

K11 R2R の新しいファームウェア M79 は、1 ビット DSD ネイティブデコードをサポートするようになりました!

K11 R2R の 24bit R2R DAC の音質は、発売以来、広く評価され、高い評価を得ています。皆様のご支援を賜り、心より感謝申し上げます。

リリース後もユーザーとのコミュニケーションを密にし、K11 R2R への DSD ネイティブデコードの実装についてご要望をいただきました。K11 R2R は、エンジニアのたゆまぬ努力により、1bit DSD ネイティブデコードを実現しました。興味のあるユーザーは、ファームウェアをアップグレードしてこれを体験できます(注:K11 R2R は OTA アップグレードをサポートしていません。手動アップグレードの場合は、アップグレードツールを PC にダウンロードしてください)。新しいファームウェアを試した後のリスニング体験についてのフィードバックをいただきたいと思います。

Main Differences Between K11 R2R's D2P and 1bit DSD Native Decoding

Menu settings		
0dB	0dB	-5.5dB
Noise floor (DSD tracks)	7µV (max volume)	140µV~400µV (max volume) 8µV (normal listening volume)
THD+N	0.02%	DSD64/128: 0.04% DSD256: 0.07%
Listening experience	High resolution, bright and clear vocals, fine details	Better musicality, high music reproduction

Notes:

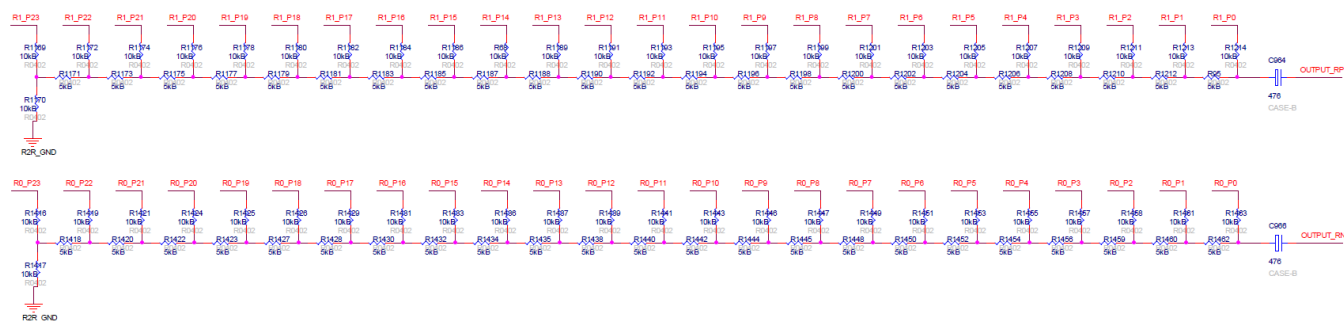
- When 1bit DSD native decoding is selected, the SAM: NOS/OS menu option is disabled.
- When 1bit DSD native decoding is selected, the noise floor increases significantly at maximum volume.
- Subjective sound quality comparisons may vary depending on personal and environmental factors. Please evaluate based on your own listening experience.



1 つの回路で PCM R2R と 1bit R2R の両方をどうやって実現しているのですか？

1. 基本構成

K11 R2R の R2R ネットワークは従来の接続アーキテクチャを採用しており、更にさまざまなモードで動作が可変できる構成となっております。



同じ R2R ハードウェアのセットで、FPGA タイミング制御を替える事により PCM と 1 ビット DSD の両方のネイティブデコードモードを実現します。

入力信号が D2P モードで動作する PCM または DSD の場合、R2R ネットワークは分圧器として機能します。例えば、PCM192K では、 $1/192[\text{kHz}] = 5.2[\mu\text{s}]$ 毎に後続のヘッドホンアンプ回路に電圧を出力します。

入力信号が DSD で 1 ビットモードで動作する場合、R2R ネットワークは FIR フィルターとして機能します。例えば、DSD64 では、 $1/2.8224[\text{MHz}] = 0.35[\mu\text{s}]$ 毎に後続のヘッドホンアンプ回路に電圧を出力します。

