

## Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트를 혼합한 페라이트/고무 복합형 전파흡수체의 전파흡수특성

(김한근<sup>\*</sup> · 김삼룡<sup>\*</sup> · 이수호<sup>+</sup> · 조현철<sup>++</sup> · 사공건<sup>+++</sup>)  
(경남전문대학<sup>\*</sup> · 영월공업전문대학<sup>+</sup> · 경북전문대학<sup>++</sup> · 동아대학교<sup>+++</sup>)

### Microwave Absorption Properties of Ferrite/Rubber Composite Microwave Absorber mixed Ni-Zn ferrite and Ni<sub>2</sub>Y ferrite

H.G. Kim<sup>\*</sup>, S.R. Kim<sup>\*</sup>, S.H. Lee<sup>+</sup>, H.C. Cho<sup>++</sup>, G. Sa Gong<sup>+++</sup>

Kyung-nam Junior college, Yong-wol Junior college, kyungpook Junior college, Dong-A univ.

**Abstract-** In this study, the ferrite/rubber composite microwave absorbers mixed Ni-Zn ferrite and Ni<sub>2</sub>Y ferroxplana were prepared in order to control matching condion. The variation of the material constants( $\epsilon'$ ,  $\mu'$ ) and microwave absorbing characteristics were investigated with various ferrite mixing ratio. The material constants of ferrite/rubber composite microwave absorber could be controlled by variation ferrite mixing radio. The matching frequency and thickness could be controlled with various ferrite mixing ratio.

조가 다른 異種의 페라이트 즉, Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트를 각각 혼합하여 고무와 복합화한 페라이트/고무 복합형 전파흡수체를 제작하여 RADAR 허상방지 및 디지털기기의 유해한 전자파 방지에 응용하기 위하여 C-X 주파수 영역(4~12[GHz])에서 이들 전파흡수체의 전파흡수 특성을 고찰하였다.<sup>7)</sup>

#### 2. 전파흡수체의 정합조건

전파흡수체는 반사파가 생기지 않도록 후면에 금속판을 부착하고 그것에서의 반사 영향과 전파흡수체 전면의 반사를 잘 제어하여야 한다.

자유공간의 임피던스를 고려한 규격화 입력임피던스  $\bar{Z}_{in}$ 는 식 (1)과 같다.<sup>8)</sup>

$$\bar{Z}_{in} = \sqrt{\mu_r' / \epsilon_r'} \tanh(2\pi d / \lambda_0 \sqrt{\mu_r' \cdot \epsilon_r'}) \quad \text{---- (1)}$$

여기서  $\mu_r'$ 은 복소비투자율,  $\epsilon_r'$ 은 복소비유전율,  $d$ 는 전파흡수체의 두께이다.

식 (1)에서  $\bar{Z}_{in} = 1$  일때가 정합조건이며, 이 정합조건을 만족시키기 위해서는  $\mu_r'$ ,  $\mu_r''$ ,  $\epsilon_r'$ ,  $\epsilon_r''$ ,  $d/\lambda_0$  등 5가지의 변수를 충분히 고려하여야 한다.

전파흡수체의 반사감쇠량(R.L.: Reflection Loss)은 위의 식(1)의  $\bar{Z}_{in}$ 의 함수를 사용하여 아래식 (2)에 대입하여 계산한다.<sup>9)</sup>

$$R.L. [dB] = 20 \log \left| \frac{\bar{Z}_{in} - 1}{\bar{Z}_{in} + 1} \right| \quad \text{----- (2)}$$

#### 1. 서 론

전자통신 기술의 발달과 전자기기의 다양화로 전자파 환경이 날로 악화되고 있다.<sup>1)</sup> 최근에는 각종 전자기기 등에서 발생하는 유해한 전자파가 기기상호간의 동작방해 및 인체에 해를 미치는 등과 같은 전자파 환경에 대한 대책이 절실히 요구되고 있는 실정이다.<sup>2-3)</sup> 또 교량의 철골구조물 등에 의한 선박용 레이더의 허상현상, 각종 산업현장에서의 생산 설비나 은행의 컴퓨터 단말기의 오동작 현상, 교통 수단 및 핵발전소의 제어 장치의 오동작 현상 등과 같이 일반 가정의 소비용품으로부터 산업, 군사, 우주, 항공분야 등에서 각종 전자파 장애(EMI: Electromagnetic Interference)에 대한 대책이 심각한 사회적 문제로 대두되고 있다.<sup>4)</sup> 이러한 전자파 장애를 방지하기 위한 재료로 마이크로파 영역에서 높은 손실을 갖는 페라이트가 주목을 받고 있다.<sup>5)</sup> 페라이트를 사용한 전파흡수체에는 소결형과 복합형으로 분류하는 데, 주로 GHz용으로 복합형이 사용되고 있다.

