

## Design Guide: TIDA-020033

車載 **Class-H** オーディオおよびトラッキング電源のリファレンス デザイン

## 概要

このリファレンス デザインは、クラス H オーディオと追跡型電源採用のオーディオ サブシステムを紹介します。**TAS6584-Q1** オーディオ アンプは、デジタル オーディオ 入力のエンベロープを追跡し、**LM5123-Q1** の昇圧出力電圧を調整して、外部マイコンなしで電力効率の要件を満たします。このデザインは、効率の向上、放熱性能の改善、総フットプリントの低減につながります。加えて、このリファレンス デザインを活用すると、車載オーディオ アーキテクチャの他の部分に対して最小限のソフトウェア変更を加えるだけで、プラグ アンド プレイ対応のクラス H を実装することができます。

## リソース

TIDA-020033

デザイン フォルダ

TAS6584-Q1

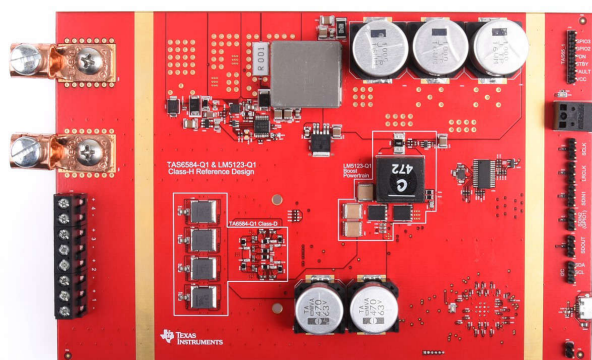
プロダクト フォルダ

LM5123-Q1

プロダクト フォルダ



テキサス・インスツルメンツの™ E2E サポート エキスパートにお問い合わせください。

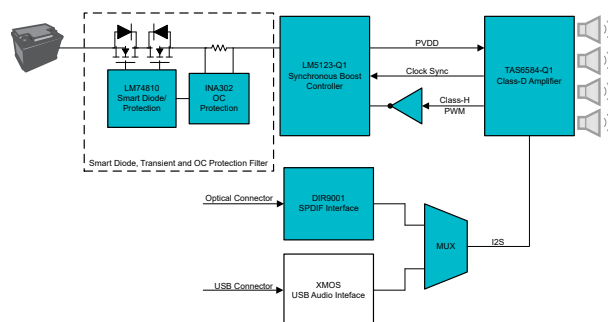


## 特長

- **TAS6584-Q1** は、統合型の電流センス機能と **Class-H** 制御機能を搭載した、業界初の車載対応 **45V Class-D** オーディオ アンプです。このデバイスは、最大出力電力と忠実度の高い (ハイファイ) オーディオを実現
- **LM5123-Q1** は **2.2MHz** で動作し、広い入力電圧範囲 ( $V_{IN}$ ) と低静止電流 ( $I_Q$ ) に対応する同期整流昇圧コントローラであり、**TRACK** ピンを搭載しているので、電源トラッキング設計の簡略化に貢献
- 自己完結型の **Class-H** 制御により、外部アンプ アプリケーションを簡単に実装し、追加のデジタル電源コントローラやソフトウェアの必要性を最小限に抑えることが可能
- 外部過渡電圧、バッテリー逆接続条件、システム過電流イベントに対処する入力保護回路を搭載

## アプリケーション

- 車載用外部アンプ



## 1 システムの説明

従来の大出力オーディオ アンプ システムでは、昇圧コンバータが一定の電圧を供給し、可能な限り最大の電力がスピーカ負荷に供給されるようにします。音楽は本質的に動的であるため、通常、このような最大電圧を必要とするのはほんの一瞬であり、リスナーがシステムを最大音量に設定したときのみです。これは、アンプの電源が一般的な要件を大幅に上回っており、昇圧コンバータとアンプ システムで大きな電力損失が発生することを意味します。この最大電力の使用事例に合わせてシステム全体を設計する必要がありますが、これらの要件を満たそうとすると放熱性能とシステム効率が低下します。これにより、熱負荷の増大に対応するために大型のヒートシンク、インダクタ、MOSFET、銅面積がシステムに必要となります。

