XENSIV™ PAS CO2 のデザインイン ガイドライン

本書について

このアプリケーションノートでは、インフィニオンの XENSIV™ PAS CO2 センサーの環境的および機械的統合を最適化するための設計ガイドラインを最終アプリケーション所有者に提供します。

適用範囲と目的

このドキュメントでは、インフィニオンの XENSIV™ PAS CO2 センサーの環境的および機械的実装に関する情報を提供します。また、センサーの推奨アプリケーションシナリオも強調しています。

対象者

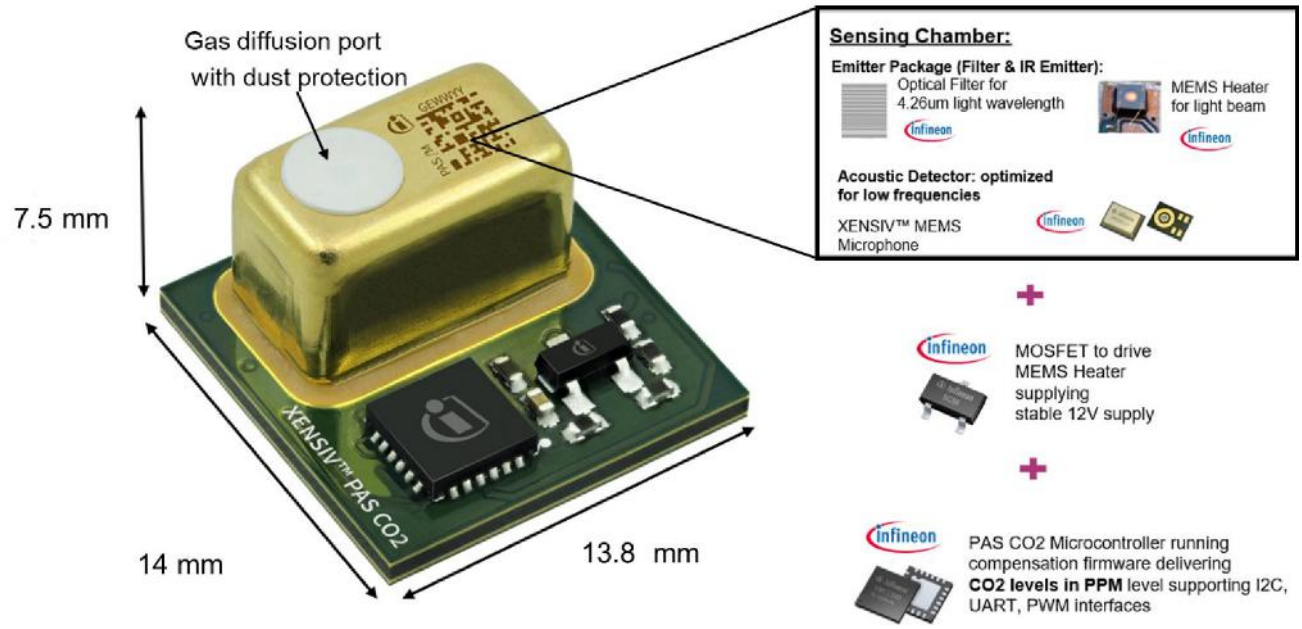
最先端の小型 CO2 センサーである XENSIV™ PAS CO2 をアプリケーションに使用することを検討している製品開発チーム。

目次

本書について 1
目次 2
1 XENSIV™ PAS CO2 モジュールの紹介 3
2 XENSIV™ PAS CO2 の動作原理 4
3 理想的な運用を確保するための推奨事項 5
3.1 周囲条件との適切な結合 5
3.2 いくつかの予防策を検討する必要があります 5
3.3 12V 電源ラインのノイズを最小化 7
3.4 組立て説明 8
4 一般的なアプリケーションシナリオ 10
4.1 スピーカー内の音響信号の影響 10
4.2 空気清浄機内の振動の影響 10
4.3 屋内環境内のセンサーカバレッジ 11
4.3.1 アプリケーションシナリオ: 会議室 11
改訂履歴 13
免責事項 14

1 XENSIV™ PAS CO2 モジュールの紹介

Figure 1 に示すように、XENSIV™ PAS CO2 は、赤外線 (IR) エミッタを備えたガス測定セル, 音響検出器としての高 SNR マイク, およびデータ処理用の XMC™マイクロコントローラで構成されます。測定セルの上面にあるディフューザーポートは、防塵を維持しながら効率的なガス交換を可能にします。センサーモジュールは、PCB の底面にあるパッドを介した表面実装はんだ付けによる実装を可能にします。すべての主要コンポーネントは社内で開発されており、最高の品質とパフォーマンスを保証します。ただし、最高のセンサー性能を実現するには、アプリケーション環境でセンサーを適切に実装することが不可欠です。



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

Figure 1 XENSIV™ PAS CO2 センサー

2 XENSIV™ PAS CO2 の動作原理

推奨事項の前に、光音響分光法 (PAS) の動作原理の要約を次に示します。Figure 2 に示すように、エミッタ IR 光源 (黒体放射体) は広いスペクトルを放射し、光学フィルターは 4.2 µm の波長しか通過を許容しません。チャンバー内の CO_2 分子は、波長 4.2 µm の光を吸収して励起されます。IR エミッタは、CO_2 分子がキャビティ内で十分な音圧変化を生み出すことを保証するために特定の周波数でチョップされる必要があり、それは共振周波数で音響検出器によって検出されます。