복합형 전파흡수체의 재료정수와 전파흡수 특성은 페라이트 분말의 입경, 페라이트 분말과 고분자 매질의 혼합비(F/R), 페라이트의 화학조성 등에 의하여 변화한다.<sup>6)</sup> 따라서 본 연구에서는 절정구

#### 3. 실험 방법

Ni-Zn 페라이트 분말과 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트 분말의 혼합량에 따른 복합형 페라이트/고무 전파흡수체의

재료정수 변화를 고찰하기 위하여 그림 1에서와 같이 1000(°C)에서 1시간 소결한 Ni-Zn 페라이트 분말과 1100(°C)에서 2시간 소결한 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트 분말 그리고 실리콘 고무를 혼합하여 F/R=4.0인 외경 7(mm), 내경 3(mm)인 도우넛형의 복합형 전파흡수체 시편을 제조하였다. 이때 사용한 전체 페라이트의 무게에 대하여 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트 분말을 100wt%에서 0wt%로 변화시켜가며 전파흡수체 시편을 제조하였다.

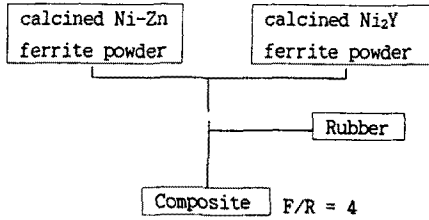
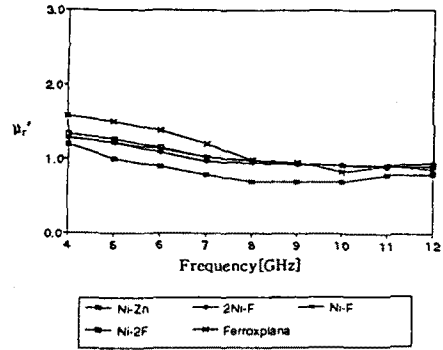


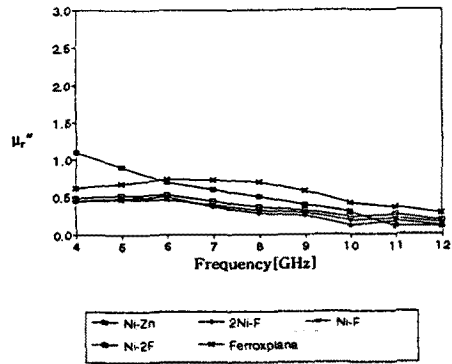
Fig. 1. Flow chart for preparation of Ni-Zn/Ni<sub>2</sub>Y composites microwave absorber.

#### 4. 실험결과 및 고찰

그림 2(a) 및 (b)는 Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트를 혼합하여 제작한 페라이트/고무 복합형 전파흡수체의 복소비투자율의 변화를 나타낸 것이다. Ni-Zn 페라이트 흡수체의 시편은 주파수가 증가할수록 복소비투자율의 허수항( $\mu_r''$ )은 감소하고 있으며, Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y를 혼합한 전파흡수체 시편은 6(GHz)까지는 복소비투자율의 허수항( $\mu_r''$ )이 증가하다가 그 이상의 주파수에서 감소하고 있다. Ni<sub>2</sub>Y 전파흡수체 시편은 7(GHz)까지는 복소비투자율의 허수항( $\mu_r''$ )이 증가하다가 그 이상의 주파수에서 감소하고 있다. Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y를 혼합한 전파흡수체 시편에서는 C-band (4~8GHz)범위에서는 Ni-Zn 페라이트에 Ni<sub>2</sub>Y의 혼합량이 증가할수록 복소비투자율의 실수항( $\mu_r'$ )은 증가한 반면, X-band(8~12GHz)범위에서는 Ni<sub>2</sub>Y의 혼합량이 증가할수록 감소하였다. 따라서 Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y를 혼합한 전파흡수체 시편의 공명현상은 Ni-Zn 페라이트보다는 높고, Ni<sub>2</sub>Y 페라이트보다는 낮은 6(GHz)부근에서 관찰되었다. 이는 높은 주파수대역에서 공명현상이 일어나는 Ni<sub>2</sub>Y 페라이트의 혼합으로 공명주파수가 이동된 것으로 생각된다.



(a)  $\mu_r'$  vs frequency

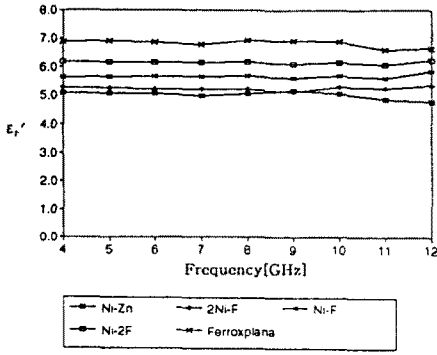


(b)  $\mu_r''$  vs frequency

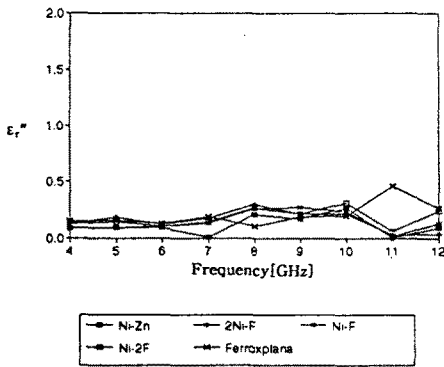
Fig. 2. Frequency properties of the complex permeability for ferrite/rubber composite absorbers mixed both Ni-Zn ferrite and Ni<sub>2</sub>Y ferrit.

