

광 저장 장치에서의

소음진동 특성에 관한 고찰

최인호*, 유승현, 홍삼열

(LG전자 디지털 스토리지 연구소)

1. 머리말

최근 디지털 멀티미디어의 급속한 발전과 다양한 정보에 대한 요구에 따라 정보화 관련된 기기는 최근 놀랄만한 정도로 다양화되고 기술이 급성장 되어오고 있다. 현재 아날로그에서 디지털 시대로 변화하면서 정보 활용의 기술도 변화하는 추세이지만 아직도 정보화 기기를 구성하는 하드웨어 부분은 기존에 아날로그적 기술을 활용해 오고 있는 추세이다. 하지만 기술의 발전에 따라 좀더 복잡하고 정밀한 기계적 요소를 필요로 하며 고정밀도의 제어를 수반한 시스템을 구성할 필요가 있다. 특히 최근 다양한 정보화 기기 중 정보를 기록 재생하기 위한 정보저장기기는 데이터양의 급속한 증가에 따라 시장 수요가 증대되고 있으며 고용량화, 고배속화 및 고정밀도가 가속화 되어가고 있는 추세이다. 현재 정보저장기기로는 플래시메모리, 하드디스크, 광 저장 장치가 각각의 특성을 기반으로 시장에서 주종을 이루고 있다. 이중 기계적인 디스크의 회전을 중심으로 데이터를 기록하고 재생하는 하드디스크와 광 저장 장치는 계속해서 기계적 고정밀도가 요구되며 소음진동의 특성이 끊임없이 이슈화 되고 있는 실정이다. 이중 특히 디스크 이동이 빈번히 이루어지는 광 저장 장치에서는 다양한 소음진동의 문제가 기술적으로 대두되고 있으며 그 해결책을 마련하기 위한 노력이 절대적으로 필요한 사항이다. 따라서 이 글에서는 광 저장 장치의 기계적 특성과 소음진동 특성에 대하여 고찰하고 기술적 문제 해결을 위한 사례를 중심으로 소개 함

으로써 광 저장 장치에서의 소음진동 특성을 고찰하고자 한다.

광 저장 장치는 과거 CD로부터 DVD에 이르기까지 기술 개발이 급속도로 발전되었으며 기록 용량도 12센티미터 디스크 한 장에 약 700메가바이트에서 4.7기가 바이트까지 증가 할 수 있는 기술이 개발되어 왔다. 최근에는 고화질 매스미디어의 빠른 전파와 함께 이를 동시에 저장하고자 하는 소비자의 요구가 증대됨에 따라 기존 DVD를 이중 층 구조로 하여 두 배의 기록 밀도를 달성하며 블루레이저의 출현에 따라 BD(blue-ray disc) 및 HD DVD와 같은 HD(high definition)급 포맷의 미디어 기술도 시장에 소개되고 있는 실정이다. HD급 포맷의 고용량을 달성하는 특징은 405 nm 대역의 짧은 레이저 파장을 광원으로 사용하여 디스크에 기록되는 피트(pit) 크기를 획기적으로 줄임으로써 단면당 20~25기가 바이트 이상의 고용량화를 실현 하였다. 이는 DVD의 약 4~5배 이상의 기록 밀도에 해당 되며 향후에는 다층 구조의 디스크를 만들어 몇 배의 기록 밀도를 높이는 기술도 진행 중에 있다. 아울러 기록 재생 속도도 디스크 회전 속도를 이미 1만 RPM 이상까지 도달하여 전송하므로 광 저장 장치에서의 소음진동 특성은 가장 중요한 기술적 과제가 되고 있다. HD급 이후 미래 4세대 광 저장 장치 또한 고용량화와 고배속화를 이루는 노력이 한창 진행 중에 있으며 초해상도 디스크 기술(super-RENS), 쉘렌즈(SIL, solid immersion lens)를 사용한 근접장 기록 기술(near field recording), 3차원 홀로그래피 저장 기술(holographic data storage)등이 주요 후보가 되고

* E-mail : cih@lge.com / (031) 789-4010

있다. 특히 근접장 기술은 디스크와 렌즈간의 간격을 수십 나노미터급으로 유지 해줘야 하는 초정밀 기계 제어 기술이 요구되므로 향후에도 광 저장 장치에서의 소음진동 특성은 더욱더 기술 발전이 필요한 상황이다.

광 저장 장치의 핵심 기술은 데이터를 기록 재생하기 위한 헤드 역할을 하는 광 픽업(optical pickup) 장치가 있으며 광 빔의 초점을 디스크에 맺히기 위하여 포커싱(focusing)과 트래킹(tracking) 동작을 수행하는 액추에이터(actuator)에 있어서 소음진동 기술이 중요하게 된다. 또한 디스크를 회전 시키고 광 픽업을 디스크 내주에서부터 외주까지 이송 시키기 위한 기계적 메커니즘(mechanism)은 모든 부분에서 소음진동 기술이 중요하게 적용되어 오고 있다. 이후 각 부분별로 상세하게 특성을 고찰하고 사례를 중심으로 소음진동 기술에 관련된 연구를 소개하고자 한다.

