

절삭 가공을 이용한 patterned IPMC 제작

Patterned IPMC Using Milling Machining

신부현*·최수호**·이승엽†

Bu Hyun Shin, Young-Bong Bang and Seung-Yop Lee

1. 서 론

최근에 연구되고 있는 능동 폴리머를 적용한 구동기는 폴리머의 가볍고 연한 재질특성을 가지고 있다. 따라서 다양한 형태의 구동기 제작이 용이 하고 저전압에서 큰 변위를 발생하는 장점을 가지고 있다.

일반적으로 제작된 IPMC는 생물체 움직임에 모사하는 등에 적용될 때 구동기를 연결함에 따라서 구동 변위와 발생력에의 손실과 전극을 연결하는 어려움이 있다. 이를 위해서 다양한 방법이 제시되었고 과도형 움직임을 이용한 로봇이 제작되었다.

이러한 과도형 움직임이 가능한 IPMC를 좀 더 경제적이고 효과적으로 제작하는 방법과 각 부분에 전력을 공급하는 방법을 본 논문에서 제시하고자 한다.

2. 패터닝 방법

2.1 기존 패터닝 IPMC 제작 방법들

패터닝 IPMC 제작 방법은 크게 2가지가 있다. 첫째로 IPMC 제작 과정에서 선택적으로 전극을 입히는 방법이다. 둘째는 IPMC에서 입혀진 전극을 원하는 모양으로 제거하는 방법이다. 첫번째 방법은 무전해 도금법에 기반을 둔 방법으로 원하는 모양으로 된 마스크를 이용하는 방법이다. Guilly등⁽³⁾은 소수성 실리콘 재질 마스크를 이용하였고 Nakano등⁽⁴⁾은 폴리에틸렌 필름 재질의 접착성 테이프를 이용하였다. 전진한등⁽⁵⁾은 폴리에틸렌 재질의 접착성 테이프를 이용하면서 전해도금 등을 추가로 적용하여 단점을 보완하였다. 이러한 방법의 단점은 전해도금 과정 중에 테이프의 수축과 팽창으로 정교한 패터닝을 만들기 어렵고 추가적인 비용이 발생한다.

두 번째 방법은 IPMC 표면에 입혀진 전극을 물리적으로 제거하는 방법이다. Nakabo등⁽⁶⁾은 레이저를 이용하여 20 μm 깊이에 50 μm의 폭으로 표면 전극을 제거하여 패터닝을 수행하였다. 이러한 레이저를 이용한 방법은 원하는 패터닝을 하기 위한 공정이 까다롭고 정확한 깊이와 폭을

제어하기가 어렵고 또한 비용이 많이 든다. Boyko등⁽⁷⁾은 Micro cutting을 제안하였다.

2.2 제안된 절삭 가공에 의한 방법

실험실에서 전해 도금으로 제작된 IPMC는 백금을 전극으로 이용하였다. 4번에 걸친 백금 도금과정에 의해 제작된 IPMC의 백금 두께는 대략 20 μm로 SEM 촬영 사진을 Fig. 1에서 확인할 수 있다.

화천 기계사의 범용 밀링 머신에 1 mm 평 엔드 밀을 이용하여 패터닝 IPMC를 제작하였다. IPMC를 양면 테이프를 이용하여 최대한 밀착하여 지그에 부착한 다음 가공하였다. 최대한 전극만을 제거해야 하고 폴리머 재질의 Nafion은 절삭이 잘 되지 않기 때문에 한번에 제거하지 않고 10 μm 씩 이송하여 전극이 충분히 제거되도록 하였다.

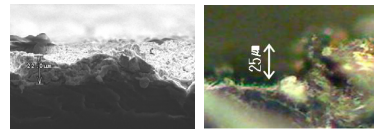


Fig. 1 Microscope image of patterned IPMC

3. 시작품 제작

Nafion NE-1110을 이용하여 전해도금 방법으로 Pt 전극을 표면에 입혔다. 그리고 Nafion 내부의 H⁺이온을 Li⁺이온으로 치환하고 공기 중에서 구동하기 위해서 Ionic liquid 처리를 하였다. 이렇게 제작된 IPMC를 면도칼로 원하는 크기로 절단한 다음 앞에서 설명한 절삭 가공을 이용하여 패터닝을 수행하였다. 제작된 시작품은 Fig. 3에서 확인할 수 있다.

