

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

概要

ステレオD級オーディオパワーアンプのMAX9701は、D級の高効率を保ちながらAB級オーディオアンプの性能を備え、ヒートシンクが不要で、バッテリー寿命を延長します。MAX9701は1チャンネル当り最大1.3Wを8Ω負荷に供給し87%の効率を達成します。Maximの次世代低EMI変調方式によって、アンプは、外付けLCフィルタなしで動作し、なおかつFCC EMIエミッションレベルを満たします。

MAX9701は、固定周波数モード(FFM)と、EMI放射エミッションを低減するスペクトラム拡散モード(SSM)の2種類の変調方式を備えています。SYNC入力からの外部クロックにMAX9701内の発振器を同期させて、複数のMaxim D級アンプの同期を取ることができます。同期出力(SYNC_OUT)は、多数のチャンネルが必要なマスター-スレーブアプリケーションに利用することができます。MAX9701は、完全差動構成、完全なブリッジ接続負荷(BTL)出力、および総合的なクリック/ポップノイズ抑制を採用しています。MAX9701は、2つの利得選択入力によって0dB、6dB、12dB、および18dBの利得が内部で設定されるため、外付け部品点数がさらに削減されます。

MAX9701は、80dBの高PSRR、0.1%以下のTHD+N、および88dB以上のSNRを備えています。短絡および過熱保護によって、障害状態時の製品の損傷が防止されます。MAX9701は、24ピンTQFN-EP (4mm x 4mm x 0.8mm)、および20ピンUCSP™ (2mm x 2.5mm x 0.6mm)の各パッケージで提供されます。MAX9701は-40℃~+85℃の拡張温度範囲で動作が保証されています。

アプリケーション

携帯電話

ノートブック

携帯ゲーム用コンソール

ドッキングステーション

MP3プレーヤ

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

UCSPはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

特長

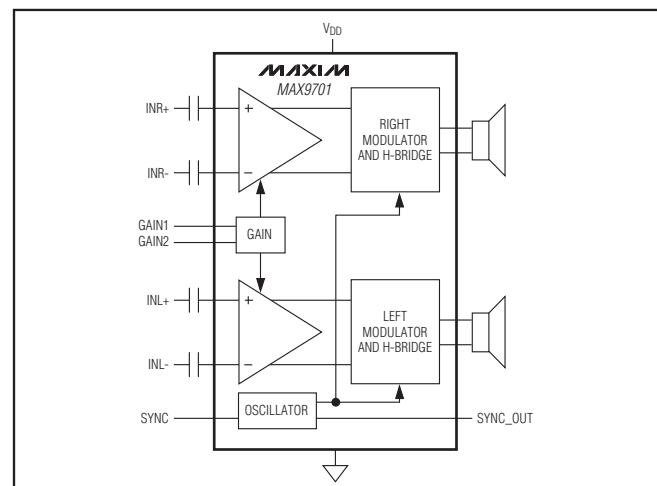
- ◆ スペクトラム拡散変調による放射エミッションの低減
- ◆ 単一電源動作：2.5V~5.5V
- ◆ ステレオ出力：
1.3W (8Ω、 $V_{DD} = 5V$ 、THD+N = 1%)
- ◆ LC出力フィルタ不要
- ◆ 効率：87% ($R_L = 8\Omega$ 、 $P_{OUT} = 1000mW$)
- ◆ THD+N：0.1%以下
- ◆ 高PSRR：80dB
- ◆ 完全差動入力
- ◆ クリック/ポップノイズ抑制回路内蔵
- ◆ 標準低自己消費電流：9mA
- ◆ 標準低電力シャットダウンモード：0.1μA
- ◆ 短絡および過熱負荷保護
- ◆ 放熱効果に優れた省スペースパッケージで提供
24ピンTQFN-EP (4mm x 4mm x 0.8mm)
20ピンUCSP (2mm x 2.5mm x 0.6mm)

型番

| PART | TEMP RANGE | PIN-PACKAGE |
|-----------------|----------------|-------------|
| MAX9701EBP+TG45 | -40°C to +85°C | 20 UCSP |
| MAX9701ETG+ | -40°C to +85°C | 24 TQFN-EP* |

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。
*EP = エクスポーズドパッド

ブロック図



1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| | |
|---|--|
| V _{DD} to GND |6V |
| V _{DD} to PV _{DD} |-0.3V to +0.3V |
| PV _{DD} to PGND |6V |
| GND to PGND |-0.3V to +0.3V |
| All Other Pins to GND |-0.3V to (V _{DD} + 0.3V) |
| Continuous Current In/Out of PV _{DD} , PGND, OUT ₋ |±800mA |
| Continuous Input Current (all other pins) |±20mA |
| Duration of OUT ₋ Short Circuit to GND or PV _{DD} |Continuous |
| Duration of Short Circuit Between OUT ₊ and OUT ₋ |Continuous |

| | |
|---|----------------------|
| Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) | |
| 20-Bump UCSP (derate 10mW/°C above +70°C) |800mW |
| 24-Pin Thin QFN (derate 20.8mW/°C above +70°C) | ..1666.7mW |
| Junction Temperature |+150°C |
| Operating Temperature Range |-40°C to +85°C |
| Storage Temperature Range |-65°C to +150°C |
| Bump Temperature (soldering) Reflow |+235°C |
| Lead Temperature (soldering, 10s) |+300°C |

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD} = PV_{DD} = $\overline{\text{SHDN}}$ = 3.3V, GND = PGND = 0V, SYNC = 0V (FFM), gain = 6dB (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1), R_L connected between OUT₊ and OUT₋, R_L = ∞, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|---|-------------------|--|-----------------------------|---------------------|-------|-------|
| GENERAL | | | | | | |
| Supply Voltage Range | V _{DD} | Inferred from PSRR test | 2.5 | | 5.5 | V |
| Quiescent Current | I _{DD} | V _{DD} = 3.3V, per channel | | 4.5 | 8 | mA |
| | | V _{DD} = 5V, per channel | | 6.3 | 10 | |
| Shutdown Current | I _{SHDN} | | | 0.1 | 10 | μA |
| Common-Mode Rejection Ratio | CMRR | f _{IN} = 1kHz | | 66 | | dB |
| Input Bias Voltage | V _{BIAS} | | 1.125 | 1.25 | 1.375 | V |
| Turn-On Time | t _{ON} | | | 40 | | ms |
| Output Offset Voltage | V _{OS} | T _A = +25°C | | ±10 | ±30 | mV |
| | | T _{MIN} < T _A < T _{MAX} | | | ±55 | |
| Power-Supply Rejection Ratio | PSRR | V _{DD} = 2.5V to 5.5V, V _{IN} = 0V | | 60 | 80 | dB |
| | | 100mV _{P-P} ripple, V _{IN} = 0V | f _{RIPPLE} = 217Hz | | 72 | |
| | | | f _{RIPPLE} = 20kHz | | 50 | |
| Output Power (Note 3) | P _{OUT} | THD+N = 1%, T _A = +25°C | V _{DD} = 3.3V | R _L = 8Ω | 460 | mW |
| | | | | R _L = 4Ω | 750 | |
| | | | V _{DD} = 5V | R _L = 8Ω | 1300 | |
| | | | | R _L = 4Ω | 2200 | |
| Total Harmonic Distortion Plus Noise (Note 3) | THD+N | R _L = 8Ω (P _{OUT} = 300mW), f = 1kHz | | 0.08 | | % |
| | | R _L = 4Ω (P _{OUT} = 400mW), f = 1kHz | | 0.15 | | |
| Signal-to-Noise Ratio | SNR | V _{OUT} = 1V _{RMS} | BW = 22Hz to 22kHz | FFM | 86 | dB |
| | | | | SSM | 86 | |
| | | | A-weighted | FFM | 88.5 | |
| | | | | SSM | 88.5 | |
| Oscillator Frequency | f _{OSC} | SYNC = GND | 950 | 1100 | 1250 | kHz |
| | | SYNC = unconnected | 1200 | 1400 | 1600 | |
| | | SYNC = V _{DD} | | 1200 ±60 | | |
| Minimum On-Time | t _{MIN} | | | 200 | | ns |
| SYNC Frequency Lock Range | f _{SYNC} | | 1000 | | 1600 | kHz |

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{DD} = PV_{DD} = \overline{SHDN} = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = 0V$ (FFM), gain = 6dB (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1), R_L connected between OUT+ and OUT-, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Notes 1, 2)

| PARAMETER | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--|-----------------------|---|-----------------|-------|---------|------------|
| SYNC_OUT Capacitance Drive | C _{SYNC_OUT} | | | 100 | | pF |
| Capacitive Drive | C _L | Bridge-tied capacitance | | 200 | | pF |
| | | Single ended | | 400 | | |
| Click-and-Pop Level | K _{CP} | Peak reading, THD+N = 1% A-weighted, 32 samples per second (Note 4) | Into shutdown | 66.16 | | dB |
| | | | Out of shutdown | 66.26 | | |
| Efficiency | η | $V_{DD} = 3.3V$, $P_{OUT} = 500mW$ per channel, $f_{IN} = 1kHz$, $R_L = 8\Omega$ | | 87 | | % |
| | | $V_{DD} = 5V$, $P_{OUT} = 1000mW$ per channel, $f_{IN} = 1kHz$, $R_L = 8\Omega$ | | 87.4 | | |
| Input Resistance | R _{IN} | GAIN1 = 0, GAIN2 = 0 | 10.5 | 15 | 19.5 | k Ω |
| | | GAIN1 = 1, GAIN2 = 0 | | 25 | | |
| | | GAIN1 = 0, GAIN2 = 1 | | 37.4 | | |
| | | GAIN1 = 1, GAIN2 = 1 | | 50 | | |
| Gain | A _v | GAIN1 = 0, GAIN2 = 0 | | 18 | | dB |
| | | GAIN1 = 1, GAIN2 = 0 | | 12 | | |
| | | GAIN1 = 0, GAIN2 = 1 | | 6 | | |
| | | GAIN1 = 1, GAIN2 = 1 | | 0 | | |
| Channel-to-Channel Gain Tracking | | | 1 | | % | |
| Crosstalk | | L to R, R to L, $f = 10kHz$, $R_L = 8\Omega$, $P_{OUT} = 300mW$ | | 70 | | dB |
| DIGITAL INPUTS (\overline{SHDN}, SYNC, GAIN1, GAIN2) | | | | | | |
| Input-Voltage High | V _{INH} | | 2 | | | V |
| Input-Voltage Low | V _{INL} | | | | 0.8 | V |
| Input Leakage Current (\overline{SHDN} , GAIN1, GAIN2) | | | | | ± 1 | μA |
| Input Leakage Current (SYNC) | | V _{IN} = GND, normal operation | -15 | -7 | | μA |
| | | V _{IN} = V _{DD} , normal operation | | 12 | 25 | |
| DIGITAL OUTPUTS (SYNC_OUT) | | | | | | |
| Output-Voltage High | V _{OH} | I _{OH} = 3mA, V _{DD} = 3.3V | 2.4 | | | V |
| Output-Voltage Low | V _{OL} | I _{OL} = 3mA | | 0.08 | | V |

Note 1: All devices are 100% production tested at +25°C. All temperature limits are guaranteed by design.

