

音の展覧会 2020 発表資料

発表日 2020年1月13日

作成日 2020年1月 6日

中田宏

本日の発表要旨

- 新しい駆動方式のアンプについて技術発表します
 - 2017年に特許を2件申請して両方共成立しました
- デモンストレーションとしてたっぷり再生時間を取ります
- ネットで情報公開中
 - <http://www.nakata-jp.org/computer/howto/audio/patent/index.html>

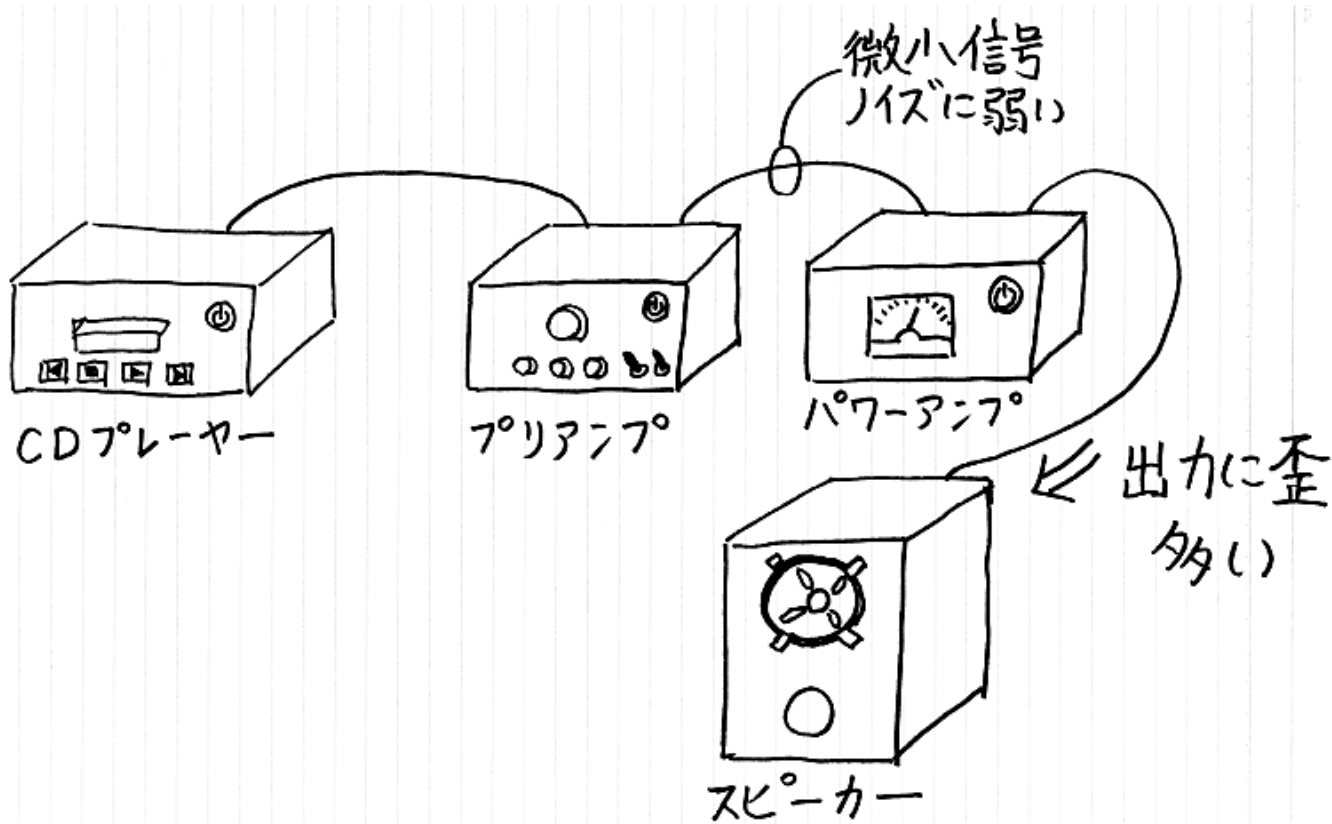
タイムテーブル

- この資料を元にした発表 約20分
 - アナログ・アンプの弱点についておさらい
 - デジタル・アンプの技術についておさらい、初期から現在まで
 - 発表者が発明したデジタル・アンプ改良技術について
- デモンストレーションと質問受け付け 約40分