このようなシステムの課題は、**Class-H** トラッキング電源システムを使用することで解決できます。このシステムは、受信したオーディオ信号を分析し、オーディオ ストリームの特定の瞬間に必要な電源電圧を特定し、それに応じて昇圧コンバータを適切に調整します。システム全体は、単に最大電力の使用事例に必要な電圧を維持するのではなく、常にオーディオ信号のニーズに直接合致するように動作します。システムの電力損失が減少し、電力効率と発熱が大幅に改善します。

TIDA-020033 は、TAS6584-Q1 の統合型 **Class-H** 機能を示しています。TAS6584-Q1 は、統合型 DSP を活用することで、受信したオーディオ ストリームのエンベロップを追跡し、LM5123-Q1 昇圧コンバータに信号を送信して電源電圧を調整できます。この機能は、これら 2 つのデバイスに内蔵されています。マイコンからオーディオ信号を追加で監視したり、昇圧コンバータを外部的に制御したりする必要はありません。

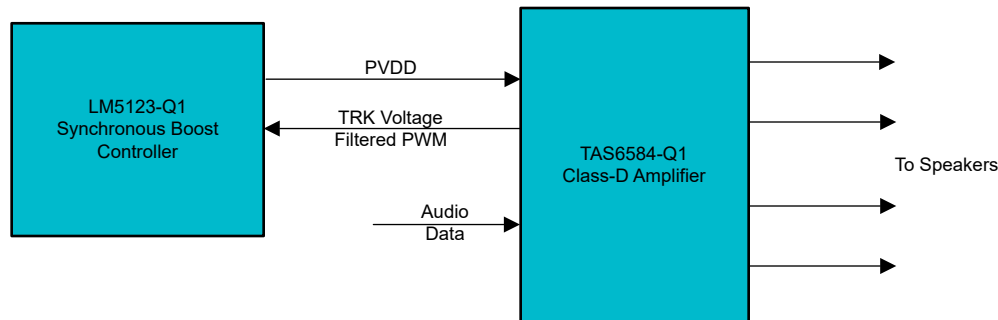


図 1-1. TAS6584-Q1 と LM5123-Q1 を使用したシンプルな Class-H システム

この自己完結型システムにより、車載オーディオ システムを設計する際の柔軟性が高まります。外部アンプは、リモート モジュールからの監視と制御を必要とするデバイス (ヘッド ユニットや無線チューナーなど) のようにではなく、「プラグ アンドプレイ」システムのように動作し、オーディオ エンベロップを計算して電源を制御することができます。オーディオ システム要件が異なる別の車載フリートを使用する場合でも、外部アンプへのオーディオ データの送信に大きな変更を加えたり、異なる **Class-H** エンベロップトラッキング ニーズを満たすために新しいソフトウェア バリエントを導入したりする必要はありません。

TIDA-020033 に **Class-H** 電源制御を実装すると、システム レベルで以下のような他の重要な利点も得られます。

- 平均入力電流が小さいため、LM5123-Q1 電源インダクタを小型化できる
- ダイ温度が低いため、TAS6584-Q1 Class-D アンプ用のヒートシンクを小型化できる
- システムの接合部温度が低いため、PCB 上の銅製熱解放領域が小さく済む
- スイッチ ノード電流が小さいため、EMI 性能が向上し、電磁エネルギーが低減する

## 2 システム概要

回路図、BOM、Altium ファイル、テスト データなどのリファレンス デザインの詳細については、[セキュア リソース フォルダ](#)へのアクセス権をご請求ください。

