

# 연자성 금속분말을 이용한 준 마이크로파 대역용 전파흡수체의 설계 및 제조

(주)창성 중앙연구소  
이경섭, 윤여춘\*, 강두인, 이태경, 최광보  
한국과학기술연구원(KIST)  
김상우, 윤용운

## 1. 서론

최근 정보화 사회로의 발전과 함께 급속히 보급되어온 휴대폰은 단순 음성통화위주의 기능을 넘어 영상정보의 저장 및 송수신 기능을 수행하는 개인정보처리 단말기로서 기능이 변화하고 있다. 또한 디지털 카메라와 캠코더 등과 같은 소형 디지털 전자기기의 데이터 처리용량과 속도가 점차 대용량화, 고속화 되고 있어 이러한 소형디지털전자기기 내에 고밀도로 실장된 전자부품들과 배선들 간에 발생하는 준마이크로파 대역의 전자기간섭문제(EMI)가 전에 비해 매우 심각한 문제로 인식되고 있으며, 관련업계 내에서는 이러한 전자기 간섭문제를 해결하기 위한 노력이 활발하다. 이러한 전자파장해 대책의 일환으로서 소형 디지털 전자기기의 제한된 공간 내에서 방사된 준 마이크로파 에너지를 열로 변환시키는 전자파흡수 재료가 주목받고 있으며, 특히 연자성 금속분말의 형상을 편상화 시켜 유기 고분자 중에 배향시킴으로서 준 마이크로파 대역에도 자성손실과 유전손실이 우수한 복합자성재료의 개발에 대한 관심이 높아지고 있다.

본 연구에서는 휴대폰을 비롯한 소형 디지털 전자기기의 협소한 공간 내에서 다양한 주파수의 마이크로파 노이즈에 대한 최적의 전파흡수능을 갖는 노이즈 흡수체를 설계하기 위하여 연자성 금속분말의 형상의 변화에 따른 재료의 고유 주파수와 재료정수( $\mu_r'$ ,  $\mu_r''$ ,  $\epsilon_r'$ ,  $\epsilon_r''$ )와의 상관관계를 조사하였고 이러한 결과를 이용하여 준 마이크로파대역용 전파흡수체를 설계하였다.

또한 이와 함께 준 마이크로파 대역에서 주파수에 따른 재료정수가 상이한 이중의 전파흡수체를 적층시킴으로 최대노이즈감쇠능과 감쇠주파수의 제어 가능성을 검토하였다.

## 2. 실험 방법

본 실험에서 사용된 분말은 연자성 코아용 원료인  $Fe_{85}Al_9Si_6$  조성의 샌더스트 합금분말을 사용하였고, 분말의 편상화 및 두께, aspect ratio를 변화시키기 위해 attrition mill의 milling 조건을 변화시켰다. 이렇게 얻은 편상화된 분말의 aspect ratio 및 두께변화는 주사전자현미경을 이용해 관찰하였고 hall flow-meter를 이용하여 AD(겉보기밀도)를 측정하였다. 편상화된 샌더스트 분말의 두께와 aspect ratio에 따른 주파수와 재료정수의 상관관계를 조사하기 위하여 유기고분자에 일정 비율로 혼합하여 두께 1mm로 성형하였고 성형된 시편은 HP agilent社 PNA 8364A 장비로 주파수(45MHz to 10GHz)에 따른 S-parameter를 측정하여 재료정수(복소유전율, 복소투자율)를 구하였다. 이후 측정되어진 재료정수( $\mu_r'$ ,  $\mu_r''$ ,  $\epsilon_r'$ ,  $\epsilon_r''$ )값으로 전산모사실험을 통해 두께 1mm로서 0.8~1GHz의 주파수 대역에서 최대 반사손실이 일어나는 조건을 조사한 후, 전산모사실험결과와 실제 제작된 sheet의 실측값을 비교 하였다.

또한 적층실험을 위해 편상화된 순철 및 샌더스트 분말 각각을 유기고분자와 복합화 하여 재료정수를 도출 하였다. 측정된 재료정수로 전산모사실험을 통해서 총 두께 1mm의 2층형 전파흡수체로 제작되었을 경우 0.8~1GHz주파수 범위에서 최적의 반사손실이 일어날 수 있는 각각의 두께를 설계하였고,

계산된 반사손실값과 실제 제조된 전파흡수체의 실측된 반사손실값을 비교하였다.

### 3. 실험 결과

샌더스트분말은 attrition mill을 이용하여 편상화 되어졌고 분말의 aspect ratio, 두께 및 AD(겔보기 밀도)를 조절함으로써 복소투자율 및 복소유전율의 변화를 조사하였다. AD값이 낮아질수록 복소투자율 실수부, 허수부가 다소 증가 하였고, 이에 반해 복소유전율 실수, 허수는 모두 큰 폭으로 증가됐다. 이는 편상화된 분말의 두께가 감소하여 정전용량의 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.

AD값을 0.4~0.12 cc/g로 변화시켜가며 전파흡수감쇠능을 측정 하였고, 이 AD 범위 내에서는 모두 준 마이크로파 대역에서 최대반사손실이 일어났으며, AD가 감소함에 따라 반사손실이 저주파 대역으로 이동하는 경향을 보였다.

또한 이종의 전파흡수체와 적층시킨 경우 배면이 단락된 도체에 순철복합체가 위치하고 있을 때의 전파흡수감쇠능이 샌더스트가 배면이 단락된 도체에 있을 때 보다 최대전파흡수능 피크가 저주파 대역으로 이동하였다.

### 4. 결론

컴퓨터 전산 모의 실험을 통해서 연자성 금속분말인 샌더스트와 순철을 이용하여 편상화, 복합화 하여 0.8~1GHz대역에서 최대 반사손실을 갖는 전파흡수체를 설계했다. 이 설계조건으로 계산된 반사손실값과 실제 제조된 전파흡수체의 실측 반사손실값과 유사하였다.

샌더스트복합체의 최대 반사손실 1mm두께, 1GHz대역에서 -4.5dB(전력흡수율 65%)을 보였으며 샌더스트, 순철복합체의 적층을 통해서 1.43GHz대역에서 반사손실 -5.2dB(전력흡수율 70%)를 얻었다.