



# WAVEDREAM DAC

- DESCRIPTION
- TECHNICAL SPECS
- UTILITY



## 今まで待ち望んだ音 いやそれも超えた音を

Rockna Audio より

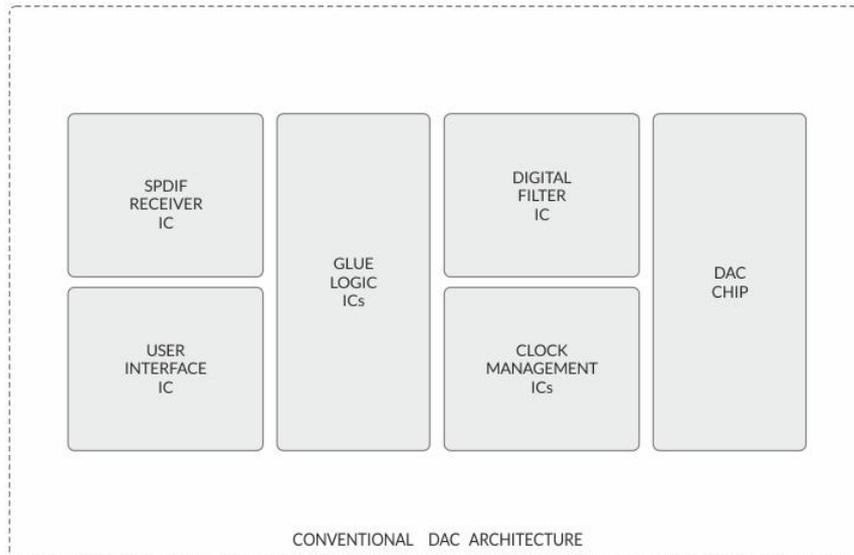
私どもはここに現時点でラインアップの最上位機種をデジタルオーディオの世界に発表できることを誇りに思っております。いたします。今までの WaveDreamDAC シリーズの名声を継承した最高の DAC として素晴らしい音を提供します。今までの WaveDream シリーズにより確立された良き伝統を保ち、さらに性能、デザインと音質の極限を極めたものに仕上がりました。WaveDreamDAC の名声を支える要素は技術革新、基礎技術に支えられたこれから紹介する優れた機能などです。

## ソフトウェアで定義されたアーキテクチャ

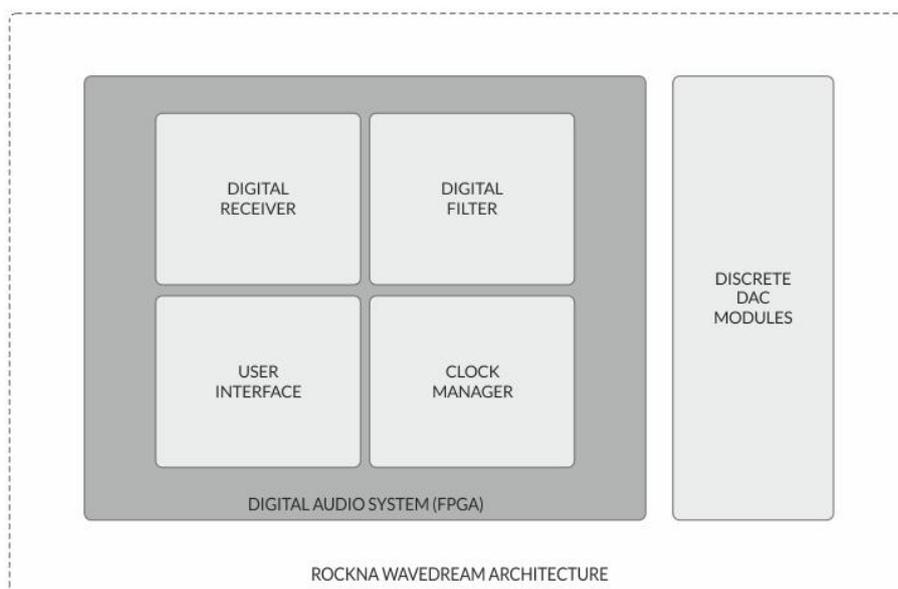
私どもはハイエンドオーディオとは技術革新(イノベーション)を全て考慮したものでなければと考えております。市販で簡単に手に入るチップなどで機器を構成した時は設計・実装も楽でそこそこ良い音でしかも経済的にできます。それがひとたび本当に最新の技術を生かした機器を作ろうとする市販のものを組み合わせるだけではできません。当然のことながらカスタム設計ということになりますが、市販で買えるチップなどの制限から解放され、トータルのデジタルオーディオシステムを一から構築することが可能となります。

なんと WaveDreamDAC のデジタル処理ブロックはプログラマブルなシリコンの一チップです。つまり FPGA(Field Programmable Gate Array)です。FPGA を使うことで内部のハードウェアの構成は全て(大変複雑なものではありますが)ソフトウェアで記述されたブロックに対応します。**WaveDreamDAC** のファームウェア(ソフトウェア)を更新すると実はハードウェアを入れ替えるのと同じことになるのです。このシステム構成を採用することで常に WaveDreamDAC は進化し続け、製品が生産完了で使えなくなる心配のないフレキシビリティをもたらし、お客様には内部アーキテクチャを更新し、優れた機能を追加し、音質を改善した状態で利用していただけます。

伝統的な今までの DAC のアーキテクチャ(それぞれの機能が別々の複数 IC で実装されている)



本機の FPGA を採用した構成(ディスクリート DAC 以外の部品は FPGA 内にソフトウェアで実装されている)



## フェムトクロック システム(注:FEMTO=フェムトとは 10 の 15 乗分の 1 秒)

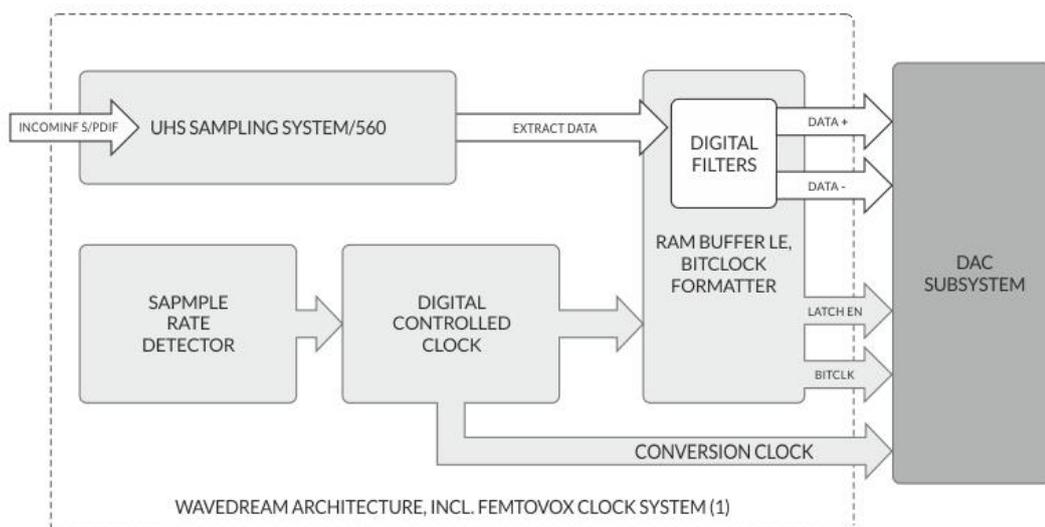
クロックはデジタル再生システムの心臓(要)です。その正確さとジッターレベルは音質への影響大です。優れて良いクロックだけが DAC で質の高いアナログ出力を作り出せるのです。もしクロックに問題があると、デジタル臭さや汚れた音が生じ、結果として出力のアナログによる音楽の印象さえひどく変わってしまいます。

