

Development and Goals of smart EM wave absorber with heat radiating function

Dong Soo Choi^{*}, Dong Il Kim[†], Do Yeol Kim^{**}, and Dong Han Choi^{***}

[†], ^{*}, ^{**} Department of Radio Sciences & Engineering, Korea Maritime University, Busan, Korea

ABSTRACT : With the progress of electronics and radio communication technology, human enjoys greater freedom in communication. However, EMW (Electro-Magnetic wave) environments have become complicate and more difficult to control. Thus, international organizations, such as the American National Standard Institution (ANSI), Federal Communications Commission (FCC), the Comite Internationale Special des Perturbations Radio electrique (CISPR), etc, have provided standard for controlling the EM wave environments and for the countermeasure of the electromagnetic compatibility (EMC). In this paper, the status of EMW absorber and the goal of smart EMW absorber ifor the future were described. Furthermore, design method of the smart EM wave Absorber with heat radiating function was suggested. The designed smart EM wave Absorber has the absopition ability of more than 5 dB from 2 GHz to 2.45 GHz band, one optimum aperture (hole) size of which was 6 mm, 9 mm in adjacent hole space, and 6.5 mm in thickness, respectively. Thus, it is repected that these results can be applied to various EMC devices in electronic, communication, and controlling systems.

KEY WORDS : EM wave absorber, EM wave absorption, Amorphous Metal Powder, aperture (hole)

발표 순서

- ▣ 서론
- ▣ 전파흡수체 설계이론
- ▣ 샘플 제작 및 재료정수 측정
- ▣ 전파흡수체 제작 및 측정
- ▣ 결론

Korea maritime Univ. Microwave Lab. 2

서론

• EMI / EMS 3요소

잡음원 → 전달경로 → 장애기기

• 대책기법의 선택: "위의 구성요소중 어느 부분을 제어할 것인가?"에 의존

전자파방출 [EMI] 규제
: 제품에서 발생하는 전자파양의 규제

전자파내성 [EMS] 규제
: 외부 전자파에 대해 견디는 정도를 규제

Korea maritime Univ. Microwave Lab. 4

서론

전자정보기기발달 함에 따라

- > 고속, 디지털화
 - ✓ 전송신호 주파수대역의 증가
 - ✓ 고주파 신호의 방사 증대
- > 소형화
 - ✓ 밀집도 증가
 - ✓ 인접 부품간의 상호결합의 증대
- > 저 전력화
 - ✓ 외부의 전자파 간섭에 대한 내성 저감

→ EMI / EMS 문제가 심각해짐

Korea maritime Univ. Microwave Lab. 3

서론

전파흡수체를 통한 EMC대책 강구
→ 2.44 GHz ISM 대역에서 흡수능 5 dB 이상, 두께 1 mm 이하의 전파흡수체 개발

Korea maritime Univ. Microwave Lab. 5

[†] 교신저자 (중신회원) tgjeong@hhu.ac.kr

^{*} 중신회원 tgj@chol.com

전파흡수체 설계 이론

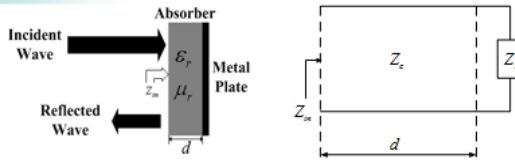


그림 1. 단층형 전파흡수체 및 전송선로로의 등가화

- 전파흡수체의 반사손실(Return loss)

$$RL = -20 \log \left(\frac{Z_{in} - 1}{Z_{in} + 1} \right) \quad \dots (1)$$

- 부하를 들어본 입력 임피던스

$$Z_{in} = Z_c \frac{Z_L + Z_c \tanh \gamma_c d}{Z_c + Z_L \tanh \gamma_c d} \quad \dots (2)$$

재료정수의 계산과정

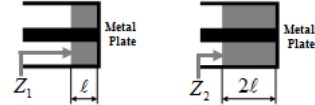


그림 2. Sample Holder 내의 Sample

- 시료의 길이가 ℓ 일때 정규화 입력 임피던스

$$z_1 = z_c \tanh(\gamma_c \ell) \quad \dots (8)$$

- 시료의 길이가 2ℓ 일때 정규화 입력 임피던스

$$z_2 = z_c \tanh(\gamma_c 2\ell) \quad \dots (9)$$

$$= \frac{2z_c \tanh \gamma_c \ell}{1 + \tanh^2 \gamma_c \ell} = \frac{2z_1}{1 + \tanh^2 \gamma_c \ell}$$

- 정규화 특성임피던스 및 전파정수

$$z_c = \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \quad \dots (10)$$

$$\gamma_c = j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \quad \dots (11)$$

전파흡수체 설계 이론

$$Z_c = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \quad \dots (3)$$

$$\gamma_c = j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \quad \dots (4)$$

Z_0 : 자유공간의 임피던스 ϵ_r : 비유전율
 λ : 입사한 평면파의 진공중 파장 μ_r : 비투자율

- 식 (2)에 식 (3)와 식 (4)를 대입

$$Z_{in} = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left(j \frac{2\pi d}{\lambda} \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \right) \quad \dots (5)$$

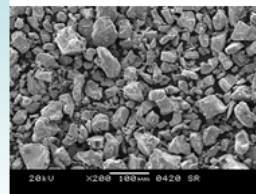
- 정규화 입력 임피던스

$$z = \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left(j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon_r \mu_r} d \right) \quad \dots (6)$$

