

1. ΔLOOPX の概要

ΔLOOP7 という同調型のアンテナと、ΔLOOP9 あるいは ΔLOOP10 と言ったような非同調のアンテナの 2 種類を製作してまいりましたが、2 台の アンテナの長所短所がそれぞれあるため、時には狭いマンションのベランダに 2 基のアンテナエレメントが並んで狭くなったり、室内と室外のケーブルが非常に 多くなって困っていました。それではと言うことで、1つのエレメントを同調と非同調に切り替えて使えるようなアンテナができれば、それぞれの良いところ取りができるし、マンションのベランダも煩雑にならない、また室内と室外を結ぶケーブルの本数も減らしたいと言うことがきっかけで、このアンテナを製作することを考えました。

ΔLOOP10 以降もさまざまな非同調型アンテナにトライしてみましたが、あまり良い成果は出ませんでした。それと、非同調型アンテナを使用していると、時々同調型アンテナのチューニングを合わせた時の、信号が「グググッ」と上がる感触が忘れられず、また、同調型の感度の良さもやはり良いものであると思いました。よって、1局をとことん聴きたいという、いわゆる「1本釣り」の時には手軽に同調型に、また、パラチェックとか Perseus 受信機を使用する時には手軽に非同調型にと、1本のアンテナエレメントを自由自在に室内から切り替える事ができるアンテナを目指しました。

つまり、結論から言いますと ΔLOOP7 と ΔLOOP9 を 1 台に組み込んだアンテナを作る事でした。しかしながら、単純に 2 台のアンテナを 1 つの箱に入れると言うことではなく、それを実現するためには室内と室外を結ぶ配線が非常に増加してしまう事を、何とか解決する事が実現のためにはなくてはならない技術であると思いました。

その時に思い出したのが、「[AAA-1](#)」と言うキットで販売されているアンテナの事でした。このアンテナは、室内と室外の間を LAN ケーブルを用いて接続しています。LAN ケーブルについて詳しく調べていきますと、内部は 4 組のツイストペアで構成され、合計 8 本のリード線が 1 本化されているケーブルと言うことがわかりまして、では、このツイストペアにどのようにしたら受信した信号をきれいに 伝送できるか?を考えました。結論は、仕事柄良くお世話になっている HDMI や LVDS と言うようなシリアル伝送方式に良く使われる「差動伝送方式」を採用する事でした。これについては後で詳しく述べてみましょう。

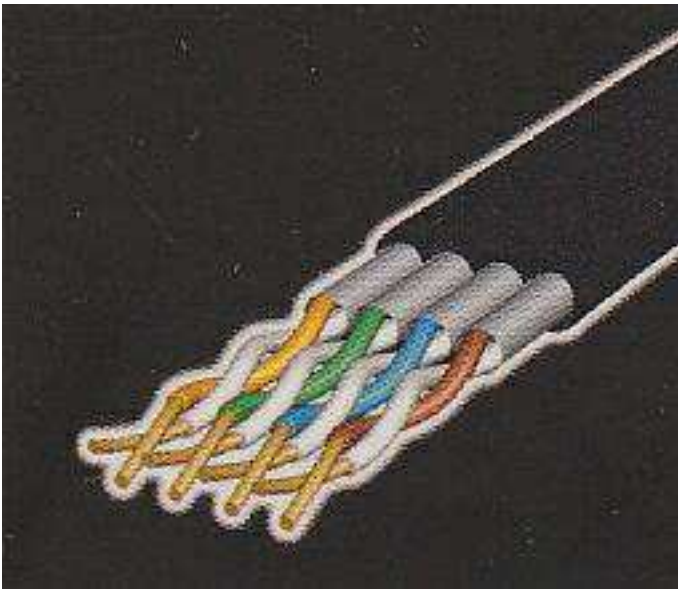
2. ΔLOOPX の特徴

ΔLOOPX のコンセプトは上記のとおり、「**同調型、非同調型を 1 本のアンテナエレメントで切り替えて使える磁界型 LOOP アンテナ**」です。

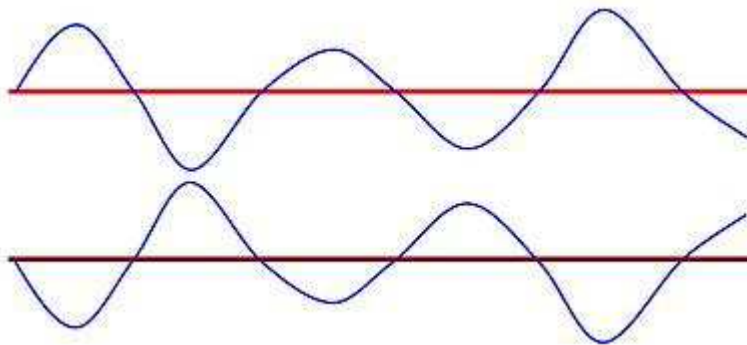
それぞれの良い所を活かして、自由自在に室内から切り替えて手軽に受信活動ができるものです。

3. 差動伝送とは?

