

マルチバンド対応アンテナを簡単に実現!

T2FDアンテナを自作する

와이어로 만드는 안테나

멀티밴드 대응 안테나를 간단하게 실현!

T2FD 안테나 자작 하기

JE1KUC

T2FD (Tilted Terminated Folded Dipole)은 최저주파수의 $1/3\lambda$ 의 길이가 있다면 그 이상의 각 밴드에서 사용하는 안테나입니다.

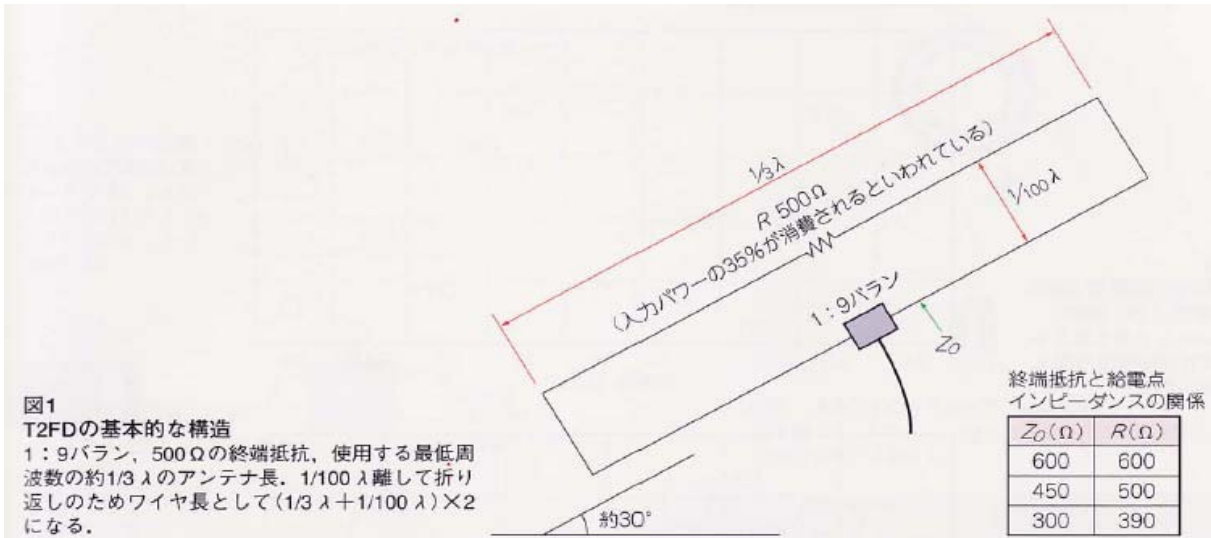
본문과 같이 엘레먼트 선단에서 끝나기 때문에 저항을 넣은 더미로드처럼 생각되지만, 멀티밴드에 운용하기 때문에 흥미 끄는 안테나이다.

본래는 약 30도 Tilted 향하여 사용하는 것이지만 공간이 없는 필자의집에는 수직으로 해서 사용해 보고 싶다고 생각했다.



[표1]T2FD에 사용되는 부품 (목표 : CW 통상교신 200W를 의도함.)

부품	규격	수량	비고
트로이달 코어	FT-140-43	3개	
포르말선	Ø .2mm	10m	
산화금속피막저항	10 kΩ, 3w	20본	
M형콘넥타	M-BR	1개	
엘레먼트선	0.75sq	45m	
급전부 케이스		1개	
PVC 파이프	HIVP Ø 13mm	2본	
PCV 파이프	VU Ø50mm	2m	
PVC 파이프	HI ? Ø3mm	8개	
	HI 엘보 Ø3mm	4개	
	vu캡 Ø50mm	2개	
로프	Ø6mm 정도		
나사류 (볼트, 너트, 와셔)	M4-40mm M4-20mm		
타이랩			



(R 500 Ω 입력파워의 35%가 소비된다고 한다)

도면1

T2FD의 기본적인 구조

1:9발룬, 500Ω 종단저항, 사용하는 최저주파수의 약1/3λ의 안테나 길이, 1/100λ로 이격하여 꺾기 때문에 와이어 길이는 (1/3 λ + 1/100 λ) × 2로 한다.