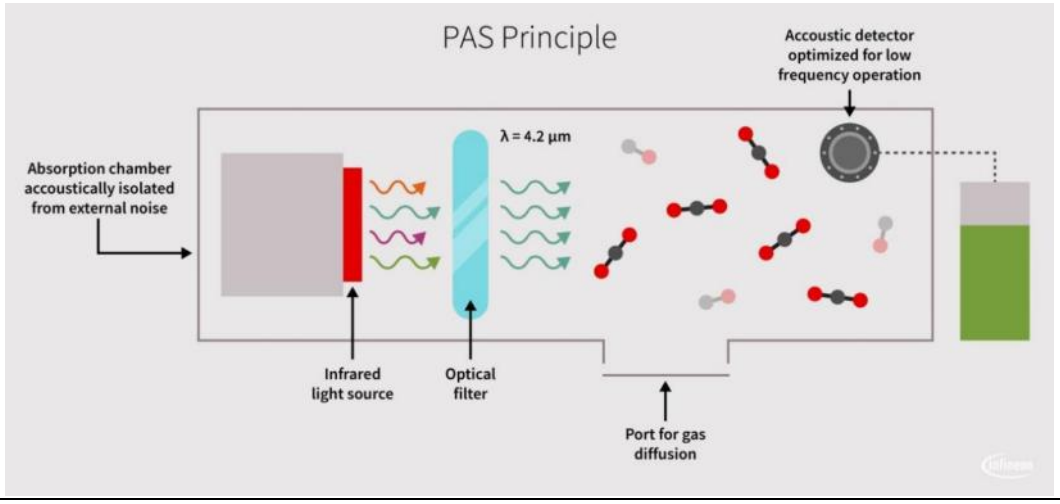


Figure 2 光音響分光法の動作原理

3 つの重要なビルディングブロックは、センサーがアプリケーション環境で良好に機能するかどうかを決定します。

- **ビルディングブロック 1:** ガスポートを介した適切な CO_2 分子拡散
- **ビルディングブロック 2:** エミッタからの選択的な 4.2µm 光
- **ビルディングブロック 3:** CO_2 分子励起のみによる音圧変化をマイクロフォンで検出

次のセクションでは、これら 3 つのビルディングブロックについて、アプリケーションシステムでセンサーの良好なパフォーマンスを確保するための適切な推奨事項とともに説明します。

3 理想的な運用を確保するための推奨事項

3.1 周囲条件との適切な結合

前のセクションで説明したように、適切な動作のためには、CO_2 分子をセンサキャビティ内に適切に拡散させる必要があります。適切な結合を確保するには、次の条件を満たす必要があります。

- デバイスは、十分に大きな開口部を有する CO_2 分子の拡散が容易に起こり得るように配置する必要があります。推奨される開口部は少なくとも 14 mm x 14 mm です。
- CO_2 濃度は、適用チャンバーキャビティ内に閉じ込められるべきではありません。アプリケーションチャンバーキャビティのバックボリュームは約 3.89 cm^3 (1.8 cm x 1.8 cm x 1.2 cm) である必要があります。