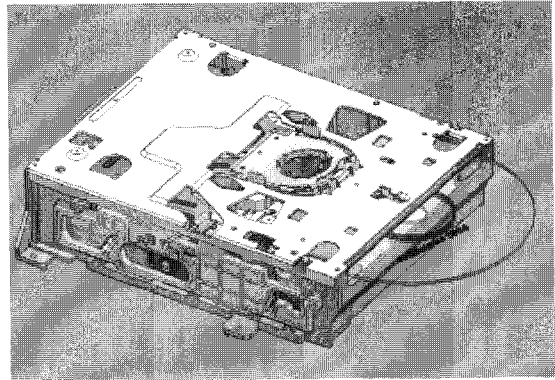
2. 광 저장 장치의 기계적 모델링

2.1 데크 메커니즘(Deck Mechanism)

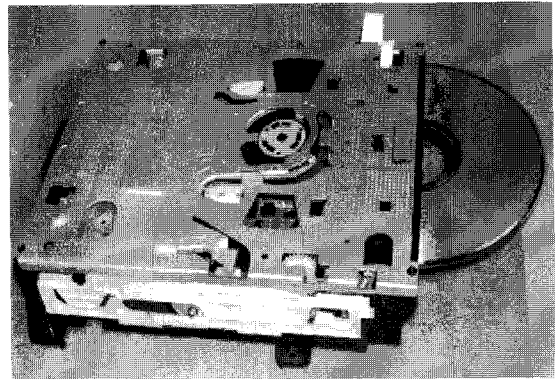
광 저장 장치의 개략적 모델링을 그림 1에서 보여 주고 있다. 광 저장 장치의 메커니즘 구성은 광 픽업을 이송하는 구동장치인 피딩(feeding)계, 디스크를 적절히 클램핑(clamping) 하여 돌려 주는 스피들(spindle)계, 디스크를 스피들 계까지 로드, 언로드(load/unload)해주는 로딩(loading) 계로 크게 나누어 볼 수 있다. 그림 2에 대표적인 데크 메커니즘 개략도를 보여주고 있다.

피딩계는 리드 스크루(lead screw), 기어 트레인(gear train), 벨트(belt)나 와이어(wire), 리니어 모터(linear motor) 등 다양한 이송 방식을 활용한 메커니즘 기술이 적용된다. 기계적으로 디스크와 픽업간의 상대적 기울기가 발생하면 기록 재생 신호에 열화가 발생한다. 픽업이 갖는 고유의 잔존 오차 등을 보정하기 위해서 픽업을 데크 기준면에 대하여 기계적으로 보정하는 작업이 필요한데 이를 틸트(tilt) 조정이라고 한다. 최근에는 재생 신호 정보를 이용하여 기계적으로 상기 기울기를 보상하는 자동 틸트 보정 기구를 데크 메커니즘에서 구현하는 경우가 있는데 이 역시 광디스크 장치의 중요한 핵심 기술이다.

디스크 로딩 방식으로는 PC용 드라이브에서 흔히 볼



(a) 3차원 모델링



(b) 실제 양산 제품

그림 1 광 저장 장치 모델

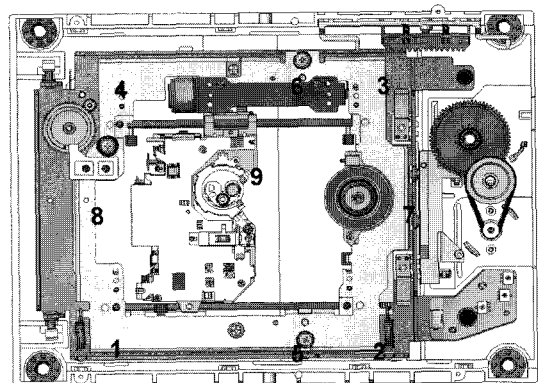


그림 2 데크 메커니즘 개략도

수 있는 트레이(tray) 로딩 방식과 차량용 오디오에서 흔히 사용되는 슬롯인(slot-in) 로딩 방식으로 구분한다. 그림 1의 경우가 슬롯인 로딩 방식이라고 할 수 있다. 슬롯인 로딩 메커니즘은 디스크를 기계적으로 직접 접촉하

여 견인하며 사용자가 뒤집어 삽입해도 기록면에 손상을 주지 않으면서 부드러운 동작을 구현해야 하므로 기술적으로 상당히 많은 경험과 노하우가 필요하게 된다.

최근 노트북 등에 적용되는 소형 드라이브의 경우 메커니즘 구성은 거의 비슷하나 로딩계를 되도록 단순하게 하면서 제품 두께를 줄이기 위하여 스프링계의 디스크 클램핑 방법을 셀프 처킹(self-chucking) 방식으로 많이 채용하고 있는 점이 특징이다.

