

## Ba계자성-유전-흑연분말수지복합재료의 X대역전파흡수특성에 주는 SiC의 영향

김명숙, 박용수

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새 재료부문의 과학자, 기술자들은 전자공업에 절실히 필요한 화합물반도체와 정밀사기재료를 개발하고 그 생산을 공업화하기 위한 연구사업을 다그치며 초전도재료와 금속수지복합재료를 비롯한 새 재료들과 우리 나라에 없는것을 대신할수 있는 재료를 개발하기 위한 연구사업도 전망성있게 밀고나가야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 487페이지)

첨단복합재료들중의 하나인 전파흡수재료의 성능을 높이기 위하여 충전제들의 전자적특성을 높이는것과 함께 결합제 또는 바탕재료로 중합물자체의 성능을 개선하기 위한 연구들이 진행되고있다.

전파흡수재료들은 결합제로서 에폭시계열수지, 아크릴계수지 등을 리용하였다. 한편 X대역이나 다른 마이크로파대역에서 전파흡수성능을 개선하기 위하여 C와 같은 전도성재료들의 영향에 대해서는 고찰[1, 2]하였으나 SiC분말이나 SiC위스커와 같은 전도성재료들의 영향에 대하여서는 구체적으로 언급되지 않고있다.

우리는 X대역에서 전파흡수분말과 알키드계수지와와의 복합으로 이루어진 복합재료를 제조하고 X대역전파흡수특성에 주는 SiC분말과 SiC위스커의 영향을 고찰하였다.

### 실험 방법

실험에서는 SiC덩어리를 절구로 충분히 분쇄한 다음 볼밀분쇄하고 만공채로 통과시킨 재료와 SiC위스커를 거칠게 분쇄하여 90 $\mu$ m채로 통과시킨 재료를 리용하였다.

그리고 Ba계자성재료들과 유전체들을 보통소성방법으로 제조하고 볼밀분쇄하였다.

선택한 조성은 Ba(MnTi)<sub>1.6</sub>Fe<sub>8.8</sub>O<sub>19</sub>+0.1Ba(Zn<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>+0.5C+xSiC이다.

다음으로 알키드계점착제수지의 농도를 결정하였다. 전자천평(《GF-3000》)으로 수지를 담은 용기의 질량을 먼저 측정하고 용기에 적당한 량의 수지를 넣고 다시 질량을 측정하였다. 다음 100°C정도에서 5~6h동안 충분히 건조하여 완전히 굳어진 상태가 된 다음 질량을 다시 측정하여 수지의 농도를 결정하였다.

수지의 농도는 다음의 식으로 결정하였다.

$$C = \frac{M_{수2} - M_{용}}{M_{수1} - M_{용}} \times 100$$

여기서 C는 수지의 농도,  $M_{수1}$ 과  $M_{수2}$ 는 증발시키기 전과 후의 수지와 용기의 합질량,  $M_{용}$ 은 용기질량이다.

수지의 농도를 결정한 다음 각이한 배합비율로 시료들을 평량하고 1h이상 충분히 혼

합하였다. 여기에 일정한 비율로 점착제수지를 넣고 다시 충분히 혼합하였다. 다음에 150mm×50mm×1.5mm인 알루미늄판들을 아세톤과 알콜, 증류수로 깨끗이 세척한 후 건조시키고 그우에 복합형전파흡수체 혼합시료를 도포하였다. 도포는 한번에 0.05~0.1mm 정도로 하면서 매번 충분히 건조로에서 건조시켰다.

흡수체의 두께가 0.9~1mm 정도이면 초고주파 측정선으로 정합상태를 측정하면서 복합형전파흡수체 시편을 완성하였다. 전파흡수특성은 X대역 초고주파 발전기(《Γ4-32A》)와 오실로그래프(《KENWOOD(S-6040)》)를 리용하여 측정하였으며 다음의 식으로 평가하였다.

$$\text{정상파결수 } S = \frac{|V|_{\text{최대}}}{|V|_{\text{최소}}} = \frac{|I|_{\text{최대}}}{|I|_{\text{최소}}} = \sqrt{\frac{\alpha_{\text{최대}}}{\alpha_{\text{최소}}}}, \text{ 반사결수 } r_{\text{반}} = \left| \frac{S-1}{S+1} \right|,$$

$$\text{반사손실결수 } R = 20 \lg(1/r_{\text{반}}), \text{ 흡수률 } A = (1 - r_{\text{반}}^2) \times 100$$

## 결과 분석

X대역의 각이한 주파수에서 SiC분말의 함량에 따르는 전파흡수특성은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 SiC함량이 10질량%일 때의 시편의 정상파결수가 제일 작고 흡수특성은 최대되며 10질량%보다 많거나 적으면 흡수특성이 감소된다. 그리고 서로 다른 X대역 주파수에서도 SiC함량이 10질량%일 때 정상파결수가 최소로 된다.

