低消費電力アプリケーション用 XENSIV™ PAS CO2

キーワード: ガスセンサー, CO2センサー, 消費電力

本書について

このアプリケーションノートでは、バッテリー駆動アプリケーションなどのさまざまなアプリケーション向けに、XENSIV™ PAS CO2 を使用して低消費電力を実現するさまざまな方法について説明します。

適用範囲と目的

市場にはさまざまなガスセンサー製品がありますが、XENSIV™ PAS CO2 のように高性能なソリューションと低消費電力を提供する製品はほとんどありません。したがって、電力消費の最適化を可能な限り実現するためには、追加のコストが必要です。

対象者

アプリケーションエンジニア, テストエンジニア, 検証エンジニア, およびシステムエンジニア

目次

本書について **1**
目次 **2**
1 XENSIV™ PAS CO2 の紹介 **3**
2 推奨される電力供給順序 **4**
3 低消費電力をアーカイブする方法 **5**
3.1 消費電力の概要 5
3.2 サンプリングレートの調整 6
3.3 12 V 電源をオフにする 7
3.4 モジュール全体の切断 8
4 推奨される電源回路図 **9**
付録 **11**
改訂履歴 **13**
免責事項 **14**

1 XENSIV™ PAS CO2 の紹介

XENSIV™ PAS CO2 は、既存の CO_2 センサー ソリューションのサイズ、性能及び組み立ての課題を克服する本物の CO_2 センサーです。このセンサーは、独自の光音響分光法 (PAS) 原理に基づいて設計されています。XENSIV™ PAS CO2 は非常に小型化されたモジュールで提供されており、NDIR 原理に基づく既存の商用 CO_2 センサーよりも 4 倍小さく 3 倍軽量です。先進的なコンパクトデザインに加えて、XENSIV™ PAS CO2 は最新鋭の CO_2 ガスセンサーを凌駕する高精度性能により優れた品質データを提供します。このセンサーの高い精度レベルは、室内空気品質監視ステーションや HVAC システム、IoT アプリケーション向けに最適な選択肢となります。

XENSIV™ PAS CO2 の主要なコンポーネントは、インフィニオンの高品質基準に従って社内で開発および設計されています (例: コンポーネントのトレーサビリティ、内部および外部監査、最新の認証基準とツール)。Figure 1 に示すように、キャビティの外側にはデータ処理をサポートする XMC マイクロコントローラと光源を駆動する MOSFET があります。キャビティ内部には高 SNR シリコンマイクロフォンが検出器として配置されており、組込み MEMS ベースの赤外線エミッタが光源として使用されています。センサーは物理的なセンサーであるため、重要なウォームアップ時間は必要ありません。これにより応答時間が短縮され、また消費電力も削減されます。

