

$\Delta\Sigma$ を改良したPDMによる スピーカ駆動方式

第22回1ビット研究会

2022年12月9日

中田 宏

work@nakata-jp.org

業務連絡

- 本発表のスライドはネットから入手できます
メディアの人も、全部のスライドを写真撮影する必要はありません。

URLはこちら



発表要旨

まだ発売されていない方式で動電スピーカーを駆動しました。

- 新しい理論なので、特許も取りました。
- 理論を簡単に説明し、試作機で音源再生します。

すでに、Kindle書籍やラジオ技術2020年3月号で発表した技術です。本日の試作機は、初発表です。

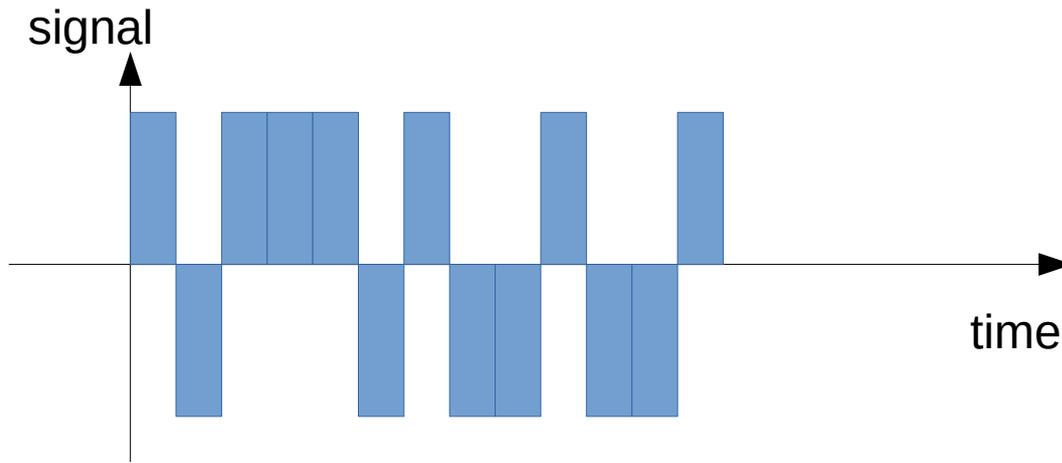
まずは1曲再生

- Bump of Chickenの『なないろ』
- CDシングルをリッピングしてAudacityで1コーラスだけ取り出して、フェードアウトさせました。

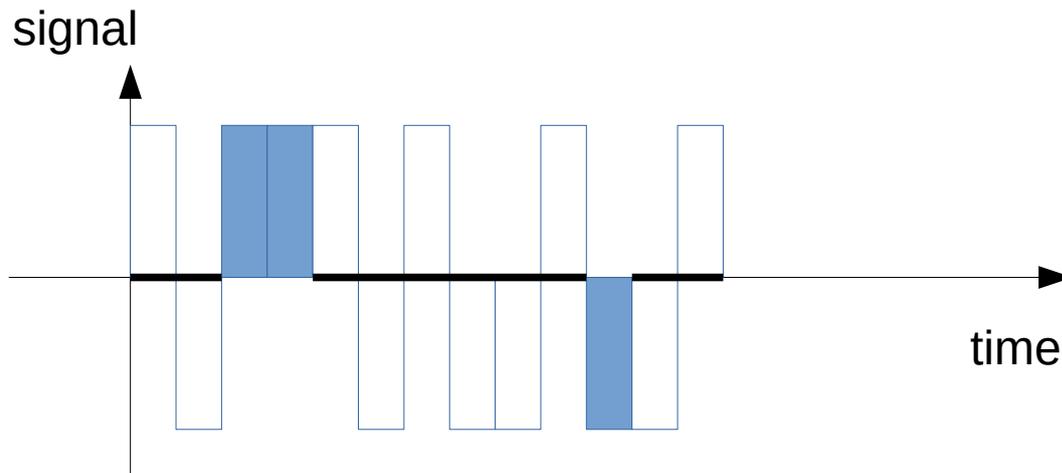
改良点は二つ

- 第1 +と-の2値しかとらない $\Delta\Sigma$ 信号を、スピーカー駆動回路の特性に合わせて+、0、-の3値に変更しました
- 第2 $\Delta\Sigma$ のパルスは同じ信号（1だけとか0だけ）が続くとパルス長が長くなります。すべてのパルスに休憩時間を作って単発パルスの時間密度で信号強度を表現します