종단저항과 급전점
인피던스의 관계

1. T2FD의 개요와 계획

T2FD는 1940년대 후반에 미해군에서 개발된 안테나로, 1980년대 후반에는 HAM 이나 SWL이 일반적으로 사용했다고 한다.

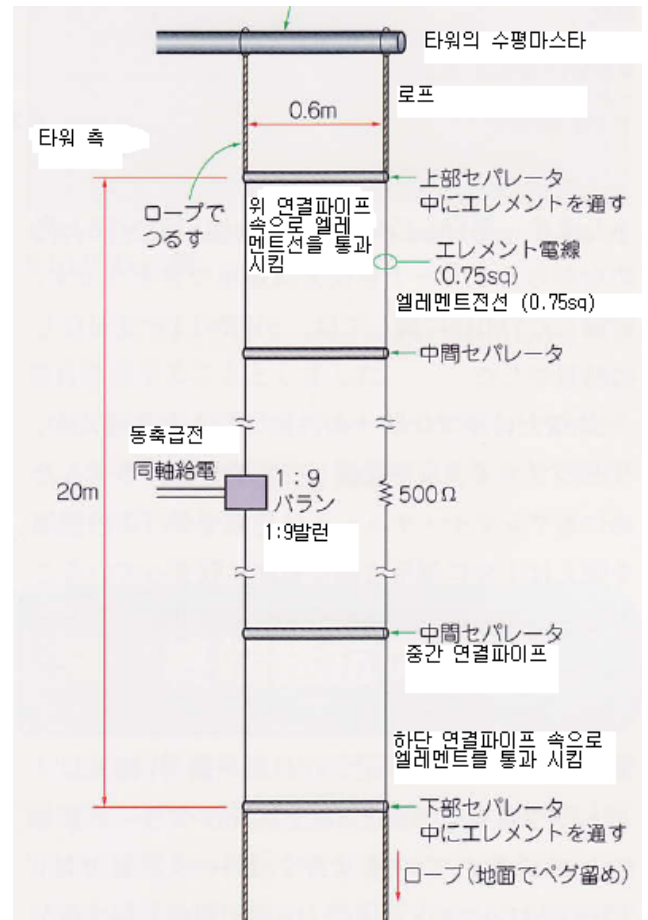
업무무선에서는 현재에도 사용되고 있는 듯하다.

그림1에 T2FD의 기본적인 치수를 표시합니다.

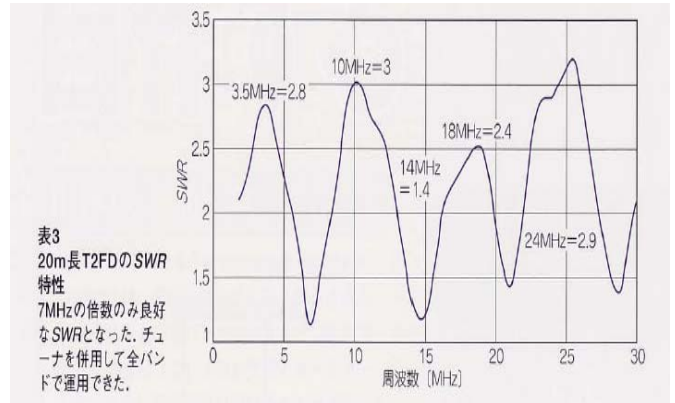
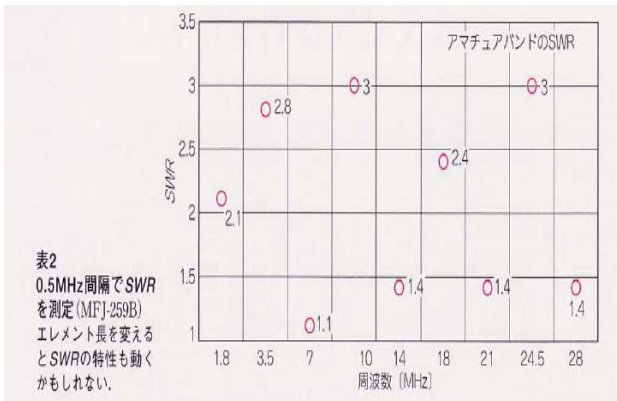
이번 제작에는 3.5MHz대모 대응하는 약 28.6m가 이상적이거나, 필자의 집은 물리적인 무리가 있기 때문에, 안테나의 길이를 20m (최저주파수 약 5MHz)로해서, 3.5MHz 대에 대해서 희미한 기대를 가지게 되었습니다. 또한, 설치장소 관계로, 기존 타워의 22m정도에 설치한 GP용의 수평 마스터의 끝에서부터 현수막처럼 해서, 수직으로 펼칩니다.