さて、ΔLOOP7 と ΔLOOP9 を一緒に組み込むとどれだけ配線が必要かといえますと、電源、GND、差動信号 2 本、同調非同調切り替え信号、同調側の High/Low 切り替え信号、同調型の同調電圧の、合計 7 本の信号が必要となります。LAN ケーブルには 8 本の線が入っています。何とかかなりそうです。とりあえず余っている 1 本は GND としました。以下にケーブルの構造を示します。



上記の図面のように、1と2、3と6、4と5、7と8はツイストケーブルとしてねじって巻かれており、どれかのペアを1組使って差動伝送をします。その他の余った線を使って制御信号を送る事にします。また、信号を送る差動伝送は以下の図のとおりです。



例えば、今回は7と8のペアを使って差動伝送を行っています。7のラインが上で、8のラインが下だと思ってください。それぞれのラインには反転した形の電圧信号を伝送します。一般的に室内と室外にケーブルを張りますと、ケーブル全体にコモンモードと言うノイズを受ける事になります。このコモンモードノイズは7と8のライン両方に同じ位相で乗ります。つまり、室内BOXでこの差動信号を受け取る時に、引き算をする形で信号を受け取れば、信号だけ取り出せ、コモンモードノイズは消えてしまうことになります。このために、今回は Δ LOOP7と Δ LOOP9に使っていた差動を取るためのトロイダルコアに更にもう1本線を加えた、「クアッドファイラー巻き」を採用し、室内BOXで信号を受け取るには、「トライファイラー巻き」のトロイダルコアで受け取る事といたしました。

4. LAN ケーブルの種類について

LAN ケーブルの種類については現在市販されているものは、CAT5～CAT7 というような種類があります。以下、[サンワサプライ株式会社](#)のHPに出ている比較表です。

		対ノイズ性能			伝送性能		外観
		エイリアン クロストーク	自己輻射ノイズ	外部ノイズ	周波数帯域	通信速度	標準外径
CAT7	より線	○	◎	◎	600MHz	10Gbps	~6mm
	単線	◎	◎	◎			8mm
	フラット	○	◎	○			2.2x7.2mm
CAT6a	FTP	○	○	×	500MHz	10Gbps	~9mm
	UTP	○	×	×			
CAT6e		×	×	×			6mm
CAT6		×	×	×	250MHz	1Gbps	

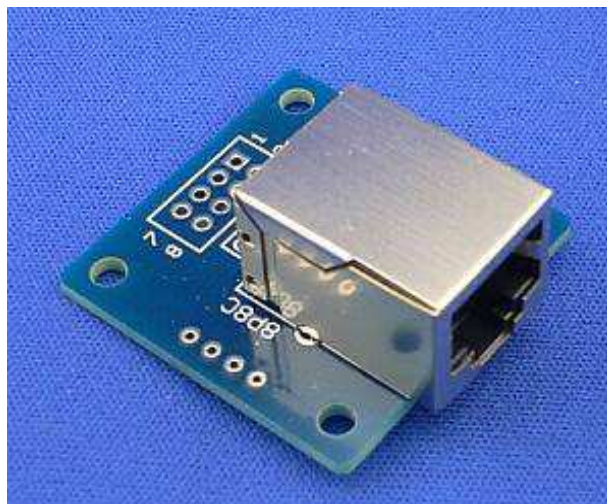
どうやら外部ノイズ等を考えれば、CAT7（カテゴリー7）のLANケーブルを使用するのが一番安心のようです。CAT7のLANケーブルにはフラット品と言う厚さが薄いものもあり、マンション等ではこのケーブルがよさそうです。制限が無い場合は、より線が引き回し性も良く良好であると思います。私は、サンワサプライの「KB-FL7-07BK」と言う7mのフラットケーブルを用いております。

5. LAN ケーブルのジャックに関して

大阪日本橋にある「ダイセン電子工業」

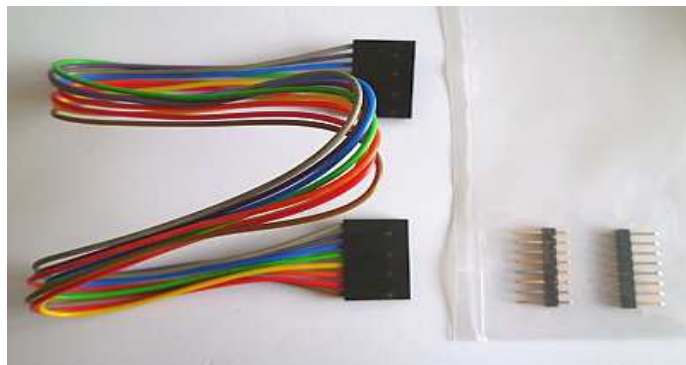
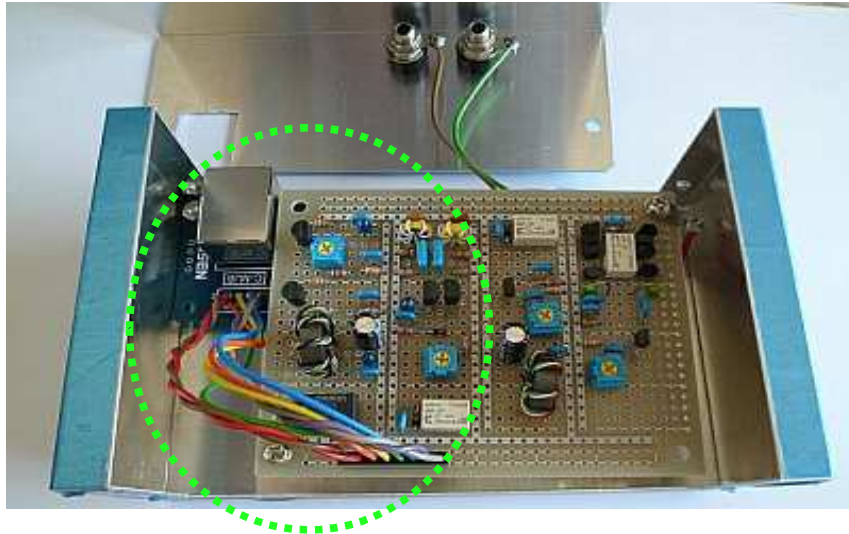
http://www.daisendenshi.com/category_list.php