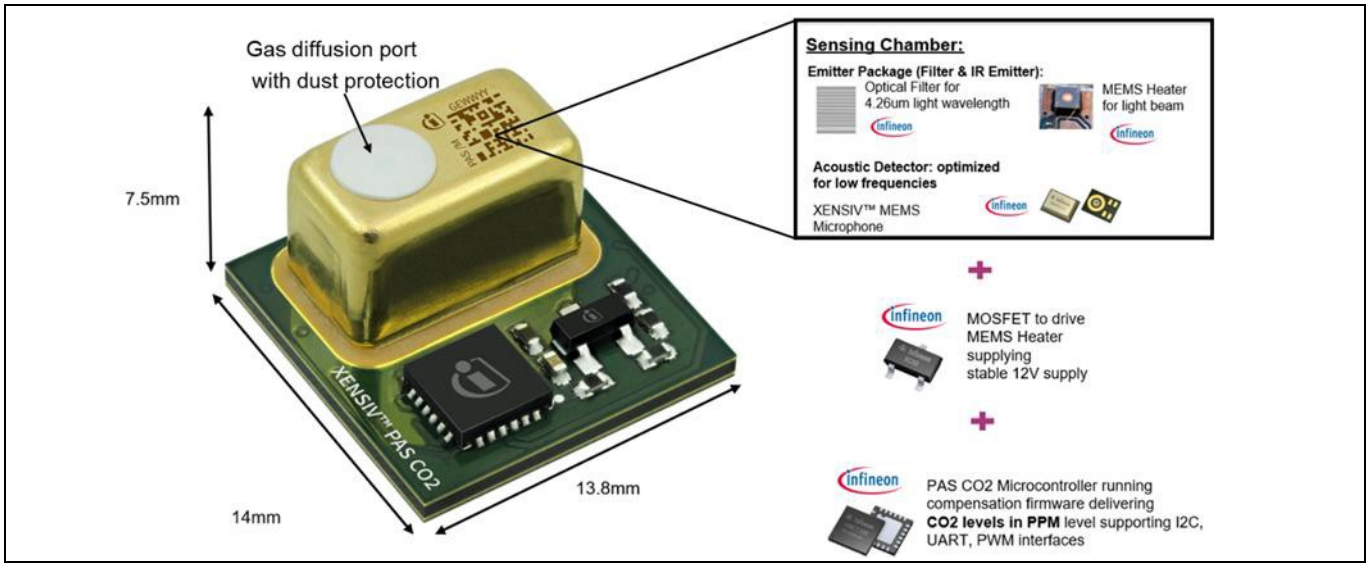


Figure 1 XENSIV™ PAS CO2 のすべての主要コンポーネントは、クラス最高のセンサー品質を保証するために社内で開発されます。

2 推奨される電力供給順序

センサーや他のコンポーネントを損傷しないためには、電源供給の特定の順序に従う必要があります。

- マイクロコントローラに電源を供給します (通信用の 3.3 V 電源)。
- ヒーターに 12 V の電源を供給します。

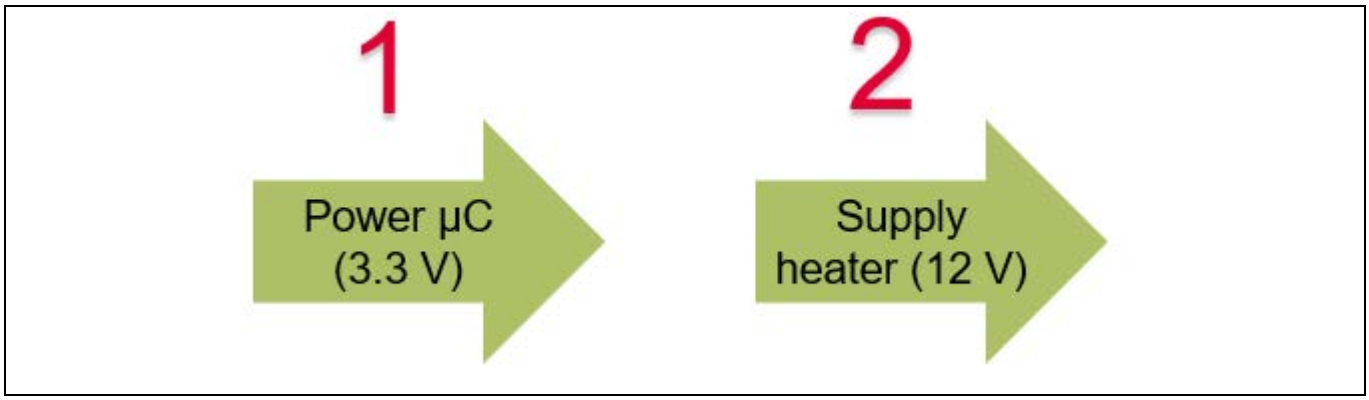


Figure 2 電源供給の順序

センサーの電源を切る場合、順序を逆にする必要があります。

3 低消費電力をアーカイブする方法

3.1 消費電力の概要

消費電力評価では、次の前提が立てられます。

- 印加される各種電圧 (それぞれ 12 V および 3.3 V) 推奨される安定性と最大リップルはデザインインガイドラインに従う。(製品ページを参照)
- 電源供給のランプは十分早いため、電力計算では無視できます。
- XENSIV™ PAS CO2 モジュールのみが考慮されます (外部回路の追加消費電流は考慮されません)。

XENSIV™ PAS CO2 をアプリケーション/製品に統合する際には、Table 1 にリストされているピーク電流を考慮する必要があります。

Table 1 定格電流

パラメーター	記号	ピン	値			単位
			最小	Typ	最大	
ピーク電流 [1)]	I_{peak12}	VDD12		130	150	mA
ピーク電流 [1)]	$I_{peak3.3}$	VDD3.3		10	20	mA

[1)] 製造テストの対象外です。このパラメーターは、設計/特性評価によって検証されます。

消費電力は、センサーの状態に応じて 3 つのカテゴリに分けることができます。最初の状態は、デバイスの電力供給に必要な消費電力をカバーするパワーアップモードです。2 番目の状態は、センサーは IR エミッタを励起し、感知素子の生データ信号をキャプチャし、これらの信号を処理して CO_2 濃度値を導出し、ユーザーが読むことができるようになるアクティブ測定モードです。3 番目の状態は、センサーがアクティブに測定していないアイドルモードです。Figure 3 は、測定シーケンスとアイドルモードを含む電流消費の原理を示しています。グラフのスケーリングは正確ではなく、視覚化の目的のみであることに注意してください。