良好な環境結合の例を Figure 3 に示します。

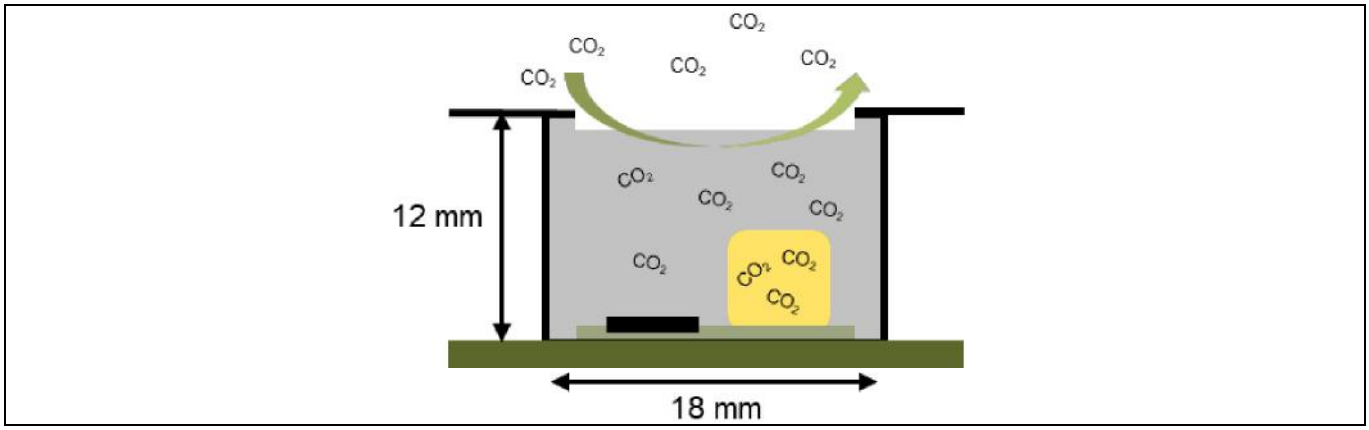


Figure 3 周囲条件との理想的な結合の例

3.2 いくつかの予防策を検討する必要があります

環境との良好な結合に加えて、以下の予防策も考慮する必要があります。

- **直接空気の流れからの保護:** センサーを流れに直接配置しないでください。流れによっては、塗布キャビティ内の圧力が変化し、ランダムな圧力変動により追加の誤差が生じる可能性があります。
- **温度源からの隔離:** 0°C～50°C の動作範囲内で、XENSIV™ PAS CO2 センサーは温度の影響を大幅に補正します。内蔵の XMC™温度センサーがこの補正に使用されます。ただし、センサーの横に熱源がある場合、デバイスは周囲温度を経験せず、ボード温度のみを考慮します。そのため、熱源が XMC™による温度測定に影響を与える場合、補償スキームが乱れる可能性があります。したがって、理想的な動作条件を得るには、センサーを隣接する熱源から隔離しておくことを推奨します。
- **振動からの隔離:** PAS テクノロジーの検出器は MEMS マイクで、ガスキャビティ内の小さな圧力変化を定量化します。低周波振動は同様の圧力変化を引き起こす可能性があり、センサーはこの小さな圧力変化を実際の CO_2 濃度変化と見なす場合があります。したがって、センサーが直接振動源から隔離されたままであることを確認することを推奨します。ただし、防振を確保できない場合は、最初に振動源を特定し、Figure 4 に示すように、振動がセンサーの x 方向から来るようにセンサーを配置することを推奨します。

3 理想的な運用を確保するための推奨事項

さらに、連続モードおよび高速サンプリングレート動作中は、振動の影響をさらに最小限に抑えるノイズ除去フィルター (ステップワイズリアクティブ IIR) を有効にすることを推奨します。

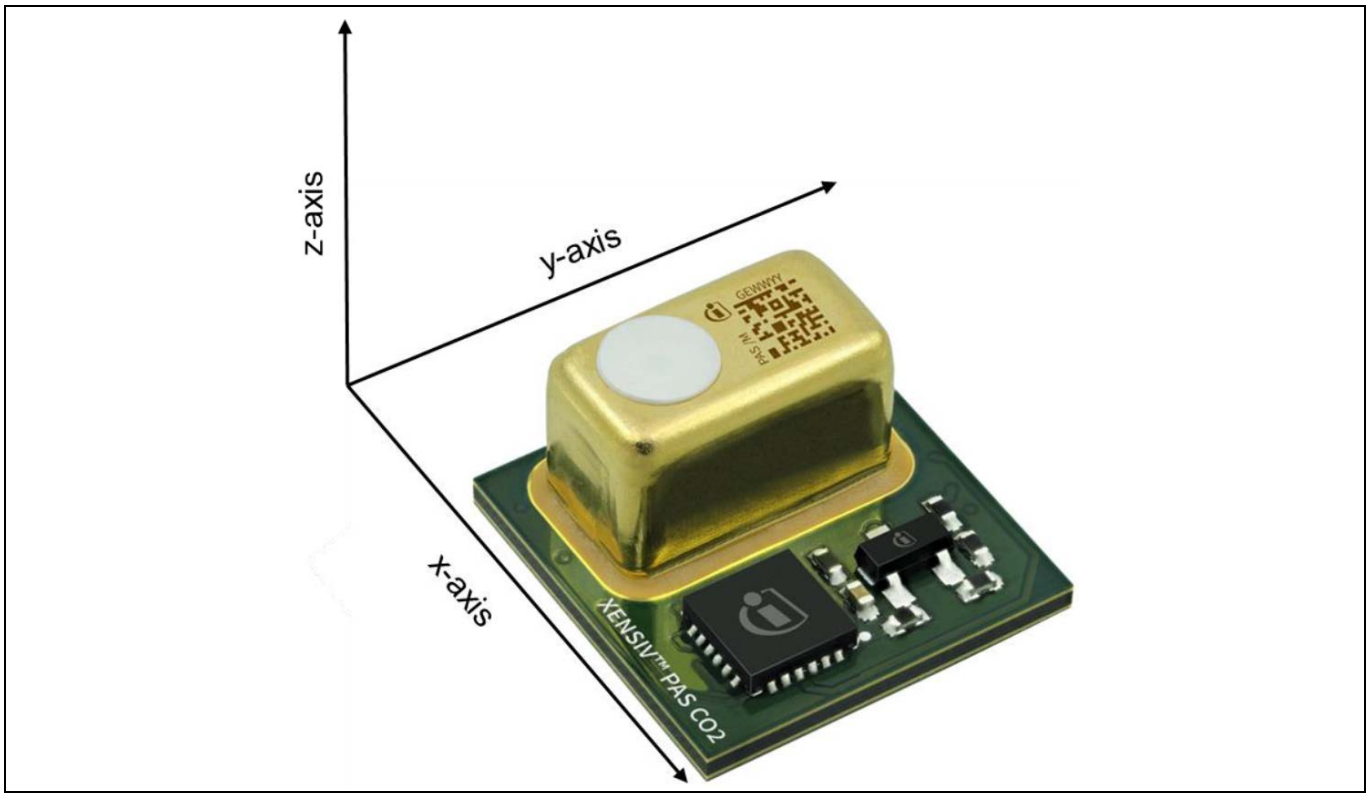


Figure 4　　センサーは振動源の x 方向に配置する必要があります

- **日光からの隔離:** センサーが日光にさらされると、センサーが熱くなり、温度勾配が生じる可能性があります。この温度勾配は、センサーによる適切な温度補償を妨げる可能性があるため、センサーを日光から隔離することを推奨します。
- **非凝縮操作:** デバイスは非凝縮操作にのみ使用する必要があります。回路の近くに水が溜まると、センサーが修復不可能なほど損傷する可能性があります。