のC-MJ8がベストです。ジャックと基板が付いて¥270です。室内側と室外側の合計2セット必要です。



6. LAN ジャックと基板間の接続について

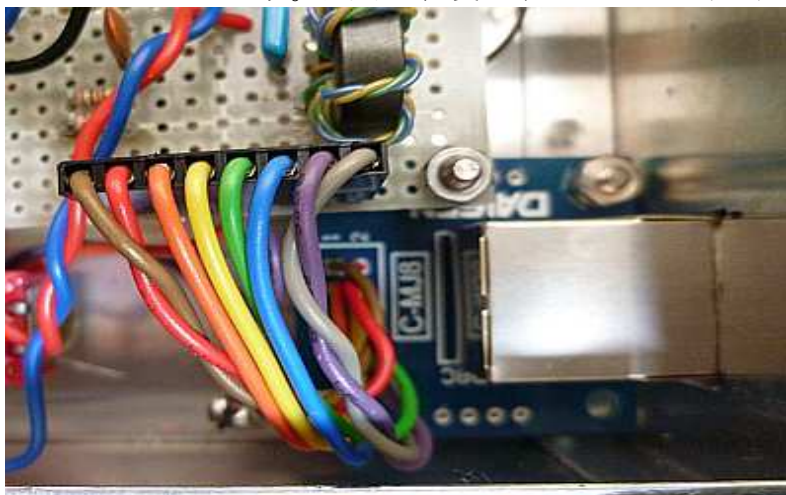
ちょうど 8PIN のコネクタ付きケーブルと、基板に取り付ける 8PIN のジャックを使いますと、メンテナンス性が良くなります。以下の写真の丸の中です。



上の写真の左側が 8PIN のコネクタ付きのケーブルです。両端についている物を購入して、真ん中で切断しますと、それぞれを室内 BOX、室外 BOX に使えます。基板側には写真の右側にあるような、8PIN ヘッダーを使えば容易に基板を取り外し出来るようになります。日本橋の「デジット」で購入しました。<http://digit.kyohritsu.com/>

7. ケーブルの処理について

前頁の 8PIN ケーブルですが、差動信号が通る 7 と 8 番のラインは以下の写真のようにツイスト上にねじっておきましょう。気持ち程度ですがノイズに強くなります。



上の写真は 1 と 2 もねじっています。1 がインピーダンスが高いラインだからです。これも気持ち程度のものです。

8. Fine Tune VR の範囲の変更方法について

現在の Fine Tune 用の VR の変化範囲はメイン VR の位置にも寄りますが、大体 500kHz 程度としています。これを変更したい場合は、R26 (現状 330k Ω) を変更して下さい。値を大きくしますと範囲が狭まり、小さくしますと範囲が広がります。この程度が良いと思いますが… いかがでしょうか？

9. プリアンプのゲイン変更方法について

現在、室内 BOX に内蔵しているプリアンプのゲインは約 11dB にしています。これ位のゲインでしたら信号が上がり過ぎず、非同調時のゲイン不足時とか同調時のローバンドでピークを見つけにくいとき時に ON しますと、役に立つはずですよ。

電力利得 (PG)	R22	R23
8dB	180	27
10dB	200	22
11dB	240	20
12.5dB	270	18
14dB	300	15
15.5dB	330	12

プリアンプのゲインは、R22 と R23 を同時に変更する事で可能となります。現在の設定値は黄色いところですよ。お好みで値を変更して皆様の環境に合わせてみるのも自作の醍醐味ですよ。

10. 同調/非同調、ローバンド/ハイバンドの表示機能の追加

Δ LOOPX をお作り頂いた皆様のご意見に、良く同調と非同調を間違ふことがあるとの事で、同調モード時には LED を点灯する様に回路追加をしました。ついでに、緑色の時にはローバンド、赤色の時にはハイバンド、消灯時は非同調モードを表示するようにしました。

