

# 초소형 광디스크 드라이브용 관성 래치 설계 Inertia Latch Design for Micro Optical Disk Drives

김경호\* · 김유성\* · 이승엽\*\* · 유승현\*\*\* · 김수경\*\*\*

K. H. Kim, Y. S. Kim, S.-Y. Lee, S. H. Yoo and S.-K. Kim

**Key Words** : Inertia Latch(관성래치), Load/Unload Type(로드/언로드 타입), Contact Start Stop Type(접촉 구동 타입), Single spring inertia latch(싱글 스프링 관성 래치), Shock test(충격 테스트),

## ABSTRACT

Dynamic Load/unload (L/UL) mechanism is an alternative to the contact start stop (CSS) technology which eliminates stiction and wear failure modes associated with CSS. Other benefits of L/UL include increased areal density due to smooth disk surfaces, thinner overcoats, and lower head flying height improved shock resistance due to elimination of head slap, and reduced power consumption. Inertia latch mechanism becomes important for mobile disk drives because of non operating shock performance. Various types of latch designs have been introduced in hard disk drives to limit a rotary actuator from sudden uncontrolled motion. In this paper, a single spring inertia latch is introduced for a small form optical disk drive, which uses a rotary actuator for moving an optical pick-up. A new small inertia latch with single spring is designed to ensure both feasible and small size. The shock performance of the new inertia latch is experimentally verified.

## 1. 서 론

현재 휴대용 전자기기는 수 기가 바이트(GB)급의 대용량 정보저장 능력을 지니면서, 카트리지에 내장된 형태로 작탈이 가능하고, 가격도 저렴한 초소형 디스크 드라이브에 대한 필요성이 점차 제폭화로 가시화 되고 있다.

이러한 초소형 디스크 드라이브에 있어 기록 밀도의 증가는 헤드의 부상 높이 감소를 가져오게 된다. 따라서 헤드의 부상 높이의 감소와 장치의 내구성을 위한 헤드와 디스크간의 상호작용 요소의 최적화는 중요한 의미를 지닌다. 그러나 디자인의 단순성으로 인해 기존의 디스크 드라이브에서 좋은 해결책으로 자리 잡아 온 Contact Start-Stop(CSS) 방식이 초소형 디스크 드라이브에서는 디스크와 헤드 사이에서 발생하는 점착에 의한 디스크 손상과 마모로 인해 기록 밀도를 증가시키는데 가장 큰 걸림돌로 작용되는 것으로 밝혀지고 있다. 따라서 CSS 방식의 이러한 단점을 제거할 수

있는 가장 좋은 디자인 접근 방법으로 현재 로드/언로드 (Load/Unload) 방식이 새롭게 대두되고 있다. 기존의 CSS 방식에 비하여 로드/언로드 방식이 가지는 장점을 정리하면 다음과 같다.<sup>[1,2]</sup>

- 비작동시 발생하는 충격 대응력을 증가시킬 수 있다.
- 디스크와 헤드 사이에 발생하는 점착과 마모를 제거할 수 있어 디스크 표면 코팅 두께를 줄일 수 있다.
- 비작동시 헤드가 로딩 상태로 있을 때 전력이 필요 없어 소비 전력을 줄일 수 있어 휴대용 장치 적용에 적합하다.
- 헤드가 낮은 부상 높이를 가질 수 있어 기록 밀도를 증가시킬 수 있다.
- CSS 방식에서 필요했던 헤드 머지 작동(head merge operation)이 필요 없어 조립이 쉽다.

이러한 로드/언로드 방식이 가지는 장점은 디스크 드라이브의 기계적 확실성과 안정성을 향상시킬 수 있으며, 이를 상용화한 것이 IBM에서 개발한 마이크로 드라이브이다. 마이크로 드라이브는 2.5인치 모바일 디스크 드라이브를 목표로 개발되었으며, Fig. 1은 IBM의 마이크로 드라이브를 나타내고 있다.<sup>[3,4]</sup>

따라서 기존의 CSS 방식의 드라이브에서 로드/언로드 방식의 드라이브로 옮겨감으로써 비작동시에 충격으로 액츄에이터가 디스크에 떨어져 헤드와 디스크의 접촉으로 인한 기

\* 서강대학교 기계공학과 대학원  
E-mail : mechnet1@hanmail.net  
Tel : (02) 706-8200, Fax : (02) 712-0739

\*\* 서강대학교 기계공학과, 정회원

\*\*\* LG전자 Digital Media 연구소

록의 손상을 막기 위한 장치로 래치가 중요한 설계 요소로 새롭게 대두되고 있다. 본 논문에서는 로드/언로드 방식을 채용한 초소형 광디스크 드라이브에 사용되는 관성 래치의 개발을 목표로 한다.

