

2in1型オペアンプの音質改善

カイキ日蝕仮面(studioそんぴ)

4558ピンコンパチのオペアンプICはその扱い易さからオーディオ回路に多く使われている。しかし2回路入りICは同等の回路が入っている筈の1回路入りに比し音質的に劣る傾向がある。

2回路入りオペアンプの素子的欠点を探り、音質改善の可能性について考察する。

＊＊ 2in1の実際 ＊＊

2回路入りオペアンプには1回路入りと同じ回路が2組入っている事になっている。位相補償などのピンを省略する事で8ピンのまま2回路使えるようにしてあるため、実際には完全に同じ物ではなく、2回路入りのための若干の差異はあるだろうが、性能的に同等であるかが問題となる。そもそも性能が決定的に劣るのであれば「使いこなさず」で太刀打ちできる余地はなくなってしまう。1回路入りの品種との性能の差にも興味はあるが、とにかくここは2回路それぞれの性能が劣る故に結果としての音質が劣るのか、各ユニットの性能は確保されているのに2回路使うと音が悪くなるのかを切り分けねばならない。

そこで、2in1のオペアンプICを敢えて1回路だけ使い、通常の使い方と音質を比較してみた。

結果は2回路使うと確かに音質が劣化した。しかもその差は予想より遥かに大きなものであった。

2回路入りオペアンプの各ユニットは確かに高音質の回路が採用されている。それを前提に「どうしたらよいか」についての研究に入る。

＊＊ 音質劣化の原因 ＊＊

考えられる原因は「近接ユニット間の飛びつき」と「電源からの回り込み」である。このうち「電源からの回り込み」はICの仕様としてクロストーク性能、SVRR（供給電圧排除率）などにノイズレベルと大差ない値が示されている。それ故この点にはこれまで研究の手が伸びていない。

「近接ユニット間の飛びつき」についてはここでは問題にしない。それが問題になる程であるならそも2chを1パッケージに納める「ステレオオペアンプ」という発想自体がナンセンスになってしまうからである。信号系が近接する機会など至る所にある。これを問題にするには部品単位のミクロ的視点ではなく系トータルで考えねばならない。尤も、あまり興味がないというのが最大の理由である事は予め明らかにしておく必要があるだろう。

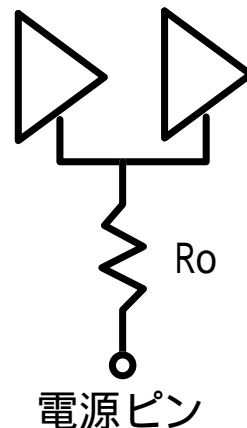
今回の研究ではこの「電源からの回り込み」に的を絞る事にする。

＊＊ 回り込みは実在するか ＊＊

回り込みによる劣化が起きるとしたら、2つの段階が必要である。一方の回路が動作する際に電源電圧が揺動する事、そして電源電圧揺動の影響をもう一方の回路が受ける事、である。これまでSVRRを信用しきってその影響はないものと考えられていたが、ここでは敢えてそれを問題にする。その理由は単純で「オペアンプ回路でも電源の差ははっきり音に出る」からである。これはオペアンプが電源の影響を大きく受ける何よりの証拠と言える。

では、回路動作により電源電圧は揺動するのか。この問題は一見IC自身の問題ではないかのように見える。ICの供給電圧の揺動は電源インピーダンスに支配されていて、それは電源の問題だと思われていたからである。しかし、実態はそうではない。

図1：チップ内の共通インピーダンス



G R (GenRad)社製インサーキット試験機では"Juncion Xpress"の名でこの電圧揺動を利用した試験を投入している。ICのピンに内蔵された保護ダイオードに交流を与え、チップから電源/GNDの共通ピンへのボンディング線の抵抗値を使って電圧を発生させる。この時、発生する電圧は電流に比例した半波整流波形となるため、披検ピンからは3次の高調波を検知する。被検ピンと共通ピンの間にある保護ダイオードには順バイアスをかけて交流的には導通状態にするなど小技を駆使しているため一見複雑に見えるが、電気回路の基礎知識だけで理解可能な絶妙のメソッドである。

ここで注意して戴きたい。電源ピンに電流が流れると、IC内部配線の抵抗に電圧降下を生じるのである。この共通インピーダンスこそが、現在問題にしている「電圧揺動」の原因なのである。

仮にIC外部にインピーダンス0の理想電源をつないだとしても、ICチップ上では電源電圧は「揺れている」のだ。これは電源側の問題ではない。この解決法として、電源に負性インピーダンスを持たせるという方法が容易に考え付くが、そんな事をするぐらいなら最初から2回路入りICなど使わなければならない。2回路入りICは「安価」「小型化」に貢献してこそ意味があるのだ。

勿論、負性インピーダンス電源を使う事により飛躍的に性能が向上するのならそれでよいのだが、そうしたうえでやはり1回路入りには叶わないのであるなら、コストに糸目をつけない設計では1回路入りが迷わず選ばれるだろう。

** 回り込みの逆相化 **

電源の共通インピーダンスによる回り込みが問題なのだとしたら、カウンター駆動の出番である。内部の2ユニットを逆相で動作させれば問題は解決する。

回路がA級動作している時は逆相信号により電源電流は定電流化して電圧揺動は消滅するし、B級動作しているなら片方のユニットが+側を使ってい

る時もう片方は使っていないので干渉はない。

特にA級動作の場合は興味深い。1回路のICでは為し得ない「チップ供給電圧の安定化」が可能になるのだ。これならむしろ2回路入りの方が高音質を実現できる可能性さえある。

この手法は平衡増幅器ではきわめて有効であり、今後これを用いた高音質型の製品が出回るようになるだろう。しかし、通常の不平衡回路ではこのメリットを得るのは容易ではない。不平衡回路では1ユニット入りICを使う方が面倒がなさそうだ。

** これからの2in1 **

2in1構造が「部品点数の簡略化」「低コスト化」といった目的でのみ採用される時代は終わった。これからは2in1でなければ得られないクオリティが語られる時代となる。

しかし、多くのオペアンプICでは低消費電力設計となっているため、終段はA級動作していないし、コンプリメンタリも完全でないものがまだまだ少なくない。このため、理想的には出力にバイアス電流を注入し、強制的にA級動作させてしまうという方法も考えられる。ただしこの場合シングル動作であるし、素子の発熱にも注意が必要である。また、正負の信号の同時性も重要である。このあたりの厳密性が現在までのオーディオ回路では軽視され過ぎていると考えるのは当研究所のみであろうか。

いずれにせよ、カウンター駆動が小信号の回路でも有効である可能性が見出された事は非常に喜ばしい。

** 参考文献 **

G R社発行
「ボードテスターニュース」

T.M.S.R.集成版(インターネット版)

T.M.S.R.2
「オーディオアンプにおける
BTL方式の優位性」