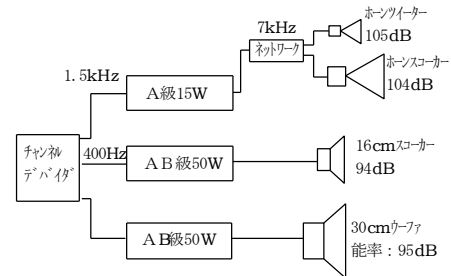


音の悪いアンプを作る

現在のオーディオシステムの構成は図のようなマルチアンプシステムである。アンプはいずれも30年ほど前に自作したAB級アンプでアイドリング電流を比較的多めに流しているため、発熱はかなりある。金田式A級15WDCアンプは、若干アイドリング電流を少なめに調整したが、それでも発熱が多く、夏場は少しつらい。このA級アンプは高音用のホーンスピーカをドライブしている。ホーンスピーカはおおよそ10dB程度能率が高いので、アンプの出力は10分の1で良いことになる。計算上は5Wの出力で他とバランスする事になる。そこで、省エネルギーの目的で新たにA級5Wアンプを製作した。



●A級5Wアンプの音

A級15Wアンプの代わりに高音用のアンプとして音出しをした。何となく音が違うことにすぐに気づいた。今までボリュームを上げてもらうと全く感じなかった音が、妙に刺激的に響く。音の広がりが無くなった様にも感じた。