

中波用 フェライトバーアンテナの製作

堀場 啓二



図-1 完成したフェライトバーアンテナ

ラジオの中に必ずと言ってよいほど、フェライトバーアンテナが入っていますが、このアンテナの設計方法について、詳細に書かれた資料はなかなか見つかりません。フェライトバーアンテナもループアンテナですので、ループアンテナについては、「アマチュアのアンテナ設計法」CQ出版社 岡本次雄氏著が参考になります。この教科書によれば、ループアンテナに誘起する電圧の最大値 E_m は

$$E_m = \omega N A H_o \times 10^{-8} \text{ (V)}$$

ここで電圧による磁界強度の最大値を H_o 、 N をループ巻き数、 A を実効面積とします。上記式から N 、 A が大きい程、ループアンテナの誘起電圧が大きくなります。又、その実効高 h_e は、電界強度の最大値を E_o とすると

$$E_m = h_e E_o \text{ で表され、 } h_e = \frac{2\pi}{\lambda} N A \text{ となります。}$$

次にフェライトバーアンテナの実効高については、「ラジオ・FM放送用受信機」兼六館 岡部久朗著の中に

$$h_e = \frac{2\pi}{\lambda} N A \mu_e$$

μ_e はアンテナコア実効透磁率で、アンテナコア最大実効透磁率 μ_m と巻き線係数 γ との関係は、

$$\mu_e = \gamma \mu_m$$

γ は、

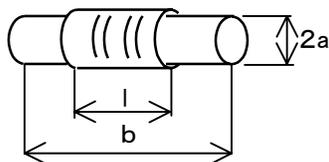


図-2

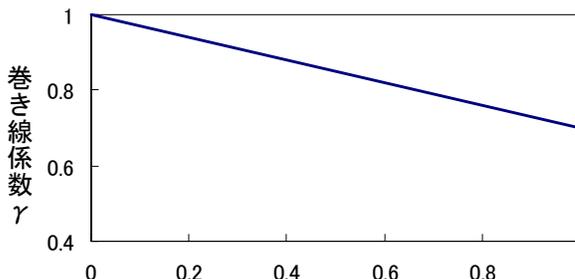


図-3 b/l

つまりエアコアループアンテナに対し同じ径で同じ巻き数とした場合、その実効高は、フェライトバーアンテナでは、実効透磁率 μ_e 倍されることとなります。では実効透磁率 μ_e は、どのくらいなのでしょう？昔懐かしいトヨムラのエアダックスコイルを用いて、簡単な実験をやってみました。使用したエアダックスコイルは、内径29mm、96回巻きの301016です。これに秋葉原シヤ無線電機で購入した $\phi 10 \times 178\text{mm}$ 長のフェライトバーを挿入して、そのインダクタンスの変化を求めてみました。(図-4)コイルにフェライトバーを挿入すると、10倍以上のインダクタンスが得られます。つまり実効透磁率 μ_e は、10以上あることとなります。しかしこれをフェライトバーアンテナにした場合、同調用のコンデンサを430pFのバリコンとすると、同じインダクタンス得る為の巻き数 N が少なくなりますので、単純に実効高が10倍以上になるわけではありません。巻き数 N と実効面積 A で最適な大きさがあるはずなのですが...

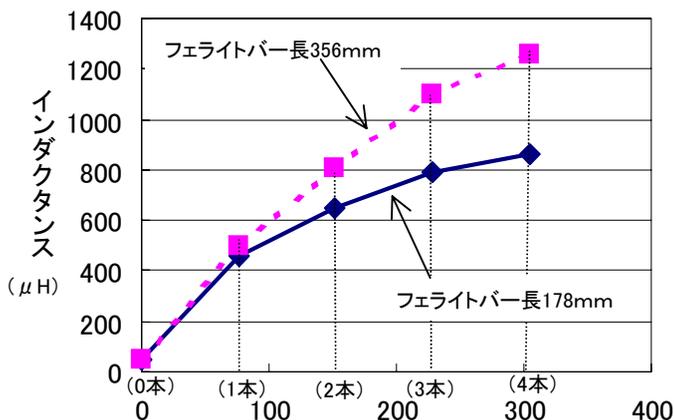


図-4 フェライト断面積 (mm²)