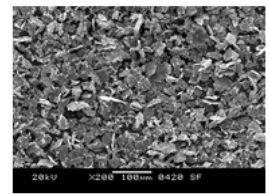
- 반사가 없는 무반사조건

$$\sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \tanh \left(j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon_r \mu_r} d \right) = 1 \quad \dots (7)$$

자성손실 재료



(a) Raw amorphous metal powder



(b) Flaked amorphous metal powder

그림 3. amorphous metal powder

재료정수의 계산과정

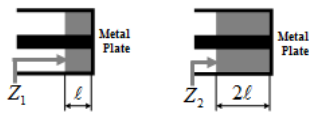


그림 2. Sample Holder 내의 Sample

- 시료의 길이가 ℓ 일때 정규화 입력 임피던스

$$z_1 = z_c \tanh(\gamma_c \ell) \quad \dots (8)$$

- 시료의 길이가 2ℓ 일때 정규화 입력 임피던스

$$z_2 = z_c \tanh(\gamma_c 2\ell) \quad \dots (9)$$

$$= \frac{2z_c \tanh \gamma_c \ell}{1 + \tanh^2 \gamma_c \ell} = \frac{2z_1}{1 + \tanh^2 \gamma_c \ell}$$

- 정규화 특성임피던스 및 전파정수

$$z_c = \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} \quad \dots (10)$$

$$\gamma_c = j \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \quad \dots (11)$$

전파흡수체 Sample 제작

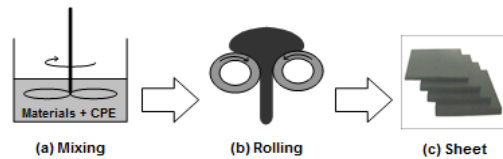


그림 4. 전파흡수체 Sheet 제작 과정

amorphous metal powder	CPE
70 wt.%	30 wt.%

전파흡수체 Sample 제작

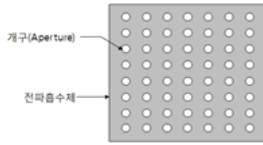


그림 5. 개구를 포함하는 전파흡수체



그림 6. 열화상 카메라

Korea maritime Univ. Microwave lab.

12

측정 결과 및 분석

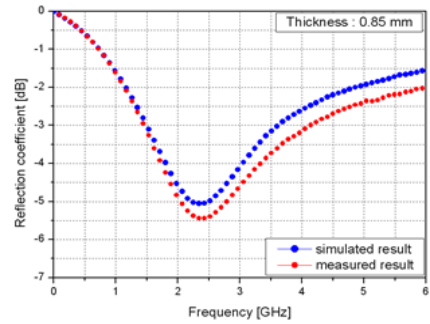


그림 11. Amorphous Metal Powder : CPE = 70 : 30 wt.%일 때 전파 흡수능 비교

Korea maritime Univ. Microwave lab.

15

측정 시스템 구성

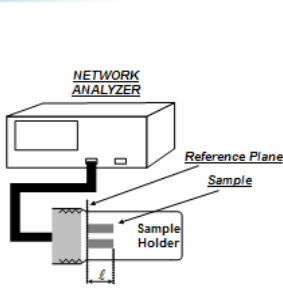


그림 7. 방사계수 측정 시스템



그림 8. Vector Network Analyzer (HP 8753D)



그림 9. Sample Holder

Korea maritime Univ. Microwave lab.

13

결론

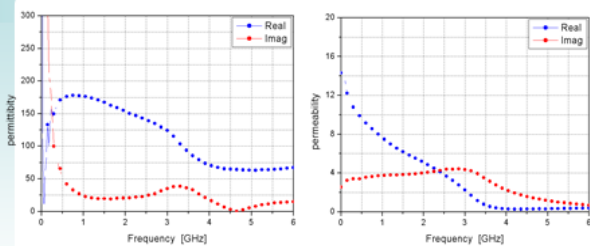


- ◆ 전자정보기기의 발달로 인한 EMI/EMS 문제가 심각해짐
- ◆ 전파흡수체를 통한 EMC 대책 강구
- ◆ 2.44 GHz ISM 대역에서 사용할 수 있는 전파흡수체 개발
 - 자성재료인 Amorphous Metal Powder를 가공하여 평판화시킨 Flaked Amorphous Metal Powder를 이용하여 첨가하여 전파흡수체 샘플 제작·분석
 - 재료정수를 이용한 시뮬레이션을 통해 최적 조성비 및 두께 확인
 - 설계된 전파흡수체의 제작 및 측정
- ◆ 조성비 Flaked Amorphous Metal Powder : CPE = 70 : 30 wt.%인 두께 0.55 mm인 전파흡수체 개발
- ◆ 실제 측정 결과 중심주파수 2.44 GHz 에서 5.45 dB 흡수능을 가짐
- ◆ 복사 및 전도 되는 방열량은 41 W/mk (시험온도 23도)

Korea maritime Univ. Microwave lab.

16

Sample의 재료정수



(a) 복소비유전율

(b) 복소비투자율

그림 10. 조성비 Amorphous Metal Powder : CPE = 70 : 30 wt.% 샘플의 재료정수

Korea maritime Univ. Microwave lab.

14