### 2.1 ブロック図

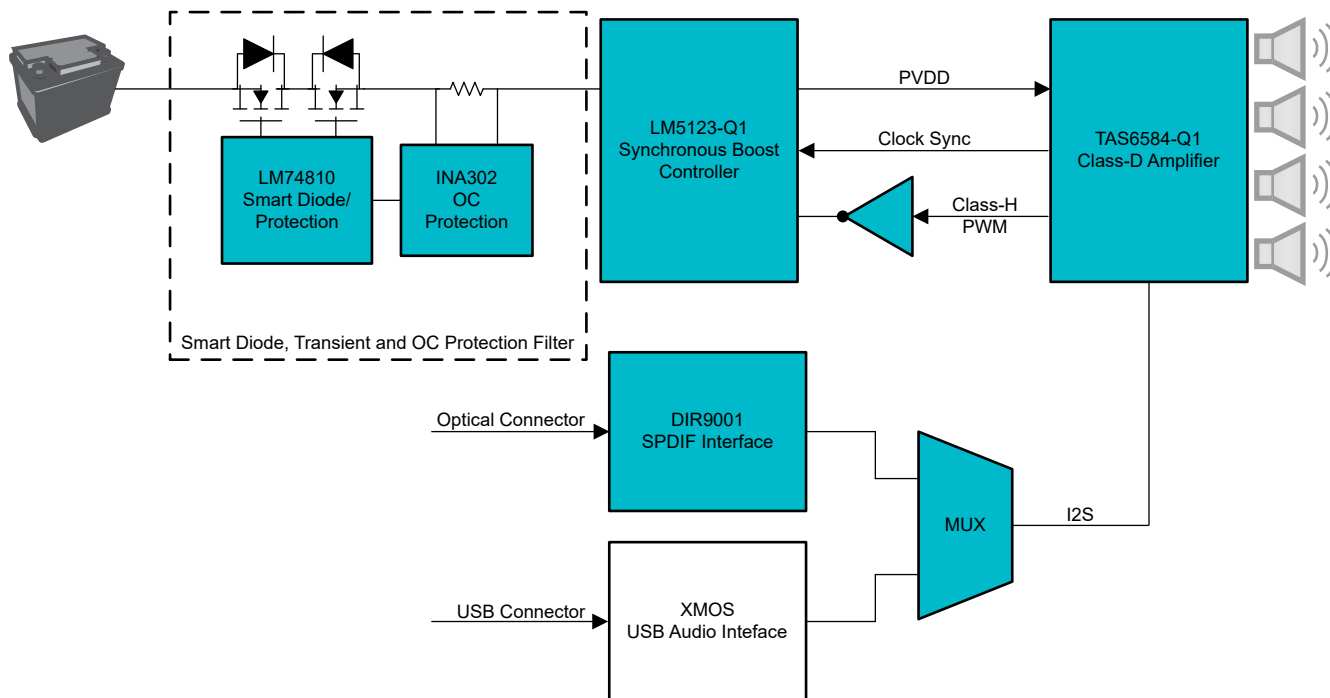


図 2-1. TIDA-020033 のブロック図

### 2.2 設計上の考慮事項

設計、デバイスの実装、テスト結果の詳細については、[セキュア リソース フォルダ](#)にある詳細情報をご請求ください。

### 2.3 主な使用製品

#### 2.3.1 TAS6584-Q1

**TAS6584-Q1** デバイスは、自動車業界向けに特別に設計された 4 チャンネル デジタル入力 Class-D オーディオ アンプです。このデバイスは、最大 45V の高電圧動作および大出力電流の要求に対応するように設計されています。非常に効率の高い Class-D 技術により、消費電力、PCB 面積、および電気システムの発熱を減らすことができます。このデバイスは、小型かつ軽量で、高度な機能を備えた高忠実度 (ハイファイ) オーディオ サウンド システムを実現します。TAS6584-Q1 は、このシステムで Class-H 機能を実現する統合型 DSP を搭載しています。

#### 2.3.2 LM5123-Q1

**LM5123-Q1** デバイスは、広い入力電圧範囲に対応した同期整流昇圧コントローラであり、ピーク電流モード制御を採用しています。このデバイスは、シャットダウン時の  $I_Q$  が低く、また、 $I_Q$  が低いスリープ モードを備えているため、無負荷および軽負荷の状態でバッテリードレインを最小化できます。さらに、このデバイスは、 $I_Q$  が非常に低いディープ スリープ モードでのバイパス動作にも対応しているため、電源電圧が昇圧出力レギュレーション目標よりも高い場合の外部バイパススイッチが不要です。出力電圧は、トラッキング機能を使用して動的にプログラムできます。