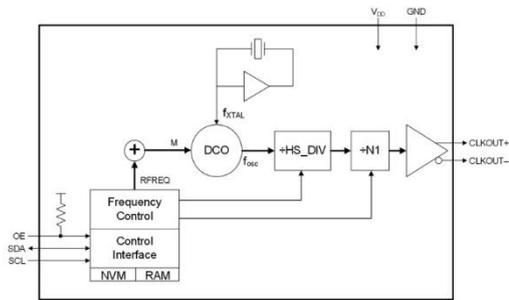
DAC をシステムとしてみるとクロックそのものの性能のみならず、DAC 内部でクロックをどう配給するか(クロック供給アーキテクチャ)も非常に影響が大きいのです。特にジッター量が影響が大きい部分は DAC モジュールに入れてデータをアナログに変換するタイミングのクロックです。これは変換クロックと呼びます。変換クロックは通常の DAC ではクロック供給経路に依存しています。単に現信号のクロックを経路をたどって送られるのではなく、ほとんどの機器では内部で信号処理(コンディショニング)され、ときには質も変化してしまいます。クロック供給経路の設計が悪いと、たとえもとの音源信号からのクロックの質が高くても ジッターが回路中で増大して DAC 変換タイミングクロックの質が著しく低下するおそれさえあります。

これらを念頭に置き、私どもは WaveDreamDAC 向けにフェムトボックス(Femtovox)という先進的なクロックシステムを設計し組み込みました。Femtovox を使っているので DAC 内部の変換クロックにも群を抜く少ないジッターのクロックが供給されます。変換クロックは直接 DAC の直前で新しく合成され、一切の信号処理はされずにどんなサンプルレートにも安定した低ジッターのクロックとして働くという、大変ユニークなアーキテクチャを採用しました。変換クロックは 1ppb(ppm の 1000 分の 1)以内の精度に保たれ、約 300 フェムト秒内のジッターを示します。ジッター量は世界で最も少ない類の DAC 機器です。ジッターが最少に近ければさらに音質には良い影響があるでしょう。

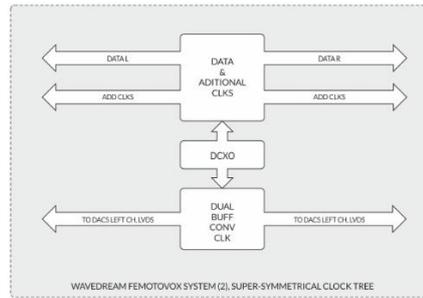
### FemtoVox を含む WaveDreamDAC のアーキテクチャ

(変換クロックがディスクリート DAC モジュール直前で生成されている)





FemtoVox 内クロック生成回路



クロック生成回路の説明

## カスタムデジタルフィルタ

WaveDreamDAC は全てのソースを  $16 \times 16$  倍)にアップサンプルします。ディスクリート DAC モジュールはそのデータストリームを  $768\text{KHz}$ ( $48\text{KHz}$  系列)または  $705.6\text{KHz}$ ( $44.1\text{KHz}$  系列)として入力信号のサンプルレートに応じてデコードします。私どもは DAC のアナログ出力を考えるとこのデコードのデータレートが最適値と分かりました。16X のアップサンプリングができるのは裏で大きな処理能力が隠れています。デジタルフィルタは 58 ブロックをも合わせたもので  $15\text{GMACS}$ (DSP の処理能力)を生かした結果です。

