

프로젝션 TV용 틸팅 액추에이터의 동특성 해석

Dynamic Analysis of a Tilting Actuator for a Projection TV

임형빈* · 박철준* · 정진태†

Hyungbin Im, Chuljun Park and Jintai Chung

(2007년 10월 23일 접수 ; 2007년 12월 4일 심사완료)

Key Words : Lens Transmissive-type Actuator(렌즈 투과형 액추에이터), Projection TV(프로젝션 TV), Dynamic Characteristics(동특성) Natural Frequency(고유진동수)

ABSTRACT

A dynamic analysis of a tilting actuator for a projection TV is presented in this study. Severe vibration of a tilting actuator deteriorates the video quality of a projection TV. For this reason, a dynamic analysis of the tilting actuator system is essential to improve the video quality. The dynamic behaviors of the mirror reactive-type tilting actuator are examined in order to obtain design requirements of the lens transmissive-type tilting actuator. Based on these design requirements, a basic design is performed for the lens transmissive-type tilting actuator. With the basic design, the dynamic characteristics of the lens transmissive-type actuator are investigated by the finite element analysis. After the prototype of the actuator is manufactured, the dynamic behaviors of the prototype are examined by experiments. As a result of this study, a new design for the hinge configuration of the actuator is suggested for better performance.

1. 서론

근래 디지털TV 시장은 국내 HD 디지털방송의 본격화 및 기존 아날로그TV의 대체수요와 함께 미국 연방통신위원회(FCC)가 TV에 디지털방송튜너의 내장을 의무화함으로써 본격적으로 시장확대가 가속화되고 있다. 또한 현대인들의 생활수준향상에 따라 50인치 이상의 대형화면을 가진 고화질을 구현할 수 있는 PDP TV, LCD TV, 프로젝션 TV에 대한 수요가 지속되고 있어 국내 평판 디스플레이제품의 생산 및 수출에 중요한 위치를 차지하고 있다. 이 중 프로젝션 TV는 가격이 LCD나 PDP TV에 비하여 저렴한 비용으로 대화면을 구현할 수 있는 장점이 있

으나 틸팅 액추에이터를 구동하여 고화질을 구현하고 있어 진동과 소음이 발생할 수 있는 개연성이 높다. 쾌적한 환경에 대한 소비자의 요구로 저소음화, 저진동화는 디지털 TV의 개발에 있어서 필수사항이 되었다.

이 연구는 디지털 TV 중 프로젝션 TV의 고화질 구현과 실내정숙성을 확보하기 위해 프로젝션 TV부품중의 하나인 틸팅 렌즈를 구동하는 틸팅 액추에이터의 진동 및 소음을 저감하여 그 성능을 확보하는 연구이다. 일반적으로 틸팅 액추에이터의 과도한 진동은 광원에서 나오는 빛을 제어하는 렌즈를 동적으로 불안정하게 만들어 프로젝션 TV의 고화질구현을 어렵게 한다. 따라서 프로젝션 TV의 오동작을 최소화하기 위해서 틸팅 액추에이터의 동적 안정성을 확보하여 진동을 최소화하여야 한다.

프로젝션 TV의 화질을 개선하기 위한 틸팅 렌즈의 진동 및 소음의 저감 연구를 아직까지 국내에서 시도하지 않았다. 반면에 CD-ROM이나 DVD와 같

† 교신저자: 정희원, 한양대학교 공학대학 기계공학과
E-mail : jchung@hanyang.ac.kr
Tel: (031)400-5287, Fax : (031)406-5550

