

세라믹 충전재/폴리머 복합재료의 충전재 형상에 따른 물리적 특성
(Physical propertise of ceramic filler/polymer composite with filler shape)

김래은, 전형조, 김석윤, 김용석
홍익대학교 금속재료공학과

1. 서론

최근 반도체 칩이 경박단소화 됨에 따라 칩의 단위부피당 소모되는 전력이 증가하여 발열량이 급격히 증가하게 되므로 패키징 재료의 방열성은 주요인자로 대두되고 있다.

현재 패키징 재료로 주로 사용되어지는 폴리머재료는 낮은 유전율과 제조원가가 저렴한 장점이 있으나, 열전도도가 낮고 열팽창계수가 매우 큰 단점이 있다. 이러한 문제를 보완하기 위해 높은 열전도도, 낮은 유전상수, 그리고 실리콘 소자와 유사한 열팽창 계수를 가지는 세라믹 충전재를 선택하여 폴리머 재료를 기지로 하는 복합재료의 개발이 연구되어지고 있다. 또한 복합재료의 충전재로 사용되는 세라믹 분말의 형상은 복합재료의 물리적 특성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 특히 복합재료내의 열전달은 열전도도가 높은 세라믹 충전재간의 접촉에 의해 이루어지므로 충전재의 형상에 영향을 받게된다. 따라서 본 연구에서는 세라믹 충전재의 분말 형태에 따른 복합재료의 열적 특성과 유전특성을 관찰해 보기위하여 에폭시기지에 SiC와 AlN의 구형분말과 휘스커분말을 각각 강화상으로 넣은 복합재료를 제조하여 열적 특성 및 유전특성을 측정하고, 그 특성을 비교하였다.

2. 실험방법

복합재료의 기지재로서 고상형의 novolac형을 사용하였고, phenol novolac 형의 경화제와 triphenylphosphine 경화촉진제를 사용하였다. 또한 충전재와 기지간의 계면접착력을 향상시키기 위하여 amino-silane계의 coupling agent를 첨가하였다. 충전재료는 4~5 μ m의 SiC분말과 2~3 μ m의 AlN분말, 그리고 휘스커 형상의 SiC분말을 사용하였다. 에폭시 분말과 충전재를 균일하게 혼합한 후 직사각형 몰드에 장입하여, 열가압 성형기에서 압축력이 가해진 상태에서 175 $^{\circ}$ C까지 가열한 후 경화시켜 단면 30mm \times 10mm, 높이 30mm의 직육면체 시편을 제조하였다. 이렇게 얻어진 시편의 물리적 특성으로 열전도도, 열팽창계수, 유전상수를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

제조된 복합재료의 열전도도는 충전재의 함량이 증가함에 따라 증가하였고, 특히 SiC분말의 부피분율이 50vol%의 이르러 열전도도가 급격히 증가하였다. 또한 SiC 휘스커를 사용한 경우 SiC 분말을 사용한 복합재료에 비해 열적 특성이 우수한 경향을 보였다. 한편 SiC휘스커를 충전재로 사용한 경우에는 이방성을 보였는데, 재료의 장축방향 열전도도가 단축방향에 비해 1~3W/mk 정도 높은 경향을 보였다. 이는 압축물당시 휘스커가 부분적으로 배향(orientation)이 발생하기 때문인 것으로 추정된다. 열팽창 계수는 충전재의 함량이 증가함에 따라 감소하였고, SiC휘스커/Epoxy 복합재료가 SiC분말/epoxy 복합재료에 비해 낮게 측정되었다. 즉 휘스커를 첨가한 경우가 에폭시 기지의 열팽창 계수를 감소시키는데 효과적으로 나타났다. 1MHz 에서 SiC 60vol% 첨가한 복합재료의 유전상수는 에폭시의 유전상수인 3.2에 비해 약 8배 증가하였으며, SiC분말/epoxy복합재료에 비해 SiC휘스커 /Epoxy복합재료가 높게 측정되었다. 충전재로 AlN을 사용한 경우 부피분율 50vol% 첨가한 복합재료의 유전상수는 1MHz에서의 순수한 AlN의 유전상수는 8.7인데, 제조된 복합재료의 유전상수는 6.3으로 낮아진 것을 관찰할 수 있었다. 이는 폴리머 기지의 낮은 유전상수의 영향으로 추정된다.