

< 논 문 >

FP 코일형 광픽업 액츄에이터의 설계 및 부공진의 진동저감 대책

Design and Vibration Reduction Method of Sub-Resonance in Optical
Pick-Up Actuator Using the Fine Pattern Coil

정 호 섭* · 오 관 영** · 유 익 형**

Ho-Seop Jeong, Kwan-Young Oh and Ik-Hyeong Yu

(1998년 3월 16일 접수 : 1998년 6월 18일 심사완료)

Key Words : Optical Pick-Up Actuator(광픽업 구동기), Sub-Resonance(부공진), FEM(유한요소법),
Modal Analysis(모드해석)

ABSTRACT

The sub-resonance modes can be easily excited by the assembling tolerance in the asymmetric type optical pick-up actuators, compared with the symmetric type. In this paper, we propose the novel method for reducing the vibration due to the sub-resonance modes whose amplitude can be decreased by adding the damper and increasing the flexibility of holder PCB. Using the finite element method, the change of mode shapes is investigated as the shape of holder PCB is modified. Experimental results support that the proposed method reduces remarkably the vibration of sub-resonance modes of the optical pick-up actuator.

1. 서 론

정보화 사회가 점점 다가오면서 고밀도의 기록저장 매체에 대한 관심은 날로 고조되고 있다. 고밀도 기록저장 매체의 하나로 지금 현재 많은 주목을 받고 있는 CD(Compact Disk), DVD(Digital Versatile Disk)등의 광 관련 미디어와 관련된 기술들은 선진 기업들의 연구가 치열히 진행되고 있다. 광 미디어 기술은 크게 DVD와 같은 고밀도화 기술과 기존의 CD의 고배속화 기술로 크게 양분되고 있다⁽¹⁾. 특히 CD, DVD의 고배속화 및 고밀

도화와 더불어 광 픽업에서 2자유도 운동을 구현하는 액츄에이터의 중요성은 어느 때보다 대두되고 있다. 또한 Note-PC의 대중화에 따라 이에 채용될 수 있는 멀티미디어 장치의 개발이 중요시 되었고 CD 및 DVD 드라이브를 노트북에 채용하기 위해서는 드라이브 전체의 높이를 12.7 mm이하로 낮추어야 하며 전력소모를 최소화하는 문제가 발생한다. 드라이브 전체의 높이를 지배하는 요소는 액츄에이터의 높이이기 때문에 액츄에이터의 높이를 낮추고자 하는 노력이 있어 왔다. 그러나 기존의 대칭형의 픽업 액츄에이터에서는 Fig. 1(a)에서 보는 것처럼 대물렌즈를 액츄에이터의 바로 위에 배치하였다. 이는 구동 밸런스를 취하기 쉽고 배치면적이 작기 때문이다. 그러나 액츄에이터 전체가 광로 안에서 동작하기 때문에 입상거울에서 대물렌

* 정회원, 삼성전기 종합연구소 광메카연구실

** 삼성전기 종합연구소 광메카연구실

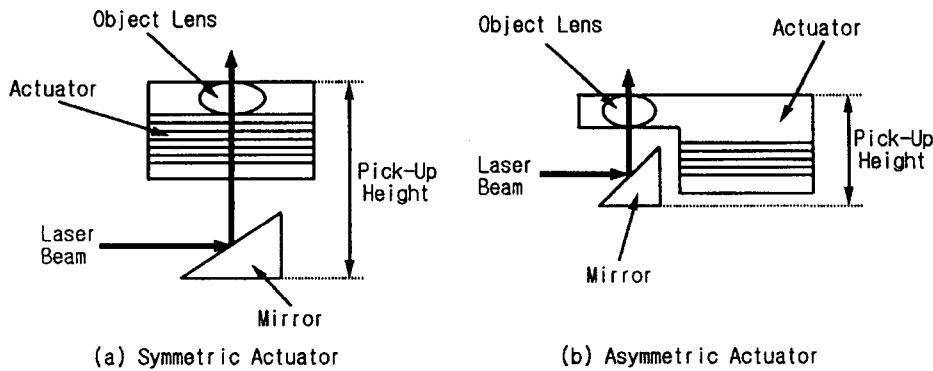


Fig. 1 Fundamental structure of symmetric and asymmetric actuators

즈까지의 광로가 길어지고 픽업의 두께가 두꺼워진다. 그러나 Fig. 1(b)와 같이 액츄에이터의 일부만이 대물렌즈의 광로에 들어가도록 한다면 대물렌즈와 액츄에이터의 변형부만 광로 안을 이동하기 때문에 입상거울에서 대물렌즈까지의 광로를 단축할 수 있고 광 픽업의 두께를 줄일 수 있다. 박형/소형화 되면서 고배속화, 고밀도화에 대응하기 위해서는 경량화해야 하고 위와 같은 조건을 만족시키기 위해서는 비대칭형 액츄에이터의 개발이 필요하다. 그런데 대칭형에서는 무게중심, 지지점 및 힘 작용점을 손쉽게 일치시킬 수 있었으나 비대칭형에서는 이를 일치시키는 것이 매우 어렵게 되었으며 비대칭형은 대칭형에 비해 상대적으로 질량중심과 힘 작용점의 불일치의 가능성이 높고 부공진의 발생이 용이하게 되었지만 부공진에 대해서 지금까지는 주로 중량분석을 통한 힘 작용점과 무게중심을 맞추는 수동적인 방법을 사용하였다^(2,3). 또는 부공진의 크기를 줄이기 위해서 지터링방향의 회전관성을 크게 하거나⁽⁴⁾ 비대칭 구동기의 부공진 모드에서 변위가 없는 특정노드와 구동중심을 일치시키는 방법⁽⁵⁾, 지지부의 강성을 바꾸어 주는 방법⁽⁶⁾이 제안되었다.