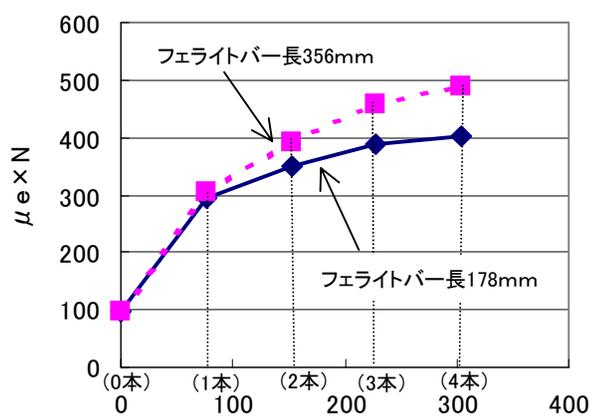


図-5 フェライト断面積 (mm²)

測定したインダクタンスからフェライトバーを挿入する前のインダクタンス $48.6\mu\text{H}$ となる巻き数 N を求め、実効透磁率 μ_e で掛けてみました。(図-5)実効面積 A はエアダックスコイルで決まりますので固定ですから、フェライトバーは太く、長い程実効高が得られることが分かります。但し本数を増やしていくと、飽和傾向にあるようです。実効高を上げるためには、単に太くするだけでなく、長さも必要ようです。

実際に巨大なフェライトバーの製作に掛かります。

使用したフェライトバーは、 $\phi 10 \times 178\text{mm}$ 長10本と $\phi 10 \times 120\text{mm}$ 長の30本の計40本を使用しました。これらのフェライトバーは、シオヤ無線電機で178mmは、320円/本、120mmは230円/本(02年5月時点)で購入できます。ところでフェライトバーの片側断面に黄色とか緑色とか色付けされているのにお気づきでしょうか？フェライトバーの製造元であるコイル・スネーク㈱に問い合わせたところ、一定のコイルを使用して、焼成時のばらつきを5%毎に6ランクに分類分けのマーキングだそうです。私の購入したフェライトバーには、黄色と緑が混在していましたが、気にせず実測しながら使うことにしました。ちなみに同社で現在生産している最大のフェライトバーは、 $\phi 12 \times 180\text{mm}$ だそうです。

120mm3本と178mm1本を直列に繋いだ物を10本束ねます。(図-6)仮止めには、アロンアルファを使いましたが、折れ易いので注意が必要です。10本に束ねるのには、自己有着テープを使用しました。結束バンドを使いたいところですが、これを使うと後で $\phi 40$ の塩ビパイプに入らなくなります。コイルは、ラッピング線で巻きました。

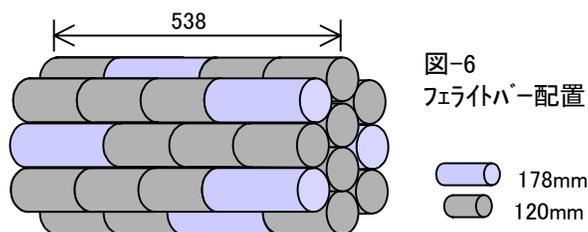


図-6
フェライトバー配置

8回巻きを左右対象に2セットずつ合計32回巻きです。高周波数域でのQの低下を抑える為に、中間タップを設け、リレーで切替えるよう設計したため、8回巻きで区切りましたが、高域は、コイル巻き数が少なくなるなる影響で、ゲインが下がり、あまり良い成果が得られませんでした。この回路部分(図-11朱書)は必要ありませんので、左右に各16回ずつ巻いてください。32回巻きでのインダクタンスは、 $260\mu\text{H}$ となり、バリキャップ東光KV1555NTの容量値 430pF で中波全域が同調できます。コイルが巻けたら物干し竿に巻く熱収縮チューブを被せフェライトバーを固定します。2重に被せるとしっかり固定します。(図-7、8)

