

プロの回路設計手順を疑似体験

川田 章弘 Akihiro Kawata

すでに設計が終了している完成した回路が示された文献はよくありますが、なぜこのICを使うのか？なぜ、その定数なのか？なぜ、その回路構成なのか？という理由まで解説したものはあまり見受けられません。

アナログ回路の設計手順や考え方は設計者によって十人十色です。しかもアナログ回路は、パラメータが多いため、どのように設計を進めていったらいいのか検討もつかないことも多いでしょう。

本稿は、製作しても楽しめ、回路もシンプルなヘッドホン専用ア

ンプを例にして、プロのアナログ回路の設計者がどのように、仕様から実際の回路を仕上げていくのか、一つの過程をお見せしましょう。

〈編集部〉

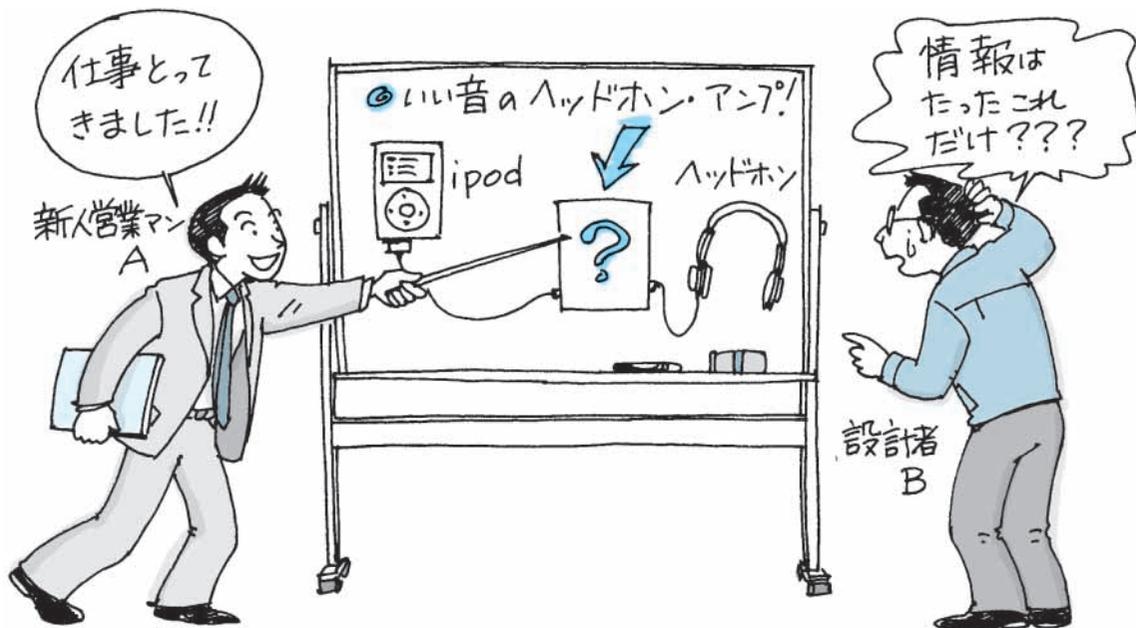
ユーザの要求を整理する

営業マンのAさんから設計者のBさんに、ある開発依頼がありました。それは、携帯電話や携帯音楽プレーヤのヘッドホン出力端子とヘッドホンの間に入れるヘッドホン・アンプを作ってほしいというものです。

● 営業マンといっしょにユーザの要求仕様を整理する

設計者のBさんには一つの疑問がわきました。携帯音楽プレーヤに標準で搭載されているアンプでもヘッドホンは鳴ります。どうやらこのヘッドホン・アンプは、音質改善が目的のようです。

携帯音楽プレーヤに内蔵されているアンプが出力コンデンサの必要なタイプだと、携帯性重視の観点から大容量の出力カップリング・コンデンサを使用することができず、低音が物足りなくなることがあります。このようなときは、