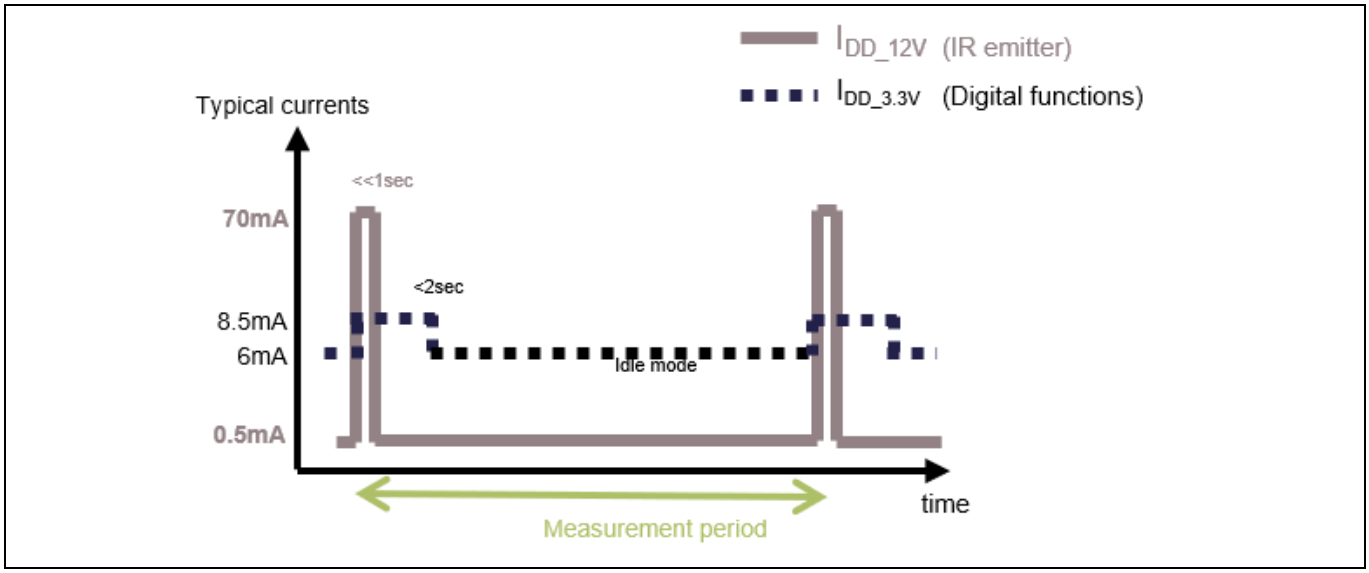


Figure 3 電流消費の原理

3 低消費電力をアーカイブする方法

3 つの状態の消費電力の分割を Table 2 に示します。全体的な電力消費を減らすためにこれらのカテゴリに取り組むさまざまな可能性は、以下のセクションで説明されています。

Table 2　消費電力の分割

パラメーター	電源投入	測定中		アイドル		単位
	3.3 V	**3.3 V**	**12 V**	**3.3 V**	**12 V**	
平均電流	9	8	70	6	0.5	mA
平均電力	29.7	26.4	840	19.8	6	mW
期間	0.8	0.7	0.2	-		s

3.2　サンプリングレートの調整

サンプリングレートを調整することで、センサーの負荷を軽減し、消費電力を時間の経過とともに分散させることができます。測定レートは、測定周期設定レジスタで設定できます。レジスタ MEAS_RATE_H (アドレス: 0x02) と MEAS_RATE_L (アドレス: 0x03) は、連続モードで使用される測定期間を定義します。MEAS_RATE_H (MSB) と MEAS_RATE_L (LSB) を連結することで期間を定義します。連結された値は、2 の補数の符号付き短整数 (1 ビット = 1 秒) としてコード化されます。この例では、測定レートは 60 秒に設定されています。測定モードの設定レジスタ MEAS_CFG (アドレス: 0x04) は定義されたデバイスの動作設定を定義します。このレジスタに 0x02 を書き込むことで、連続測定モードが設定され、トリガーが発生します。

連続モードでの測定レートの設定

```
001        w 28 02 00 p
002        w 28 03 3C p
003        w 28 04 02 p
```

Attention: 詳細なレジスタマップについては、別のアプリケーションノートで説明しています(製品ページを参照)。

全体の消費電力を計算するために、3 つの状態と 2 つの電源で消費電力を分割すると、式 (1.1) と式 (1.2) にまとめられます。T はサンプリングレートを定義しているため、次回の測定が開始されるまでの期間です。これらの式を使用した消費電力の結果は、Table 3 に示します。

$$P_{3.3} = 3.3\,V * \frac{1}{T} * [0.8\,s * 9\,mA + 0.7\,s * 8\,mA + (T - 0.8\,s - 0.7\,s) * 6\,mA] \quad (1.1)$$

$$P_{12} = 12\,V * \frac{1}{T} * [0.2\,s * 70\,mA + (T - 0.2\,s) * 0.5\,mA] \quad (1.2)$$

Table 3　調整されたサンプリング レートによる消費電力

サンプリングレート	**3.3 V 電源**	**12 V 電源**	合計	単位
1 meas/10 秒	21.05	22.68	43.73	mW
1 meas/1 分	20.01	8.78	28.79	mW
1 meas/1 時間	19.80	6.05	25.85	mW

3.3 12 V 電源をオフにする

INT_CFG.INT_FUNC =100b で、連続モードが有効な場合 (MEAS_CFG.OP_MODE=10b)、ピン INT は測定の開始前約 1 秒前にアクティブレベルを発行する早期測定開始通知として機能します。測定シーケンスの間、ピン INT はアクティブレベルを保持します。測定シーケンスの終わりでは、ピン INT は非アクティブレベルを発行するためリセットされます。

この機能の目的は、測定が約 1 秒後に開始されることをアプリケーションに通知することです。この機能はシステムの消費電力を最適化するために使用できます。そのため、デバイスが非アクティブな場合は 12 V 供給をオフにできます。測定シーケンスが開始される直前に通知された後、アプリケーションは (約) 1 秒の時間、測定シーケンスが発生する前に 12V 供給をオンにする必要があります。ピン INT はビットフィールド INT_CFG.INT_TYP に応じてプッシュプルアクティブハイまたはプッシュプルアクティブロー出力として設定できます。この例では、ピン INT は早期測定開始通知ピンとして動作し、プッシュプルアクティブハイとして設定されています。この場合の INT 信号の見え方の例を Figure 4 に示します。測定レートは 10 秒に設定されています。