発表者自己紹介

- ITソフトウェアエンジニア(高校生のアルバイト以来経験40年目)
- ハードウェアやアナログ回路も仕事でちょっといじる
- トラ技などの技術誌にたまに原稿を書いている
『エレキ工房No.5』とか
- 趣味でオーディオを理論から実装までやっている
一人研究所状態
- ホームページは <http://www.nakata-jp.org/>

アナログ・アンプ



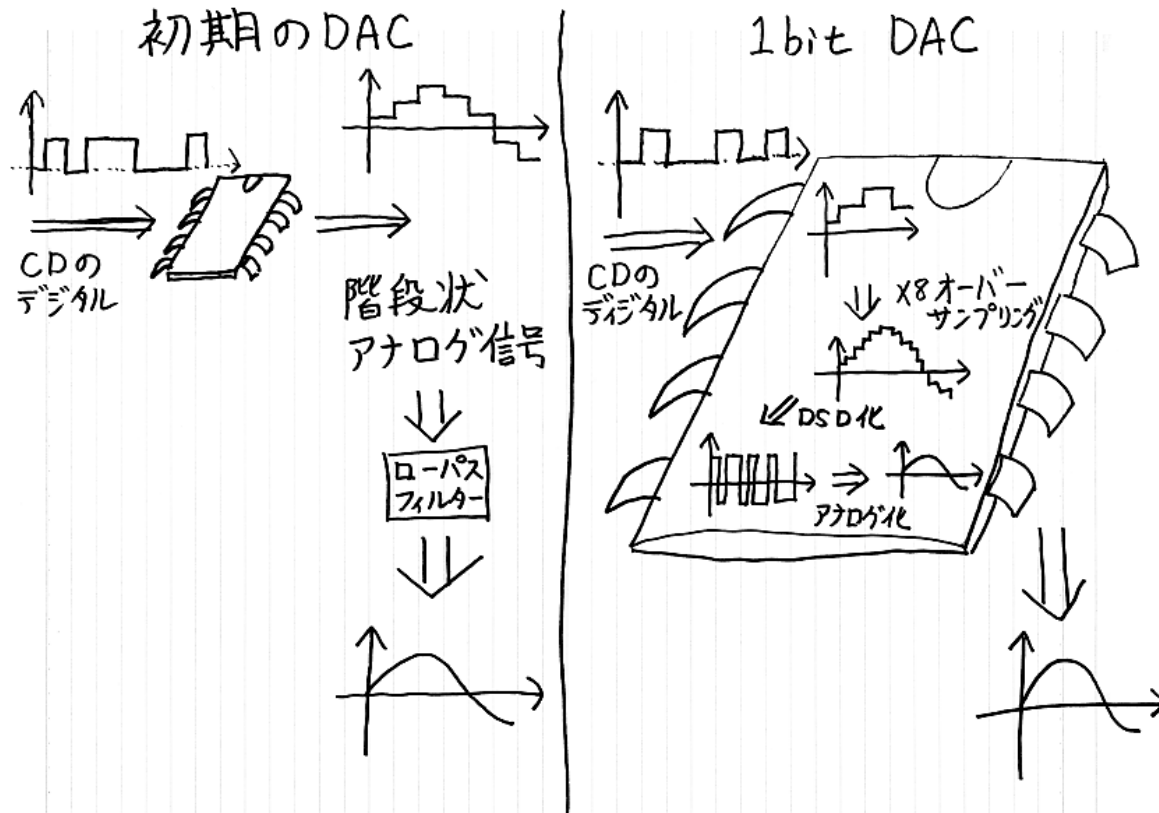
電流駆動

- ラジオ技術誌では『電流出力型アンプ』を推奨しているそうだけど、発表者も『電流駆動』が物理学的に正しいと主張している