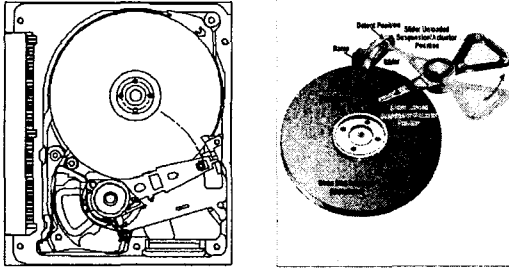


Fig. 1 IBM의 2.5인치 램프 로드/언로드 마이크로 드라이브

## 2. 관성 래치

### 2.1 기존의 래치 방식<sup>[4]</sup>

기존의 CSS 방식은 자석 래치가 가장 널리 사용되며, 이에 대한 기존 연구들을 정리하면 다음과 같다.

#### (1) 자석 래치(Magnet Latch)

Fig. 2는 자석 래치의 형상을 나타내며 작동 원리를 살펴보면, 비작동시 래치에 붙어 있는 자석에서 발생하는 자력을 이용하여 액츄에이터를 래칭(latching)하게 되며, 시스템이 작동시 보이스 코일 모터(VCM)에서 작동하는 초기 작동 힘을 이용하여 언래칭(unlatching)하는 단순한 구조를 가지고 있다. 이러한 단순한 구조 때문에 많이 사용되고 있으나 자력이 너무 세게 되면, 작동시 보이스 코일 모터에서 작동하는 작동 힘으로 언래칭할 수 없고, 너무 약하면 충격에 취약하다는 단점을 가지고 있다. 또한 서보 제어가 어렵다는 단점을 가지고 있다.

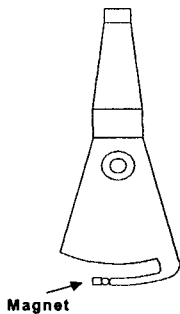


Fig. 2 자석 래치

#### (2) 공기 유동 래치(Air Flow Latch)

Fig. 3은 공기유동 래치의 형상을 나타내며 작동원리를 살펴보면, 비작동시 스프링 힘이 잠금 장치가 작용하여 래칭하며, 작동시 디스크 회전으로 발생하는 공기 유동이 블레이드(blade)에 작용하게 되고, 이 힘이 스프링 힘보다 크게 힘을 발생시켜 잠금 장치를 풀어주어 언래칭하게 되는 구조를 가졌다. 그러나 큰 공간이 필요하다는 문제점을 가지고 있어 마이크로 장치에 적합하지 못하다.

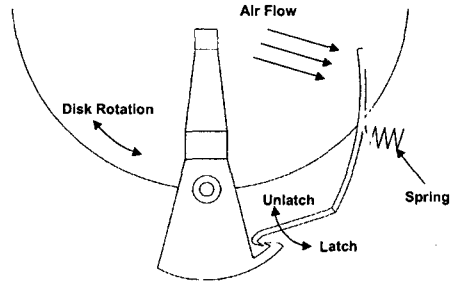


Fig. 3 공기 유동 래치

#### (3) 솔레노이드 래치(Solenoid Latch)

Fig. 4는 솔레노이드 래치의 형상을 나타내며 작동 원리를 살펴보면, 비작동시 스프링 힘이 잠금 장치에 작용하여 래칭하며, 작동시 솔레노이드에 의해 발생하는 전기력이 스프링 힘보다 힘을 크게 발생시켜 잠금 장치를 풀어주어 언래칭하는 구조를 가졌다. 그러나 큰 공간이 필요하다는 문제점을 가지고 있어 공기 유동 래치와 마찬가지로 마이크로 장치에 적합하지 못하다.

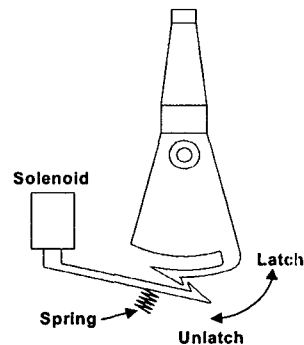


Fig. 4 솔레노이드 래치

### 2.2 관성 래치(Inertia Latch)<sup>[1,2,5]</sup>

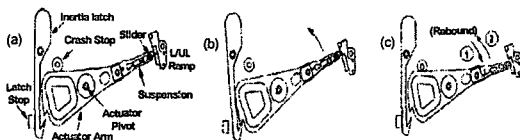
정보저장 장치의 경우, 비작동시 충격(shock)과 같이 원하지 않은 갑작스런 움직임에 의해 제어할 수 없는 상황이 발