上記の予防策を組み込んだ理想的なチャンバー設計を Figure 5 に示します。

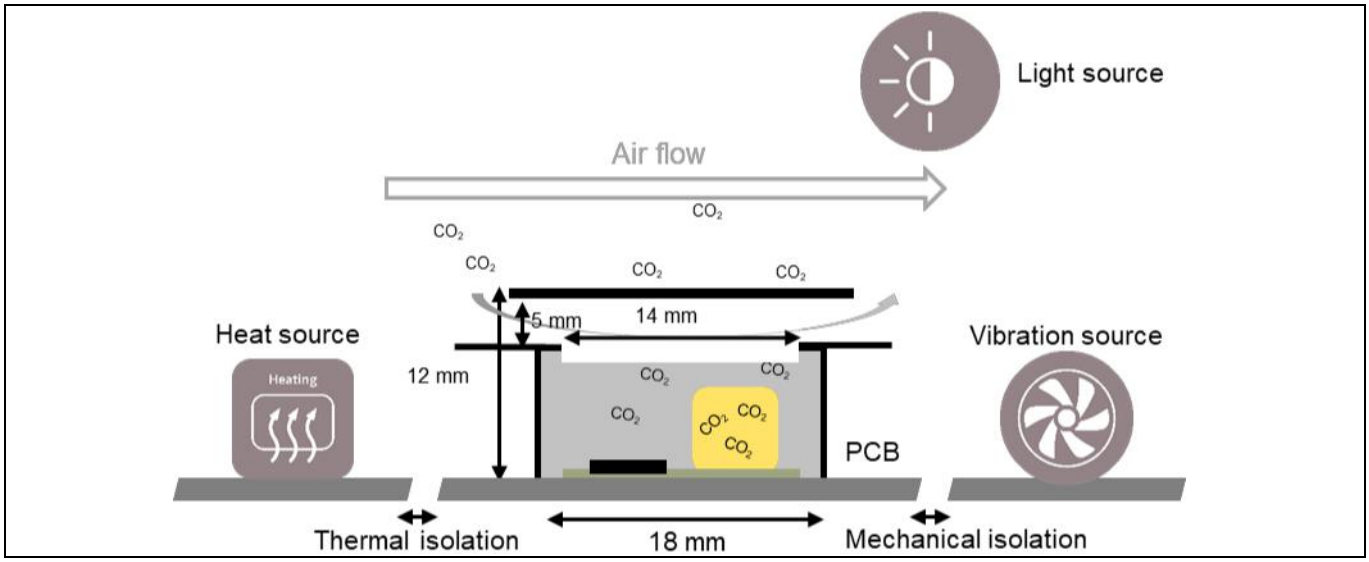


Figure 5 **XENSIV™ PAS CO2 を使用してアプリケーションを設計する際には、予防策を考慮する必要があります**

3.3 12V 電源ラインのノイズを最小化

12V 電源ラインのノイズを最小限に抑えるには、デカップリング コンデンサのセットを使用する必要があります。デカップリング コンデンサは、局所的な電気エネルギー貯蔵として機能し、充電または放電に時間が必要です。したがって、それらは急速な電圧変化に反対し、信号の DC 成分のみを通過させます。推奨する方法としては、Figure 6 に示すように、12V ラインの広いノイズ スペクトラムをカバーするために、12V と GND の間に 47 µF, 100 nF, および 10 nF を接続し、VDD12 ピンのできるだけ近くに配置する必要があります。一般に、このセンサーは電源ノイズやリップルに対して堅牢です。電源は、Figure 6 に示すように、コスト効率の高い部品で準備できます。12 V を生成する回路例は、製品ページ (www.infineon.com/CO2) のダウンロードセクションでリファレンスデザインとして共有されています。

