

마이크로어레이 제작을 위한 펜 타입 피에조 디스펜서의 구성요소에 대한 연구

A study on the components of pen-type piezoelectric dispenser for microarrays

*강혜옥¹, #조영학², 박태규²

*H. O. Kang¹, #Y. H. cho(ID@email.com)², T. K. Park²

^{1,2}서울과학기술대학교 기계시스템디자인 공학과, ³서울대학교 한국 BioIT 파운드리 서울센터

Key words : piezoelectric dispenser, microarray

1. 서론

마이크로어레이 진단 기술은 대량의 생체시료의 정보를 손쉽게 얻을 수 있고 질병 진단 및 예측을 가능하게 하는 기술로써 그 유용성으로 인해 관련 산업 시장은 매해 가파른 성장률을 보이고 있다. 마이크로 어레이 제작 장비로는 열에 취약한 여러 생체시료의 특성으로 인해 열발생이 적으며 3차원으로 분주가 가능한 비접촉식 피에조 디스펜서가 적합한 것으로 알려져 있다.[1]

피에조 액츄에이터를 이용한 디스펜서 기술은 현재 프린팅크젯, 전자기판 인쇄 등에 많이 사용되고 있으며 개발시 다방면의 산업에도 적용할 수 있음에도 불구하고 국내에서의 피에조를 이용한 디스펜서의 개발은 거의 전무한 상태이다. 또한 현재 수입되고 있는 마이크로 어레이 제작용 피에조 디스펜서의 경우 구조상의 취약점으로 인해 반복사용 시 그 성능 저하로 인해 경제성이 떨어질 뿐 아니라 대부분을 수입에 의존하고 있어 이를 대체할 수 있는 기술 개발이 시급한 상태이다. 따라서 피에조 디스펜서 제작의 기반 기술을 확보한다면 국산화라는 경제적 면뿐만 아니라 자체 기술을 바탕으로 마이크로 어레이 제작 시장의 확대를 통한 기술 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 독일 Scienion사의 마이크로어레이에 사용되고 있는 피에조 디스펜서의 구조의 파악 및 개별 구성요소들의 역할에 대해 이해하고 이를 바탕으로 분리 및 재조립을 통해 구성요소들의 재활용이 가능한 새로운 디스펜스를 제작하고자 하였다.

2. 본론

2.1. 구성 요소 및 구조

본 연구의 대상인 피에조 디스펜서의 구조는 Fig.1과 같이 튜브형 피에조 액츄에이터와 모세관, 패키징으로 구성되어 있으며 모세관과 피에조 액츄에이터 사이는 비도전성 접착제가 사용되어 피에조 액츄에이터로부터 진동을 전달할 수 있도록 되어 있다. 피에조 액츄에이터의 둘레에는 상하 전극이 통전되지 않도록 홈을 제외한 부분에 도전성 접착제가 사용되어 패키징으로부터 전압을 인가 받을 수 있다.

피에조 액츄에이터는 Fig.2와 같이 상하로 전극을 인가할 수 있으며 그 사양은 Table.1과 같다

이 때 접착제는 피에조 특성을 잃지 않는 100℃ 이하의 온도에서 경화가 가능하여야 하며, 1mm 이하의 틈새에 도포가 가능하도록 적당한 점성을 지녀야 한다. 여러 조건을 고려한 결과 Ablebond-2030sc (도전성, 점도 11600 mPa·s@ 25℃), Loctite 3220(비도전성, 점도 2500 mPa·s@ 25℃)의 에폭시 접착제를 선정하였다.

2.2 모세관 형상 및 제작 방법

모세관 제작을 위해서 Sutter사의 P-1000 Pipette puller를 사용하였으며(Fig.3), 모세관 제작 시 형상에 영향을 미치는 변수는 heat, time, velocity 등이 있다. 변수와 모세관팁의 형상관계는 Table.2와 같다.

Pipette puller로는 큰 사이즈의 내경은 만들기 어렵기 때문에 절단 지점을 잘 예측할 수 있도록 내경이 외경의 1/2이 되고 Taper 길이 2~3mm에 노즐 팁의 내경 75 μ m인 형상을 만들 기 위해 다양한 조건에서의 제작을 진행하였다. 제작 실험 결과

Heat: Ramp +25, Pull: 0 Velocity: 150, Time: 100, Pressure: 200의 세팅 조건[2]을 기준으로 Taper 길이와 모세관 두께에 영향을 미치는 Heat 값을 변화시켜 Heat: Ramp +15, Pull: 0 Velocity: 150, Time: 100, Pressure: 200라는 조건을 얻었다. 이 조건으로 제작한 모세관을 Sutter사의 Ceramic Tile로 단면을 잘라 측정된 결과 원하는 형상을 얻을 수 있었다.

또한 모세관 내부 유체의 역류를 방지하고 Acoustic wave node를 만들기 위해 모세관 중간에 모세관 폭이 좁아지는 Narrowing이 필요하며 이 부분에 대한 위치 및 형상에 대한 연구가 진행중이다.

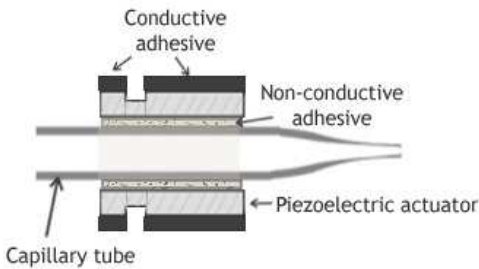


Fig. 1 Schematic diagram of the dispenser

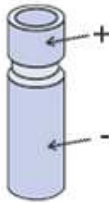


Fig. 2 Diagram of piezoelectric actuator & capillary tube



Fig.3 P-1000 pipette puller [3]

Table 1. Piezoelectric actuator data

Dimensions L*OD*ID	20 * 2.2 * 1.0
Max. operating votage [V]	500
Electrical Capacitance [nF]	3
Axial contraction[um] @max,V	5
Radial contraction [um] @max,V	0.7

Table 2. Program setting data [2]

Parameter	Increase	Decrease
Heat	Longer Taper	Shorter Taper
	Higher Resistance	Lower Resistance
Pull	Smaller Tips	Lager Tips
	Longer Taper	Shorter Taper
Velocity	Smaller Tips	Larger Tips
Time	Shorter Taper	Longer Taper
Pressure	Shorter Taper	Longer Taper

3. 결론

본 연구를 통해 가장 소형화된 형태로 디스펜싱을 할 수 있도록 개발된 Scienion사의 피에조 디스펜서의 구조를 파악하고 그에 적합한 접착제의 선정, 모세관 제작을 위하여 여러 설정값들로 제작 실험을 한 결과 적합한 모세관 노즐의 형상 및 제작을 할 수 있었다. 모세관 노즐 제작에서 더 나아가 Acoustic wave를 발생하게 하는 Narrowing의 형상 및 위치에 대한 연구가 예정되어 있다.

앞으로 피에조 액츄에이터를 이용한 디스펜서의 제작이 이루어진다면 저비용으로 제작이 가능하고 수입대체 효과가 있어 경제성을 확보 할 수 있을 뿐만 아니라 여러 산업 전반에 걸쳐 응용이 가능한 비 접촉식 디스펜서의 국내 기술 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Herman wijshoff, "Structure and fluid-dynamics in piezo inkjet printheads", Oce technologies ,2008
2. "p-1000& p-97 pipette cookbook", Sutter Instrument Company,2011
3. "p-1000 pipett puller",Sutter Instrument