

別冊

CQ ham radio

アマチュア無線
技術情報誌

2024.06
Summer

QEX

Japan

No. 51

巻頭
企画

マグネチック ループ アンテナの
楽しみ方再発見!

MLA最新事情2024年版

Topics

- その魅力とMax outな実践的活用法
八重洲無線 HF/50MHzトランシーバー
快適受信術
- 中波帯用コイルデータから作る
高感度・高分離ゲルマニウムラジオの製作

Technical Section

- 手の上に乗るシリーズ 第3弾
超高密度実装
GT管5球スーパー
- 受信専用ファームウェア改造済み専用
UV-K5(8)用
周波数コンバーターの
設計と製作
- アマチュア無線機の
メンテナンス
・トリオ“9R-59D”
・ケンウッド“TM-455”
- 受信機の感度不足を補うために
SDR用RFプリアンプの検討
- 現代の放送設備に学ぶ
7MHz デジタル処理型
100W AM送信機
- Raspberry Pi PicoでSSB復調を
ダイレクトコンバージョン
受信機の製作
- 自作の素材としても活用可能
ネット通販で購入できる安価な
リニアアンプの実力

Product Report

- 120%の活用法を教えます
八重洲無線 FT-991A
徹底解説

CQ出版社



「いつでもHH_MLA」の開発と運用実験

耐震構造鉄筋コンクリート建てマンションの室内窓際から、160m～10m帯FT8で、いつでも簡単にQRV可能なフラフープMLA(HH_MLA)を開発し、運用実験を行った。

JE1JOM(JA3VWT ex. F4WBO) 中野 幸紀 *Yukinori Nakano*

設計と製作

開発にあたって、最初に頭にあったのは、「高周波を通すことができる輪っかが必要」という1点だった。身近で手に入る輪っかと言えば、「フラフープ(Hula Hoop: HH)」であり、高周波を通す金属といえば「銅線」である。そこで、HHに電線を巻き付けてMLAを製作し、運用実験を開始した。

(1) HH_MLAの設計・製作

図1のMLA回路構成に示すとおり、フラフープに電線を巻き付けたMLA(HH_MLA)は、放射エレメント(L)と、バリコンを組み込んだマッチング

ボックス(MB)で構成されている。

◆ Lの設計・製作

大型107cm径のフラフープに電線を円周2回、環状ソレノイドを87回巻いて放射エレメントを製作すると、 $L \approx 24 \mu\text{H}$ となる。

中型85cm径のHHに円周1回、環状ソレノイド40回巻きにすると $L \approx 3.5 \mu\text{H}$ 、小型58cm径のHHに円周1回、環状ソレノイド10回巻きだと $L \approx 1.7 \mu\text{H}$ となる^(注1)。

◆ Cの設計・製作

同調用のバリコン(以下、 C_{t1} 、2という)として、受信用2連バリコンを使う。必要となる C_{t1} 、2の値は、

Lに対応して決まる。例えば、 $L = 24 \mu\text{H}$ の放射エレメントを1840MHzに同調させるためには310pF程度、 $L = 3.5 \mu\text{H}$ の放射エレメントを7074MHzに同調させるためには150pF程度、 $L = 1.7 \mu\text{H}$ の放射エレメントを14074MHzに同調させるためには75pF程度が必要となる。

2連バリコン(C_{t1} 、2)の一方の羽根(例えば、 C_{t2})には、平行バラ用単バリコン(C_m)を接続し、送受信機接続用同軸ターミナルに接続する^(注2)。