본 연구에서는 부공진의 원인을 살펴보고 이를 감소시킬 수 있는 방안으로 홀더 PCB의 형상설계에 대하여 연구하였다. 이를 적용하기 위해서 픽업의 박형화 및 저가화를 구현할 수 있는 Fine Pattern Coil(FPC)을 이용한 비대칭형 액츄에이터를 개발하였다. FPC형 액츄에이터는 힘 작용점, 무게중심점, 지지점의 세점을 일치시킬 수 있을 뿐만 아니라 조립공정을 단순화할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 비대칭형이기 때문에 발생할 수 밖에 없는 부공진의 원인규명 및 부공진 감소에 대한

대책이 필요하다. FPC형 액츄에이터를 I-DEAS 3D로 모형화하고 중량분석을 통해 부공진의 주요인이 되는 힘중심과 무게중심점의 불균형량을 최소화하였으며 이론적으로 두점을 일치시켰을지라도 조립과정에서 발생할 수 밖에 없는 부공진을 감소시킬 수 있도록 홀더 PCB의 형상설계하였으며 실험적으로 이를 증명하였다.

2. 비대칭형 액츄에이터의 특성분석

2.1 액츄에이터의 개요

광 픽업 액츄에이터의 구동방식은 주로 가동코일(moving-coil)방식이 채택되어 왔으며 지지방식은 축습동식, 판스프링 힌지방식, 4 와이어 방식등의 서너가지 형태가 제시되어 왔지만 현재는 대부분 4개의 와이어 스프링으로 지지된 형태를 채용하고 있다. 4개의 와이어 스프링으로 지지된 액츄에이터는 초점방향과 트랙방향으로 1자유도 운동을 하도록 지지하고 가동코일로 원하는 운동을 구현하는 위치 추종기구이다. 원하는 운동을 구현하기 위해서는 제작된 액츄에이터와 적합한 서보를 포함하는 제어계가 필요하다. 제어계의 설계와 안정적인 성능 확보를 위해서는 제어하고자 하는 서보영역 안에서 부공진이 없어야 하며 2차 공진점은 가능하면 고주파영역에서 나타나야 한다. 따라서 액츄에이터 설계에 있어서 위의 두조건을 반드시 만족시켜야만 한다.

2.2 부공진의 원인 분석

픽업 액츄에이터는 초점방향과 트랙방향의 운동이 연성되지 않도록 설계하기 때문에 초점방향 운동과 트랙방향 운동을 Fig. 2와 같이 비연성시켜

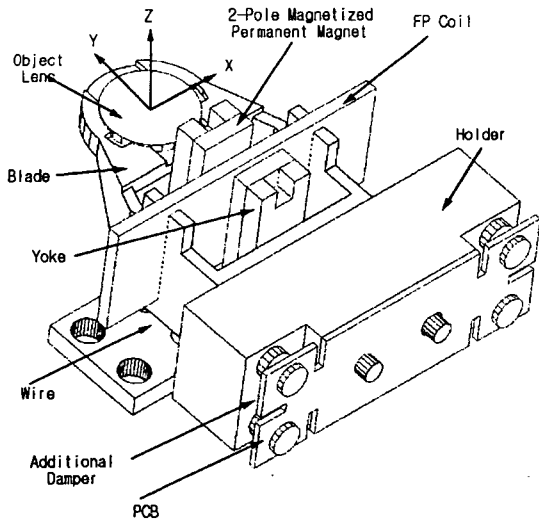


Fig. 4 Schematics of actuator using fine pattern coil

저 고려한 것은 2장에서 살펴본바와 같이 무게중심점과 힘작용점을 일치시키기 위해서를 중량분석을 수행하였으며 I-DEAS의 모드해석 기법을 이용하여 제작될 액츄에이터의 진동특성을 미리 예측하였다. 아래에 수행되는 중량분석, 모드해석 및 주파수 응답함수의 결과는 3차원 모델링 및 유한요소 해석이 가능한 I-DEAS V5.0⁽⁸⁾으로 수행하였다.

Fig. 4에 보인것처럼 FPC형 액츄에이터는 블레이드(blade), 대물렌즈(object lens), 와이어(wire), 코일 패턴판, 요크(yoke), 영구자석(permanent magnet), 베이스(base)로 구성되어 있다. 그러나 중량분석을 위해서는 영구자석과 요크를 제외한 나머지 부분들의 중량 해석을 통하여 무게중심이 구동력 중심과 일치하도록 하여 구동력이 불필요한 모드들을 가진하지 않도록 하는 것이 반드시 필요하다.

본 연구에서는 무게중심을 힘 작용점과 일치시키기 위해서 각 부품을 3차원으로 모형화하였으며 I-DEAS를 이용해 각부품을 결합하고 무게중심점의 좌표를 계산하였고 힘 작용점과 일치하도록 블레이드 형상을 수정하면서 반복수행하였다. Table 1은 각 부품들의 재질과 밀도를 나타내었고, Table 2에는 각 부품의 중량분석후의 결과를 나타내었다. Y 축상의 불균형량은 피칭(pitching) 및 요잉모드(yawing mode)에 영향을 미치고 Z축상의 불균형량은 롤링모드(rolling mode)에 영향을 미칩니다. 그런데 롤링모드는 기존의 홀더에 주입하는 댐퍼제에 의해 대부분 감소된다. 이 경우에도 0.8 mm정

Table 1 Material properties of each components

Component	Material	Density (kg/m ³)	Young's Modulus (N/m ²)
Blade	Vectra A130	1620	1.76×10 ¹⁰
Object	Glass	2060	2.50×10 ¹⁰
Wire	Beryllum copper	10000	1.27×10 ¹¹
FP coil	Epoxy	2623	4.10×10 ¹⁰

Table 2 Mass analysis (origin is lens center)

		Analysis Value
Mass		0.33 g
Mass Center	x (track)	0
	y (jitter)	-5.81
	z (focus)	-1.94
Force center	x (track)	0
	y (jitter)	-5.8
	z (focus)	-1.15

도의 차이가 있지만 실험에서 롤링모드가 약하게 나타나는 것을 알 수 있다. 그러나 피칭모드와 요잉모드는 약간의 불균형량만으로도 가진이 쉽게 되기 때문에 본 논문에서는 주로 피칭 및 요잉모드에 대해서만 언급하고자 한다. Table 2에서 보는 것처럼 피칭모드와 요잉모드를 발생시키는 원인이 되는 Y축의 대해서는 무게중심과 힘 작용점이 거의 일치시켰지만 금형제작상의 사출조건에 따라 다소 차이가 날수 있고 패턴판의 삽입조건에서 공차가 존재하기 때문에 부공진이 발생할 소지가 있다.