このために、R27~R31, Q9~Q10, D14 という 2 色 LED を追加しました。

LED については POWER LED の上部に追加しました。以下に動作時の写真を UP します。



非同調時：消灯



同調ローバンド：緑色



同調ハイバンド：赤色

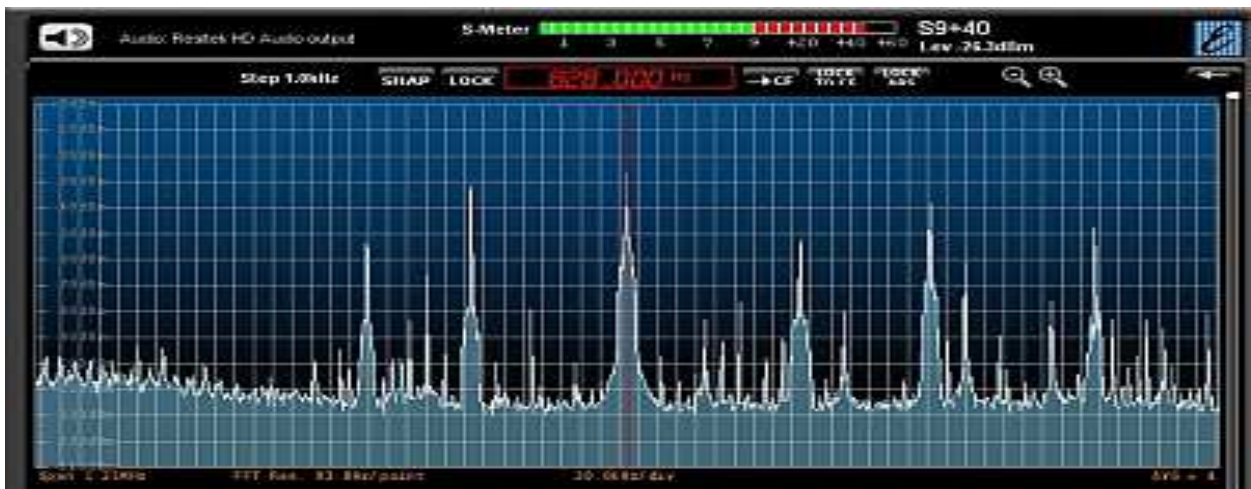
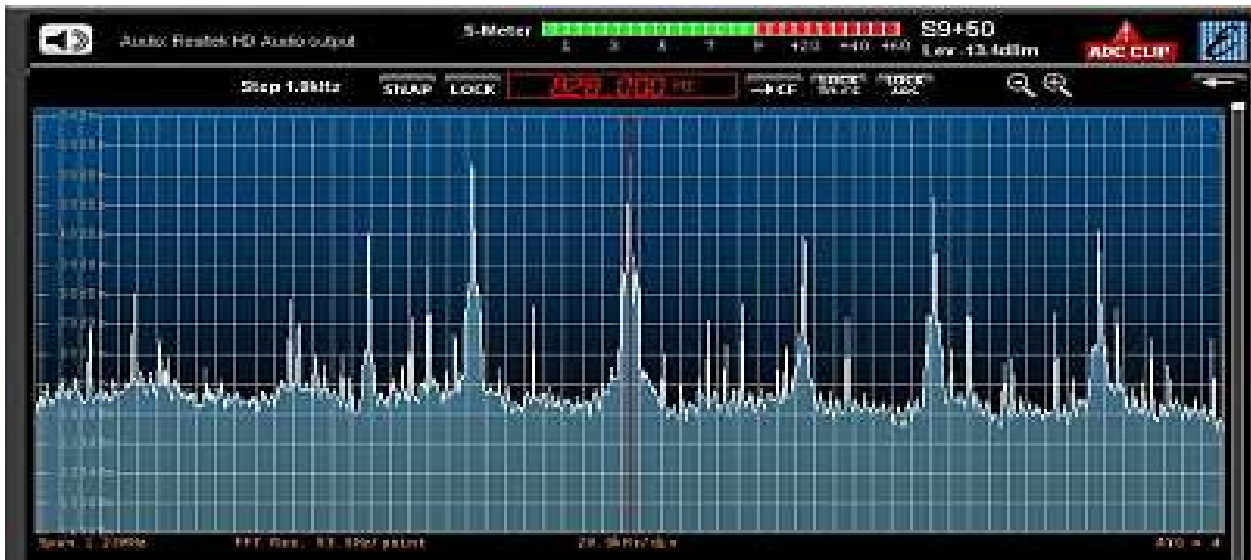
11. 非同調モード時の TRAP フィルタの ON/OFF 機能の追加

非同調モード時には、同調モード用のハイ/ローバンド切替用のスイッチは現状遊んでいました。が、最近 ELAD FDM-S1 を購入したところ、短波帯でも中波の強電界で飽和する現象が発生しました。よって、TRAP を追加しましたが、本当の中波を聴きたい時にこのままでは感度が落ちますので、非同調モードのときに遊んでいる同調ハイ/ロー切替用 SW を使って、TRAP の ON/OFF ができる様に致しました。



この様なレバーの関係になります。

非同調時にハイ/ローの切替 SW をハイ側に切り替えますと、中波帯が 10~20dB 減衰する TRAP フィルタが ON になります。ロー側に切り替えますと、TRAP は OFF します。では、ELAD の画面ではどうでしょう。上が OFF です。”ADC CLIP” と過入力の表示が出て S=9+60dB です。下は TRAP ON です。S=9+40dB となり CLIP もなくなりました。

