

# PCB상의 전자파노이즈 억제용 전파흡수체 개발

최 동수\* · † 김 동일 · 최 동한\*\*

† 한국해양대학교 시스템공학부 교수, \*KPC 전략팀장

**요 약** : 본 논문에서는 Flake Sendust 금속분말을 이용하여 ISM 대역에서 PCB 노이즈 억제용 전파흡수체를 설계·제작하고 검토한 결과를 보고한다. 먼저 자성손실 재료인 Sendust 금속분말을 사용한 전파흡수체의 특성을 예비 시험한 후, 그 특성을 개선하기 위하여 Flake Sendust 분말과 CPE의 조성비를 각각 60 : 40 wt.%, 70 : 30 wt.%, 80 : 20 wt.%로 하고, 두께 1 mm, 2 mm의 sheet형 전파흡수체 샘플을 제작하였다. Network Analyzer를 이용하여 제작한 샘플의 반사계수를 측정하고, -2법으로 재료정수(복소비유전율, 복소비투자율)를 계산하였다. 계산된 재료정수값을 이용하여 최적의 전파흡수체를 설계하여, 조성비 Flake Sendust : CPE = 70 : 30 wt.%, 두께 0.55 mm의 전파흡수체를 제작하였다. 이 전파흡수체는 2.44 GHz 대역에서 5.45 dB의 흡수능을 나타냄으로써 목표치인 5 dB를 달성하였다.

**핵심용어** : Flaked Sendust, 전파흡수체, 재료정수, PCB, 전파흡수능

## ISM 대역에서 PCB 기판상의 전자파노이즈 억제용 전파흡수체 개발

한국해양대학교 전파공학과

최 동 수, 김 동 일, 최 동 한

---

### 발 표 순 서

- ▣ 서 론
- ▣ 전 파 흡 수 체 설 계 이 론
- ▣ 샘플 제작 및 재료정수 측정
- ▣ 전 파 흡 수 체 제 작 및 측 정
- ▣ 결 론



Korea maritime Univ. Microwave lab. 2

### 서 론

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

---

### 서 론

• EMI / EMS 3요소

잡음원

전달경로

장해기기

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

전자파방출 [EMI] 규제

: 제품에서 발생하는 전자파양의 규제



전자파내성 [EMS] 규제

: 외부 전자파에 대해 견디는 정도를 규제





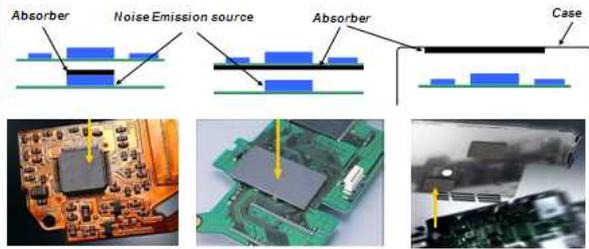
Korea maritime Univ. Microwave lab. 4

† 교신저자 (중신회원) dikim@hhu.ac.kr

\* 학생회원 dschoi@hhu.ac.kr

\*\* 정회원 livedong@nate.com

# 서론



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

# 재료정수의 계산과정

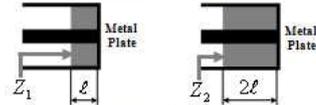


그림 2. Sample Holder 내의 Sample

• 시료의 길이가  $l$  일 때 정규화 입력 임피던스

$$z_1 = z_0 \tanh(\gamma_c l) \quad \dots (8)$$

• 정규화 특성임피던스 및 전파정수

$$z_0 = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad \dots (10)$$

• 시료의 길이가  $2l$  일 때 정규화 입력 임피던스

$$z_2 = z_0 \tanh(\gamma_c 2l) \quad \dots (9)$$

$$= \frac{2z_0 \tanh \gamma_c l}{1 + \tanh^2 \gamma_c l} = \frac{2z_1}{1 + \tanh^2 \gamma_c l} \quad \dots (11)$$

• 전파정수

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

# 전파흡수체 설계 이론

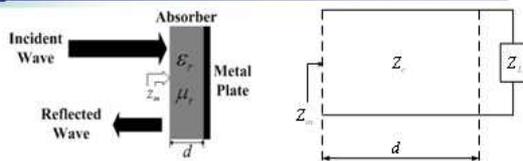


그림 1. 균질물 권피정수 및 권손선로로서의 등가물

• 전파흡수체의 반사손실(Return loss)

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

• 부하를 등어디본 입력 임피던스

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z + Z_0 \tanh \gamma d}{Z_0 + Z \tanh \gamma d} \quad \dots (2)$$