* 한양대학교 일반대학원 기계공학과

은 광 기록기기의 픽업 장치에 관련된 연구개발이 국내에서 다수 수행되었는데, 주로 광 픽업 틸팅 액추에이터의 동적 안정성 확보 및 서보제어에 대한 것이 주류를 이룬다^(1,2). 그러나 이러한 연구의 결과를 프로젝션 TV의 틸팅 렌즈를 구동하는 액추에이터의 진동 및 소음 저감에 응용하는 것은 현실적으로 불가능하다. 국외 연구를 살펴보면, 프로젝션 TV와 관련하여 텍사스인스트루먼트사가 스무드 픽처링(smooth picturing) 기술을 개발하여 비용을 혁신적으로 낮출 수 있는 반사형 거울을 구동하는 액추에이터를 개발하였다. 한편, 광 픽업 틸팅 액추에이터와 대물렌즈의 경사량을 줄이기 위한 시도로 경사량 저감과 관련된 설계변수 제시와 함께 경사 발생의 원인 분석과 대책 제시가 있었다^(3,4). 그리고, 리브를 사용하여 액추에이터 구조를 보강시키는 연구⁽⁵⁾와 가동부의 유연모드와 렌즈 홀더의 강성의 관계에 대한 연구⁽⁶⁾ 등이 수행되었다.

앞서 말한 바와 같이 텍사스인스트루먼트사가 스무드 픽처링 기술을 응용하여 프로젝션 TV의 화소수에 해당하는 미소 거울의 개수를 반으로 줄이는 기술을 개발하였는데, 미소 거울의 수를 반으로 줄여 사용할 경우 해상도를 높이기 위해 반사판의 기울임을 비디오 신호 주기에 동기시켜 투사광을 1/2 픽셀 이동시켜 주는 액추에이터가 필요하다. 기존의 프로젝션 TV용 틸팅 액추에이터는 거울 반사형을 사용하고 있는데, 거울 반사형은 정밀한 반사를 위해서 사용되는 거울의 표면 가공오차가 매우 작아야 하고 두께도 두꺼워야 한다. 이는 가공비용의 상승을 초래하여 가격 경쟁력을 낮추게 할 뿐만 아니라, 두께 증가로 인해 광학계의 부피가 늘어 프로젝션 TV의 슬림화에 역행하는 단점이 있다. 거울 반사형 대신 렌즈 투과형을 사용할 경우 앞서 설명한 단점들을 극복할 수 있다. 그러나 렌즈 투과형은 거울 반사형에 비해 틸팅 각도의 변위가 커서 상대적으로 큰 진동을 유발하여 프로젝션 TV의 오동작을 일으킬 수 있기 때문에 이에 대한 해결책 강구가 필요하다.

이 연구에서는 거울 반사형 액추에이터의 한계를 극복하고 프로젝션 TV의 오동작을 줄일 수 있는 저진동/저소음의 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 설계를 제시하였다. 이를 위하여 기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터를 실험적 방법을 통해 측정하고 분

석하여 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터 설계에 필요한 인자들을 도출하였다. 도출한 설계 인자를 바탕으로 렌즈 투과형의 기본 구조를 유한요소로 모델링하여 구조적 특성과 동적 특성을 파악하였다. 또한, 유한요소해석으로 특성이 파악된 기본 구조를 이용하여 시작품을 제작한 후에 거울 반사형에서 수행한 실험적 방법을 통해 기본 구조의 특성을 검증하였다. 마지막으로, 프로젝션 TV용 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터에 적합한 구조 변경안을 제시하고 이를 실험적으로 검증하였다.

2. 설계조건외의 도출

거울 반사형과 동일한 응답주파수를 가지면서 거울 반사형보다 훨씬 큰 구동각도를 안정적으로 구현할 수 있는 저진동/저소음의 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터를 구현하는 것이 이 연구의 목적이다. 연구에 앞서 기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터가 사용되고 있는 프로젝션 TV의 광학계의 구성도를 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 그림의 오른쪽 상단에 있는 것이 거울 반사형 틸팅 액추에이터이다. 이 틸팅 액추에이터는 서론에서 설명한 바와 같이 미소 거울(DMD)에서 형성된 투사광을 1/2픽셀 이동시켜 미소 거울의 수도 반으로 줄이면서 고품질의 영상을 이룰 수 있게 하는 역할을 한다.

