

PMMA-Ni-PZT 복합체의 온도에 따른 유전특성

정원채, 이희영, 김정주*

영남대학교 신소재공학부, *경북대학교 무기재료공학과

Temperature Dependence of Dielectric Properties of PMMA-Ni-PZT Composite

Won-Chae Jung, Hee Young Lee, Jeong-Joo Kim*

Yeungnam University, *Kyungpook National University

Abstract : 집적회로기판의 소형화 추세에 따라 커패시터, 인덕터, 저항과 같은 수동소자를 PCB기판 내부에 임베딩하는 연구가 국내외에서 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 폴리머-금속-세라믹의 3상복합체 구조를 가지는 임베디드 커패시터의 온도변화에 따른 유전물성변화에 대하여 고찰하였다. 매트릭스를 형성하는 고분자 재료로는 PMMA를 사용하였으며, 충분히 혼합된 분말을 PMMA의 유리전이온도 보다 높은 온도에서 프레스하여 시편을 제조하였다. 유전특성은 임피던스분석기 및 LCZ미터를 이용하여 측정하였으며, 실험결과는 혼합법칙과 Percolation이론을 이용하여 해석하였다.

Key Words : PMMA, Composite, 혼합법칙, Percolation Theory

1. 서론

최근 전자제품이 경박단소화 되면서 소자를 PCB에 내장하려는 노력이 진행되고 있다. 소자의 내장화를 통해 크기의 감소뿐만 아니라 전기적 특성과 신뢰도의 증가, 빠른 스위칭 속도 등을 얻고자 하는 연구들이 많은 분야에서 이루어지고 있다. 저항, 커패시터, 인덕터 등 내장형 수동소자 중에서 특히 커패시터는 매우 중요한 역할을 하고 있다.[1]

전자 세라믹 분야의 부품들이 고기능 다품종화 되면서 복합체를 합성하는 방법이 제기되고 있다. 폴리머를 매트릭스로 하는 복합체에 대한 연구가 관심을 받고 있고 특히 내장형 수동소자에 사용되는 0-3형 복합 유전체에 대한 관심이 증대되고 있다.[2] 이러한 복합체는 폴리머의 저온 공정 가능성, 유연성, 경량성, 공정비용 절감 등의 장점과 필터로 사용되는 재료의 높은 유전율을 결합한 것이다. 폴리머에 금속을 첨가하면 얇은 층의 폴리머가 금속 입자 상이에 위치하여 커패시터를 형성한다. 금속함량에 따라 절연체에서 전도체로 변화는 Percolation현상이 나타나며, 이때 금속 함량을 Percolation threshold라 한다. 이 영역 직전에 유전율, 유전손실이 급격히 상승한다.[3,4]

본 연구에서는 폴리머에 강유전체인 PZT와 Ni을 동시에 첨가하여 PZT의 부피함량과 Ni함량에 따른 유전거동을 조사하였다. 온도에 따른 PMMA-Ni-PZT복합체의 유전율 거동도 대해서도 연구하고자 하였다.

2. 실험

본 연구는 그림 1과 같이 PMMA(2 μ m)와 금속 분말인 니켈(4 μ m), 강유전체분말 PZT(1 μ m)를 20분간 혼합을 하였다. PMMA-Ni-PZT가 혼합된 분말을 전기적 특성을 측정하기 위해서 구리 박판을 전극으로 이용해 혼합 분말을 넣고, 마운팅 프레스를 이용해 4500psi로 180 $^{\circ}$ C에서 8분간 프레스한 뒤, 20분간 cooling을 시켜서 벌크를 만들어서,

HP 4194A를 이용해서 유전율 특성을 측정하였다.

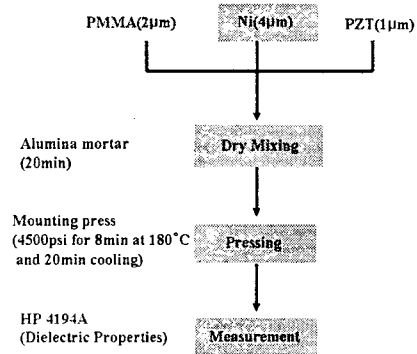


그림 1. PMMA-Ni-PZT 복합체 공정도

3. 결과 및 검토

그림2는 PMMA-Ni-PZT복합체의 PZT부피함량에 따른 유전상수를 나타내고 있다.