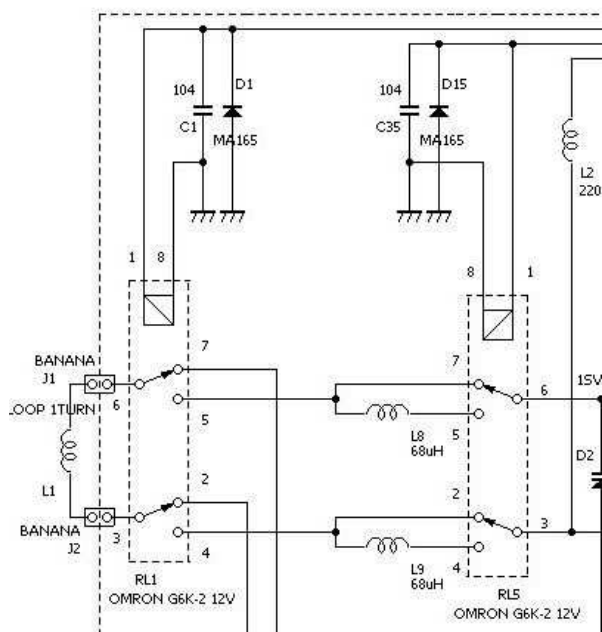


この様に中波 TRAP はゲインが高すぎて受信機が飽和する時に ON に、それ以外は OFF に室内から気軽に切り替えられるようになりました。ELAD のスクリーンショットで OFF 時のノイズフロアの上昇は ELAD FDM-S1 が飽和してオバケだらけになっているからです。On 時には飽和もなくなり良好な受信が来ています。効果抜群です。なお、Perseus は ON/OFF に限らず飽和はしませんでした。まあ、ここの性能だけ見れば Perseus の方が良いでしょう。

なお、10 と 11 の TIPS で追加した Q8~Q12 はスイッチング用途ですので、小信号用の NPN トランジスタは何でも使えるのですが、例えば、今回は手持ちの状況で 2SC1685 を使用しましたが、代替品としては、2SC945、2SC1684、2SC1740S、2SC1815 等が使えます。大阪の日本橋では 2SC1740S が最安です。¥8 です。

12. 同調モード時の中波受信機能の追加

さて、 Δ LOOPX も使い始めてから 5 ヶ月です。中波 DX をしてみたい時に、アンテナエレメントを 5 回巻きにするのは、エレメント交換作業が必要で大変でした。そこで、今回はエレメントは 1 回巻きのままで、中波同調もできるように回路追加を実施しました。具体的には回路図に 1 個増加している RL5 というリレーで、アンテナのインダクタンスを切り替えることで対応しました。性能的には 5 回巻きとそれほど変わりません。



1 回巻きのインダクタンスは約 $3.3 \mu\text{H}$ 程度ですが、これを中波同調用に $135 \mu\text{H}$ 程度にすれば良いわけで、エレメント両端に $68 \mu\text{H}$ の固定インダクタを追加すれば可能です。この切替用のリレーのためにもう 1 本の制御線が必要ですが、これは現状、LAN ケーブルの GND を 2 本にしているところを 1 本にして、空いたラインで切替信号を伝送します。この対応により、同調モードでも、非同調モードでも中波を受信できるようになり、このアンテナの活用範囲がより広がることが期待できます。

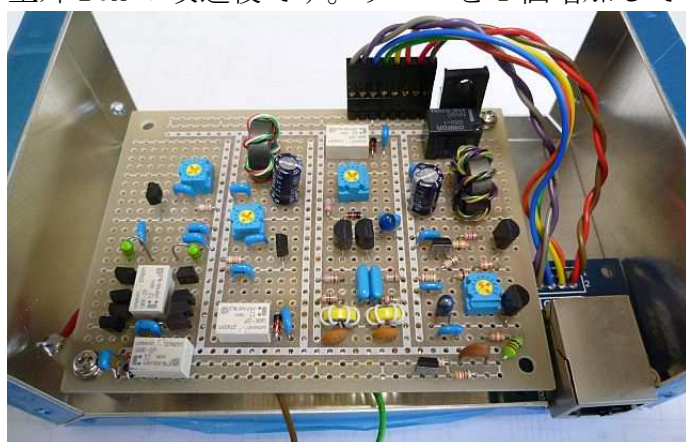
室内 BOX の変更後の写真です。中波短波切替 SW が追加になりました。



さらに、室内 BOX の全景です。



室外 BOX の改造後です。リレーを 1 個増加しています。



次に、LED 表示ですが、通常の間調モード短波帯 LOW バンドは緑色に光っていますが、同調モード LOW バンドでは、2 色 LED の赤と緑が両方光るようにしました。



通常の間調モード



MW 同調モード

この様に、まさに、1 回巻きのエレメントひとつで、短波&中波同調モード受信、オールバンド非同調モード受信が可能となりました。

なお、改造後の各モードの受信範囲は以下のとおりです。

- ① 非同調モード : 60kHz~60MHz
- ② 短波同調モード (LOW) : 2500kHz~13600kHz
- ③ 短波同調モード (HIGH) : 12300kHz~19400kHz
- ④ 中波同調モード (LOW) : 450kHz~2770kHz
- ⑤ 中波同調モード (HIGH) : 2700kHz~4550kHz

と言う状況で、同調モードで狙えないのは 13mb だけとなっています。嬉しいのは同調モードにて、450kHz~19400kHz までカバーできるようになったことです。

13. 非同調モードの回路の 10V 化

今までは、非同調モード時の室外 BOX への電圧供給は 12V としておりましたが、10V の方が IM3 とかが良いようですので、10V に落としてみました。78DL10S という LDO タイプの 10V 用の 3 端子レギュレータの追加と C20 を $100\mu\text{F}$ とし、C36 を追加しました。