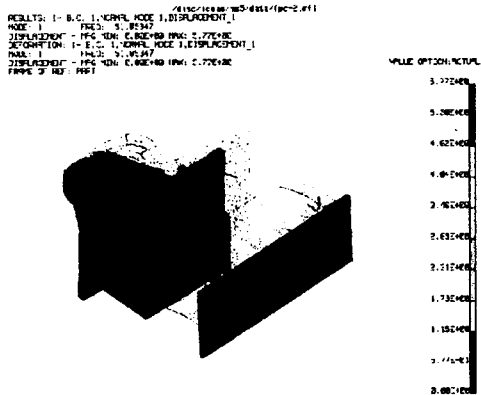
3.3 모드해석

유한요소법을 이용한 강체 모드해석은 액츄에이터의 1차 공진주파수와 부공진을 유발하는 모드의 분석을 유연체 모드해석은 고배속화에 따른 서보대역의 증가를 위해 블레이드 및 보빈의 유연모드가 나타나는 고차공진의 위치파악을 통한 형상의 최적화를 이루기 위해서 수행한다. 그러나 본 연구에서는 주요 관심분야는 부공진 모드이므로 유연체 모드해석은 생략한다.

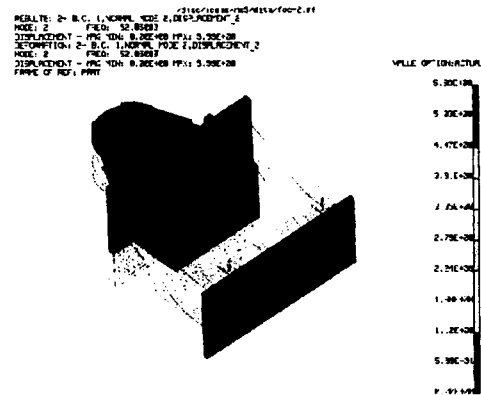
Fig. 5는 중량분석을 통해 설계된 블레이드와 나머지 부품들을 포함한 가동부의 6개 강체 모드를 나타내었다. 모드해석을 위해서 와이어 스프링은 빔요소(beam element)로 모델링하였고 블레이드

를 포함한 나머지 부분은 고체요소(solid element)로 모형화 하였으며 홀더부에 삽입된 댐퍼가 강성의 역할도 수행하기 때문에 이를 고려하기 위해서 스프링 요소를 첨가하였다. 이때 스프링의 강성계수는 실험에 의해 구해진 값으로 가정하였다. 그림에서 볼 수 있듯이 초점방향 구동시에는 피칭모드

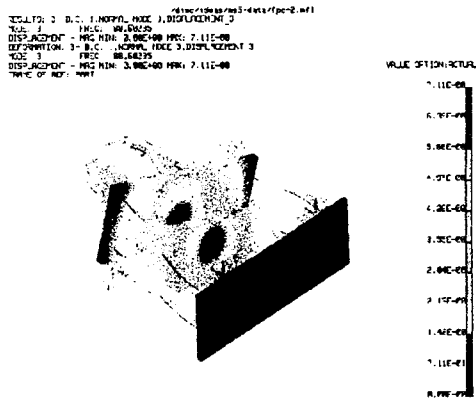
(pitching mode)가 트랙방향 가진시에는 요잉모드(yawing mode)가 가진될 가능성이 높음을 알 수 있다. Fig. 4와 5에서 볼수 있듯이 피칭모드와 요잉모드 모두 홀더에 삽입되는 댐퍼제가 있는 부분에서의 변위가 거의 없기 때문에 댐퍼의 영향을 거의 받지 못한다. 따라서 부공진으로 발생하는 두 모드