今まで余韻が広がって音に包まれるような感じがしたが、音が中心に集まって、線が細くなった。何となく低音も響かないように感じた。音に対する感覚はその日の体調によって大きく変化する事を経験しているので、体調が悪いことが原因でそのように感じた可能性がある。そこで、A級15Wアンプに戻して聞いてみた。すると、今までの音に戻った。つまり間違いなくA級5Wアンプの音は悪い。A級パワーアンプの音がこれほど悪いとは俄には信じられなかったが、回路構成を思い出して検討してみると、色々と問題点が浮かび上がってきた。

●回路構成

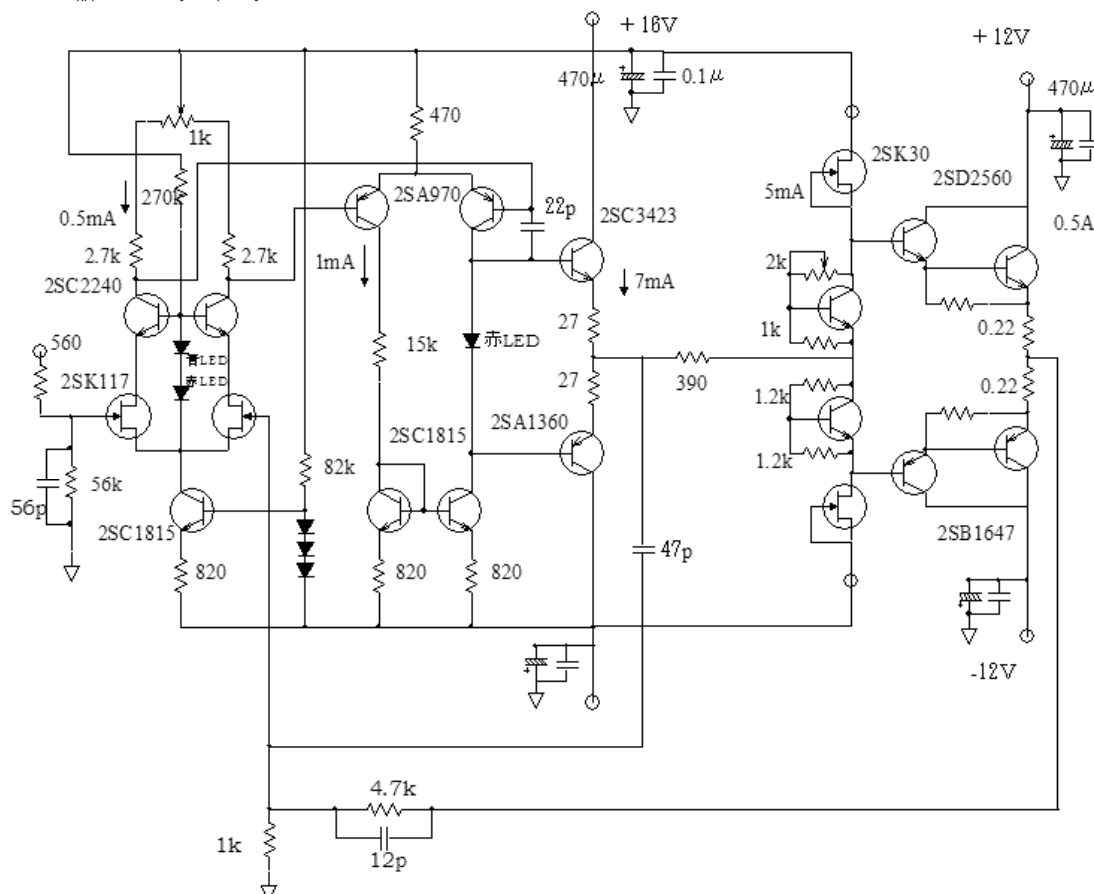
基本的に構成は、OPアンプ+ダーリントン出力段構成のパワーアンプとした。OPアンプの部分はディスクリートで設計した。設計に当たり回路シミュレータPspiceを使って、ゲイン、周波数特性などを吟味した。このオペアンプは出来るだけオープンループゲインを高くして、歪みを減らす古典的な思想で設計した。NFBをかけることにより生じる不安定要素は、シミュレーションで取り除けばよいだろうと考えた。