### 3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

設計、デバイスの実装、テスト結果の詳細については、[セキュア リソース](#) フォルダへのアクセス権をご請求ください。

#### 3.1 ハードウェア要件

#### 3.2 テスト結果

[セクション 3.2.1](#) および [セクション 3.2.2](#) TIDA-020033 の性能と Class-H オーディオ システムの予想される効率向上を示す例を以下にいくつか示します。詳細について確認する場合は、[セキュア リソース](#) フォルダへのアクセス権をご請求ください。

##### 3.2.1 Class-H トラッキング 波形の例

[図 3-1](#) および [図 3-2](#) に、TAS6584-Q1 でエンベロープ追跡ソフトウェアを実行している場合と実行していない場合の LM5123-Q1 の出力の例を示します。無効になっている場合、昇圧の出力は一定値の 42V に設定され、8Ω の負荷に約 120W の最大出力電力を供給できます。有効になっている場合、出力電圧はオーディオ波形のエンベロープに従い、15V~42V の範囲で変動します。

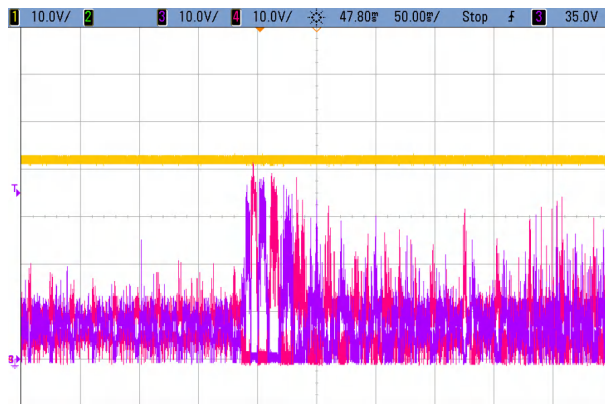


図 3-1. Class-H が動作していない場合のオーディオ出力と昇圧電圧



図 3-2. Class-H が動作している場合のオーディオ出力と昇圧電圧



### 3.2.2 熱性能

図 3-3～図 3-6 は、Class-H でシステムを実行した場合のシステム効率の向上を示す熱画像です。これは、最大出力 (100ms の場合) と最大出力の 8 分の 1 (900ms の場合) の間で変動するシンプルな 1kHz 正弦波で繰り返しテストされました。このシステムは、サーマルカメラでキャプチャする前に安定した温度に達することができました。システムの熱を調べてみると、以下の主要領域で大幅な改善が見られました。