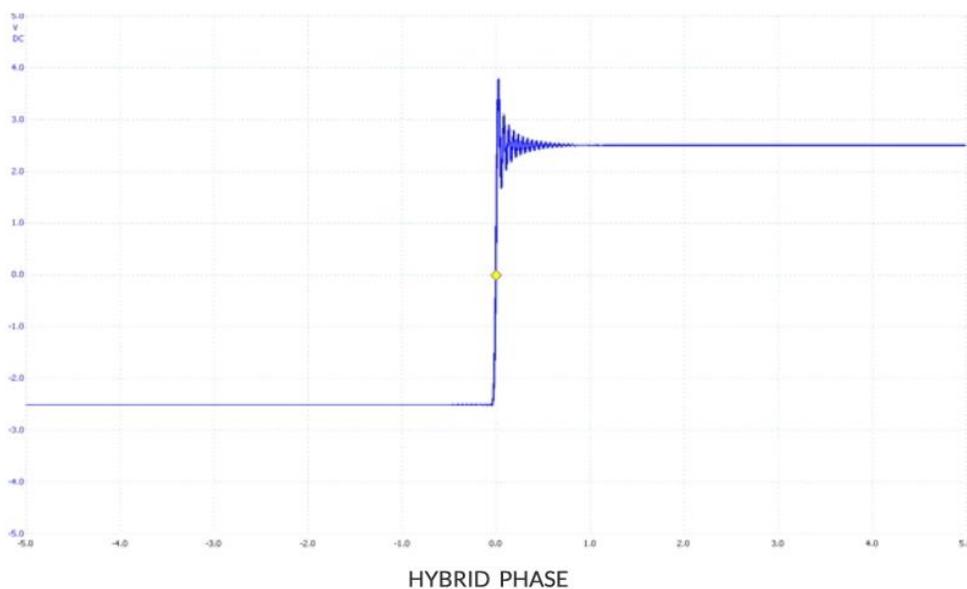
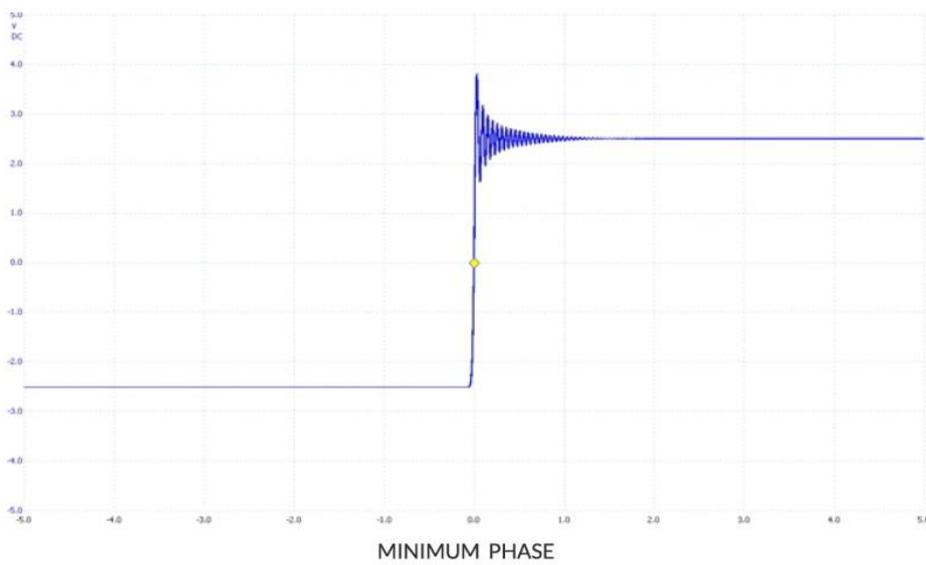
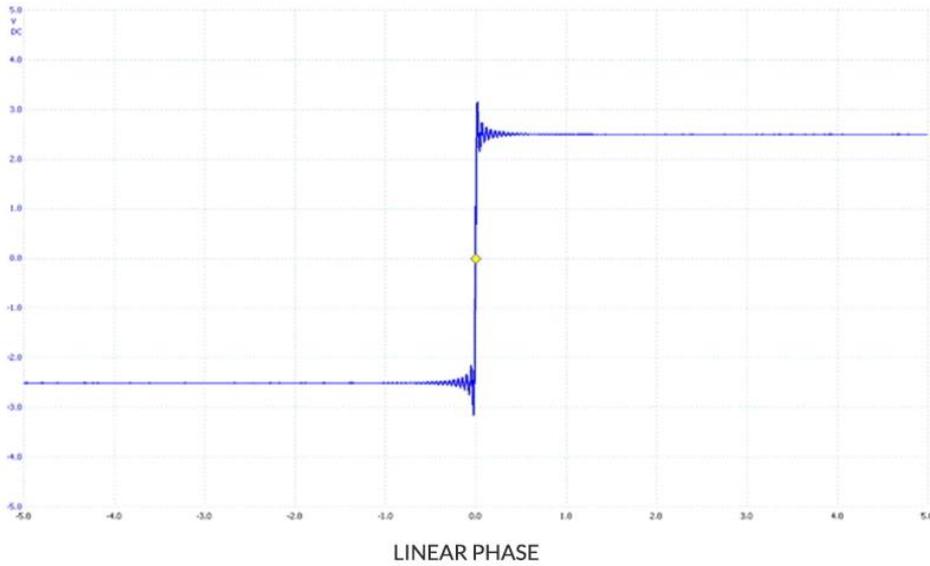
開発されたフィルタはユニークです。通常用いられるナイキストレートのフィルタでは DAC で期待した性能が得られないため使っておりません。数学的なシミュレーションと注意深く試聴を何度も繰り返したのちにパークス・マクレラン型のアップサンプリングフィルタを採用・開発しました。現在のファームウェアでは 3 種類のフィルタを使い分けることができます。Linear , Minimum そして Hybrid です。全て高度に最適化されたフィルタであり、非常に大きなタップ数(5000)で安定して優れた性能を発揮します。特にインパルスに対する応答は 3 種でかなり異なります。Linear フェーズではリングングのエネルギー(Gibb のオーバーシュートと呼ばれる)がインパルスの前後に等しく出てきます。Minimum フェーズではリングングはインパルスの後(立ち上がった波形の後)に出ます。特に考えたのは Hybrid で Linear と Minimum の特徴を合わせ、インパルス前のオーバーシュートはごく少なく抑えられています。

