

楽しい自作電子回路雑誌

CirQ



CONTENTS

1. 原点 アマチュア無線は科学か?
2. 超再生受信器について
3. 発光ダイオードで遊ぶ(5) 弛張発振器 ピカッ
2. やさしい通信技術入門講座(4) 糸でんわ (4)
4. ゲルマラジオが送信機になる?(4)
5. 購読料有料化 6. 雑記帖

004

JUL. 2004

超再生 受信機のこと (1)

超再生受信機の構造はとて簡単ですから初心者向けの受信機としては非常に作り易い回路です。しかもその感度はとても素晴らしいもので電離層にE層(スプラディクE層)が発生した時は超再生受信機の入ったおもちゃのようなCBのトランシーバで関東から九州とか北海道という遠くの局が聞こえて来ることがあります。

今回は、この超再生受信機の構造にメスを入れ、改善出来る所は改善したいと考えました。やってみるとこんな簡単な構造だと思っていた回路に思わぬトリックがあることを発見しました。この記事はその

てん末記です。

コイルのQ

皆さんはコイルの性能に「Q」というものがあるのを御存知ですか？ Qというのは「Quality(品質)」の頭文字をとった数値です。単位はありません。単位がありませんから、Qが10のコイルと、100のコイルでは100のコイルの方が90だけ品質が良いといわれてもなんだか良く判りませんね。

FCZコイルのQが60とか70といわれてもその値を特に気をかけて回路を作る人もほとんどいないと思います。

しかし超再生受信機の感度を考える上ではどうしてもこのQという物がある程度把握しておく必要があるのです。

第1図はコイルのQを計るQメータの基本回路です。

発振器の出力であるA点の電圧はR1とR2によって分割されて1/100となりB点に現れます。それを測定するコイルに加え、そのコイルと直列にバリコンを入れて発振器の周波数に直列共振させます。そして試供コイルとバリコンの間、C点の電圧を計ります。

不思議なことにB点の電圧と比べてC点の電圧の方

アマチュア無線は科学か？

「アマチュア無線は科学である」いや単なる遊びである」と、いった議論が時々聞かれます。

例えばDXの局と何カントリー交信したかということを競い合ったとします。単純に何カントリーと交信したかというだけだったら「単なる遊びである」でいいと思います。しかし、少しでも局数を増や

したいという欲求から、飛びのよいアンテナを作る為に誰かの書いたアンテナの記事をトレースするという行動は少しだけ「科学」に近付いて来ます。更に自分なりに能率のよいアンテナを考えるようになるとう「科学」の領域に踏み込むことになると思います。

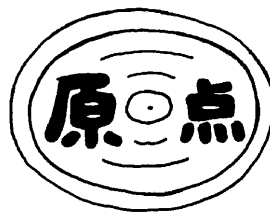
ここで少しだけでも科学の領域に踏み込もうとする人には、その計画をできるだけ科学的に考え

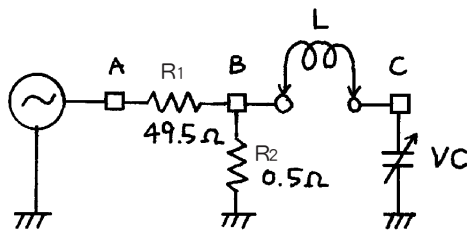
て行動する習慣をつけて欲しいと思います。「科学的」というのは、必ずしも難しい理論を振り回すことだけではありません。実験しておかしな現象にあたったら「なぜだろう？」と考え、

「それならこうなるはずだ」という仮説を立てて、次の段階の実験に進むという考えで行動することだと思います。

一番悪いのは科学的にと思いがらの実験の途中でうまく行かなく

なると「こつせ遊びだから」と逃げ口上をいいはじめることです。アマチュア無線をやる人はいろいろいます。ですから自分が科学的に実験をしたいと考える人は「アマチュア無線は科学である」と考えるでしょうし、ただ何カントリーかと交信出来れば満足だという人は「単なる遊びである」で良いと思います。相手の事情、意見を尊重するのもアマチュア無線の精神だと思います。





第1図 Qメータの回路

が高いのです。この電圧をA点の電圧と比べます。その結果、A点とC点の電圧が同じであったとしたらC点の電圧はB点の電圧より100倍になったという意味で、 $Q=100$ と示します。

つまり、この直列共振回路のC点においては入力された電圧よりもQ倍電圧が高くなることを意味しています。

もう一つコイルのQを計る方法があります。

それは第1図と同じ回路で共振点を探ります。そのときの電圧を1としてからバリコンを調節して電圧が0.707(-3dB)になる下側と上側の周波数を測定します。測定した周波数の、下側の周波数をA、上側の周波数をBとすると、

$$Q = (A+B) / (2 * (B-A))$$

という計算式でQの値を算出することができます。

例えばAを1MHz、Bを1.25MHzとすると計算によって $Q=5$ ということになります。次にAはそのまま、Bが1.1MHzであったとすると、 $Q=10.5$ ということになります。

この2つの数字を良く見てみましょう。AとBの周波数が近いほどQの値が大きくなっていますね。つまり同調した周波数の幅が狭いほどQの値は大きくなるのです。

この二つの事をまとめてみましょう。C点の電圧はコイルのQの値が大きいくほど高くなると共にその周波数帯域は狭くなるということですね。

別の言い方をすればQの大きいコイルを使えば、受信機の感度も選択度も良くなるということですし、Qの大きなコイルを使えばトランジスタがなくても入力信号を増幅することができるということでもあるのです。

これは一つのマジックです。コイルのQを高くすることによって受信機の感度と選択度が良くなることが判りましたね。

再生検波受信機

それでは一般的にコイルという物は、どのくらいQの値を大きくすることができるのでしょうか？

その答は周波数にもよりますが、良くて100程度と考えられます。150とか200というコイルが出来ない訳ではありませんが相当の努力が必要だと思います。

コイルのQを500とか1,000という値にすることが出来たらそれだけで素晴らしい受信機が出来そうですね。何とかしてコイルのQの値を大きくする方法はないのでしょうか。

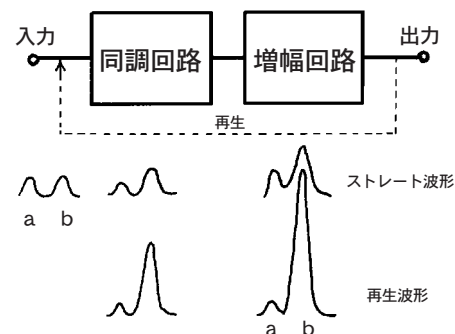
「再生検波受信機」という受信機があります。

アンテナから入って来た信号は、同調回路に入り、目的の周波数が選別されます。その信号を増幅器で増幅した後、再び同調回路に同相になるように戻してやれば同調回路で共振した周波数の信号は更に大きくなる訳です。