그림2는 제작했던 치수입니다.

또한 부품을 표시에 표시했습니다. 200W로 운용을 의도했습니다.



2. 첫인상 (first impression)



[표2]

0.5 MHz 간격으로 SWR을 측정 (안테나 아나라이저 등) 엘레먼트 길이를 변경하면 SWR의 특성도 변할 것이다.

[표3]

20m 길이 T2FD의 SWR 특성

7 MHz의 배수씩 좋은 SWR이 된다.

튜너를 함께 사용해서 전 밴드 운용이 가능하다.

제작했던 T2FD (지상고 10m의 급전부)의 SWR특성을 표2에 표시했습니다.

기대했던 대로 브로드밴드 안테나로, 약간 높은 SWR이지만 운용가능하다.

아마추어밴드에서만 추출한 결과를 표3에 표시 했습니다.

기대했던 3.5MHz는 SWR이 2.8로 높지만 사용한다면 운용은 가능하다.

계획했던 7 MHz에 대해서는 SWR=1.1로 트립 잡을 때 없는 결과였다.

SWR 자체가 안테나의 성능은 아니지만 RIG의 종단관을 보호하고 안정적으로 동작하도록 하기위해 안테나 튜너는 필수이다.

그 기능을 사용하면 운용 가능한 범위를 얻을 수 있는 등 곧바로 지표로서 좋은 성과라고 생각합니다.

가장 강하게 느낀것은 노이즈가 적어짐 입니다.

필자의 집에 V형 DP (CD사 730V)의 한쪽 엘레먼트를 2층 가옥의 옥상 (지상고 7m)에 버티컬로 해서 활용하고 있지만 low band는 T2FD쪽이 S-메타로 4 정도 노이즈 레벨이 적었습니다.

앞의 버티컬에는 수신이 곤란한 신호 에도 ATT를 ON하지 않고 T2FD로 절환 시키면 명료하게 들을 수 있습니다.

SWL에게도 인기있는 점을 이해하겠습니다. 또 신호강도는 S2정도 F2FD쪽이 약하지만 버티컬로 들린것은 T2FD도 확인 가능 합니다.

3. 1:9 발룬의 제작

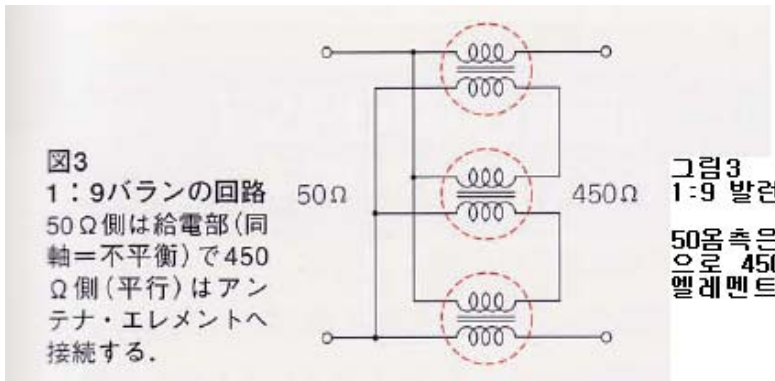
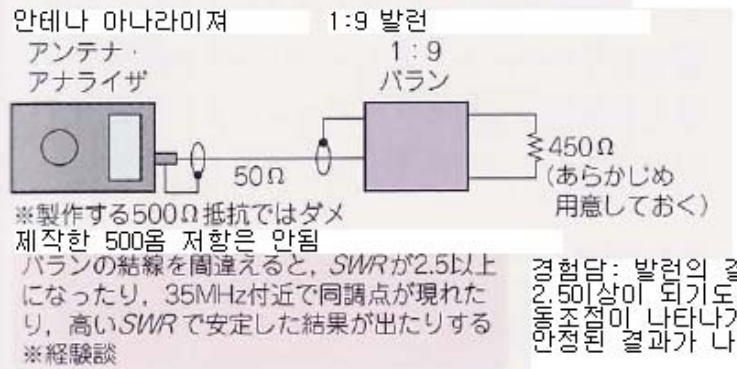


図3
1:9 발룬의 회로
50Ω側は給電部(同軸=不平衡)で450Ω側(平行)はアンテナ・エレメントへ接続する.