## カスタム・フィルタ ルターでの波形 の違い

上:**Linear Phase** フィルターでまんなかのインパルス波形立ち上がりの前後ともリングングが観察できる。

中:**Minimum** ではそれに対してインパルス立ち上がり前にはリングングはない。

下:**Hybrid** では立ち上がり前のリングングは最小に抑えられる。



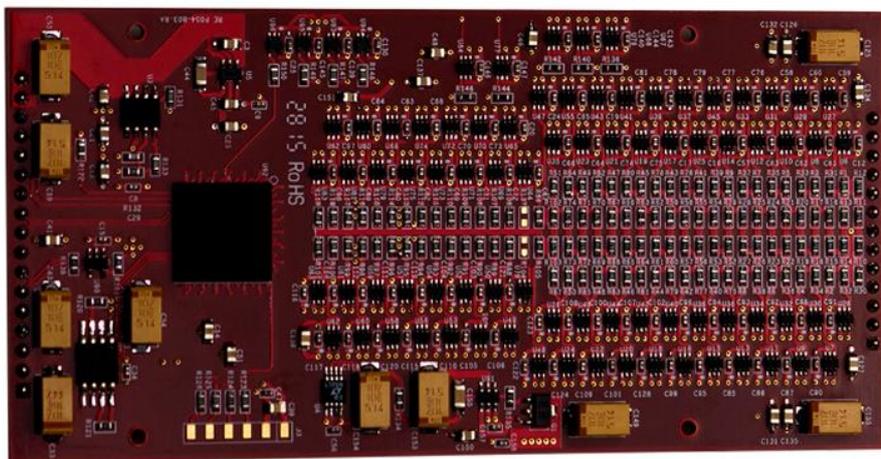
## D/A 変換部

効果の高い D/A 変換回路を実現するために私どもは専用 DAC モジュール RD-0(Signature モデル用-27 ビット構成)と RD-1(Edition モデル用 26 ビット構成)を新規に開発しました。DAC モジュールはハイブリッドのサインマグニチュードドラゲ形式の R2R 構成であり、モジュールに内蔵された FPGA の複雑なアルゴリズムで駆動されるため、かなり複雑な技術の組み合わせです。それゆえ、DAC モジュール自身もファームウェアの更新によりアップグレード可能でしかも性能や機能もアップグレード可能となっています。現行の RD-0/RD-1 は最高 6MHz のサンプルレートに対応しており、オーディオ用としては世界最高の変換速度の DAC と言えます。DAC モジュール出力はバッファ内蔵していないため、最高の透明度と自然な響きの再生を可能としています。