(2) マッチングボックスの製作

同調点が確定したHH、

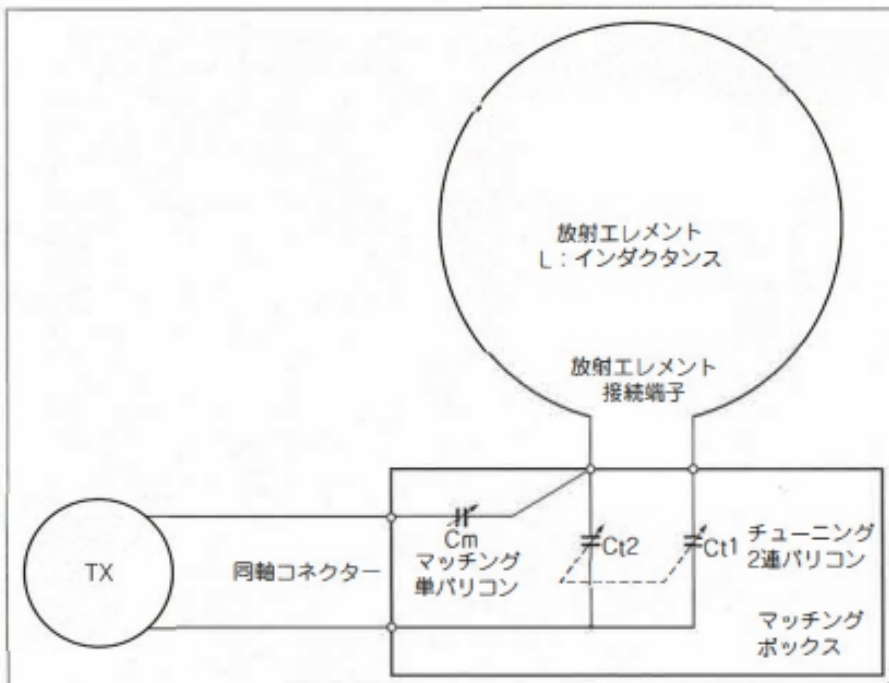


図1 MLAの回路構成(筆者作成)

注1 円周(circle)に1回巻きというのは、HHの円環環状(toroidal)外周に沿って巻き付けた電線の巻き数が1回だったことを、環状ソレノイド10回巻きというのは、HHの内環部に巻き付けた電線の巻き数が10回だったものをいう。いずれも、ソレノイドのインダクタンスは、その長さの逆数、断面積および巻き数に比例して変化するので、HH_MLAの場合、Lをかなり自由に設計することができる。

注2 このC_mの容量はC_{t1}の半分程度でよい。C_{t1}もC_mもその容量は「だいたい」でよく、完全にバランスさせる必要はない。それぞれの羽根の容量が300pFと100pFという3:1容量比の2連バリコンを使ってHH_MLAを作っても何の支障もなくSWR=1.0で動作することが分かっている。ただし、この場合、容量が小さいほうの羽根をC_m側に接続しておく。

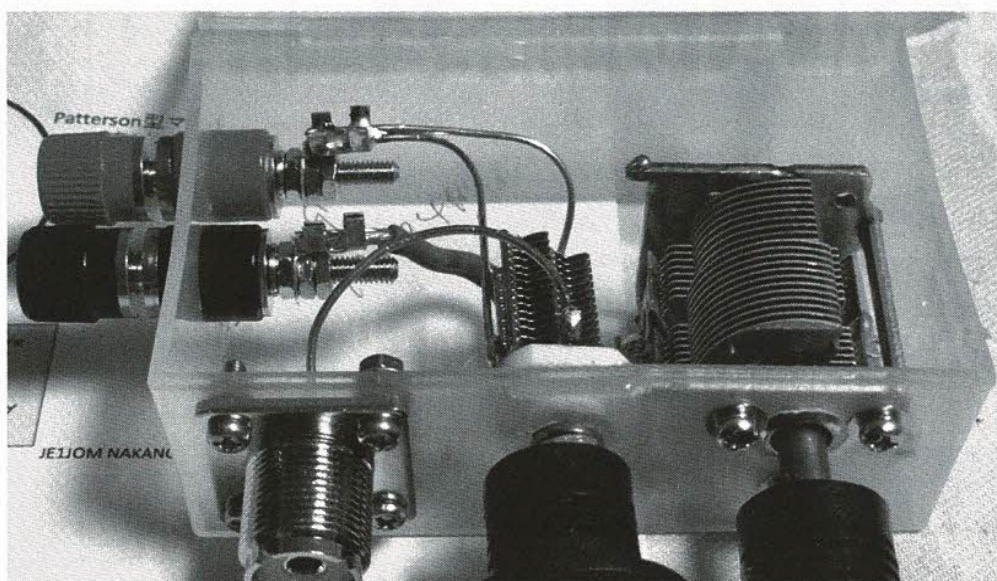


写真1 マatchingボックスの外觀
筐体には名刺用透明箱を使用。右側に300pF+100pFの小型2連バリコン、中央に35pF超小型単バリコン、左側に同軸コネクタ端子とケーブル端子を配置

MLAを外部高周波回路に接続するためには、Cを使った平衡バラン回路(以下、マatching回路という)が必要となる。

このマatching回路を安定的に動作させると同時に、高周波導通部分が身体に触れることがないように絶縁筐体に収める。これを、ここではマatchingボックス(MB)と呼ぶ。このMBは、操作時にバリコ