こうして一旦増幅した信号の一部を同相で入力段に戻してやる回路をポジティブフィードバック回路といいます。このシステムは出力の強い部分を更に強くなるように増幅器の前段に戻してやる回路ですから回路のQが結果的に大きくなります。

これをうまく利用したのが再生検波受信機です。フィードバックの量を微妙にコントロールして受信感度をあげようとした物です。

しかし、話はそう簡単には進みません。再生検波受信機でも少し欲張ると「感度が上がる」を超えて発振



器になってしまうからです。

検波段が発振を続けてしまったらそれは単なる高周波発振器ですから目的の信号を聞くことはできません。

そこで次なるテクニックの登場です。

クエンチング発振

回路のQを上げて行くとある段階で発振が始まります。その寸前のところが再生受信機の感度が一番高くなったところであることは容易に想像出来ますね。

そこで一旦発振状態に達したとき検波器の動作を止めてしまいます(Quench)。次の瞬間再びONの状態にしますが、回路が発振を始めるまでに若干の時間を要します。そして発振が始まると同時に検波器の動作をまた止めてしまうのです。

この発振状態をON/OFFする回路をクエンチング発振回路と云います。発振という言葉が2つ同時に出て来ましたから頭の中で混信してしまいそうですね。

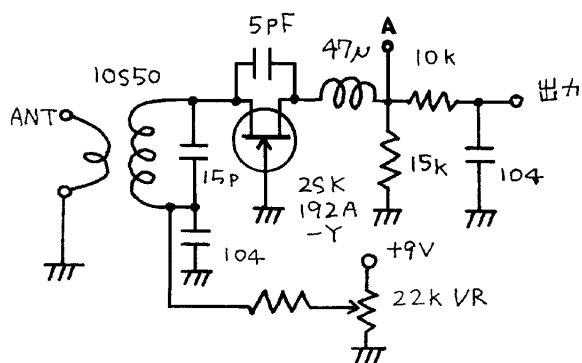
1つは受信周波数で同調回路のQを高くするための発振であり、もう1つはその発振をON/OFFするためのプロッキング発振です。前者の周波数は今回の場合、50MHz、後者の周波数は数10kHzです。

こうして50MHz台の発振を「発振させたり、止めたり」の状態に持ち込んで結果的に感度を上げて行くのが超再生検波受信機なのです。

再生検波と超再生検波の違いはポジティブフィードバックのやり方の違いということになります。

PWM 変調回路

第3図が超再生受信機の検波段の回路図です。



第3図 超再生検波回路

この回路の出力、すなわち2SK129A-Yのソースの電圧(A点)を観察してみましょう。

写真1、は入力に無変調の信号が入って来たときの波形です。

写真2、は入力に変調の掛かった信号が入ったときの波形です。

この写真を見るとAM信号の、変調されたAFの大きさによって振幅が変化しないで、クエンチング発振の波形が横方向に変化していますね。変調された信号が入って来ても振幅が全然変化しないのです。

このことは多分あなたが予想したとはかなり違っていたと思います。

このように入って来た信号の振幅をパルスの幅に変化させる変調方式をPWMといいます。D級アンプに使うパルス幅変調とおなじものです。

PWMは信号の大小によって振幅が変化しませんから、弱い信号から強い信号まで(-10dBμ ~ +120dBμ)を飽和することなく受信することができるマジック



写真1

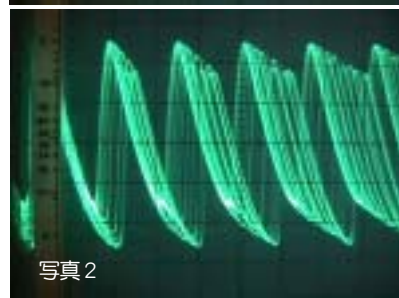


写真2

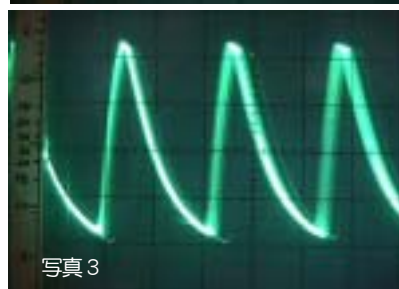


写真3

だったのです。(実際にはAF段のボリュームが必要になるが…) これは一種のAGCと考えることもできます。(AGC=自動ゲインコントロール)

超再生検波受信機はAM(もしくはFM)をPWMに変換する回路でもあったのです。

PWMはどのような方法で復調するか

PWMの信号はそのままでは耳に聞こえませんから復調してやる必要があります。幸いにしてPWMの復調はその信号を積分回路に通してやるだけで元の信号に戻すことができます。

積分回路等というと何か難しい感じがしますが、別の言い方をするとLPF(ローパスフィルタ)とあってある設定周波数以下の周波数しか通さないというフィルタです。この場合、数10kHzというブロッキング発振の信号は通さないけれど、その中に含まれている低周波信号(3kHz以下)だけ通すという回路です。2SK192A-Yの後ろにある、10kΩの抵抗と0.1μFのコンデンサがこの場合の積分回路です。実に簡単ですが重要な役目をしています。

クエンチングノイズ

超再生検波受信機の感度が高いのに加えてダイナミックレンジの広い理由は判りました。しかし長所ばかりではありません。超再生検波受信機にも問題点があったのです。

それはこの受信機特有の「クエンチングノイズ」というもので、受信信号がないとき「ジャー」というノイズが連続的に発生するのです。このノイズは実に耳障りなもので、信号が何も聞こえて来ない待ち受け時間中ずうっとノイズを聞かされることになるのです。



写真4 アンテナ端子から放射されるクエンチングノイズ

しかもそのノイズは自分だけでなく、近くで同じ周波数を聞いている人にも妨害を与えてしまうことがあるのです。写真4は超再生検波段のアンテナ端子を直接スペクトラムアナライザにつないだときのもので

クエンチングノイズはなぜ発生するか?

信号が入って来ない時の検波出力をオシロスコープで見てください。写真3にその状況を示します。クエンチング波形の幅が微妙に揺れていることが判りましたか? どうやらこの揺れがノイズになっているようです。前記の説明で超再生受信機の検波器には一種のAGCの機能が入っているといいましたが、AGCとは「弱い信号は増幅し、強い信号は圧縮する」回路です。そのため弱い信号である「空間ノイズ」とか「回路に使っている半導体が発生するノイズ」を精一杯増幅した結果がクエンチングノイズではないかと考えました。

クエンチングノイズを低減する方法

それではクエンチングノイズはどうしたら少なくなることができるのでしょうか?