1. 昇圧コンバータのローサイド MOSFET
2. 昇圧インダクタ
3. Class-D アンプの出力フィルタ インダクタ

Class-H の動作により、これらの主要領域はより低い電圧とより低い平均電流で動作できます。これにより、熱損失が大幅に減少します。

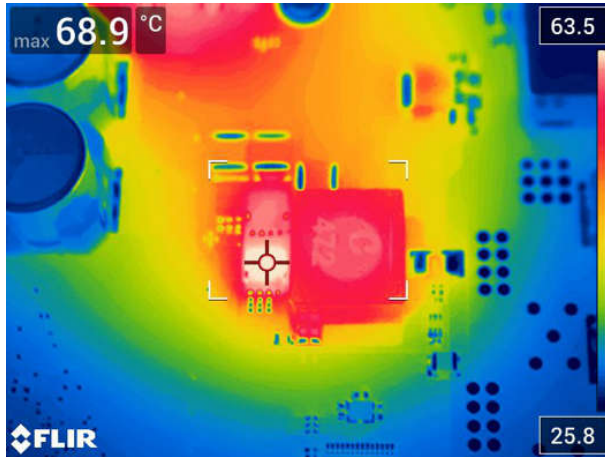


図 3-3. Class-H が無効になっている昇圧パワートレインの熱画像

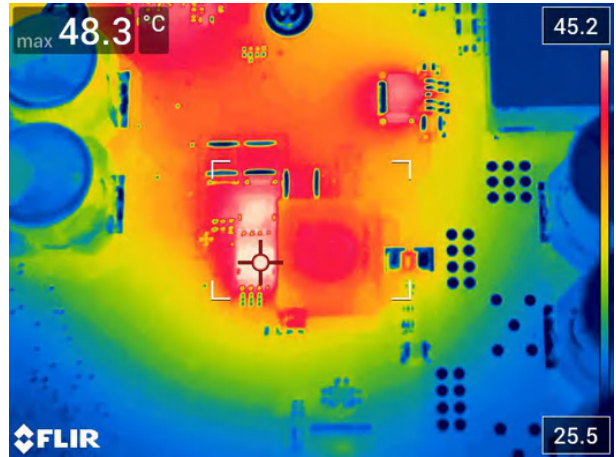


図 3-4. Class-H が有効になっている昇圧パワートレインの熱画像

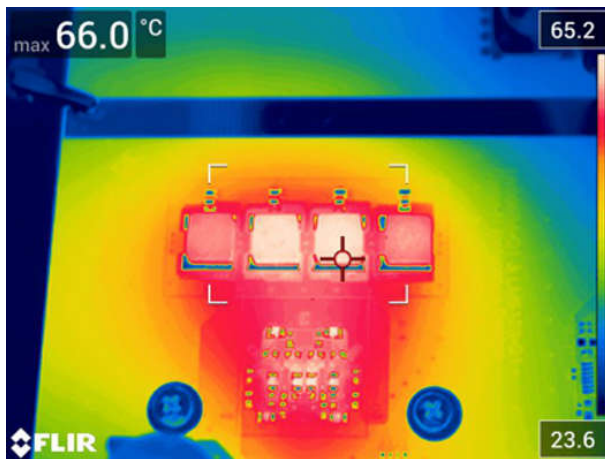


図 3-5. Class-H が無効になっているアンプ出力インダクタの熱画像

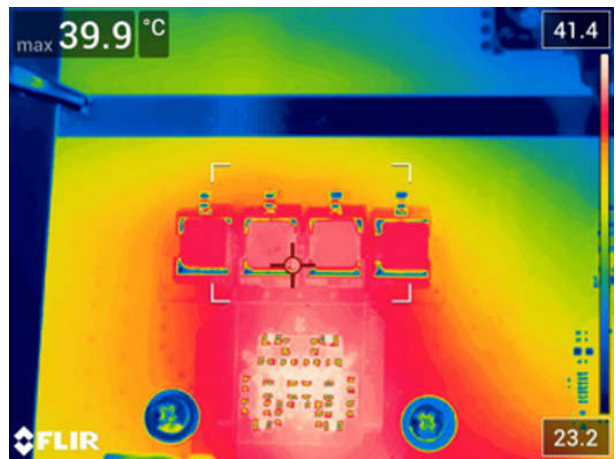


図 3-6. Class-H が有効になっているアンプ出力インダクタの熱画像

## 4 設計とドキュメントのサポート

### 4.1 デザイン ファイル

設計の詳細について確認する場合は、[セキュア リソース](#) フォルダへのアクセス権をご請求ください。

### 4.2 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 4.3 商標

テキサス・インスツルメンツの™ and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 5 著者について

**Matt Sullivan** は、オーディオ サブシステムと最終製品に重点的に取り組んでいる車載システム担当エンジニアです。南カリフォルニア大学でオーディオ エレクトロニクスとラウドスピーカの設計を専攻し、BSEE を取得しています。彼はまた、業務用オーディオの分野にも取り組んでいます。

**DONOVAN POWER** は、オーディオおよび USB サブシステムに重点的に取り組んでいる車載システム担当エンジニアです。テキサス工科大学で BSEE を取得しています。

## 6 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

### Changes from Revision \* (January 2022) to Revision A (November 2024)

Page

- [セクション 2](#)、[セクション 2.2](#)、[セクション 3](#)、[セクション 3.2](#) のセキュア リソース リンクを更新。..... 1

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](#) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated