

*Application Note***TAS2x20:ポータブル オーディオ アプリケーションのバッテリ動作時間を延長**

Sydney Northcutt and Nayeem Mahmud

概要

バッテリ動作デバイスが進化し、より多くの機能を搭載するにつれて、設計者は消費電力を改善するための新しいオプションをますます探し求めるようになっています。ただし、すべての追加機能に対してバッテリ寿命への負担が大きくなるため、効率的な電源管理が製品設計の重要な要素となっています。テキサス インスツルメンツ (TI) は、効率向上機能によりこの課題に対応し、オーディオ アンプの消費電力を低減する設計を提供しています。これらの機能により、電力効率を向上させると同時に、高品質のサウンドを提供します。TI 製品は Bluetooth® スピーカ、携帯電話、PC、その他のハンドヘルド電子機器などの最新ポータブル デバイスに最適です。

目次

1 はじめに.....	2
2 内部と外部の各 Class-H.....	2
3 音楽用効率モード.....	3
4 ノイズゲート.....	3
5 Y ブリッジ.....	4
6 PurePath™ Console 3 (PPC3) ソフトウェアを使用したデバイス構成.....	6
7 高度なデバイス機能を使用した効率の結果.....	6
8 まとめ.....	8
9 参考資料.....	8

商標

PurePath™ is a trademark of Texas Instruments.

Bluetooth® is a registered trademark of Bluetooth SIG, INC.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

TI は継続的に効率と性能のベンチマークとなる高度な機能とアルゴリズムによりオーディオアンプの限界を押し上げてきました。TAS2x20 ファミリには複数の独自モードがあり、オーディオ品質を損なうことなく電力利用率を大幅に向上させます。これらのデバイスの中核には、次のような独自の効率向上テクノロジーがあります。

- 内部 Class-H
- 音楽用効率モード
- ノイズ ゲート
- Y ブリッジ

これらの機能を組み合わせることで、動作条件にインテリジェントに適応できるため、アンプは非常に優れた音質を維持しながら最大の効率を実現します。

このアプリケーションノートでは、これらのテクノロジーを駆動するアルゴリズム、外部システム インターフェイス、および評価とチューニングを簡素化する PurePath™ Console 3 (PPC3) ソフトウェアについて解説します。この資料では、これらの効率向上手法の利点を示す性能結果を掲載しています。これにより設計者は、妥協することなく、より小型、より低発熱、より長持ちするオーディオ製品を製作することができます。

2 内部と外部の各 Class-H

TAS2x20 には先進の Class-H 昇圧制御アルゴリズムが内蔵されており、オーディオ信号レベルをリアルタイムに追跡することで、最小のステップ サイズで昇圧電源を 33mV に動的に調整します。不要な電力オーバーヘッドを低減することで、このアプローチはシステム効率を大幅に向上させ、バッテリ動作時間を延長します。これは、ポータブルや電力に制約のある設計にとって重要な利点です。

Class-H 動作は、*BST_MODE[1:0]* レジスタを使用して有効になります。デバイスが生成する最大昇圧電圧は *VBOOST_MAX_CTRL[7:0]* によって制御され、66mV のステップ サイズで構成できます。Class-H の動作モードでは、昇圧電圧はこの設定値を超えません。

表 2-1. ブースト モードの有効化

BST_MODE [1:0]	昇圧モード
00	Class-H — 高効率 (デフォルト)
01	Class-G — 低突入電流
10	常時オン
11	常にオフ — パス スルー

表 2-2. 最大昇圧電圧の構成

VBOOST_MAX_CTRL[7:0]	昇圧電圧 (V)
0x00 – 0x53	予約済み
0x54	5.54V
0x55	5.61V
...	... LSB ステップごとに 66mV のステップ ...
0xA7	11.02V
...	... LSB ステップごとに 66mV のステップ ...
0xE3	14.98V (デフォルト)
0xE4	15.05V
0xE5	15.11V
0xE6 – 0xFF	予約済み

このアルゴリズムには、必要なルックアヘッド時間を確保できるように信号バッファが組み込まれているため、昇圧出力コンデンサは事前に充電され、動的なオーディオ状況でのクリッピングを防止します。この信号バッファリングは、入力信号を継続的に監視し、PPC3 ソフトウェアによって設定されたブースト出力電圧、出力コンデンサ サイズ、チャネル ゲインなどのシステム レベルのパラメータを適用します。これから、PPC3 が適切な Class-H チューニング係数を自動的に計算し、係数を *CLASSH_TUNING_x[CLASSH] 23:0* レジスタにプログラムします。

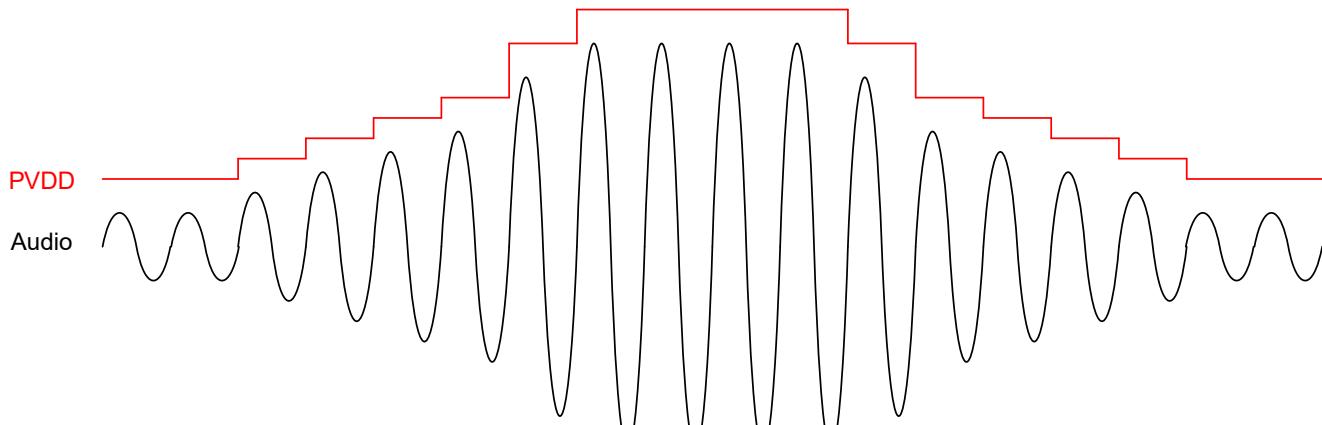


図 2-1. Class-H 動作

TAS2120 および TAS2320 オーディオ アンプ デバイスは Class-H の動作をサポートしますが、必要な昇圧回路の実装は異なります。TAS2120 デバイスには昇圧コンバータが内蔵されており、Class-H 制御アルゴリズムの内部実装が可能です。この実装により、デバイス内の昇圧電圧を直接閉ループ制御できます。

一方、TAS2320 デバイスには昇圧コンバータが内蔵されていません。代わりに、外部昇圧回路を駆動するよう設計されたパルス幅変調 (PWM) 制御信号出力を提供します。その後、この外部回路は、Class-H 昇圧出力電圧を生成します。

この実装の違いはシステム設計に影響を及ぼします。TAS2120 はオンチップ統合を通じてよりコンパクトな設計を実現し、TAS2320 は昇圧コンバータの選択と構成に関してフレキシビリティが向上します。

3 音楽用効率モード

TAS2x20 デバイスの音楽効率モードは、アクティブ再生時の静止電流 (IQ) を低減し、音質を損なうことなくバッテリ駆動時間を延長できるよう設計されています。この機能は、音楽、映画、音声通話などの動的なオーディオ コンテンツで特に効果的です。このようなコンテンツでは、オーディオ信号のレベルは時間の経過とともに自然に変化します。

このデバイスは、**MUSIC_EFF_MODE_THR[23:0]** レジスタで設定されたユーザー定義のスレッショルドと比較して、入力オーディオ レベルを継続的に監視します。信号がこのスレッショルドを下回ると、内部ヒステリシス タイマがアクティブになります。信号レベルが **MUSIC_EFF_MODE_TIMER[23:0]** レジスタで定義された全期間にわたってスレッショルド値を下回ったままの場合、デバイスは音楽用効率モードに入ります。

この状態では、I センスや V センスなどの内部センシング ブロックが低 IQ 状態に入り、全体的なデバイス IQ 消費電力が減少します。このモードでは、I-V センス出力データは 0 に保持され、エントリを示すため **MUSIC_EFF_STATUS** ビットが **high** に設定されます。オーディオ信号が設定されたスレッショルドを上回ると、デバイスは音楽効率モードから復帰し、ステータス ビットは **low** に設定されます。

信号レベルが **MUSIC_EFF_MODE_THR[23:0]** スレッショルドを上回ると、デバイスは自動的に低 IQ モードでブロックをウェークアップし、オーディオ入力信号の再生を継続します。音楽用効率モードから通常動作への移行は、最小限のクリックとポップで行われます。デバイスが音楽用効率モードである間、オーディオ チャネルの性能は維持され、出力信号レベルやノイズには影響しません。

MUSIC_EFF_MODE_THR[23:0] レジスタと **MUSIC_EFF_MODE_TIMER[23:0]** レジスタは、PPC3 ソフトウェアを使用して構成できます。

4 ノイズ ゲート

ノイズ ゲート機能がイネーブルになると、デバイスはアクティブ再生モード中の無音期間を自動的に検出し、アイドル チャネルの消費電力を大幅に削減してバッテリ寿命を延ばします。この機能は、音声通話や映画のサウンド トラックなど、静かな間隔が長いオーディオ コンテンツに特に効果的です。

このデバイスは、**NG_TH_LVL[2:0]** レジスタで定義されたスレッショルドに対して入力オーディオ レベルを監視します。オーディオ信号がスレッショルドを下回ると、内部ヒステリシス タイマがイネーブルになります。信号レベルが

NG_HYST_TIMER[1:0] タイマスレッショルドの全期間にわたって構成済みの **NG_TH_LVL[2:0]** スレッショルド未満である場合、デバイスはノイズゲートモードに入り、アイドルチャネルの消費電力を低減します。この状態では、Class-D PWM出力段を含むハイパワー・スイッチング・ブロックがシャットダウンされ、出力が **low** に駆動されます。ノイズゲートモード中は、Class-D段の出力インピーダンスは、**CLASSD_HIZ_MODE** レジスタによって設定できるため、負荷要件に応じてシステムの動作を改善できます。デバイスがノイズゲートモードのとき、**NG_STATUS** ビットは **high** に設定され、デバイスがノイズゲートモードを終了すると、ステータスビットは **low** にセットされます。

信号レベルが **NG_TH_LVL[1:0]** を超えると、デバイスは低 IQ モードでブロックを自動的にウェークアップし、オーディオ入力信号の再生を開始します。ノイズゲートからウェークアップでは、ノイズゲートモードからアクティブ再生モードへの遷移時間中に入力信号データをバッファリングすることで、信号の忠実度が維持されます。アクティブな再生に戻るには、カチッときが鳴らないように適切なシーケンスを設定し、全体を通して信号の忠実性を維持します。

ノイズゲート機能により、再生品質を損なうことなくアイドル電流を低減できます。また、システム設計者はレジスタ設定によって、スレッショルド、ヒステリシスタイミング、出力インピーダンスの動作を正確に制御できます。

表 4-1. ノイズゲートスレッショルド

NG_TH_LVL[2:0]	構成
000	-85dBFs
001	-90dBFs
010	-95dBFs
011	-100dBFs
100 (デフォルト)	-105dBFs
101	-110dBFs
110	-115dBFs
111	-120dBFs

表 4-2. ノイズゲートヒステリシス タイマ

NG_HYST_TIMER[1:0]	構成
00	10ms
01 (デフォルト)	50ms
10	100ms
11	1000ms

音楽効率モードとノイズゲートモードはどちらも **EFFICIENCY_MODE[1:0]** レジスタによって制御されるため、目的の効率動作モードを設定できます。

表 4-3. 効率モード構成

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
7-6	EFFICIENCY_MODE[1:0]	R/W	2h	デバイスの動作モード。 0h = 音楽効率とノイズゲートモードはディセーブル 1h = ノイズゲートモードのみ 2h = 音楽効率のみ 3h = 音楽効率とノイズゲートモード

5 Y ブリッジ

Y ブリッジアンプアキテクチャは、リアルタイムの出力電力要求に基づいて、2つの電源レール、高電圧レール(**PVDD**)、および低電圧レール(**VDD**)を動的に切り替えることで効率を向上させます。プログラム可能な電力スレッショルドによってレールの選択が決定され、低電力レベルでのアンプの効率を向上させ、アイドル状態時の消費を低減できます。このアキテクチャは Y 形状に似ており、アキテクチャが従来のリニアハーフブリッジ設計と区別されています。[図 5-1](#) に、従来型の Class-D アンプと Y ブリッジアキテクチャ採用アンプの違いを示します。

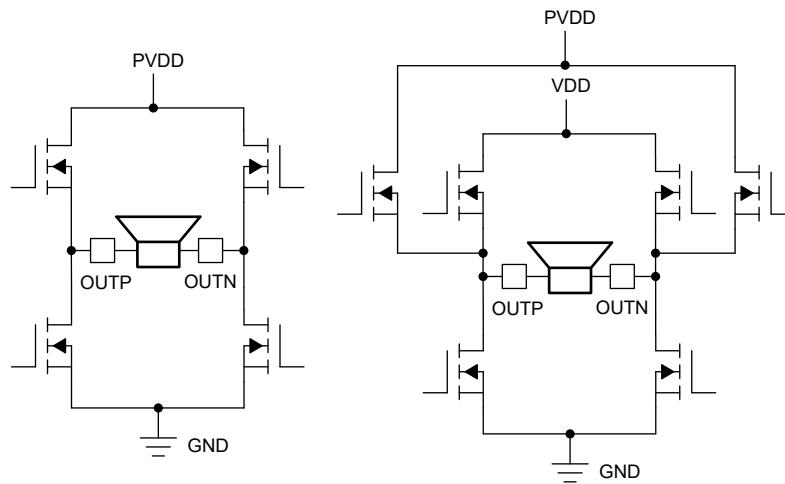


図 5-1. 従来の Class-D アンプと簡略化した Y ブリッジ アーキテクチャの比較

従来のハーフブリッジアーキテクチャの場合、出力段はスイッチングの高電圧電源 (PVDD) のみに依存します。一方、Y ブリッジアーキテクチャは高電圧電源 (PVDD) と固定低電圧レール (VDD) の両方を利用します。低消費電力再生またはアイドル状態で、ヘッドルーム要件が最小限の場合、出力段はクリッピングを発生させることなく VDD でのみ動作するため、効率が大幅に向上します。電力需要が上昇し、ヘッドルームが大きい場合、アンプは PVDD レールにシームレスに遷移し、従来の Class-D 設計と同じ最大出力能力を実現します。このデュアル レール動作により、Y ブリッジは従来の Class-D アーキテクチャでは効率が最も低い低出力電力レベルで最大のゲインを実現しており、はるかに広いダイナミックレンジにわたって高い効率を維持できます。