2.2 광 픽업(Optical Pickup)

광 픽업은 디스크에 정보를 기록하거나 정보를 읽어내는 광학헤드로, 빛을 발광하는 레이저 다이오드(laser diode), 빛을 수광하는 포토 다이오드(photo diode) 그리고 정보 면에 초점을 맺도록 하는 대물렌즈와 이 대물렌즈를 상하, 좌우의 방향으로 포커싱과 트래킹 제어를 하는 액추에이터 등으로 이루어져 있다. 디스크의 호환을 위하여 2과장용 회절 렌즈를 사용 DVD 광학계

와 CD광학계 등을 하나로 묶는 형태가 일반적이며 그림 3에 광 픽업의 개략도를 보여주고 있다. 디스크 정보 기록면에서 반사된 빔은 포토 다이오드에서 검출하게 되는데 이곳에서 디스크에 기록된 정보뿐만 아니라 포커싱과 트래킹 제어를 위한 서보 신호를 얻게 된다. 최근에는 고 정밀도의 요구에 따라 틸트 방향의 제어도 필요하게 되어 3축으로 구동되는 액추에이터가 사용되게 된다. 그림 4에 3축 구동 액추에이터의 일반적인 구성을 보여주고 있다. 렌즈홀더(lens holder), 대물렌즈 그리고 코일로 구성된 가동부가 와이어 스프링(wire spring)에 의해 지지되고 있으며, 와이어 스프링 고정단에는 댐퍼(damper)용 접착제가 적용되고, 자기력을 얻기 위한 마그네트, 자성 요크(yoke) 등과 함께 구성된다.

액추에이터는 전류 인가 시 코일과 마그네트에서 발생하는 로렌츠(lorentz)힘에 의해 제어되는 전형적인 m(mass)-k(spring)-c(damper) 기계 시스템으로 다음과 같이 모델링 될 수 있다.

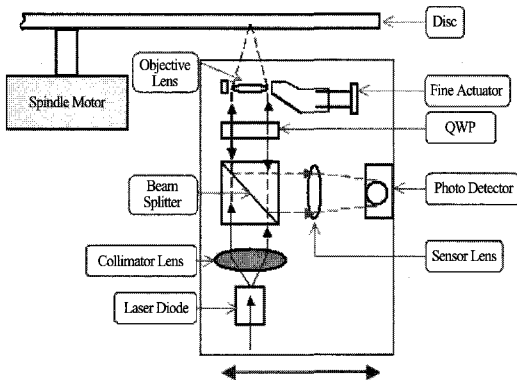


그림 3 픽업 장치 개략도

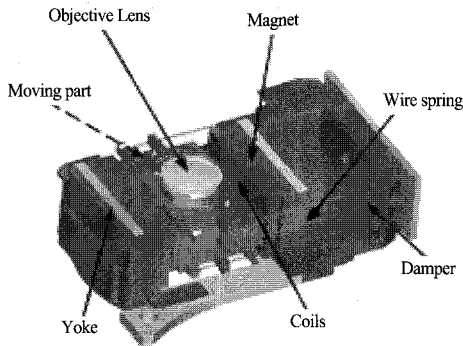


그림 4 3축 액추에이터 개략도

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + c \frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = f(t)$$

$$(f(t) = B \cdot l \cdot n \cdot i(t))$$

- m : 가동부 중량(mass of the moving part)
- c : 댐핑 계수(damping coefficient)
- k : 스프링 강성(stiffness of the spring)
- $f(t)$: 전자기 힘(electromagnetic force)
- $x(t)$: 변위(mechanical displacement)
- l : 유효 코일 길이(effective coil length)
- n : 코일 턴 수(turn of coil)
- B : 자속 밀도(magnetic flux density)
- $i(t)$: 코일 전류(current applied to coil)

이로부터 전달함수는 다음과 같다.

$$G_A(s) = \frac{X(S)}{I(S)} = \frac{K_{dc} \omega_o^2}{S^2 + 2\zeta\omega_o S + \omega_o^2}$$

$$= \frac{K_{dc}}{\left(\frac{j\omega}{\omega_o}\right)^2 + 2\zeta \frac{j\omega}{\omega_o} + 1} = \frac{K_{dc}}{\left(\frac{jf}{f_o}\right)^2 + 2\frac{1}{Q} \frac{jf}{f_o} + 1}$$

여기서, $S = j\omega = j2\pi f$.

ζ : 댐핑 계수(damping factor)

$Q = \frac{1}{2\zeta}$: 공진 주파수 품질 계수(quality factor at resonant frequency)

f_o : 공진 주파수(resonant frequency)

$K_{dc} = \frac{Bln}{k}$: DC 게인(gain)

3. 광 저장 장치의 소음진동 문제

3.1 데크 메커니즘의 소음진동 문제

(1) 편중심(mass unbalance)에 의한 소음진동

광 저장장치의 고속화로 인해 편심 디스크(unbalanced disk)에 의한 소음이 발생하게 되며 주변기기에도 진동이 전달되는 등 많은 문제가 야기된다. 편중심의 영향은 디스크의 회전속도의 제곱에 비례하여 커지게 되는데, 이런 편중심의 영향을 줄이기 위하여 그림 5와 같이 회전 시 중량을 가지고 있는 구슬이 원심력에 의하여 편중심을 맞추어 주도록 하는 ABS(automatic ball balancer)라는 장치를 사용해 왔다. 하지만 배속 변화에 따른 일부 주파수에서 악영향도 발생하게 되므로 최근에는 부가질량과 부가댐퍼를 방진부에 적용하여 진동을 흡수하는 원리를 이용하는 DVA(dynamic vibration absorber)를 많이 사용하게 되었다.