- URL

<http://www.nakata-jp.org/computer/howto/audio/currentfeedback/equation.html>

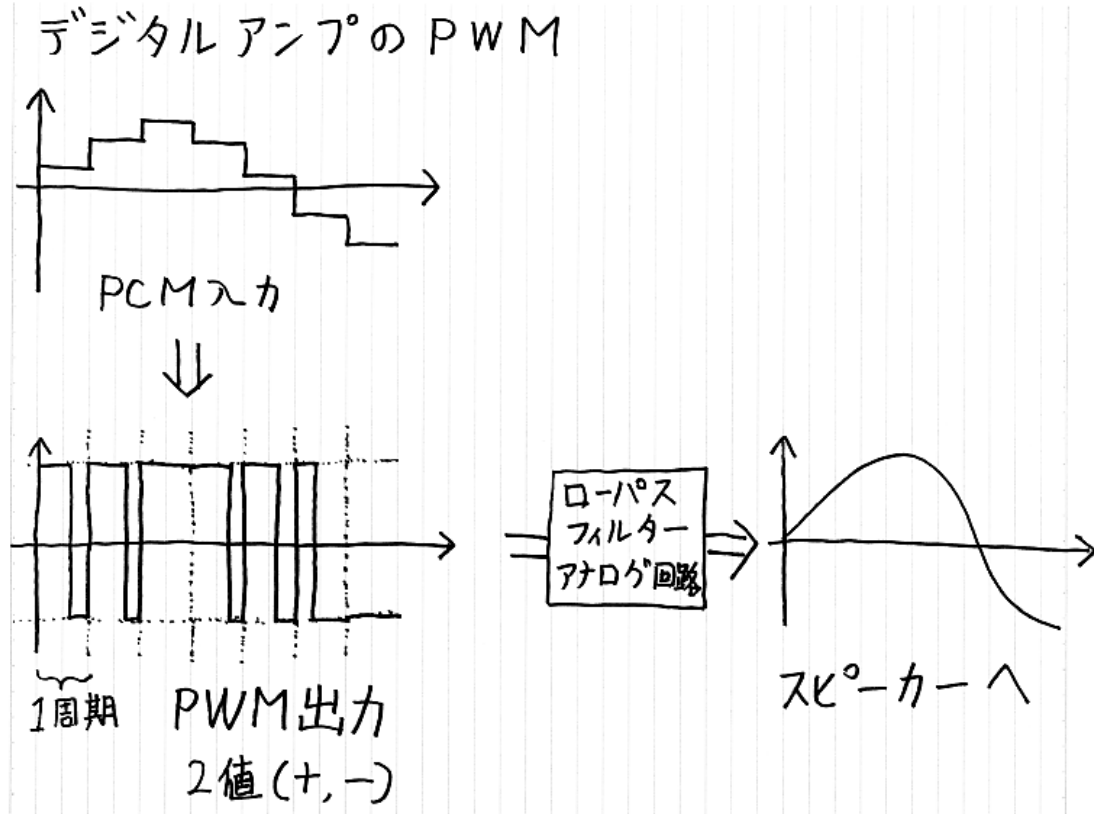
DACの動作



発表者の主張

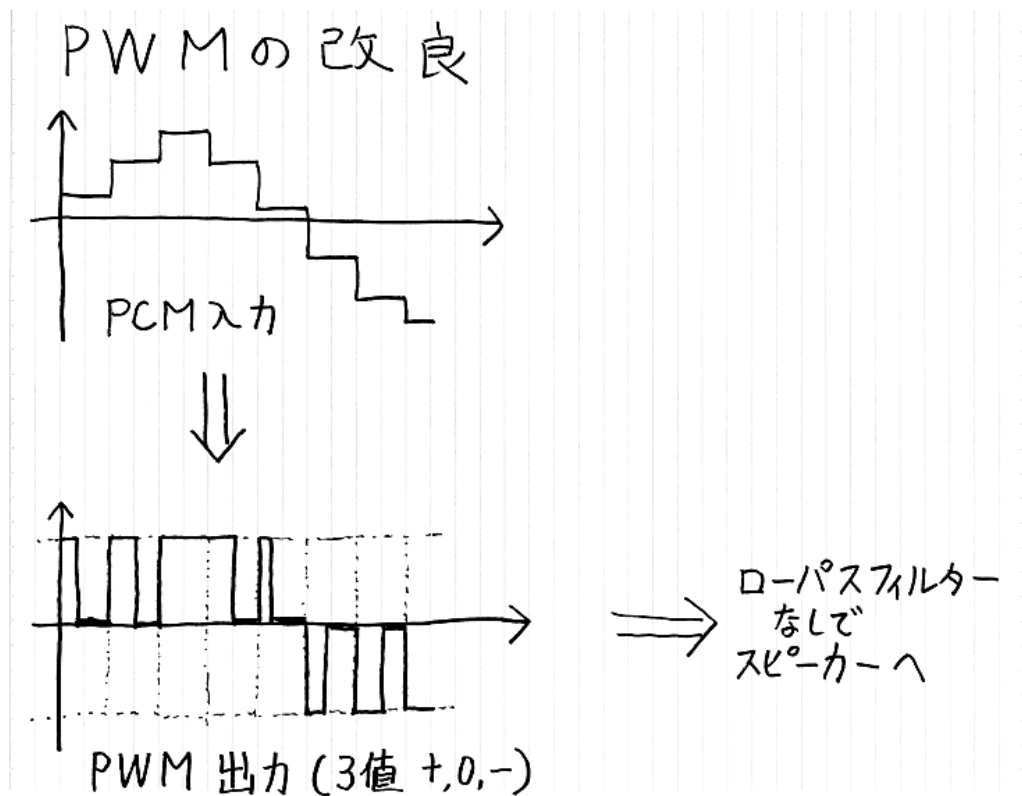
1bit DAC内部のx8オーバーサンプリングでデジタル・ローパス・フィルターを通してはいるが、計算精度が低くて歪んでいるのではないか？