Note 2: Testing performed with a resistive load in series with an inductor to simulate an actual speaker load. For $R_L = 4\Omega$, $L = 33\mu H$. For $R_L = 8\Omega$, $L = 68\mu H$.

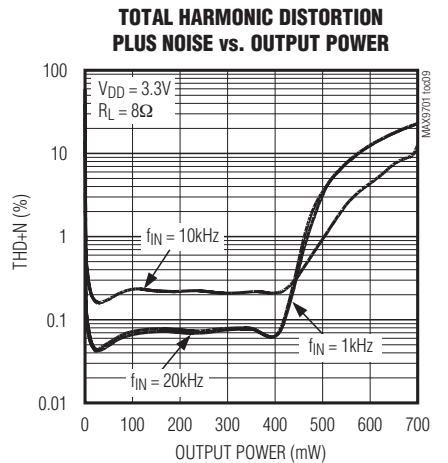
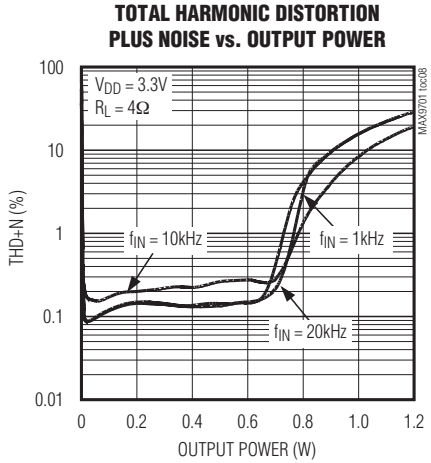
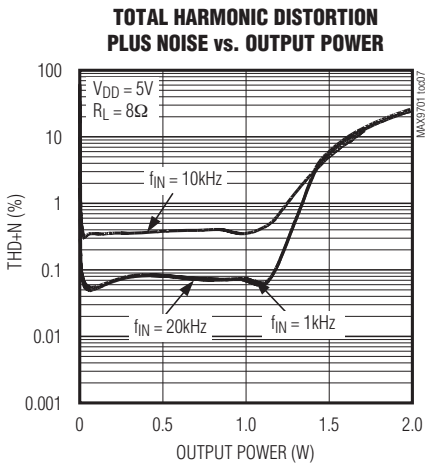
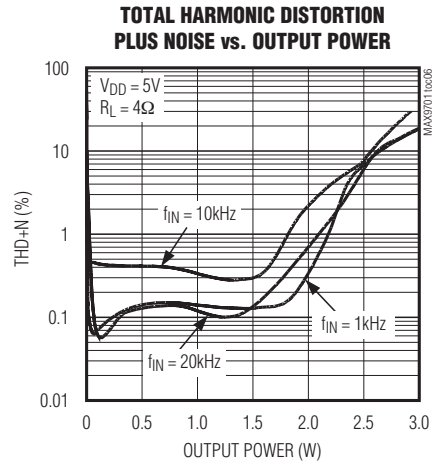
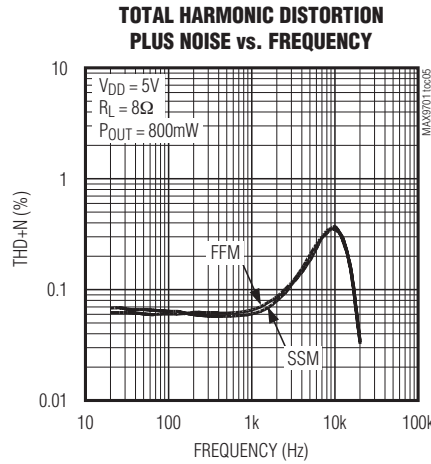
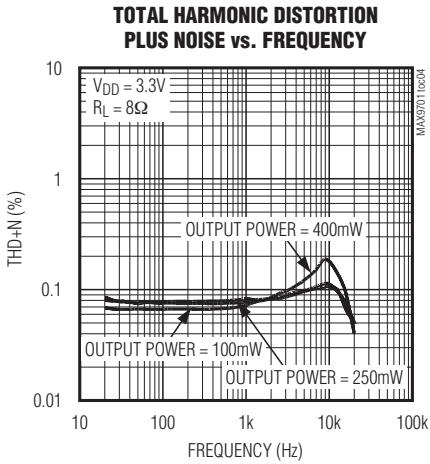
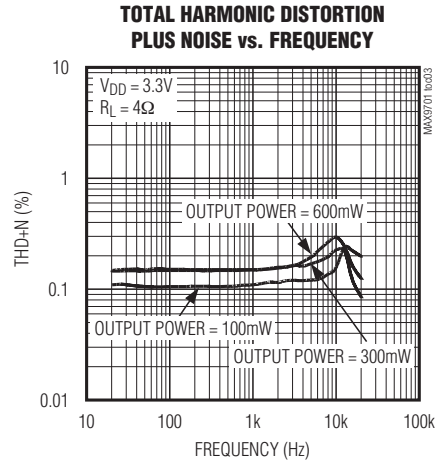
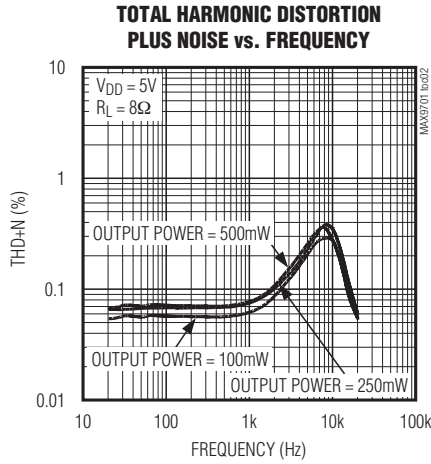
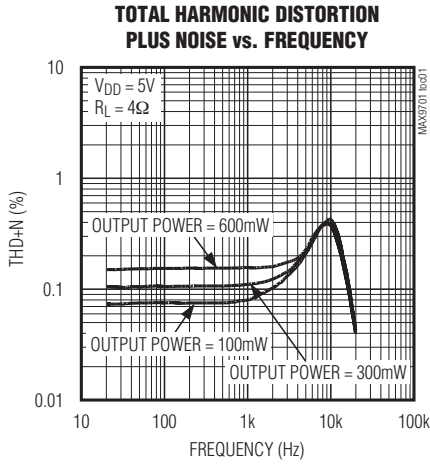
Note 3: When driving speakers below 4 Ω with large signals, exercise care to avoid violating the absolute maximum rating for continuous output current.

Note 4: Testing performed with 8 Ω resistive load in series with 68 μH inductive load connected across the BTL output. Mode transitions are controlled by \overline{SHDN} . K_{CP} level is calculated as: $20 \times \log[(\text{peak voltage under normal operation at rated power level}) / (\text{peak voltage during mode transition, no input signal})]$. Units are expressed in dB.

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

標準動作特性

($V_{DD} = PV_{DD} = SHDN = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1)).

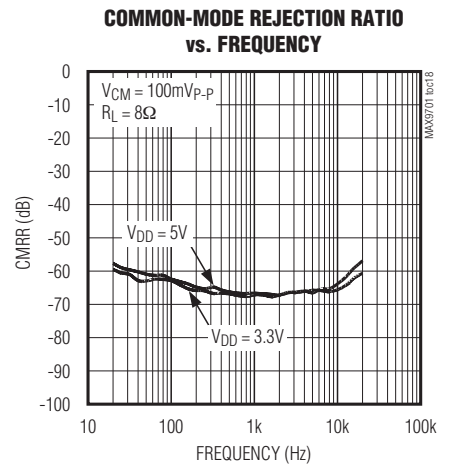
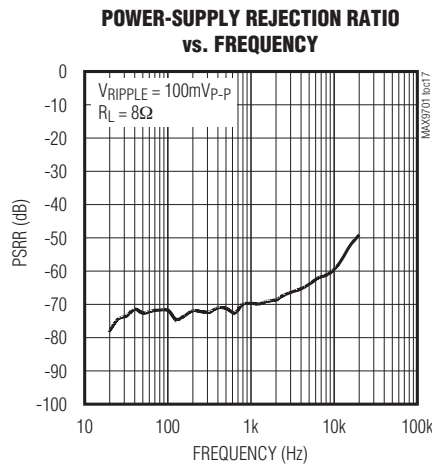
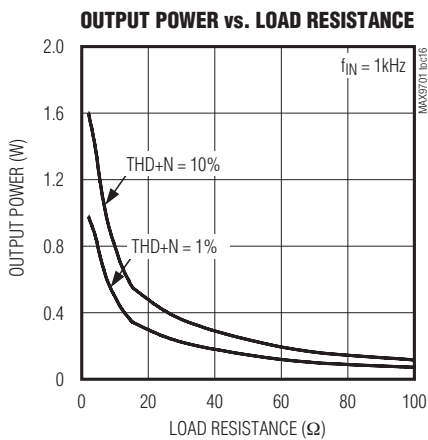
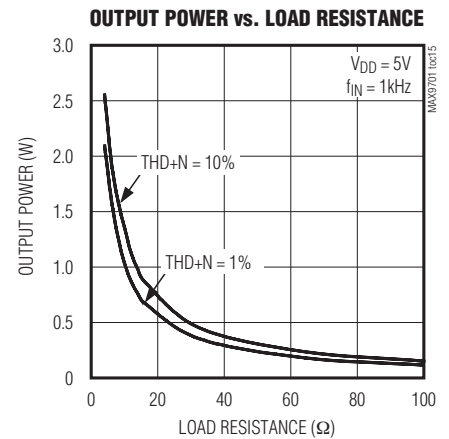
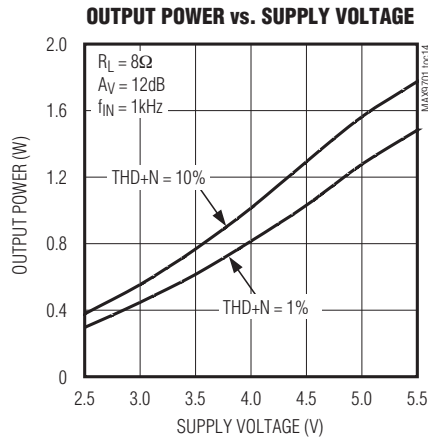
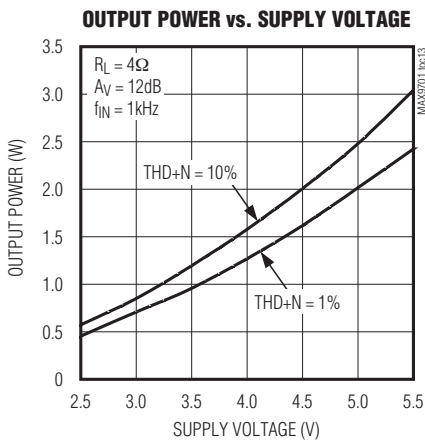
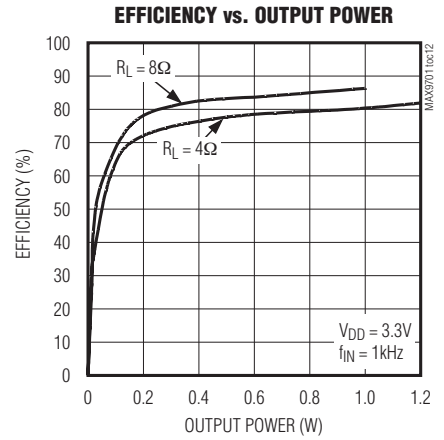
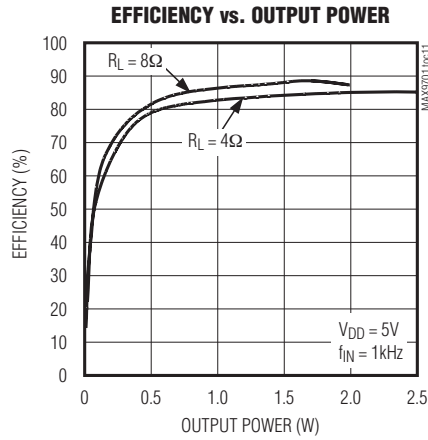
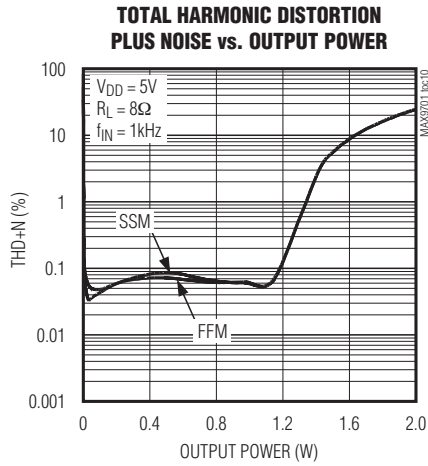