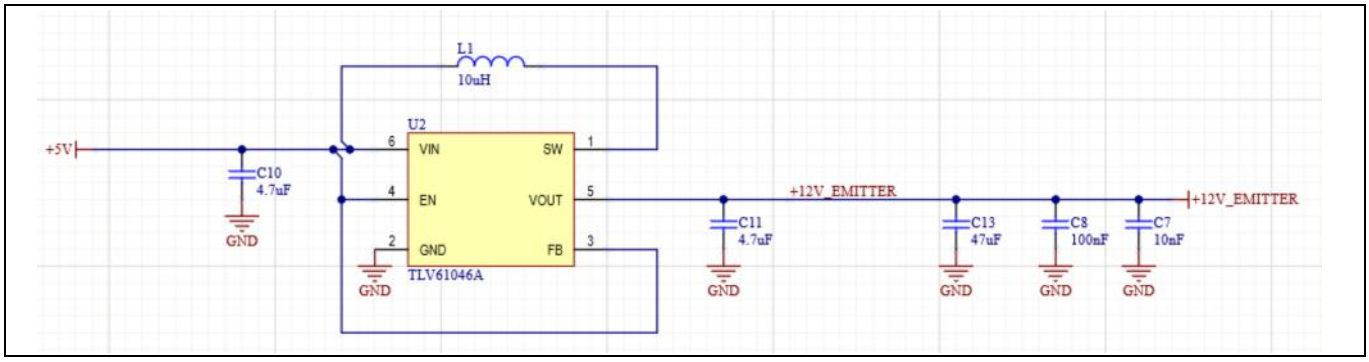


Figure 6 **12V 電源電圧をデカップリングするための推奨回路**

3.4 組立て説明

XENSIV™ PAS CO2 モジュールは、感湿レベル 3 (MSL 3) に分類されます。ボードアセンブリ中の最高リフロー温度は、IPC/JEDEC J-STD-020E に従って 245°C を超えてはいけません。Figure 7 に示すように、パッド 1〜14 は、はんだ付けする必要があります。パッド 1〜10 は、機能ごとに組み立てる必要があります。パッド 11 と 13 は GND に接続する必要があります。パッド 12 と 14 は内部接続されていませんが、機械的安定性を維持するために、はんだ付けする必要があります。パッド 12 と 14 は、OPEN にすることも、GND に接続することもできます。マークされていない小さなパッドは OPEN のままにしておく必要があります。フットプリント図, ボードアセンブリガイドライン, ステンシルの推奨事項などの詳細は、インフィニオンのパッケージ名「LG-MLGA-14」の CO2 製品ページに記載されています。

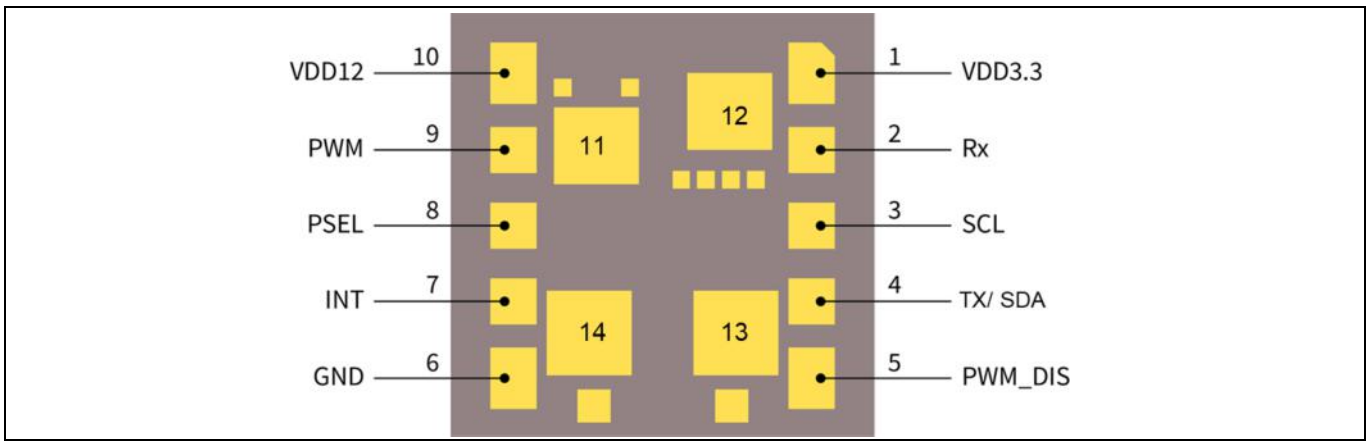


Figure 7 XENSIV™ PAS CO2 パッドは、アプリケーションボード上で接続する必要があります。

Note: 1) 1 回限りのリフローが許可されており、組立て後のやり直しは推奨しません。
2) 気相はんだ付けは、センサーを不可逆的に損傷する可能性があります。
3) モイスチャーバッグを開けた直後 (24 時間以内) にモジュールを組み立てることを推奨します。