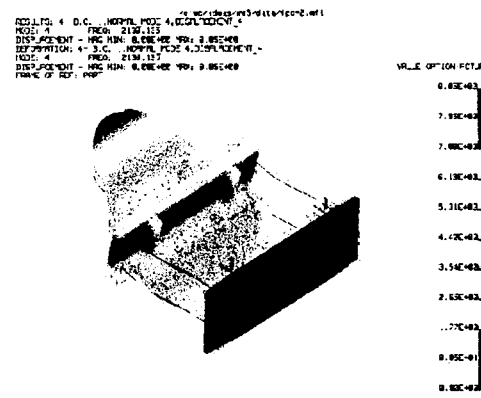
(a) Tracking Mode



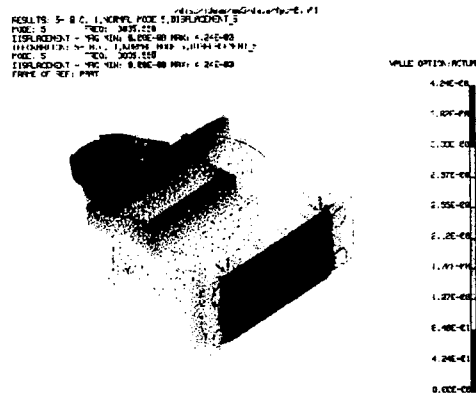
(b) Focusing Mode



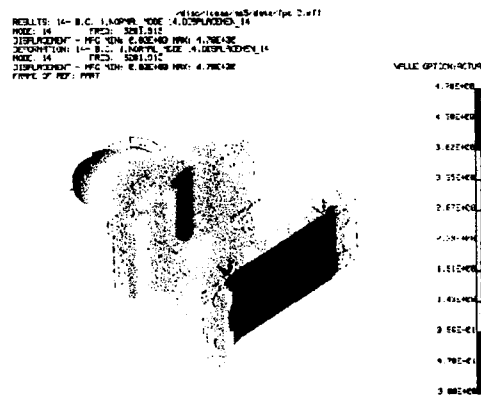
(c) Rolling Mode



(d) Pitching Mode



(e) Axial Mode



(f) Yawing Mode

Fig. 5 Rigid mode analysis before holder PCB modification

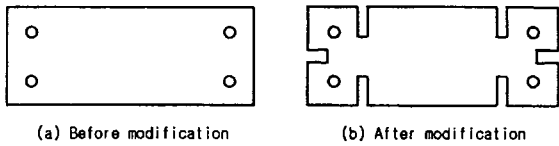


Fig. 6 Design modification of holder PCB

에 대해 감쇠를 줄수 있도록 액추에이터의 형태를 설계하면 좋겠지만 블레이드와 와이어의 형태는 거의 바꿀수 없는 요소이기 때문에 홀더의 PCB 설계변경을 통해 개선하고자 한다.

3.4 부공진 감소를 위한 홀더 PCB의 형상 재설계

2장에서 살펴본 바와 같이 비대칭형 액추에이터

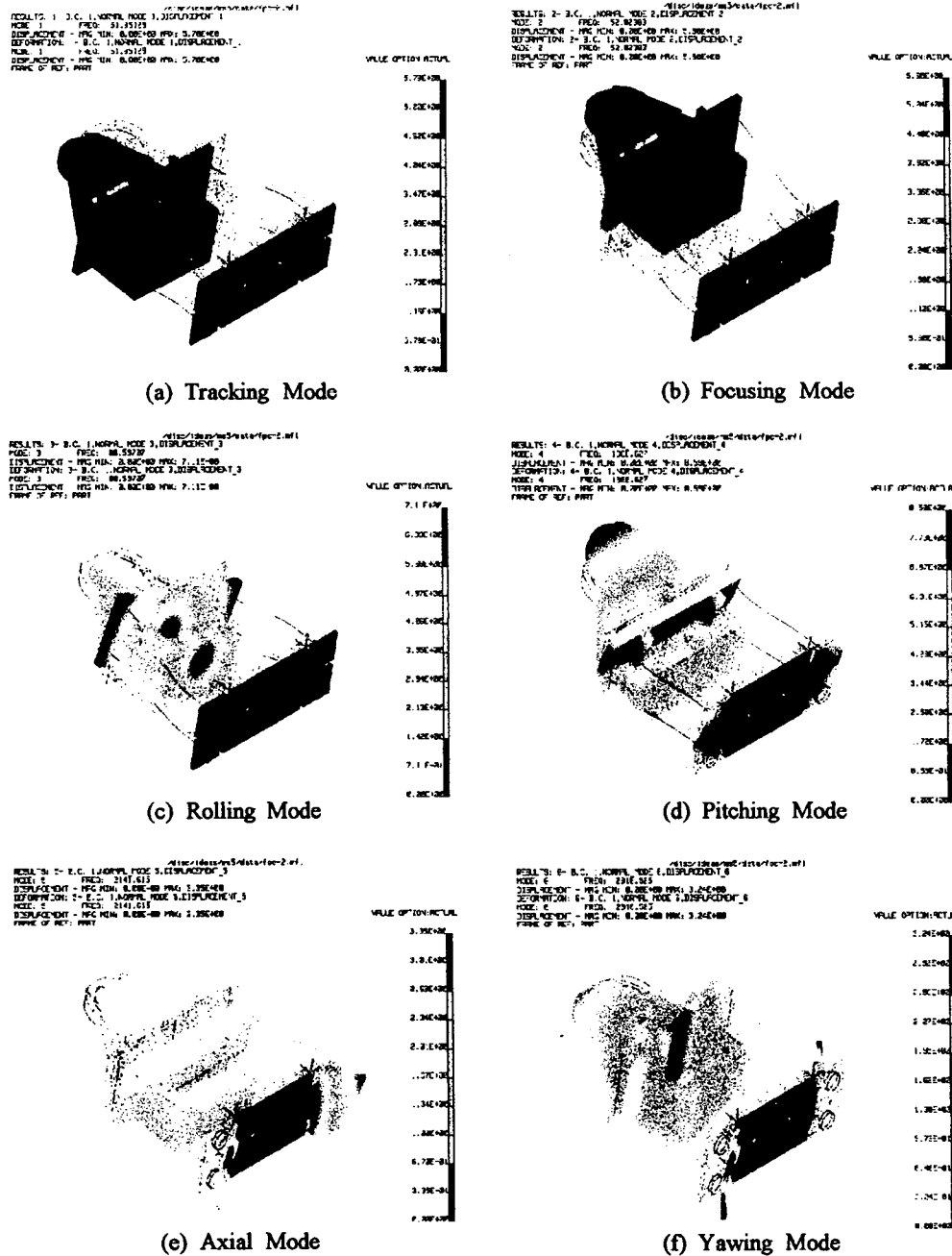


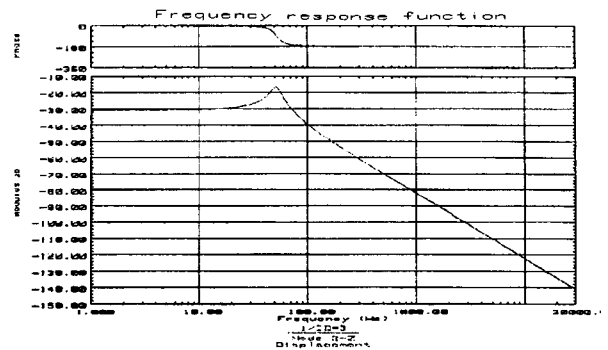
Fig. 7 Rigid mode analysis result after holder PCB modification