ンの位置が外から見えるよう、透明プラスチック製ボックス(注3)を使用して製作する(写真1)。

(3) 開発・製作したHH_MLA

約2年間で開発・製作したHH_MLAの本数は11本(MB10個を含む)だった。このうち、2024年2月現在、交信実験に使用中のものは、写真2に示すとおり、6本である。これらの6本で1.8MHzから28MHzまでの9バンドをカバーしている。

表1に示すHH_MLAのQ値、サイズ、電線巻き数およびMBナンバーを見ると、1.840MHz用のHH_MLA_Type 2(写真2 右端)のQ値が約20とやや低かったが、他のQ値は中央部の4本集合体を含めて、おおむね50~140程度となっている。

なお、Q値が200以下だと、チューニングはアンテナアナライザ(当局はMFJ-269を使用)を見な

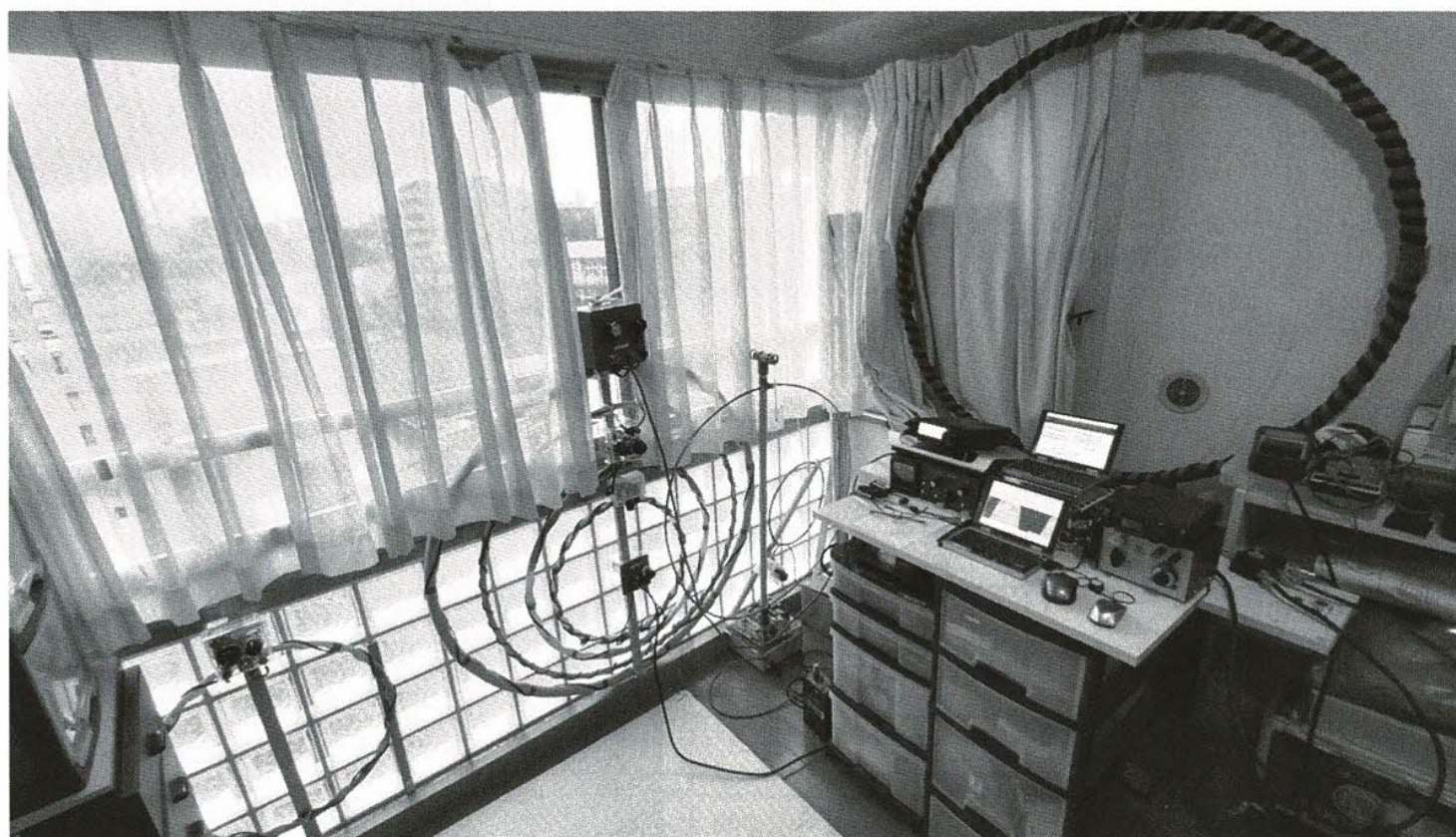


写真2 交信実験中のシャックに設置された6本のHH_MLA
写真右端壁側のHH_MLAが1.8MHz用のType 2、窓側中央のHH_MLA集合体が3.5~14MHz用のType 3、Type 9、Type 10およびType 11の4本である。窓側左端のHH_MLAが最もQ値が高いType 7で、18~28MHzをカバーしている

