

# 플렉서 기반 스테이지를 이용한 공초점 현미경 개발

## Development of Confocal Microscopy using the Flexure-guided Stage

\*이상원<sup>1</sup>, #이호<sup>1</sup>, 박민규<sup>2</sup>, 한상엽<sup>3</sup>, 이창호<sup>3</sup>, 이상인<sup>4</sup>, 허병철<sup>4</sup>

\*S. W. Lee<sup>1</sup>, #H. Lee(holee@knu.ac.kr)<sup>1</sup>, M. K. Park<sup>2</sup>, S. Y. Han<sup>3</sup>, C. H. Lee<sup>3</sup>, S. I. Lee<sup>4</sup>, B. C. Hur<sup>4</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 기계공학부, <sup>2</sup>영남이공대학 기계·자동차학부,

<sup>3</sup>경북대학교 전자전기컴퓨터학부, <sup>4</sup>원일파템㈜

Key words : Confocal Microscopy, Flexure-based Stage

### 1. 서론

Mirco/Nano 기술의 발달과 함께 정밀한 관찰 및 측정 시스템이 요구되고 있다. 현미경은 대표적인 관찰 시스템이며, 그 중에서 빛의 산란과 형광을 이용한 공초점 현미경(Confocal Microscopy)은 레이저 광원으로 사용하여 측정대상의 조직 내부를 비절개적으로 관찰할 수 있는 시스템으로 공학은 물론 생물학이나 의학분야에 이르기까지 광범위하게 사용될 수 있는 도구이다. 기존의 연구에서는 레이저 광원을 움직이는 스캐닝방식을 이용하여 샘플의 영상을 획득하는 방식을 사용하였다[1]. Fig. 1은 공초점 현미경 원리를 보여주고 있다.

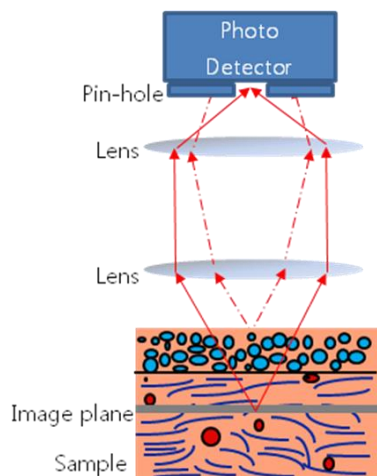


Fig. 1 Principle of Confocal Microscopy

광원이 샘플에 도달되어 반사된 빛 중에서 Pin-hole 을 사용해서 원하는 빛만을 선택적으로 받아들이는 원리이다. 이때 광원을 샘플에 도달하도록 하는 방식은 광원을 움직이는 스캐닝 방식이 대부분이다. 레이저 광원이 광학계를 통해 이송되는 동안 Intensity 저하, 고정밀도의 Mirror 요구와 복잡한 광경로의 단점들이 있다. 이에 본 연구에서는 광원을 고정시켜 놓고 스테이지(Flexure-guided Stage)를 2 차원으로 스캐닝하여 샘플의 영상을 획득하는 방식(Scanning Stage Type)을 이용한 공초점 현미경을 개발하고자 한다.

### 2. 샘플 스캐닝 Stage 설계 및 제작

본 연구에서 공초점 현미경 개발을 위하여 샘플 스캐닝 스테이지의 개발이 선행되었다. 개발된 스테이지는 일정크기의 샘플면적에 대한 이미지를 획득하기 위해서 Long Stroke 확보와 왕복구동 기능을 고려하였다. 본 연구에서 개발한 Stage 의 설계사용은 Table 1 과 같이 설정하였다.

Table 1 Design Parameter of Flexure-guided Stage

Parameter	Designed	Unit
Total Size	150(W) × 150(L) × 15(H)	mm
Working Range	250	μm
Repetition Rate	10	Hz
Natural Frequency	>70	Hz

Figure 2 는 위의 사양들을 만족시키기 위하여 설계된 스테이지의 모델링을 보여주고 있다.