2. 1 ビット DSD ネイティブデコードの動作原理

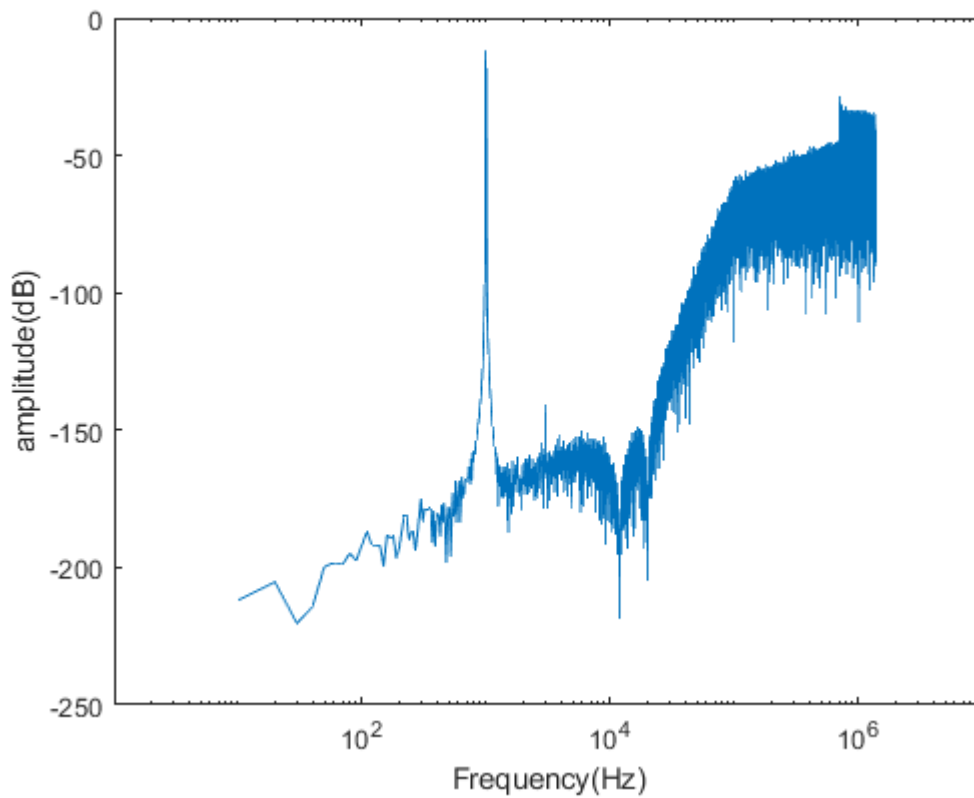
入力信号が DSD で、メニューが 1 ビットモードに設定されている場合、R2R ネットワークは FIR フィルターとして機能し、DSD 信号を順次処理し、FIR-DAC として効果的に機能します。具体的な動作原理は次のとおりです：

各ビットの重み付けは、前のビットのちょうど半分です。たとえば、b0 が 1 の場合、b1 は 0.5、b2 は 0.25、b3 は 0.125 のようになります。

すべての入力 DSD 信号は係数が 1, 0.5, 0.25, 0.125...で出力に重畳し電圧として供給されます。

DSD 信号は、基本的に特定のサンプリングレートでデルタシグマ変調(DSM)によって変調されたアナログ信号です。これには、元のアナログ信号の情報が含まれています。たとえば、DSD64 の $1[\text{kHz}]$ の正弦波は、下図のような周波数応答を示します：

左半分は有効な信号を表し、右半分は DSM 変調によってもたらされるノイズで構成されます。FIR-DAC はアナログ FIR フィルターを構築します。DSM 変調信号がこの FIR フィルターを通過すると、高周波ノイズが除去され有効な信号のみが残ります。ただし、R2R ネットワークは DSM ベースの FIR-DAC 用に最適化された設計ではないため、R2R ステージ後段のセカンダリフィルタリングとして追加のアクティブローパスフィルタ(LPF)が必要です。この 2 段階のプロセスにより、最終的に元のアナログ信号が再生されます。



係数から算出した周波数応答図に示すように、DSD64 の場合、20[kHz]での帯域内減衰は 0.1[dB]未満であり、オーディオ帯域に影響を与えることなく正常な周波数応答を確保します。デュアルフィルタリングは、後続のアクティブ LPF と組み合わせることで、DSD 信号から変調されたノイズを除去し、元のアナログ信号を回復し、DSD からアナログへの直接変換を可能にします。