1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

標準動作特性(続き)

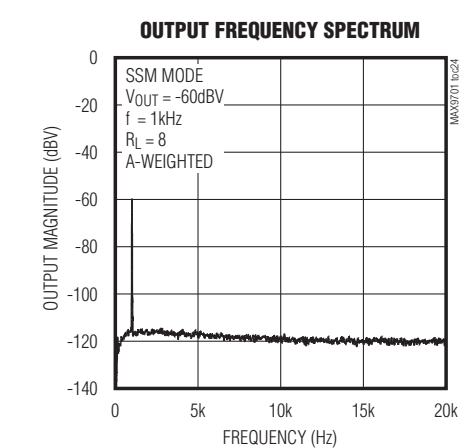
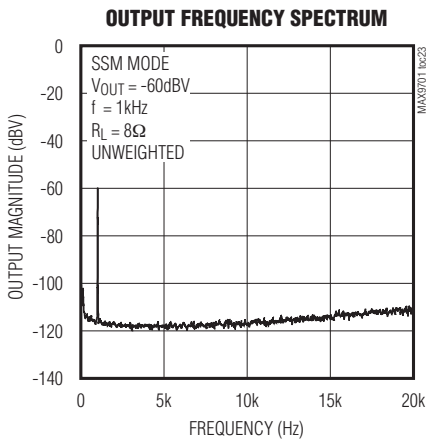
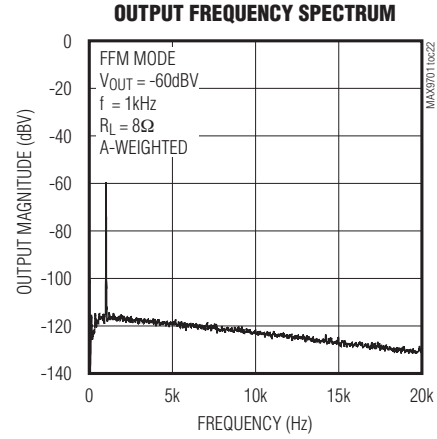
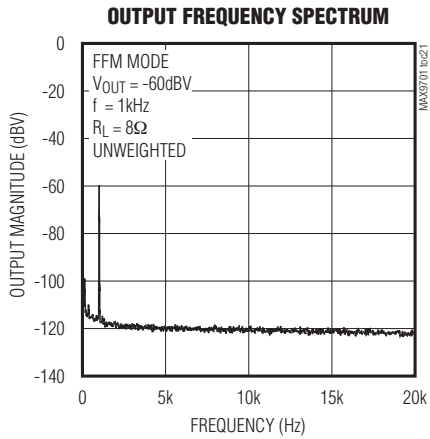
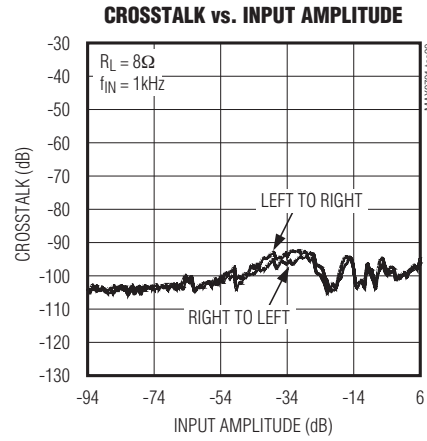
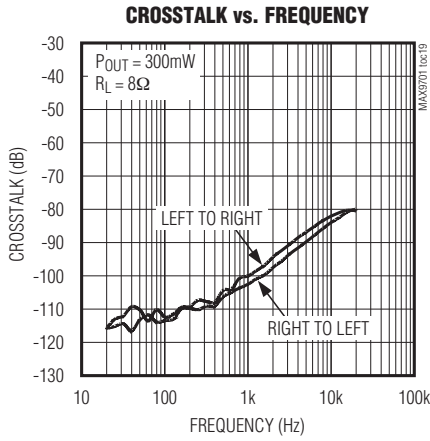
($V_{DD} = PV_{DD} = SHDN = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1)).



1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

標準動作特性(続き)

($V_{DD} = PV_{DD} = SHDN = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1)).

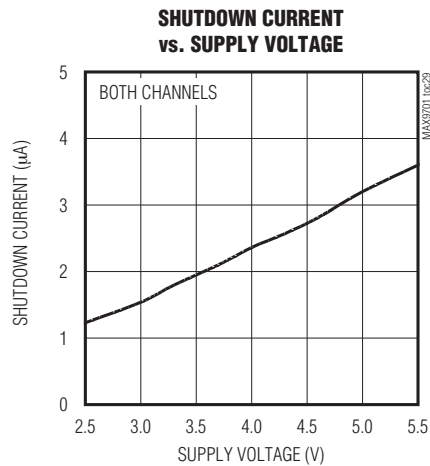
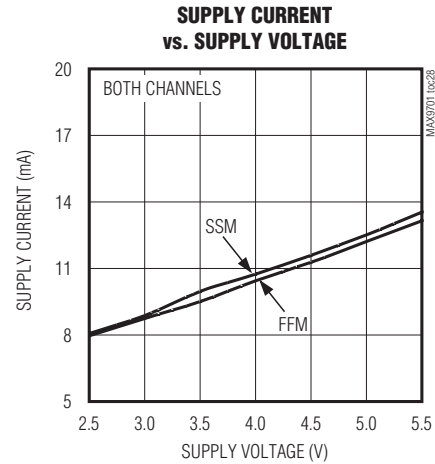
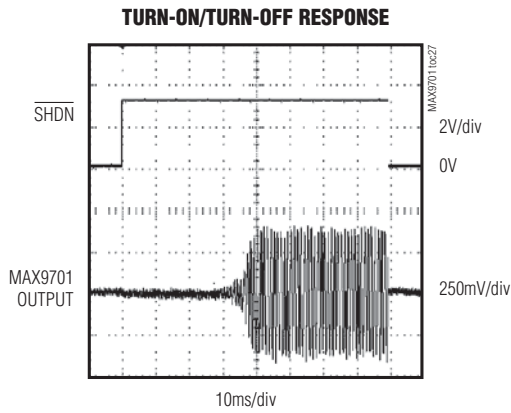
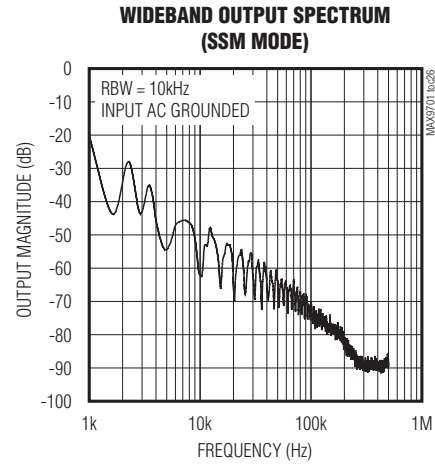
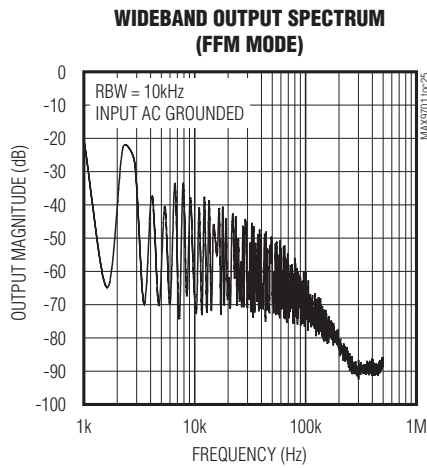


1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

標準動作特性(続き)

($V_{DD} = PV_{DD} = SHDN = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), gain = 6dB (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1)).