初期のデジタル・アンプ



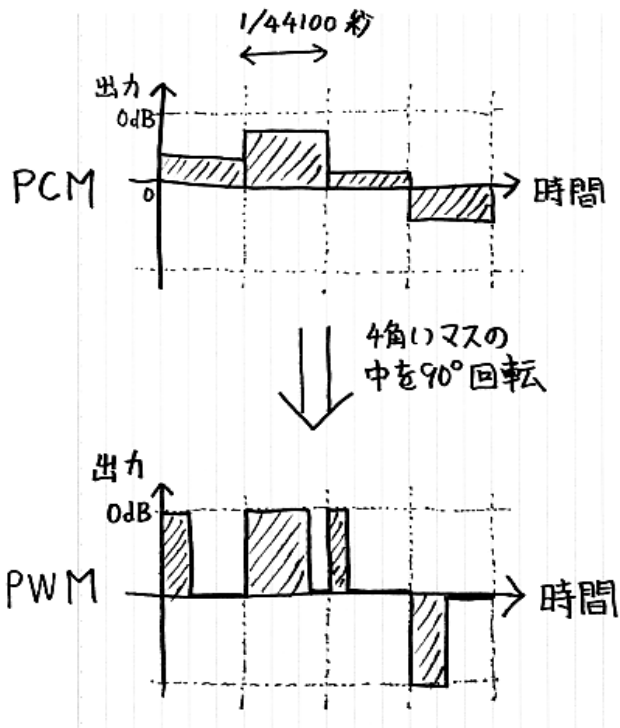
ローパス・フィルターの設計が、電圧駆動アナログ・アンプと同じ。
電流基準ではない。

デジタル・アンプの改良



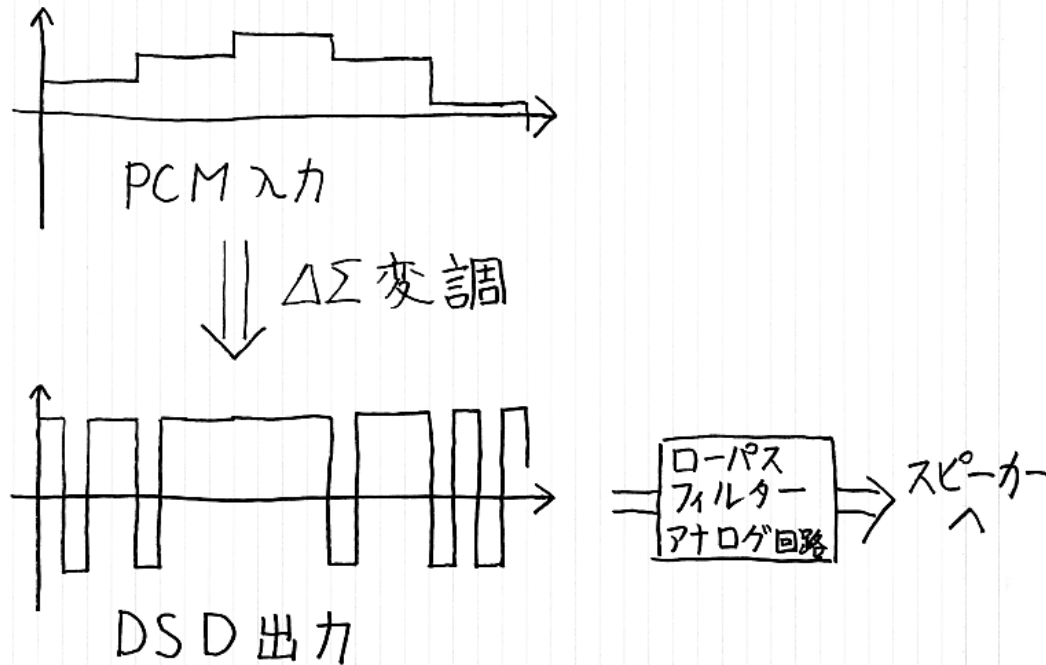
この技術はいい線行っているんだけど、後述するパルス歪のせいで高域にノイズが乗る。