また、R8 を $6.8\text{k}\Omega$ としました。

これにより、非同調モード時の中波帯の上に出てくるお化けの類がかなり激減しました。

14. コモンモードチョークの追加

さて、 ΔLOOPX においては信号に対しては差動伝送にしてコモンモードノイズに対する耐性を強化しております。しかしながら、それ以外の LAN ケーブルのリード線に関しては当然のことながらコモンモードノイズを受けてしまうことになります。この場合、室外 BOX と室内 BOX の GND レベル等も高周波的には振られてしまうことになり、ノイズを感じてしまうという結果となります。よって、フェライトコアに LAN ケーブルを巻いてみました。そうしますと、電源を切った状態で LAN ケーブルを接続しただけで感じていたノイズ成分がきれいに一掃されて、静粛な状況にすることに成功しました。

コア材には、TDK のクランプコア、ZCAT3035-1330 を使用し、これに 2 回 LAN ケーブルを巻きました。室外 BOX の近くと、室内 BOX の近くの 2 か所にこのフィルタを挿入します。効果は抜群にあります。この程度のフィルタで十分と思います。

このクランプコアは、大体 ¥400~500 程度でパーツ店にて購入できます。最近では DIY のお店でも見るようになってきました。



挿入したチョーク



室外 BOX 部分の写真



ZCAT3035-1330
クランプコアの外形図

15. 同調モード用の FET の交換

ΔLOOPX では今まで、Q3 と Q5 に関しては、2SK241 をお勧めしてきましたが、よりゲインが欲しい方は、2SK439 への交換をお勧めします。非同調モードとのゲイン関係のバランスと言う点においては、2SK241 が良いと思います。これはお好みの類です。オリジナルの ΔLOOP7 は、2SK439 でした。私の方は、2SK439 (2SK359) に交換して使用中です。なお、この際、2SK439 と 2SK241 は以下のように足の配列が逆ですのでご注意ください。また、さらにお好みに応じていろんなゲインに同調モードは FET 交換で対応ができます。もちろん非同調モードも R12、R16 等のコレクタ抵抗等の変更で可能です。

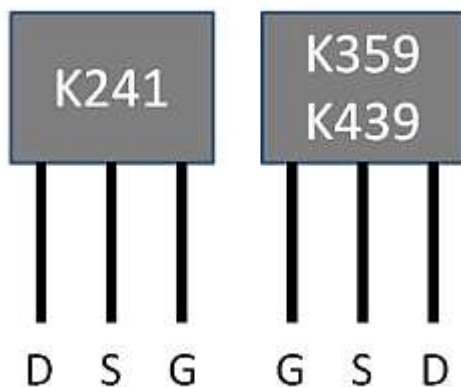
FET ごとのゲインの比較も以下に示します。

比較表の数字で NF (Noise Figure) と言う項目は、この増幅器を通過した信号の S/N がどれだけ劣化するか？と言う数字です。よって、この数字は小さいほど良いです。

Gain は増幅器の増幅度を示します。ここで示した数字は Pg と呼ばれる電力ゲインを示しています。この数字は大きいほど増幅度が高いことを意味します。よって、一般的には Pg が大きいデバイスほど NF は悪化する傾向になります。少々荒っぽく言うならば、NF はあまり大差はありません。むしろゲインに結構バリエーションがあります。ご自身の環境で使い勝手の良いゲインを持った FET を選ばれるのが良いでしょう。

なお、構造の MOS (金属酸化膜型) とか J (接合型) と言うことには、あまりこだわる必要はないです。

PIN Assignments



D: Drain, S: Source, G: Gate

2SK241 と 2SK439 の足の配列の違い

ΔLOOP7に使用可能な各社FETの比較

品番	メーカー	NF at 100MHz	Gain at 100MHz	構造
2SK439	ルネサス	2.0dB	30dB	CMOS
2SK359	ルネサス	2.0dB	30dB	CMOS
2SK241	東芝	1.7dB	28dB	CMOS
2SK192A	東芝	1.8dB	24dB	JFET
2SK125	ソニー	1.5dB	12.5dB	JFET
2SK161	東芝	2.5dB	18dB	JFET

16. クアッドファイラー巻の巻き方

製作をされている方から、クアッドファイラー巻の巻き方が良くわからないとのご質問を受けました。確かに何も説明なければ難しいかも？と言うことで巻き方を解説します。以下、順番を追って写真で説明していきます。

- ① 部品を集めます。左が ETFE 電線です。単線のビニル被覆の線です。右がトロイダルコア、FT50-77 や FT50-75 です。



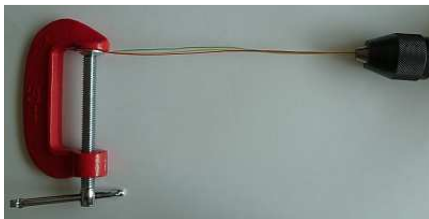
- ② ETFE 電線の色の違う 4 色を 15 cm に切断します。この例では白、緑、赤、黄を使用しております。同じ色の線を使うとコアを巻いた後に、判別できなくなりますので要注意です。



- ③ ETFE 電線をハンドドリルのチャックに挟みます。



- ④ 反対側はクランパーのようなものでしっかり挟みます。この状態でハンドドリルを回転させて 4 本の線を 1 本状にします。



- ⑤ そうすると、以下の写真のように 4 本の線が 1 本化できました。右は拡大です。



- ⑥ ねじり終わった線をトロイダルコアに 7 回巻きつけます。7 回と言う意味は、コアの内部を 7 回線が通った状態を言います。



- ⑦ 次にコアの両サイドに出ている線をほぐして、同じ色同士が上下に並ぶようにします。写真では、上から白、緑、赤、黄と上下とも同じ並びにしています。こうすることで、あとの作業が楽になります。