생할 수 있으며, 이로 인해 발생할 수 있는 액츄에이터와 디스크의 손상을 막기 위해 래치에 대한 다양한 디자인 매커니즘이 제안되어 왔다. 기존의 디스크 드라이브에서 거의 대부분 사용되고 있는 자석 래치는 래치의 안착점에 액츄에이터를 지지하기 위해 자력을 이용한다. 그러나 휴대용 정보저장 기기에 적용하기 위한 초소형 디스크 드라이브는 기계적인 확실성과 안정성을 향상시키기 위해 기존의 CSS 방식에서 로드/언로드 방식으로 옮겨감으로써 자석 래치만으로 임의의 충격에 대응하기가 어렵게 되었다. 자석 래치는 자력보다 큰 충격이 장치에 가해졌을 경우, 래치의 기능을 하기 힘들다는 치명적인 단점을 지니고 있다.

그러나 관성 래치는 자석 래치에 비하여 기계적 설계가 복잡하다는 단점에도 불구하고, 관성 래치를 적용한 액츄에이터는 임의의 충격이 가해졌을 때, 큰 충격에도 좋은 성능을 보이며, 보다 넓은 범위의 충격에 대응할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 지금까지 로드/언로드 방식의 디스크 드라이브에 사용하기 위해 연구되어진 각각의 관성 래치의 작동 원리를 알아보면 다음과 같다.

### (1) 싱글 레버 래치(Single Lever Latch)

회전 가속도에 대응하는 싱글 레버 래치와 액츄에이터를 Fig. 5에 나타내었다. 액츄에이터와 관성 래치는 각각 일정한 충격(linear shock)에 의한 회전 운동을 없애기 위해 피봇 점에서 무게중심을 가지며, 충격이 관성 래치에 시계 방향으로 작용할 때 바이어스 힘에 의해 안착점에 남게 된다. 또한, 시계 방향으로 회전 가속도가 드라이브에 작용할 때, 관성 래치와 액츄에이터는 드라이브 기준으로 반시계 방향으로 돌게 되어 액츄에이터는 구속되게 된다. 래치와 액츄에이터 구속은 회전 관성(rotational inertia)과 피봇 마찰력, 바이어스 힘(bias force), 후크(hook)와 후크 각도(hooking angle), 피봇으로부터의 거리, 제작 공차 등에 의존한다. 반시계 방향 충격이 드라이브에 작용할 때, 래치와 액츄에이터는 드라이브에서 볼 때 시계 방향으로 회전한다. 그 때 래치는 안착점에 머물게 된다. 이 경우, 액츄에이터는 크래쉬 스톱(crash stop)으로부터 리바운드(rebound)되어 관성 래치로 구속할 수 없게 되는 문제가 있다.

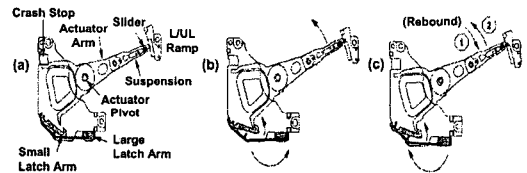


(a) 정지 (b) 시계 방향 가속도 (c) 반시계 방향 가속도

Fig. 5 싱글 레버 래치

### (2) 듀얼 레버 래치(Dual Lever Inertia Latch)

드라이브 측면에서 액츄에이터의 반시계 방향 가속도 동안 가지는 한계를 해결하기 위해 듀얼 레버 래치를 Fig. 6에 나타내었다. 듀얼 레버 래치는 작은 레버와 작은 레버보다 더 큰 회전 관성을 가지는 큰 레버로 구성되어 있다. 큰 레버의 회전 방향에서 작은 레버의 구속을 위해 액츄에이터 방향으로 회전하도록 되어 있다. 큰 레버는 작은 레버와 접촉하는 두 점을 가졌으며, 드라이브의 시계 방향 회전을 한다. 따라서 반시계 방향으로 회전하게 된다. 이와 유사하게 기저(base)의 반시계 방향 운동에서 작은 레버는 큰 레버에 의해 밀리게 되고, 액츄에이터를 구속하기 위해 반시계 방향으로 회전한다. 따라서 싱글 레버 래치와 다르게 시계 방향 운동에서 액츄에이터의 리바운드는 어떠한 문제도 발생하지 않는다. 따라서 두 방향의 회전 충격에 대해 듀얼 레버 래치는 기능이 잘 수행되며, 지금 상용화되고 있는 로드/언로드 드라이브 대부분에 채택되고 있다. 그러나 부품수가 많고, 큰 공간을 차지하기 때문에 휴대용 정보저장기기에 있어서 제약 조건으로 발생한다.