1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

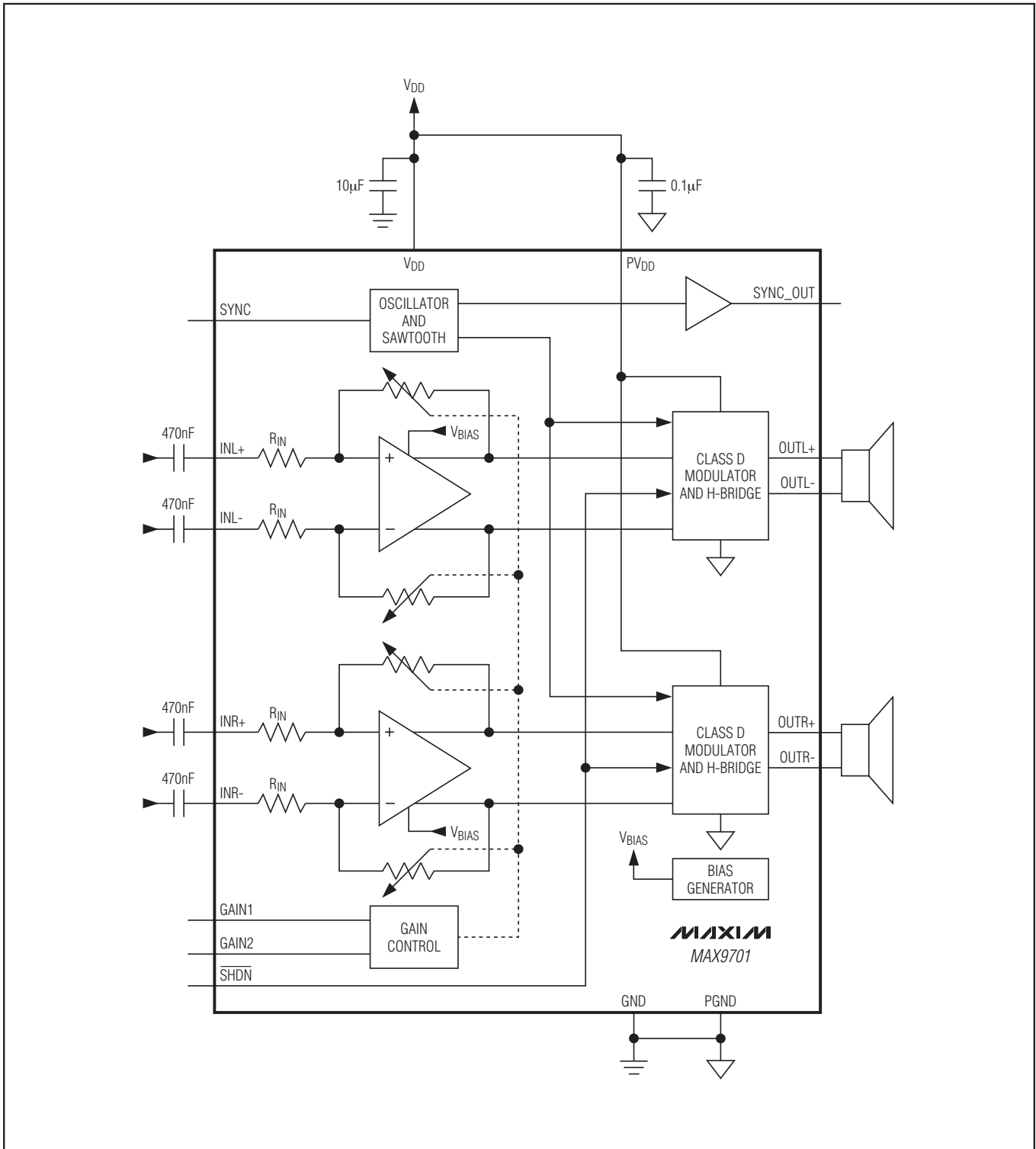
端子説明

| 端子 | | 名称 | 機能 |
|--------------|--------|------------------|--|
| TQFN | UCSP | | |
| 1 | A2 | SHDN | アクティブローシャットダウン。通常動作の場合はV _{DD} に接続してください。 |
| 2 | B3 | SYNC | 周波数選択および外部クロック入力 SYNC = GND: 固定周波数モード、f _S = 1100kHz SYNC = 無接続: 固定周波数モード、f _S = 1400kHz SYNC = V _{DD} : スペクトラム拡散モード、f _S = 1200kHz ±60kHz SYNC = クロック入力: 固定周波数モード、f _S = 外部クロック周波数 |
| 3, 8, 11, 16 | — | N.C. | 接続なし。内部で接続されていません。 |
| 4 | A3 | OUTL+ | 左チャンネルアンプの正相出力 |
| 5, 14 | A4, D4 | PV _{DD} | Hブリッジ電源。V _{DD} に接続してください。0.1μFのコンデンサでPGNDにバイパスしてください。 |
| 6, 13 | B4, C4 | PGND | 電源グランド |
| 7 | A5 | OUTL- | 左チャンネルアンプの逆相出力 |
| 9, 22 | B1, B5 | GND | アナロググランド |
| 10 | C5 | SYNC_OUT | クロック信号出力 |
| 12 | D5 | OUTR- | 右チャンネルアンプの逆相出力 |
| 15 | D3 | OUTR+ | 右チャンネルアンプの正相出力 |
| 17 | C3 | GAIN1 | 利得選択入力1 |
| 18 | D2 | GAIN2 | 利得選択入力2 |
| 19 | D1 | INR- | 右チャンネル反転入力 |
| 20 | C2 | INR+ | 右チャンネル非反転入力 |
| 21 | C1 | V _{DD} | アナログ電源。PV _{DD} に接続してください。10μFのコンデンサでGNDに接続してください。 |
| 23 | B2 | INL+ | 左チャンネル非反転入力 |
| 24 | A1 | INL- | 左チャンネル反転入力 |
| EP | — | EP | エクスポーズドパッド。エクスポーズドサーマルパッドをGNDプレーンに接続してください(「電源のバイパス、レイアウト、およびグランド」の項をご覧ください)。 |

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

ファンクションダイアグラム

MAX9701



1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

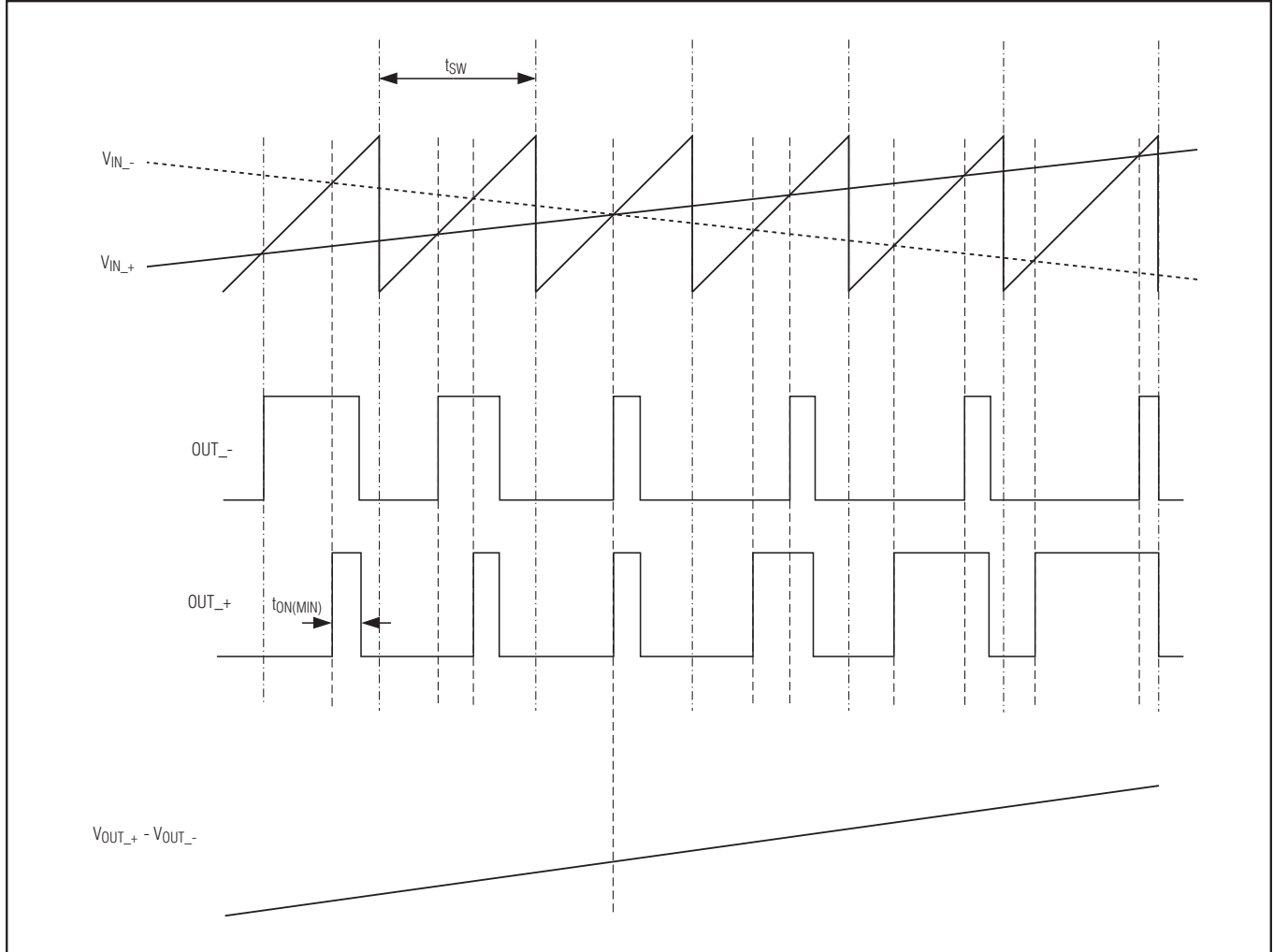


図1. 入力信号が印加された状態のMAX9701出力

詳細

フィルタレス、ステレオ、D級オーディオパワーアンプのMAX9701では、スイッチモードアンプ技術にいくつかの改良が加えられています。MAX9701は、基板の占有面積を最小限に抑えると共にD級の効率でAB級の性能を提供します。独自のフィルタレス変調方式、同期可能なスイッチング周波数、およびスペクトラム拡散スイッチングモードによって、フレキシブルな、小型、低ノイズ、高効率のオーディオパワーアンプが実現します。差動入力構成によって、コモンモードノイズが低減し、入力結合コンデンサなしで使用することができます。また、シングルエンド入力信号を受け入れるように入力を設定することもできます。

コンパレータが、MAX9701の入力を監視してコンプリメンタリ入力電圧をのこぎり波形と比較します。のこぎり波の入力振幅が対応する入力電圧を超えると、コンパレータはトリップします。2番目のコンパレータのトリップポイントの立上りエッジから一定時間が経過するとコンパレータは両方ともリセットされ、2番目のコンパレータの出力に最小幅($t_{ON(MIN)}$)のパルスが発生します(図1)。入力電圧が増加または減少すると、一方の出力のパルス幅が増加しますが、他方の出力のパルス幅は一定となります。こうして、スピーカにかかる正味の電圧 ($V_{OUT+} - V_{OUT-}$)が変化します。最小幅のパルスは、デバイスで高レベルの直線性を実現するのに役立ちます。