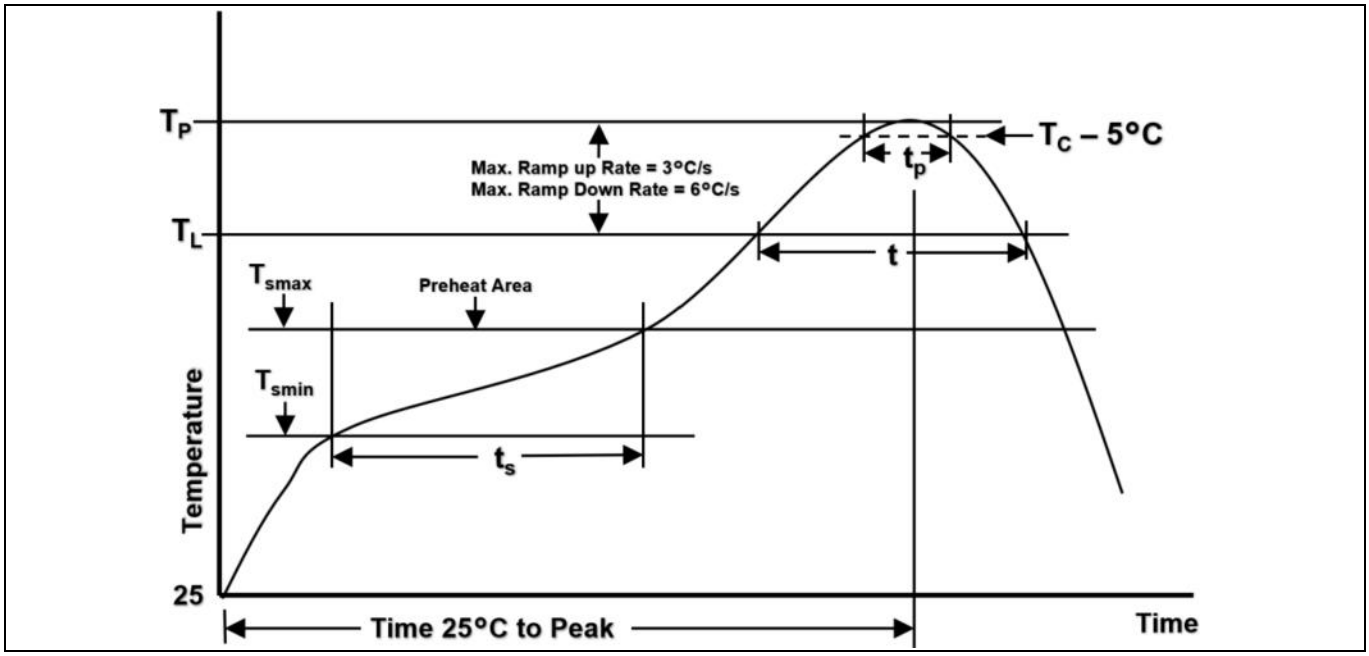


Figure 8 JEDEC J-STD-020E に準拠したリフロープロファイル

3 理想的な運用を確保するための推奨事項

Table 1　　JEDEC J-STD-020E に準拠したリフロープロファイル

プロファイル機能	Sn-Pb 共晶アセンブリ	鉛フリーアセンブリ
予熱/浸漬		
最低’温度 (T_{smin}) 最高温度 (T_{smax}) T_{smin} から T_{smax} までの時間(t_s)	100 °C 150 °C 60～120 秒	150 °C 200 °C 60～120 秒
ランプアップ速度 (T_L から T_P)	最大 3°C/秒	最大 3°C/秒
液体温度 (T_L) 時間 (t_L) は T_L を超えて維持されます	183 °C 60～150 秒	217 °C 60～150 秒
パッケージ本体のピーク温度 (T_P)	245 °C	245 °C
指定された温度 (T_C) から 5°C 以内の時間 (t_P)	20 秒	30 秒
ランプダウン速度 (T_P から T_L)	最大 6°C/秒	最大 6°C/秒
25°C からピーク温度までの時間	最大 6 分	最大 8 分

4 一般的なアプリケーションシナリオ

4.1 スピーカー内の音響信号の影響

PAS テクノロジーは、CO2 を検出するために高 SNR マイクに依存します。したがって、エンドユーザーにとって、センサーが周囲のノイズの影響を受ける可能性があることは一般的な懸念事項です。しかし、当社の堅牢なパッケージのおかげで、センサーは周囲のノイズから音響的に隔離されています。センサーは、CO2 分子のみが測定チャンバー内で拡散し、周囲のノイズを大幅に減衰させるように設計されています。Figure 5 に示すように、前述の防止の推奨事項を満たす位置は、スピーカー内の理想的なセンサー性能を確保するのに十分である必要があります。次の条件でテストが実施されました。

- **周囲条件:** 温度 25°C、相対湿度 50%、圧力 960 hPa
- **ノイズレベル:** 83dB から 101dB SPL (音圧レベル) までのピンクノイズスイープ

