

スピーカアンプに関するノウハウ

発行日 2020年10月13日

ご注意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本製品をご使用の際は、最新の製品情報をご確認の上、絶対最大定格、動作条件その他の指定条件の範囲内でお使いください。指定条件の範囲を超えて使用された場合や、使用上の注意を守ることなく使用された場合、その後に発生した故障、誤動作等の不具合、事故、損害等については、ラピステクノロジー株式会社(以下、「当社」といいます)はいかなる責任も負いません。また、指定条件の範囲内のご使用であっても、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。万が一本製品が故障・誤作動した場合でも、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないよう、お客様の責任において、ディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等お客様の機器・システムとしての安全確保を行ってください。
- 3) 本資料に記載されております応用回路例やその定数、ソフトウェア等の情報は、半導体製品の標準的な動作例や応用例を説明するものです。お客様の機器やシステムの設計においてこれらの情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。また、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。これらのご使用に起因して生じた損害等に関し、当社は一切その責任を負いません。
- 4) 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の技術情報は、それをもって当該技術情報に関する当社または第三者の知的財産権その他の権利を許諾するものではありません。したがって、当該技術情報を使用されたことによる第三者の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は何ら責任を負うものではありません。
- 5) 本製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など)および本資料に明示した用途へのご使用を意図しています。
本製品を、特に高い信頼性が要求される機器(車載・船舶・鉄道等の輸送機器、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム等)に使用される際は、必ず当社へご連絡の上、書面にて承諾を得てください。
当社の意図していない用途に製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
また、本製品は直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム、極めて高い信頼性を要求される機器(航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器等)には、使用できません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計がなされておられません。
- 7) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社はその責任を負うものではありません。
- 8) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いません。
- 9) 本製品および本資料に記載の技術を輸出または国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 10) 本資料に記載されている内容または本製品についてご不明な点がございましたらセールスオフィスまでお問い合わせください。
- 11) 本資料の一部または全部を当社の許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。

Copyright 2020 LAPIS Technology Co., Ltd.

ラピステクノロジー株式会社

〒222-8575 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-4-8

<https://www.lapis-tech.com/>

目次

1. はじめに.....	1
2. スピーカアンプクラス比較.....	1
3. AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプの接続と信号について.....	2
4. PWM で音をなぜ再現できるのか？.....	3
5. AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプの違い.....	4
6. D 級スピーカアンプの放射ノイズ対策.....	5
7. AB 級スピーカアンプの短所.....	6
8. デジタル D 級スピーカアンプの短所.....	7
9. 改版履歴.....	8

1. はじめに

本資料ではスピーカアンプに関するノウハウを示します。

2. スピーカアンプクラス比較

スピーカアンプクラス別の特徴を比較しています。

LSI では A 級・B 級は使用していませんが比較のため記載します。

効率が良い順番:①デジタル D 級、②アナログ D 級、③B 級、④AB 級、⑤A 級

歪が少ない順番:① A 級、② アナログ D 級、AB 級、デジタル D 級、⑤ B 級

スピーカアンプクラス比較

クラス	メリット	デメリット	対象商品
A 級	歪が小さい。	無効電流が大きく、非常に効率が低い。発熱がとても大きい。	(なし)
B 級	無信号時の無効電流が流れないので A 級より効率は良い。	大きなクロスオーバー歪が発生する。	(なし)
AB 級	A 級の低歪特性と B 級の高効率特性を両立させるために無信号時のバイアス電流を少し(25~50mA 程度)流す方式。	クロスオーバー歪が発生する。	ML227XX/ML228XX/ ML22(Q)5XX/ML22(Q)321/ ML22(Q)331/ML22(Q)341/ ML224X0/ML22Q6XX
デジタル D 級 フィードバックなし	高効率な電力変換が可能で、電力ロスが小さいため発熱が少ない。放熱器を小型化でき、回路容量も少なく、軽量になる。	歪が大きい。放射ノイズ(EMI)が大きい。	ML22Q3X4/ML22Q6XX
アナログ D 級	高効率な電力変換が可能で、電力ロスが小さいため発熱が少ない。放熱器を小型化でき、回路容量も少なく、軽量になる。	歪が大きい。放射ノイズ(EMI)が大きい。	(オーディオ LSI) ML24Q0X4/ML24Q3X4

