

분산제의 종류와 함량에 따른 SrTiO₃/사이클로올레핀폴리머 복합재료의 분산성 및 유전특성에 대한 연구

김준영, 이진원, 유명재, 이우성
전자부품연구원 전자소재 패키징 연구센터

Study of Dispersibility and Dielectric Properties in SrTiO₃/COP Composites as the kind/content of Dispersants

Jun-young Kim*, Jin-won Lee, Myong-Jae Yoo, Woo-sung Lee
Korea Electronics Technology Institute, Electronic Packaging Center

Abstract : 분산제의 종류와 함량이 무기물-유기물 복합재료의 레올로지 특성 및 유전특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다. 먼저 Multiple light scattering 방법을 통하여 용액의 입자 이동속도와 용액의 맑은층의 두께변화를 살펴보았으며 이를 통해 적절한 분산제의 선정 및 선정된 분산제의 함량비에 따른 무기물 분말의 분산 특성을 고찰하였다. 그리고 테이프 캐스팅을 통하여 테이프를 제작한 후 1GHz에서 유전특성을 측정하였다. 위 결과들을 통하여 분산제의 종류와 함량비에 따라 용액 및 슬러리의 특성이 다르며 적절한 분산제를 사용하여 유전상수 16.5에 유전손실 0.0058의 복합재료를 제작할 수 있었다.

Key Words : Dispersibility, Dielectric constant, Dielectric loss tangent

1. 서 론

Inorganic/organic 복합재료는 유기기판용 내장형 커패시터로 많은 연구가 진행되고 있는 재료이다. 부품의 소형화를 위해 주어진 공간에서 높은 축전용량이 요구되므로 높은 유전상수를 갖는 필름의 개발이 필요하다. Inorganic/organic 복합재료의 유전상수를 높이기 위해서는 사용하는 유기물과 무기물의 유전상수를 높이거나 높은 유전상수를 갖는 무기물의 함량을 증가시켜야 한다. 하지만 복합재료는 무기물의 어떠한 일정한 양에서 유전상수가 최대가 되고 그 이상의 무기물 함량을 높이면 유전상수가 증가하지 않고 오히려 감소하는 경향이 나타난다. 이런 경향의 원인은 무기물의 함량이 임계값 이상으로 증가하면 분산성 저하에 따라 pore나 void가 형성되어 유전상수가 낮아지고 흡습성과 같은 신뢰성에 문제를 야기하는 것으로 알려져 있다.

무기물 분말이 고 함량인 시스템에서 우수한 분산성을 확보하기 위해서는 분산제의 첨가는 필수적이며 사용되는 분산제의 종류와 함량에 따라 분산특성은 크게 변화한다. 슬러리의 분산특성은 분산제의 종류와 함량, 유기용매의 종류, 혼합비에 따라 변한다. 일반적으로 분산제의 종류에 따라 분말에 대해 약 0 ~ 2 wt%함량에서 우수한 분산성을 확보할 수 있으며, 이것은 분산제가 입자 표면에 흡착하여 정전기적 반발력(Electrostatic repulsion)과 입체장애(Steric hindrance)를 발생하기 때문으로 이해되고 있다.

따라서 본 연구에서는 분산제의 종류와 함량비에 따른 슬러리의 분산특성, 복합재료의 유전특성을 관찰하여 가장 우수한 분산특성과 유전특성을 얻을 수 있는 분산제의 종류와 함량비를 찾고 그 결과를 고찰하였다.

2. 실험

실험에 사용된 무기물 재료는 Strontium titanate

(SrTiO₃, density : 5.57), 사이클로올레핀계의 유기물 재료와 열가소성 수지와 가교제를 혼합하였으며 용매는 톨루엔을 사용하였다. 사용된 분산제의 특성을 표 1에 정리하였다. 종류가 다른 6가지 분산제를 무기물 분말 대비 0.5wt%, 1wt%, 2wt%를 첨가한 용액은 유리병에 밀봉하여 보관하였다. 유리병을 15분 간격으로 Multiple Light Scattering 방법을 활용하여 용액의 입자 이동속도와 맑은층의 두께변화를 측정하였다.

표 1. Characteristic of Dispersants.

Sample code	Ionization	Density at 20°C in g/ml	Charateristic
A	Cation	1.13	양친성 고분자형
B	Cation	0.9	양친성 고분자형
C	Cation	1.02	저분자 습윤형
D	Cation	0.96	저분자 습윤형
E	Anion	1.16	저분자 습윤형
F	Cation	1.00	고분자 습윤형

먼저 분산제를 용매제에 용해시킨 후 SrTiO₃ 분말을 넣어 1차 밀링을 24시간 실시하여 분산 및 혼합을 하였다. 그 후, 폴리머 레진과 가교제 및 유기물 첨가제를 넣은 후 24시간 밀링을 하여 혼합한다. 이렇게 준비된 슬러리를 가지고 테이프 캐스팅 공정을 이용하여 일정한 두께의 필름으로 제작하였다. 경화온도 250°C 압력 9.7kgf/cm²으로 vacuum lamination으로 기판을 제작하였다. 유전상수와 유전손실은 일본 AET사의 Microwave dielectrometer로 1GHz에서 측정하였다.

3. 결과 및 검토

SrTiO₃ 17vol%에 대해 6가지 분산제를 0.5wt% 첨가한 용액에 대해 시간의 경과에 따른 용액의 맑은층의 두께 변화를 그림 1에 나타내었다. 우수한 분산성을 갖는 입자는 높은 침전밀도를 가지므로 침전속도의 높이는 낮고 맑은층의 두께는 커지고 침전속도는 느려야 한다. 따라서 A, B, C, D 분산제가 우수한 분산성을 나타내는 것을 확인할 수 있다.