出力段は秋月電子で購入したダーリントントランジスターを利用した。OPアンプICをドライブ段に使うことをイメージしていたので、出力段だけで独立して動作するようにFETによる定電流回路と、オフセット電圧の発生が小さいバイアス発生回路とした。

電圧増幅段は「トランジスタ回路の設計」で紹介されている回路を基本に設計した。2段作

動増幅回路で、2段目はカレントミラー回路で電流を1mAとした。この段の動作電流を多めにした方がスルーレートの点で有利になるが、2段目のトランジスターのコレクター損失が大きくなるので、パワーアンプ電圧増幅段用のコレクター損失1W程度の物を使わざるおえなくなる。しかしこの回路ではコンプリメンタリープッシュプル回路を間に挟んだことで、この段での電流の値を小さくし、プリアンプ用のローノイズトランジスターを採用した。その結果電圧増幅率もかなり大きくすることが可能になった。つまりオペアンプモジュール+パワーブースターの構成でパワーアンプを設計した。

A級 5Wパワーアンプ



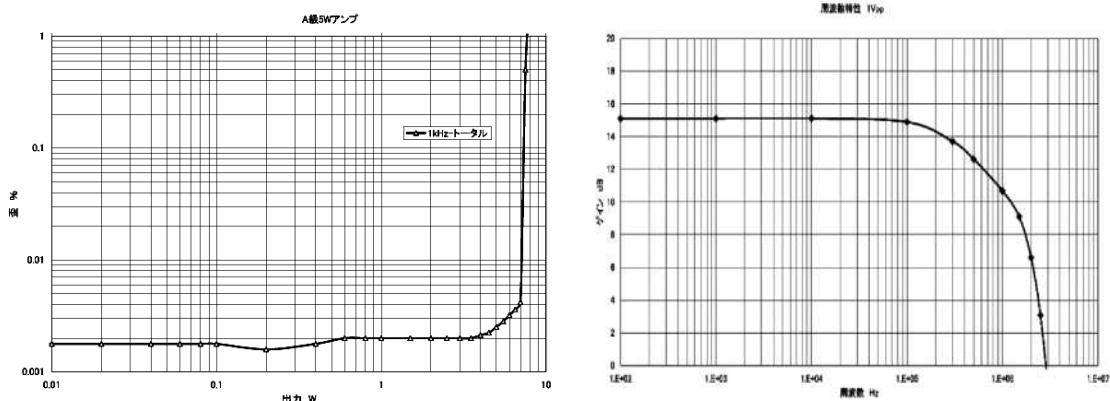
●A級5Wパワーアンプの特性

パワーアンプの全回路を示す。電源は電圧増幅段、出力段ともに定電圧回路で構成した。完成後、定電圧電源の発振に悩まされ、カットアンドトライで電源の位相補正や、電源回路の電圧ゲインなどを変えつつ手当たり次第に対策を講じていった。結局、パワーアンプが発振しているため電源に出力信号が乗っていることが判明し、アンプの位相補正をして何とか安定に動作するように出来た。

完成したアンプの歪み率特性をWaveSpectraで測定した。最大出力付近になって初めて歪みが測定できるが、殆ど歪みは測定できない特性となった。また周波数特性を測定すると、ピークは観測できず比較的素直な特性であった。

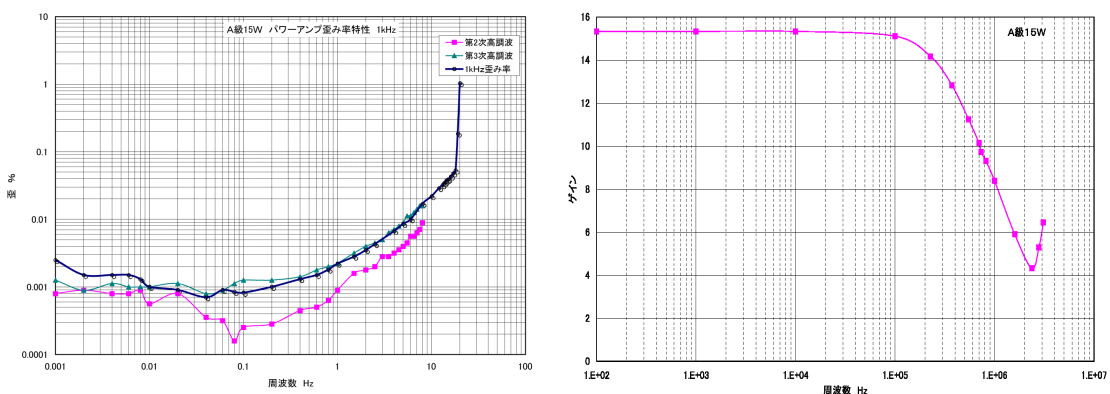
しかし試聴した結果は前記したとおりである。よく言われているように、素性の悪い裸特性のアンプを負帰還で厚化粧したところで良い音は出ないと言われているが、まさにその通りの

結果となった。また出力段を3段ダーリントン回路にすると、設計が難しいと言われているが、電圧増幅段を一個のオペアンプモジュールとしたため、結果的に3段ダーリントン回路と見立てることができるので、この辺にこのアンプの失敗があったのかもしれない。Pspiceでシミュレーションして問題点を解消すれば何とかなるだろうと考えたのが間違いであった。



●A級15Wパワーアンプの特性

30年近く前に製作した金田式DCA級15Wパワーアンプの歪み率特性を測定した。A級と呼んでいるが、アイドル電流を減らしてあるのでAB級アンプといった方が適切である。