(2) 고배속화에 따른 디스크 플러터링(fluttering) 진동 문제

디스크는 여러 형태의 공진 모드를 가지고 있고 회전하면서 원심력에 의해서 강성이 변하는 모습을 보인다. 디스크가 고속 회전하게 되면 주변공기에 의해서 밀려

는 힘(lift force)과 끌리는 힘(drag force)이 디스크에 작용하게 되며 간단하게 아래의 수식으로 표현 할 수 있다.

$$\rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + D \nabla^4 w - \Omega^2 L[w] = C_L \Omega \frac{\partial w}{\partial \theta} - C_D \frac{\partial w}{\partial r}$$

따라서 공기 유동의 영향으로 특정 회전 수 이상의 고속회전 상황에서 특정 모드가 심하게 가진이 되며 소음과 신호에 열화를 가지게 되는 진동 현상이 발생하게 되는데 이를 플러터(flutter) 현상이라고 부른다. 그림 6은 실제 동작 실험에서 측정된 플러터 현상을 보여 주고 있다. 현재 해석적으로 플러터 현상을 사전 파악할 수 있으며 공기 유동 흐름을 개선하는 메커니즘 설계로 문제를 해결해 오고 있다.

(3) 포터블 기기에서의 소음 문제

포터블용 기기에서 소음원은 여러 기계적 요인이 있을 수 있으나 측정 결과 모터 회전에 따른 소음 발생이 가장 큰 원인으로 볼 수 있다. 또한 모터 단품의 소음은 시스템 전체의 소음과 매우 연관성이 있어서 스피들 모터 회전에 의한 소음과 진동이 시스템 전체에 영향을 주어 전체 소음 수준이 증가하는 경향이 있다. 따라서 모터 제어 회로를 개선하여 소음 수준을 향상 시킬 수 있는 방법이 시도되어 오고 있다.

(4) 차량용 AV 제품에서의 진동 특성 관리

차량용은 가정용에 비해 사용 특성상 온도 조건과 내진동 성능 등에서 가혹한 신뢰성 조건들을 만족하도록 요구하고 있다. 따라서 차량용에 사용하는 부품은 신뢰

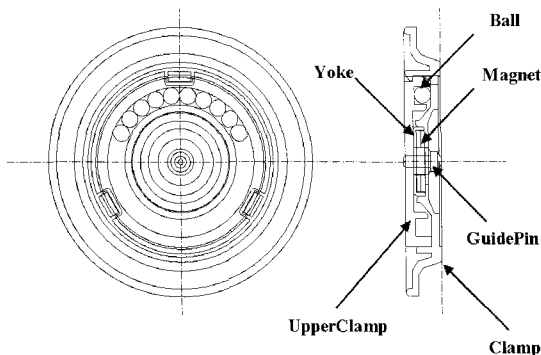


그림 5 ABS 장치 예

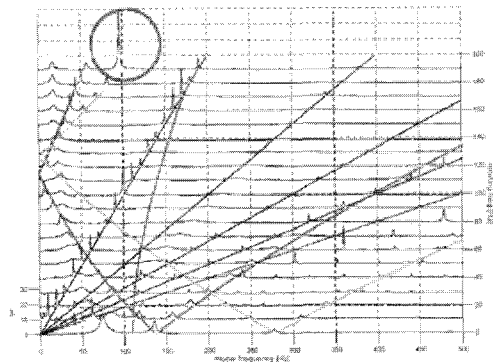


그림 6 플러터 현상 측정 결과

성에 대응하기 위하여 일부 차별화된 부품을 사용하게 된다. 특히 실리콘(silicon)이나 부틸(butyl) 댐퍼에 비하여 사용 온도 범위가 넓으며 댐핑 특성이 우수한 오일(oil) 댐퍼를 진동 저감의 목적으로 사용하는 것이 보편화 되었다. 통상적으로 차량용의 경우 내진성능은 1 G(0-p, 10~200 Hz) 이상의 성능을 요구하며, 주위온도 -20~70°C 이상의 환경에서도 기본성능이 구현되어야 한다.

(5) 팬(fan) 소음 문제

광 저장 장치를 사용하는 AV기기에서는 여러 전자 회로와 반도체 레이저의 사용으로 많은 양의 열이 발생하게 되고 픽업을 열로부터 보호하기 위하여 팬을 사용하고 있다. 그러나 팬의 소음 비중이 전체 광 저장 장치 소음과 비교할 때 10 dB(A) 정도 높게 관찰되므로 현재는 팬을 제거하면서도 온도 특성을 만족시키는 방열 설계가 진행되고 있다.