에서는 대칭형에 비해 부공진이 발생할 가능성이 상대적으로 매우 크기 때문에 지금까지는 발생하는 부공진에 대해서 무게중심점을 힘작용점에 맞추는 방법을 취해왔다. 이 방법은 제품의 양산시에 존재하는 조금의 공차에 의해서도 쉽게 불균형량이 발생하고 이는 부공진 모드를 가진하는 원인이 된다. 그리고 비대칭형 구동기의 부공진 모드에서 변위가 없는 특정 노드와 구동중심을 일치시키거나⁽⁵⁾ 서스펜션부의 강성을 바꾸어 주는 방법⁽⁶⁾ 등이 있으나 본 연구에서는 이에 비해 간단하게 현재의 모델에 적용할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

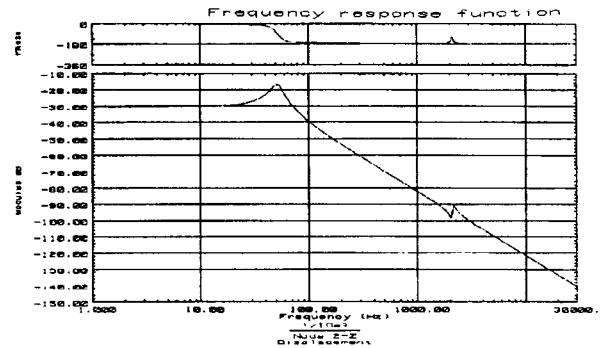
발생하기 쉬운 부공진 모드에 효과적으로 감쇠를 줄 수 있다면 양산시에 발생할 수 밖에 없는 무게중심점과 힘작용점의 조립공차에 의한 불일치에 대해 보다 많은 강인성을 줄 수 있다. 이를 위해서 Fig. 5에서 해석한 모드해석 결과를 관찰하면 요잉 모드에 대해 PCB판이 유연하게 움직이고 있는 것을 볼 수 있다. 따라서 Fig. 4에 추가 댐퍼부위라고 표시한 부분에 댐퍼를 추가한다면 요잉 모드에 대해 감쇠를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 피칭모드에 대해서는 이런 효과를 얻을 수 없기 때문에 기존의 PCB판의 형상을 재설계하여 쉽게 움직일 수 있도록 만들고 홀더와 PCB 판 사이의 추가 댐퍼부위에 댐퍼제를 추가하면 피칭모드와 요잉 모드에 대해 효과적인 감쇠를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이를 위해 Fig. 6과 같이 PCB 판의 형상을 재설계하여 PCB판에 유연성을 증가시켰다. 홀더 PCB판의 설계를 변경한 후에 모드해석을 하면 Fig. 7과 같이 나타난다. 그림에서 볼 수 있듯이 초점방향과 트랙방향에서의 고유진동수와 롤링모드는 큰 차이가 없지만 부공진을 유발하는 피칭모드와 요잉모드에 대해서는 홀더 PCB판의 모드 형상(mode shape)과 고유진동수가 매우 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다. PCB의 형상이 각 모드에 형상을 따라 움직이며 댐퍼를 홀더와 PCB 판의 사이에 주입한다면 감쇠 효과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 서보를 설계하는데는 부공진이 없는것이 이상적이지만 실제로는 조금씩 부공진이 존재한다. 그런데 현재 X 24정도를 구동하기 위해서는 약 3.3 kHz의 차단 주파수(cutoff frequency)를 사용하고 있고 이보다 높은 X 32으로 갈수록 차단주파수는 조금씩 올라가고 있다. 따라서 위와 같은 홀더 PCB의 형상 재설계를 통해 Table 3에서 보는 것처럼 부공진(피칭, 요잉) 주파수가 차단 주파수와 멀어지게 함으로써 서보계의 게인 교차점

Table 3 Change of natural frequency after design modification of holder PCB

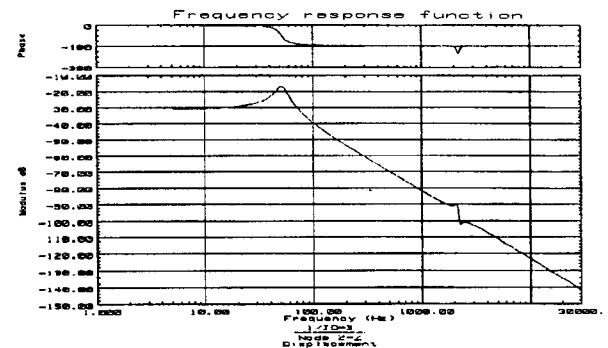
Mode	Before modification	After modification
Tracking mode	51.8 Hz	51.9 Hz
Focusing mode	52.1 Hz	52.0 Hz
Rolling mode	88.6 Hz	88.6 Hz
Pitching mode	2138 Hz	1369 Hz
Axial mode	3835 Hz	2141 Hz
Yawing mode	5281 Hz	2916 Hz



(a) Coincidence of mass center and force center



(b) +0.1mm difference between mass center and force center



(c) -0.1mm difference between mass center and force center

Fig. 8 Frequency response function in focus direction(simulation)

을 설정하는데 유리하다.

무게중심점과 힘 작용점의 불일치에 의한 부공진이 발생하는 정도를 알아보기 위해서 가진점 즉 힘 작용점을 변화시키면서 초점방향에서 무게중심과 힘 작용점이 일치한 경우와 일치하지 않은 경우에 대해 Fig. 8처럼 주파수 응답함수를 구하였다. 트랙 방향은 초점방향과 현상이 거의 동일하기 때문에 생략하였다. Fig. 8(a)에서 볼수 있는 것처럼 무게 중심과 힘작용점이 일치한 경우에는 부공진은 발생하지 않으며 무게중심과 힘작용점이 일치하지 않은 경우에는 Fig. 8(b,c)에서 볼수 있듯이 초점방향에

서는 피칭모드가 가진되어 부공진이 발생하고 트랙 방향에서는 요잉모드가 가진되어 부공진이 발생한다. Fig. 9는 홀더와 PCB사이에 댐퍼제를 추가하여 감쇠를 주고 조립공차가 0.05 mm 발생했을때 부공진에 미치는 영향을 알아보기 위해서 부공진 모드에 대한 감쇠계수를 변화시키면서 결과를 살펴 보았다. 그림에서 볼 수 있듯이 감쇠계수가 증가할수록 부공진의 크기는 점점 감소하고 그 값이 0.1 이상이 되면 부공진이 존재하더라도 거의 사라짐을 볼 수 있다. 즉, 조립오차에 의한 미세한 부공진은 위에서 제시한 홀더 PCB의 형상 재설계를 통해 부공진 모드에 감쇠를 줄수만 있다면 없앨수 있는 가능성이 있음을 시뮬레이션을 통해 알 수 있다.