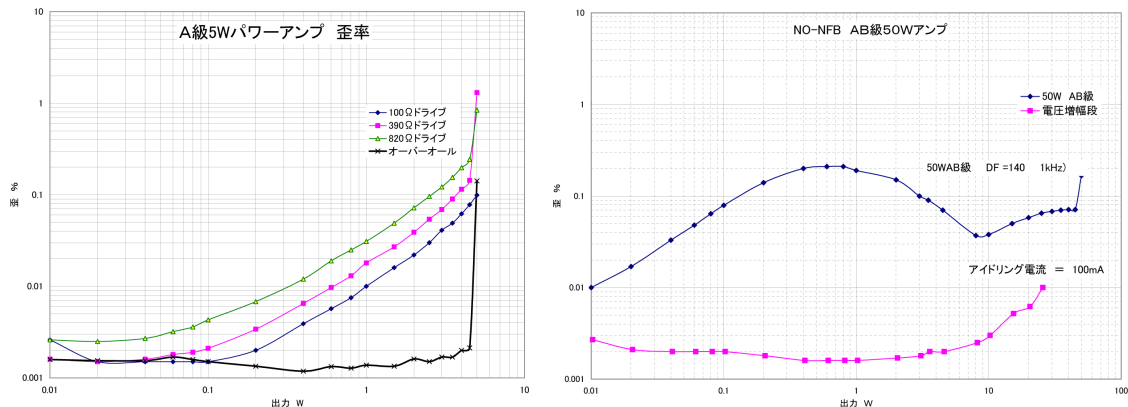


このアンプは発熱が多い点を除けば何の問題点もなかったアンプである。発熱を少なくすることが目的でA級5Wアンプ設計・製作に取り組んだ。従って歪み率特性等を測定して比較してみた。

上に示した2つのグラフを比較すると、A級5WパワーアンプとA級15Wパワーアンプの歪み率特性の違いがハッキリわかる。また周波数特性を比較してもA級15Wパワーアンプの高域特性はなだらかに下降しているのに対してA級5Wパワーアンプの周波数特性は急激にストンと落ちていることがわかる。15Wパワーアンプのような素直な周波数特性にならないのは高域周波数特性を欲張りすぎたことから生じた。高域まで周波数特性が伸びていれば負帰還をかけたときに広域まで帰還量が大きくなり、高い周波数まで良好な歪率特性が得られると考えたが、残念ながらかえって動作が不安定になり音質が悪化したと考えられる。A級15Wアンプの歪率特性を見ると出力が増加すると歪率も、徐々に上昇しているのが分かる。対して5Wアンプは、最大出力になる直前まで、ほとんど歪み率は増加していない。電圧増幅段の増幅度の違いによる。ところでこのグラフには第二次高調波、および

第三次高調波成分を、合わせて表示させてある。これを見ると、第二次高調波成分が極めて、小さいことが分かる。電圧増幅段の構成が、二段作動アンプで偶数次高調波成分が打ち消されて大変小さくなっているためである。(金田式DCアンプより)

A級5Wアンプの設計において、できるだけ電圧増幅段の高域特性を良好にすることで、高い周波数領域における歪率を小さくしようと考えていた。しかし、出力段のトランジスタの高域特性が悪いので、安定にNFBをかけることが出来なかった。電圧増幅段だけならば周波数特性は良好で安定に動作する。そこで出力段には負帰還をかけない方式に変更して音質を観察した。ただし、直流オフセット電圧が出ないように、直流領域の負帰還はかけた。このようにして歪率を測定した。電圧増幅段の歪率は極めて小さく無視できるので出力段の歪率特性が測定にかかることになる。出力段のエミッターフォロアーの歪率は、ドライブインピーダンスによって変わることが分かっていたので、ドライブインピーダンスを変えて歪率を測定してみた。



このグラフで、オーバーオールと表示してあるグラフは、出力段も負帰還のループの中に入っているときの歪率特性を示している。グラフからわかるように、ドライブインピーダンスが低ければ低いほど、歪率特性は良くなる。そして、出力が大きくなるにつれて徐々に大きくなっている。A級動作をしている出力段は、無帰還でも歪率特性は大変良好である。出力が1W程度ならば、どのドライブインピーダンスでも0.05%以下であり、このままでも十分歪みは小さい。

