

초임계 유체를 이용한 폴리머의 유전상수 향상 연구 Dielectric Constant Improvement Of Polymer Material Using Supercritical Fluid

*김영호¹, #차성운¹, 김신원¹

*Y. H. Kim¹, #S. W. Cha(swcha@yonsei.ac.kr)¹, S. W. Kim¹,

¹연세대학교 기계공학과

Key words : Dielectric Constant, Porous Polymer, Microcellular Foaming, Supercritical Fluid,

1. 서론

(돋움체 10pt 또는 Times New Roman 10pt)

솔리드 커패시터로 분류되는 폴리머 커패시터는 감쇄율, ESR(Equivalent Serial Resistance), breakdown voltage, ripple current 및 열적 특성 등이 우수하여 많이 이용되고 있다. 그러나 폴리머 재료 자체의 낮은 유전상수로 인해 고성능의 커패시터 유전체로 이용되지는 못 한다는 한계 역시 가지고 있다. 일반적인 폴리머 재료의 유전 상수는 2~4 정도의 값을 나타내며 범용 폴리머 중 가장 높은 값을 나타내는 polyester 의 경우 3.5 정도가 한계이다. 교류 회로에서 이용될 경우 감쇄율(dissipation factor)를 고려해야 하기 때문에 PP(polypropylene) 유전체를 주로 이용하는 데 PP 의 경우 유전상수는 1.5~2.7 정도로 낮은 값을 나타내는 재료이다.

과거 연구에서 초미세 발포 공법(Microcellular Foaming Process)을 이용하여 발포하면서 발포 배율 및 morphology 를 조절하는 경우 유전상수가 발포 배율에 비해 크게 감소하지 않음이 밝혀진 바 있으며 이러한 현상을 이용할 경우 유전 상수의 감소량을 줄이는 것에서 더 나아가 유전 상수를 증가시킬 수 있을 가능성을 확인한 바 있다. 현재까지 발표된 바에 의하면 작은 cell 의 크기가 유전상수를 증가시키는 데 기여하는 현상이 확인되었다.

초미세 발포 공정에서는 초임계 유체를 이용할 경우 보다 많은 양의 가스 분자가 빠르게 용해된다고 알려져 있으며 이러한 용해도 변화가 최종적인 cell morphology 를

보다 작고 많이 만들어 줌이 알려져 있다.

이에 본 연구에서는 초미세 발포 공법을 이용하여 폴리머 발포체를 제작하는 데 있어 blowing agent 의 상(phase)을 초임계 유체를 이용하여 보다 세밀한 cell 을 성형하고 그 유전상수의 변화를 확인하였다. 이를 통해 발포 공정을 수행하여 재료 내부에 기공이 형성됨에도 불구하고 유전상수가 증가하는 현상을 확인하였으며 이에 대해 고찰하였다.

2. 실험

실험에 이용한 폴리머 재료는 ABS 수지를 이용하였다. ABS 는 초미세 발포에 적용할 때 발포 특성이 우수하며 cell morphology control 이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 초미세 발포 수행에는 일괄처리 공정을 이용하였으며 일괄처리 공정의 Saturation 공정에 있어 blowing agent 를 초임계유체와 기체의 두 종류를 이용하여 실험하고 이를 비교하였다.

Table 1 Saturation Conditions

Saturation Conditions		
Blowing Agent		CO ₂
Saturation Pressure [MPa]	Gas	5.5
	SCF	8.0
Saturation Temperature [°C]	Gas	45
	SCF	25
Saturation Time [hrs.]		24

Table 2 Foaming Conditions

Foaming Conditions	
Foaming Media	Glycerin
Foaming Temperature [°C]	50, 70
Foaming Time [sec.]	40

3. 결과 및 고찰

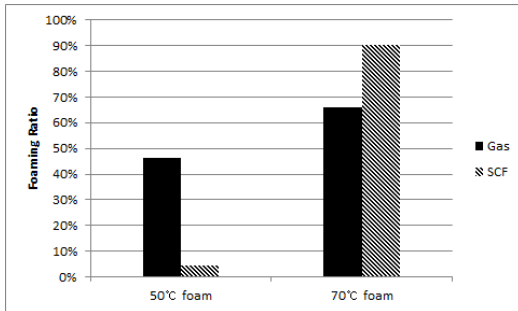


Fig. 1 Foaming Ratio of ABS with gas/supercritical fluid blowing agent

발포 배율의 경우 저온에서 발포할 때에는 기체상이, 고온에서 발포하는 경우에는 초임계 유체가 높은 발포 배율을 나타내었다. 또한 기체 상의 경우보다 초임계유체를 이용한 경우 온도에 따른 발포 배율의 차이가 큼을 확인할 수 있었다.

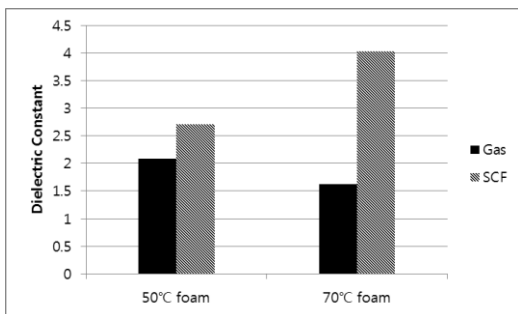


Fig. 2 Dielectric Constant of ABS with gas/supercritical fluid blowing agent

유전상수의 경우 초임계 유체를 사용한 경우가 기체를 사용한 경우보다 높은 값을 나타냄을 확인하였다. 또한 원 재료의 유전상수는 3.36 이었음을 고려할 때, 초임계

유체를 이용하여 70 °C에서 발포한 경우 유전상수가 4.03 까지 증가하는 현상을 나타내었다.

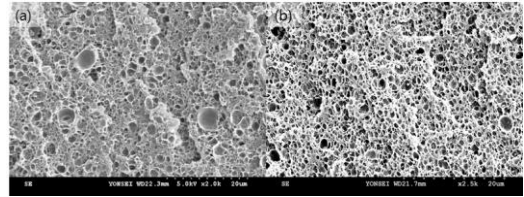


Fig. 3 SEM image of (a)gas blowing agent foamed at 70 °C, (b) supercritical blowing agent foamed at 70 °C

SEM 촬영을 통해 단면을 확인한 결과 초임계유체를 이용하는 경우가 보다 작고 고른 cell morphology 를 나타냄을 확인할 수 있었다.

4. 결론

ABS 를 이용하여 기체상태와 초임계유체 상태의 blowing agent 를 이용할 때의 유전상수 변화를 살펴보았다. 초임계유체를 사용할 경우 보다 작고 고른 cell morphology 를 나타내었으며 유전상수도 원 재료보다 증가함을 확인하였다.

후기

본 연구는 2012 년 중소기업청, 산학연 공동 기술 개발사업의 지원으로 이루어 졌으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Young Ho Kim, Sung Woon Cha, Jeonghun Ahn & Soo Hyun Cho “Studies of the Variation in the Dielectric Constant and Unique Behaviors with Changes in the Foaming Ratio of the Microcellular Foaming Process,” Polymer-Plastics Technology and Engineering, 50:8, 762-767, 2011
2. Cha. S. W., “A microcellular foaming / forming process performed at ambient temperature and a super microcellular foaming process,” Ph.D. Thesis in Mechanical, 1994