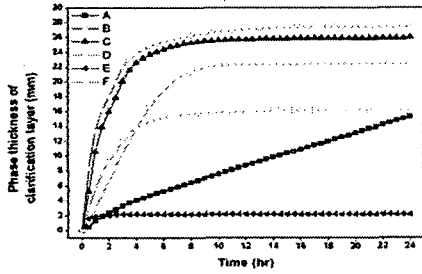


그림 1. Result of phase thickness of clarification layer with different dispersants.

SrTiO₃ 함량이 17, 40vol%일 때 4가지 분산제의 함량비에 대해 시간의 경과에 따른 용액의 맑은층의 두께변화를 그림 2에 나타내었다. 낮은 분말 함량인 경우 입자간 거

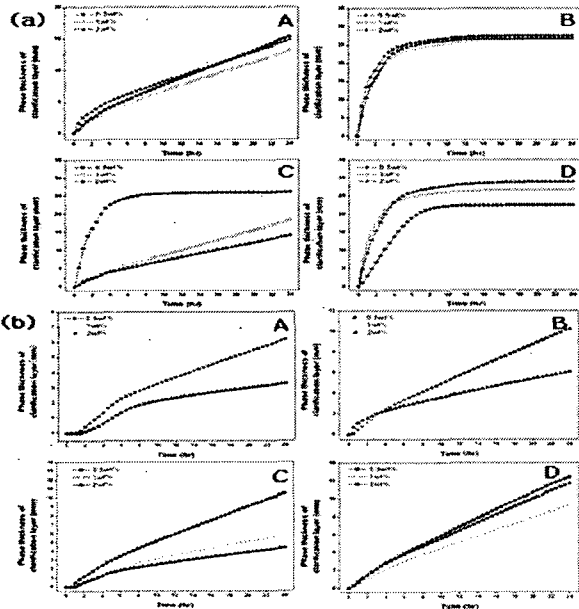


그림 2. Result of phase thickness of clarification layer with different dispersants: (a) SrTiO₃ 17vol% (b) SrTiO₃ 40vol%

리가 멀어 침전속도가 빨라 침전이 완료되지만 높은 분말 함량인 경우 침전속도가 느려 침전이 완료되지 않았음을 확인할 수 있는데 이는 입자간 거리가 가까워 입자간 반발력이 커지는 것 때문으로 추측된다.

그림 3(a)는 각각 SrTiO₃ 함량이 30, 50vol%일 때 A분

산제를 0.5~2wt% 첨가하여 제작한 복합재료의 유전특성 및 밀도를 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 분산제의 함량이 증가할수록 유전특성이 저하됨을 확인할 수 있다. 특히 낮은 분말함량에서 분산제의 함량이 증가할수록 밀도가 감소되는데 이는 분말의 분산성이 저하되어 재료내부에 기공이 형성되었음을 간접적으로 보여주고 있다.

그림 3(b)는 각각 SrTiO₃ 함량이 30, 50vol%일 때 4가지 분산제를 0.5wt% 첨가하여 제작한 복합재료의 유전특성 및 밀도를 보여주고 있다. 결과를 살펴보면 낮은 분말 함량인 경우 양친성 고분자형 분산제인 A를 사용하였을 때 우수한 유전특성을 나타냈으며 높은 함량인 경우 저분자 습윤형 분산제인 C를 사용하였을 때 우수한 유전특성을 나타내었다.

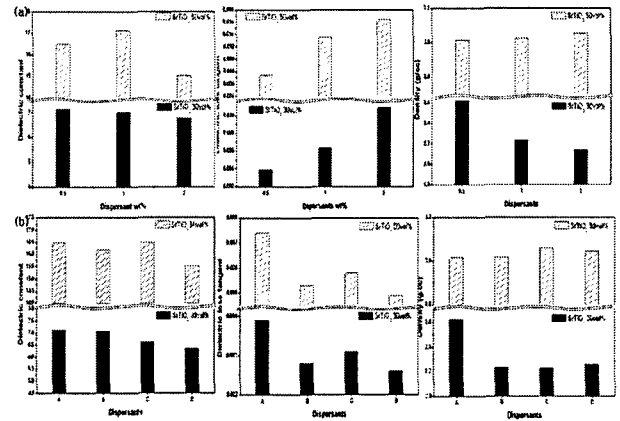


그림 3. Dielectric properties and density of SrTiO₃/COP composite: (a) Result as a function of A dispersant. (b) Different dispersants type.

4. 결론

본 연구에서는 다양한 분산제와 함량비가 SrTiO₃/COP 복합재료의 분산성 및 유전특성에 미치는 영향을 조사하였다. 분산제의 함량에 따른 영향은 높은 분말 함량에서 더욱 크며 이는 입자간 거리가 가까워 입자간 반발력이 커지기 때문인 것으로 추측되어진다. 분말이 저 함량(30vol%)일 때와 고 함량(50vol%)일 때 우수한 유전특성을 나타내는 분산제의 종류는 다른 것으로 나타났다.

따라서 무기를 분말의 함량에 따라 적절한 분산제의 종류 및 함량비의 선택은 분산성 및 유전특성에 매우 중요한 인자임을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] L. Brandt, "New materials for embedded passive component", PAN Pacific Microelectronics Symposium Proceedings, IMPAS, pp. 195-199. 1998.
- [2] Briscoe, B. J., Khan, A. U. and Luckham, P. F., Effect of dispersants on the rheological properties and slip casting of concentrated alumina slurry. J. Eur. Ceram. Soc., 1998, 18, 2141-2147.