4 실험 및 고찰

위에서 제시한 홀더 PCB의 형상 재설계가 부공진에 효과적으로 영향을 미치는지를 검증하기 위해서 QDM(Quick Delivery Molding)을 이용하여 위에서 설계한 FPC형 액추에이터를 Fig. 10과 같이 제작하였으며 Fig. 11과 같이 실험장치를 구성

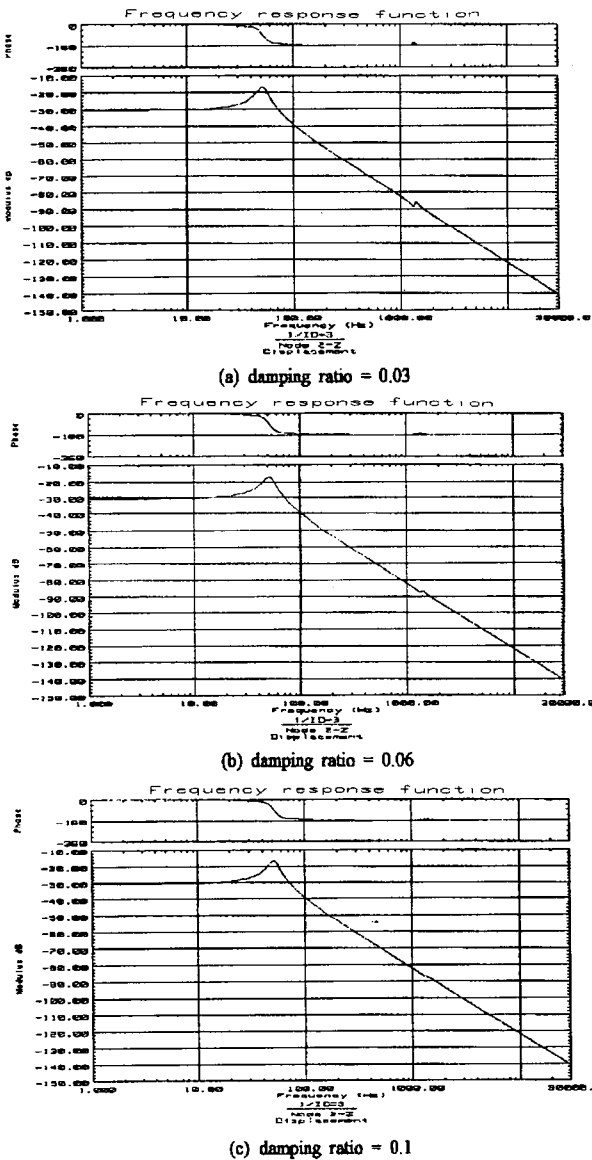


Fig. 9 Change of sub-resonance as damping ratio is modified(simulation)

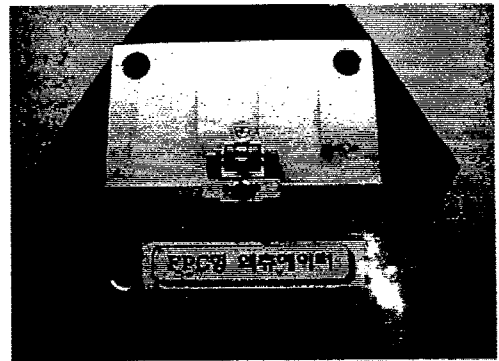


Fig. 10 Actuator using fine pattern coil

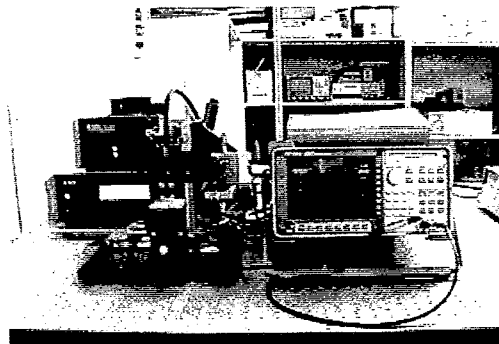


Fig. 11 Experimental setup for dynamic test of actuator

하였다. 실험방법은 동적 신호처리기에서 Sine-Sweep으로 액추에이터를 가진하고 Laser Vibrometer로부터 검출된 속도신호를 적분하여 입력전압에 대한 출력 변위의 전달함수를 구하였다. 이로부터 액추에이터의 기본성능인 DC감도, AC감도, 1차공진, 2차공진, 감쇠계수등을 구할수 있다. DC 및 AC 감도는 식 (1)로부터 정의할 수 있다. 식 (1)에서 무게중심점, 힙작용점, 지지점이 모두 일치하면 즉, $l_a = l_b = 0$, 식 (1)은 다음과 같이 쓸수 있다.

$$\frac{Z_o(s)}{F_f(s)} = \frac{1}{Ms^2 + C_f s + K_f} \quad (2)$$

여기서 가동코일(moving-coil)에 작용하는 힘, $F_f(s)$ 는 자속밀도와 코일유효길이에 비례하므로 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\frac{Z_o(s)}{I_f(s)} = \frac{BL_f}{Ms^2 + C_f s + K_f} \quad (3)$$