(a) 정지 (b) 시계 방향 가속도 (c) 반시계 방향 가속도

Fig. 6 듀얼 레버 래치

### (3) 싱글 양방향 래치(Single Bi-directional Latch)

듀얼 레버 래치의 장점만을 선택적으로 받아들인 디자인으로 Fig. 7에 나타내었다. 작동 원리를 보면, 충격에 대하여 자력에 의해 안착점에 래치를 잡아두게 된다. 시계 방향으로 충격이 들어왔을 때 회전 관성에 의해 후크가 액츄에이터를 걸게 되고, 반시계 방향으로 충격이 들어 왔을 때 회전 관성에 의해 래치와 액츄에이터가 맞물리게 되어 래치의 기능을 하게 된다. 그러나 임의의 충격에 대해서 래치가 안착되기 전에 회전 방향의 충격이 드라이브에 가해지게 되면 래치의 후크가 걸리지 않게 되는 현상이 발생할 수 있으며, 이러한 문제로 인해 결과적으로 래치의 작동은 실패가 될 수 있어 완벽한 래치의 기능을 기대할 수 없다.

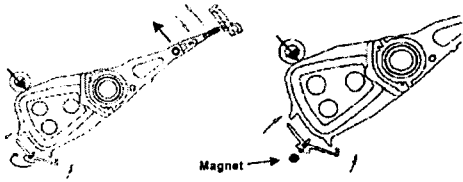
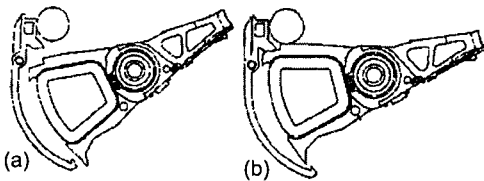


Fig. 7 싱글 양방향 관성 래치

(4) Impact rebound(IR) 양방향 싱글 레버 래치

디스크 드라이브가 작동하지 않을 경우, 액츄에이터가 안착점으로 되돌아가는 과정에서 액츄에이터가 관성 래치를 크래쉬 스톱에서 밀어내게 되고, 래치의 후크는 닫힌 상태를 유지한다. 이 상태에서 액츄에이터와 래치의 무게 중심이 각각 피봇 중심에 위치하여 직선 방향의 외부 충격에는 액츄에이터의 회전 운동이 발생하지 않고 닫힌 상태를 유지하게 된다. 그리고 시계 방향의 외부 충격이 디스크 드라이브에 가해지는 경우, 액츄에이터와 래치는 각각 반시계 방향으로 회전하게 되며, 액츄에이터는 래치의 후크에 걸리게 된다. 또한, 반시계 방향의 외부 충격이 드라이브에 가해지는 경우, 초기에는 액츄에이터와 래치가 각각 시계 방향으로 회전하기 시작하며 액츄에이터의 꼬리 부분이 래치의 후크를 치는 순간 래치는 반시계 방향으로 돌게 되어 래치의 후크 부분이 닫힌 상태를 유지하게 되어 액츄에이터가 크래쉬 스톱에 충돌 후 튀어 나가는 것을 막아 준다. 따라서 어떠한 방향의 외부 충격에 대해서도 래치의 기능인 락킹 기능을 잘 수행할 수 있게 된다.

그리고 디스크 드라이브가 작동될 경우, 액츄에이터가 로드 상태에서 안착점에서 움직이기 시작하는데, 이 경우 바이어스 스틸(bias steel)이 보이스 코일 모터 자석에 의한 자력에 의하여 크래쉬 스톱으로 당겨 지게 되고, 그 때 래치 후크는 열려있는 상태를 유지하게 되어 액츄에이터가 로드 상태로 이동하여 작동하게 된다. Fig. 8은 IR 양방향 싱글 레버 래치의 형상을 나타내고 있다.



(a) 작동 (b) 비작동

Fig. 8 IR 양방향 싱글 레버 래치

3. 연구 결과

3.1 래치를 위한 스틸의 영향도 분석

초소형 광디스크 드라이브에 사용될 래치를 개발하기 위하여 확실한 래치 기능을 수행하면서 비교적 구조가 간단하다고 생각되는 IR 양방향 싱글 레버 래치와 같은 방식으로 Fig. 9와 같이 설계하여 시뮬레이션과 실제 실험하여 마이크로 드라이브에 붙어 있는 영구 자석의 자력과 작동시 발생하는 보이스 코일 모터에서 발생하는 자력을 Table 1과 같이 얻었다.