センサーは、ノイズ除去フィルターが有効になっているスピーカーの 4 つの異なる位置で、テスト条件の仕様内にとどまりました。

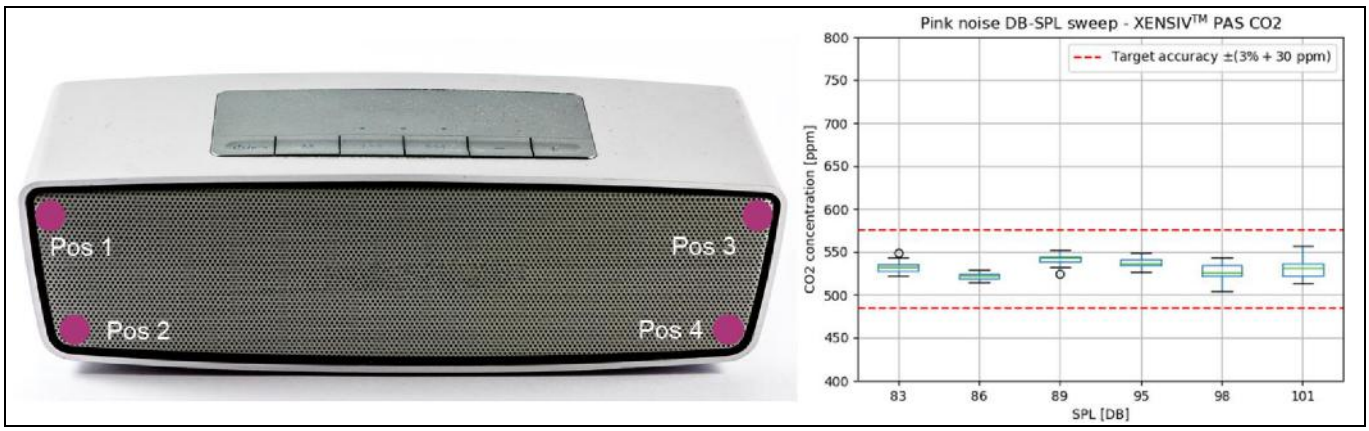


Figure 9 XENSIV™ PAS CO2 の音響耐性

ピンクノイズは現代の音楽に広く存在し、通常、周波数帯域は 100 Hz～10000 Hz です。例えば、地下鉄の駅やディスコバーのスピーカーから 1m のところでは、音圧レベルが最大 100 dB に達することがあります。XENSIV™ PAS CO2 センサーの出力は、このような高い音圧レベルでも仕様の範囲内です。

4.2 空気清浄機内の振動の影響

センサーを振動源から分離することを強く推奨します。ただし、一般的なアプリケーションシナリオに関連する振動は、重要ではない場合があります。Figure 10 に示すように、市販されている空気清浄機に 3 つのセンサーを搭載しました。テスト結果は、ノイズ除去フィルターを有効にすると、センサーが空気清浄機の別のファンで発生する振動に対して堅牢であることを示します。

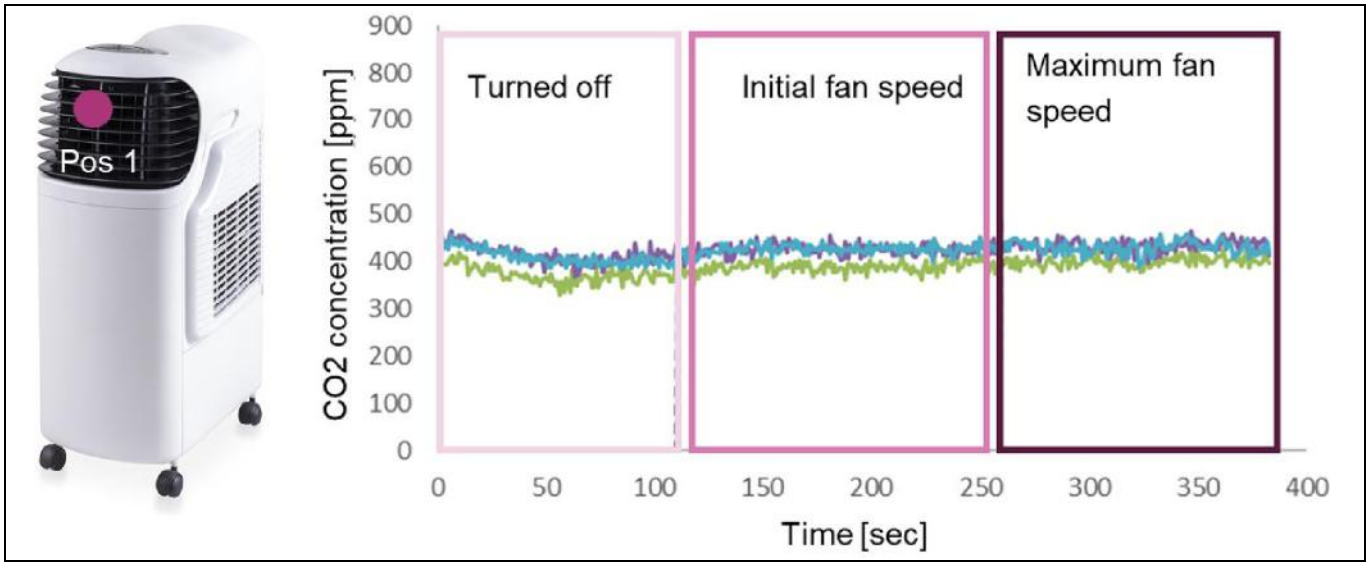


Figure 10 XENSIV™ PAS CO2 の振動耐性

4.3 屋内環境内のセンサーカバレッジ

シミュレーション結果は、部屋の大きさ, 人数, センサーの位置に関係なく、1 つのセンサーで部屋全体をカバーできることを示しています。

4.3.1 アプリケーションシナリオ: 会議室

- **シナリオ:**
  - 会議室内に座っている大人 6 名 (30 m^2)
  - CO2 濃度は、床 (プローブ 1), 壁 (プローブ 2), および天井 (プローブ 3) の 3 つの異なる場所で監視されます。