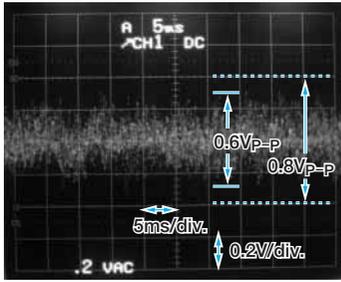


写真1 携帯音楽プレーヤのヘッドホン端子から出力されている音楽信号
通常の音量レベルのとき0.6V～0.8V_{p-p}

高入力インピーダンスのアンプでいったん信号を受けることで、低域遮断周波数が下がります。

Aさんがユーザーから聞いてきた話だと、アンプ(IC)によって音質に違いがあり、このヘッドホン・アンプによって音質に変化を与えることを期待しているそうです。

Aさんが聞いてきた話が本当なら、同一回路で、製品に使用するICを変えるだけでたくさんの製品ラインナップを揃えることができます。

営業マンのAさんによれば、ヘッドホン端子から出力されている通常の信号レベルは、写真1のように0.6～0.8V_{p-p}程度ようです。製作すべきアンプは、この振幅の信号を扱える必要があります。

また、人の可聴周波数帯域は20Hz～20kHzと言われています

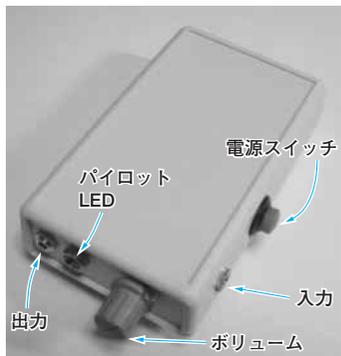


写真2 ヘッドホン・アンプの試作器

から、この周波数帯域の信号を扱えるようにする必要もありそうです。

● プラスアルファを考える

今回設計すべきヘッドホン・アンプは、入力信号を増幅しなくても問題なさそうですが、増幅して音量の増減ができるようにします。増幅率(ゲイン)は、普段聞いている携帯プレーヤ側の音量設定が20～30%程度になるように設定します。ボリュームによる減衰量はおよそ次のとおりです。

$$20 \sim 30\% = 1/5 \sim \text{約} 1/3$$

したがってアンプのゲインは、3～5倍もあればよいでしょう。

最後に、持ち運びに便利ように、006P積層乾電池(9V)で動作する仕様になります。

*

以上から、ユーザーの最低限の要求を次のように整理しました。

▶ 機能

- 携帯音楽プレーヤの出力を増幅してヘッドホンを駆動する
- 006P積層乾電池1本で動作する
- 音量を可変できる

▶ 性能

- 最大ゲイン3～5倍(精度は不要)

*

この営業マンは、かなり回路仕様に近い形で、ユーザーの要求を具体的に提示してくれました。しかし、場合によっては「ヘッドホン・アンプを設計してほしい」というおおざっぱな情報しか示してくれないこともあるでしょう(p.163イラスト)。開発技術者によっては「直接、ユーザーの要求を聞かせてくれ!」と叫びたくなることがあるはずですが、組織の壁も低くありません。Bさんのように、**開発技術者のほうで細かな仕様を仮決定し、それを元に再度ユーザー**

の要求とすり合わせていくことが大切です。

ユーザ要求から回路仕様を作成

● 回路の仕様を決める

営業マンからユーザーの要求仕様をもらった設計部では、これを元に回路の仕様を決めていきます。回路の仕様を作成するためには、ユーザーの要求仕様だけでは不足です。それは次のようなものです。

- (1)ステレオ(2チャンネル)か?
モノラル(1チャンネル)か?
- (2)ゲインの周波数特性
- (3)入力インピーダンス
- (4)雑音レベル
- (5)最大出力電力

では一つずつ見ていきます。

① ステレオとする

携帯電話や携帯音楽プレーヤのヘッドホン出力から信号を取り出すので、おそらくステレオに違いないでしょう。つまり、2チャンネルぶんのアンプを作る必要があります。

② ゲイン周波数特性は10Hz以下～100kHz以上

オーディオ信号ですから、ゲイン一定の帯域が20Hz～20kHzまで確保できていれば十分でしょう。市販のヘッドホン・アンプを調べてみると、100kHz程度の高域までゲインを伸ばしているものが多いようです。そこで周波数帯域は、10Hz以下～100kHz以上を狙います。

③ 入力インピーダンスは1kΩ

携帯音楽プレーヤに内蔵されているヘッドホン・アンプは、一般的なヘッドホンのインピーダンス(32Ω)を想定して設計されていますから、製作するアンプの入力インピーダンスは、1kΩ程度以上あ