

## Piezo-electric material을 이용한 미세이동시료대의 제작

이상석, 김영권, 김송강, 이용문, A. L. Shabalin, 최은하, 조광섭, 강승연

광운대학교 물리학과 대전입자빔 연구실(CPBL)

## I. 서론.

주사이온현미경(FIB), 주사전자현미경(SEM) 및 투과전자현미경(TEM)등에서 시료의 이동을 위하여 필수적인 high resolution등을 가지는 X-Y 방향으로 이동이 가능한 미세이동시료대(micro-positioner)를 제작하였다. 미세이동시료대는 정밀한 위치(fine positioning), 빠른 속도(high speed), 넓은 이동범위(long displacement), high resolution의 요건 등을 만족해야만 한다. 현재는 수 십 nm~400  $\mu$ m까지의 resolution을 가지는 시료대들이 사용되고 있지만, high resolution을 가진 시료대는 상당한 고가의 장비이고, 구조가 복잡하다는 단점을 가지고 있다. 그래서 구조가 보다 간단하고, high resolution을 가지면서, 동시에 고 진공하에서도 사용이 가능하며 기존의 것과 비교해서 가격이 저렴한 미세이동시료대를 제작하였다. 미세이동시료대의 기본적인 구성은 압전소자(piezo-electric material)를 소재로한 엔진부분, 페라이트를 이용한 자석다리(magnetic feet)부분, 이들을 제어하는 전산제어 부분 그리고 시료대 부분으로 크게 나눌 수 있다. 압전소자들을 이용한 엔진 부는 제공하는 전압에 따라서 길이가 변화하는 특성이 있으며, 이 같은 입력 전압을 조정함으로써 시료대를 움직일 수가 있다. 이때 자석다리는 압전소자에 의해서 늘어나 움직인 시료대를 지탱하면서 이동한다. 전산제어부분은 piezo-electric material과 magnetic foot에 가해지는 입력신호를 제어하여 시료대의 움직임을 제어한다.

## II. 실험방법 및 결과.

그림 2는 압전소자와 자석다리를 조립한 시료대의 아래쪽에서 본 사진이다. 이 형태로 조립한 후 압전소자와 자석다리에 그림 1에서처럼 압전소자에 (+)전압을 증가시키면 이에 따라 압전소자의 길이가 팽창한다. 이때 자석다리(Foot(A))는 입력신호 ①에 의해서 자화되어 plate에 고정되고, 자석다리(Foot(B))는 입력신호 ②에 의해서 자화가 되지 않은 상태이므로 서서히 움직인다. 그리고 압전소자의 전압이 서서히 감소하게 되는 (2)부분은 압전소자의 길이가 줄어들게 되는데, 여기서 입력신호 ③, ④는 자석다리(Foot(A))는 전류가 흐르지 않아 plate와 붙어있지 않은 상태이므로 압전소자가 수축하면서 움직이고, (B)는 입력전류에 의해서 자화가 되므로 Foot(A)를 끌어당겨 이동을 한다. 그림 3은 전반적인 실험과정의 개략도를 나타낸 것이다. Computer의 digital output에서 자석다리에 4개의 채널과 압전소자의 입력으로 2개의 digital output을 출력한다. 여기서 자석다리 4개 채널은 전류 증폭기를 통해서 자석다리의 입력에 맞게 증폭을 한다. 그리고 압전소자용 2개의 출력은 적분기를 거쳐서 전압증폭기로 전압을 증폭한 후 압전소자의 입력신호로 넣어준다. 압전소자 양면은 은으로 코팅하여 양면의 전위가 고르게 분포하도록 하였다. 이때 압전소자 양단의 입력신호는 computer의 digital 출력신호인 DC 0 V - 4.7 V를 적분기를 통해서 삼각파형을 만들고 이를  $\pm 15$  V ~ 230 V의 범위로 증폭하여 압전소자 양단에 전압을 공급하였다. 그리고 자석다리 부분은 압전소자와 같은 형태의 신호(약 25 mA)를 30 mA ~ 200 mA의 범위까지 전류를 증폭하여 사용하였다. 입력 주파수 1 kHz에서 자석코일의 임피던스는 약 32  $\Omega$ , 리액턴스는 82 mH이다. Plate는 soft iron을 사용하였으며, 평평도는 10  $\mu$ m이하로 제작하였다. 그림 4는 step size(mm/clock)와 압전소자의 입력전압과의 관계를 나타낸 것이다.

### III. 결론 및 제언

일반적으로 미세이동시료대의 특징은 high speed와 fine step size이다. 이 실험에서 제작한 미세이동시료대의 fine step size는 400 nm 이고 speed는 100 mm/sec로 측정 되었다. 차후의 연구과제는 fine step size를 감소시켜 20 nm까지 resolution을 갖는 미세이동시료대의 제작이다.

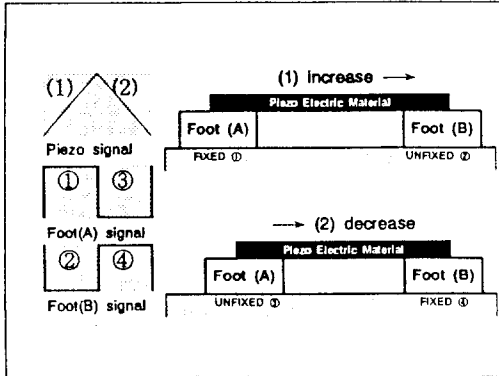


그림 1 Mechanism of Micro\_positioner.

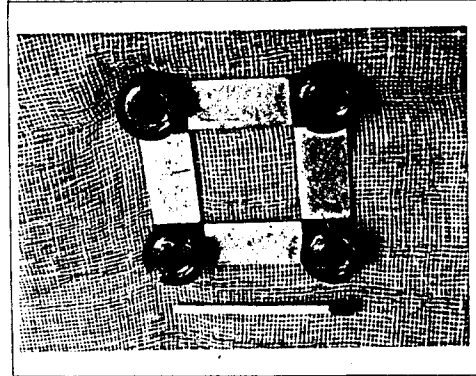


그림 2 Micro\_positioner Bottom View

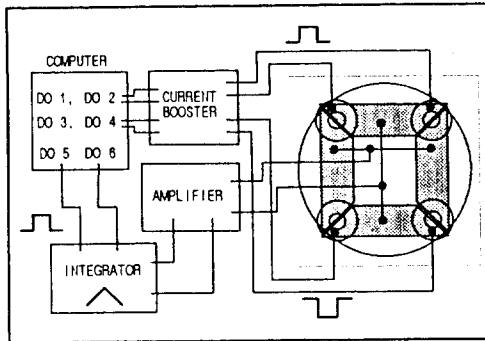


그림 3 Schematic diagram of Micro\_positioner

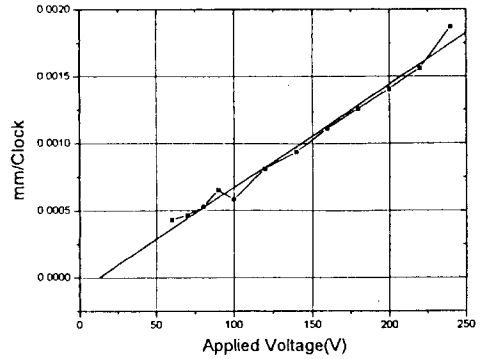


그림 4 mm / Clock Vs Applied Voltage