이 연구의 목적을 달성하기 위해 우선 기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 동적 특성을 측정하고 분석할 필요가 있다. 이 연구에서는 틸팅 액추에이터의 동적 특성을 파악하기 위해 세 가지 실험을 수행하였다. 첫 번째 실험은 가진기를 이용하여 틸팅

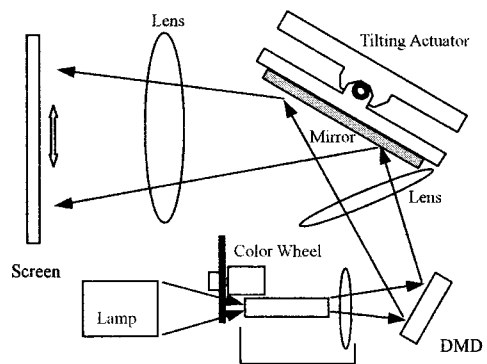


Fig. 1 Projection TV setup diagram

액추에이터에 진동수를 올려가며 사인파를 가진하여 고유진동수를 구하는 실험이고, 두 번째 실험은 진동수를 올려가며 틸팅 액추에이터의 힌지부에 자체 회로를 이용하여 직접 사인파의 구동력을 가해 주파수 응답함수를 구하는 실험이다. 그리고 마지막 세 번째 실험은 틸팅 액추에이터에 일정한 전압 즉, 구형파를 인가하여 시간응답을 구하는 실험이다.

기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 고유진동수를 측정하기 위한 틸팅 액추에이터에 대한 가진기를 이용한 모드해석실험 장치는 Fig. 2와 같다. 모드해석실험을 수행하기 위하여 가진기를 이용하여 기존의 틸팅 액추에이터에 가진주파수를 0 Hz에서 1600 Hz까지 증가시켜가며 조화가진을 부과하였다. 그리고 레이저 바이브로미터를 틸팅 액추에이터의 힌지부 끝부분에 장착하여 힌지부의 진동신호를 채집한 후, 레이저 진동측정기에서 채집된 진동신호를 주파수 분석기를 통하여 분석하였다. Fig. 3은 레이저 진동측정기로부터 채집된 진동신호를 주파수영역에서 변환시킨 스펙트럼이다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 약 701 Hz 부근에서 피크가 나타나는데, 이 주파수가 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 1차 고유진동수가 701 Hz이다.

두 번째 실험을 수행하기 위해서 기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 힌지부에 사인파의 가진을 하였다. 이 실험은 앞서 설명한 고유진동수 측정을 위한 모드해석실험과 유사한데, 다른 점은 모드해석 실험은 가진기를 이용해 틸팅 액추에이터 전체에 직접 가진하지만 이 실험은 액추에이터의 구동회로를 이용하여 틸팅 액추에이터의 구동 힌지부에 사인파에 해당하는 구동력을 가한다는 점에서 첫 번째 실험과 다르다. 특히, 구동회로에 전류를 가하면 액추에이터 코일에 자기장이 형성되어 전류가 가해지지

않을 때와 다른 고유진동수를 갖는다.

이 실험은 실제 틸팅 액추에이터가 작동할 때의

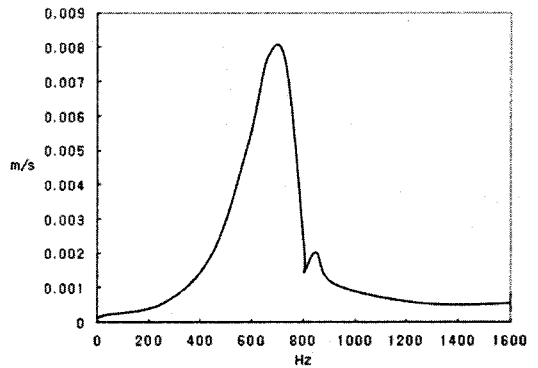


Fig. 3 Frequency response function of the mirror reactive-type tilting actuator obtained by a shaker