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

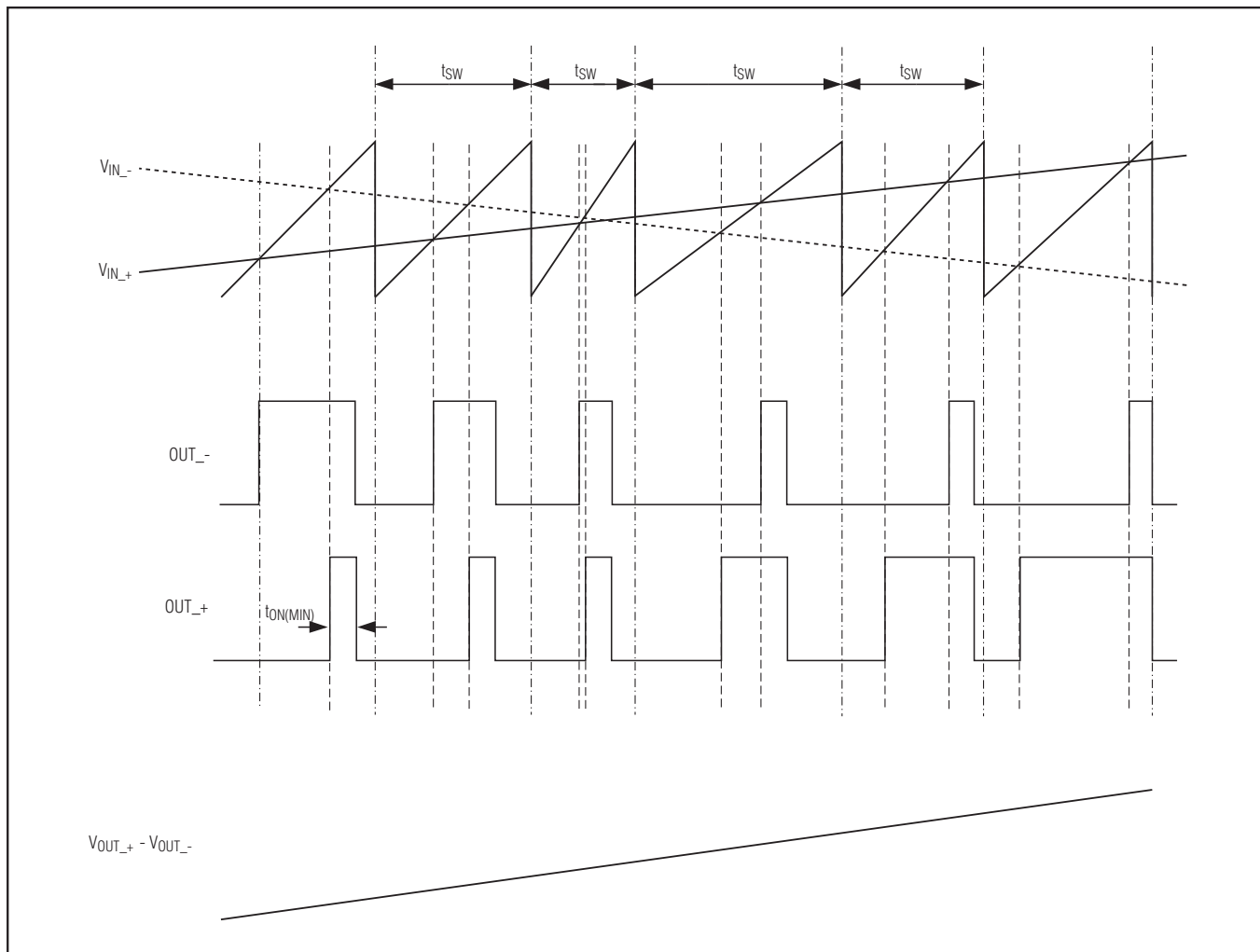


図2. 入力信号が印加された状態のMAX9701出力(SSMモード)

動作モード

固定周波数(FFM)モード

MAX9701は2種類の固定周波数モードを備えています。1.1MHzのスイッチング周波数を選択するためには、SYNCをGNDに接続してください。1.4MHzのスイッチング周波数を選択するためには、SYNCを無接続の状態にしてください。MAX9701の周波数スペクトルは、基本波スイッチング周波数とその高調波から成ります(「標準動作特性」のWideband Output Spectrum (FFM Mode) (広帯域出力スペクトル(FFMモード))のグラフをご覧ください)。高調波が高感度の周波数帯に入らないようにスイッチング周波数を設定してください(表1)。オーディオの再生はスイッチング周波数の変更による影響を受けません。

表1. 動作モード

| SYNC | MODE |
|-------------|--|
| GND | FFM with $f_{OSC} = 1100\text{kHz}$ |
| Unconnected | FFM with $f_{OSC} = 1400\text{kHz}$ |
| V_{DD} | SSM with $f_{OSC} = 1200\text{kHz} \pm 60\text{kHz}$ |
| Clocked | FFM with $f_{OSC} = \text{external clock frequency}$ |

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

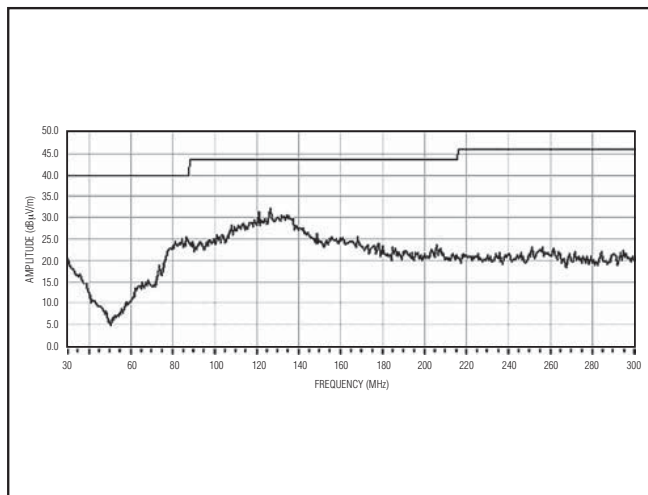


図3. TDK共通モードチョーク(TDK ACM4532-801-20-X)と76mmスピーカーケーブルを使用したMAX9701

スペクトラム拡散(SSM)モード

MAX9701は、独自のスペクトラム拡散モードを備えており、このモードでは、広帯域スペクトル成分が平坦化され、スピーカやケーブルから放射される可能性のあるEMIエミッションが改善されます。SYNC = V_{DD} に設定すると、このモードがイネブルされます(表1)。SSMモードでは、スイッチング周波数が中心周波数(1.2MHz) ± 60 kHzで不規則に変動します。変調方式は変わりませんが、のこぎり波形の周期はサイクルごとに変化します(図2)。スペクトルエネルギーがスイッチング周波数の倍数上に大量に存在するのではなく、このエネルギーはここでは周波数とともに増加する帯域幅全体にわたって拡散します。数MHz以上の領域では、広帯域スペクトルはEMI用のホワイトノイズのように表示されます(図3)。Maxim独自のアンプの形態は、このスペクトルがオーディオ帯域のノイズフロアに悪影響を及ぼさないことを保証します。

同期スイッチングモード

SYNC

SYNC入力を使用すると、ユーザ定義のクロックや別のMaxim D級アンプにMAX9701を同期させて、完全な同期システムを形成し、クロックの相互変調を最小限に抑制し、スイッチング高調波のスペクトル成分を低感度の周波数帯に割り当てることができます。1000kHz~1600kHzのTTLクロック信号をSYNCに印加すると、MAX9701はこれに同期します。SYNCクロックの周期をランダム化して、SSMモードで動作する別のMaxim D級アンプにMAX9701を同期させることができます。

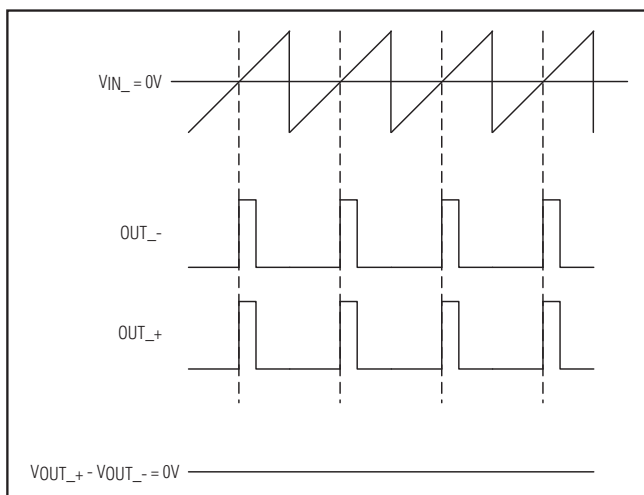


図4. 入力信号がない状態のMAX9701出力

SYNC_OUT

SYNC_OUTを使用することによって、複数のMAX9701および他のD級アンプ(MAX9700など)をカスケード接続することができます。この同期出力は、個々のデバイス間のスイッチング時間差がもたらすクロック相互変調に起因する干渉を最小化します。SYNC_OUTを使用した場合、変調方式はそのまま維持され、オーディオ再生はスイッチング周波数の変更による影響を受けません。

フィルタレス変調/共通モードアイドル

MAX9701では、Maxim独自の変調方式を採用して従来のD級アンプに必要なLCフィルタを排除することで、効率の改善、部品点数の削減、および基板面積とシステムコストの節減を実現しています。従来のD級アンプは、信号がないときにデューティサイクルが50%で位相が180°異なる方形波を出力します。フィルタがない場合は、方形波は負荷にDC電圧として発生して有限の負荷電流が流れるため、特にアイドル時の消費電力が増大します。MAX9701の入力に信号がない場合は、アンプは図4に示すように同相の方形波を出力します。MAX9701はスピーカを差動駆動するため、2つの出力は相殺し、スピーカに正味のアイドルモード電圧は発生せず、消費電力が最小限に抑えられます。

効率

D級アンプの効率は、出力段トランジスタのスイッチング動作に依存します。D級アンプでは、出力トランジスタは電流調整スイッチとして機能し、その消費電力はごくわずかです。D級出力段に関係する電力損失は、主にMOSFETオン抵抗の I^2R 損失と自己消費電流によるものです。

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

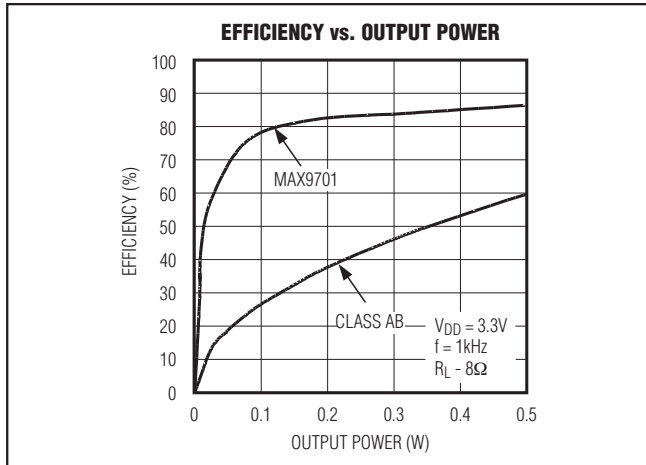


図5. MAX9701の効率 対 AB級効率

リニアアンプの理論的最高効率は78%ですが、この効率値は最大出力電力でのみ発揮されます。通常の動作レベル(標準的な音楽の再生レベル)では、効率が30%を下回りますが、MAX9701は同一条件下で80%以上もの効率を発揮します(図5)。

シャットダウン

MAX9701は、消費電力を低減しバッテリー寿命を延長するシャットダウンモードを備えています。SHDNをローに駆動すると、MAX9701は低電力(0.1 μ A)のシャットダウンモードに入ります。通常動作の場合はSHDNを V_{DD} に接続してください。

クリック/ポップノイズの抑制

MAX9701は、スタートアップ時とシャットダウン時の可聴トランジェントを排除する、包括的なクリック/ポップノイズ抑制を特長としています。シャットダウン中は、Hブリッジがハイインピーダンス状態にあります。スタートアップ中やパワーアップ中は、入力アンプがミュートされるとともに内部ループが変調器のバイアス電圧を適正レベルに設定して、その後Hブリッジがイネーブルされたときのクリック/ポップノイズを防止します。スタートアップから40msの間に、入力アンプはソフトスタート機能によって徐々にミュート解除されます。

