

fIPMC actuator 의 에너지 발생 특성에 관한 실험적 접근 Energy harvesting of fIPMC actuator with experimental approach

*권병철¹, 김철진¹, 차성운¹, #이경수¹

*B.C. Kweon¹, C.J. Kim¹, S.W. Cha¹, #K.S. Lee(exeter@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 기계공학과

Key words : fIPMC(Foamed Ionic Polymer Metal Composites), Energy Harvesting

1. 서론

현대 사회에는 사업화가 가중되고 전력 소비가 많아졌으며, 이에 따라 에너지 사용에 대한 경각심이 높아지고 있다. 이러한 사회 분위기와 국제적인 위기의 극복을 위해서 신재생에너지가 각광받고 있다. 이중 최근 10 년동안 에너지 수확기술에 대한 연구는 그 범위가 발전하는 추이를 보이며 꾸준히 진행되고 있다. 에너지 수확기술이란, 생활의 부분들에서 버려지는 에너지를 인간에게 유용한 다른 형태의 에너지로 변화시켜 주는 장치이다. 다양한 기술 중 본 연구에 사용될 수확기술은 전기 소자를 이용한 방식이다. 압전효과(piezoelectric effect)로 대표되고 있는 이 기술은 다양한 전기 활성 고분자(EAP, Electro Active Polymer)를 이용하여 힘에 의한 운동에너지를 전기 에너지로 변환시켜 주는 기술이다.

IPMC(Ionic Polymer Metal Compsite)는 차세대 액추에이터 및 센서로 이용되고 있는 EAP 의 일종으로, 중량 대비 출력이 높고 대변위에 대한 높은 반응도로 다양한 분야에 활용 되고 있다. 본 연구는 발포된 IPMC 의 수확기로서의 가능성을 확인하기 위해서 실험적인 방법을 이용하여 수확 특성을 보았다.

발포된 IPMC 를 만드는데 사용된 방법은 물리발포로, 이를 이용하여 만든 발포체는 많은 셀 밀도, 작은 셀 크기 등으로 인해서 다양한 전기적 특성의 향상을 야기한다. 본 연구에서는 몇몇 전기적인 특성의 변화가 발생하였고, 수확 특성의 부분에서 주목할만한 결과가 나오는 것을 확인할 수 있었다.

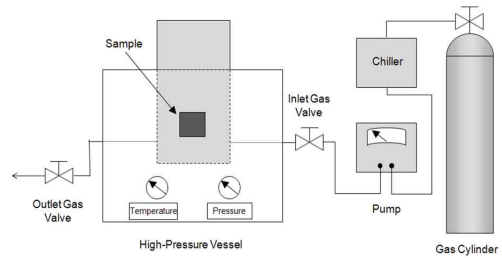


Fig. 1 MCPs Batch Process

2. 실험

본 연구에 사용된 물리 발포 방법은 배치 공법으로 많은 양의 제품을 만드는 것에는 어려움이 존재하지만, 다양한 조건을 시험해 볼 수 있는 방법이다. 모식도는 위와 같다. 아래의 조건에 따라 총 4 가지 시편의 특성을 확인하는 방법으로 시험을 진행 하였다. 이후 만들어진 시편들에 대한 각각의 수확 특성을 확인함으로써 IPMC 수확기술에서 발포의 가능성을 확인 하였다. 수확 시 사용되는 조건은 Table 2 에 명기되어 있다. 각각의 시편에 대해서 나머지 조건은 동일하게 하고 주과수 대역을 변화시키면서 양을 측정하였다.

Table 1 Foaming Condition

Condition	NF	F1	F2	F3
Saturation Gas			CO ₂	
Saturation Pressure (MPa)			5MPa	
Saturation Time (hour)			24 hour	
Foaming material			Glycerin	
Foamingtime (s)			30s	
Saturation Temp. (°C)	None	40	40	20
Foaming Temp. (°C)	None	120	140	140

Table 2 harvesting condition

Condition	
Sample Size (mm x mm)	5 X 21
Harvesting time	2 hr
Signal wave	Sine wave
Signal Frequency (Hz)	0.8, 1.6, 3.2, 4.8, 6.4, 8.0, 9.6, 11.1, 12.7, 14.3, 15.9

3. 결과

발포는 조건에 따라 2 가지 양상을 보였다. 발포온도가 높아짐에 따라서 기공의 크기가 커지는 경향성을 보였고, 포화온도가 낮아짐에 따라서 기공의 밀도(단위 면적당 기공의 숫자)가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 기공의 크기와 형상, 혹은 공극률에 따라 어떠한 수확특성을 지니는지 확인할 수 있었다. 각각의 시편의 SEM 은 그림 2 에 포함되어 있다.

실험의 결과는 그림 3 에 포함 되어 있다. 낮은 주파수 대역에서는 발포를 한 시편의 경우 상대적으로 낮은 수확특성을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 각각의 시편이 가지는 물리적 특성에 대비해서 발포 시편이 높은 값을 나타내는 주파수가 변화되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 그 값도 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

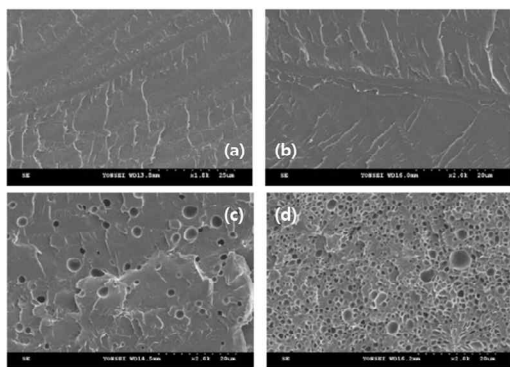


Fig. 2 Cross sectional sample ((a) NF, (b) F1, (c) F2, (d) F3)

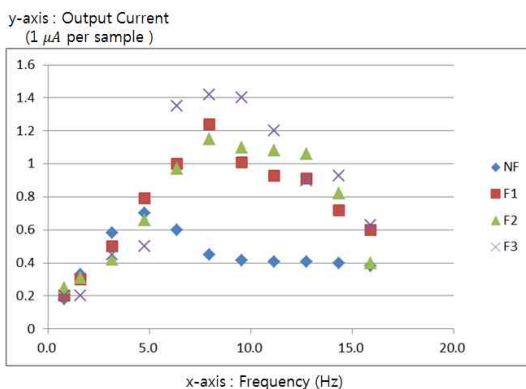


Fig. 3 Output Current (μA) vs. Frequency(Hz)

4. 결론

발포된 시편의 경우 몇몇 조건에서 발포되지 않은 시편에 비해 높은 값을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 첫번째 변화는 최고값을 나타내는 주파수 대역이 변화되는 것인데 이는 샘플의 보의 특성이 변화되었기 때문이라고 유추된다. 또한, 발포가 이루어진 *IPMC* 시편의 경우 발포하지 않은 시편에 비해서 2 배에서 3 배까지 높은 유전율을 지니는 것을 확인할 수 있다. 이것은 높은 전류 수확 특성을 지니는 이유가 될 수 있다고 고려되지만 더 많은 실험을 통한 검증이 요구된다.

후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2012R1A1A2009479).

참고문헌

1. M. Shahinpoor, K. Kim, "Ionic polymer-metal composites: I. Fundamentals", *Smart Materials and Structures* 10, 819–833, 2001.
2. Kyung Soo Lee, Byung Joo Jeon and SungWoon Cha, "Performance enhancement of an ionic polymer metal composite actuator using a microcellular foaming process", *Smart Mater. Struct.* 19, 065029, 2010.