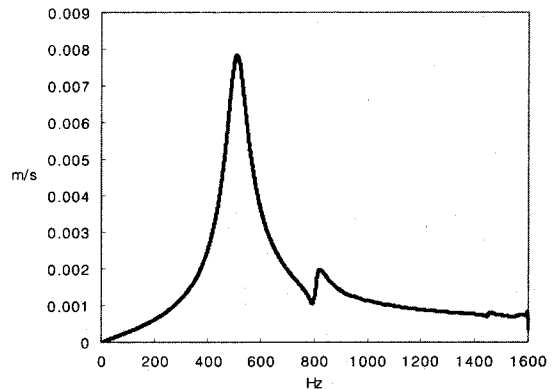


Fig. 4 Frequency response of the mirror reactive-type tilting actuator obtained by operating the actuator

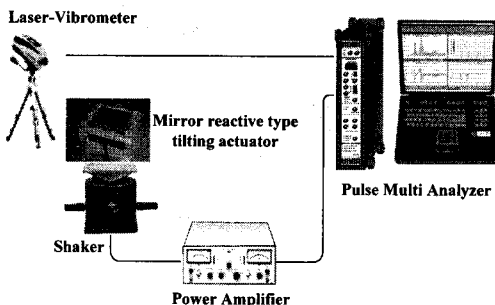


Fig. 2 Experimental setup for the modal testing

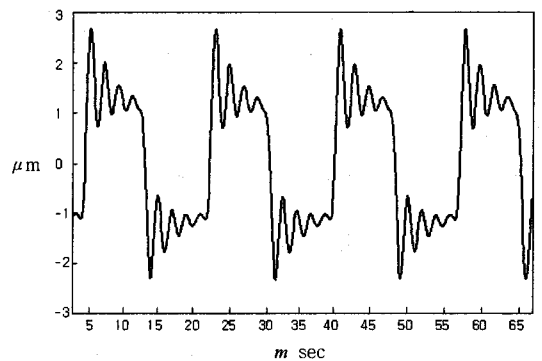


Fig. 5 Time response of the mirror reactive-type tilting actuator

응답주파수가 얼마인지 측정하여 구동파형의 주파수를 추종할 수 있는지를 판단할 수 있다. 구동파형을 추종할 수 있는 틸팅 액추에이터의 응답파형을 만들려면 응답파형의 한 주기가 구형파 주기의 1/8정도가 되어야 한다. 이 1/8은 틸팅 액추에이터의 응답파형이 구동파형인 구형파를 추종할 수 있는 최소의 주기에 해당한다. 따라서, 구동파 주기의 1/8보다 크게 되면, 액추에이터 구동 시 구동파형을 추종하지 못 하여 고화질 화면 구성에 문제가 발생한다. 이 구동파형의 구형파가 16 msec의 주기를 가지고 있기 때문에, 이 주기의 1/8인 2msec의 주기에 해당하는 주파수는 500 Hz이다. 구동파형의 1/8에 해당하는 주파수인 500 Hz와 20% 이상 차이가 나게 되면 응답파형 자체가 삼각파형과 같이 되어 프로젝션 TV의 틸팅 액추에이터의 기능을 발휘할 수 없게 된다. 따라서 이 실험은 틸팅 액추에이터의 성능 측정에 있어서 가장 중요한 실험이라 할 수 있다. 힌지부에 진동을 가하기 위하여 전력 공급기를 조정하여 사인파의 전류를 힌지부에 직접 인가하였다. 진동신호 채집은 레이저 진동측정기를 이용하였고, 채집된 진동신호를 주파수분석기를 통하여 주파수응답스펙트럼을 구하였다. 측정된 주파수응답함수를 나타내는 Fig. 4에서 볼 수 있듯이 약 517 Hz부근에서 피크점이 나타났다. 이는 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 사인파의 전류인가에 따른 응답주파수가 517 Hz임을 나타낸다. 일반적으로 거울 반사형의 응답주파수가 500 Hz이상이므로 실험대상인 거울 반사형 틸팅 액추에이터가 프로젝션 TV용으로 사용되어도 가능상으로 문제가 없다는 것을 알 수 있다.

