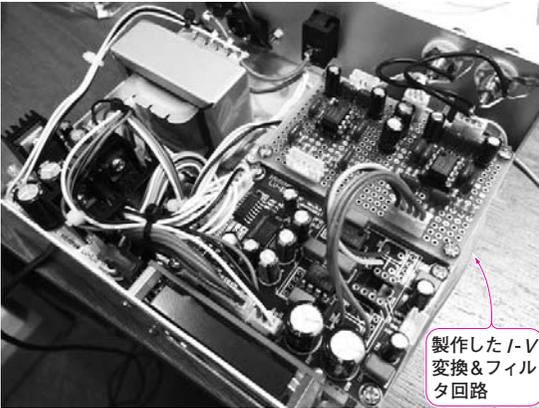
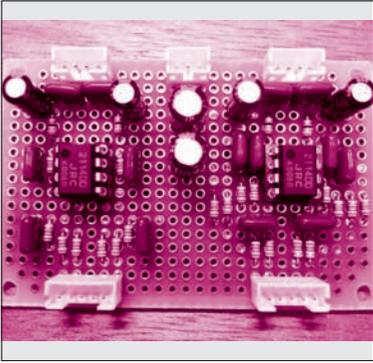


第4章

しゃ断特性-12 dB/oct, -20 dB @ 330 kHzの標準設計

192 kHz D-Aコンバータ用 I-V変換&LPF回路

西村 康 Yasushi Nishimura



製作したI-V変換&フィルタ回路

写真1 設計した192 kHz D-Aコンバータ用I-V変換&LPF回路をオーディオ実験キットLV-1.0miniTGに組み込んで動かしてみた
写真のキットは、本誌2012年2月号で開発したUSBオーディオ実験キットLV-1.0のコンパクト改良版である。LVDSトランスミッタ、Spartan-6(ザイリンクス)が載ったUSB-I²S変換FPGA基板やPCM1795を搭載した192 kHz, 32ビットのD-Aコンバータ基板、システム・マイコン基板、ディスプレイを搭載。名称は「トラ技カスタムUSBオーディオ実験キットLV-1.0miniTG」で、CQ出版WebShopにて限定生産発売中。親キットLV-1.0の詳細は本誌ウェブサイト(<http://toragi.cqpub.co.jp/>)の最新USBオーディオ・コーナを参照

電子回路シミュレータ上で設計する

要点① オーディオ用のフィルタ設計にシミュレーションを利用する場合、OPアンプの特性は単純化した簡易モデルで十分。電圧制御電流源に電圧利得、出力抵抗、カットオフ周波数の三つのパラメータを付加して自分でモデルを作ろう

● 期待した性能にチューニングしたいならブラックボックス・モデルは使っちゃいけない

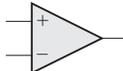
メーカーが提供するOPアンプのシミュレーション・モデルのほとんどは、内部回路を元に作られています。そして、そのモデルをパソコン用シミュレーション・ソフト(PSpice, SIMetrix, LTSpiceなど)で使う場合、内部回路はブラック・ボックス化されます。正確なシミュレーション結果を得るためにメーカーが提供するモデルも必要ですが、ローパス・フィルタの周波数特性を見たい場合は、大規模なモデルは必要ありません。電圧制御電流源に電圧ゲインや出力抵抗、カットオフ周波数の三つのパラメータを付加して、簡易OPアンプ・モデルを作れば、周波数特性が確認できます。本稿では、シミュレーション・ツールとしてLTSpiceを使います。

本章では、D-Aコンバータの出力段に入れるアクティブ・フィルタを設計します。

フィルタを設計する際に一番重要なのは周波数特性です。周波数特性を設計するのに必要なパラメータを絞り、自分でシミュレーションで使用するモデルを作成して、目的の周波数特性となるフィルタを設計します。そして、写真1のように実際にフィルタを組み込んで評価します。

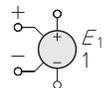
ほとんどのメーカーがSPICE(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis)モデルを提供しており、自分でわざわざモデルを作らなくてもと思う人は多いと思います。しかし、素子を等価回路で表すことで回路動作の理解が深まり、回路の改良や新回路の開発に繋がります。

理想OPアンプは…



- 差動ゲイン ∞
- 同相ゲイン 0
- 入力インピーダンス ∞
- 出力インピーダンス 0
- 周波数特性 ∞

電圧制御電流源で表せる



(LTSpiceの場合、モデル名e)

図1 OPアンプのモデリング作業その①…電圧制御電流源を留意する

期待した周波数特性にチューニングするためには、まず自分でOPアンプのモデルを作ることから始めなければならない。メーカー製のブラックボックス・モデルを使ってしまうと、設計値と実際が違ったときに、にっちもさっちもいなくなる