$\Delta\Sigma$ の3値化

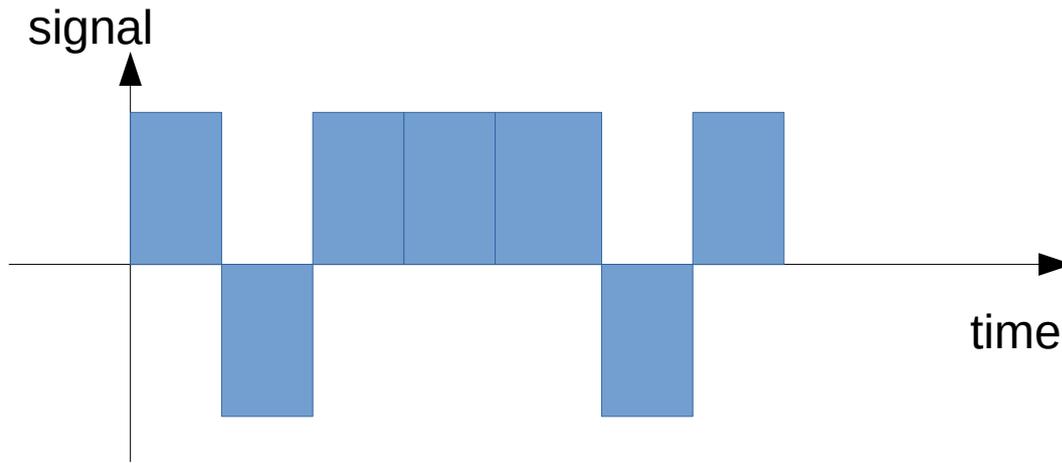


- $\Delta\Sigma$ は+か-

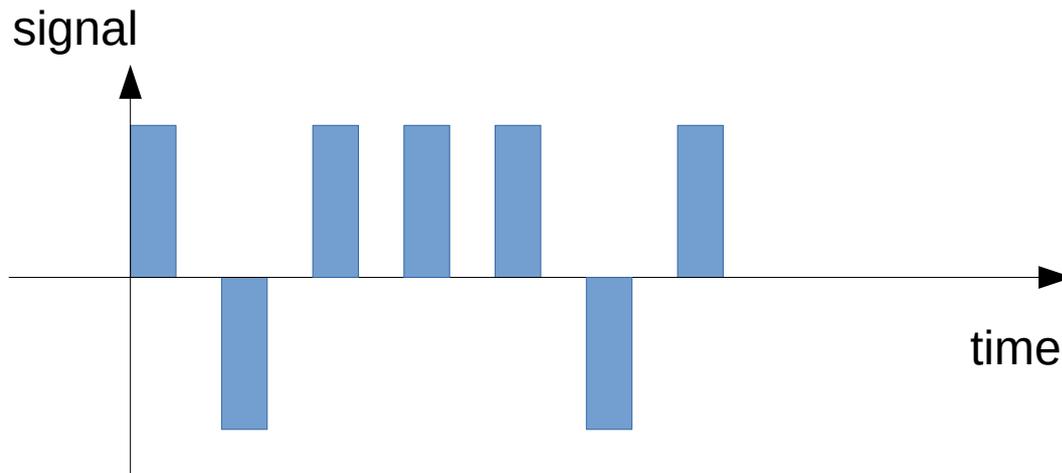


- $\Delta\Sigma$ の
+と-のペアを
0にする

パルスの単発化

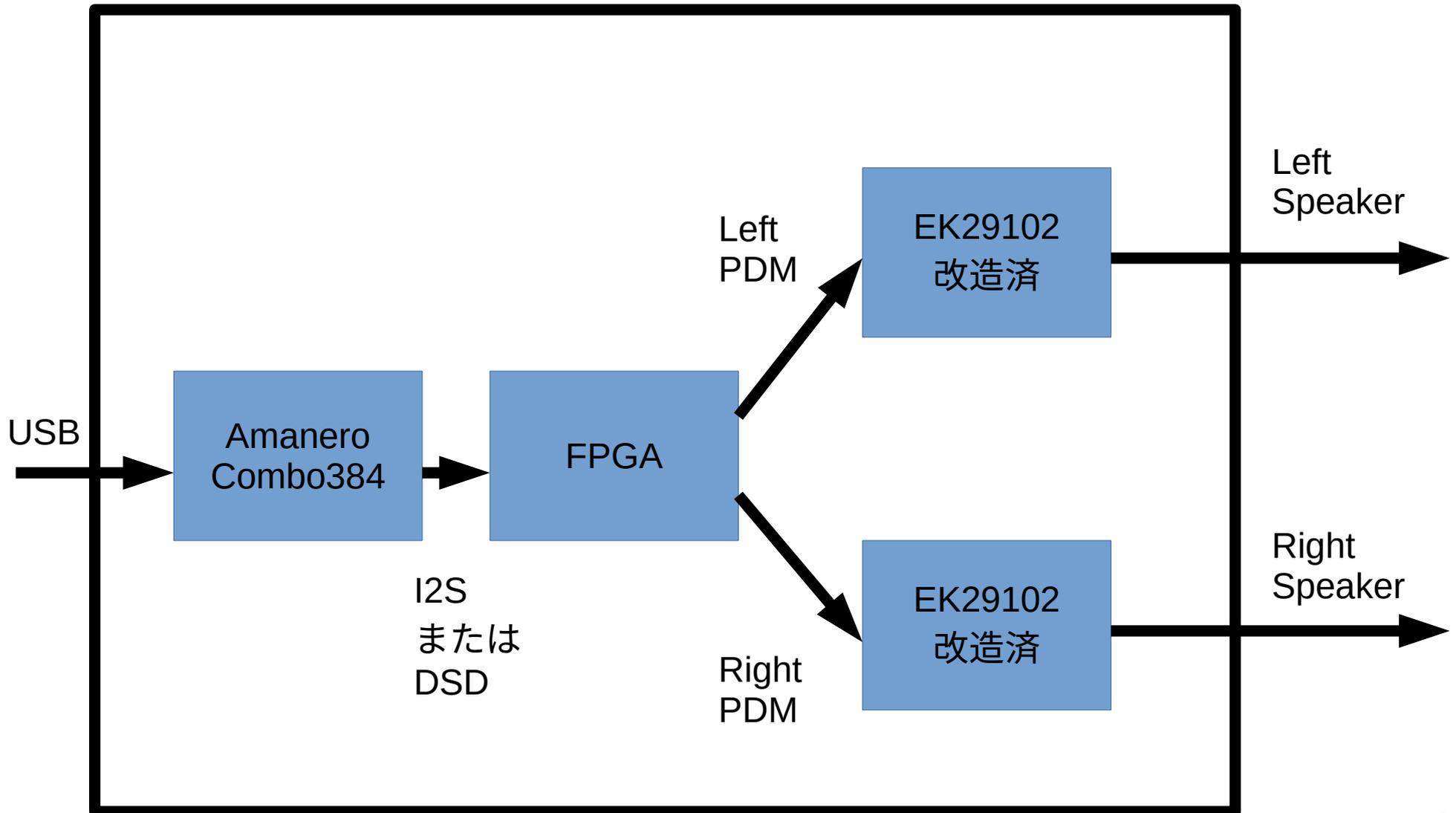


- $\Delta\Sigma$ は
パルス長短が
変化



- 全部の
パルス前後に
隙間を作る

試作機のブロック図



FPGA内部の処理

- I2S入力から左右の24bitデータを取得する
- PCM信号の64倍周波数（CDDAだったら2.8224MHz）に階段状PCMデータを並べる
- 1次の $\Delta\Sigma$ 変調器で変調する
- $\Delta\Sigma$ 信号を二つの特許方式で追加変調する

$\Delta\Sigma$ 音源再生

- 1bit研究会が配布している11.2MHzfs音源です。
- 50秒からフェードアウトして60秒で終わります。オーディオ雑誌に「DSD信号はミキシングもボリューム調整もできない」とか大嘘が書いてあるので、ボリューム変更してみました。 $\Delta\Sigma$ をPCMとして扱って、再度 $\Delta\Sigma$ 変調すれば良いのです。

クリスマスソングメドレー