クエンチング発振の周波数をロックすることができればノイズは完全に無くなります。つまり、写真1のように無変調のキャリアが入ってくればノイズは無くなるのです。しかしそのために入力信号がない時、別のキャリアを注入することはその後信号が入って来たとしても肝腎の目的になる信号を受け付けてくれませんからこれでは受信機の役目をしてくれません。

ノイズが耳に障るのはその周波数特性によるところが大きいようです。とくに周波数の高い成分が問題です。ですから周波数の高い成分を取り除くことによって本質的には不可能であったとしても、かなりのノイズを低減することができると考えました。

これ迄発表された超再生受信機の回路では、この積分回路に特に気を使った物はありませんでした。したがってクエンチングノイズは出て当たり前という状態だったと思います。

*** 次号に続く ***

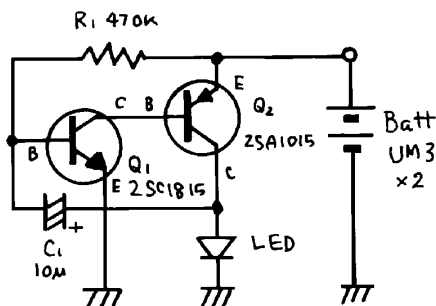
発光ダイオード(LED)で遊ぼう(4)

弛張発振器 ピカッ

LEDを使った回路もいろいろあります。今回はLEDを間欠的に光らせる弛張発振回路についてお話ししましょう。

動作原理

弛張発振回路「ピカッ」の回路図を第1図に示します。トランジスタを2石しか使っていないので回路そのものは実に簡単に見えるのですが、この回路がどうしてLEDが間欠的に光るか説明しようとすると意外に大変な物です。



第1図 弛張発振回路「ピカッ」回路図

それではその説明を試みてもうしてみましょう。

(1) 電源を入れたら、R1の470kΩの抵抗を通してC1の10μFのコンデンサに電流が流れ込み、徐々に充電されていきます。

(2) Q1のコレクタにはこのときQ2のエミッタ、ベースを経て電圧がかかっていますが、C1の電圧がQ1のベース電流を流し始める電圧である約0.5Vに達していませんから、Q1はOFFの状態です。

(3) Q1がOFFの状態ではQ2にも電流は流れません。

(4) C1の電圧は徐々に上がって行き、やがてQ1のベース電流が流れ始める電圧の、0.5V付近に達します。この電圧の事を「スレッショールド電圧」または「スレッシュヨールド電圧」と呼びます。

(5) Q1のベース電流が流れ始めると、コレクタからエミッタに対しての低抗分が低くなりQ2のベース電圧が急激に下がり、Q2もONの状態になります。その結果LEDに電流が流れ、発光します。

(6) LEDに電流が流れると、LEDのVFによってLEDの両端に赤色LEDの場合約1.8Vの電圧が発生します。(VFについては本誌発刊準備2号、(00号)を御覧になって下さい)

(7) C1の左側の電圧がようやく0.5Vを超すかどうかというときに右側に1.8Vの電圧が掛かってしまったのですから、結果としてC1にためられた電圧は放電してしまっただけになります。

(8) C1が放電してしまっただけでQ1はOFFの状態に戻り、Q2もそれに従ってOFFの状態になり、LEDの光は消えます。

(9) LEDの消灯によってC1の右側は0Vとなり再びR1経由でC1の充電が始まります。

(10) そして、(2)からのサイクルが再び始まります。と、言うわけですが大体判りましたか？

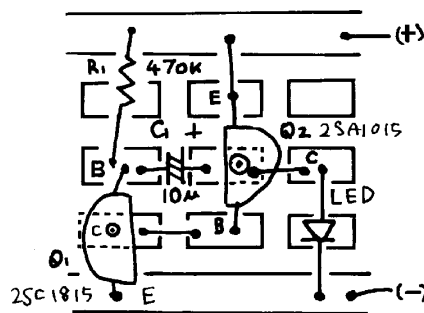
製作

部品数が少ないので作り易いと思います。第2図を御覧になって組み立てて下さい。

電源をつなげばピカッと光り始めると思います。

回路の拡張

このままですと電源を入れておけば4、6時中、ピ

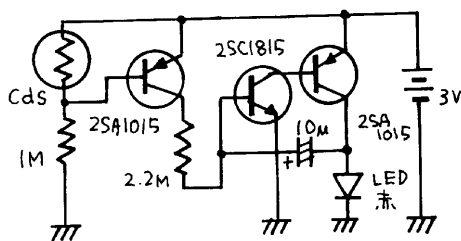


第2図 実体配線図

カツピカッと光っています。しかし、昼間光っても大して面白くないし、経済的にももったいないですね。そこで昼間は光らないで、夜、あたりが暗くなると自動的に光る物に改造することにしましょう。

第3図がそのための回路です。

CdSは硫化カドミウムを原料とした感光素子です。光が当たると内部抵抗が下がり電気を良く通します



第3図 暗くなったときだけ光る回路

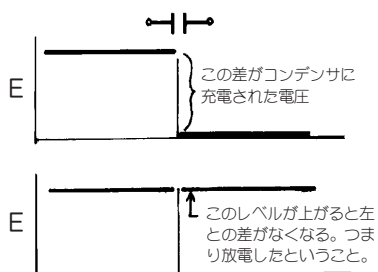
が、あたりが暗くなると内部抵抗が高くなって電流を流しにくくなります。この特性をPNPのトランジスタ2SA1015で増幅して「ピカッ」の回路をスイッチングします。

この回路は夜だけ光りますから玄関等につけておいても面白いですね。また、電池の消耗も少なく単3電池でも忘れるくらい長もちをしてくれます。

分かりにくいこと

コンデンサに掛かる電圧が、反対側に電圧が掛かるとキャンセルされてしまうことが分かりにくいですね。いま、第4図のコンデンサの左側に1Vの電圧が充電されたとしましょう。このことはコンデンサの左側と右側の電圧の差が1Vあることを示しています。