여기서 B는 자속밀도이고 L_f 는 코일의 유효길이이며 $I_f(s)$ 는 코일의 흐르는 입력전류의 라플라스 변환이다. 식 (3)에서 $S = j\omega$ 를 대입하면 다음과 같고

$$\frac{Z_o(j\omega)}{I_f(j\omega)} = \frac{BL_f}{K_f - M\omega^2 + jC_f \omega} \quad (4)$$

DC감도와 AC감도는 다음과 같이 정의된다.

$$S_{DC} = \lim_{\omega \rightarrow 0} |H(j\omega)| = \frac{BL_f}{K_f} \left[\frac{m}{A} \right] \quad (5a)$$

$$S_{AC} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \omega^2 |H(j\omega)| = \frac{BL_f}{M} \left[\frac{m}{s^2 A} \right] \quad (5b)$$

일반적으로 전달함수를 입력전압에 대한 출력변위의 그래프로 표현하므로 DC감도와 1kHz에서의 AC감도는 다음과 같이 정의된다.

$$S_{DC} = \frac{BL_f}{K_f R} \left[\frac{m}{V} \right] \quad S_{AC} = \frac{BL_f}{MR(2\pi \times 1000)^2} \left[\frac{m}{V} \right] \quad (6)$$

여기서 R은 코일의 저항이다. Table 4는 평가한 액추에이터의 주요성능을 표시하였고 Fig. 12는 초점과 트랙방향에서의 특성을 나타내는 보드선도이다. 공진주파수는 시뮬레이션보다 5 Hz정도 높은 이유는 홀더에 들어가는 댐퍼제의 강성효과를 스프링으로 모형화 하였는데 스프링의 강성계수를 정확히 알 수 없기 때문에 나타난 차이이며 초점 및 트랙방향에서 피칭모드와 요잉모드가 조금씩 나타나고 이 현상의 주요요인은 와이어 조립 및 FPC판의 조립공차에 의해서 발생하는 것으로 샘플 평가에서 조립상황에 따라서 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 2차 공진점은 15~17 kHz정도에서 나타났으며 20 kHz이상으로 2차공진을 올리기 위해서 이후 제작시에는 보빈 구조를 좀더 강하게 만들 필

Table 4 Specification of actuator using fine pattern coil

Specification	FPC Actuator	
Supporting method	4 Wire spring	
Mass, g	0.33	
Permanent magnet	35 H, 1.1 t	
	Focus	Track
1st natural Freq., Hz	55.9	56.8
Q Factor, dB	12.1	13.2
DC Sensitivity, mm/V	0.78	0.33
AC Sensitivity, $\mu\text{m}/V$ (at 1 kHz)	1.75	0.87
2nd Natural Freq., kHz	15.0	15.7
Resistance, Ω	4.6	4.8

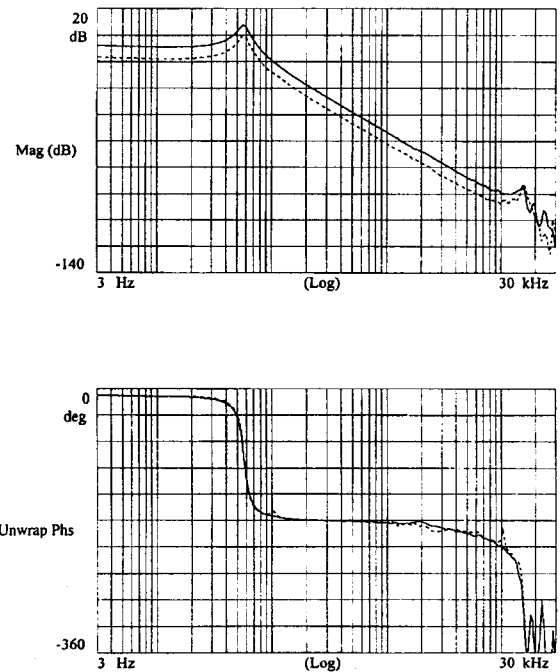


Fig. 12 Dynamic characteristics of FPC actuator
 ----- : Focus , : Track

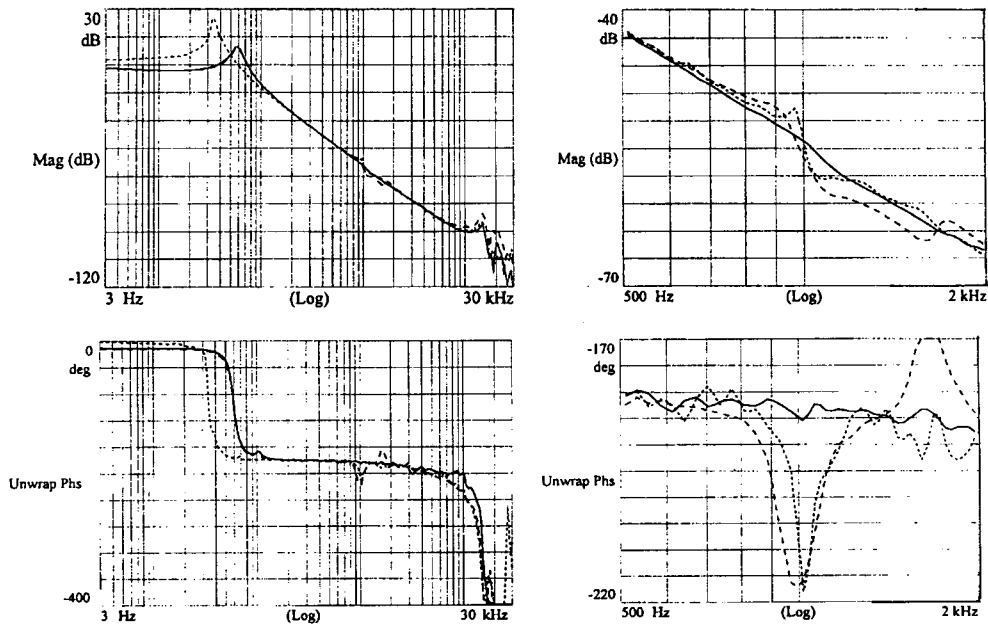


Fig. 13 Change of sub-resonance as damping is changed(focusing direction)