그 외 피딩계의 기어 트레인(gear train) 소음 문제나 리드 스크류(lead screw)에 의한 소음 문제가 있을 수 있으나 이는 기계설계 시 여러 기계적 마진을 최적화하고 진동 감소율을 높이는 재질 선정으로 개선 효과를 가져올 수 있다.

3.2 픽업에서의 소음진동 문제

소음진동 특성에서 광 픽업의 가장 중요한 요구조건은 안정적인 서보 대역 확보에 있다. 이를 만족시키기 위해서는 액추에이터에서 구동 시에 제어 안정성을 해치는 회전모드나 유연모드 등 부차적인 진동모드가 발생하지 않아야 하며 액추에이터 구동과 연동하여 광 경로상에 영향을 주는 광학부품들의 흔들림이 없어야 한다. 이를 위하여 강성을 증가시키는 방법, 자기회로 구동력의 분포를 이용하여 특정모드를 억제하거나 구동 특성을 향상시키는 방법 및 다양한 댐핑 방법 등이 연구되고 있다. 그림 7에 픽업 액추에이터의 전형적인 공진 모드를 보여주고 있다. 디스크의 기록 밀도를 높이기 위하여 DVD 부터 높은 개구수(numerical aperture)를 갖는 대물렌즈가 적용되면서 광학적인 틸트마진이 부족해졌기 때문에 디스크의 축 방향 흔들림과 편심 뿐만 아니라 디스크 틸트성분까지 추종할 수 있는 3축 구동 액추에이터가 일반적으로 적용되고 있다. BD 디스크

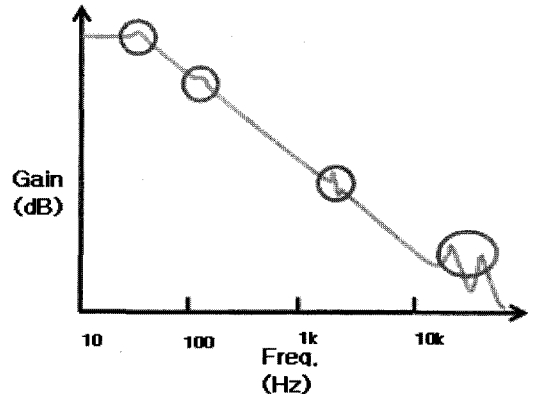


그림 7 픽업 액추에이터 진동 특성

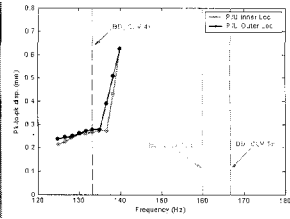
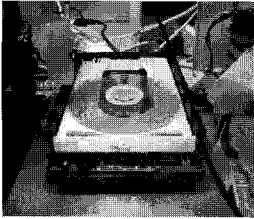
출현 이후에는 후방향 호환성(backward compatibility)을 위하여 2개의 대물렌즈를 사용하는 광학계와 액추에이터가 개발될 필요가 있다. 기록밀도가 높아지고 고배속 화됨에 따라 광 픽업 시스템에 높은 정밀도와 충분한 서보 대역 확보가 요구되기 때문에 액추에이터의 구동 특성과 동적 특성은 매우 중요한 사항이 되어왔으며 최근 다음과 같은 문제점들을 해결해 오고 있는 상황이다.

- 고배속 시 서보 대역 증가를 위한 진동 특성
- 안정적인 구동특성을 얻기 위한 액추에이터 구동 감도 향상 및 선형 구동 특성 확보
- 환경조건 및 낙하충격과 같은 신뢰성 관련 특성
- 다양한 디스크 포맷 대응을 위한 성능 향상
- 기록용량 증대를 위한 다층디스크 대응 등

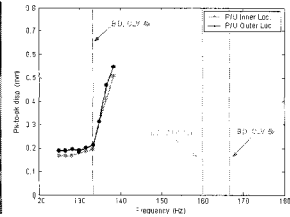
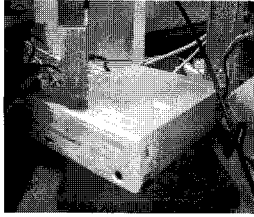
4. 광 저장 장치의 소음진동 기술 사례

4.1 사례 (I) 공력 Flutter 저감 사례

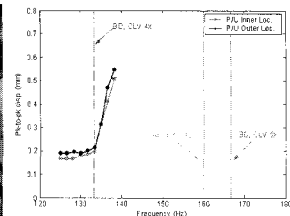
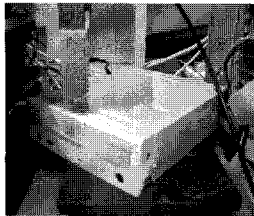
고배속용 CD-RW를 이용하여 BD 디스크의 플러터를 그림 8(a)와 같이 측정하여 보면, 위층 새시(top chassis)가 없는 경우 회전속도 135 Hz 부근에서 플러터 현상이 발생하게 된다. 또한 이 현상 자체가 유동에 의한 영향이므로 픽업의 위치에도 일부 영향을 받는다고 할 수 있다. 위층 새시를 장착할 경우 그림 8(b)와 같이 디스크 상면과 새시간의 유동에 의하여 133 Hz 정도로 플러터 현상의 주파수 위치가 감소하게 된다. 플러터 현상은 디스크와 트레이 그리고 위층 새시 사이의 공기 유동 영향이 가장 중요한 인자이므로, 트레이 형상을 개선