右側のグラフはやはり出力段を負帰還ループの外に置いた出力段無帰還アンプの歪み率特性を測定したグラフである。歪率対出力電力の関係はA級アンプと比較すると複雑である。歪率が一度下がってまた上昇しているのは、スイッチング歪みの増加率より、出力電圧の増加率の方が大きいので、1Wより大きい電力量域で相対的に歪率が下がる現象が起こっている。しかし、A級出力段と比較すると歪率特性は悪い。

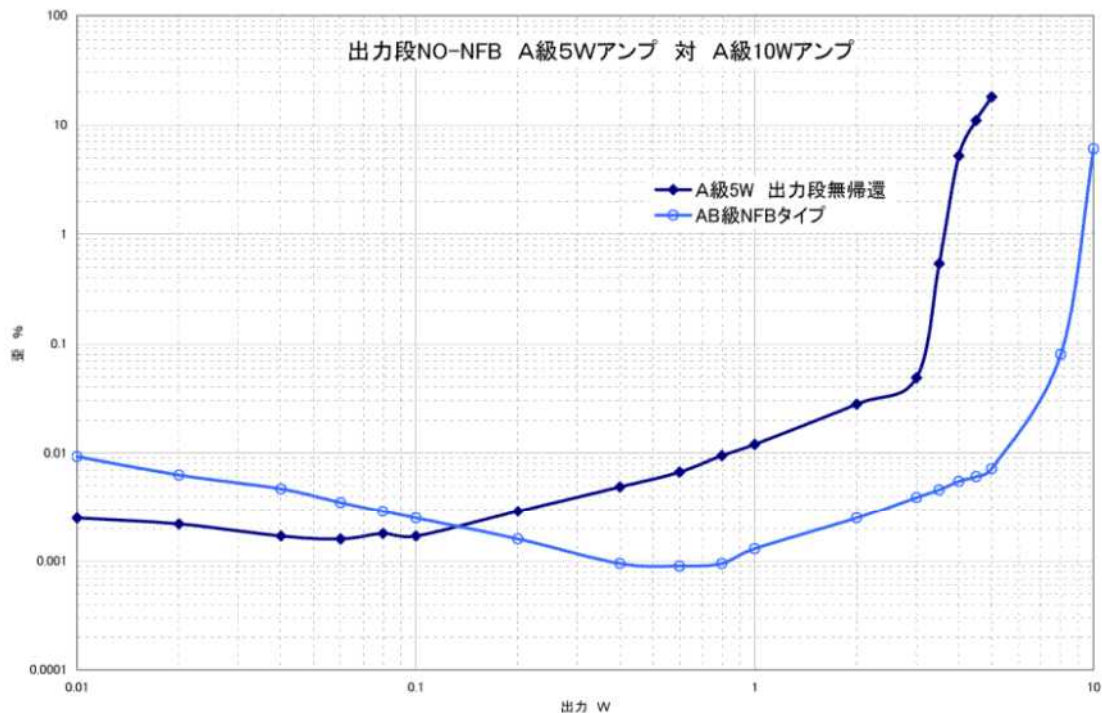
●出力段無帰還A級アンプの音

A級5Wパワーアンプの出力段に負帰還をかけない無帰還アンプを試聴した。なお、出力段の電源電圧を少し上げたのでAB級動作にはなるが10W程度の出力は可能である。ホーンスピーカーを駆動する高域用のパワーアンプである。直流領域での安定度は直列に接続したフィルムコンデンサーで直流をカットしているのでそれほど問題にはならないが、直流領域には負帰還をかけているので殆どオフセット電圧は発生しない。