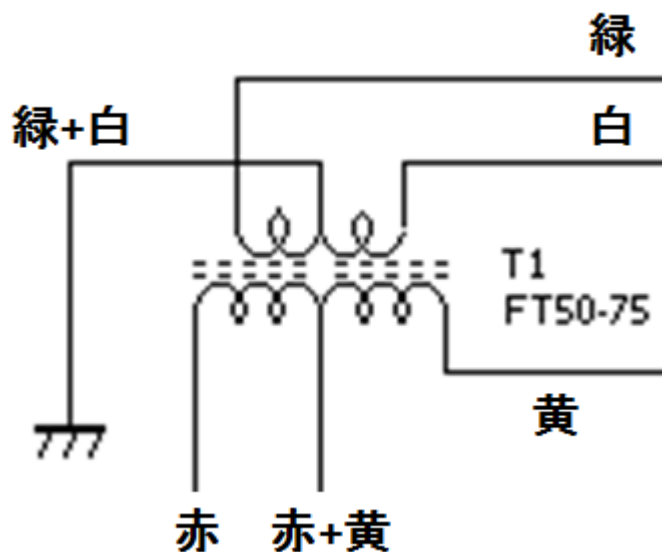
- ⑧ 次に、上の白と緑を一つのペアと考えると、白と緑の上下の線の被覆を丁寧にむいて、よじます。



- ⑨ 残りの白の単線と、緑の単線の被覆も注意深く切らないように丁寧に被覆をむきます。また、赤と黄色のペアについても同じ要領で、被覆をむいてよじます。

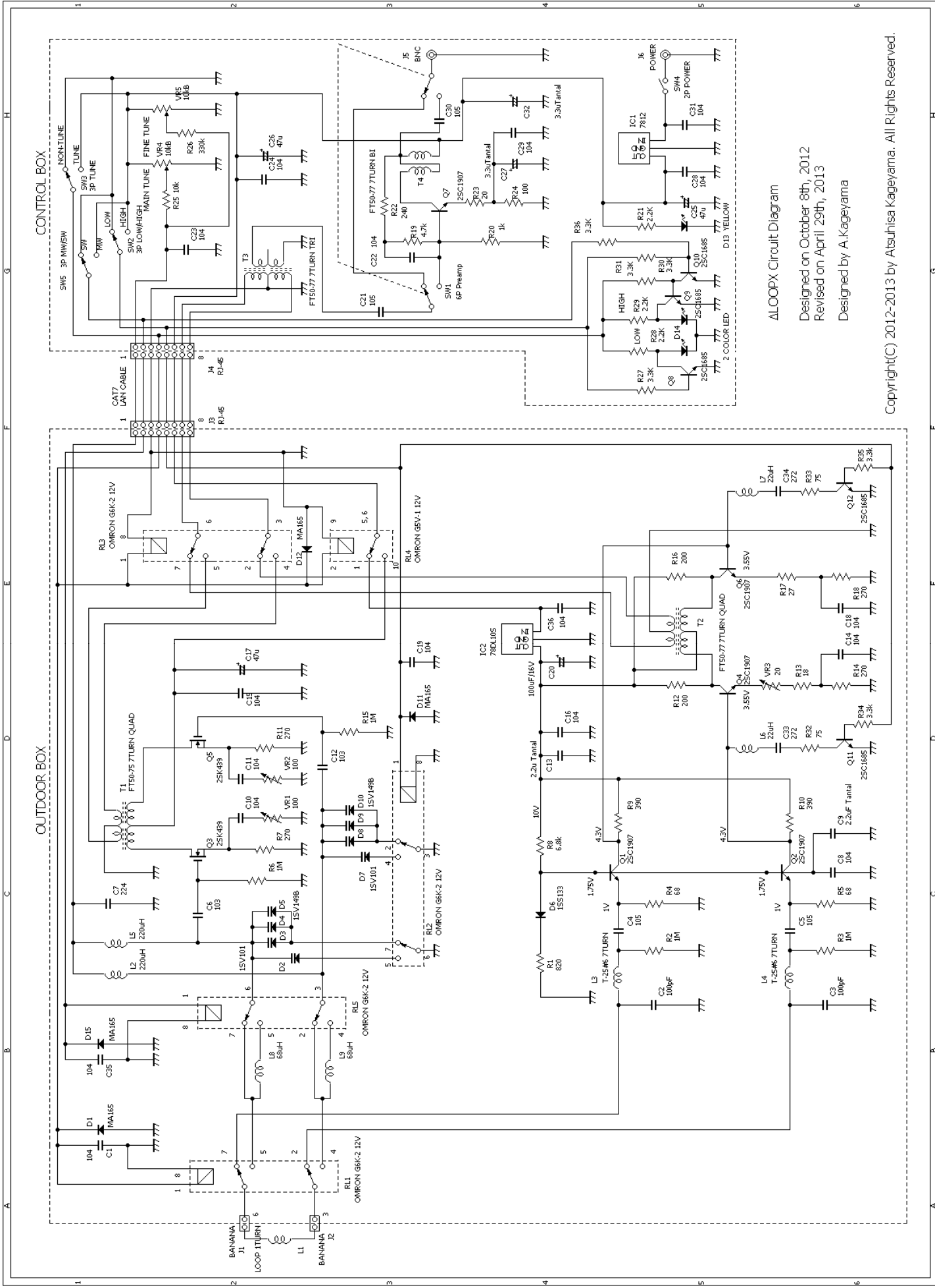


- ⑩ これで完成となります。
回路図上は上記の色を例に、回路図上に色を示しますと以下のようになります。



以上。

更に、本 TIPS は順次追記してまいります。



CONTROL BOX

OUTDOOR BOX

ALOOP Circuit Diagram

Designed on October 8th, 2012
 Revised on April 29th, 2013
 Designed by A.Kageyama