(a) 위층 새시가 없는 경우



(b) 위층 새시가 있는 경우



(c) 개선된 위층 새시 적용 경우

그림 8 필터 측정 결과

Experimental Condition				Flutter Speed (Hz)	Max. Available Operating Condition
Disk	Drive	Top Cover Case	Tray		
BD	52x CD-RW	Without	Original Tray	135	CLV 4x, CAV 10x
BD	52x CD-RW	With	Original Tray	133	CLV 4x, CAV 5x
BD	52x CD-RW	With	Anti-flutter tray 1	155	CLV 4x, CAV 11x
BD	52x CD-RW	With	Anti-flutter tray 2	153	CLV 4x, CAV 11x

그림 9 BD 디스크의 플러터 특성 결과

적용하여 그림 8(c)와 같이 플러터 발생 위치를 155 Hz 정도로 개선할 수 있었다.

각각의 실험 결과를 정리하면 그림 9와 같으며 이와 같이 유동을 개선함으로써 BD 시스템의 고속 동작 안정성을 보장할 수 있었다.

4.2 사례 (2) 포터블용 기기에서의 소음 저감 사례

포터블용 기기의 경우 그림 10과 같이 디스크의 직경 (8 cm, 12 cm)에 따라 소음 특성이 달라지는 경우가 발생하였다.

이와 같은 경우는 시스템의 서보 특성을 개선해야 하

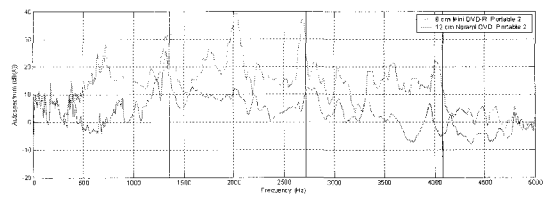


그림 10 포터블용 기기 소음 측정 결과

Product	Firmware version	Max. rotating speed (rpm)	Battery condition	Noise for normal DVD disk dB(A)
LG DVP-L70T (Portable 1)	MP	1,440	Undocked	35.7
LG Portable 2 W/S	-	1,700	Undocked	45.0
LG Portable 2 ES 1차	22-May	1,700	Undocked	47.8
LG Portable 2 ES 2차	22-May	1,700	Undocked	51.1
LG Portable 2 ES 2차	12-Jun	1,700	Undocked	38.4

그림 11 포터블용 기기 소음 개선 결과 사례

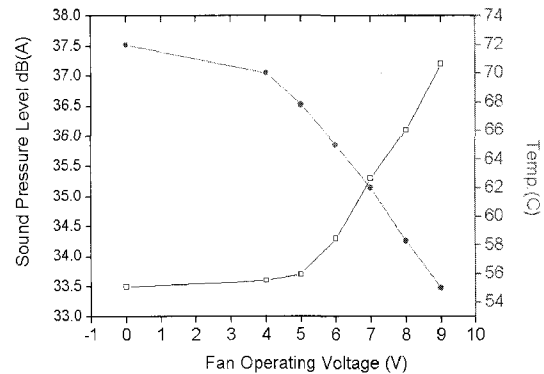


그림 12 팬 사용 조건에 따른 소음 및 픽업 온도

는 것으로 판명이 되었으며 서보 관련 펌웨어(firmware)를 교체 한 후 그림 11과 같이 7dB 이상의 소음을 개선하여 기존 모델과 유사한 정도의 소음 수준을 달성하였다.

4.3 사례 (3) 팬 소음 저감 사례

팬의 소음을 줄이기 위해서는 동작전압을 낮추어 노이즈의 주요 원인인 모터의 회전수를 줄이는 방법이 많이 사용되어 왔다. 하지만 그림 12에서와 같이 광 저장 장치의 온도가 올라가는 반작용이 있어 적용에 한계가 있다.