連続モード時の早期測定開始通知と測定レートの設定

```
001        W 28 08 18 p
002        w 28 02 00 p
003        w 28 03 0A p
004        w 28 04 02 p
```

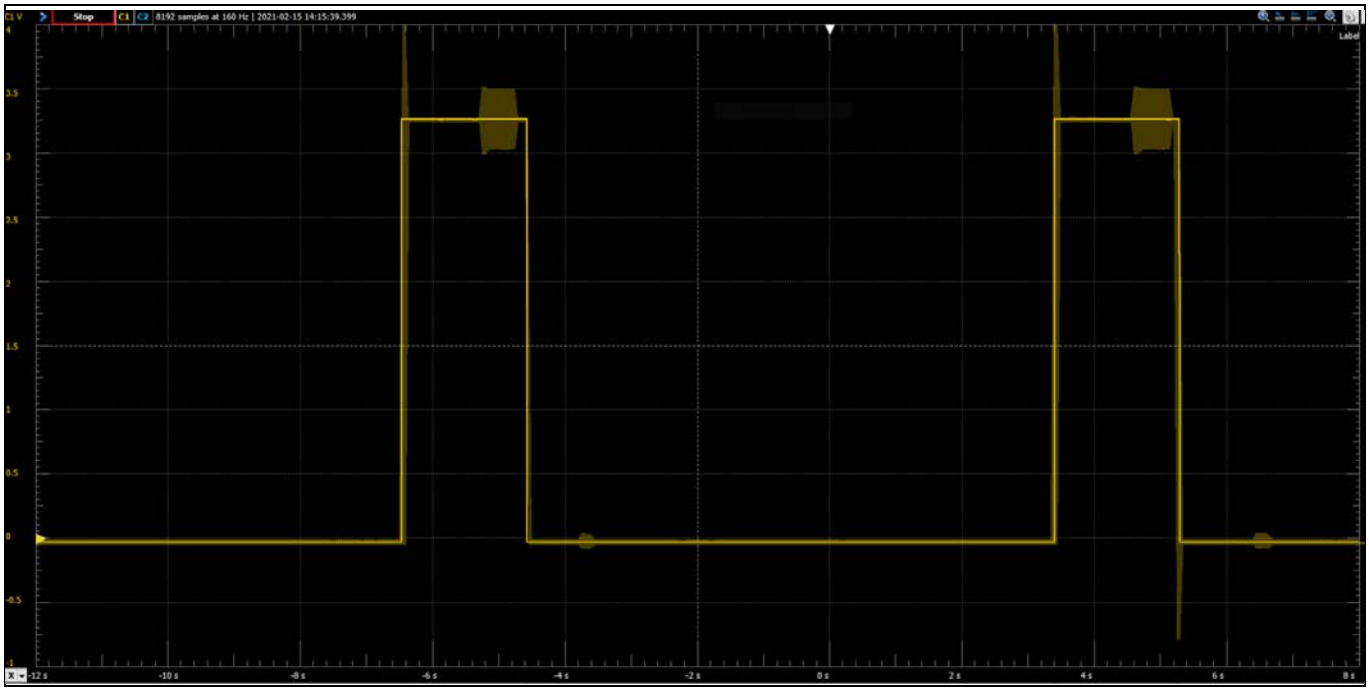


Figure 4 INT 信号を早期測定通知ピンとして測定

この最適化を使用すると、12 V 電源は計測中のみアクティブであり、方程式 (1.2) のアイドル部分は省略できます。これにより、12 V 電源の消費電力方程式 (1.3) が得られます。方程式 (1.1) および (1.3) を使用した消費電力の結果を Table 4 に示します。

$$P_{12} = 12\,V * \frac{1}{T} * [0.2\,s * 70\,mA] \quad (1.3)$$

Table 4　最適化された 12 V 電源による消費電力

サンプリングレート	3.3 V 電源	12 V 電源	合計	単位
1 meas/10 秒	21.05	16.80	37.85	mW
1 meas/1 分	20.01	2.80	22.81	mW
1 meas/1 時間	19.80	0.05	19.85	mW

3.4　モジュール全体の切断

12 V 電源をオフにして 3.3 V 電源にするという従来の方法を進化させることで、アイドルフェーズ中のマイクロコントローラの消費電力を補償できます。その後、デバイスは測定シーケンス中にアクティブ状態でのみ電流を流し、消費電力を削減します。

12 V 電源と同様に、式 (1.1) の 3.3 V 電源のアイドル状態は省略され、起動状態と測定状態のみを考慮する必要があります。式 (1.3) および (1.4) を使用してすべての最適化手法を考慮した後の消費電力の結果を Table 5 に示します。

$$P_{3.3} = 3.3\ V * \frac{1}{T} * [0.8\ s * 9\ mA + 0.7\ s * 8\ mA] \quad (1.4)$$

Table 5　最適化された 3.3 V および 12 V の電源による消費電力

サンプリングレート	3.3 V 電源	12 V 電源	合計	単位
1 meas/10 秒	4.22	16.80	21.02	mW
1 meas/1 分	0.70	2.80	3.50	mW
1 meas/1 時間	0.01	0.05	0.06	mW

Note:　3.3V 電源を停止する際には、安定した I²C 通信が確保される必要があります。プルアップ抵抗の電圧は別の供給源または例えば I²C マルチプレクサを介して供給する必要があります。