틸팅 액추에이터의 각도 변위를 측정하기 위하여 시간응답을 구하는 실험을 수행하였다. 이 실험에서 액추에이터에 일정한 전압을 인가하여 틸팅 액추에이터의 힌지부가 구동할 때 각도 변위를 측정하였다. 전력공급기를 통해 2.5V의 일정한 전압을 인가하였으며, 진동신호는 앞에서 언급한 실험들과 마찬가지로 레이저 진동측정기를 통하여 채집하였다. 채집된 진동신호를 시간영역에서 나타내면 Fig. 5와 같다. 이 그림에서 변위의 RMS 값이 약 1.4 μm으로 확인하였다. 한편, 각도 변위 θ는 다음 식으로 표현된다.

$$\theta(\text{degree}) = \frac{180l}{\pi r} \quad (1)$$

여기서 $l=1.4\mu\text{m}$ 로 선형 변위를 나타내고, $r=20\text{mm}$ 로 힌지부의 폭의 1/2값을 나타낸다. 따라서, 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 환산된 각도 변위는 이다. 이 각도 변위는 현재 프로젝션 TV의 광학계에서 화질을 구성하는 픽셀을 9.7 μm로 전위시킬 수 있다. 따라서 렌즈를 사용할 경우에도 현재 광학계에서 9.7 μm를 전위시킬 수 있는 렌즈의 재질과 틸팅 각도를 찾아야만 한다.

거울 반사형 틸팅 액추에이터의 분석을 통하여 얻어진 프로젝션 TV용 틸팅 액추에이터의 기본적인 동특성을 요약하면 다음과 같다. 거울 반사형의 고유진동수는 701 Hz, 구동 힌지부에 사인파 가진에 대한 강제응답주파수는 517 Hz, 그리고 픽셀을 9.7 μm 전위시킬 수 있는 각도 변위는 ±0.004°이다.

거울 반사형 액추에이터는 거울이 있는 면만을 사용하므로 거울이 없는 뒷면에 지지를 충분히 할 수 있는 공간이 있다. 반면에 렌즈 투과형 액추에이터에서는 빛이 투과하는 양쪽 면에 지지를 할 수가 없다. 이런 이유로 거울 반사형 액추에이터에 비해서 렌즈 투과형 액추에이터는 지지부의 강성이 떨어지는 경향이 있다. 이는 렌즈 투과형 액추에이터가 거울 반사형 액추에이터에 비해 낮은 고유진동수와 강제응답주파수를 갖을 수 밖에 없는 원인이다. 강제응답주파수가 낮아지는 한계치는 앞서 설명한 바와 같이 500 Hz의 20% 하한치인 400 Hz이다. 픽셀을 9.7 μm로 전위시킬 수 있는 거울 반사형 액추에이터의 ±0.004° 각도 변위에 해당하는 렌즈 투과형 액추에이터의 설계조건은 렌즈의 재질을 BK7Nd로 채택한 경우, 렌즈의 굴절율을 고려하여 두께 3mm와 각도 변위는 ±0.05°이다. 다시 말해, 3mm 두께의 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터는 400 Hz 이상의 강제응답주파수와 ±0.05° 이상의 각도 변위가 필요하다.

3. 기본 구조의 설계

기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터의 분석을 통하여 렌즈 투과형에 적합하다고 판단되는 구동 힌지부의 강성과 질량관성모멘트를 맞추어 기본구조를 제시하였다. 제시된 기본구조를 상용 유한요소해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 유한요소로 모델링하고, 수립된 유한요소모델을 이용하여 기본구조의

구조적 특성과 동적 특성을 파악하였다.