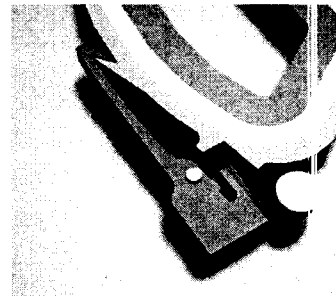


Fig. 9 자력을 이용한 관성 래치

Table 1은 보이스 코일 모터에서 발생하는 자력의 힘은 제거하고 마이크로 드라이브에 자석이 있을 경우, 래치에 작용하는 가상 힘과 마이크로 드라이브에서 자석을 제거 한 후 보이스 코일 모터에 전류를 인가하여 얻은 자력을 나타내고 있다. 보이스 코일 모터에 최대 인가 전압은 3.3 볼트(volt)를 주었다.

Table 1 래치에 작용하는 자력

Force[N]	$F_x$	$F_y$	$F_z$	실험값
Magnet	$0.22 \times 10^{-3}$	$0.32 \times 10^{-3}$	$0.05 \times 10^{-3}$	$0.38 \times 10^{-3}$
VCM	$6.51 \times 10^{-8}$	$1.07 \times 10^{-7}$	$4.34 \times 10^{-8}$	$4.13 \times 10^{-7}$

위의 결과에서 알 수 있듯이 자석에 의해 발생하는 자력이 작동시 보이스 코일 모터에 의해 발생하는 자력보다 약 1000배 정도 크게 나타나기 때문에 실제 마이크로 드라이브에 적용하였을 경우, 래치의 기능을 제대로 발휘할 수 없는 문제가 발생하므로 자석을 이용한 래치 구조를 사용할 수 없다는 결론을 얻을 수 있다. 따라서 다음 절에 나온 모델을 제안하고자 한다.

3.2 제안 모델

기존의 래치 방법으로는 마이크로 광디스크 드라이브에서 요구하는 래치의 기능을 제대로 수행할 수 없기 때문에 새

로운 래치가 필요하게 되었다. 본 논문에서는 싱글 스프링 모델이 제안되었으며, 임의의 충격에 완벽하게 대응되는 래치의 기능을 수행하도록 설계되었다.

(1) 싱글 스프링 관성 래치

본 논문의 래치는 기존의 방식이 가지고 있는 문제점을 수정·보완하며, 휴대용 기기가 가지고 있는 특성 즉, 디스크를 탈착하기 때문에 비작동시 디스크가 없는 경우에 래치가 어떠한 임의의 충격에 대해서도 액츄에이터를 잡고 있어야 한다는 제약 조건을 만족해야 한다. 따라서 기구적인 접근 방법과 스프링을 이용하여 이러한 문제들을 해결하고자 하였다. Fig. 10은 싱글 스프링 관성 래치를 나타내고 있다.

싱글 스프링 관성 래치의 작동 원리를 살펴 보면, 액츄에이터가 안착점에 있는 경우, 래치가 스프링과 연결되어 있어 래치의 후크 부분이 항상 액츄에이터를 잡고 있는 상태를 유지하게 된다. 또한, 반시계 방향의 외부 충격이 드라이브에 가해지는 경우, 액츄에이터는 시계 방향으로 회전하게 되며, 액츄에이터는 래치의 후크에 걸리게 된다. 반대로 시계 방향의 외부 충격이 드라이브에 가해지는 경우, 액츄에이터가 반시계 방향으로 회전하기 시작하며 액츄에이터의 턱 부분이 래치를 밀게 되어 래치는 위로 들어 올려지며 스프링의 복원력에 의하여 액츄에이터가 빠져나가는 속도보다 빠른 속도로 안착점에 돌아와서 액츄에이터가 빠져나가는 것을 막아준다.

한편, 액츄에이터가 작동시 액츄에이터가 안착점에서 뒤로 움직이기 시작하여 액츄에이터의 턱 부분이 래치를 위로 들어 올린 후 스프링의 복원력에 의하여 래치의 후크 부분이 안착점으로 돌아오는 시간보다 빠르게 작동하여 액츄에이터가 로딩하게 된다.