フェライトバーは、 $\phi 40$ の塩ビパイプ(VU40)に収めます。T型ジョイントとキャップを使い、アンプ部分も中に収めることにしました。(図-9、10)元々水道用配管ですので、防水性や耐候性もばっちりです、屋外設置も可能です。強度的には、頭デッカチで安定感にかけますが、T型ジョイントを挟むことで、強度的には持ち堪えそうです。

次にアンプ部分です。アンプ部分は、2SK125の差動で受けて、VN88AFで増幅する回路です。



図-7 コイルを巻いた状態

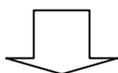


図-8 熱収縮チューブで固定

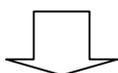
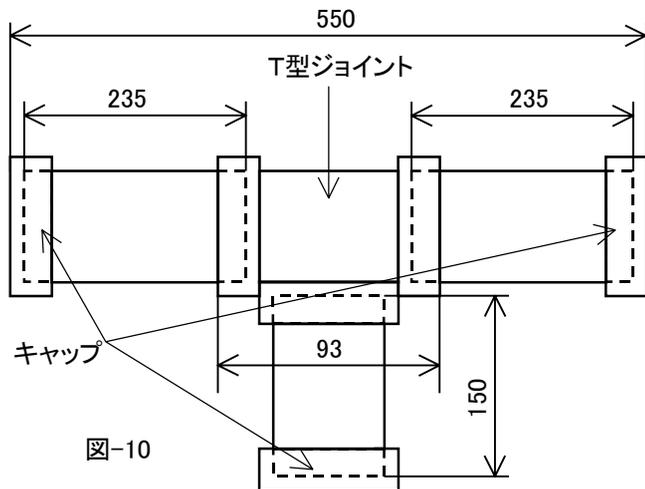