렌즈 투과형 액추에이터의 고유진동수를 구하기 위하여 유한요소해석을 이용하여 모드해석을 수행하였다. Fig. 6은 구동 힌지부와 렌즈를 유한요소로 모델링한 모습이다. 요소타입은 Solid 45타입으로 하였고 힌지부는 알루미늄의 물성치를 입력, 그리고 렌즈는 BK7Nd재질의 물성치를 입력하였다. 여기서 알루미늄의 물성치는 영률 68.9×10^9 Pa, 밀도 2.7×10^3 kg/m³, BK7Nd의 물성치는 영률 64×10^9 Pa, 밀도 2400 kg/m³으로 적용하였다. 경계조건으로 Fig. 6에서 얇은 빔 모양의 양 끝단이 고정된 조건을 부과하였다. 모드해석을 통하여 Fig. 7에 보는 것과 같이 1차, 2차 모드 형상을 추출하였으며, 각 모드 형상의 고유진동수는 각각 500.1 Hz와 1111 Hz로 나타났다. 1차 모드 형상은 틸팅 형상을 보이고 있

어서, 틸팅 액추에이터의 실제 작동 시 나타나는 형상과 일치하고 있다. 또한, 고유진동수 역시 설계 시 원하는 강제응답주파수 근처인 것을 알 수 있다.

유한요소법을 이용한 정해석으로부터 각도 변위 모드해석으로 고유진동수를 추출한 후에, ANSYS의 정해석을 통해서 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 변위와 최대응력을 추출하였다. 정해석으로부터 추출된 액추에이터의 최대각변위는 $\pm 0.29^\circ$ 이고 최대 응력은 24.2 MPa이다. 앞 절에서 제시된 렌즈 설계 시 요구되는 각도변위는 $\pm 0.15^\circ$ 이상 되어야 하고 정해석으로부터 얻어진 최대각도가 설계요구각도 보다 크기 때문에 기본 구조설계가 만족하다고 말할 수 있다. 그리고, 최대응력 24.2 MPa가 알루미늄의 최대 허용응력을 안전계수로 나눈 30 MPa보다 낮으므로 구조적으로도 문제점이 없다고 판단된다.

4. 실험적 검증

앞 절의 결과를 바탕으로 시작품을 제작하여 제시한 모델이 프로젝션 TV용으로 적합한 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터인지 실험적으로 검증하였다. 실험적 검증은 2절에서 언급한 세 가지 항목인 고유진동수, 강제응답주파수와 시간응답의 확인을 통해 이루어졌다.

렌즈 투과형 액추에이터의 고유진동수를 측정하기 위해 가진기를 이용하여 주파수를 증가시켜가며 사인파 형태의 힘을 가하는 모드해석실험을 수행하였다. 실험을 통하여 얻어진 고유진동수는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 1차 고유진동수는 500 Hz이고, 이 결과는 3절의 유한요소해석을 이용한 모드해석의 결과와 일치한다.

렌즈 투과형 틸팅 액추에이터를 구동시킬 수 있는 사인파 형태의 전류를 액추에이터에 직접 인가하여 힌지부의 변형과 관련된 강제응답주파수를 측정하였다. Fig. 9에서 볼 수 있듯이 약 364.5 Hz에서 피크점이 나타났다. 이는 프로젝션TV용 틸팅 액추에이터의 성능을 발휘할 수 있는 강제응답주파수인 400 Hz보다 낮아 개선이 필요함을 알 수 있다.

마지막으로 렌즈 투과형의 각도 변위를 측정하기 위하여 시간응답을 구하는 실험을 수행하였다. 측정된 변위에 대한 시간응답의 최대/최소값을 식 (1)을 이용하여 각도로 환산하여 최대/최소 각도변위가

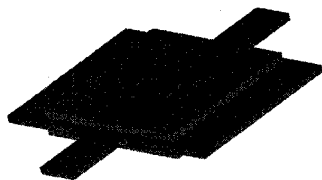


Fig. 6 Finite element model of the lens transmissive-type tilting actuator

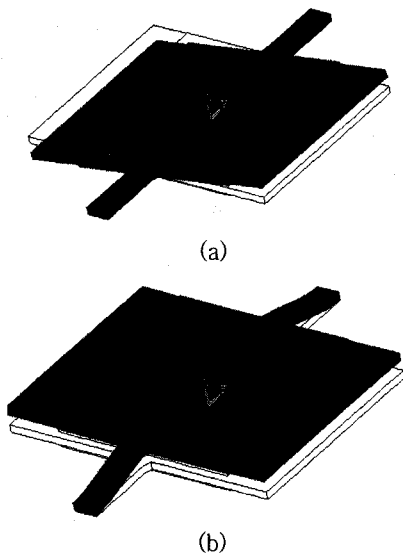


Fig. 7 Mode shapes of the lens transmissive-type tilting actuator: (a) the first mode, (b) the second mode