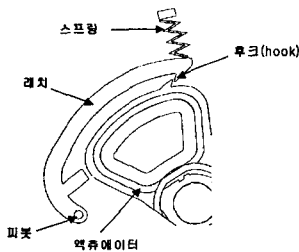


Fig. 10 싱글 스프링 관성 래치

(2) 스프링 상수 계산

본 논문의 래치는 다른 방법에 비하여 스프링을 사용하기 때문에 위의 작동 조건을 만족하는 스프링 상수를 설계할 필요가 있으며, 다음과 같이 스프링 상수 값을 수치적으로 계산하였다.

우선 초소형 광디스크 드라이브의 물성치 중에서 계산에 필요한 물성치를 정리하면 다음과 같다.

$$I = 200mA, R = 12\Omega, V = 2.4, a = 10.3G/V, r = 23.4mm$$

또한, 액츄에이터의 물성치를 정리하면 다음과 같다.

$$\rho = 2.77 \cdot 10^{-6} Kg/mm^3, M = 0.321 \cdot 10^{-3} Kg, I = 10.189 \cdot 10^{-1} Kgmm^2$$

위의 값들을 이용하여 액츄에이터의 각가속도를 구하면,  $a = ar$ 에서  $a = 8376 rad/s^2$ 을 얻을 수 있다. 또한, 래치의 물성치를 구하면 다음과 같다.

$$M = 0.321 \cdot 10^{-3} Kg, I_G = 0.0189 Kgmm^2, I_O = I_G + Md^2 \quad (1)$$

식(1)을 이용하여 중심에서 벗어난 관성 모멘트를 구하고, 이를 이용하여 래치의 각가속도를 구하면,  $a = 18864 rad/s^2$ 이다. 래치와 액츄에이터의 각가속도를 이용하여 식 (2)로부터 힘을 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} Fr &= I_O \ddot{\theta} \\ F * 13.4 &= 0.050455 * 18864 \\ F &= 0.071N = kx \\ k &= 35.5N/m \end{aligned} \quad (2)$$

따라서 스프링 상수 값이 35.5N/m을 갖는 코일 스프링을 제작할 수 있다.

3.2 실험 결과

실제 제작에 있어 제작 공정을 고려하여 단순하면서도 래치의 기능을 위해 관성 모멘트를 고려하여 래치의 길이를 결정하였으며, 또한 실제 마이크로 드라이브에는 윗부분 커버가 들어가 이것으로 인해 발생하는 제한 요소를 피하여 설계해야 하기 때문에 좀 더 큰 회전 관성 모멘트를 얻기 위해 래치의 길이를 많이 늘릴 수 없는 제한 요소가 발생하게 된다. 따라서 실제 가능한 제한 요소를 만족하면서 최대한 수치적으로 얻을 수 있는 최적의 스프링 상수를 얻을 수 있도록 설계하였다. 또한, 마이크로 드라이브임을 감안하여 간단한 구조를 가지면서 가능한 적은 공간을 차지할 수 있도록 설계하였다. 그리고 휴대용이라는 것을 감안하여 전력 소모가 적도록 하기 위해 스프링을 이용한 관성 래치로 설계하였다. 또한 래치의 후크는 액츄에이터와 잘 걸리도록 해야 하며, 너무 큰 각도의 래치 후크 각도를 주었을 경우 잘 빠져나오지 못하게 되어 최적의 후크 각도를 찾기 위해 I-DEAS 모델링 작업과 Working Model을 이용한 동특성 작업을 계속 수행하여 가장 잘 작동되는 래치의 후크 각도를 구하였으며, 실험 결과는 다음과 같다.

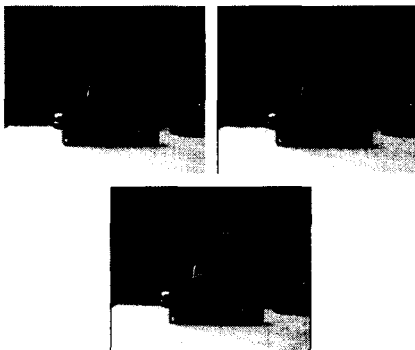
(1) 1차 실험 결과

1차 실험에서는 래치의 작동 가능성과 충격 기능을 대략적으로 알아보기 위한 실험을 수행하였으며, Fig. 11은 실제 프로토타입을 나타낸다.



Fig. 11 초소형 광디스크 드라이브 프로토타입

Fig. 12와 13은 실제 제작한 래치를 가지고 작동과 시계 방향과 반시계 방향에 대해 실제 충격 실험한 모습을 나타낸다.