次にそのコンデンサの右側にも1Vの電圧が掛かった



第4図 コンデンサに充電される電圧

とします。すると、コンデンサの両端の関係は右側と左側がなじじになり、両極の電位差はゼロになります。

コンデンサにたまっている電圧は、その電圧とは反対の電圧が掛かると放電してゼロになりますが、反対側の極に同じ極性の同じ電圧が掛かっても放電してしまいませぬ。

このことが判ると弛張発振器の動作原理が分かってくると思います。

LEDの種類と電圧

この回路の電圧は3Vです。LEDのVFは赤色LEDの場合約1.8Vです。

LEDと直列につながっている2SA1015のエミッタとコレクタの間の電圧は約0.5Vですから、それを足すと2.3Vになりますが残りの0.7Vはどこへ行ってしまったのでしょうか？

実はLEDがその分も引き受けてしまったのです。瞬間的にLEDに大電流が流れてしまったのです。しかし、その電流の流れていた時間は非常に短かったのでLEDが壊れるようなことはありませんでした。

ところで赤色のLEDの代わりに白色の、あるいは青色のLEDを使ったらどうなるでしょうか？ 白色の、あるいは青色のLEDのVFは約3Vでしたね。

もうわかりましたか？ VFが3Vで、2SA1015のエミッタ、コレクタ間の飽和電圧が0.5Vとすると3.5Vになり、3Vの電池では電圧が足りなくて光ってくれませぬ。

どうしても白色のLEDを間欠的に光らせたいときは電池をもう1本たして電源電圧を4.5Vにする必要があります。

点灯間隔を調整する

点灯間隔を長くしたり遅くしたい時がありますね。その場合はR1の470kΩの抵抗の値を加減して見てください。抵抗の値を大きくすれば大体、抵抗の値に比例して間隔は長くなります。また、C1の10μFのコンデンサの値を加減しても点灯間隔を調整することが出来ます。この場合もCの値が大きくなると間隔が長くなります。

糸でんわ

(4)

実験 11 皿状の振動板はどうだ

実験 10 で、TR カップは大きい方が良かったことが判りました。

それではプラスチック製のお皿状のもので実験してみました。しかし、これは失敗でした。コップの筒の部分が無いと駄目なのでしょうか？このことは今後の課題になりました。しかし、今回の実験に使った物は特に糸でんわを意識して選択した物ではなかったため形状についてもまだまだ検討の余地がありそうです。

実験 12 ネットワークを作りたい

実験 3 や実験 7 で信号の伝送は必ずしも糸が直線でも無くても可能であることが分かっています。それなら糸を四辺形にセットして一つのネットワークを形成し、どこからでもそのネットにアクセス出来ないかと考えました。

いきなり四辺形にするのも大変だったのでとりあえずカタカナの「コ」の字の形に水系を張ってみました。全長約 20m です。糸を折り曲げる箇所の固定は同じ水系 50cm 程度を使って周囲に固定しました。

この糸の端末から端末まで信号そのものは通りました。しかし信号がマルチパスというのでしょうか非常に混乱してしまい了解度は非常に悪いものでほとんど会話の内容を理解することが出来ませんでした。

糸を固定した曲がり部分の固定法について、改善が可能かどうかについて今後考えてみる必要がありそうです。

実験 13 糸の材質(2)

実験 9 でステンレスワイヤを伝送ラインとして使ってみました。ここではその他の材質についてもデータを取ることにしました。使用したカップは口径 70mm、底径 50mm、長さ 70mm の紙コップを使用しました。糸の長さは 10m です。糸の材質と実験結果は次の通りです。

(1)テグス(釣り糸) 釣り糸の材質はすべてテグスだと思っていましたが、現在では釣り糸にもずいぶんいろいろなものがあることが判りました。この糸達の特徴は、強く、軽く、伸びないことです。

今回の実験に使ったものは DUEL PRO TOUGH Chemical Shield という材質の、7号、30Lbs というものです。糸の直径は 0.459mm、15.3kg test とありますから 15.3kg の張力に耐えることができるということだと思います。店頭に並んでいたこの種の釣り糸の中で一番太いものを選びました。

結果は、非常にクリアな声の伝送が出来ました。

水系が複数の糸を擦ったものであるのに対して、この糸は単体の糸であるため風の影響を受けにくいようにも感じました。そのため、この糸なら 100m 以上の伝送記録を作ることができるかも知れません。少し高価ですが記録作りには有望な材質だと思います。

(2)ミシン糸 ポリエステル 68% 綿 32% #40 というものを使いました。何か心持たないような細い糸でしたので、はたしてこれで音声伝送出来るか心配しましたが思いのほかきれいな伝送が出来ました。

(3)木綿糸 綿 100% #8 これは普通の本綿糸です。少しこもった感じの声が伝わって来ました。

(4)毛糸 細手の毛糸を使いました。初めの予想では材質としてとてもふわふわしているので、音声の伝送は出来ないのではないかと思ったのですが、音質が若干こもり気味ではありましたが伝送は可能でした。音声の性質は本綿糸に似ていました。

(5)銅線 0.35mm UEW 普通のウレタン線です。これは今まで聞いたことのないような奇怪な音声を伝送してくれました。声だけ聞くと、暗い洞くつの

中で、「得体の知れない動物が呻いている」という感じで、実際のところは何をしゃべっているか全然了解不能でした。ステンレスワイヤの時はエコーがきつくて解がしにくかったですが、銅線はそれに輪をかけて全然了解度できませんでした。でもこれを録音したらテレビや映画の特殊効果音として利用出来るかも知れません。また、デモンストレーションにはぜひ出品したいものの一つです。皆さんもぜひ一度経験してみることをお勧めします。

(6)刺繍糸 これも毛糸と同じで材質として柔らかく、きれいな伝送は出来ないのではないかと思いましたが、思いのほか音声を伝えてくれました。音質は木綿糸に似ていました。

実験 14 TRカップの形状

(1)ヨーグルトのコップ 口径70mm、底径50mm、長さ65mmと上記実験で使った紙コップより長さが少し短い紙製のコップで、少し固めのものです。これに水系10mをつけて実験しました。

音質は硬目で、非常にクリアな伝送が出来ました。今回はやっておりませんが軟らかめの糸との組み合わせで威力を発揮するかも知れません。

(2)焼肉のたれ皿 と称するアルミ箔製の皿、口径135mm、底径100mm、長さ40mmを実験してみました。実験11でもプラスチック製の皿状のものを使いましたが、今回のも同じように音がこもってしまい、音量も大きくありませんでした。形が皿状ですから音響的にもオープンな感じがしたのですが、音質的にはこもってしまいました。

形状がオープンなのは、人間の口から発する声が横方向に逃げてしまい、振動板を振動させるエネルギーになっていない感じでした。今後、胴の部分を長くして声が横に逃げない構造を作りたいと思います。