SiC는 흑연분말과 같은 전도손실형전파흡수재료로서 SiC함량이 증가할 때 그것은 복합체속에서 쉽게 응집을 일으키고 호상편결되면서 통로를 형성하여 복합체의 전기전도도를 높인다.[2] 이로부터 SiC나 C를 적당한 량 첨가하면 전도손실로 인하여 복합체의 마이크로파흡수특성을 개선하며 흡수률을 높인다고 볼수 있다.

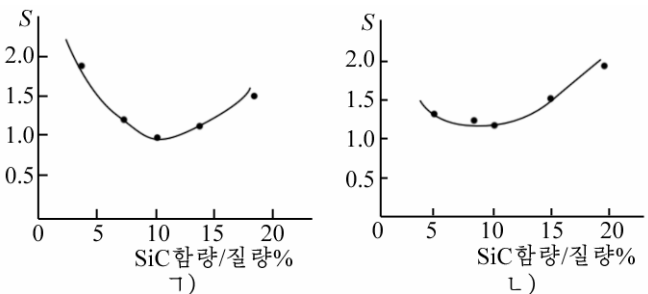


그림 1. X대역의 각이한 주파수에서 SiC분말의 함량에 따르는 전파흡수특성  
1) 9.4GHz, 2) 10.1GHz

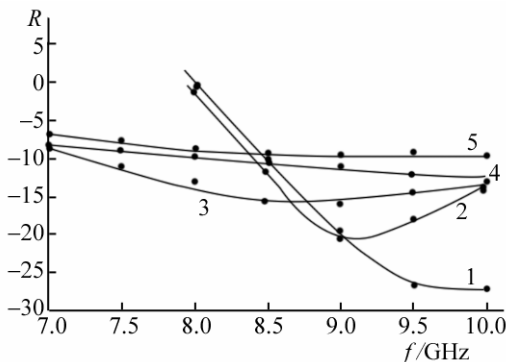


그림 2. SiC위스커 함량에 따르는 반사손실  
1-무첨가, 2-10질량% SiC분말,  
3-5는 10, 15, 25질량% SiC위스커

SiC위스커들의 함량에 따르는 반사손실은 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는바와 같이 SiC분말을 첨가한 재료는 무첨가재료에 비해 반사손실은 약간 작지만 SiC위스커를 첨가한 재료보다는 더 크다.

또한 무첨가재료와 SiC를 첨가한 재료는 흡수주파수대역이 작지만 SiC위스커를 첨가한 재료는 다른 재료에 비하여 반사손실은 좀 작지만 흡수주파수대역폭이 넓다.

이로부터 SiC위스커가 흡수재료의 주파수대역을 넓히는 작용을 한다는것을 알수 있다.

## 맺는 말

Ba계자성 유전 흑연 분말수지 복합재료에서 X대역전파 흡수특성에 주는 SiC 분말의 최적 함량은 10질량%이다. SiC 분말에 비해 SiC 위스커는 흡수대역폭을 크게 하는데서 결정적인 작용을 한다.

## 참고 문헌

- [1] Rajanroop Kaur et al.; International Journal of Science and Research, 3, 5, 1069, 2014.
- [2] P. Singh et al.; J. Appl. Phys., 93, 436, 2006.

주체106(2017)년 9월 5일 원고접수

### **Effect of SiC on X Band Electromagnetic Wave Absorbing Properties of Ba System Magnetic/Dielectric/Graphite Powder Resin Composite Material**

*Kim Myong Suk, Pak Ryong Su*

We studied microwave absorption properties of RADAR absorbing material based on doped barium ferrite, titanium dioxide and conducting carbon black. The optimum content of SiC conductance powder on the X band electromagnetic wave absorbing properties is 10wt% in composite material. We found that SiC whisker, as compared to SiC powder, plays a decisive role in widening absorption region.

Key words: composite material, RADAR absorbing material, SiC whisker