EN_Y_BRIDGE_MODE レジスタは、Y ブリッジアーキテクチャを有効または無効にします。

表 5-1. VDD Y ブリッジ モードの構成

EN_Y_BRIDGE_MODE	構成
0	Y ブリッジ モードはディスエーブル
1 (デフォルト)	Y ブリッジ モードはイネーブル

このデバイスは、*VDD_MODE_THR_LVL [23:0]* レジスタによって構成された Y ブリッジ モード レッショルドと比較して、入力オーディオ信号レベルを常時監視します。オーディオ信号がこのレッショルドを下回ると、内部ヒステリシス タイマがアクティブになります。信号が *YBRIDGE_HYST_TIMER [1:0]* レジスタで指定された期間中にレッショルドを下回ったまま維持されると、デバイスは低電圧 (1.8V) の VDD 電源ベースの PWM スイッチングモードに切り替わります。信号レベルが *VDD_MODE_THR_LVL [23:0]* レジスタと *VDD_MODE_HYST [23:0]* レジスタを上回ると、デバイスは信号クリッピングを発生させずに PVDD 電源の出力 PWM 信号のスイッチングを開始します。*VDD_MODE_THR_LVL [23:0]* レジスタおよび *VDD_MODE_HYST [23:0]* レジスタはどちらも、PPC3 ソフトウェアツールを使用して構成できます。

表 5-2. VDD_MODE_THR_LVL レジスタ

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
23-0	<i>VDD_MODE_THR_LVL[23:0]</i>	R/W	50A3D7h	アドレス 0x8~0xA が組み合わされます。PPC3 ソフトウェアを使用して構成できます。

表 5-3. VDD_MODE_HYST レジスタ

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
23-0	<i>VDD_MODE_HYST[23:0]</i>	R/W	DA74h	アドレス 0xC~0xE が組み合わされます。PPC3 ソフトウェアを使用して構成できます。

表 5-4. VDD Y ブリッジ ヒステリシス タイマ

YBRIDGE_HYST_TIMER[1:0]	構成
00	100μs
01 (デフォルト)	500μs
10	5ms
11	50ms

6 PurePath™ Console 3 (PPC3) ソフトウェアを使用したデバイス構成

TAS2x20 ファミリの機能とデバイス レベルの構成は、PurePath™ Console 3 (PPC3) ソフトウェアを通じて管理できます。PPC3 は、テキサス インスツルメンツの Web サイトからダウンロードして直接インストールできます。インストール後、TAS2x20 アプリケーションを PPC3 環境内に追加して、デバイス固有の構成やチューニング機能を実現することができます。

PPC3 は、グラフィカル ユーザー インターフェイス (GUI) で選択したシステム構成オプションに基づいて、必要なレジスタ係数を計算します。初期デバイス構成ではこの方法が推奨される方法であるため、Class-H、音楽効率、ノイズゲート、Y ブリッジなどの高度な機能はすべて正常に動作します。TAS2x20 アプリケーションでデバイスを計算して更新したら、PPC3 ツールを使用してレジスタの値を読み戻すことができ、最終的なシステム統合を行えます。

7 高度なデバイス機能を使用した効率の結果

この実験では、TAS2120EVM 評価ボードを使用して、さまざまな条件下でのデバイスの入力消費電力の特性を評価しました。VBAT を 4.4V に、IOVDD と VDD を 1.8V に設定しました。2 つの異なるオーディオ トラックが使用され、商業的に利用可能な曲（「ミュージック トラック」）と録音された音声サンプル（「ボイス/スピーチ トラック」）が使用された。TAS2120EVM は、次の 3 つのボリューム レベルでオーディオを出力するように構成されています。最大出力電力の 100%、70%、30%。

さまざまなボリューム設定に対して消費電力の徹底的な評価を行い、内部 Class-H、音楽効率モード、ノイズゲート、Y ブリッジを含むすべての省電力機能を有効にしました。さらに、すべての機能を無効にした状態でベースライン測定が得られ、省電力の利点を直接比較できます。TAS2x20 デバイスの先進的な Class-H 技術の利点をさらに定量化するために、既存の市場製品を代表する従来の 500mV Class-H 設計を使用して、消費電力を比較分析しました。

表 7-1. テスト構成とテスト ケース

テスト設定	テスト ケース	特長	ボリューム
VBAT = 4.4V、 IOVDD = VDD = 1.8V、 アンプ レベル = 18dBV、 RL = 4Ω+ 33μH、 I2C モード、出力フィルタなし	テスト ケース:1	効率機能はありません	30%、70%、100%
	テスト ケース:2	既存の 500mV Class-H 設計	30%、70%、100%
	テスト ケース:3	高度な効率化機能を備えた TAS2120	30%、70%、100%