クロスオーバー歪:出力信号が0V付近を通過する時に生じる歪

効率:入力された電力に対して、音として出力される電力の割合

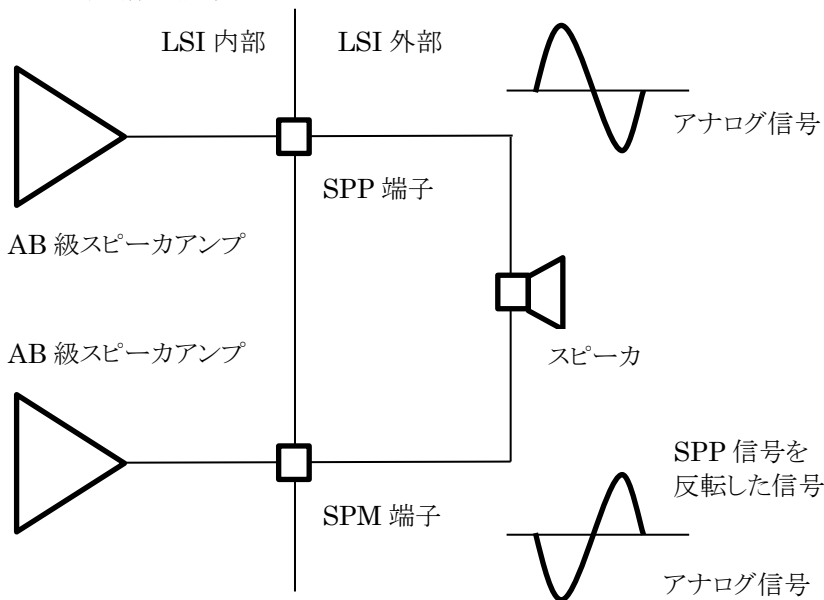
3. AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプの接続と信号について

以降は、ラピスの商品で採用されている AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプについて説明します。