그림3
1:9 발룬의 회로

50Ω측은 급전부(동축=불평형)으로, 450Ω측(평형)은 안테나 엘리먼트에 접속한다.



※製作する500Ω抵抗ではダメ
제작한 500Ω 저항은 안됨
발룬의 결선을間違えると, SWR가 2.5 이상
이 되거나, 35MHz 근처에서 동조점이
현れたり, 高い SWR で安定した
結果가 나타나거나
※經驗談

경험담: 발룬의 결선을 잘못하면 SWR이 2.5 이상 되기도 하고 35MHz대 근처에서 동조점이 나타나기도 하고, 높은 SWR로 안정된 결과가 나타나기도 한다.

図4 발룬의 측정 방법과 결과 [표4] 발룬의 측정 방법과 결과
1.8~21MHz附近まで SWR ≒ 1.0, 25MHz附近で SWR ≒ 2.0, 30MHz附近では SWR ≒ 3.0.



写真1 FT-240-#43材に φ1.2線을 2本對×3세트卷いた 9:1 발룬의 예

사진1

FT-240 #43은 Ø1.2선을 2줄씩한 3개의 선을 함께 감은 9:1 발룬의 예

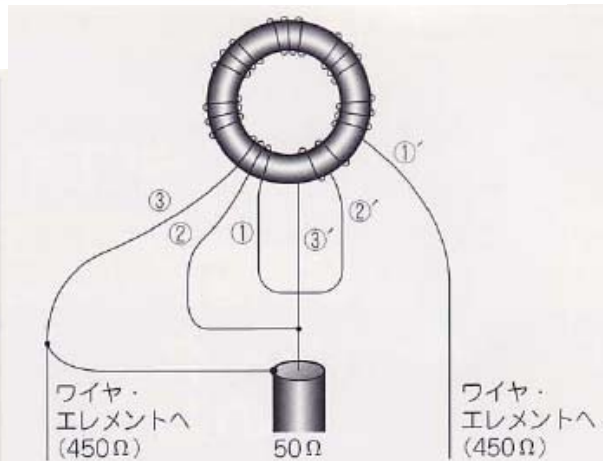


图5 大きなトロイダル・コア에 卷く例
卷き数によつてローバンドとハイバンドの SWR特性に違いが生じるとされる.

도면5

크다란 트로이달 코어를 감은 예 감는 수에 따라 LOW Band 와 HIGH Band의 SWR특성이 다르게 생긴다고 생각됨.

【측정사례 출처 : HL2KKC om】



【 임피던스 측정치 : 50 옴

SWR 측정치 : 1.3 정도 】

발룬의 제작이 그 안테나의 성공의 열쇠를 쥐고 있다고 생각합니다.

1:9발룬은 그림3의 회로에서 감은선의 비율 1:3으로 하면 인피던스 1:9의 발룬이 된다. 발룬에 사용되는 선의 재료는 내전력을 고려하면, 가능한한 큰 트로이달 코어에 지름이 굵은 선재를 사용하는 것이 이상적이다.

트로이달 코어 재료는, HF에는 주로 FT-140 #43, #61이 사용되어지고 있지만 이번에는 Low Band 중시의 취향에서 #43으로 했습니다.

트로이달 코어 활용백과에 의하면, 강제발룬의 경우, 200W급의 발룬을 만들때에는 FT 140 그룹의 트로이달 코어에 ϕ 1.2mm 선을 8회감게 됩니다.

이번에는 FT-140 #43에 ϕ 1.2mm 선을 2줄씩 15회 감고, 그것을 3개 준비했습니다.

ϕ 1.2mm의 포말선은 감기줄음을 중시했습니다.

완성한 1:9 발룬은 그림4의 방법으로 SWR을 측정합니다. 입력측에는 안테나 아나라이저를, 출력측에는 450 Ω 의 카본저항을 접속시켜 측정합니다. 25MHz까지는 SWR=2.0 이하였으나 High Band 에 관련해서는 좋지 않은 결과가 되었다.