注3 アルミ製などの金属製筐体を使うとCt、Cmを筐体と絶縁しなければならない。大型のMBを製作する場合には「プールボックス(15×15×15cm以上)」などが比較的安価に手に入る。

表1 交信実験に使用したHH_MLAのサイズ、電線巻き数およびQ値
 表中の太線数値はQ値が100を超えていることを示している

n.a. : not available

| Types of HH_MLA | Type 2 | Type 3 | Type 7 | Type 9 | Type 10 | Type 11 |
|---------------------------------|--------|--------|------------|------------|------------|------------|
| Diameter(cm) | 107 | 85 | 58 | 65 | 106 | 47 |
| Circle/Toroidal windings number | 2/87 | 1/40 | 1/10 | 1/8 | 1/13 | 3/10 |
| Inductance(μH) | 24 | 3.5 | 1.7 | 2.4 | 4.2 | 10 |
| Bands 1.8MHz | 21 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| 3.5MHz | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 140 |
| 7MHz | n.a. | 95 | 83 | 112 | 110 | n.a. |
| 10MHz | n.a. | 69 | 136 | 95 | 100 | n.a. |
| 14MHz | n.a. | 75 | 143 | 95 | 53 | n.a. |
| 18MHz | n.a. | 55 | 136 | 100 | 55 | n.a. |
| 21MHz | n.a. | 24 | 100 | 124 | n.a. | n.a. |
| 24MHz | n.a. | n.a. | 96 | 86 | n.a. | n.a. |
| 28MHz | n.a. | n.a. | 53 | 85 | n.a. | n.a. |
| Matching Box No. | no.2 | no.8 | no.7 | no.10 | no.1 | no.3 |

がら、指でバリコンを回すだけでSWR=1にセッティングできる。これが、銅パイプ製MLAの場合だと、Q値が1000以上になることもあるため、手でバリコンを回してチューニングするのがやや難しいと感じることもある。HH_MLAであれば、適度なQ値に収まっているので、「チューニング時のバリコン調整が楽・簡単」になる。

運用実験結果

1.840MHzのFT8交信実績は、極東ロシア局および小笠原局との交信を含め、合計129局だった。3.5MHz帯では、開発の遅れから2局にとどまった。7MHz帯では、海外14局、国内103局と交信した。10.136MHzでは、海外47局、国内105局と交信し、14.074MHzでは、海外39局、国内52局と交信した。18.100MHzでは、海外124局、国内19局、21.074MHzでは、海外72局、国内2局、24.915MHzでは、海外50局、国内7局、28.074MHz帯では、海外100局、国内8局となった。

全体として、MF-HF帯FT8で海外447局、国内427局、合計874局と交信できた。

総括(技術的課題と使用上の注意点)

『いつでもHH_MLA』の送受信性能はダイポー

ルよりマイナス10~20dB程度劣る。それでも、室内窓際設置なので、気候に左右されることなく、いつでもQRV可能である。結果的にQRV時間が実験開始前に比べ4倍以上(当局比)に増えた。

以下に、HH_MLA運用時に検討しておくべき技術的課題などを列挙しておく。金属羽根製のバリコンは、羽根間でグロー放電しても、「壊れてしまう」ことはあまりない。

しかし、高出力(100W)で長く運用を続けると、① MB全体が熱を持つ、MB内部配線が劣化するなどがある。また、② コネクタの芯線部、放射エレメント接続部などに接触不良が生じることもある。③ PCのフリーズ、マウスの暴走、濁った送信音なども発生する場合がある。

これらの原因は、コモンモード電流であることが多い。コモンモード電流への対応としては、① 接続用同軸ケーブルの長さ変更、② 同軸ケーブル、USBケーブルなどへのパッチンコアの適用などがある。

なお、ケーブルに流れる高周波電流をチェックするためには通過型高周波電流計の使用が有効である。また、① 高周波電撃の未然防止、② 電波防護指針の尊重、③ 送信電波の常時モニタリング実施などが特に重要となる。