PCM → PWMを直感的に理解する



特殊なデジタル・アンプ

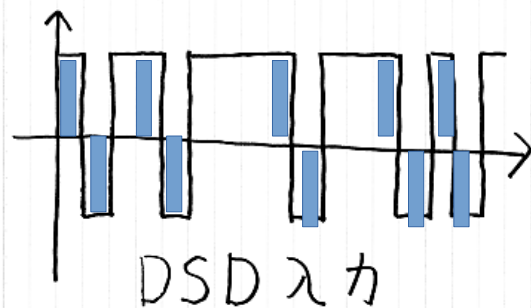
SHARP社の1bitアンプ



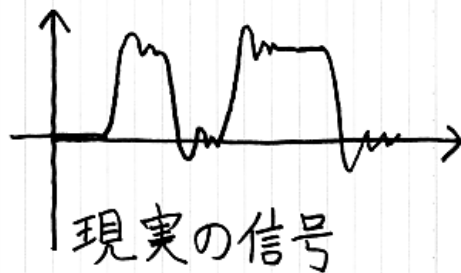
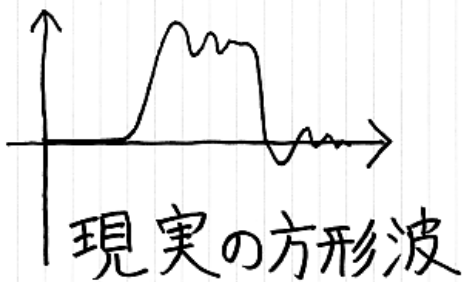
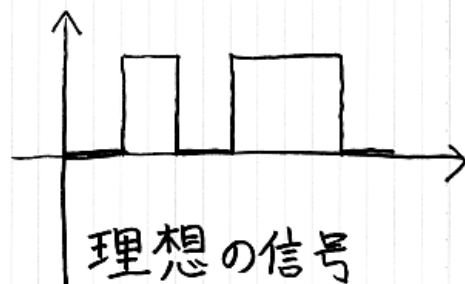
DSD出力はPWM出力より周波数が高い分解像度が上がる。
ただし、ローパス・フィルター回路が電圧基準なのはPWMと一緒に。

