

# 좌/우 구동을 위한 FTS 요소 설계에 관한 연구 A Study of Element Design for Left & Right moving FTS

\*이승준<sup>1</sup>, #이득우<sup>2</sup>, Lu-Hong<sup>3</sup>, 이상민<sup>3</sup>, 김미루<sup>3</sup>, 서미나<sup>3</sup>

\*S. J. Lee<sup>1</sup>, #D. W. Lee(dwwoolee@pusan.ac.kr)<sup>2</sup>, Hong Lu<sup>3</sup>, S. M. Lee<sup>3</sup>, M. R. Kim<sup>3</sup>, M. N. Seo<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>부산대학교 첨단정밀공학, <sup>2</sup>부산대학교 나노메카트로닉스공학과, <sup>3</sup>부산대학교 나노융합기술학과

Key words : fast tool servo, leaf spring, Piezo actuator, hinges

## 1. 서론

Display 기술의 발전 트렌드를 살펴보면 현재부터 2030년까지 Flexible 과 OLED(Organic Light-Emitting Diode)의 수요가 급격히 늘어날 전망이다. 여기에 3D Display 시장의 증가로 인해 미세패턴의 가공기술은 미래로 갈수록 중요한 핵심 기술 중, 하나이다.[1]

Display 제품의 핵심부품 중 하나인 Back Light용 광학필름은 Roll to Roll 공정에 의해 제작되며, 이를 위해서는 Pattern의 형상을 결정짓는 요소인 Master Roll이 있다. 이것은 Ni-P도금으로 표면처리된 고경도 황산동을 사용하며, 다이아몬드 툴을 사용하여 프리즘 패턴이나 Wave패턴을 Surface Texturing한다. 프리즘 패턴의 경우, 다이아몬드 툴을 이용한 선삭으로 가능하나 Wave패턴의 경우 Piezo actuator 또는 Voice coil motor를 이용한 FTS(Fast Too Servo)가 사용된다.

기술 수요의 증가에 따라 점점 고난위도의 3D 패턴이 요구되어지고 있어 깊이 방향으로의 구동 변위에 따른 형상에서 나아가 폭(좌/우)방향으로의 구동변위에 따른 패턴이 요구되어지고 있다.

따라서, 본 연구는 Piezo actuator를 이용한 좌/우 구동을 위한 FTS(Fast Too Servo) 개발을 위한 요소 설계 중 하나이다.

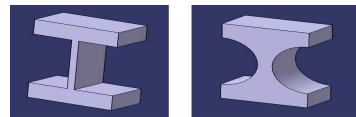
## 2. 유연힌지 구조의 Bridge 설계

좌/우 구동을 위한 FTS의 설계를 위해 우선 고려되어야 할 사항은 소재의 물성치를 활용한 유연힌지 메커니즘이다.

유연힌지 메커니즘에는 다양한 종류의 유연힌지가 사용되고 있는데, 그 중에서도 많이 사용되고 있는 힌지는 크게 판형 스프링 타입 힌지와 노치

타입 힌지의 두 종류로 구분할 수 있다.

판형 스프링 힌지 타입의 경우 변형과 하중에 대하여 넓은 범위를 수용하는데 적합하지만, 좌굴에 약한 특징이 있다. 노치 타입의 힌지는 구조가 단순하여 치수적 안정도가 우수하나 운동 범위와 강성이 노치의 응력집중에 의해 지배되는 특징이 있다.



(a)Leafspring type (b) notch type  
Fig. 1 Structures of flexible hinges[3]

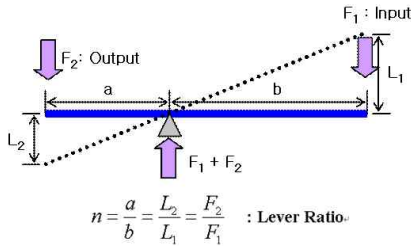
유연힌지의 주요 설계변수로는 판형 스프링의 경우 두께와 길이가 된다. 두께를 증가시키면 고유진동수, 작용력과 응력이 증가한다. 길이를 증가시키면 고유진동수, 작용력과 응력은 감소한다. 노치형의 경우 설계변수로는 두께와 직경이다. 노치의 두께가 얇고 노치직경이 커질수록 변위는 증가한다. 특히 두께변화가 변위의 변화에 지배적인 영향을 준다.[2]

