

ダーリントンの性能改善

カイキ日蝕仮面(studioそんぴ)

* 改善型ダーリントン *

オーディオ用パワーアンプではダーリントン接続による電流増幅段を殆どが採用している。ダーリントンの欠点と、その解決方法について考察し、B'ed駆動段の開発に成功した。

* ダーリントンの必然性 *

ダーリントンとは、要するにエミッタフォロワの重連である。何故重連しなければならないかと言えば、電流増幅率が足りないからで、増幅率を高く取れないパワートランジスタでは切実である。ハイパワーアンプでは3段ダーリントンも珍しくない。

* ダーリントンの欠点 *

ダーリントンは全体として増幅率の大きなひとつのトランジスタのように振る舞う。しかし実際にはやはり2段は2段の、3段は3段の挙動を示す。特にNFBループ内で問題となるのは遅延特性で、3段も重連するとかなり発振し易くなる。

また、オーディオアンプではプッシュプル構成が必須であり、上下のベースのDCシフトを実現するバイアス回路も必要になる。バイアス回路ではパワートランジスタの温度特性補償を行わねばならず、回路設計と無関係の部分に労力を割かれるのも欠点と言えるだろう。

< F F >

サンスイが現在の「Xバランス」になる以前に採用していた回路。3段ダーリントンの増幅率を持ちながらNFBループには2段のレスポンスを示す優れた回路である。部品点数が多くなるため、Xバランスとの併用は断念された。(図1)

< スーパーダイヤモンド >

この形にするとバイアス回路が不要となり、1端子入力を実現できる。ただし上下が独立するため、アイドリングのバランス等に工夫が必要となる。また、駆動段の電流はダーリントンの2倍となる。STAXなどにより現行の製品にも採用されている。(図2) 初段のエミッタは定電流駆動する。

< 転倒ダーリントン >

この回路を「インバーテッド・ダーリントン」と呼ぶ者もあるが、「反転増幅回路」と混同する恐れがあるので「転倒」または「折り返し」と呼ぶのが適切である。(図3)

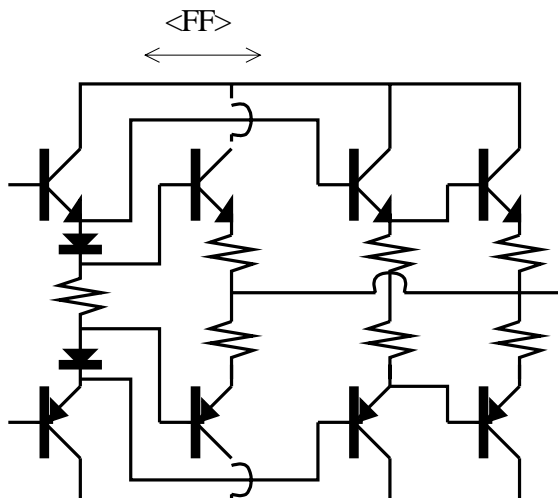
素子間のバラツキを増幅してしまうため、コンプリ特性を保ち難いという難点が指摘されているが、駆動段にFETを使うとその2乗特性を利用してアイドリング半分でA級アンプを実現できるため、一部で使われた。しかし終段をA級動作させても音はB級のそれになる事が確認され、現在では殆ど採用されなくなった。ゲイン1以上に設定でき、それ自体でパワーアンプを構成できるため利用価値はあるが、ダーリントンの改善型とは呼べない。

これらの前例を踏まえ、新しい視点から改善策を検討した結果、興味ある案が出た。以後にその検討結果を報告する。

* B'ed 駆動段 *

Bootstrapped Driver 略称 B'edドライヴァと命名されたこの方式は、実際には只の2段ダーリントンである。(図4) しかしB'edによりPcの小さな石を採用できるため、小信号用のHFEにして10倍程の素子が使え(表1)。段数を

< 図1 : フィードフォワード >



増やさずに増幅率を上げる事が可能となるのである。しかもCobもひと桁小さくなる上、ブートストラップ電源の効果でそれすら抑圧され、ftは同等でも仕上がりとしてかなりの高速化を実現できる。

<表1>

品種	ft	Pc	HFE	Cob
オジナル	100MHz	25W	80	25pF
被検品種	200MHz	0.3W	750	1.5pF

* B'ed駆動段の実験結果 *

実験はSONY製パワーアンプTA-N330ESで行った。

駆動段のトランジスタとピンコンパチブルな形状に空中配線した集合素子を作り、既存の駆動段の石と差し替えてみた所、問題なく動作しているようだった。

しかし、実験中にスパイクノイズが入り、終段の石が爆発し、電力段がひと組ごっそり破壊された。これは駆動段が高速化したために帯域制限が不十分となり、安定動作領域を外れたた

めと考えられる。帯域制限を強化した方が安全のようだ。

音質的にはかなりの改善があったので、ひとまずは成功と言えよう。今回は電流を多めに流せるようVCEをLED2個分の3Vにしたが、Pc的には充分なのでこの倍ぐらいにした方が石の性能を発揮できるかも知れない。

* 将来性 *

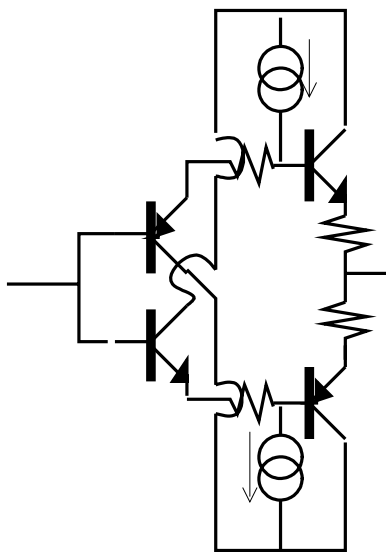
B'ed駆動段は-partyやSS-VITAとの併用がより効果的であると思われる。

B'ed駆動段によりダーリントンの重連段数が少なく済むようになれば、これまでどうしても3段必要とした大出力アンプの性能が飛躍的に向上できる可能性が大きい。また中規模以下のアンプでも1段分の増幅率の向上は裸特性の改善に直結するし、同時に高速化も実現する。

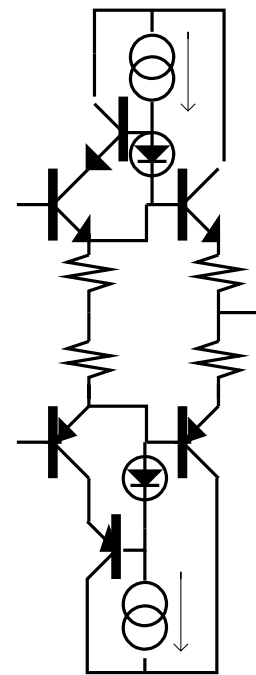
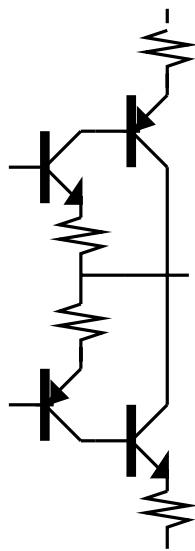
この手法を終段に適用しようとしてかつてSONYが失敗している。まだ把握しきれていないパラメータがあって、その部分における不利な点があるのかも知れない。今後もその優位性の確認を続ける必要があると思われる。

今後も「スピーカはアンプが駆動する」をモットーに「よりよい駆動」を実現するアンプの開発に精進したい。

<図2：スーパーダイヤモンド>



<図3：転倒ダーリントン>



<図4：B'ed駆動段による2段ダーリントン>