AB 級スピーカアンプは BTL 接続します (BTL: Bridge Tied Load 2つのアンプ回路を使用し、スピーカ両端子へ反転させて接続する方法)。

AB 級スピーカアンプは、アナログ信号を出力します。

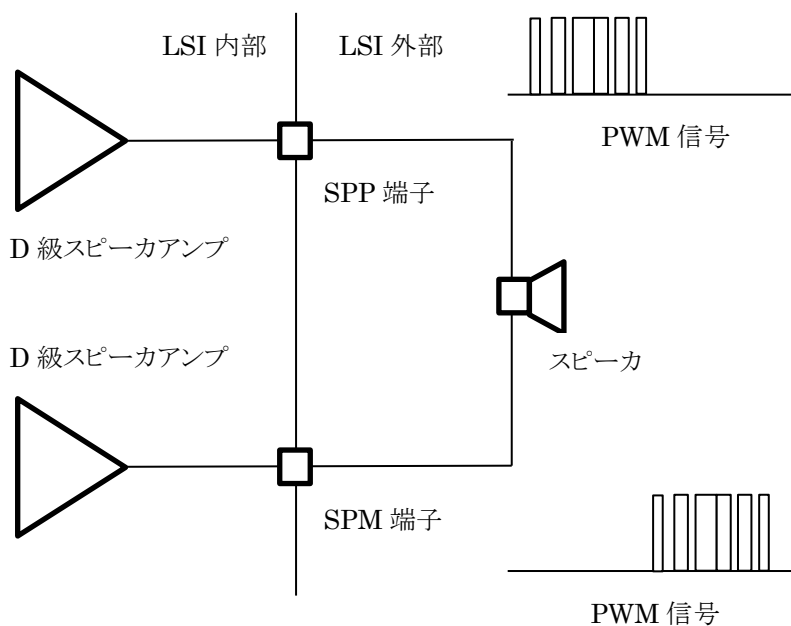
AB 級スピーカアンプの回路構成と信号



D 級スピーカアンプは BTL 接続します。

D 級スピーカアンプは、PWM 信号を出力します (PWM: Pulse Width Modulation パルスのデューティ比を変化させる変調方法です)。

D 級スピーカアンプの回路構成と信号

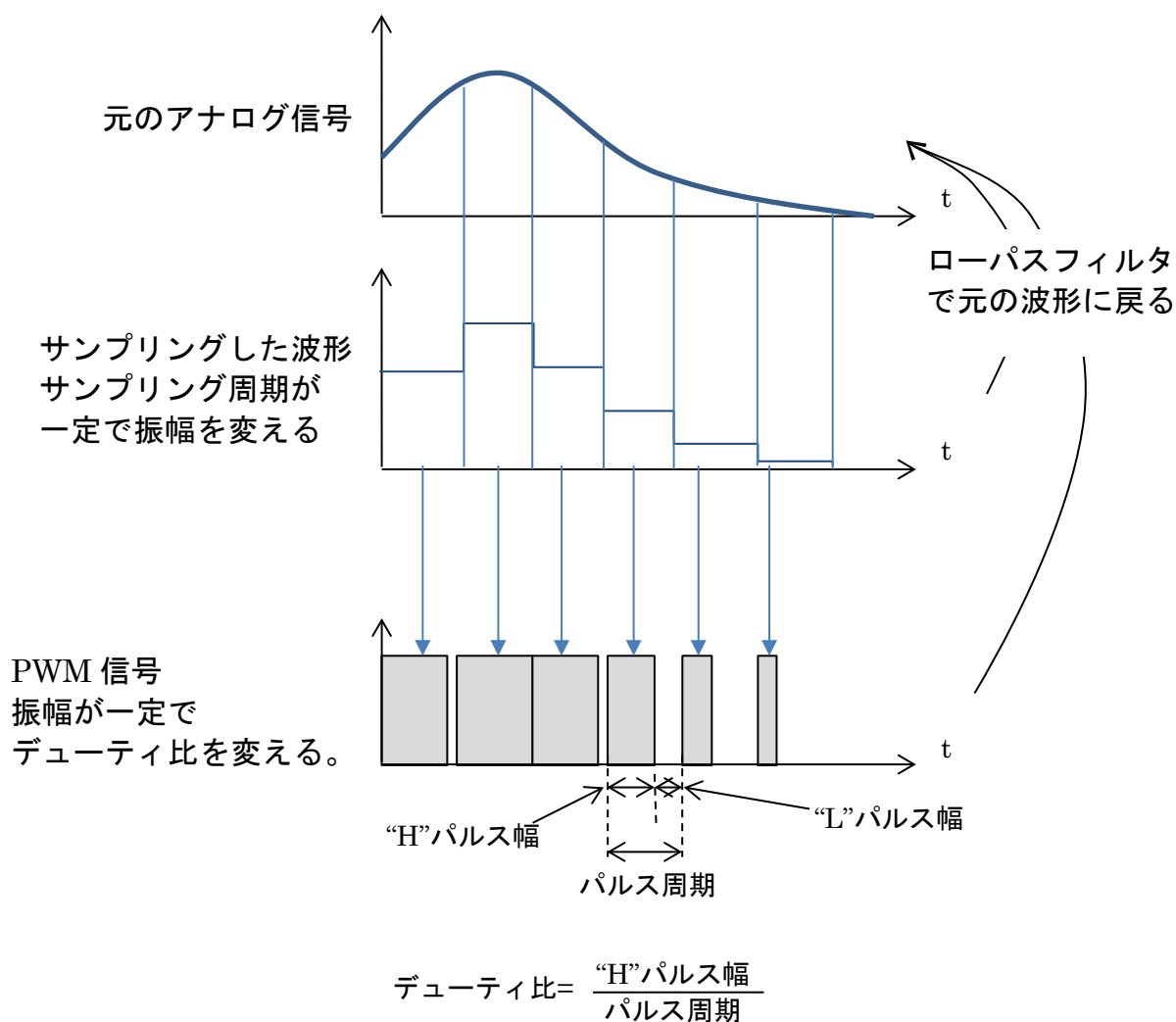


4. PWM で音をなぜ再現できるのか？

PWM 信号は、デジタル信号すなわちパルスで、パルスのデューティ比を変化させて、ヒーターやモーター、スピーカなどに流れる電流の時間を変化させて、ヒーターやモーター、スピーカを制御します。ここで、デューティ比は、“H”パルス幅/パルス周期で表されます。この PWM 信号をスピーカに入力して音を鳴らします。

デジタル信号の PWM 信号をスピーカに入力して、音が鳴る理由は、PWM 信号のパルスのデューティ比によってアナログ信号を再現しているからです。デジタル信号はアナログ信号ではありませんが、デューティ比によってアナログ要素を作り出しております。PWM 信号の生成は、元のアナログ信号をサンプリングし、サンプリングした波形の振幅に比例したデューティ比を持つパルスを作ることです。