내전력화 하는것은 몇가지의 방법이 있습니다. 하나는 크로이달코어를 크게하는 것으로, 큰 코어를 겹쳐 단면적을 더욱더 크게 하는 방법 입니다.

사진 1 그림5와 같이 1개의 코어로 1:9발룬을 완성시켜, 동시에 고내전력화(高耐電力化)해서 FT-240 #43에 ϕ 1.2선을 6개를 (2줄을 1세트로 해서 3세트) 나란히 하고, 12회감았을때, Low Band 는 양호했었지만, 14 MHz대 SWR=2.1, 18 MHz대 SWR=2.8의 발룬으로의 성능 점에서는 한쪽으로 치우친 결과에서 후일 추구할 것이 되었다.

반대로 내전력이 작아야 좋은 경우로는 트로이달 코어와 선재료의 지름을 보다 작은 것으로 하면 제작비용도 작아진다.

4. 종단저항의 제작

T2FD의 종단저항은 사용하는 출력의 약 35%의 내전력이 필요하다
이번에는 200W 입력이어서 약 70W의 내전력의 저항이 필요하다

권선식의 저항기는 고내전력의 것이나 비교적 용이하게 입수 가능하지만,
고주파적인 것에는 유도성 리액턴스가 생겨나는 원인이 되어 이상적이지 못하다.
그러나 아끼바라를 찾아갔지만 희망하는 무유도 저항(권선형이 아닌것)을 찾지 못하여
이번에는 산화금속피막저항 ($1k\Omega / 3W$)을 20개 병렬해서 $500\Omega (60W)$ 을 만들었다.
산화금속피막저항은 권선식과 다르지만, 금속의 대롱에 좁고 긴 홈을 내는 방법으로
제작되는 것으로 결과로서는 코일상태가 됩니다.

5. 세파레-타 및 급전부의 제작

엘레멘트의 간격을 $1/100\lambda$ 로 유지할 필요가 있습니다.

이번에는 5MHz ($\lambda=60$, 계산: $300 \div 5= 60$)에서 60cm의 간격을 유지하도록 합니다.
세파레타로서는 내 충격성 경질염화 비닐관(HIVP) $\varnothing 13mm$ 를 65cm씩 잘라 사용
합니다. 양단에서 약 2.5cm의 위치에 엘레멘트를 통과하게 합니다.

급전부와 종단저항은 HIVP (T자형의 부재)와 HIVP 엘보(90도 굽은 부재)를 사용해서
그 꺾은 급전부 박스는 통과한 나사로 고정했습니다.

급전부 박스는 미래공업(주)의 풀박스(배전용 박스)를 사용했습니다.

탈착가능하기 때문에 엘레멘트와 박스 내부에서 통과시킨 나사를 고정하도록 또 동축
레이블의 콘넥터를 끼워 접속합니다.

참고 WEB사이트

JARL 후쿠야마현 지부 햄 세미나 [T2FD 제작]

T2FD의 심장부

종단저항과 발룬의 제작 공정

T2FD에 사용되는 중요부품과 제작을 표시했습니다.
그 제작은 1:9발룬의 제작이 포인트 입니다.
각 선의 접속이 틀리지 않도록 확인하면서 조립합니다.
틀리지 않고 만들면 아나라이저에 의한 측정은 불필요 하겠죠,
다만, 테스트는 확인용으로 사용하는 것을 권합니다.



T2FD의 수직설치

급전부의 지상고는 약 10m, 안테나의 전장은 20 × 0.65m, 타워와의 거리는 상부 80 × 하부 20cm

메달아 늘어뜨리는 최상부(22m)에는 도르래를 메어달면 내리고 올리기가 편리함, 타워는 30m높이에 HF 8본과 2본의 스택

5m 되는곳마다 세파레타를 설치, 상부에 도르래를 붙혀 유지 관리 하게 편리하다.



