

바이오 셀 및 마이크로 부품 handling을 위한 pneumatic line을 갖는 in-plane 형 마이크로 압전 그리퍼 제조 및 특성

박준식*(전자부품(연)), 박광범(전자부품(연)), 신규식(전자부품(연)), 문찬우(전자부품(연))

* jspark@keti.re.kr

Fabrication and Characteristics of In-Plane Type Micro Piezoelectric Micro Grippers with Pneumatic Lines for Biological Cells and Micro Parts Handling

J. S. Park*(KETI), K. B. Park(KETI), K. S. Shin(KETI), C. W. Moon(KETI)

ABSTRACT

In-plane type micro piezoelectric micro grippers with pneumatic lines for manipulation biological cells and micro parts were designed, fabricated, and characterized. Micro grippers were fabricated through the final micro-sanding process after wafer level bonding between the etched 4" Si wafer with pneumatic channels and 4" glass wafer. Displacements between two jaws of fabricated micro grippers were linearly increased with applying voltages to piezoelectric actuator. In the case of applying 80 V, the displacement between two jaws was 160 μm . Using fabricated micro grippers, manipulation tests for biological cell and micro parts with the sizes less than 100 μm are in process.

Key Words : Micro-gripper (마이크로 그리퍼), piezoelectric (압전), pneumatic (공압), manipulation (조작)

1. 서론

마이크로 부품의 조작 및 조립 그리고 최근 바이오 셀의 머니폴레이션을 위한 마이크로 그리퍼에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다[1]. 본 연구에서는 Carrozza 등[2]이 보고한 마이크로 그리퍼를 개선하여 공기 중 및 물 속에서 동시에 사용될 수 있는 바이오 셀 및 마이크로 부품의 핸들링을 위한 압전 구동 방식의 pneumatic line을 갖는 in-plane형 마이크로 그리퍼가 설계, 제조 및 평가되었다.

2. 실험 방법

그림 1에 in-plane type 마이크로 압전 그리퍼 (이하 마이크로 그리퍼)의 동작 기구를 나타내었다. 마이크로 그리퍼는 MEMS 공정을 이용하여 제조된 end-effector 부분, 중심이 고정된 end-effector의 뒷단을 밀거나 원래 위치로 복원되도록 하는 압전 액츄에이터를 이용하는 구동 부분, 그리고, end-effector와 압전 액츄에이터를 고정시켜주고 pneumatic line을 통해 유체를 공급하여 주기 위한 패키지 부분 등 총 3개 부분으로 구성되었다. 압전 구동에 의해 마이크로 그리퍼의 end-effector 끝단의 jaw는 두 손가락 형태로 되어 있으며, 양쪽이 서로 대칭적으로 구동된다. 따라서 벌어지거나 닫히는 동작을 하게

되면, 마이크로 레벨 크기의 다양한 물체를 gripping할 수 있게 된다. 그러나, 현상적으로 100 μm 미만의 마이크로 부품 및 바이오 셀이 마이크로 그리퍼의 end-effector 끝단의 jaw에 gripping 이후 떨어지지 않는 경우에 용이하게 분리(releasing)시키기 위해 jaw와 gripping 하려는 물체가 닿는 표면의 가운데에 형성된 pneumatic line을 통해 유체가 공급되도록 설계되었다. 그림 2에 설계된 마이크로 그리퍼의 한 형태와 이를 위한 제조 공정을 나타내었다. 마이크로 그리퍼의 end-effector는 500 μm 두께의 4" 직경의 silicon wafer의 표면에 pneumatic line을 포함하여 형상을 갖도록 deep RIE 공정을 수행하고, 이와 같이 준비된 silicon wafer와 500 μm 두께의 4" 직경의 glass wafer간의 양극 접합이 수행되었다. 이후 glass wafer 표면을 100 μm 두께의 dry film resist로 표면 보호 및 patterning한 후 sanding 공정을 이용하여 궁극적인 마이크로 그리퍼용 end-effector가 제조되었다.



Fig. 1. Operation mechanism of in-plane type micro piezoelectric micro grippers.