アプリケーション情報

フィルタレス動作

従来のD級アンプでは、アンプのPWM出力からオーディオ信号を再生する出力フィルタが必要です。このフィルタのために、コストがかかり、アンプのサイズが増大し、効率が低下する可能性があります。従来のPWM方式では、大きな差動出力振幅($2 \times V_{DD(P-P)}$)を使用し、大きなリップル電流が発生します。フィルタ部品の寄生抵抗によって電力損失が発生し、効率が低下します。

MAX9701では出力フィルタは不要です。MAX9701は、スピーカコイル本来のインダクタンスと、スピーカおよび人間の耳の自然なフィルタリングに依拠し、方形波出力に含まれるオーディオ成分を再生します。出力フィルタがないため、サイズは小型化され、コストが低下し、効率が向上します。

MAX9701出力の周波数はほとんどのスピーカの帯域幅を十分に超えているため、方形波周波数に起因するボイスコイルの動きはごくわずかです。こうした動きはわずかですが、追加電力を処理するように設計されていないスピーカを損傷させる場合があります。最適な結果を得るために、直列インダクタンスが10 μ H以上のスピーカを使用してください。ポータブルオーディオアプリケーション用の標準的な8 Ω スピーカは、20 μ H~100 μ Hの範囲の直列インダクタンスを示します。

出力オフセット

AB級アンプとは異なり、D級アンプでは、負荷が加わったときに出力オフセット電圧によって自己消費電流が著しく増加することはありません。これは、D級アンプの電力変換によるものです。たとえば、8 Ω 負荷に8mVのDCオフセットがあると、AB級デバイスでは消費電流が1mA増えます。D級の場合、8 Ω に8mVのオフセットが加わると、電力損失の増加分は8 μ Wになります。D級アンプは高効率であるため、これは自己消費電流の増加が $8\mu\text{W}/(V_{DD}/100 \times \eta)$ であることを表わし、この値はおおよそ数 μ Aです。

利得の選択

MAX9701では、4つの利得設定値が選択可能で、外付け部品点数が最小限に抑えられています。0dB、6dB、12dB、および18dBの利得が、利得選択入力GAIN1とGAIN2から設定されます。GAIN1とGAIN2は、ハードワイヤード接続、またはデジタル制御されます。表2は、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ および $\text{THD+N} = 10\%$ において所定最大入力電圧および所定負荷から最大出力電力を得るための推奨利得設定値を示します。

表2. 利得の設定

| GAIN1 | GAIN2 | GAIN (dB) | INPUT (VRMS) | RL (Ω) | POUT (mW) |
|-------|-------|-----------|--------------|-----------------|-----------|
| 0 | 0 | +18 | 0.305 | 4 | 1100 |
| 1 | 0 | +12 | 0.615 | 4 | 1100 |
| 0 | 1 | +6 | 1.213 | 4 | 1100 |
| 1 | 1 | 0 | 2.105 | 4 | 1100 |
| 0 | 0 | +18 | 0.345 | 8 | 725 |
| 1 | 0 | +12 | 0.686 | 8 | 725 |
| 0 | 1 | +6 | 1.360 | 8 | 725 |
| 1 | 1 | 0 | 2.705 | 8 | 725 |

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

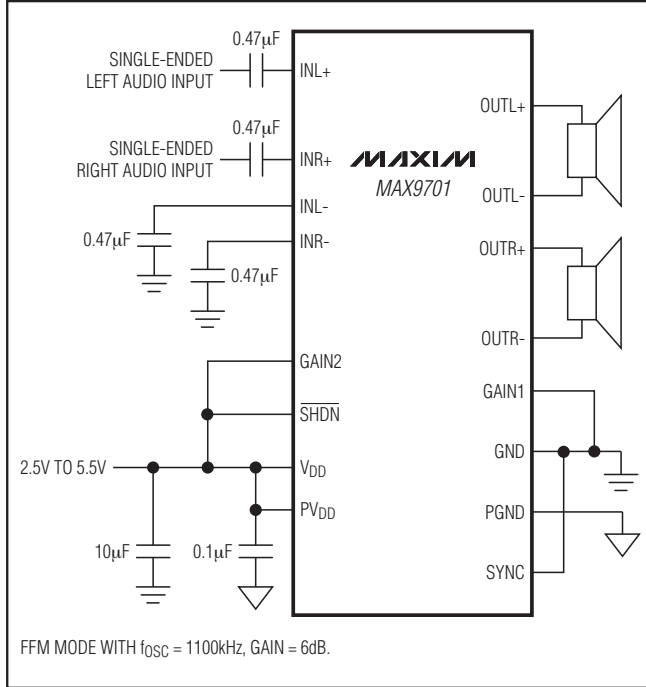


図6. シングルエンド入力

入カアンプ

差動入力

MAX9701は、差動入力構造を備えているため多数のCODECに対応し、シングルエンド入力アンプに比べてノイズ耐性が向上しています。携帯電話などのデバイスでは、RFトランスミッタの高周波信号がアンプの入カトレースによってピックアップされることがあります。この高周波信号は、アンプの入カにコモンモードノイズとして現れます。差動入力アンプは2つの入カの差を増幅し、両入力の同相信号は相殺されます。

シングルエンド入力

MAX9701は、いずれかの入カをGNDに容量結合し、もう一方の入カを駆動することで、シングルエンド入力アンプとして構成することができます(図6)。

DC結合入力

入カアンプは、アンプのコモンモード範囲内でバイアスされたDC結合入カを受け入れることができます(「標準動作特性」参照)。DC結合では、入カ結合コンデンサが不要になるため、部品点数は2個の外付け部品まで削減される可能性があります(図7)。ただし、コンデンサのハイパスフィルタ効果は失われるため、低周波信号が負荷にまで供給されます。

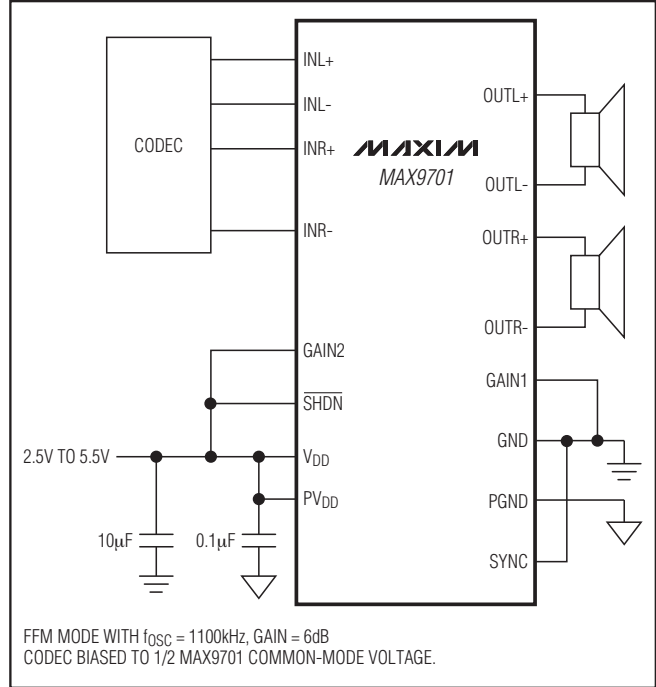


図7. DC結合入力

部品の選択

入カフィルタ

MAX9701の入カインピーダンス(R_{IN})に接続される入カコンデンサ C_{IN} は、入カ信号からDCバイアスを除去するハイパスフィルタを構成します。AC結合コンデンサによって、アンプは信号を自動的に最適なDCレベルにバイアスすることができます。信号ソースのインピーダンスがゼロの場合、ハイパスフィルタの-3dB点は次式によって与えられます。

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_{IN} C_{IN}}$$

f_{-3dB} が対象最低周波数を大幅に下回るように C_{IN} を選択してください。タンタルやアルミ電解など、低電圧係数の誘電率から成るコンデンサを使用してください。セラミックなど高電圧係数のコンデンサは、低周波で歪みを増大させるおそれがあります。

入カフィルタを設計する際の上記以外の検討事項として、システム全体の制約および実際の対象周波数帯が挙げられます。ハイファイオーディオでは20Hz~20kHzで平坦利得応答が要求されますが、携帯電話やトランシーバなどのポータブルな音声再生デバイスに対する要求は人間の声の周波数範囲(通常、300Hz~3.5kHz)に限られています。また、ポータブルデバイスに使用されるスピーカは、300Hz以下の応答の良くないものが大半

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

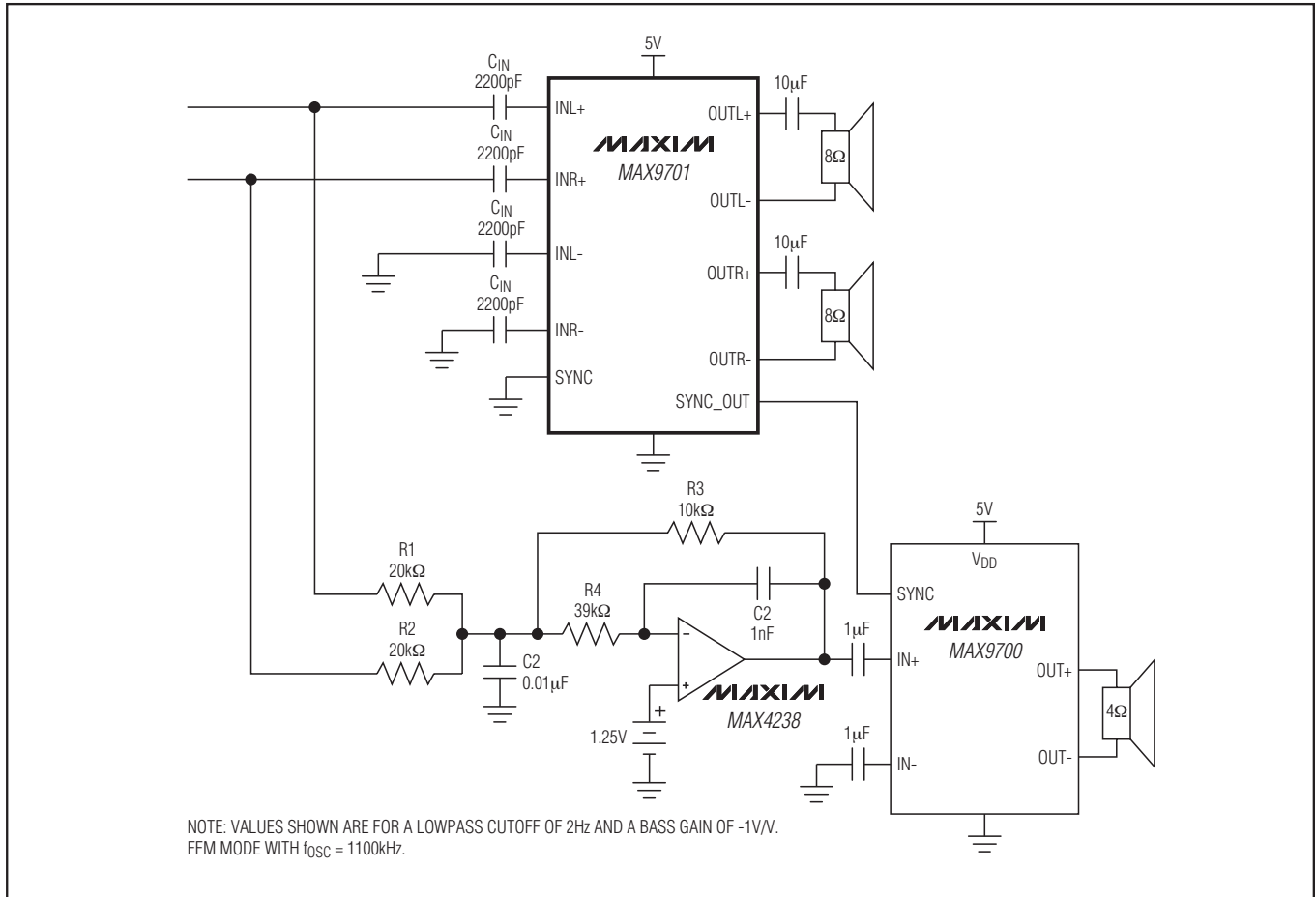


図8. 2.1チャンネルアプリケーション回路

です。これらの2点を考え合せると、20Hz~20kHzの応答をカバーする入力フィルタとする必要はなく、より小型のコンデンサを使用して基板面積とコストの両方を節減します。