発明その1

+パルスとーパルスを
組にしてキャンセルし
ゼロ出力にする



デジタル・アンプの問題

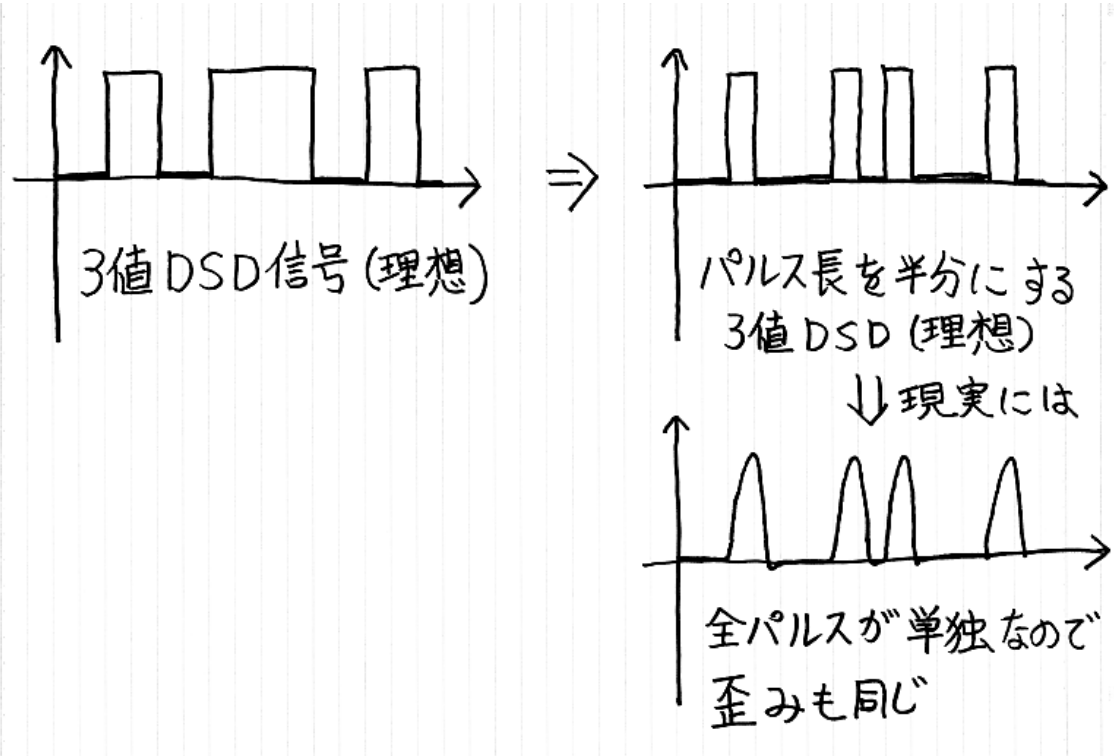


歪はパルスの立ち上がり
と立ち下がり
に発生する。
長いパルスほど歪の影
響小
で、短いパルスほど影
響
大。

発明その2

連続パルスをなくして間隔を空け、
全ての出力を単発パルスにする

→全てのパルスが同じ形に歪むので、パルスの数に比例するエネルギー出力が保証される



アンプの内部写真

5V2A
安定化電源

amazonで
買った
Amanero

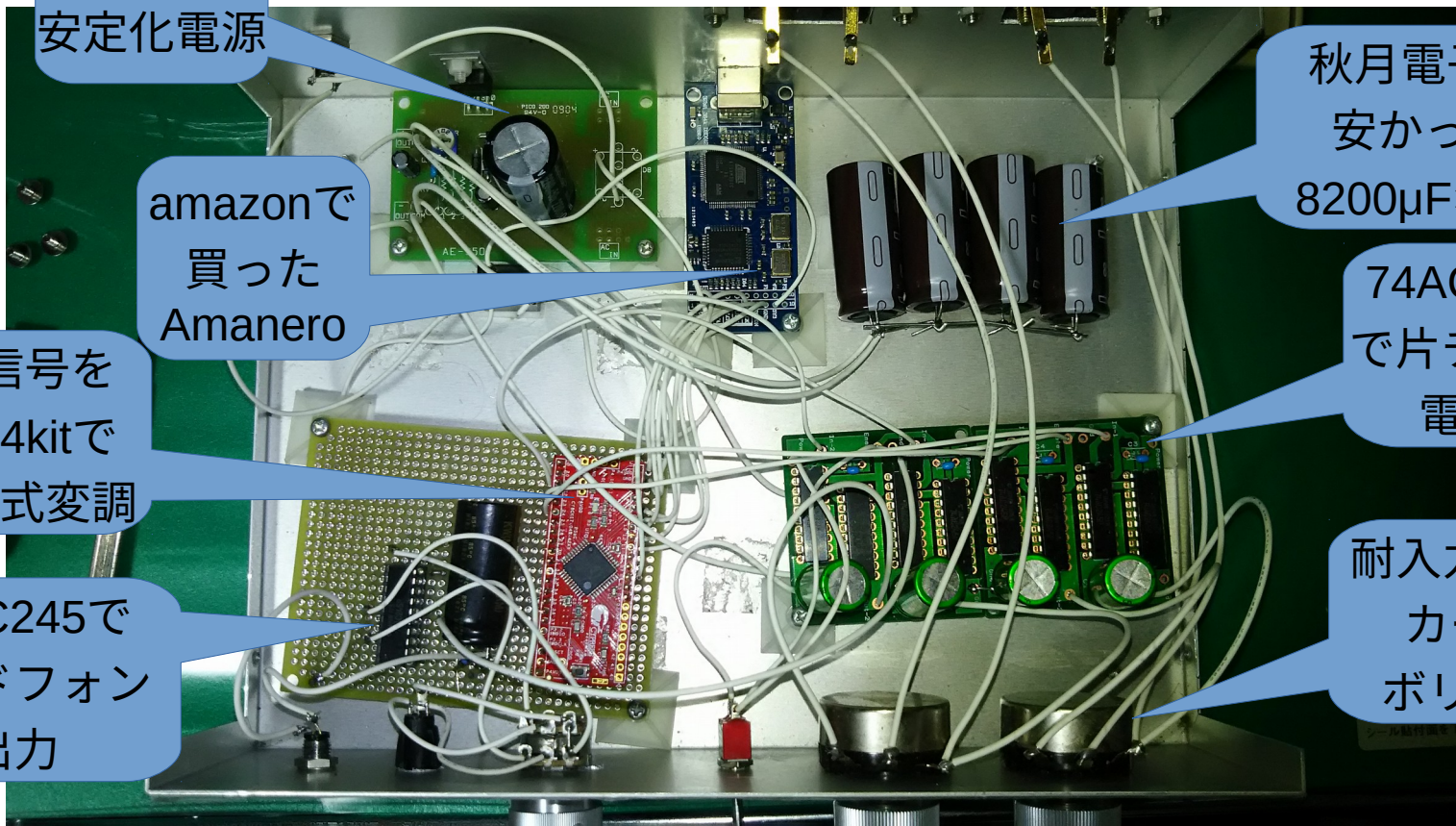
DSD信号を
PSoC4kitで
特許方式変調

74AC245で
ヘッドフォン
出力

秋月電子で
安かった
8200 μ F \times 4個

74AC245 \times 4個
で片チャンネルの
電流増幅

耐入力2.5Wの
カーボン
ボリューム



再生スペック

- CDのリッピングデータ
 - iTunesでリッピングしたファイルそのもの
- SACDのキャプチャーデータ
 - SACDプレーヤーのDAC入力をキャプチャーしてファイル化した
- アナログレコードのキャプチャーデータ
 - 安物のプレーヤーでライン出力し、『エレキ工房No.5』のキットでアナログを5.6MHzDSDに変換し、自作のフィルターでCDDA相当の音源WAVファイルにした
- 再生アプリ
 - ALACやWAVをPCMにして352.8kHzfsまでオーバーサンプリングしてローパスフィルターに通し、11.2MHzのDSDに変換してAmaneroに送付
- デジタルアンプ
 - Amaneroが受け取った11.2MHzfsのDSDを、PSoC4で二つの特許方式変調にかけて、74AC245で電流増幅している

現状の課題