実験全体を通した感想は、

今回の実験を通して感じたことを書いて見ましょう

(1)材質の固めの糸が良好な伝送をするように感じま

した。また、一寸音声が伝わりにくそうに思えた、毛糸、刺繍糸なども10mという長さでは実用出来る音質を保っていました。しかし、これが30m、50mともなると了解度の補償は出来なくなりそうです。また、ミシン糸はその細さゆえ信号の伝達に心配がありました非常にかきれいな音声を伝送してくれました。

(2)送信する人が、自分の声を最大限利用しようと思いい、TRカップに口をつけてしゃべると、声そのものがTRカップの中で行き場をなくしてしまい、非常に了解度の悪い声になってしまうことがわかりました。

送信する人は、口とTRカップの間を少し開けて普通の声の状態です送信する必要があります。

(3)それにしても、面白かったのは銅線でしたね。

これからもいろいろな実験をやって行きたいと思えます。

7月18日に座間市立入谷小学校で行なわれる「第2回、ざまサイエンスカーニバル」にJH1YST相模クラブとして糸でんわの公開実験を行ないます。

実験の結果は追って発表する予定です。



写真1 今回実験した材料一式

ゲルマラジオが 送信機になる？ (4)

番外編 (2)

先月に引き続き「ゲルマラジオが送信機になる」の番外編です。

FCZ研究所のホームページ、ラグチュールームから編集させていただきました。

なお、挨拶等、一部を割愛、編集させていただきましたことをあらかじめご了承ください。

FMラジオではどうなのでしょう

渡辺政彦 04/04/05(Mon) 08:08

FMラジオではどうなるか今後実験したいと思っています。

渡辺政彦 04/04/09(Fri) 12:32

FMラジオの局部発振周波数に同調する外部LC共振回路で実験し音声再生に成功いたしました。

外部LC共振回路は手巻きコイル、バリキャップ逆バイアス直流バイアスカットコンデンサ、バリキャップに音声信号を 100 kΩ の抵抗経由で接続外部LC共振回路のコイルを 100円FMラジオの局部発振コイルに近づけると良好に音声が出ました。

LC発振回路と外部LC共振回路との結合による発振周波数の変動実験ですが、これは2つのLC同調回路の結合による、一方の共振周波数をかえると、もう一方の共振周波数もそれにつられて変化することをものごとく考えておられます。

その後FMの話は大きな進展がなかったので割愛させていただきます。

電波の再放射

JA3EGW04/04/18(Sun) 12:15

JH3GFP 塚原 OM、JA5GOJ 田中 OM、他 OM の皆さまはじめまして、JA3EGW 大脇と申します。

CirQ 創刊号、第2号の「ゲルマラジオが送信機になる？」と、皆さんの議論を拝見して、思わずあっと声をあげました。正に、長い間実験をしようと思いつながら果たせなかったテーマだったからです。

突然皆さんの議論に割り込むのは失礼かと思いますが、私自身も長い間推論していたことを書かせていただきます。

何年前かに小林健二著「ほくらの鉱石ラジオ」の、「鉱石ラジオが送信機となる」という記述を見たとき、最初は「そんな馬鹿な！」と思ったのですが、すぐに「いや、それは充分あり得る」と思い直しました。

そのとき、この怪現象の謎を解き明かす、私が考えた理論的考察は、

(1)外部 ANT から鉱石ラジオの同調回路に誘起された放送の信号は、鉱石で検波されて低周波となり、イヤフォンを鳴らす。

(2)鉱石ラジオの回路は、同調回路に鉱石とイヤフォンが接続されている。今、同調回路に搬送波が誘起されており、「イヤフォン=マイク」とすれば、この回路はAM変調回路そのものです。

マイクから生ずる低周波と同調回路の搬送波が同時に鉱石に加わることにより、搬送波はAM変調を受け、同調回路に接続されたアンテナから放射されることとなります。

ここで、搬送波とは、実際には既にAM変調を受けた放送波のキャリアです。ですから、放送波に、マイクからの低周波が重畳して変調されることとなります。考えてみれば単純な事です。しかし、直ちにこの結論に至ったわけではありません。

ラジオ少年であった小学生時代から開局当時の、いくつかの自作や実験の記憶が、バラバラの思い浮かび、繋がって、この推察に至ったのです。

JA3EGW04/04/18(Sun) 16:28

前回の続きで、今から40年以上前の私の思い出です。

(1)放送波はカーボンマイクで変調することができる。

当時どこの家庭でも、5球スーパーといわれるラジオ受信機には、数メートルのアンテナが繋がっていた。

このアンテナ線と、ラジオのANT端子の間に直列にカーボンマイクを接続して遊んだ。

ラジオで放送を受信し、マイクに声を発すると、スピーカーから明瞭に声が聞こえた。但し、放送の音声为重なるので、マイクアンプとして利用するには不向きであったH₀。

これは、アンテナ線で受けた放送波のキャリアが、カーボンマイクの抵抗変化によってAM変調され、その(2度)変調された信号がANT端子に加わり、それをラジオで受信して聞いたことになります。

カーボンマイクで直接AM変調を掛けるという手法は、その後ハムを開局して、QRP送信機のタンクコイルに、数ターンのコイルに並列カーボンマイクを接続したものを結合させ、マイクに向かって喋ると変調を掛けることが出来た。

欠点は変調が浅いこと、マイナス変調になることであつた。

実用性はありませんでしたが、ローカルとの交信で実験したことがあります。

(2)アンテナで受けた信号は50%再放射する

これは大学で空中線理論を学んだときに教わったことですが、例えば半波長ダイポールANTで、負荷が75Ωで整合されたとき(VSWR=1)、アンテナが受けた信号エネルギーの半分は負荷で消費され、残りの半分は再び空中へ再放射されます。

これは理想的なアンテナの場合で、実際には導線の抵抗分で熱となったり、不整合による負荷からの反射が再放射分に加わったりします。

受信アンテナは受信した信号の一部を、同時に再送信しているのです。

(3)鉱石(ゲルマニウムダイオード)は変調素子である。これは、ゲルマニウムダイオード2本に対して、高周波は逆相で、低周波は同相で加えることにより、キャリアはキャンセルされてAM変調される、いわゆるバラモジ(平衡変調)としてお馴染みです。そのうちゲルマ1本を取外せば、単なるAM変調回路となります。

これは開局当時SSB送信機を自作したとき、実験しました。

(4)再生検波式1石ラジオ

これは「初ラ」か「ラ製」の製作記事を見て作ったものです。

通常はラジオとして働き、再生VRを回して発振状態にすると、クリスタルイヤフォンがマイクとなつて、ワイヤレスマイクとなるものです。

同調回路はμ同調で、同調コンデンサの100PFを切り離すと、回路の浮遊容量で短波帯(2~3 Mc台?)が受信できたと記憶します。件の記事は確か「一石三超?」とか銘打っていたと思います。