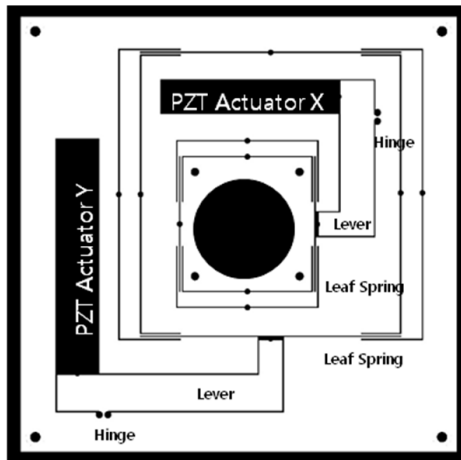


Fig. 2 Schematic Diagram of Stage with the Leaf Spring based Flexure Hinge, Lever

고분해능과 정밀도를 위하여 Piezo Actuator 를 사용하여 구동하며 X, Y 축의 연성운동을 배제하기 위하여 Y 축의 내부에 X 축을 삽입하고 레버와 Moving Mass 를 강철 핀(Pin)을 이용하여 분리(Decoupling) 시켰다[2]. Piezo Actuator 의 변위를 Hinge 와 Lever 를 통해 증폭시켜 샘플이 놓여지는 Moving Mass 를 움직이게 된다. 각 요소의 설계치는 관계식과 반복해석을 통하여 구하였다[3].

### 3. 공초점 현미경 설계 및 제작

개발된 스테이지를 레이저와 광학계 및 광센서와 결합하여 Scanning Stage Type 의 공초점 현미경을 제작하였다. 현미경의 개발사양과 부품은 Table 2, 3 과 같다.

Table 2 Design Parameter of Confocal Microscopy

Parameter	Designed	Unit
Field of View	200 × 200	μm
Resolution	500	nm

Table 3 Specifications of Confocal Microscopy

Part	Specification
Laser	COHERENT, Radius™ ,HeNe 635-25
Optical Sensor	HAMAMATSU, Photo Multiplier Tube(PMT), R9110

### 4. 결론

본 연구에서 Flexure 기반의 스테이지를 설계, 제작하여 샘플 스테이지로 사용하고 HeNe Laser 와 광센서 PMT 를 이용하여 Scanning Stage Type 의 공초점 현미경을 개발하였다. 개발된 공초점 현미경의 모델링과 관찰한 샘플 이미지는 Figure 3 에 보여주고 있다.

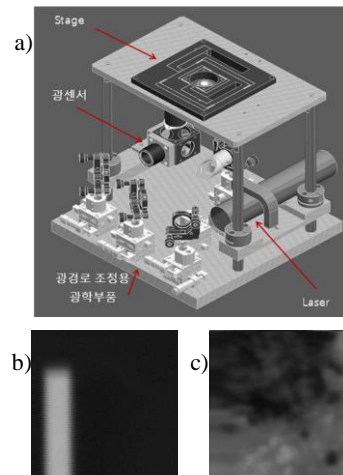


Fig. 1 a) 3D-model of Scanning Stage Type Confocal Microscopy b) Resolution Target Bar Image c) Dot printed Paper Image

개발된 공초점 현미경은 산업용 재료의 표면 분석 및 생체 조직 내부를 관찰 가능하다. 향후 시스템 개선을 통해서 미세 가공 시스템으로도 활용가능 할 것이다.

### 후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

1. The confocal laser scanning microscope (CLSM), C Ockleford, The Journal of Pathology, 176, 1995
2. D.Y. Lee, D.G. Gweon, "An Education Model of a Nano-Positioning System for Mechanical Engineers," Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 20, No. 10, 1702~1715, 2006.
3. Wei Xu, Tim King, "Flexure hinges for piezoactuator displacement amplifiers: flexibility, accuracy, and stress considerations" Precision Engineering, Vol. 19, No. 1, 4~10, 1996.
4. E.j.Hwang, K.S.Min, S.H.Song, I.H.Ahn, W.C.Choi, "Optimal Design of a Flexure-Hinge Precision Stage with a Lever", Journal of Mechanical Science and Technology, 21, 616~623, 2007