

TW-P037

정전기구동 방식의 연동형 마이크로펌프의 제작

홍표환¹, 정동진¹, 공대영¹, 표대승¹, 이종현¹, 이동인^{1,2}, 조찬섭³, 김봉환^{4*}

¹경북대학교 전자전기컴퓨터학부, ²(주)엠투랩, ³경북대학교 산업전자전기공학부,
⁴대구가톨릭대학교 전자공학과

최근 생물학적 분석 기구에서 시료를 처리, 분리, 검출, 샘플링 또는 분석하기 위해 사용되는 마이크로펌프(Micropump)에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 전자소자의 성능과 신뢰성의 증진을 위한 전자소자의 열 문제를 해결하기 위해 냉각장치로 마이크로 펌프가 적용되기도 한다. 그 외에도 마이크로펌프는 다양한 분야에 응용이 가능하다. 마이크로펌프는 작동 방식에 따라 압전형, 공압형, 열공압형, 연동형 등의 여러 종류로 분류되고 있다. 그중에서도 최근에는 연동형 마이크로 펌프의 개발이 각광받고 있다. 기존의 연동형 펌프들은 다중 챔버를 가지고 있으며, 각각의 챔버 내에서 Dead volume이 많이 발생할 뿐만 아니라 이상적인 연동운동과는 차이가 많이 나는 문제점을 가지고 있다. 또한 압전방식과 열공압방식은 느린 응답성으로 인해 효율적인 유체 이동이 어렵다. 본 논문에서는 이상적인 연동운동을 구현하기 위하여 기존의 연동형 펌프의 단점을 보완하고, 하나의 챔버에 다중전극 구조를 가지는 정전기력방식의 연동형 펌프를 개발하였다. 정전기력방식으로 펌프를 구동함으로써, 저전력으로 펌프구동이 가능하며, 하나의 챔버에 다중전극을 설치함으로써 이상적인 연동운동을 재현하였다. 그리고 Dead volume을 최소화 하였다. 또한, 빠른 반응속도로 인해 효율적인 유체 이동을 실현시킬 수 있었다. 본 연구에서 제안된 마이크로 펌프의 구성은 크게 챔버, 박막, Inlet/outlet hole으로 구성되었다. 챔버는 Si-wafer에 wet etching 공정으로 제작 하였고 그 위에 알루미늄 박막을 200 nm 증착시켰다. 챔버는 가로 32 mm, 세로 5 mm, 깊이는 15 μm , 부피는 200 μl 으로 제작되었다. 박막은 폴리이미드(polyimide)를 사용하여 3 μm 의 두께로 제작 되었으며, 폴리이미드 박막 사이에는 200 nm 두께의 4개의 알루미늄 박막 전극을 삽입시켰다. 삽입된 4개의 전극에 개별적인 전기신호를 보냄으로써 연동운동이 가능하다. Inlet/outlet hole은 직경 2 mm의 크기로 제작되었으며, 튜브를 연결하여 유체가 흐를 수 있는 채널을 형성하였다. 제작된 마이크로 펌프의 구동전압은 115 V이며, 인가되는 주파수를 1 Hz~100 KHz까지 변화시켜 유량을 측정하였다. 작동 유체는 공기이며, 유량측정은 튜브 내에 물방울을 삽입하여 시간에 따른 이동거리를 관측하였다. 측정결과 2.2 KHz에서 2.4 mm/min의 가장 높은 유량을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 제안된 연동형 마이크로펌프는 이상적인 연동운동이 가능함으로써 기존의 연동형 방식의 문제점을 보완하였으며, 생명과학, 의학, 화학 등의 분야에서 적용이 가능하리라 기대된다.

Keywords: Flow rate, Peristaltic micropump(연동형 마이크로펌프), Polyimide