4 推奨される電源回路図

デザインインガイドライン (製品ページを参照) に従った、安定した 12 V 電源を生成するための推奨方法については、XENSIV™ PAS CO2 Wing ボード V4 の電力回路図で紹介されています。また、XENSIV™ PAS CO2 Wing ボード V4 は、低消費電力を実現するために導入された 3 つの手法を最大限に活用しています。XENSIV™ PAS CO2 Wing ボード V4 は、IoT 空気品質モニターの高速プロトタイピングを可能にし、Adafruit™エコシステムと完全互換性があります。このボードは以下の機能をサポートしています。

- USB または外部バッテリーから給電
- 3 つの LED (緑、黄、赤) で空気の質を直接可視化
- 音響警告用ブザー (例:空気品質指数の閾値が上書きされた場合など)
- リセットとユーザーボタン
- センサーに電力供給するためにオンボードで生成される 12 V 電源
- 省電力化のために XENSIV™ PAS CO2 Wing ボード V4 をオフにするパワーダウンピン

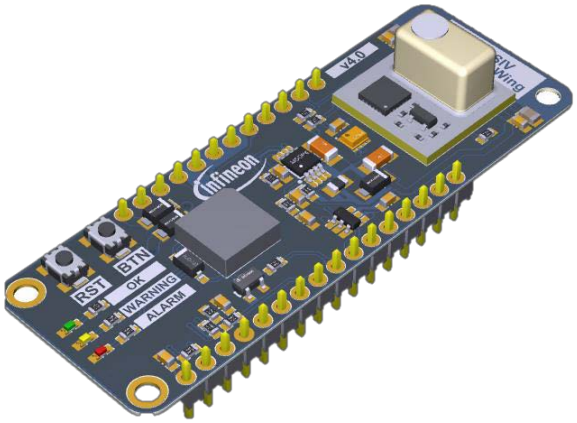


Figure 5 XENSIV™ PAS CO2 Wing ボード V4

4 推奨される電源回路図

使用している PWMDC/DC コンバータ LT3580 と、必要なアプリケーションに合わせ適用した回路図を Figure 5 に示します。XENSIV™PAS CO2 の INT ピンは、チップの有効化および無効化を制御しているコンバータのシャットダウンピンに接続されています。早期の測定開始通知およびプッシュプル アクティブ ハイとして INT ピンの機能が実装されているため、測定シーケンスがアクティブな間のみ 12 V 電源が供給されます。非アクティブ状態では、INT ピンはローであり、シャットダウンピンもローとなり、全体的にチップが無効化されるため 12 V 電源も無効化されます。理想的な 12 V 電源推奨については、当社の設計ガイドラインアプリケーションノートをご覧ください。

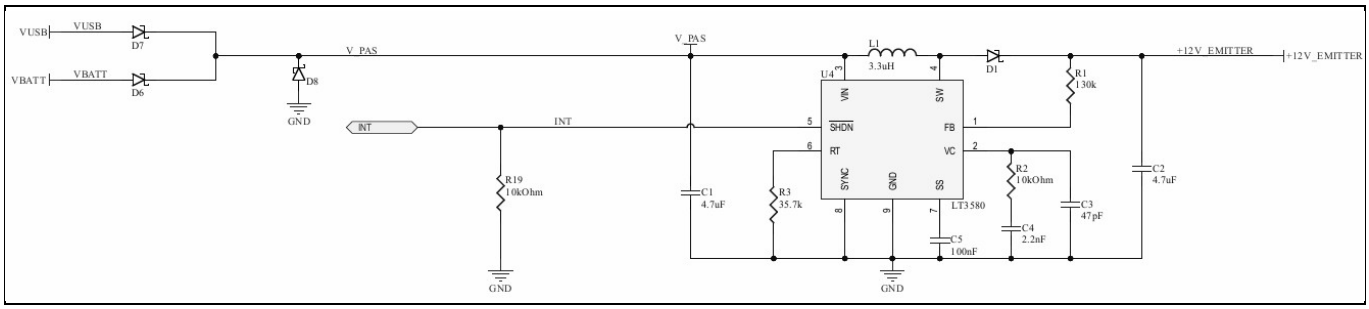


Figure 6　IR エミッタの電源回路の概略図

XENSIV™ PAS CO2 の 3.3 V 電源はスイッチによって制御されます。パワーダウンピンを High または Low に設定することで、スイッチが閉じたり開いたりし、それによって 3.3 V が通過したりグランドに接続したりします。