図-9 アンプ基板



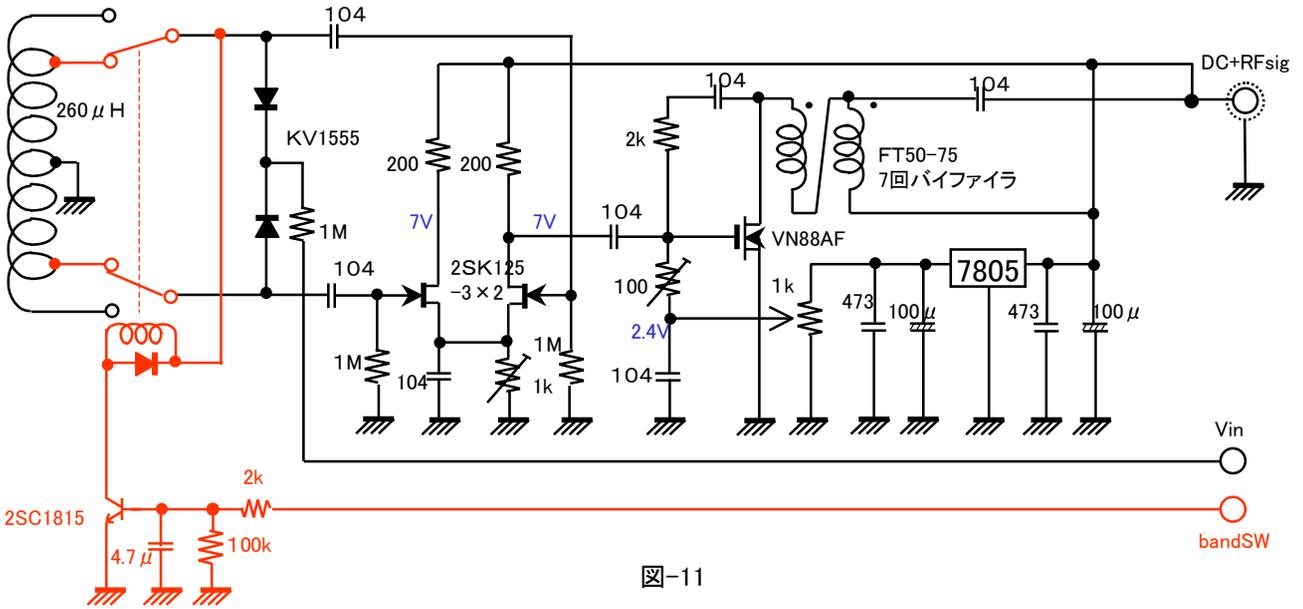


図-11

調整箇所は、2SK125とVN88AFの動作点を定める2つの1kΩの半固定抵抗と、VN88AFの入力インピーダンスを決める100Ωの半固定抵抗の3箇所です。VN88AFは、動作点によってかなり発熱しますので、小さなヒートシンクを付けました。(図-12)初めの調整ポイントは、VN88AFの動作点です。VN88AFは、必ずゲート電圧を0Vになるよう1kΩを絞ってから通電してください。通電後はゲート電圧を下から上にゲート電圧を見ながら少しずつ上げてください。2.4V位までなら、発熱はあるものの、問題無く動作するようです。ゲート電圧を上げすぎると発熱でエポキシ樹脂の膨張し、内部のワイヤボンドが切れて動かなくなります。

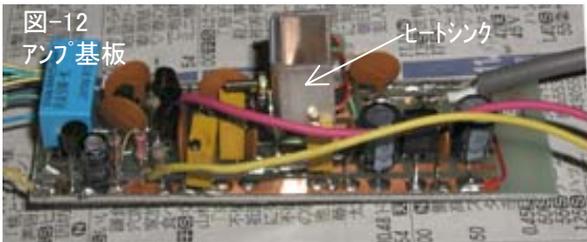


図-12
アンプ基板

第2の調整は、2SK125の動作点です。ここは、2SK125のドレイン電圧が電源電圧の略半分にあたる7Vになるように半固定抵抗を調整します。3番目の調整箇所は、VN88AFの入力インピーダンスです。実際に信号を受けて、ゲインが一番高くなる点に100Ωの半固定抵抗を調整します。コントローラ部分の10kΩのポリームは、ちょっと値が張りますが、多回転のポテンションメータを使用しました。(図-13)

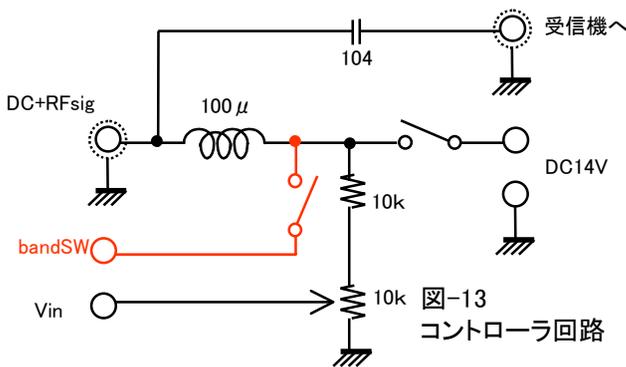


図-13
コントローラ回路

このフェライトバーアンテナを受信機に繋いで、実際に聞いてみました。海外DXの常連局なら十分に受信できます。但しゲインは先に発表した1.3mループの方が勝るようで、聊かゲイン不足に感じました。アンプ部分は、もう少し強力な物に差し替えた方がよいかもしれません。

今回のフェライトバーアンテナの製作でループアンテナは、コイルの径と巻き数がゲインに有効であることを痛感しました。特にLC同調は、容量を増やすのではなく、コイルの回数を増やし同調取ったほうが、高ゲインが得られます。

(2002年6月)



図-14 コントローラ前面



図-15 コントローラ裏面



図-16 コントローラ内部