C	1	104
C	2	100pF
C	3	100pF
C	4	105
C	5	105
C	6	103
C	7	224
C	8	104
C	9	2.2uF Tantal
C	10	104
C	11	104
C	12	103
C	13	2.2u Tantal
C	14	104
C	15	104
C	16	104
C	17	47u
C	18	104
C	19	104
C	20	100uF/16V
C	21	105
C	22	104
C	23	104
C	24	104
C	25	47u
C	26	47u
C	27	3.3uTantal
C	28	104
C	29	104
C	30	105
C	31	104
C	32	3.3uTantal
C	33	272
C	34	272
C	35	104
C	36	104
D	1	1SS133
D	2	1SV101
D	3	1SV149B
D	4	1SV149B
D	5	1SV149B
D	6	1SS133
D	7	1SV101
D	8	1SV149B
D	9	1SV149B
D	10	1SV149B
D	11	1SS133
D	12	1SS133
D	13	YELLOW

Q	1	2SC1907
Q	2	2SC1907
Q	3	2SK439
Q	4	2SC1907
Q	5	2SK439
Q	6	2SC1907
Q	7	2SC1907
Q	8	2SC1685
Q	9	2SC1685
Q	10	2SC1685
Q	11	2SC1685
Q	12	2SC1685
R	1	820
R	2	1M
R	3	1M
R	4	68
R	5	68
R	6	1M
R	7	270
R	8	6.8k
R	9	390
R	10	390
R	11	270
R	12	200
R	13	18
R	14	270
R	15	1M
R	16	200
R	17	27
R	18	270
R	19	4.7k
R	20	1k
R	21	2.2K
R	22	240
R	23	20
R	24	100
R	25	10k
R	26	330k
R	27	3.3K
R	28	2.2K
R	29	2.2K
R	30	3.3K
R	31	3.3K
R	32	75
R	33	75
R	34	3.3k
R	35	3.3k
R	36	3.3k
RL	1	OMRON G6K-2 12V

D	14	LED カソードコモン 2 色	RL	2	OMRON G6K-2 12V
D	15	1SS133	RL	3	OMRON G6K-2 12V
IC	1	7812	RL	4	OMRON G5V-1 12V
IC	2	78DL10S	RL	5	OMRON G6K-2 12V
J	1	BANANA	SW	1	6P Preamp
J	2	BANANA	SW	2	3P LOW/HIGH
J	3	RJ-45	SW	3	3P TUNE
J	4	RJ-45	SW	4	2P POWER
J	5	BNC	SW	5	3P MW/SW
J	6	POWER	T	1	FT50-75 7TURN QUAD
L	1	LOOP 1TURN	T	2	FT50-77 7TURN QUAD
L	2	220uH	T	3	FT50-77 7TURN TRI
L	3	T-25#6 7TURN	T	4	FT50-77 7TURN BI
L	4	T-25#6 7TURN	VR	1	100 半固定
L	5	220uH	VR	2	100 半固定
L	6	22uH	VR	3	20 半固定
L	7	22uH	VR	4	10kB 通信用
L	8	68uH	VR	5	10kB 通信用
L	9	68uH			
室内ケース 室外ケース つまみ大 つまみ中 LAN ケーブル CAT7 品 金属スペーサ 5mm 4 個 金属スペーサ 15mm 4 個 8PIN 並行コネクタリード線付き 8PIN 基板用ヘッダコネクタ			TDK クランプコア 2 個 品番: ZCAT3035-1330		

<更新履歴>

2012年11月25日

- ・第1版発行

2012年12月01日

- ・第2版発行
 - ① ホームページにある説明文を TIPS に追加
 - ② 回路図の詳細を追加
 - ③ 部品表を追加

2013年01月20日

- ・第3版発行
 - ① 同調モード表示用 LED を追加 (消灯：非同調、緑：ローバンド、赤：ハイバンド)
 - ② 非同調モード時に中波 TRAP の ON/OFF 機能を内蔵
 - ③ 回路図と部品表を更新されたものに変更

2013年03月09日

- ・第4版発行
 - ① 中波同調用の回路を追加
 - ② 非同調部の電源を 10V 化し IM3 の低減を実施
 - ③ 回路図と部品表を更新されたものに変更

2013年04月29日

- ・第5版発行
 - ① コモンモードチョークコイルを追加
 - ② 同調モード用 FET の交換について
 - ③ 回路図と部品表を更新されたものに変更 (部品表で黄色い部分に変更部分)

2013年05月05日

- ・第6版発行
 - ① クアッドファイラー巻の巻き方の説明を追加