出力フィルタ

MAX9701には出力フィルタが不要です。このデバイスは、76mmの非シールドスピーカケーブルに関するFCCエミッション規格に適合しています。ただし、基板のレイアウトやケーブル長に起因する放射エミッションに弱い設計の場合や、回路がEMIに敏感なデバイスに近い場合は、出力フィルタを使用することができます。10MHz以上の放射周波数が懸念される場合は、フェライトビーズフィルタを使用してください。10MHz以下の放射エミッションが懸念される場合や、長いケーブル(76mm以上)でアンプをスピーカに接続している場合は、LCフィルタやコモンモードチョークを使用してください。

2.1チャンネル構成

標準2.1チャンネルアプリケーション回路(図8)は、中域周波数/高域周波数アンプとして構成されたMAX9701、およびモノラルバスアンプとして構成されたMAX9700を示します。入力コンデンサ(C_{IN})は、次式に従ってハイパスカットオフ周波数を設定します。

$$f = \frac{1}{2\pi \times R_{IN} \times C_{IN}}$$

ここで、R_{IN}はMAX9701の標準入力抵抗です。MAX9701の出力に接続された10μFのコンデンサは、2ポールハイパスフィルタを形成します。

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

各低周波は、2ポールのローパスフィルタによって加算され、モノラルスピーカアンプのMAX9700に送られます。このローパスフィルタの通過帯利得は、同相ステレオ信号の場合1です。

$$\frac{-2 \times R3}{R1}$$

ここで、 $R1 = R2$ で、 $R3 = R1/R2$ です。ローパスフィルタのカットオフ周波数は次式で設定されます。

$$f = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{1}{C1 \times C2 \times R3 \times R4}}$$

電源のバイパス、レイアウト、およびグランド

性能を最適化するためには、適切なレイアウトとグランドが不可欠です。電源入力とアンプ出力には幅の広いトレースを使用して寄生トレース抵抗による損失を最小にしてください。また、幅の広いトレースは、パッケージの放熱にも役立ちます。適切なグランドによって、オーディオ性能が向上し、チャンネル間のクロストークが最小限に抑制され、オーディオ信号へのスイッチングノイズの結合が防止されます。PGNDとGNDをプリント基板上の1点で互いに接続してください。スイッチングトランジエントが伝播する全トレースは、GND、およびオーディオ信号経路用のトレース/部品から離して配置してください。

V_{DD} を10 μ FでGNDに、 PV_{DD} を0.1 μ FでPGNDにそれぞれバイパスしてください。バイパスコンデンサは、MAX9701のできる限り近くに配置してください。幅の広い低抵抗の出力トレースを使用してください。出力から流れる電流は、負荷インピーダンスが減少するにつれて増加します。出力トレースの抵抗が大きければ、負荷への供給電力が減少します。幅の広いトレースを出力、電源、およびGNDは、MAX9701から空気中へのより多くの熱の移動を可能とし、回路の熱インピーダンスが減少します。

MAX9701のTQFN-EPパッケージは、その下側にエクスポーズサーマルパッドを備えています。このパッドは、ダイからプリント基板まで直接の熱伝導経路を設けることによってパッケージの熱インピーダンスを低減します。エクスポーズサーマルパッドをGNDプレーンに接続してください。

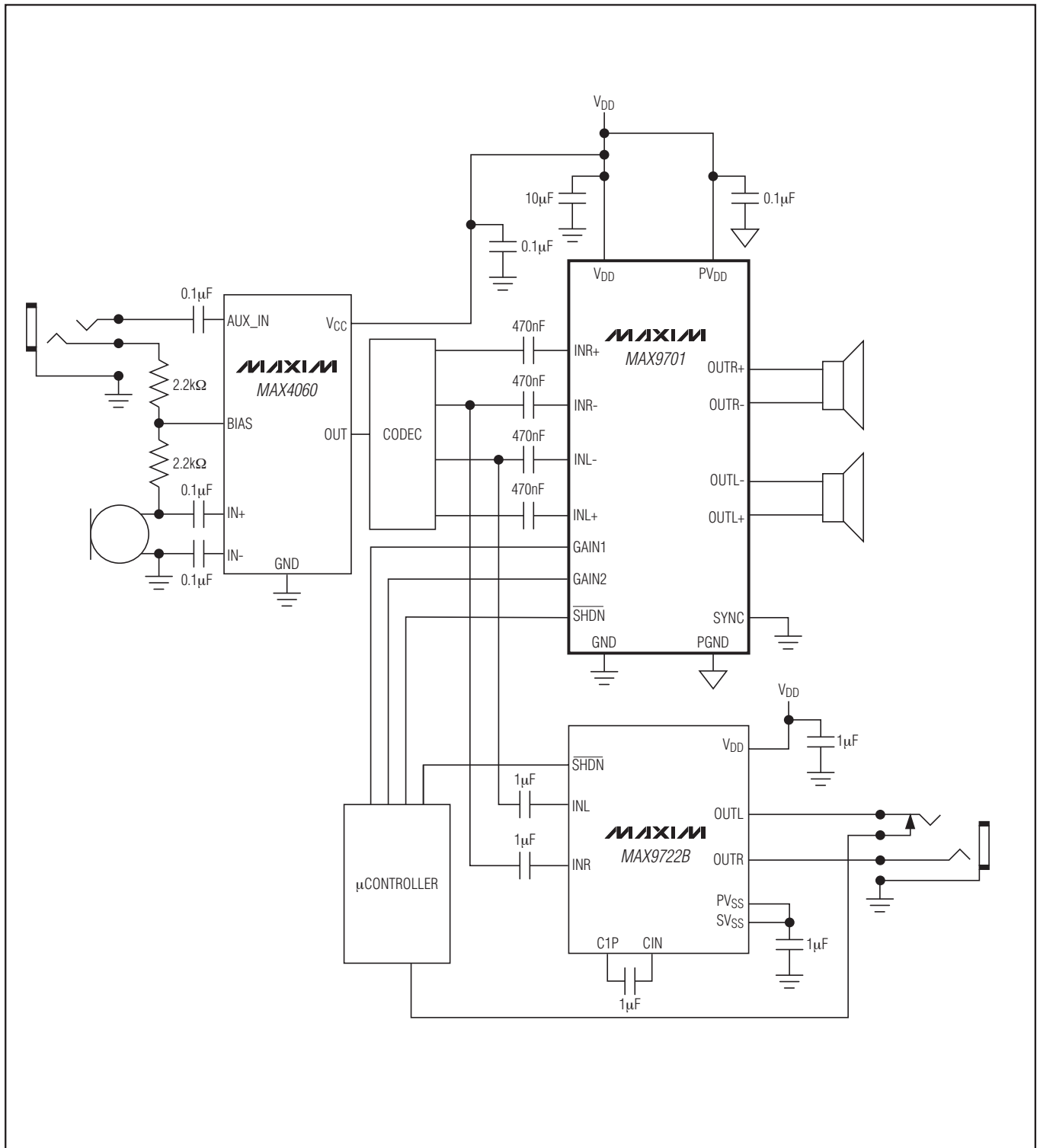
UCSPアプリケーション情報

UCSP構成、寸法、テープキャリア情報、プリント基板技術、バンプパッドレイアウト、および推奨リフロー温度プロファイルに関する最新アプリケーションの詳細、ならびに信頼性試験結果に関する最新情報については、Maximのウェブサイト(japan.maxim-ic.com/ucsp)に掲載されたアプリケーションノート：「UCSP—ウェハレベルチップスケールパッケージ」を参照してください。