- 松任谷由美アルバム『Surf & Snow』から『恋人がサンタクロース』
- 山下達郎アルバム『MELODIES』から『クリスマスイブ』
- 稲垣潤一アルバム『ベストセレクトON TV』から『クリスマスキャロルの頃には…』
- B'zアルバム『B'z the best treasure』から『いつかのメリークリスマス』

PDM方式の弱点

- ピアニッシモでノイズが聞こえることがある
 - 増幅段の対称性と電源容量の問題
- スピーカーケーブルからの輻射ノイズ
 - アンプをエンクロージャに入れてしまおう
- 音量調節が難しい
 - スピーカー駆動段の電源電圧でコントロール

ピアノツシモの例

- 荒井由美のアルバム『MISSLIM』から『海を見ていた午後』
- 歌いだしの部分は-25dB

アイドルコーナー

- 原田知世のアルバム『シングルコレクション'82~'88』から『時をかける少女』

商品化の予定

- 商品化の予定は残念ながらありません
- 「試聴する」と言っておきながら直前でキャンセルしたオーディオメーカー
ソニー(株)、パナソニック(株)、ティアック(株)
- 試聴に誘ったら音信不通になった人
藤本健氏、麻倉怜士氏、マルツエレクトリック社長

まとめ

- $\Delta\Sigma$ 信号に2つの工夫を追加して、動電スピーカーを駆動しました
- HiFi再生ができました
- 欠点もあります
- 商品化の予定は残念ながらありません

終わりに

- ご清聴ありがとうございました