このラジオ兼ワイヤレスマイクで得意になって遊んだものです。

このラジオ自体はトランシーバという発想にはなりません。1m位のロッドアンテナでは到達距離は10m程度で、実用性が無かったからです。

これは、その後作った3A5の単球トランシーバの、考え方の基礎となりましたが・・・

上記(1)~(4)のようなことが思い出され、これが頭の中でまとまって?、鉱石ラジオも放送を受信した状態で、イヤフォンに声を発すれば、その声で放送波が再度変調され、アンテナから送信される、という結論に思い至つたのです。

ラジオ放送開始当時は、放送時間も短く、放送開始前や終了後は無変調状態のまま送信した時間が多かったと思われます。このような時に、イヤフォンに向かって大声を発すれば、隣家のアンテナがこれを受信するということもあり得たのではないかと?

以上が私の推論です。

JH3GFP 塚原英成 04/04/19(Mon) 15:46

いろいろと興味深いお話を書かれていて思わず読み込んでしまいました。世代が近い(?)のかいっつかの共通体験に嬉しくなりました。

一番興味を引いたのは・・・

(2)アンテナで受けた信号は50%再放射する

でした。CirQの中でも書かせていただきましたが、並列共振回路の大型ループは明らかに近隣のラジオに高周波を供給しているかのように見えます。それで「電波のお裾分け」や「二次輻射」というような言葉を用いたわけです。

「謎のトライアングルアンテナ」を引き合いに出す

までもなく、中波帯等では特に磁界検知共振型のループアンテナとして非常に有効であるとずっと考えました。効率の良いループアンテナに入った50%のエネルギーが再放射されていると考えてみると、この現象が非常にすんなり感覚と合致します。

CirQ 2号では、実験の流れのなかでいったん「二次輻射」という考え方を放棄しかけていますが、これを読んで、あなごち感覚に基く推論も間違っていなかったかもしれない・・・と思うようになりました。「電波とは磁界と電界が空間で交互に鎖のようにつながったもの」というのが定説です。この中にキャプチャーとしてアンテナを置くことによって、また新たな鎖が発生する・・・と考えると、とても面白いですね。

JA3EGW04/04/20(Tue) 23:20

JH3GFP 塚原さん、レスありがとうございます。アンテナで受信した信号が50%再放射されるのは、給電点に完全整合した負荷を接続した時です。負荷に何も接がなければアンテナとはいえないかもしれませんが、例えば給電点をショートした半波長ダイポール(単なる半波長の素子)は、受信した信号を100%再放射することになります。

これは、八木宇田アンテナの導波器や反射器の動作を考えるとよくわかります。導波器(反射器)は、輻射器からの信号を受信し再び放射します。このとき素子の長さをやや短く(長<)して、容量性又は誘導性とすることにより、素子内に流れる電流の位相を進めたり遅らせたりして、再放射される電磁波の位相を調整することにより、輻射器から輻射された電磁波と空中で位相合成(1方向に加算、逆方向は減算)され、指向性が生じます。

親受信機が、ループ共振器のごく近傍にある場合は、誘導結合による複同調回路を形成しているといってもいいかも知れません。

ループコイルとバリコンからなる同調形ループアンテナに、ゲルマダイオードとイヤフォンを接いだゲルマラジオであっても、クリスタルイヤフォンのインピーダンスはかなり高いので、ループから再放射される割合はもっと高いと思います。(このとき、ゲルマとイヤフォンによって変調を掛けられる)

そういえば、鉄筋マンションの室内のラジオ(バーアンテナ)の受信感度が悪い時、窓際にループ同調器を置くと、ループ同調器から離れた室内でもよく聞こえるようになることを経験しています。これなんか、正にループ同調器(アンテナ)の再輻射を受けてるんですね。

ということは、ループ同調器は効率のよいパッシブな電波中継器になり得るということでしょう。

携帯電話のケースに貼って感度を上げる、プリント型の磁界ループアンテナシールが販売されています。同様のシールアンテナを窓にたくさん貼ったり、窓ガラスにそういうアンテナを組み込めば、鉄筋ビルの室内での携帯電話の通話区域が広がりそうですね。無線LANの通達距離を改善するパッシブシールとか、そういうのって、既にあるのかもしれませんが・・・

JA3EGW04/04/18(Sun) 17:39

前記の推論から、すぐにでも実験し、この考えを実証しようと思いました。

2台のゲルマラジオと、放送局代わりのSG、2台のゲルマラジオの(ロッド)アンテナを近づけ、そのイヤフォン端子の波形を2現象のオシロで観察する。・・・というような方法で一方のゲルマラジオのイヤフォンに発した音声、他方のゲルマラジオに送信される様子が目視できるのでは、と考えました。しかし何もやらないまま、もう6~7年経ってしまいました。

今回の塚原OMの記事と、田中OMの追試実験を拝見して、同じことを考えやっている人がいる！と感激すると共に、何もやらなかった自分が情けなくなりました。「ハムの原点は自作(実験)にあり」と思いながら、無線機も測定器もジャンク類も押し入れに眠ったままです。偶然ここを見つけて、楽しませて頂きました。

私の独りよがりな発言をお許しください。

JA5GOJ 田中 04/04/20(Tue) 23:50

今晚は JA5GOJ 田中です。ANTの再放射の件ですが、マッチングが取れたときが最小で理論値は50%とっていました。(逆に言えば50%以上はANTから出力を取り出せない、通常の電気回路と同じ) どうでしょう？

それで八木ANTの導波器、反射器を終端したら特性は？と書いたわけです。

第2次大戦中ヨーロッパで飛行機からレーダーの1/2波長の錫箔を撒いたとの話を聞きました。(日本の欺瞞紙と云う物は1/2波長かどうかは不明です) これなど100%再放射ですね。

JA3EGW04/04/22(Thu) 20:13

JA5GOJ 田中さん、こんばんは。
田中さんのご明察のとおりと思います。

利得(半値角)やFB比は、かなり悪化すると思います。しかし、帯域幅は広がるかも知れません。T2FDなど、この例に近いのかも……。スモールループの給電点の反対側を抵抗で終端すると、広帯域化(バンド幅2~3)と、カーディオイド特性が得られたことがあります。

これも、私の永年のテーマなんです。

第2次大戦中ヨーロッパで飛行機からレーダーの1/2波長の錫箔を撒いたとの話は「100%再放射」すなわち「反射」ですね。

半波長の整数倍、又はそれより十分長いか大きいものが、反射効率がよいと思われます。

レーダーの使用波長にもよりますが、金属箔の小片(米軍では俗語でチャフと呼ぶようです)を多数ばら撒くことにより、局所的に擬似電離層を生成するような効果もあるようです。まるで忍者の煙か、砂かけ婆の発想ですね。

ようやく再現!