팬 소음 문제의 해결책은 팬을 사용하지 않으면서도 픽업의 온도 특성을 만족시키는 것으로 회로 설계와 히트 싱크(heat sink), 통풍구(vent) 등의 기계적 설계에 있어서 최적화된 열 설계를 적용하여 가능하게 된다. 그

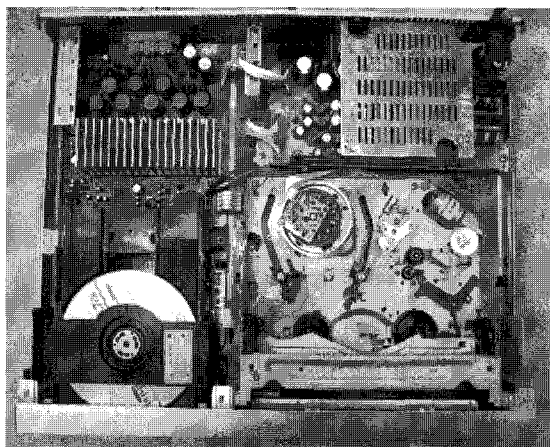
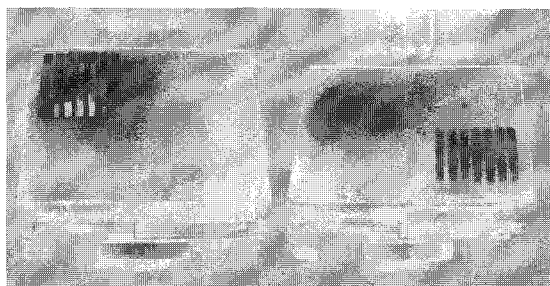


그림 13 웬을 사용하지 않는 광 저장 AV 기기

림 13에서 최적화된 열 설계 사례를 보여주고 있다. 통풍구를 최적화 하여 IC 등의 열원으로부터 픽업을 보호 하도록 유동저항이 낮은 방열 흐름을 만들어 주었고 히트 싱크의 열 전달 효율을 높이고 방열량을 늘려 주요 열원의 온도를 20°C 저감하고 웬이 없는 광 저장 장치를 구현 할 수 있었다.

4.4 사례 (4) 3축 액추에이터의 부 공진 저감 사례

그림 3에서와 같은 3축 액추에이터에서 전자기 힘을 크게 하고 빠른 가속특성을 확보하고자 그림 14와 같이 다극 착자된 마그네트를 사용하고 각각의 방향으로 구동 할 수 있는 코일을 대향 시킴으로써 포커싱 및 트래킹, 틸트 동작이 모두 가능하도록 구성 하였다. 가동부 렌즈홀더 상측 둘레에 코일을 감고 다극 마그네트 자속 분포상에 위치시켜서 틸트 코일에 좌우 짝힘 구동력으로 인한 모멘트가 발생하고 틸트 동작이 가능하게 된다. 또한 극간을 포커싱 코일과 트래킹 코일의 중심선상에 배치함으로써 유효 코일길이를 증가시켜 힘을 크게 하고 감도 향상을 꾀하였다.

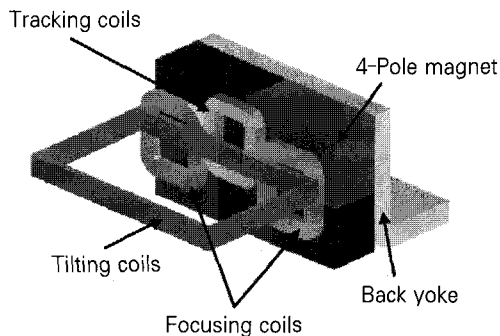


그림 14 3축 액추에이터의 자기회로 구조

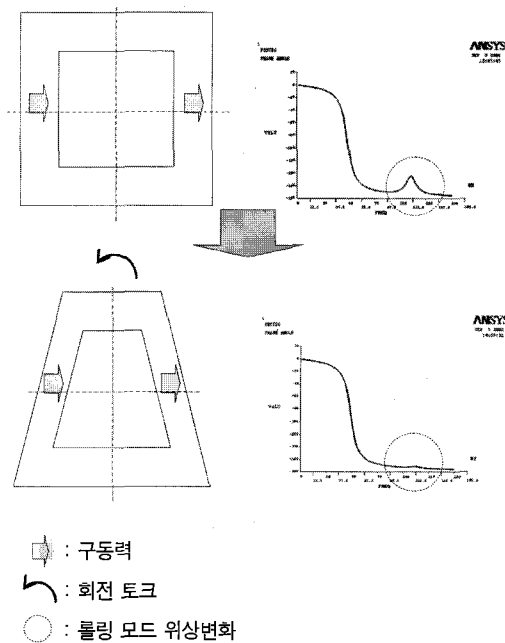


그림 15 롤링 모드 개선 해석 결과

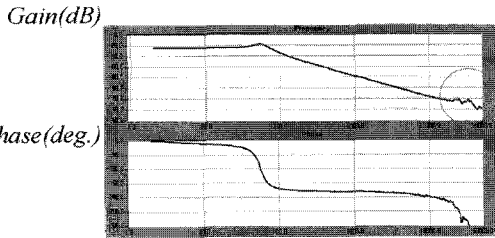
이와 같이 구성된 다극 착자의 트래킹 구동력은 트랙 방향과 수직인 트래킹 코일의 유효면을 따라 분포력으로 작용하고 코일에 흐르는 전류는 코일의 모든 부분에서 동일한 값을 가지므로 이 분포력의 형태는 자속 밀도 분포의 양상에 따라 결정된다. 그러나 트래킹 코일의 자속 밀도 분포가 기구적 공간 활용의 한계 및 가동부 질량 저감을 위한 설계 조건에 의하여 구동중심 위쪽으로 치우쳐 있어 모멘트 성분이 존재하게 되고 이 모멘트에 의해 롤링 주파수에서 롤링모드가 가진 된다. 롤링모드는 가동부의 구동력 중심과 질량중심의 불일

치에 의하여 발생되는 디스크 래디얼 방향의 경사운동 (tilt motion)으로서 고배속 재생시 디스크의 회전 주파수 대역에 존재하여 제어 안정성을 떨어뜨릴 수 있고 기록 재생 신호의 열화를 초래하게 된다.