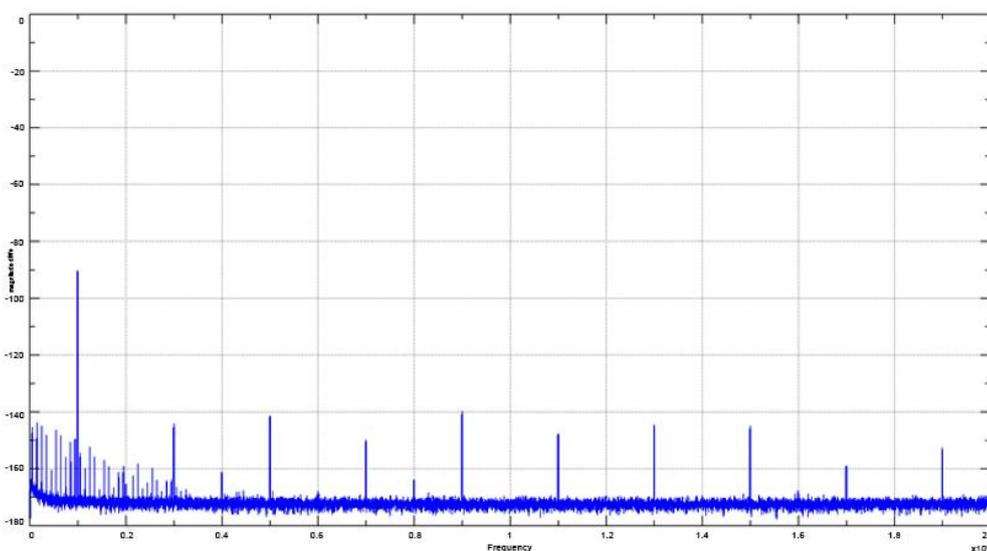


### 【DAC モジュール RD-0】

RD-0 は Signature モデル用のディスクリート・ハイブリッド・サインマグニチュードラダー(マルチビット)DAC モジュール。内部に FPGA を持ち、自身のアルゴリズムでデジタルデータを 27bit 精度のアナログに変換します。

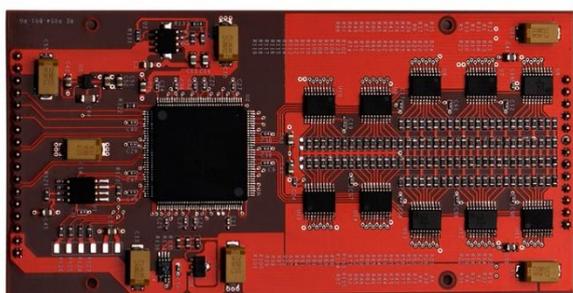


左下のグラフは RD-0 モジュールに再生用アナログ回路を付けたときの-90dB 信号の再生時の信号とノイズ・全高調波歪を示したもので非常に低歪で低ノイズであるのが見ていただけます。



RD-0 + analog stage, FFT @-90 dB

下は RD-1 の DAC モジュール( Edition モデル用 26bit 精度)