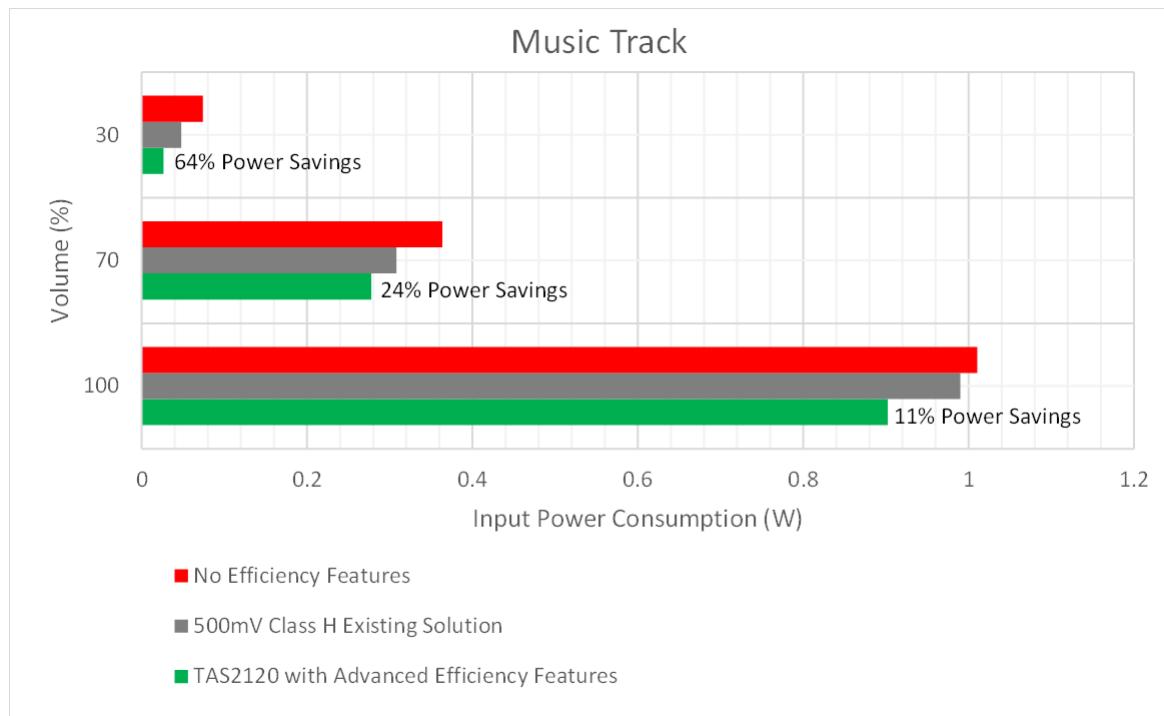


図 7-1. ミュージック トラックとの消費電力の比較

ミュージック トラックの再生中に実施された消費電力測定では、高度な効率設定で大幅な改善が確認されました。使用可能なすべての省電力機能を有効にすると、すべての機能が無効になった構成に比べて、全体の消費電力を 30% ボリュームで 64%、70% ボリュームで 24%、100% ボリュームで 11% 削減できます。さらに、既存の 500mV Class-H 設計と比較すると、TAS2120 デバイスは体積 30% で 45%、体積 70% で 10%、体積 100% で 9% の消費電力低減を実現できます。