そのため、PWM をローパスフィルタに通すと、アナログ信号になります。また、PWM のキャリア周波数 (PWM のパルスの周波数) がスピーカの鳴動周波数帯域に対して十分に高いことも、PWM 信号をスピーカに直接入力してもノイズがのらないことの原因です。これによりスピーカに PWM 信号を入力することによって音を再現できます。

PWM 波形とデューティ比



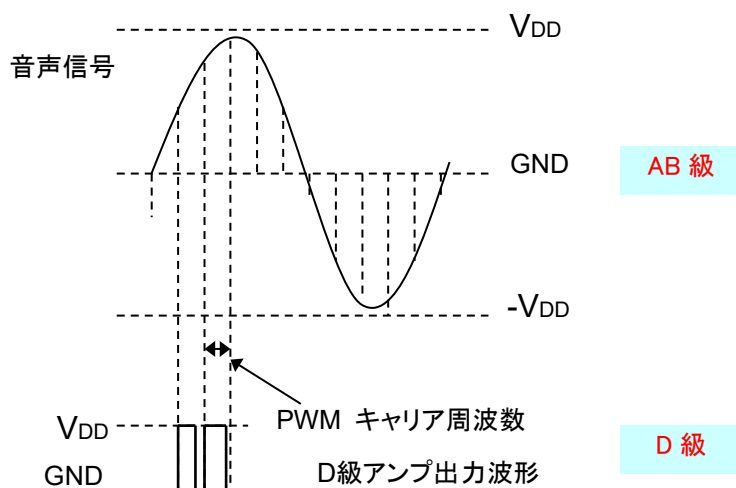
5. AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプの違い

AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプの違いを示します。

AB 級スピーカアンプは、アナログ信号を出力します。

D 級スピーカアンプは、デジタル信号を出力します。D 級スピーカアンプは、デューティ比でアナログ信号を再現します。

AB 級スピーカアンプと D 級スピーカアンプの違い

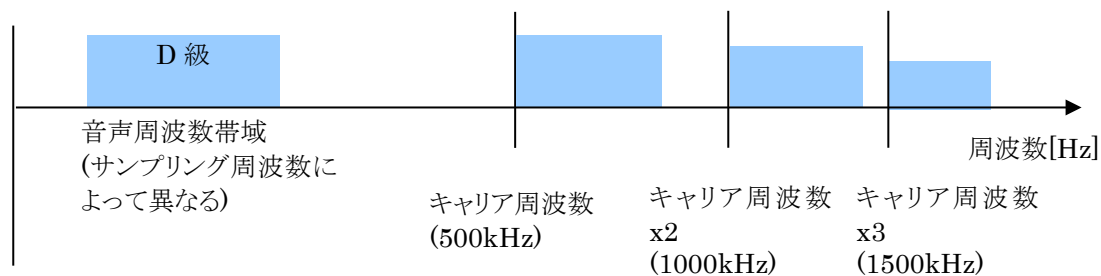


D 級スピーカアンプの出力はパルスとなっており、そのパルスの周波数が PWM のキャリア周波数となります。D 級スピーカアンプの場合、そのキャリア周波数(500kHz)×整数倍(2 倍,3 倍,4 倍・・・)のノイズが出てしまいます。上記のノイズが TV・ラジオなどの周波数に干渉してしまうことが問題です。後述しますが、LC フィルタでキャリア周波数をカットすることで、ノイズ問題を解決することができます。