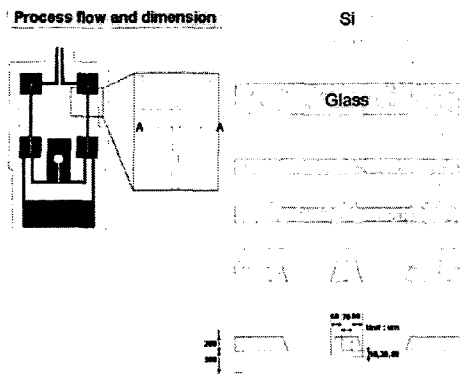


Fig. 2. Process flow of in-plane type piezoelectric micro grippers with pneumatic lines.

3. 실험 결과

그림 3에 제조된 마이크로 그리퍼를 보여 주고 있다. 제조된 마이크로 그리퍼는 압전 구동에 의한 jaw의 한쪽 변위가 optical laser vibrometer에 의해 측정되었다. 그림 4에 압전 액추에이터에 인가된 전압에 따른 한쪽 마이크로 그리퍼 jaw의 변위를 나타내었다. 10 V 인가전압에 대해 압전 액추에이터는 구동 전압 증가에 따라 선형적으로 증가되어 약 1 μm 의 변위가 발생되며, 이로 부터 마이크로 그리퍼의 end-effector에서 jaw의 변위도 선형적으로 증가되어 jaw의 한쪽이 약 10 μm 를 나타내었다. 즉, end-effector를 통해 압전 액추에이터의 변위가 10배 정도 증폭됨을 알 수 있었다. 이에 따라 80 V의 인가전압에 의해 jaw의 한쪽 변위가 약 80 ~ 90 μm 의 변위를 나타내었다. 따라서, 80 V 인가전압에 의해 jaw의 전체 변위는 160 μm 가 됨을 알 수 있었다. 이로부터 마이크로 그리핑 할 수 있는 물체의 크기를 결정할 수 있었다. 제조된 마이크로를 이용한 약 100 μm 이하 크기의 쥐 난자세포 및 마이크로 부품에 대한 마이크로 그리핑 시험이 수행 중에 있다.

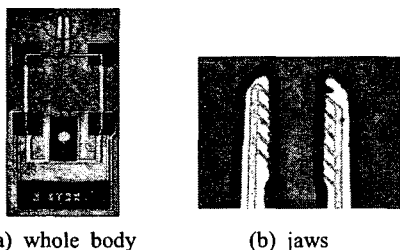


Fig. 3. Fabricated in-plane type piezoelectric micro grippers with pneumatic lines.

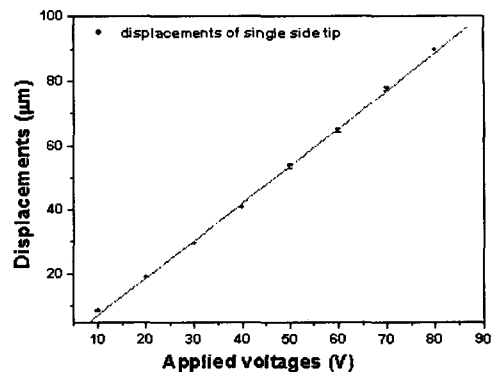


Fig. 4. Displacements of single jaw of fabricated in-plane type piezoelectric micro grippers with pneumatic lines.

4. 결론

본 연구에서는 공기 중 및 물 속에서 동시에 사용될 수 있는 압전 구동 방식의 pneumatic line을 갖는 in-plane형 마이크로 그리퍼가 설계, 제조 및 평가되었다. 80 V 인가전압에 의해 jaw의 전체 변위는 160 μm 가 됨을 알 수 있었다. 제조된 마이크로를 이용한 약 100 μm 이하 크기의 쥐 난자세포 및 마이크로 부품에 대한 마이크로 그리핑 시험이 수행 중에 있다.

후기

본 연구는 산업자원부 전자부품기반기술개발사업의 일환으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. Joël Agnus, Patrick Nectoux, Nicolas Chaillet, Overview of microgrippers and desing of a micro manipulation station based on a MMOC micro gripper, Proceeding 2005 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, June 27 ~ 30, Finland, pp. 117 ~ 123.
2. Carrozza M. C, Menciassi A and Dario P: The development of a LIGA-microfabricated gripper for micromanipulation tasks, J. M. Microeng. 1998. pp 141~143.