## 3. 지렛대 원리를 이용한 변위 구동

지렛대를 이용하여 대상체를 이동시킬 때 힘을 적게 하고 변위를 크게 하기 위해 작용점의 이동을 시켜 큰 효과를 얻는다. 이를 인치웜에 적용하여 Piezo actuator에서 발생하는 작은 변위를 증폭시켜 반대편 Lever에 전달하는 원리를 지렛대 원리라고 한다.[3]

Fig.2에서 설명하는 Lever의 지렛대 메커니즘의 증폭비는 PZT의 힘이 작용되는  $F_1(input)$ 의 변위 ( $L_1$ )에서 Bridge를 중심으로  $F_2(output)$ 의 변위( $L_2$ )가 변화된다. 본 연구에서는 PZT의 변위  $F_1(input)$ 과

다이아몬드 툴의 끝인  $F_2$ (output)의 변위를 같게 하였으며 좌/우 구동을 위한 FTS개발 시에는 Lever의 회전에 따른 변위 특성에 주의하여야 한다.



Lever Ratio > 1 : Motion Amplification  
Lever Ratio < 1 : Motion Reduction

Fig. 2 Principle of Lever Mechanism<sup>[3]</sup>

#### 4. 좌/우 구동 메커니즘

지렛대 원리를 이용한 Lever & Bridge 타입의 구조물을 설계할 때, 고려되어야 할 사항은 Lever의 길이 선정이다. 지렛대 중심축인 Bridge에서 Lever의 각 점들에 대한 길이의 비가 커질수록 Lever 내에서 발생하는 굽힘 등의 현상으로 인해 레버 움직임에 손실이 발생하기 때문에 원하는 변위만큼의 최대한 짧은 Lever의 설계가 중요하다.

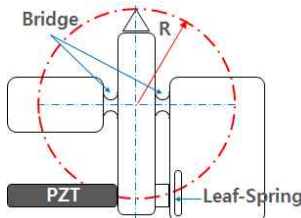


Fig. 3 Concept of Left & Right moving FTS

Master Roll의 좌/우 Surface Texturing Pattern의 경우, 최대 6(μm)의 변위가 현장에서 요구되는 사양이다. 현장에서 요구되는 사양에 따라 구동되는 컨셉을 설계하였으며, 앞에서 언급한 설계적 요소와 고려사항을 조합하여 1차 컨셉 설계를 하였다.

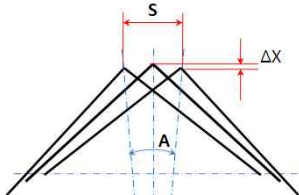


Fig. 4 Concept of Left & Right moving FTS

Notch 타입의 Bridge로 연결된 Lever는 Piezo actuator의 팽창과 수축에 의해 반경 R을 따라 좌/우 구동을 하게 된다. PZT의 팽창시 변화된 변위는 수축시 Leaf-Spring에 의해 복원된다.

실제 산업현장에서 요구되는 좌/우 구동 거리 S를 최대 6(μm)로 가정하였을시, 회전각(A)에 따라 Δx 만큼의 변위가 생긴다. 이러한 변위가 얼마만큼 인지를 계산하여 Table 1에 정리하였다.

Table 1 Displacement according to angle

S(μm)	Error	R(mm)		
		15	20	25
6	A(°)	0.011	0.009	0.007
	Δx(μm)	0.034	0.026	0.02

#### 4. 결론

회전각(A)에 따라 나타나는 변위(Δx)는 Lever 반경 최대 25mm의 경우 각도(A)는 0.007°이고 변위(Δx)는 0.02μm로써 산업현장에서 요구되는 오차 값에 충분히 만족되고 있음을 확인하였다.

#### 후기

This work was supported by "Development of next generation multi-functional machining systems for eco/bio components" project of ministry of knowledge economy and "Development of Multi-Physics based Micro Manufacturing (MP-M2) Technologies for Biomedical Products" International Collaborative R&D Program project of ministry of knowledge economy.

#### 참고문헌

1. Polymer Science and Technology Vol. 22, No. 3, June 2011
2. A. Suleman, S. Burns, D. Waechter, 2004, "Design and modeling of an electrostrictive inchworm actuator", Mechatronics Vol.14, pp.567~586
3. Y. W. Kim, E. Y. Kim, S. C. Choi, D. W. Lee, "A study on Characteristics of variable displacement of inchworm stage using lever mechanism" Korean Society of Machine Tool Engineers Spring Conference 2007, May 2007, pp.305~310