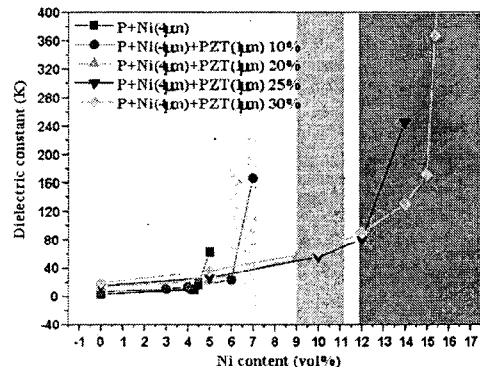
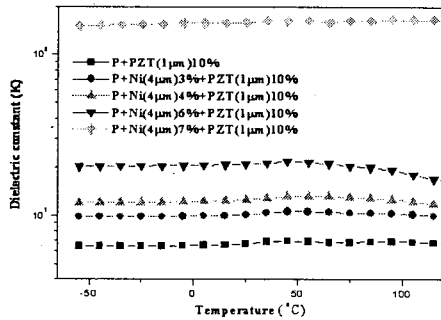
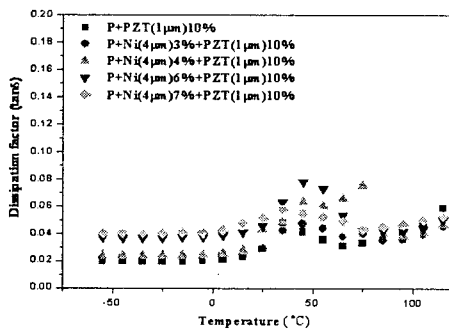


그림2. PMMA-Ni-PZT 복합체의 PZT부피 함량에 따른 유전상수

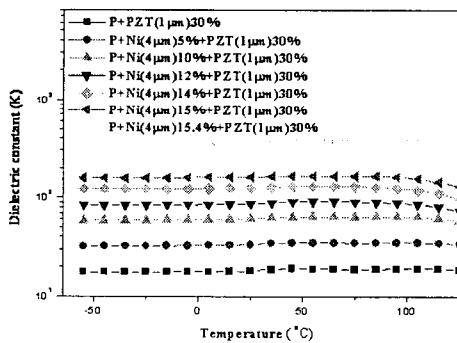
PMMA-Ni-PZT복합체의 PZT부피함량이 증가할수록 Ni간의 접촉을 막으면서, Percolation을 막고, 유전율을 증가를 나타냈다. 또한 온도에 변화시키면서 PMMA-Ni-PZT복합체의 유전상수 거동을 보기 위해서 -50°C에서 120°C까지 승온시키면서 측정하였다. [그림3]



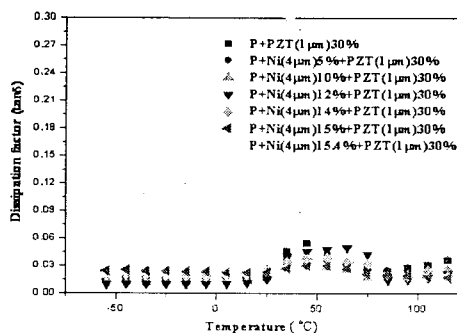
(a)



(b)



(c)



(d)

그림3. PMMA-Ni-PZT상에서 PZT부피함량10%일때 니켈부피함량에 따른 유전상수(a), 유전손실(b)과 PMMA-Ni-PZT상에서의 PZT부피함량이 30%일때, 니켈부피함량에 따른 유전상수(c), 유전손실(d)

PZT부피함량이 10%일때, 니켈 부피 함량에 따라 유전율이 증가하며, 유전손실도 그에 따라 변화 하였다. PZT부피함량이 30%일때도 니켈 부피함량에 따라 유전율이 증가하며, 유전손실도 변화하였다. 이것은 니켈 부피함량에 따라 Percolation threshold 증가에 의한 유전율값이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 온도변화에 따른 유전상수는 거의 변화가 없었다.

4. 결론

본 연구에서는 폴리머에 강유전체인 PZT와 Ni을 동시에 첨가하여 PZT의 부피함량과 Ni함량에 따라 온도에 의한 유전거동을 조사하였다. Percolation threshold 직전에서 유전율과 유전손실이 급격히 상승하는 복합체의 유전특성이 급격히 변화는 smearing영역을 찾아 온도에 따라 유전율을 측정한 결과, PZT부피함량과 Ni부피함량에 따라 많은 변화를 보였다. PMMA-Ni-PZT복합체의 PZT의 부피분율을 고정하고, Ni분율을 첨가하였을때 Percolation Threshold값이 증가하면서 PZT 10%의 경우, Ni부피분율이 0.07까지 증가함에 따라서 유전상수값은 약170정도로 증가하였다. 온도 변화에 따른 유전율은 거의 변화하지 않았으나 120°C부근에서 증가하는 경향을 보이는데 이는 PMMA의 상전이온도에 따른 영향으로 판단된다.

참고 문헌

- [1] S. K. Bhattacharya, and R. R.Tummala, J. Mater Sci-Mater. El. 11, 253(2000).
- [2] D. P. skinner, R. E. Newnham, and L. E. Cross, "Flexible composite transducers". Mat. Res. Bull., 13, 525 (1978)
- [3] Y. P. Mamunya, Y. V. Muzychenko, P. Pissis, E. V. Lebedev and M. I. Shut, "percolation phenomena in polymers containing dispersed iron", J. Polym. Eng. 42, 90-100 (2002).
- [4] C. W. Nan, "Physics of inhomogeneous inorganic materials" Prog. Mater. Sci. 37, 1 (1993).