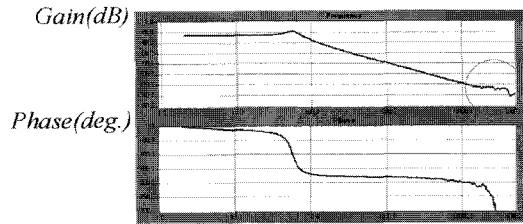
따라서 이를 해결하기 위한 방법으로 부가 질량으로 가동부의 질량중심을 높이거나 트랙킹 구동력의 중심을 낮추어서 상호 중심의 위치를 일치 시켜 주어야 하나 모두 감도를 저하시키는 문제를 안고 있으므로 질량 증가나 구동력 저감이 없이 그림 15와 같은 사다리꼴 모양의 새로운 트랙킹 코일 형상을 적용하여 역으로 회전 토크를 줌으로써 진동 특성을 개선 하였다. 그림 15는 기존의 사각형 코일과 사다리꼴 코일을 사용했을 때 트랙킹 방향에 대한 위상특성을 해석 프로그램을 이용하여 비교한 것으로 사각형 코일의 롤링모드 진동을 사다리꼴 코일 형상이 크게 개선하고 있음을 보여 주고 있다.

4.5 사례 (5) 3축 액추에이터의 고차 공진 저감 사례 앞서 보여준 3축 구동 액추에이터에서 다극착자 마그네트의 적용은 구동력의 증가뿐만 아니라 안쪽 요크가 불필요하므로 가동부의 크기를 대폭 줄일 수 있는 장점이 있어 탄성변형에 의한 구조적 진동특성에도 크게 개선 효과를 볼 수 있었다. 그림 16에 고유모드 해석결과와 주파수 응답 특성에 대한 해석결과를 나타내었다.

앞서 해석 결과로 제시된 다극착자 마그네트 적용 액



(a) 포커싱 방향



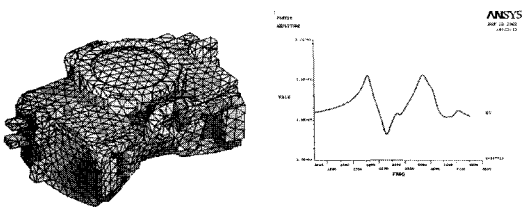
(b) 트랙킹 방향

그림 17 주파수 응답 측정 결과

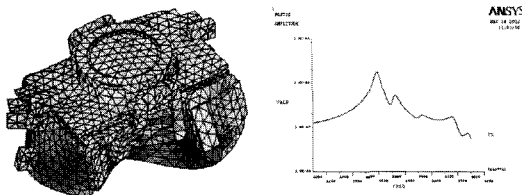
추에이터의 감도향상과 롤링 모드 특성 개선 및 고차의 진동 특성 개선 효과를 확인하기 위하여 실제 제작된 시료로부터 주파수 응답특성을 측정하였고 그림 17에서 보는 바와 같이 진동 특성을 크게 향상하였음을 입증할 수 있었다. 현재 개발된 액추에이터는 LG전자 DVD 기록기용 픽업(pick-up)에 적용 되어 오고 있다.

5. 맺음말

최근 정보화 사회가 되면서 수많은 디지털 자료가 매년 홍수 같이 증가하고 향후 2015년 에는 전세계적으로 제타바이트(zetabyte) 시대가 될 것이라는 예상 자료도 나오고 있다. 앞으로 디지털 시대를 맞이하여 이와 같은 거대한 양의 정보를 저장 하기 위한 정보 저장 장치는 끊임 없이 고용량화와 고배속화를 요구하게 될 것이 고 여러 기계적 장치를 수반하는 상황에서 소음진동 관련한 특성은 더욱더 우리에게 어려운 문제를 제기하게 될 것으로 예상된다. 따라서 이 글의 소개에서와 같이 정보저장기기가 구성하는 기계적 모델링을 통하여 소음진동의 물리적 현상을 정확히 파악하고 새롭고 다양한 수치해석 기법과 측정 평가 기술을 도출하여 적용함으로써 더욱 요구되는 기계적 정밀도와 안정성을 달성하도록 극한의 기술 구현에 노력해야 할 것이다. ▣



(a) 포커싱 방향



(b) 트랙킹 방향

그림 16 고차공진 해석 결과