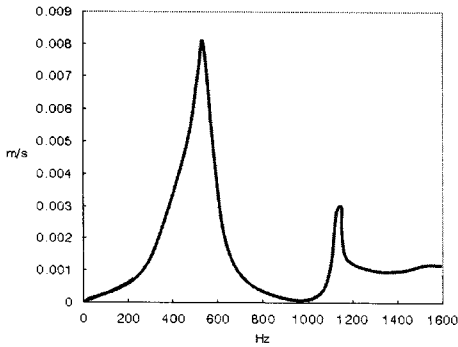


Fig. 8 Frequency response function of the lens transmissive-type tilting actuator by a shaker

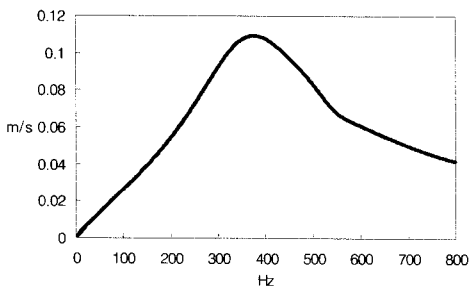


Fig. 9 Forced frequency response of the lens transmissive-type tilting actuator by operating the shaker

$\pm 0.28^\circ$ 임을 확인하였다. 이는 유한요소해석의 정해석 결과와 거의 일치한다.

제시한 렌즈 투과형 액추에이터의 설계안은 각도 변위의 측면에서는 이상이 없으나 틸팅 액추에이터에서 요구되는 400 Hz의 강제응답주파수에 못 미치기 때문에 프로젝션 TV용 틸팅 액추에이터로 사용될 수 없다. 따라서, 강제응답주파수의 요구조건을 충족시키기 위하여 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 구조 변경안이 필요하다.

5. 설계방안 제시

렌즈 투과형 기본 구조 설계안은 프로젝션 TV의 설계 사양을 충족시키기 어려우므로 힌지부의 형상을 변화하여 새로운 변경안을 제안하였다. 힌지부의 형상은 틸팅 액추에이터의 폭, 길이 그리고 두께 등의 변화로 변경안을 제시할 수 있다. 이 힌지부 형상의 변경에 따라 고유진동수, 각도 변위, 그리고 최대 응력의 변화를 구할 수 있다. 그러나, 길이는 광

Table 1 Comparison of the angular displacement, natural frequency and maximum stress for the variation of the hinge width

Hinge width (mm)	Angular displacement (degree)	Natural frequency (Hz)	Maximum stress (MPa)
3.2	0.29	500.1	24.2
3.5	0.27	529.4	23.7
3.8	0.25	559.1	23.2
4.1	0.24	588.5	22.7
4.4	0.22	617.6	22.2
4.7	0.21	648.0	21.0

학계의 크기의 한계로 제약을 받고, 두께 역시 렌즈의 두께인 3 mm를 넘으면 힌지부가 렌즈에 손상을 줄 수 있다. 따라서 이 연구에서는 힌지부 폭의 변화에 따른 동특성의 변화를 제시하였다.

힌지부 폭의 변화에 따른 각도 변위, 고유진동수, 그리고 최대 응력을 3절의 유한요소해석을 반복해서 수행하여 얻은 결과를 Table 1에 나타냈다. 강제응답주파수는 코일의 질량효과로 인하여 고유진동수보다 낮게 측정된다. 400 Hz 이상의 강제응답주파수가 되려면, 코일의 질량효과를 배제한 틸팅 액추에이터 자체의 1차 고유진동수가 640 Hz 이상 되어야 한다. 힌지부의 폭 4.7 mm일 경우 유한요소해석 시 648 Hz의 고유진동수가 됨을 알 수 있다. 또한, 각도 변위 $\pm 21^\circ$, 최대응력 21 MPa이었다.