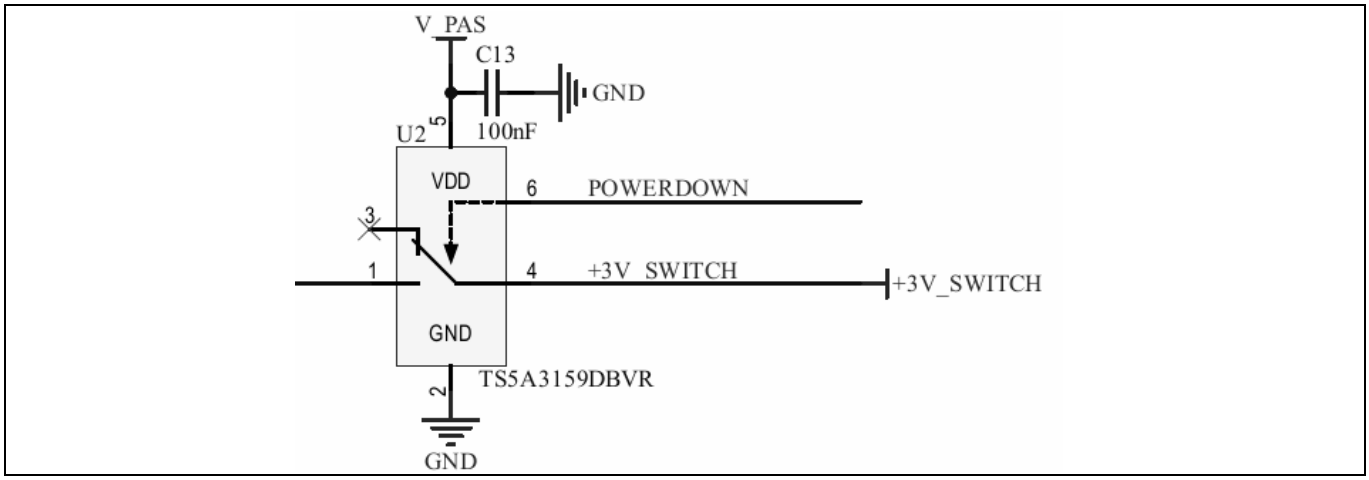


Figure 7　3.3 V 電源制御用スイッチ

消費電力の計算を容易にするために、製品ページからダウンロードできる消費電力計算機が提供されています。

付録

XENSIV™ PAS CO2 Wing ボード V4 の完全な回路図は、ここに掲載されています。

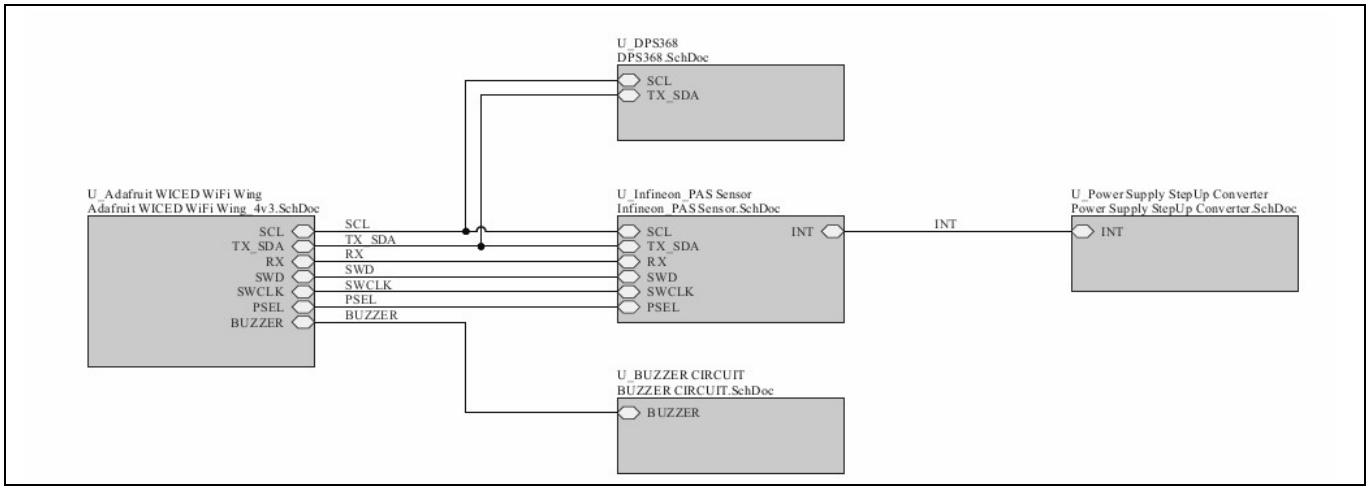


Figure 8　最上位の回路図

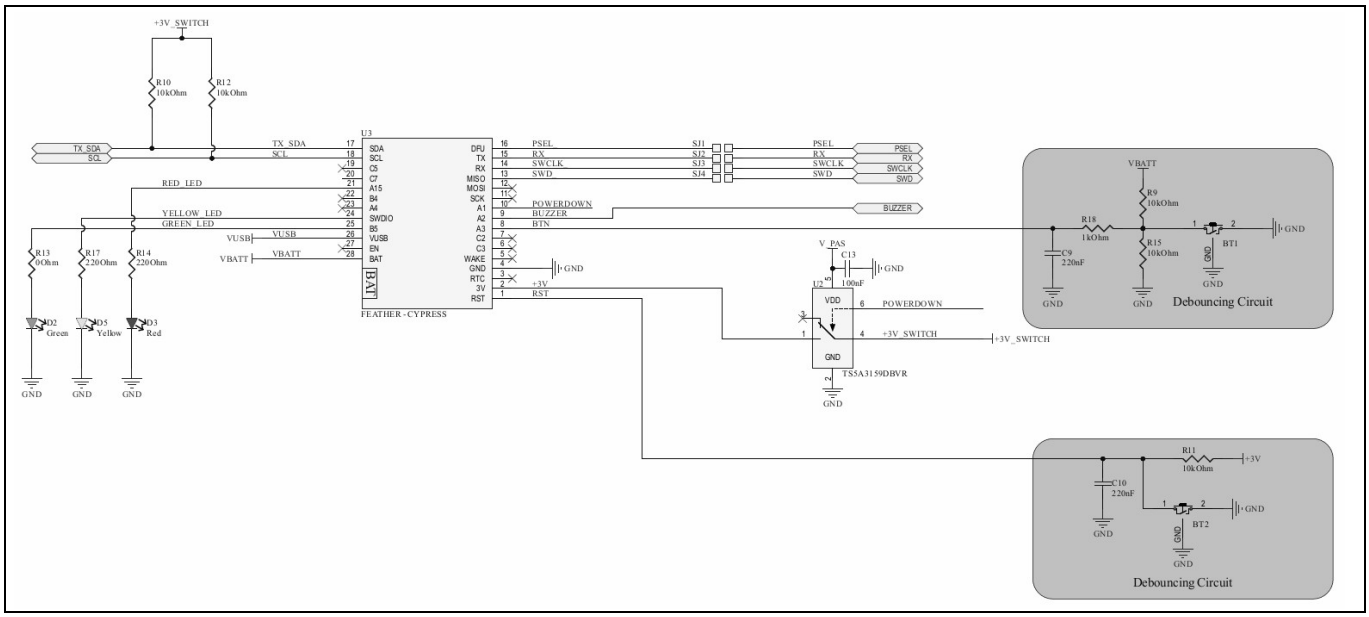


Figure 9　Adafruit wiced wifi フェザーボード

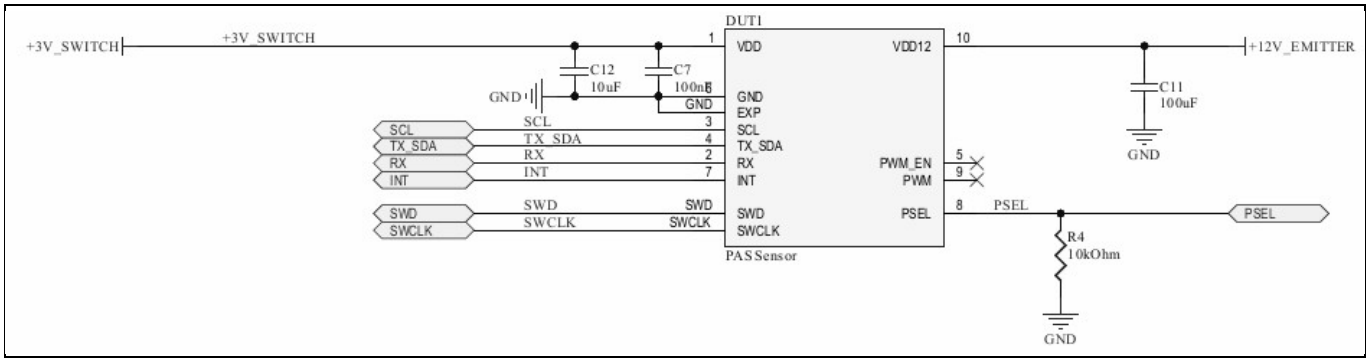


Figure 10　XENSIV™ PAS CO2 センサー

付録

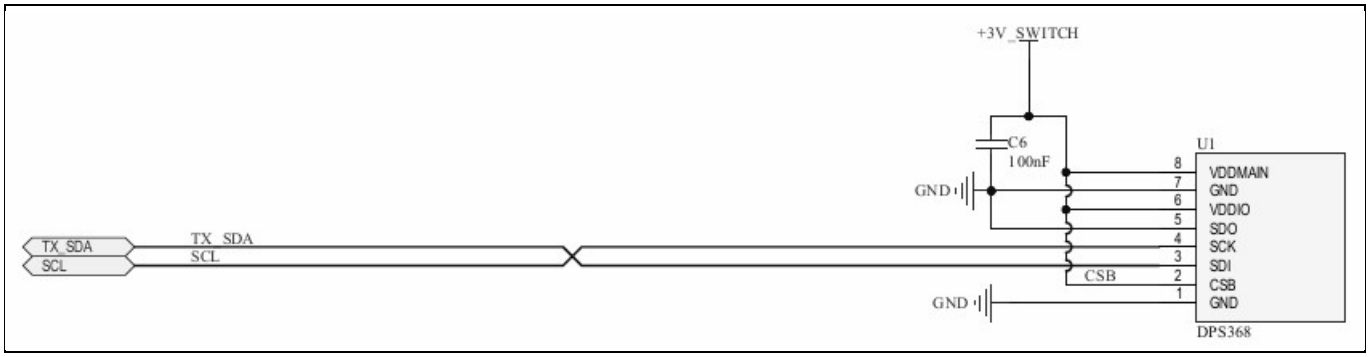


