ADP151 評価用ボード（EVAL-ADP151）

LT8410/LT8410-1 データシート

LT8410 デモ・ボード（DC1387A-A）

改訂履歴

7/2020—Revision 0: Initial Version