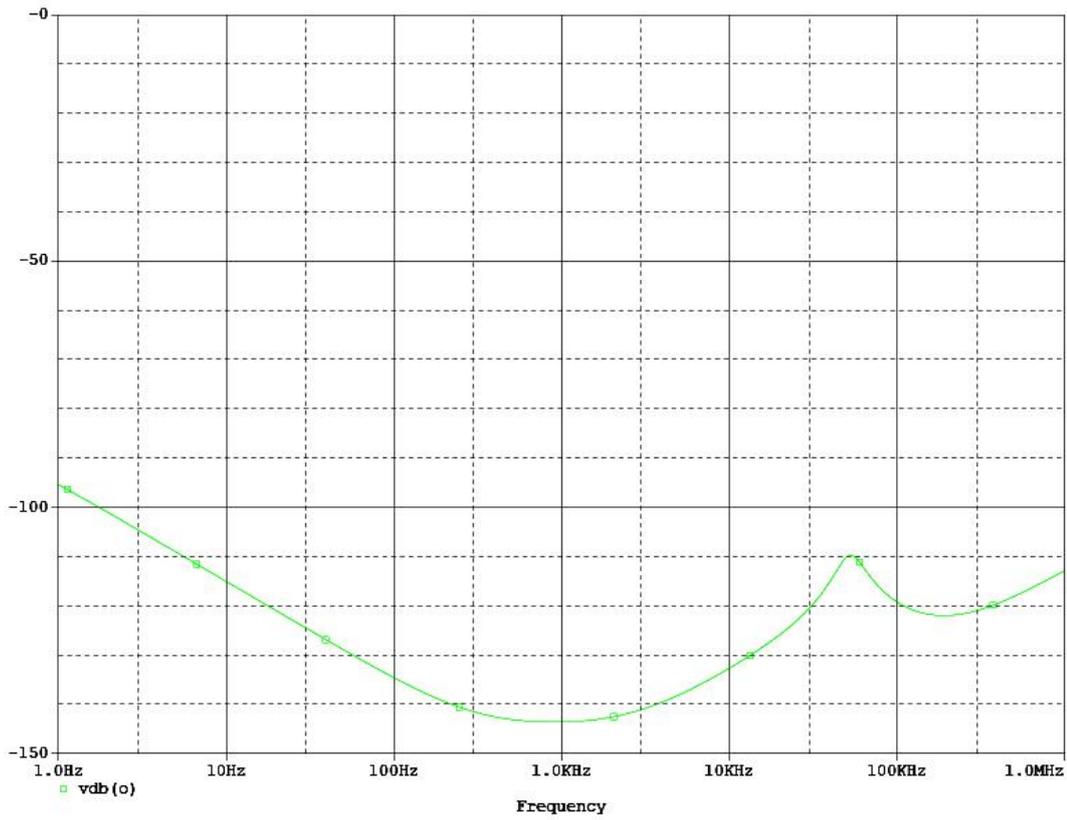


## 出力段(アウトプット・ステージ)

DAC システムの内部信号パスの最後はアナログ出力段です。最終的に音はこの段を経て出ていくので音質に対する貢献・影響が大きく非常に重要です。RD-0 と RD-1 を使って一から考え作り上げたのは全てディスクリートで構成された一種の高速バッファとして動作する回路でした。全てスルーホールの通常部品で構成された(表面実装部品はここには使いません)この回路は接合型 FET とバイポーラトランジスタを組み合わせ A 級動作です。クローズドループ動作では出力インピーダンスは  $1\Omega$  以下、また透過入力換算雑音は  $1\text{nV}$ ( $1\mu\text{V}$  の 1000 分の 1)と低い値です。この DAC システムの全体の性能を発揮するにふさわしいものとなりました。

## 電源

当然のことながら電源もデジタル専用、アナログ専用としました。3 個の独立電源トランスと全てリニア安定化電源で低ノイズ型のもので、スイッチング方式の電源は一切採用していません。全部で 20 個のリニアレギュレーターが DAC 内部に配備されています。DAC モジュールに供給するレギュレーターは特に配慮して一から専用の超低ノイズ、低インピーダンスの専用のものを開発しました。



ディスクリート  
によるレギュレ  
ーターのノイズ  
除去比 (-143dB  
@ 1kHz)