(a) 비작동 (b) 초기 작동을 위해 반시계 방향으로 회전 (c) 시간 차이를 이용하여 빠져나간 모습

Fig. 12 초기 작동 실험



(a) 시계 방향 (b) 반시계 방향

Fig. 13 양방향 충격 실험

1차 실험을 통해 몇 가지 작동시 불안한 요소를 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 작동시 발생하는 불안한 요소를 제거하고 안정적으로 래치 기능을 수행할 수 있기 위한 몇 가지 제안할 수 있는 문제점의 해결 방안은 Table

2와 같다.

Table 2 래치 작동시 불안 원인과 해결 방안

	작동시 불안 원인	문제 해결 방안
실험 결과	1. PCB 케이블의 탄성력 고려 못함. 2. 원하는 코일 스프링 제작 불가능. 3. 피봇의 마찰로 작동시 오차 발생.	1. PCB 케이블을 고려한 스프링 상수 값 결정. 2. 작은 스프링 상수 값을 갖는 판 스프링으로 대체. 3. 충격에 잘 대처하기 위해 래치 무게 중심에 피봇을 위치.

(2) 2차 실험 결과

2차 실험에서는 충격 실험을 수행하였다. Fig. 14는 래치의 충격 실험을 위해 제작한 실험장치를 나타내었다.

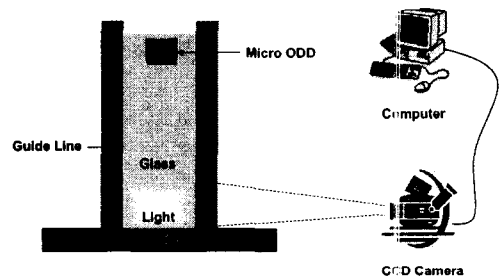


Fig. 14 충격 테스트 실험 장치

1차 충격 실험에서는 단순한 충격에 대한 실험을 수행하였으나 2차 실험에서는 정량적인 충격 실험을 하기 위하여 충격량과 실험 기준을 정하여 높이에 따른 실험을 수행하였다. 1차 충격 실험시 작동 불안 요소로 지적되었던 문제점들을 감안하여 수정 보완된 모델을 가지고 실험을 수행하였다. 그리고 충격이 가해졌을 때, 마이크로 드라이브의 작동 모습을 보기 위해서 1초당 1024 프레임을 촬영할 수 CCD 고속 카메라를 이용하여 촬영하였다.

실험은 시계 방향 충격과 반시계 방향 충격에 대해 수행되었으며, 0. 와 30. 에 대해 각각 수행되었다. 또한 각각 높이에 따라 20회 반복 실험하였고, 휴대용이라는 기기의 특성을 고려하여 사람의 어깨 높이 정도인 1m 높이를 기준으로 높이를 3가지로 구분하여 실험하였다. 그리고 실험에서 사용한 스프링은 계산에서 얻을 수 있는 스프링 상수 값과 가장 근사한 판 스프링을 사용하여 실험하였다. 또한, 실험의 바닥은 사용자가 사용 시에 발생할 수 있는 일반적인 충격 상황을 고려하여 콘크리트 바닥에서 수행되었다.

충격시 마이크로 드라이브를 촬영하기 위해 앞·뒤로 구속을 주어 튀어 나가는 것을 방지하였고, 앞면은 촬영을 위해 유리로 제작하였다.

Table 3과 4는 높이에 따라 자유 낙하시켰을 때 래치의 작동 특성을 보이고 있다. 그리고 처음 낮은 높이의 실험에서는 마이크로 드라이브의 충격 테스트에서 좋은 성능을 보이고 있으나 1.5m로 낙하 높이가 올라가면서 20회 중 1~2회 정도의 실패가 나오고 있다. 이것은 래치 자체의 락킹 문제점이라기보다는 지수적으로 정밀한 정보 기기의 특성상 여러 번의 충격으로 인해 래치와 액츄에이터를 포함한 기기의 손상이 일어나 그로 인한 실패라고 보는 것이 더 타당하다고 할 수 있겠다. 이러한 이유는 실패된 후에 다시 마이크로 드라이브를 한번 점검하고 실행하게 되는데, 이 경우 다음 회수의 충격 테스트에서는 다시 좋은 성능을 보이기 때문이다. 따라서 몇 번까지 실패 없이 래치의 기능을 보장할 수 있는가에 대한 실험의 필요성도 있을 것으로 보인다.