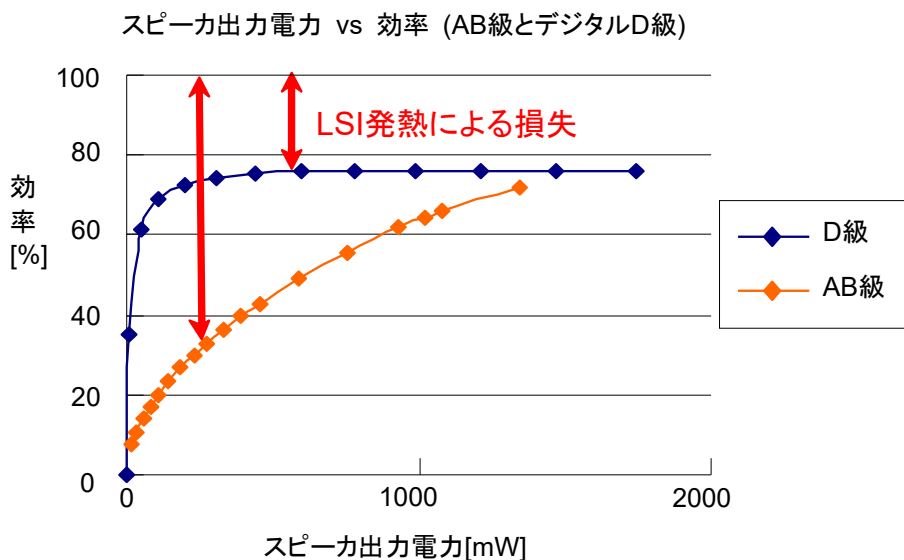
AB 級スピーカアンプの帯域



D 級スピーカアンプの帯域



AB級スピーカアンプとD級スピーカアンプの、スピーカ出力電力に対する効率を示します。D級スピーカアンプは、無駄な電流がほとんどなく効率が良いです。AB級スピーカアンプはバイアス電流を常に流しているため効率が悪くなります。このバイアス電流は一定であるため、出力電力を増やしていくとAB級スピーカアンプの効率は増加します。

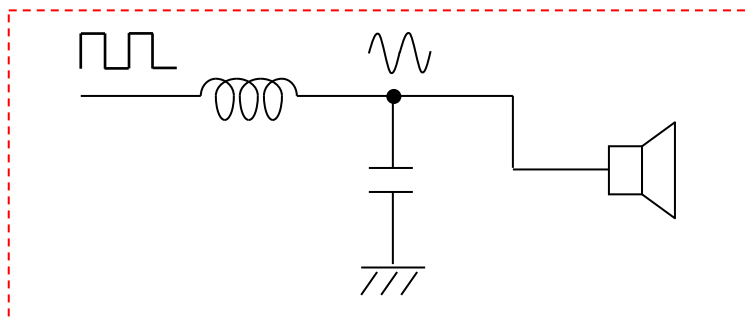


6. D級スピーカアンプの放射ノイズ対策

前述のようにD級スピーカアンプは、キャリア周波数の整数倍の周波数のノイズが発生しこれにより他の機材の周波数と干渉することがあります。そのため、以下の対策が必要となる場合があります。

- ① まずは、スピーカまでの距離を最短にします。
- ② LCフィルタを入れて、これによりキャリア周波数をカットします。
(熱が発生するので良いL(等価直列抵抗が小さいコイル)を使用する必要があります。)