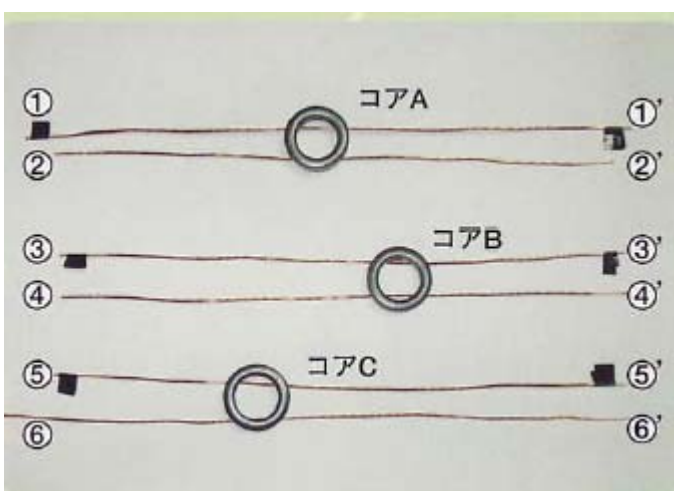
1. 준비할 재료

FT-140, Ø1.6mm 포말선×10m,
10kΩ/30w×20본, 엘레먼트용 와이어 42m
정도 그밖에 pvc파이프, 나사류, 피복제관
등이 있으면 편리.



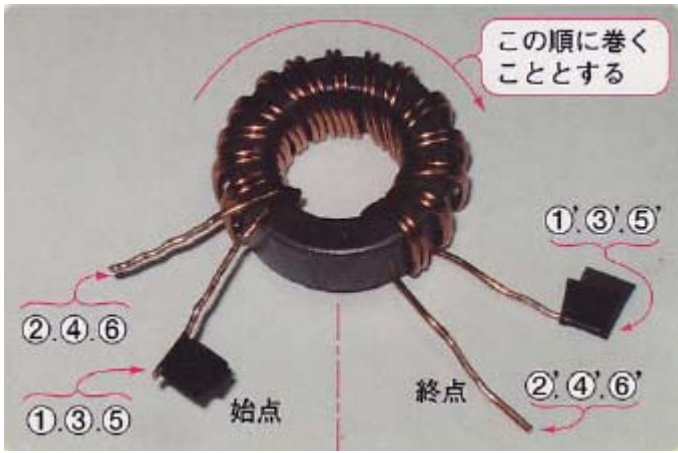
2. 준비할 도구

450Ω 저항과 안테나 아나라이저를 사용해서
완성한 발룬을 체크한다. 정확하게 만들면
테스타나 아나라이저는 사용하지 않는다. 다
른 도구로서는 납땀기. 라디오 뺨치, 드릴,
줄자, 톱이 필요