Figure 11　XENSIV™ DPS368 圧力センサー

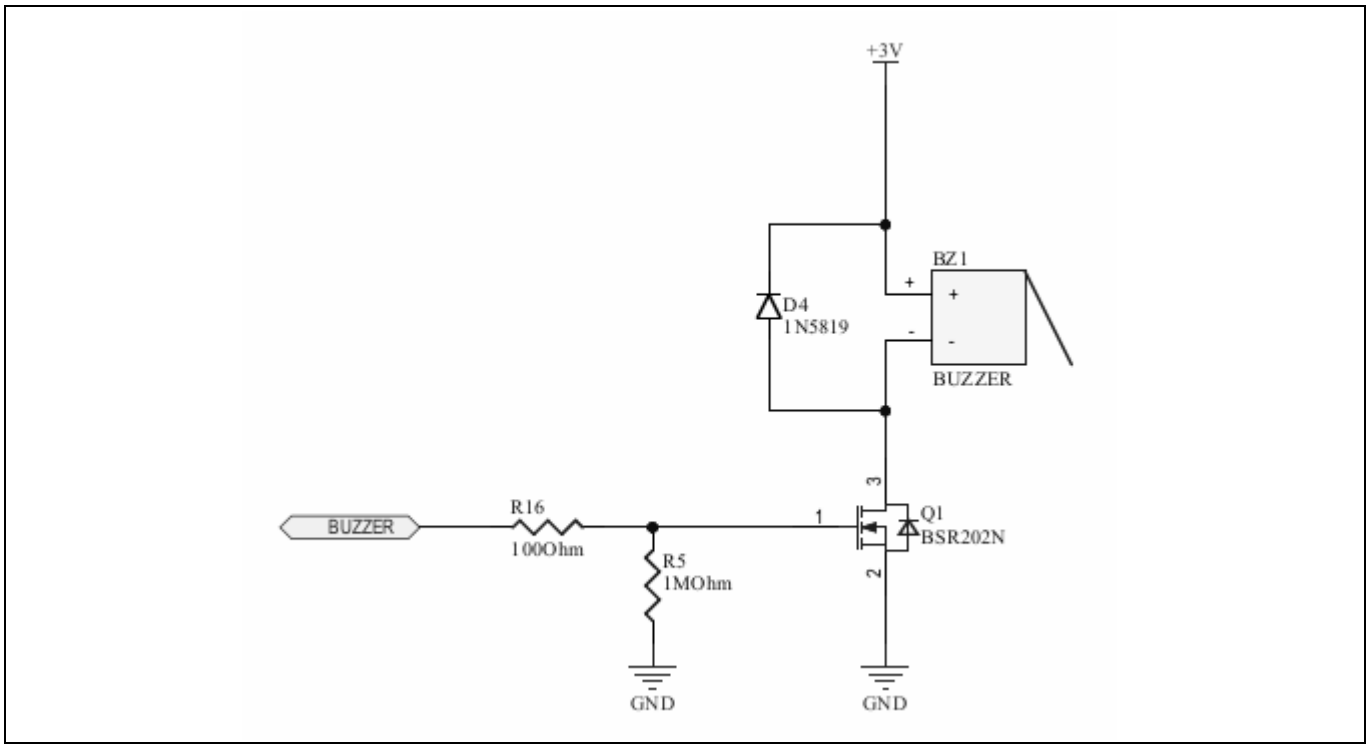


Figure 12　ブザー回路

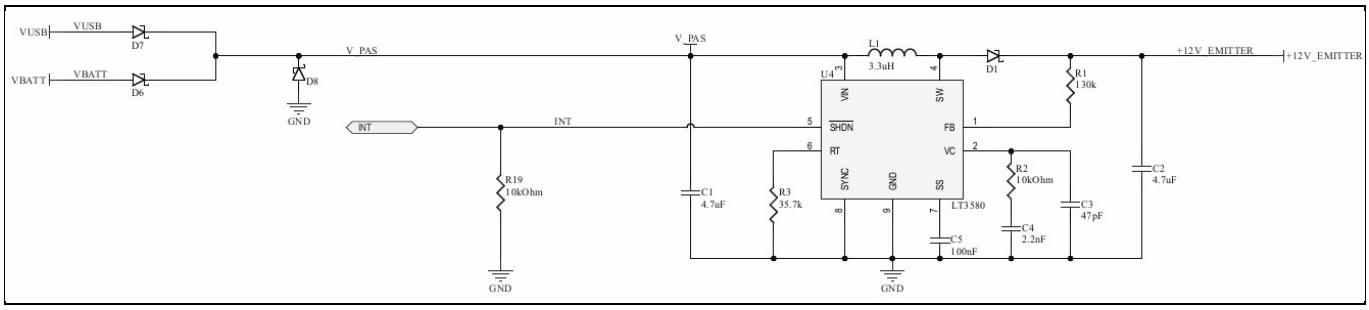


Figure 13　電源セットアップコンバータ

改訂履歴

版数	発行日	変更内容
V1.1	2024-03-06	これは英語版 AN_2106_PL38_2107_132213 V1.1 について、Infineon DEVELOPER COMMUNITY の参画者によって日本語に翻訳されたドキュメントです。

Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2024-03-06
Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2024 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?

Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN_2106_PL38_2107_132213_JA

重要事項
本手引書に記載された本製品の使用に関する手引きとして提供されるものであり、いかなる場合も、本製品における特定の機能性能や品質について保証するものではありません。本製品の使用の前に、当該手引書の受領者は実際の使用環境の下であらゆる本製品の機能及びその他本手引書に記された一切の技術的情報について確認する義務が有ります。インフィニオンテクノロジーズはここに当該手引書内で記される情報につき、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

警告事項
技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。
インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。