# 재료정수의 계산과정

• 식 (8)과식 (9)로부터

$$z_2 = z_1 \sqrt{\frac{z_0}{2z_1 - z_0}} \quad \dots (12)$$

• 식 (10), (11), (12), (13) 으로부터

$$\epsilon_r = -j \frac{\lambda}{2\pi} \frac{\gamma_c}{z_0} \quad \dots (14)$$

$$\mu_r = -j \frac{\lambda}{2\pi} \cdot z_0 \cdot \gamma_c \quad \dots (15)$$

• 전파정수

$$\gamma_c = \frac{1}{l} \tanh^{-1} \sqrt{\frac{2z_1 - z_0}{z_0}} \quad \dots (13)$$

# 전파흡수체 설계 이론

• 정규화 입력 임피던스

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

• 반사가 없는 무반사조건

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

• 식 (2)에 식 (3)와식 (4)를 대입

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

• 정규화 입력 임피던스

$$Z_0 = Z_0 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad \dots (3)$$

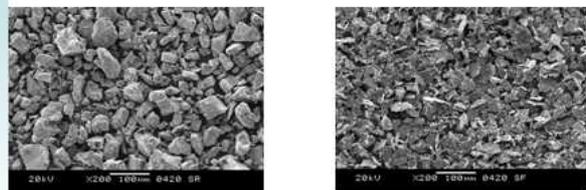
• 전파정수

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

• 매개변수

$Z_0$ : 자유공간의 임피던스     $\epsilon$ : 비유전율  
 $\lambda$ : 입사한 평면파의 공공중 파장     $\mu$ : 비투자율

# 자성손실 재료



(a) Raw Sandust powder    (b) Flaked Sandust powder

그림 3. Sandust powder

## 전파흡수체 Sample 제작

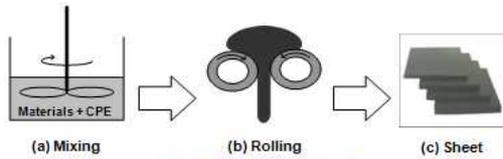


그림 4. 전파흡수체 Sheet 제작 과정

|         |         |
|---------|---------|
| Sendust | CPE     |
| 60 wt.% | 40 wt.% |

## 측정 결과 및 분석

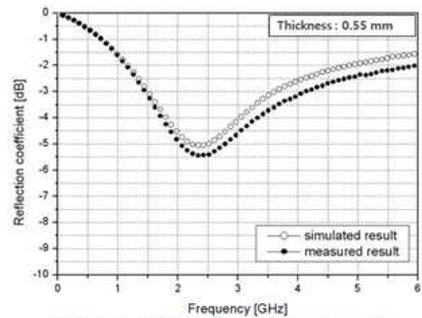


그림 8. Sendust : CPE = 70 : 30 wt. %일 경우 흡수율 비교

## 측정 시스템 구성

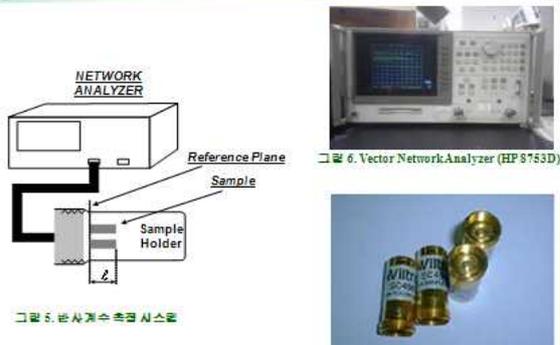


그림 5. 방사계측 측정 시스템

그림 6. Vector Network Analyzer (HP 8753D)

그림 7. Sample Holder

## 측정 결과 및 분석

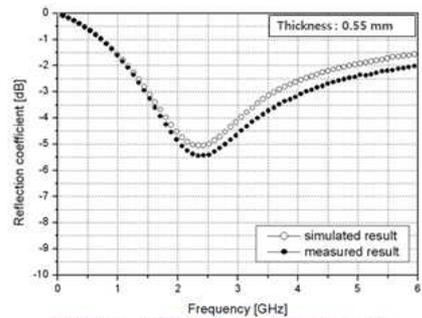
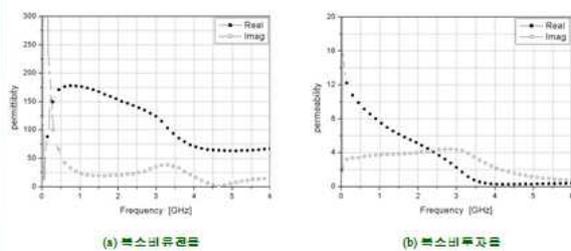


그림 8. Sendust : CPE = 70 : 30 wt. %일 경우 흡수율 비교

## Sample의 재료정수



(a) 복소비유전율

(b) 복소비투자율

그림 9. 조성비 Sendust : CPE = 60 : 40 wt. % 샘플의 재료정수