- スピーカーケーブルにMHz帯のパルスが流れるので輻射ノイズが大きい
増幅段をスピーカーキャビネットに入れてしまえば良い
- 増幅段にゲートICを使っているので出力電力が小さい
高電圧の増幅段設計は終わっているけど、試作費用がない
- マルチウェイスピーカーを駆動できない
デジタルチャンデバを作ればよいが、試作費用がない
- 再生時にソフトウェアでPCM→DSD変換をしているので専用アプリが必要
旭化成のAK4137がつかえるかもしれない
- 主要メーカーが採用してくれないので金銭的に元がとれていない
日本のオーディオメーカーは、実力よりプライドが高くて試聴から逃げ回っている

結論

- デジタル・アンプの出力パルスを工夫することで、スピーカー出力に発生する歪を小さくすることが出来た
- スペック 11.2MHzの $\Delta\Sigma$ 信号に二つの追加変調
LPF回路は使わない
DC5VのパルスでBTL駆動
- かつて無いほどのHiFiアンプを作れた

デジタル・オーディオの参考書

- DACなどメーカーのエンジニアレベルの技術を知りたいければ
誠文堂新光社 河合一著 『デジタル・オーディオの基本と応用』
- 自作派へお薦めするD級アンプの初歩的理論と実装
CQ出版社 本田潤著 『D級/デジタル・アンプの設計と製作』
- DSDとか $\Delta\Sigma$ の勉強をちょっとだけかじりたい人
CQ出版社 『エレキ工房 No.5』の第2章と第3章
- $\Delta\Sigma$ 変調について大学生のように本格的な教科書で読みたい人
丸善 Richard Schreier and Gabor C.Temes著 日本語訳 『 $\Delta\Sigma$ 型アナログ/デジタル変換器入門』
- 今日話した発明の話をもっと詳しく知りたい人
Amazonの電子書籍 B072BGFHM2
『オーディオをさらにHiFiにする新しいPDM駆動方式: 2017年3月に依頼した特許の話 Kindle版』