- : No damper .
- - - : Damper in the only holder .
- · - · - : Addition damper between holder and PCB

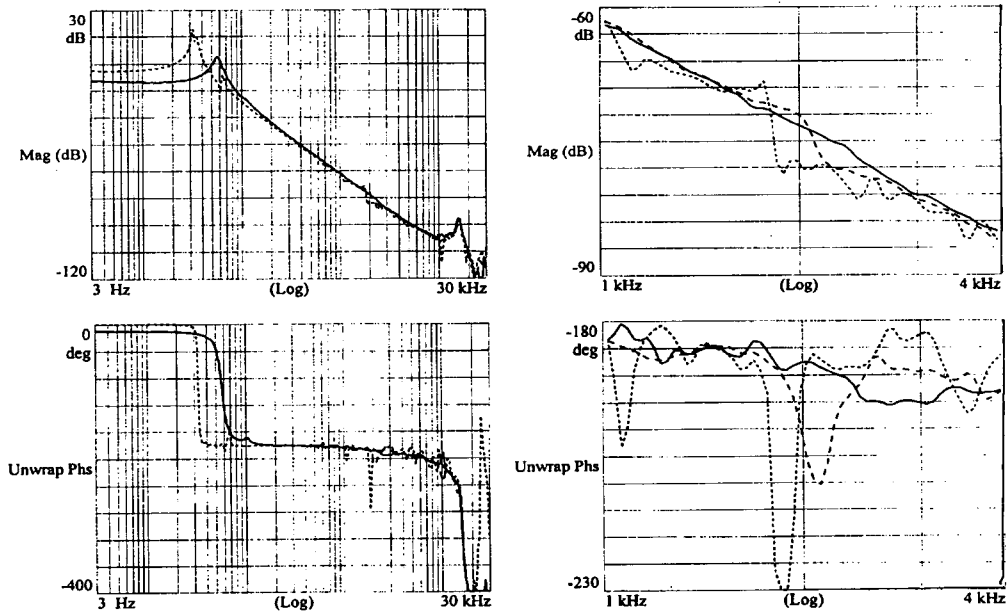


Fig. 14 Change of sub-resonance as damper is changed(tracking direction)

- : No damper .
- - - : Damper in the only holder .
- · - · - : Addition damper between holder and PCB

요가 있다.

홀더와 PCB형상의 변화에 따른 영향을 알아보기 위해서 조립된 상태의 액츄에이터에 댐퍼제를 첨가하지 않은 경우와 댐퍼제를 홀더에만 주입한 경우 및 홀더와 PCB사이에도 댐퍼제를 추가한 경우에 대해서 부공진이 존재하는 액츄에이터에 대해 실험을 행하였다. Fig. 13(초점방향), 14(트랙방향)는 이 결과를 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이 홀더에만 댐퍼를 주입한 경우 초점방향은 부공진이 거의 줄어들지 않고 트랙방향은 약간 줄어들고 있으나 부공진이 그대로 존재하고 있다. 그러나 홀더와 PCB 사이에 댐퍼를 첨가한 경우에는 부공진의 영향이 크게 줄어들고 있음을 알 수 있다. 즉 PCB의 형상을 바꿈으로써 부공진 모드에 감쇠를 줄 수 있을 뿐만 아니라 조립과정에서 발생할지도 모르는 불균형 모멘트에 대해 감쇠효과를 줄 수 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

FPC를 이용한 비대칭형 픽업 액츄에이터를 설계, 제작하였으며 액츄에이터의 형태가 비대칭이기 때문에 발생하기 쉬운 피칭모드와 요잉모드에 대해 부공진량을 감소시키기 위한 방법으로써 홀더 PCB의 형상을 재설계법을 제시하였다. 이를 FPC형 액츄에이터에 적용한 모델에 대하여 유한요소해석법을 이용하여 PCB형상의 변화에 따른 부공진 모드형상의 변화를 보였으며 실험적으로 그 효과를 증명하였다. 이 방법은 비대칭형 액츄에이터의 설계에 있어서 존재할 수 밖에 없는 조립공차에 의한 부공진을 감소시킬 수 있는 효과적인 방법이다.

후 기

IDEAS를 이용한 모드해석에 도움을 주신 삼성

전기(주) 종합연구소 CAE팀에 정성원 전임과 SDRC KOREA의 김광재 과장님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- (1) 한창수, 김수현, 곽윤근, 1997, "고배속 광 픽업용 초정밀 액츄에이터," 제 7 회 광기술 워크샵, pp. 66~74.
- (2) 임경화, 이용훈, 김석중, 이재원, 1995, "고밀도 기록용 광픽업의 Actuator 동특성," 한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 258~263.
- (3) 이광석, 오재건, 최영석, 1997, "광 Pickup Actuator," 제7회 광기술 워크샵, pp. 25~37.
- (4) Nobuo Takeshita, Teruo Fujita and Kenjiro Kime, 1995, "Dynamic Characteristics of Lens Actuator for Digital Video Disc," SPIE Vol. 2514, pp. 159~166.
- (5) Junichi Ichihara, Koichi Tezuka, and Koichi Ogawa, 1992, "Development of Actuators for Small-Size Magneto-Optical Disk Drives," Japan Journal of Applied Physics, Vol. 21, pp. 519~523.
- (6) Makato Nagasato and Isao Hoshino, 1996, "Development of Two-Axis Actuator with Small Tilt Angles for One-Piece Optical Heads, Japan Journal of Applied Physics, Vol. 35, pp. 392~397.
- (7) 고상선, 류제하, 박기환, 정호섭, 1998, "고배속 CD-ROM용 비대칭형 광픽업 미세 구동기의 구동특성," 한국소음진동공학회지, Vol. 8, No. 2, pp. 346~352.
- (8) H. L. Mark, 1997, I-DEAS Master Series (V5.0) Student Guide, Structural Dynamics Research Corporation.