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

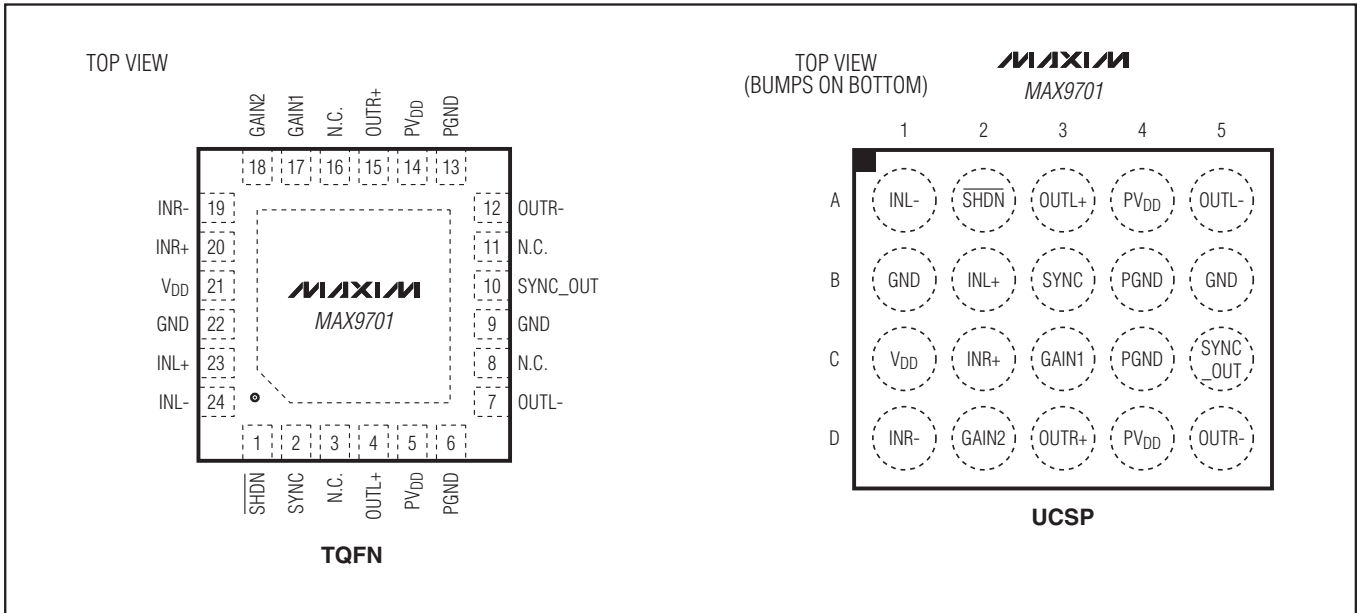
システムダイアグラム

MAX9701



1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

ピン配置



チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 5688

PROCESS: BiCMOS

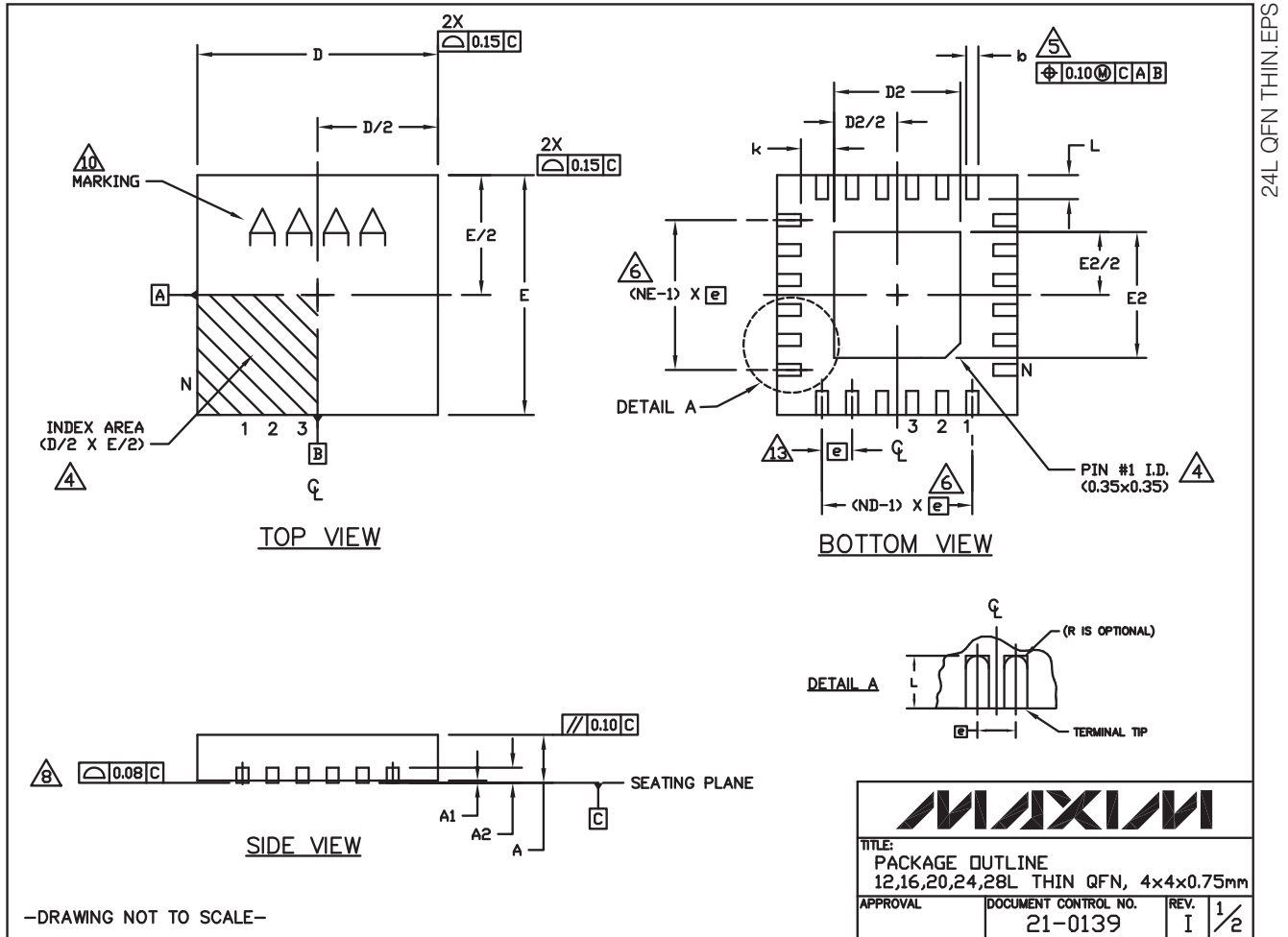
1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なる点がある点に注意してください。

| パッケージタイプ | パッケージコード | ドキュメントNo. |
|------------|----------|----------------|
| 24 TQFN-EP | T2444-4 | 21-0139 |
| 20 UCSP | B20-1 | 21-0095 |



1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

パッケージ(続き)

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なる点がある点に注意してください。


| COMMON DIMENSIONS | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| PKG | 12L 4x4 | | | 16L 4x4 | | | 20L 4x4 | | | 24L 4x4 | | | 28L 4x4 | | |
| REF. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | 0.0 | 0.02 | 0.05 | 0.0 | 0.02 | 0.05 | 0.0 | 0.02 | 0.05 | 0.0 | 0.02 | 0.05 | 0.0 | 0.02 | 0.05 |
| A2 | 0.20 REF | | | 0.20 REF | | | 0.20 REF | | | 0.20 REF | | | 0.20 REF | | |
| b | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.20 | 0.25 | 0.30 | 0.18 | 0.23 | 0.30 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |
| D | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 |
| E | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 | 3.90 | 4.00 | 4.10 |
| e | 0.80 BSC. | | | 0.65 BSC. | | | 0.50 BSC. | | | 0.50 BSC. | | | 0.40 BSC. | | |
| k | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - | 0.25 | - | - |
| L | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.45 | 0.55 | 0.65 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| N | 12 | | | 16 | | | 20 | | | 24 | | | 28 | | |
| ND | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | |
| NE | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | | 7 | | |
| JeDEC Var. | WGGB | | | WGGC | | | WGGD-1 | | | WGGD-2 | | | WGGE | | |

| EXPOSED PAD VARIATIONS | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|--|
| PKG. CODES | D2 | | | E2 | | | |
| | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. | |
| T1244-3 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T1244-4 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T1644-3 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T1644-4 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T2044-2 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T2044-3 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T2444-2 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | 1.95 | 2.10 | 2.25 | |
| T2444-3 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | |
| T2444-4 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | |
| T2444N-4 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | |
| T2444M-1 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | 2.45 | 2.60 | 2.63 | |
| T2844-1 | 2.50 | 2.60 | 2.70 | 2.50 | 2.60 | 2.70 | |

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JESD 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25mm AND 0.30mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm.
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
- LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ±0.05.
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
- ALL DIMENSIONS ARE THE SAME FOR LEADED (-) & PbFREE (+) PACKAGE CODES.

-DRAWING NOT TO SCALE-

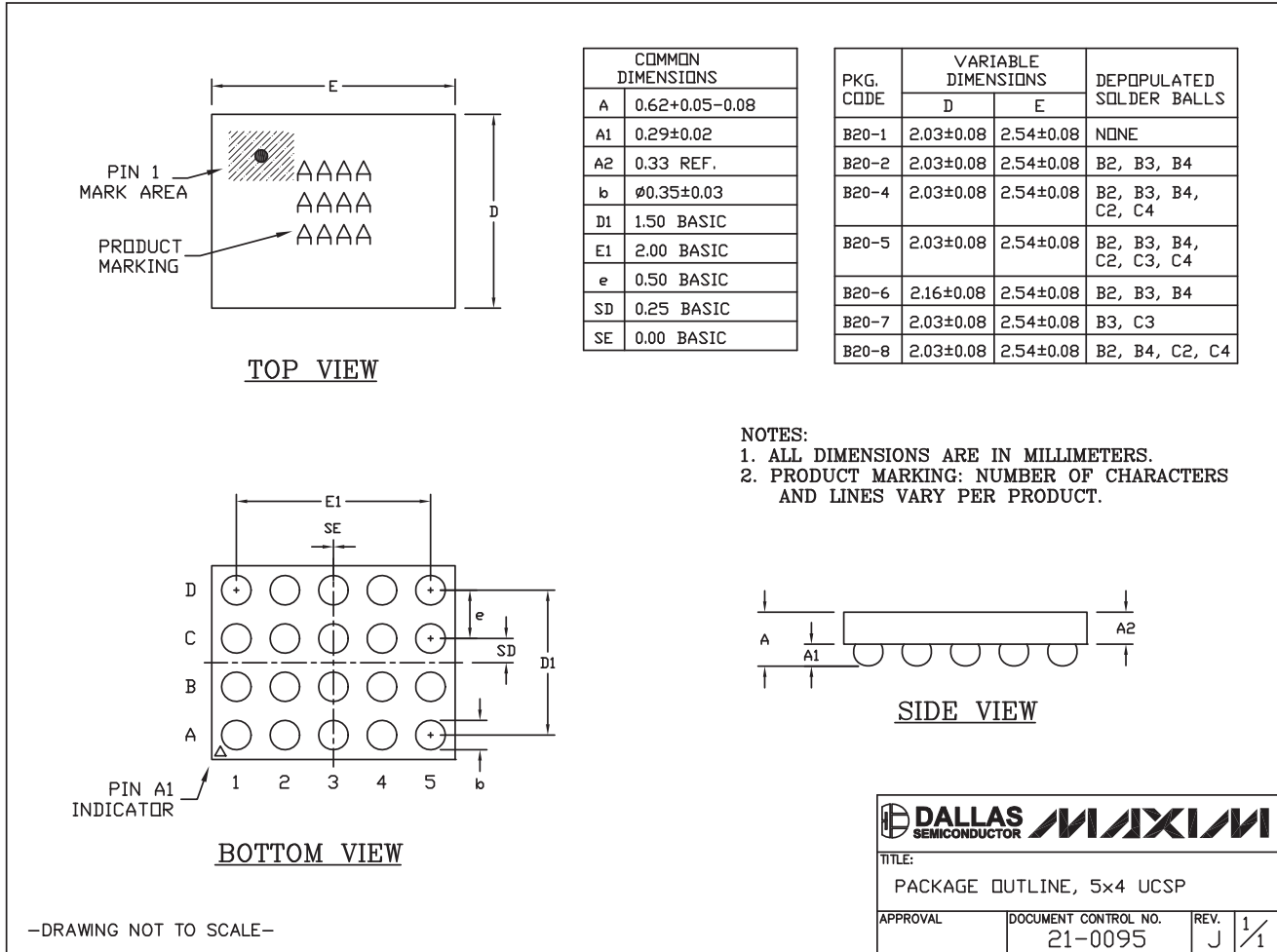
| | | | |
|---|---------------------------------|-----------|-----|
|  | | | |
| TITLE: PACKAGE OUTLINE 12,16,20,24,28L THIN QFN, 4x4x0.75mm | | | |
| APPROVAL | DOCUMENT CONTROL NO. 21-0139 | REV. I | 2/2 |

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

MAX9701

パッケージ(続き)

最新のパッケージ図面情報およびランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesを参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なる点がある点に注意してください。



5x4 UCSP:EPS

1.3W、フィルタレス ステレオD級オーディオパワーアンプ

改訂履歴

| 版数 | 改訂日 | 説明 | 改訂ページ |
|----|------|-------------------|-------|
| 3 | 3/09 | 「型番」にG45のオプションを追加 | 1 |

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

Maximは完全にMaxim製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

22 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**