齊藤 正昭 04/04/29(Thu) 13:48

JA1BVA 齊藤です。

実は、私もやってみました。まず最初の「音がラジオから聞こえる」が確認できないのです。放送電波が強いせいでしょうか。NHKの300とか500KWから約10キワのところですが、FOXTONを使ったスパイダーコイルのラジオでアンテナなしで十分、聞こえます。

JA5GOJ 田中 04/04/29(Thu) 23:54

今晚は田中です。

私も放送局から10K以内の強電界地域ですが、い

つでも再現実験可能です。

最も強い局にゲルマラジオのしっかりと周波数を合わせます。もう一台のラジオはスーパーでも何でもOKです。これも同じ周波数に(放送局)にあわせませす。そして二台のラジオを密に結合させます。具体的にはゲルマラジオの同調コイルにラジオを密着させる。

ラジオにANT端子、ロッドANTがあればゲルマラジオのANTとリード線で繋ぐ。ANT端子がない場合ゲルマラジオに繋いでいるANT線をラジオに巻き付ける。等々です。

そしてゲルマラジオのX T A Lイヤホンをただけばラジオからこんこんと音が出ると思います。またCDやカセットを繋げばその音が聞こえます。(ただし放送局の音と混信状態になります。)

こつは周波数を同一に合わせることに、密に結合させることです。別の表現をすると同一周波数の放送局からの直接の強い電波をなるべく拾わずにゲルマラジオからの弱い再放射の電波を出来るだけ拾う工夫をすることです。

この方法では本当は電波ではないと言われるかもしれませんが、確実に実験できます。なお、まず効率の良いゲルマダイオードで試してからFOXTONで試してはいかがですか。多分日本初の実験かもしれません!!

いきなり難しい条件で実験するよりまず条件を緩和して確実なデータを求めて次へ進んでいくと良いと思います。

齊藤 正昭 04/04/30(Fri) 11:48

了解しました。良く分かりました。こんなに緻密な方法とは全く考えていませんでした。

出窓に置いた鉱石ラジオのクリスタルレシーバーをケースにぶつけ、そこから約2mはなれた5球スーパーの音量を大きめにしてみましたが、なにも聞こえなかった。

ダイヤルが双方どこにあわせていたのかも、分かりません。まったくお粗末な実験でしたH I H I。

今日は良い天気、予定を済ませてから実験します。

齊藤 正昭 04/04/30(Fri) 18:55

田中さん そして皆さんへ

実験は大成功でした。ヘッドホン端子のある5球スーパーを 使いました。

- 1) 点接触型の1N60が最もラジオでの受信音大きい。
- 2) その次がSD34。そして次が電源整流用のUF-4007で、オーディオで使用するファーストリカバリです。
- 3) 最も受信音の小さいのは「FOXTON」(FT-2)でした。実験しているとき、NHKの第2放送は英会話の時間で、2-3秒の変調のない時間(聴取者が発音する時間)がありましたので、その隙間で明瞭な「コッコツ」が確認できました。

鉱石での実験の時は、まったく先入観のない妻に5球スーパーのヘッドホンを聞いてもらい、見えないところでクリスタルイヤホンを叩くと「なにかコトコト聞こえる」ときました。

実験は大成功でした。感激、感激。

コトコト音を聞きながら鉱石ラジオのダイヤルを回すと聞こえなくなりますね。同調時の電気エネルギーが再放射に使われているのでしょうか。

イヤー今夜は眠れない！！H I H I。

齊藤 正昭 04/04/30(Fri) 21:47

その後、手元の半導体を手当たり次第に接続して実験しました。半導体はすべて大昔の物ばかりです。現代の物は全くなし。

その結果、(鉱石)ラジオとして最も受信感度が高かったのはNEC製 ST122 と ST302 で、エミッターとベース間をダイオードとして使いました。コレクターはオープンです。おそらく点接触型ゲルマニウムトランジスタだと思いますが。

受信感度の高い素子を使うほど、送信機としても良好で5球スーパーでの受信レベルも大きくなります。特にST122は、クリスタルイヤホンをそっと機の表面をこすっただけで、ラジオからガサガサと聞こえてきます。

以上、現象面の報告とします。」齊藤

まとめとして JH1FCZ 大久保

私もこの実験をやってみました。

いつも阪神タイガースの放送を聞くのに使っていたループアンテナにイヤホンを取り付けて即製のゲルマラジオを作り、親受信機は普通のラジオという組み合わせ

でした。

どこかの放送を聞きながらループアンテナをその放送に同調させるとその放送の信号が大きくなります。

そこでイヤホンを叩くとたしかに親受信機から「コッコツ」という音が聞こえました。もちろんそのとき本来の放送も聞こえていましたから「混信した」というのが正確な表現でしょう。

次に親受信機を放送のない(聞こえない)ところにセットしました。もちろん何も聞こえません。ループアンテナをその周波数にあわせると、ノイズの音量が大きくなります。そこでイヤホンを叩くとここでも親受信機から「コッコツ」という音が聞こえました。イヤホンに向かって喋ると自分の声がラジオから聞こえて来ました。今度は混信がなく自分の声だけが聞こえました。

この実験から、ベンジャミンフランクリンが扇を上げて、その糸(電線)とアースの間にキーを入れ、キーイングすると、近くにある受信機で聞こえていたノイズがキーイングの動きに同期した信号として聞くことが出来た。という話を昔読んで記憶を思い出しました。

その本が何であったか、キーとアースの間に共振器が入っていたかどうかということについてははっきり覚えていません。

また、13ページに出てくるレーダー攪乱用のアルミ箔ですが、第2次大戦中B29から蒔かれたものはアルミ箔がぐるぐる巻かれたもので、直径20cm、長さ60cm程度の物をそのまま落とされた様で、落ちてくる途中でばらばらになっていました。

それは太陽の光でキラキラ光ってきれいな物でしたがその後から爆弾が落ちてくるので楽しんでるわけには行きませんでした。最後までほどけないものを拾った人がいたので記憶に残っています。

今回の話題はゲルマラジオが送信機になるということから始まりましたが、受信アンテナからの電波の再放射という思っても見なかった話題にまで発展して大変有意義なものに感じました。