그림 3(a) 및 (b)는 Ni-Zn 페라이트와 Ni<sub>2</sub>Y를 혼합하여 제작한 페라이트/고무 복합형 전파흡수체의 복소비유전율의 변화를 나타낸 것이다.

모든 전파흡수체 시편의 복소비유전율의 실수항( $\epsilon_r'$ )은 주파수가 증가에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내고 있으며, Ni-Zn 페라이트에 Ni<sub>2</sub>Y를 혼합한 양이 증가할수록 측정주파수 범위(4~12(GHz))에서 복소비유전율의 실수항( $\epsilon_r'$ )은 증가하고 있는 경향을 나타내고 있다. 한편 복소비유전율의 허수항( $\epsilon_r''$ )은 혼합비에 관계없이 거의 일정한 값(0.3~0.004)을 나타내었다.



(a)  $\epsilon_r'$  vs frequency



(b)  $\epsilon_r''$  vs frequency

Fig. 3. Frequency properties of the complex permittivity for ferrite/rubber composite absorbers mixed both Ni-Zn ferrite and  $Ni_2Y$  ferrit.

그림 4는 Ni-Zn 페라이트와  $Ni_2Y$  페라이트를 혼합하여 제작한 페라이트/고무 복합형 전파흡수체

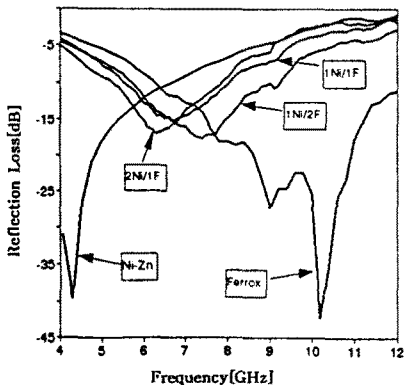


Fig. 4. Reflection loss of ferrite/rubber composite absorbers mixed both Ni-Zn ferrite and  $Ni_2Y$  ferrit.

의 반사감쇠량을 나타낸 것으로, 정합주파수가 각각 4.3, 6.3, 6.9, 7.4 및 10.2(GHz)로 규칙적으로 증가되었다. 이는 Ni-Zn 페라이트에  $Ni_2Y$  페라이트의 혼합량에 따라 정합주파수가 적절하게 제어할 수 있음을 알 수 있었다.

## 5. 결 론

페라이트/고무 복합형 전파흡수체의 정합조건을 제어하는 방법으로써 결정구조가 다른 이종 페라이트 즉 Ni-Zn 페라이트와  $Ni_2Y$  페라이트를 혼합하여 제작한 페라이트/고무 복합형 전파흡수체의 재료정수와 전파흡수능을 고찰한 결과는 다음과 같다.

1. 이종의 Ni-Zn 페라이트와  $Ni_2Y$  페라이트의 혼합량에 따라 복합형 전파흡수체의 재료정수를 적절히 조절할 수 있었다.
2. 페라이트/고무 복합형 전파흡수체의 정합조건(정합주파수, 정합두께)의 제어가 가능함을 알 수 있었다.

## [참 고 문 헌]

- [1] 乾哲司, "電波吸收體", エレクトロニクセラミクス, pp. 18~24, 1985.
- [2] 山下博司, 小野信幸, 橋本康雄, 石野乾, 井上光雄, 秋田慶一, "テレビゴースト防止を目的とした建材用電波吸収壁, 電子通信學會論文誌, vol. J61-B, No. 8, pp.729~736, 1978.
- [3] 橋本康雄, 石野健, 栗原弘, "TV ゴースト防止用フェライト電波吸収體", EMCJ88-6, pp. 37~44, 1988.
- [4] 김한근, 신광호, 사공건, "S-band용 Ferrite/Rubber 복합형 전파흡수체에 있어서 첨가물의 효과", 대한전기학회논문지, Vol.43, No. 8, pp. 1317~1323, 1994.
- [5] 內藤喜之, "電波吸收體", オーム社, p.85, 1989.
- [6] 石野建, 橋本康雄, "電波吸收材料", 機能性複合材料, 森田幹郎編, シーエムシー社, pp. 166~174, 1986.
- [7] 橋本康雄, "電磁波吸收材料", 日本ゴム協會誌, 第57卷, pp. 218~223, 1984.
- [8] 關江雄, "電波吸收體と電波暗室", シーエムシー社, p. 162, 1989.
- [9] Y.Naito and T.Mizumoto, "Effect of Doping Carbon in a Electromagnetic Wave Absorber, Rubber Ferrite", 電子通信學會論文誌, Vol.J69-C, No.3, pp.257~261, 1986.