2절에서의 실험 방법과 같이 고유진동수, 강제응답주파수, 시간 응답에 관한 실험적 검증을 수행하였다. 실험 결과 고유진동수 650 Hz, 강제응답주파수 442.1 Hz 그리고 각도 변위는 $\pm 0.21^\circ$ 로 나타났다. 따라서 새롭게 제시한 구조 변경안은 강제응답주파수 400 Hz 이상, 각도 변위 $\pm 0.05^\circ$ 이상으로 프로젝션 TV에 적합한 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 모델이라 하겠다.

이 연구에서는 힌지부의 폭이 4.7 mm인 경우를 선택하였다. 그러나 프로젝션 TV에 따라 그 원하는 가진력의 크기와 광학계의 크기가 달라지므로 설계 시 힌지부의 폭을 적절히 조절하여 틸팅 액추에이터의 기능을 제대로 수행할 수 있는 설계를 찾아야 한다.

6. 결 론

이 연구를 통해서 거울 반사형의 한계를 극복하고 프로젝션 TV의 오동작을 줄일 수 있는 저진동/저소

음의 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 설계안을 제시하였다. 이를 위하여 기존의 거울 반사형 틸팅 액추에이터를 실험적으로 분석하였다. 분석한 거울 반사형의 고유진동수는 701 Hz, 구동 힌지부의 스냅 사인파 가진에 대한 강제응답주파수는 517 Hz, 그리고 각도 변위는 $\pm 0.004^\circ$ 이다. 이를 통해서 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 설계변수를 도출하였다. 이 연구의 구조 변경안을 통하여 제작된 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터는 각도 변위 $\pm 0.21^\circ$, 강제응답주파수 434.2 Hz로 충분히 프로젝션 TV용 틸팅 액추에이터의 성능을 발휘할 수 있다.

이 연구에서 도출된 각종 설계 방안을 시작품에 반영, 제작하여 목표가 되는 주파수 레벨, 틸팅 각도 변위 등의 달성여부를 평가하는 측정을 시행하였다. 그리고 측정 결과를 분석하여 렌즈 투과형 틸팅 액추에이터의 힌지부 형상 설계 개선 자료로 활용될 수 있도록 하였다.

후 기

이 논문은 2007년도 2단계 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음.

참 고 문 헌

(1) Kim, Y. and Lee, H. C., 1996, "Vibration

Analysis of a Cantilever Beam for Initial Design of Optical Pickups", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 6, No. 6, pp. 763~770.

(2) Kim, S. J., Lee, Y. H., Son, Y. K., Lee, C. W. and Rim, K. H., 1998, "A Study on Dynamic Characteristics of a Precise Actuator for the High Density Optical Recording Pick-up", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 8, No. 1, pp. 87~98.

(3) Makato, N., Isao, H., 1996, "Development of Two-axis Actuator with Small Tilt Angles for One-piece Optical Heads", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 35, pp. 392~397.

(4) Han, C. S., Seo, H. S., Lee, J. H., Won, J. H., Kim, S. H. and Kwak, Y. K., 1998, "Study on Tilt of 4-Wire Actuator in Optical Disc", J. of KSPE, Vol. 15, No. 7, pp. 52~60.

(5) Takahashi, N., Sato, H., Osawa, H. and Nagai, K., 1997, "Digital Video Disk/Compact Disk (DVD/CD)-Compatible Pickup Head with Dual lens Rotating Actuator", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 36, pp. 467~473.

(6) Matsui, T., 1994, "Optical Head Lens Actuator for High Information Bit Rate Recording", IEICE TRANS. ELECTRON, No.10, pp. 1581~1586.