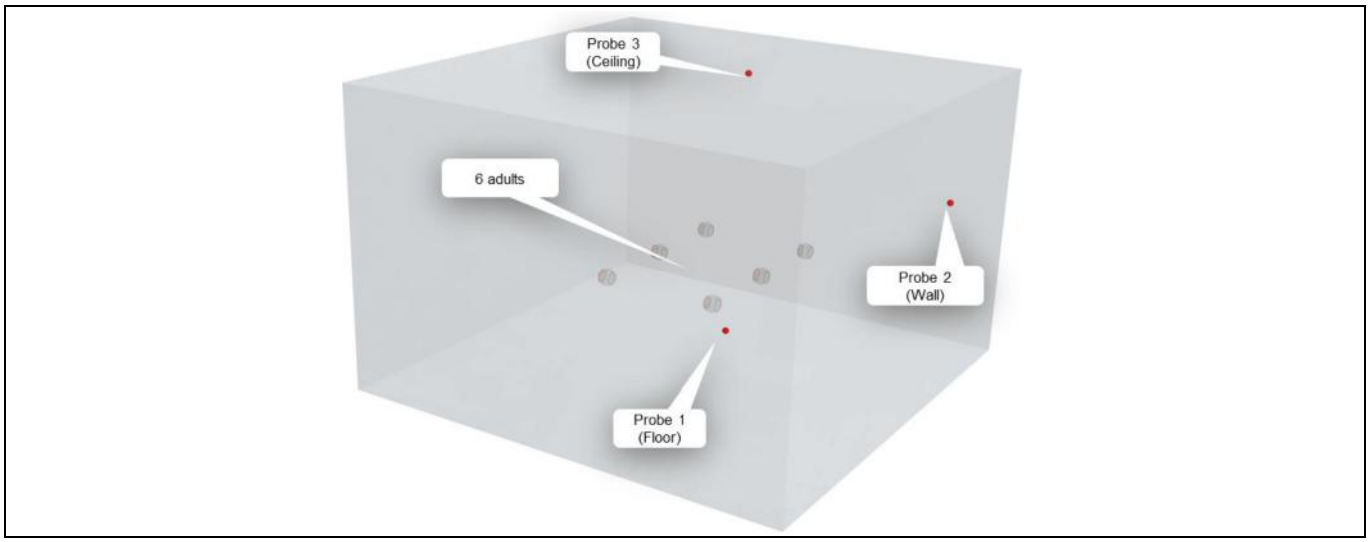


Figure 11 オフィス環境における一般的な会議室

4 一般的なアプリケーションシナリオ

- **仮定:**
  - 人間あたりの空気呼気量: 8 リットル/分
  - 大人一人当たりの CO2 排出量: 900 g/日
  - 人一人当たりの熱放出: 60 W
  - 換気システムが貧弱
- **結果:** 異なるプローブ位置間で、CO2 濃度に有意差は観察されません。

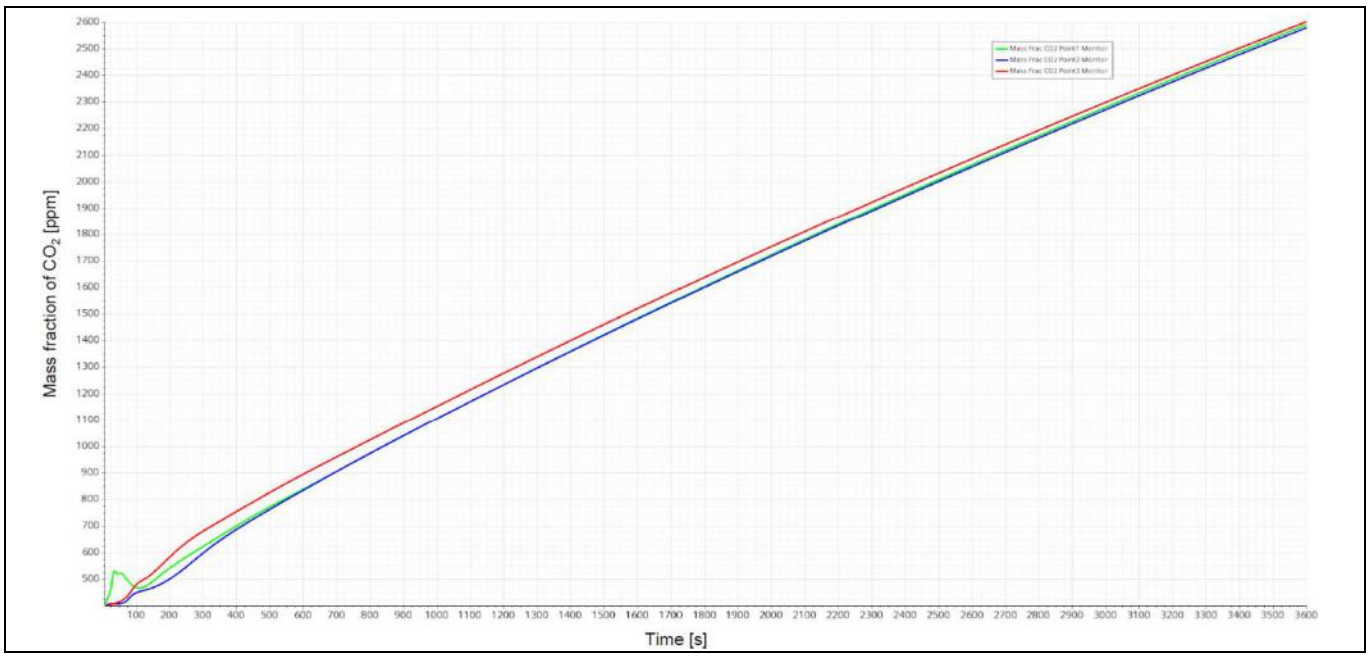


Figure 12　　30 m² の会議室内での 3 つの異なるプローブ位置での CO2 レベル

改訂履歴

版数	発行日	変更内容
1.20	2023-08-08	本版は英語版 Design-in guidelines for XENSIV™ PAS CO2 V1.2 について、インフィニオン 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 2023-08-08
Published by

Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2023 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?
Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN213134_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。