Table 3 래치의 높이에 따른 충격 테스트 결과

Height	0.5m		1.0m		1.5m	
	시계	반시계	시계	반시계	시계	반시계
Accept	20	20	20	19	19	18
Failure	0	0	0	1	1	2

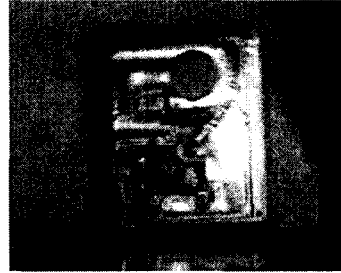
Table 4 래치의 각도에 따른 충격 테스트 결과

Height	0.5m		1.0m		1.5m	
	-45°	45°	-45°	45°	-45°	45°
Accept	20	20	20	20	20	20
Failure	0	0	0	0	0	0

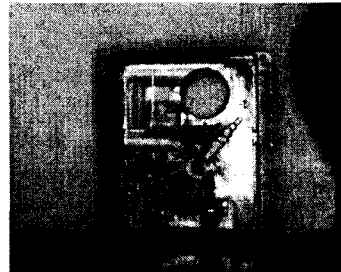
Fig. 15는 시계 방향에 대한 충격 모습을 촬영한 것을 나타내고 있다. 낙하 후 충돌되고, 다시 리바운드되어 충돌되는 모습을 보이고 있으며, 이 상황에서 래치가 액츄에이터를 락킹하고 있는 것을 볼 수 있다.



(a) 낙하 후 처음 바닥과 충돌 장면



(b) 충돌 후 다시 리바운드되는 모습



(c) 래치의 후크가 걸려 있는 모습

Fig. 15 시계 방향 충격의 실험 모습

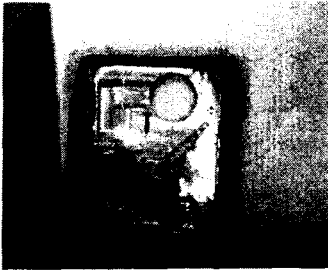
Fig. 16은 반시계 방향에 대한 충격 모습을 촬영한 것을 나타내고 있다. 시계 방향에 대한 충격과 같이 낙하 후 리바운드 현상이 일어나도 래치가 락킹되어 있는 것을 확인할 수 있다.



(a) 낙하 후 처음 바닥과 충돌 장면



(b) 충돌 후 다시 리바운드되는 모습



(c) 래치의 후크가 걸려 있는 모습  
**Fig. 16** 반시계 방향 충격의 실험 모습

#### 4. 결 론

스틸의 영향도 실험을 통해 보이스 코일 모터에서 발생하는 자력보다 초소형 광디스크 드라이브에 붙어 있는 영구 자석의 영향이 훨씬 지배적임을 수치적으로 알 수 있기 때문에 자력을 이용한 관성 래치는 초소형 광디스크 드라이브에는 맞지 않음을 확인할 수 있었다. 따라서 관성 래치에 대한 연구를 통해 싱글 스프링 관성 래치 모델을 제안하였고, 이를 실제 제작하여 실험하였다. 그 결과, 래치가 구동시 판 스프링의 스프링 상수 값에 민감한 편이기 때문에 작동 조건을 맞추는 것이 까다로운 경향이 있지만 작동 모습을 보임으로써 실현 가능성을 가질 수 있었다. 또한, 충격 실험에서 상당히 충격에 강한 특성을 보임을 알 수 있어 판 스프링과 같이 작은 스프링 상수 값을 가지는 스프링을 이용하여 작동 조건을 맞춘다면 휴대용 기기에 지금까지 개발된

래치들 중에서 가장 단순한 구조를 가지면서, 적은 공간을 차지할 수 있다. 따라서 이를 초소형 광디스크 드라이브에 적용했을 때 여러 가지 장점과 가능성을 가지고 있다고 본다.

#### 후 기

본 연구는 CISD-LG 산학협력과제 “로드/언로드 마이크로 ODD용 관성래치 개발”의 일환으로 수행되었으며, 관계자 여러분의 지원에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- (1) Albrecht, T. R., Sai, F., 1999, "Load/Unload Technology for Disk Drives", 1999, IEEE Transactions on magnetics Vol. 35, pp.857-862.
- (2) Suk, M., Albrecht, T. R., 2002, "The evolution of load/unload technology", Microsystem Technologies Vol. 8, pp.10-16.
- (3) 김수경, 김진홍, 이승엽, 최영진, 2002, "정보저장기기의 기초와 응용", 홍릉과학출판사, pp. 25~48.
- (4) www.ibm.com
- (5) Byun, Y., Kang, J., Chang, V., Sharma, H., and Lee, J., 2002, "Impact rebound type inertia latch for load/unload technology", Microsystem Technology Vol. 8, pp.37~40.