これをもちまして「ゲルマラジオが送信機になる」の番外編を締めくくりたいと思います。

楽しい企画に御参加頂きました皆様にあつく感謝致します。ありがとうございました。

購読料の 有料化について

CirQは、昨年の8月に発刊準備-1号を発行して以来本号で6号目を発行することが出来ました。御購読の皆さんの御支援に感謝します。

寺子屋シリーズキットの製造販売を大阪のキャリブレーション様に移譲して少しは暇ができるとの予測にたつての発行でしたが、思いのほかの仕事になかなか編集の時間がとれず苦労させられましたが、ここに来て何とか隔月で発行できそうになって来ました。

経済的なこともありますので次の号(005号)から本誌購読料を有料にしたいと考えました。

◆購読料は1部100円でシェアウェアです。お読み頂いて、代金を払う価値があると思われたら代金をお支払い下さい。

◆購読料のお支払いは、1部100円として適当な金額をまとめて、下記の口座に振り込んで下さい。

郵便振替口座 00270-9-9061

有限会社FCZ研究所

領収書は振替時に郵便局で発行されたものとさせて頂きます。

◆購読料はシェアウェア方式ですから、極端な言い方をすれば無料で読むことが出来ます。しかし、このことは「著作権が無い」ということではありません。

したがってこの小誌を当社に無断でコピーして配付したりすることはしないでください。著作権という概念の普及もこの雑誌のポリシーの一つです。

◆本誌の内容を他に転載したい場合には必ず当社に御連絡下さい。

◆原稿を書かれた方に対する原稿料はありません。ただし、当該原稿掲載誌に限り御本人に限り上記の項

については、その取扱いは自由とします。

◆講習会等で多数の購読が必要の場合もその旨、登録してください。

◆CirQの発行に関して基本的なことについて再確認しておきます。

「世の中は刻々と変化しております。現在では電子回路やアマチュア無線を楽しもうという若い人たちの数がめっきり少なくなりました。学校でも「理科離れ」が深刻な問題となっています。「このままでは日本の将来はどうなってしまうのだろう?」と、心配を始めているOMさん(先輩)がこのところ増えて来ております。

このような社会の変化は大きな流れですから、この流れを止めようとしても一人や二人の努力ではどうにもなりません。それならどうしたらよいでしょうか? 若い人たちにそれらを社会問題としてぶっつけてもあまり意味はありません。若い人たちには科学技術の面白さを理屈抜きで体験してもらうのが一番だと思います。そのためには本来、出版物が必要なのですが出版業界の不況が原因で初心者向けの出版物が相次いで廃刊になってしまいました。

しからばどうするか? 答はただ一つ「手作りするしかない」です。ということで短絡的ではありますがこの小誌を発行することにしました。」

(1) CirQの主題は、電子技術、通信技術の基礎的なものを初心者に啓蒙することとします。その他にも科学一般で好奇心を沸せるものを取り入れていきます。

(2) 発行はB5版のPDFとして、紙に対する印刷は読者が独自に行なっていただきます。

(3) ページ数は12-14ページとし、とりあえずは隔月発行として、将来は月刊としたいと考えています。

(4) 購読料は1部100円のシェアウェアとします。

(5) 上記に関して、発行技術、執筆等のボランティアの協力を歓迎します。

(6) 小誌名「CirQ」は、Circuit(回路)、Circle(サークル)から取りましたが、これらのほか、Circu-で始まる単語の中にはいろいろと含蓄のつまった言葉がいっぱいあります(辞書を引いて見てください)。また、まん中の小文字2文字を除くとCQにも変身します。



雑記帖 スイレン (MHN 植物園)

すいれんが咲いたよ

前号の表紙になったすいれんに花が咲きました。ピンク色の小さな花でした。毎日が真夏のような日が続いていますが、すいれんの葉の下ではメダカが元気に泳いでいます。卵を持っているような気配だったのは誤報のようで特に小さなメダカも発生していません。

月桃の完全越冬

昨年の秋、「今年は月桃のビニルがけは止めてみよう」と、MHNが言いました。昔、同じことをして地面から上が完全に枯れてしまったことがあったので「大丈夫かなあ」という感じはしたのですが兎に角何もしないで冬を越させてしまいました。今回は暖冬化の影響があったのでしょうか、数枚の葉が茶色に変色しましたが大部分は何とか越冬することが出来ました。そして、朗報です。今年は5房のつぼみが膨らんでいます。もうじき開花予定です。

沖縄の平和公園で拾って来た種が座間の地で完全に根付いてくれました。

ゲルマラジオと再輻射

本誌では「ゲルマラジオが送信機になる」というので沢山の人からお便りを頂き、「番外編」は大盛況でした。私も実験しましたがたしかに隣のラジオから自分の声が聞こえました。いろいろの意見の交換の中で、「整合の取れたアンテナは受信したエネルギーの

半分を再放射し、また、ダイポールの中央部をショートしたものは100%再放射する。」ということにはびっくりしました。私のアンテナに関する概念の中に新しいものが一つ加わりました。

超再生受信器

超再生受信機にはまっています。まさかPWMが介在しているとは思っていませんでした。理屈が分かってくると改善策も見えて来るもので、かなり静かな受信機が出来つつあります。

また今年のQSOパーティで大山のてっぺんで運用した際に、超再生受信機を使ったポケットが混信のためにほとんど了解出来ない状態になってしまったことの対策として入力を絞るという方法もあるのではないかと考え始めました。フィールドデーコンテストに確かめてみようと思います。

百聞は一見にしかず 燃料電池

燃料電池は水を電気分解をして酸素と水素を得ることの反対の現象だと良く言われます。とはいっても水素と酸素を例えば希硫酸の中に電極をつけて別々に封じ込めたとしても簡単に電気ができる訳でもありません。このことを知ろうと本を読んでみてもやっぱり肝腎な所は良く判らないのです。

「百聞は一見にしかず」という言葉がありますが、燃料電池はまさにその良い例ですね。

ケミックス社の燃料電池のキットを入手してはじめて納得出来ました。次の号あたりから燃料電池についても記事がかけるといいなあと思っています。

表紙の言葉

フィールドデーコンテスト

ある海岸に移動した二人は7MHzのツェツペリンを立てて運用を開始しました。

それにしても暑いですね。

コンテストの後、二人はどうしたでしょうか？
テレビドラマではありませんが、「これはフィクションです。」

CirQ 004号

2004年 7月1日発行 定価 本号まで、試行期間につき無料

発行 有限会社FCZ研究所 編集責任者 大久保 忠 JH1FCZ

228-0004 神奈川県座間市東原4-23-15 TEL.046-255-4232 郵便振替 00270-9-9061