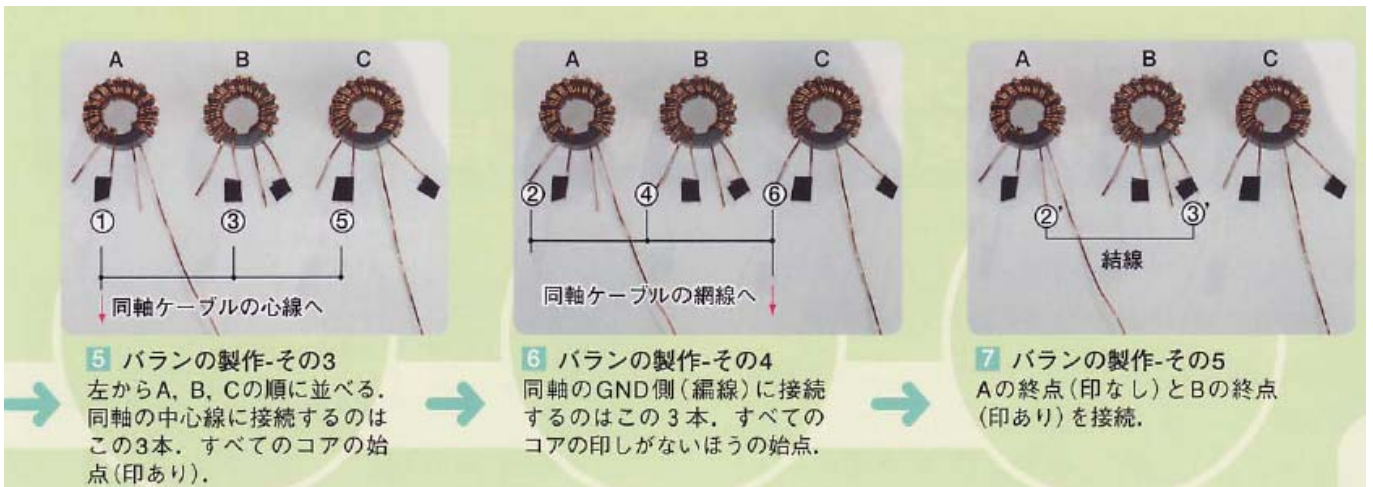
3. 발룬의 제작 제1

80cm로 자른 포말선 2줄, 72cm로 자른 포말선
4줄을 준비합니다 (길게하는편이 감기 쉽다) 그
선의 양단 약 2cm의 피막을 줄로 갈아 둔다.
코어의 배치에 주목 (사진은 설명용으로서
선을 짧게 했음)
위에서 각각 고아 A 코어 B 코어 C입니다.



4. 발룬의 제작 제2

선의 순서에 주의해서 각 코어에 포말선을 나란히 감기 (좌에서 앞쪽으로 우측방향)



5. 발룬의 제작-その3

左からA, B, Cの順に並べる. 同軸の中心線に接続するのはこの3本. すべてのコアの始点(印あり).

6. 발룬의 제작-その4

同軸のGND側(編線)に接続するのはこの3本. すべてのコアの印しがないほうの始点.

7. 발룬의 제작-その5

A의 종점(印なし)とB의 종점(印あり)를接続.

5. 발룬의 제작 제3

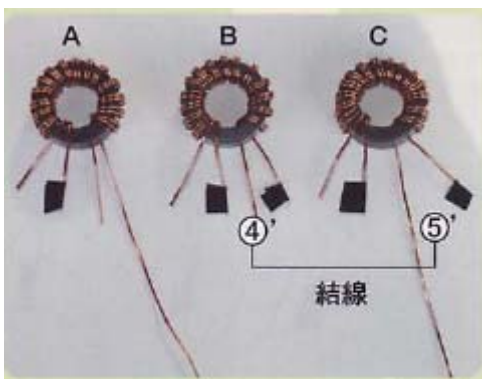
좌에서 A, B, C의 순으로 나란히 합니다. 동축의 중심선에 접속하는 것은 그 3본
전부 코어의 시점 (표시한 것)

6. 발룬의 제작 제4

동축의 GND 측 (편선) 에 접속하는 것은 그 3본, 전부 코어에 표시가 없는 쪽이 시점

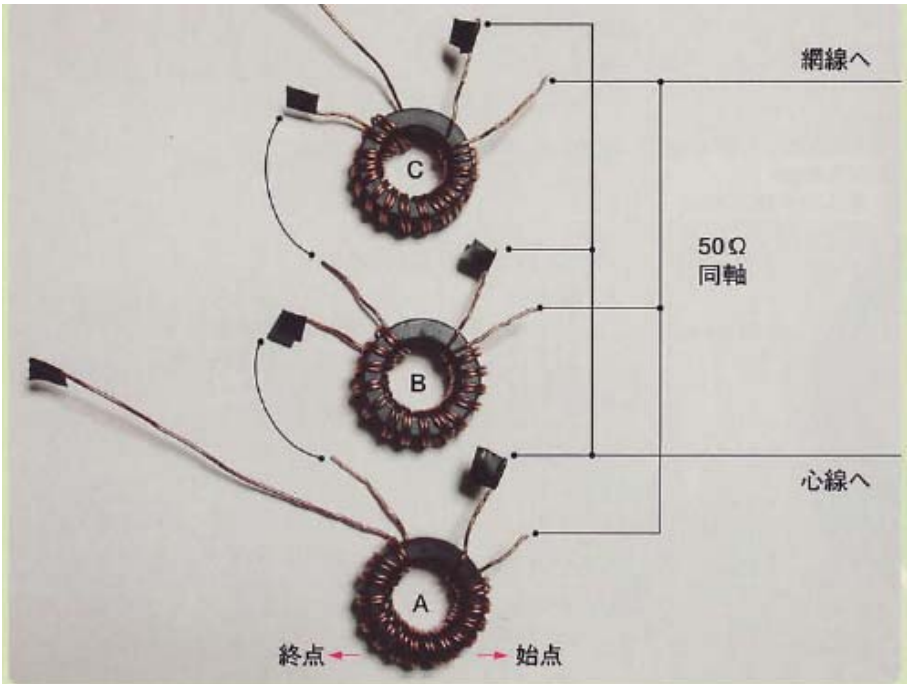
7. 발룬의 제작 제5

A의 종점 (표시없는것) 과 B의 종점 (표시 있는것)를 접속



8. 발룬의 제작 제6

B의 종점(표시 없는 것)와 C의 종점(표시 있는 것)을 접속



9. 발룬의 제작 제7

모든 코어를 겹친 모양
 ⑤~⑥의 접속은 옆의
 예 대로 펼쳐 둔다.