試聴した結果、負帰還をかけていたとき音が詰まった感じで、広がりに欠ける音であったのが一転して伸びやかで元気な音に変わった。特にピアノの音は元気な音に変わった。

●ゲインを下げ、出力段も負帰還ループに入れたA級5Wアンプ

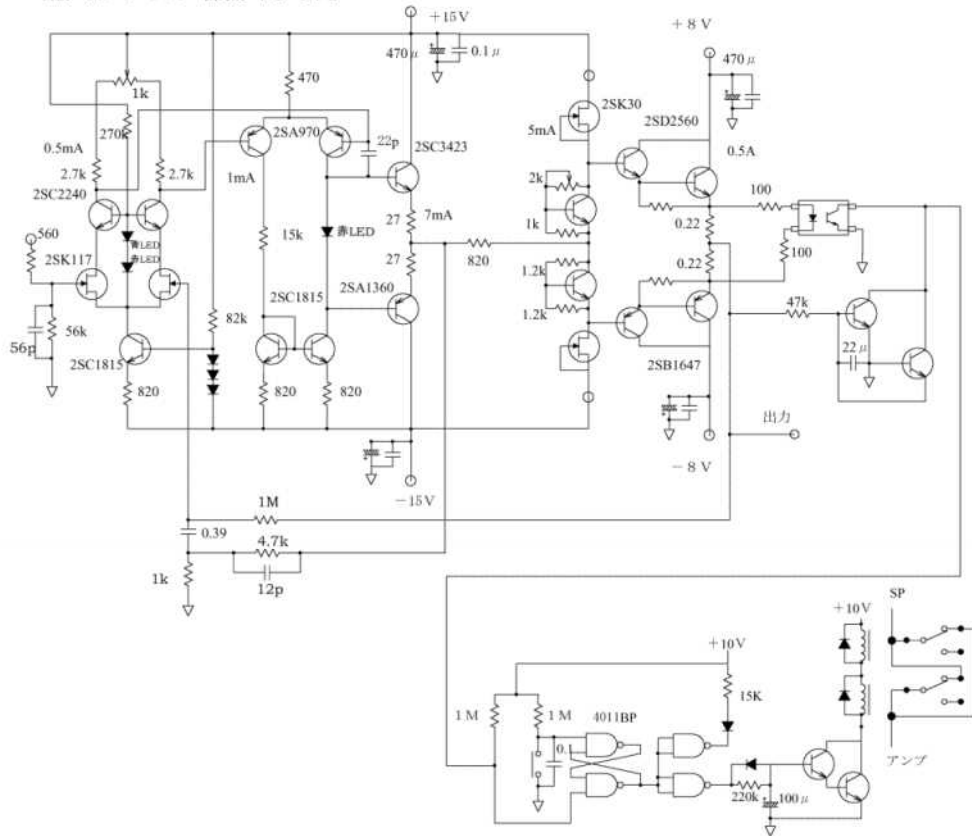
しかし、何となくA級15Wとは違うので、出力段も負帰還ループの中に入れることに変更した。さらにA級15Wのアンプと比較するとやはり電圧増幅段のゲインを高く取り過ぎたので、2段目のカレントミラー回路を抵抗負荷に変えてゲインを下げることにした。このように変えて測定した歪率特性が次のグラフである。電圧増幅段のゲインを下げたことにより今までより負帰還が安定にかかりようになった。この状態でしばらく利用することにした。



しばらく色々な音楽を聞いていると、オーケストラのバイオリンの音がA級15Wアンプの時の音のような滑らかさに欠ける感じを受けるようになり、またA級15Wアンプではオーケストラの各楽器の位置が明瞭に分離して判別できたのが、何となくごちゃごちゃした感じで、透明感に欠ける音に感じ始めた。それほど悪い音ではないが、何となくA級15Wの時とは違う感じがしてきた。音楽を聴いていて心地よい響きを感じなくなっていた。今まではハツとする響きがあったが、艶やかさを感じなくなっていた。結局現在A級15Wアンプに戻している。マルチチャンネルアンプシステムで1.5kHz以上を受け持つパワーアンプがこれほどはっきりと音質に差が生じるとは思っていなかった。

つづく

A級 5Wパワーアンプ 出力段 NO-NFB



A級 5Wパワーアンプ (AB級10W)