DISCRETE REGULATOR NOISE REJECTION: -143 dB@1KHz



## メニューの特徴

DAC のメニューには大変便利な特徴があります。ざっと通しでご紹介します。

**プリアンプ機能** - Wavedream は 256 ステップのボリューム制御を持ち、直接パワーアンプに接続できるものとなっています。0.5dB きざみのボリュームですので細かい調整ができます。

**フェーズ選択機能** - 絶対位相を切り替える機能で正相と逆相に切り替えられます。(正相ではバランスは 2 番ホット、逆相では 3 番ホットとなります)

**フィルター選択機能** - 上でご説明した三種のフィルターが切替できます。また OFF とすることで FIR を OFF とすることができます。

**クロック設定** - デジタル PLL のレスポンスに 2 種のモードがあり、外部信号からクロックを取り出す STREAM モードと内部のクロックを使うモードがあります。クロックの説明部分をご覧ください。.

**ディザー** - R2R ラダーDAC の直線性を改善するため、超音波領域のディザーを 24 ビット中の 4 ビットに適用するもので ON/OFF できます。.

## 構成の詳細と内部レイアウト

Wavedream は正しく対称に配置された基板群など入念に研究された優れた内部構造を持っています。最短の信号経路と正しく設計・実装されたクロック供給系は私どものメインガイドラインによるものです。基板に内外に配線される信号は全て LVDS(差動型低電圧信号)で互いの干渉を最小にし、高速動作と最小のジッターを実現します。

電源トランスなどのトランスは内部でシールドされ、内部での EMI(電気・電磁氣的)干渉・ノイズ発生を防止します。本体シャーシは全て黒色アルマイト処理されたアルミニウムで作られています。特に前面パネルは 20mm という厚みで振動を最小にしています。スイッチ類は全てルテニウム仕上げとなっています。

前面パネルの外観(20mm 厚のパネル)



本機の内部



# WaveDreamDAC の主要な仕様

## デジタル入力部

S/PDIF 24bit 44.1-192k PCM , DoP DSD64

AES/EBU 24bit 44.1-192k PCM, DoP DSD64

USB 32bit 44.1-384k PCM, DSD64-512

HD-Link1  
(LVDS/I2S) 32bit 44.1-384k PCM, DSD64-512

HD-Link2  
(LVDS/I2S) 32bit 44.1-384k PCM, DSD64-512

## Wavedream Edition シリーズの出力仕様

全雑音歪率(-6dB): 0.003% or -90 dB

S/N 比 (0 dB): 122 dB

ダイナミックレンジ: 122 dB

出力インピーダンス 0.5 ohms

最大出力 6.6Vpp(アンバランス);  
13.2Vpp(XLR バランス)

## Wavedream Signature シリーズ出力仕様

全雑音歪率 (-6db): 0.0008% or -102 dB

S/N 比 (0 dB): 132 dB

ダイナミックレンジ: 132 dB

出力インピーダンス: 0.5 ohms

最大出力: 10Vpp(アンバランス);  
20Vpp(XLR バランス)

## デジタル信号処理

高周波非同期収録型デジタル入力

560MHz サンプリング

メモリベース PLL, デジタル領域のみ

300 fS のジッター

カスタムデジタルフィルター:

linear, minimum 、 hybrid phase, 16x

フィルタータイプ (アドバンスドコンボリューション)

Parks-McClellan 型, 4820 タップ

数学的精度:

68 bit 整数型精度

阻止帯域減衰率:

- 145 dB

通過帯域リップル:

0,0001 dB

ディザ

三角型シェーピング分布

音量(ボリューム)制御

カスタムマルチプライヤーアレイ,  
256 ステップ, 0.5 dB ステップ

## その他:

128x64 黄色有機型ディスプレイ,8 段階明度切替

4 個の制御スイッチ(前面)

IR 赤外線リモコン送受信

USB からのファームウェア更新

物理的寸法: 440 x 360 x 90 mm

本体重量: 7.8 Kg



USER MANUAL



USB DRIVERS



# FIRMWARE