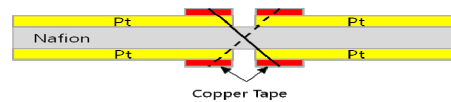


Fig. 2 Patterning of electrodes and reversing connection between adjacent segments

† 정회원, 서강대학교 기계공학과
E-mail : sylee@sognag.ac.kr
Tel : 02-705-8683 , Fax :
* 정회원 서강대학교 기계공학과
** 서강대학교 대학원 기계공학과

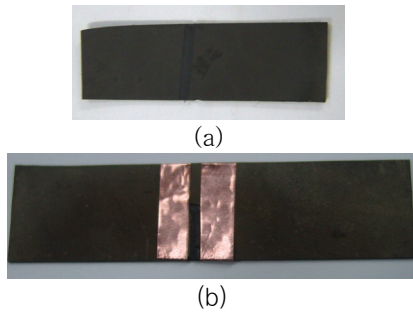


Fig. 3 2 segment patterned IPMC

4. 실험 결과

4.1 패터닝된 IPMC의 구동 형상

패터닝된 IPMC를 스테이지를 이용하여 5 mm 간격으로 이동시키면서 센서 출력 값을 저장하였다.

밀링 머신을 이용한 절삭 가공으로 패터닝된 IPMC에 0.5Hz 주파수에 ± 2 V 진폭을 갖는 사인파를 가했을 때 2 부분으로 패터닝된 IPMC의 구동형상은 기대했던 대로 파동형 움직임을 보여 주었다.



Fig. 4 Different direction actuation of 2 segment patterned IPMC

5. 결론

IPMC를 이용한 다양한 구동형상을 모사하기 위해서 간단하고 경제적인 패터닝 방법을 제안하였다. 기존 상용 밀링 머신을 이용하여 폭과 깊이를 조절하면서 IPMC의 패터닝이 가능하였다. 또한 패터닝 부분의 전극 연결에 있어서 금속 구리 테이프를 부착하여 손쉽게 연결할 수 있음을 보였다. 실제 구동 형상을 실험을 통하여 확인하여 파동형 움직임이 가능함을 보였다. 이러한 간단하고 경제적인 방법을 통해서 IPMC를 이용한 자연계 모사등 다양한 분야에 손쉽게 응용할 수 있으리라 기대된다.

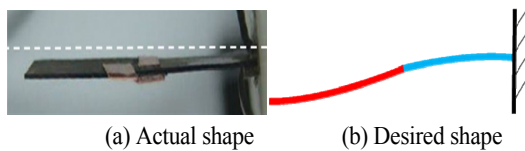


Fig. 5 Actuation shape of 2 segment patterned IPMC at -2V input

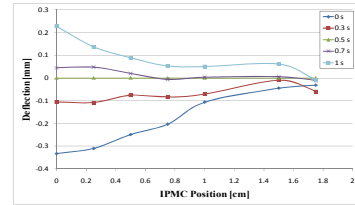


Fig.6 Deflection of 2 Segment patterned IPMC

후 기

본 연구는 2009년 한국연구재단 기초연구사업 일반연구 자지원 사업(2009-0077354)에 의해 지원되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (3) M. L. Guilly, M. Uchida and M. Taya, 2002, "Nafion Based Smart Membrane as an Actuator Array," Proceedings of the SPIE, Vol. 4695, pp. 78-84.
- (4) Nakano, M. and Bleuler, H., 2005, "IPMC actuator array as 3-d haptic display," SPIE Smart Structures and Materials, Vol. 5759, pp.331-339
- (5) Oh, I.K. and Jeon, J.H. 2006. "Fabrication of MDOF IPMC Actuators to Generate Undulatory Motion," Proceedings of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering Conference. Vol. 36, pp.119-123
- (6) Nakabo, Y. and Mukai, T and K. Asaka, 2004, "A Multi-DOF Robot Manipulator with Patterned Artificial Muscle," Proceedings of the Second Conference on Artificial Muscles.
- (7) Boyko, L. and Jonathan, M. and Toshiharu, M., 2007, "Manufacturing of ionic polymer-metal composites (IPMCs) that can actuate into complex curves," Proceedings of SPIE, Vol. 6524, pp. 18-24