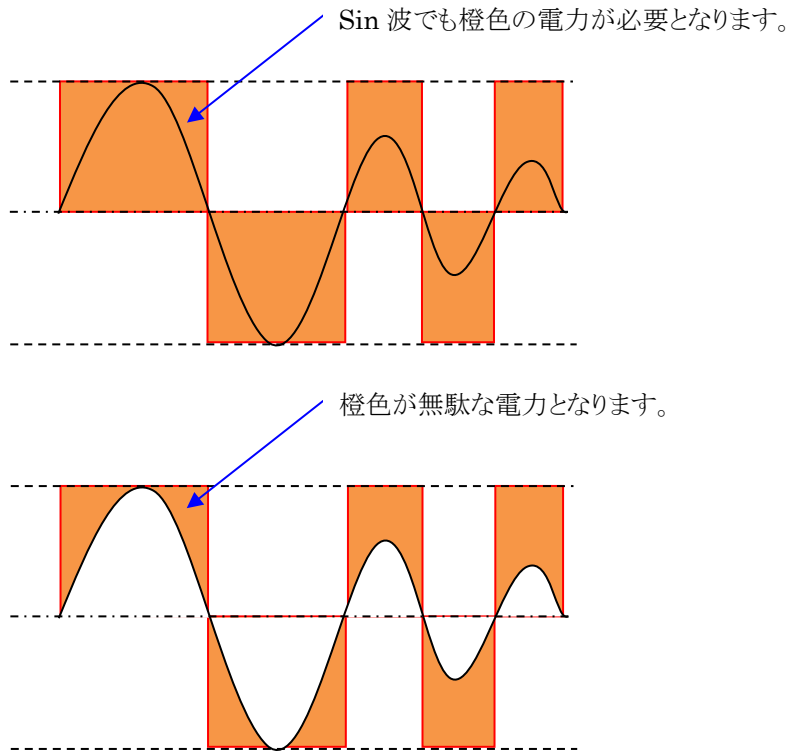
LCフィルタ



7. AB 級スピーカアンプの短所

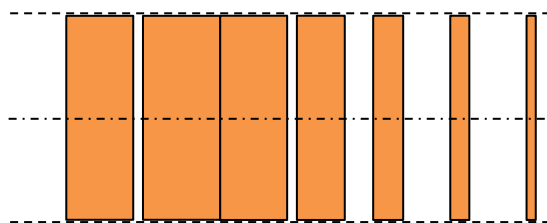
AB 級スピーカアンプは、音声波形によらずバイアス電流を常に流し続けるので、無駄な電力を消費します。

AB 級スピーカアンプの出力波形



一方 D 級スピーカアンプの出力は方形波であるため無駄に消費する電力が少ないです。また、デジタル D 級スピーカアンプはフルデジタルであるためバイアス電流を使用しません。そのため高い効率を実現できます。

D 級スピーカアンプの出力波形



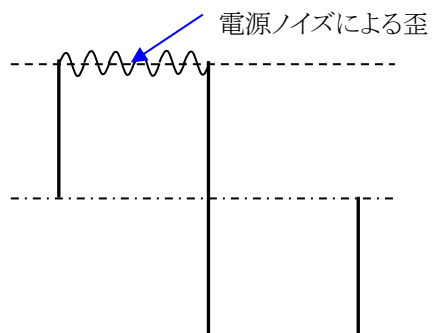
8. デジタル D 級スピーカアンプの短所

デジタル D 級スピーカアンプは電源レベルおよびグラウンドレベルを出力します。そのため電源にノイズが乗っている場合、出力信号にそのままノイズが乗りますので歪が出ます。

オーディオ LSI (アナログ D 級スピーカアンプ) では DUTY を変えてフィードバック対策していますが、デジタル D 級スピーカアンプでは対策されていません。

そのため、デジタル D 級スピーカアンプを使用される場合は、電源は LDO を介して安定した電源を与え、電源レベルが揺れないようにしてください。

電源ノイズによる歪



9. 改版履歴

ドキュメント No.	発行日	ページ		変更内容
		改版前	改版後	
FJXL_SPEAKER_AMP-01	2020.10.13	—	—	初版発行