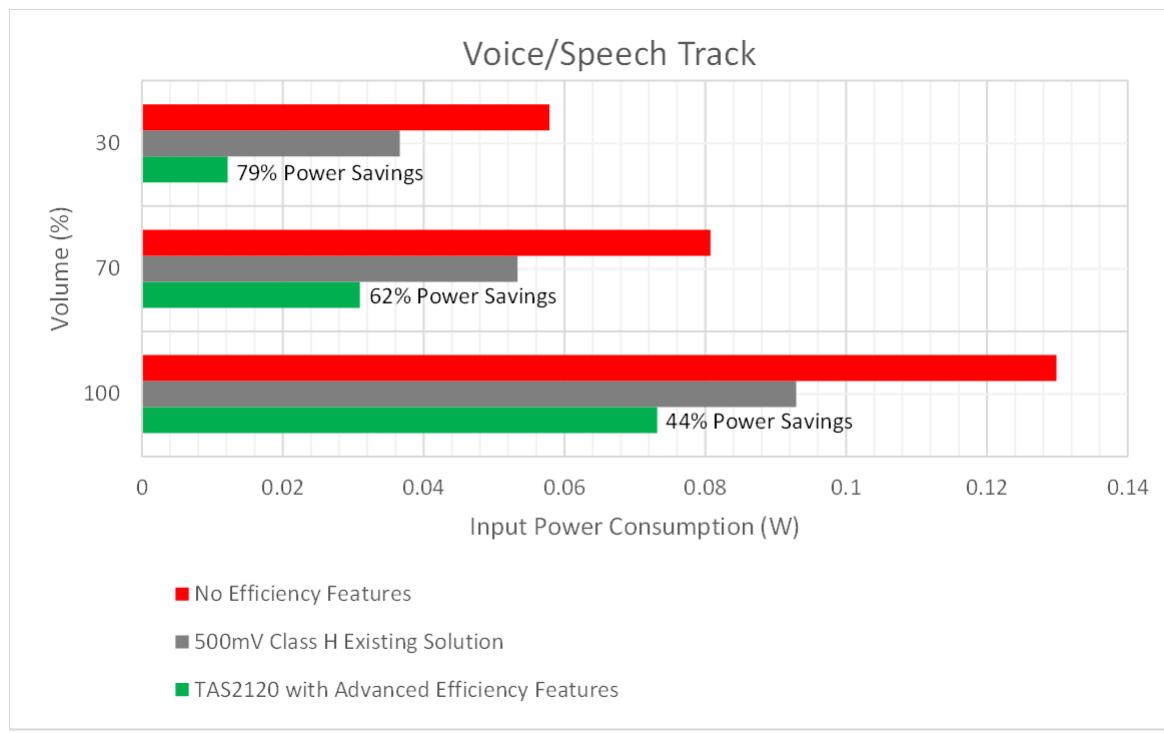


図 7-2. 音声/音声 トラックとの消費電力の比較

音声/音声トラックの再生時にすべての省電力機能を有効にすると、すべての機能を無効にする場合と比較して、大幅に消費電力を削減できます。すべての効率機能を無効にした構成に比べて、全体の消費電力を 30% 体積で 79%、70% 体積で 62%、100% 体積で 44% 低減します。さらに、既存の 500mV Class-H 設計と比較すると、TAS2120 デバイスは体積 30% で 67%、体積 70% で 42%、体積 100% で 21% の消費電力低減を実現できます。

8 まとめ

結論として、TAS2x20 オーディオ アンプ ファミリは、市場で入手できる既存の設計に比べて入力電力の消費が少ないことから、電力効率と性能が大幅に向上します。内部または外部の Class-H 制御、音楽効率モード、ノイズ ゲート、Y ブリッジなど独自のテクノロジーを統合することで、非常に優れたオーディオ忠実度を維持しながら消費電力を大幅に低減できます。これらの高度な機能を活用することで、ポータブル オーディオ アプリケーションや消費電力に制約のあるオーディオ アプリケーション向けの、小型化とバッテリ動作時間の延長を実現する次世代オーディオ製品を製作でき、最終的には、より優れたユーザ体験を実現できます。

9 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、『[TAS2120: 14.75V ClassH 昇圧機能内蔵、8.2W、モノラル、デジタル入力 Class-D スピーカ アンプ](#)』、データシート。
2. テキサス インスツルメンツ、『[TAS2320: 15V サポート搭載、15W、モノラル、デジタル入力 Class-D スピーカ アンプ](#)』、データシート。
3. テキサス インスツルメンツ、『[TAS2x20 での Y ブリッジによる効率向上、TAS257x](#)』、アプリケーション ノート。

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默示保証、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、明示的または默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、(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 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](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

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

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月