10. 발룬의 제작 제8

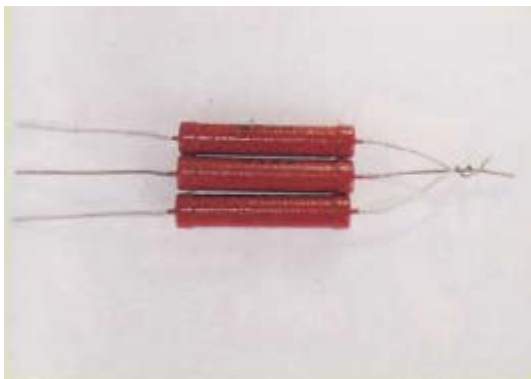
⑦, ⑧은 표시 없는 것과 표시 있는 것을 묶어
 있는 것에 주의, 긴것 2줄은 엘레멘트로



11 バランのチェック
 バランと450Ω抵抗を繋いで、アンテナアナライザでチェック。おおむねSWR=2前後になればOK。測定時など抵抗は1/4Wほどのカーボン抵抗でよい。

11. 발룬의 체크

발룬은 450옴 저항을 묶어서, 안테나 아나라이저로 체크, 일반적으로 SWR=2 전후가 되면 OK, 측정시 등 저항은 1/4W 정도의 카본 저항이 좋음.



12. 종단저항의 제작 제1

500옴이 되도록 합성한다. 예를들면, 10kΩ을 20개를 병렬로 하면 500Ω
 프린트 기판에 배치해도 좋으나 갯수가 많아 전체적인 체적이 커진다.



軸となる線に1本ずつ巻きつけていく、数本重ねたらはんだ処理する

13. 종단저항의 제작 제2

20개를 묶은 저항을 테스트로 체크한다. (저항 500Ω이 될 것이다)
 산화금속피막저항 (5W 형태) 10 kΩ을 20개 접속하면 직경 4 cm의 종단저항이 된다.



14. PVC 관의 절단, 구멍뚫기

길이 65 cm씩 절단, 양단에서 2.5 cm 에서 관통구멍을 뚫는다 (방향의 통일에 주의)
PVC 의 프린트 글자를 대충하면 좋다.



15. 급전부 박스의 고정

발룬을 넣은 급전박스를 PVC관에 볼트를 관통시켜 고정한다.
PVC의 각 이음매 (접합 바스)는 접속의 겹치는 부분을 약 2.3 cm 정도 있어서 PVC관을 절단할 때 고려해야할것. 구멍을 뚫을때의 드릴은 저속회전으로 한다. (고속이라면 PVC관이 녹는다)



16. 발룬 넣기

모든 나사는 안에서 밖으로
엘레먼트선은 박스 외측의 나사에 고정한다.



17. 세퍼레이트와 엘레먼트의 고정

세퍼레이트가 되는 pvc관(65cm) 에 통과한 엘레먼트 (와이어)를 고정하기 위해서는, 사전에 pvc관에 타이랩을 굽혀 삽입해 둔 엘레먼트 선을 고정하는 위치에 묶는방법을 권유함.



18. 종단저항 넣기

작성한 종단저항을 합한 Ø50mm의 UV관을 종단저항을 넣는 케이스로 한다.

종단저항의 끝 부분에서 빼내서둔 선의 끝부분을 내피판에 설치한다.

관의 내부에서 나사와 함께 조인다



19. 종단저항 케이스 완성

양단에 캡을 부착하고 관의 내부에서 나온 볼트에 엘레먼트(와이어)끝을 접속한다

(기성품의 와이어 다이폴도 이 방식) 방열용의 구멍 (약 5mm) 틈을 두면 좋다.

그외에 아래쪽의 캡에 물구멍을 뚫어 두는것.

=====
자료번역

DS5UST 민철기 ds5ust@hanmail.net

출처: 별책 CQ ham radio

=====

