

Fiber 광 픽업을 이용한 pivot-arm 방식의 초고속 광 디스크 드라이버 연구

The study on the ultra-high speed optical disk driver based on
pivot-arm tracking method using fiber optical pick-up

김수환*, 신서용
명지대학교 정보통신공학과
왕지남
아주대학교 산업공학과

개 요

광 fiber를 이용한 새로운 구조의 초고속 광디스크 드라이버를 제안하였다. 기존의 광 픽업 모듈을 레이저 다이오드, 광검출기, 렌즈 및 각종 광학계등의 무거운 부분과 GRIN렌즈 및 초경량의 PD로만 구성되는 광 헤드의 가벼운 부분으로 분리하였다. 무거운 부분은 Fixed part로 고정시키고 가벼운 부분만을 Moving part로 함으로써 광 헤드의 tracking 속도를 증가시켰다. 또한 컴퓨터의 하드 디스크 드라이버에서와 같은 초고속의 pivot-arm tracking 방식을 채용하기 위해 Fixed part와 Moving part를 광 fiber를 이용해 접속하였으며 이 새로운 구조에서 데이터 신호, tracking 및 focusing 에러 신호를 검출하는 메커니즘에 대해 설명하였다.

본 문

광디스크를 컴퓨터의 파일 메모리로 사용할 때 가장 중요한 기술적인 요소로 빠른 access 시간과 고밀도의 기록을 들 수 있다. 기존의 광디스크 드라이버 특히 CD-ROM 드라이버에서 는 광 픽업 모듈을 광디스크의 radial 방향으로 직선 이동시키는 linear tracking 방식을 사용하고 있다. 이는 기존의 광 픽업 모듈이 광원인 레이저 다이오드(LD), 광검출기(PD), 렌즈를 포함한 각종 광학계, tracking장치 및 에러보상 장치등을 모두 포함하고 있어 그 무게로 인해 컴퓨터의 하드 디스크 드라이버에서 채용하고 있는 pivot-arm tracking 방식을 이용할 수 없기 때문이다(그림 1).

컴퓨터의 플로피 디스크 드라이버와 하드 디스크 드라이버의 데이터 access 시간을 비교 해 볼 때 pivot-arm tracking 방식이 linear tracking 방식에 비해 훨씬 더 빠른 데이터 accessing방식임을 알 수 있다. pivot-arm tracking 방식의 관건은 헤드의 무게를 초경량화 시키는데 있다. 따라서 광디스크 드라이버의 광 픽업 모듈의 무게를 현격히 줄이게 되면 pivot-arm tracking 방식으로 accessing하는 것이 가능해진다. 광 픽업 모듈의 무게를 줄이는 대표적인 방법으로 광 픽업 모듈을 기능상 고정된 부분과 움직이는 부분으로 분리하여 광 헤드를 제외한 나머지 무게가 나가는 부품을 고정된 부분에 남겨두고 움직이는 부분으로 광 헤드만이 광디스크 위를 움직이면서 데이터를 accessing하는 방법이 제안되었다 [1]. 하지만 이 방법은 고정된 부분과 움직이는 부분간의 빛의 연결을 자유공간을 이용하여 하고 있기 때

문에 빛의 유도를 위하여 linear tracking 방식을 사용하여야만 하는 단점이 있다.

본 연구에서는 고정된 부분과 움직이는 부분을 광 fiber를 이용하여 서로 연결해 줌으로써 pivot-arm tracking 방식이 가능하게 되는 새로운 구조의 광 픽업 모듈을 제안하고자 한다. 또한 기존의 광디스크 드라이버에서 사용하고 있는 780nm의 LD 대신 650nm의 LD를 사용함으로써 보다 더 고밀도의 데이터가 광디스크에 실려있을 때 이를 처리할 수 있는 기판을 마련하고자 한다. 그림 2는 본 연구에서 제안된 fiber를 이용한 pivot-arm tracking 방식의 초고속 광디스크 드라이버의 광 픽업 장치에 대한 개념도이다.

LD, PD 및 각종 무게가 나가는 광학 장치를 Fixed part에 고정시켜 놓고 이곳에서 생성된 빛을 광 fiber를 통해 Moving part로 전달한다. Fixed part는 기존의 광 픽업 모듈의 광학계와 거의 구성이 유사하며 특히 PBS (Polarizing Beam Splitter)와 $\lambda/4$ plate는 광디스크로부터 반사되어 돌아오는 빛이 LD로 feedback되어 LD의 성능을 악화시키는 것을 방지해준다. Moving part는 기존의 광 픽업 모듈에서 사용하는 유리로 된 대물렌즈에 비해 크기가 훨씬 작고 플라스틱으로 만들어져 무게가 가벼운 GRIN (gradient index) 렌즈와 초경량의 4-segment PD와 광 fiber 및 전선이 포함된 pivot-arm으로 구성되어 있다. 기존의 광학계에서는(그림 1) 광디스크에서 반사되어온 빛을 4-segment 혹은 6-segment PD를 이용하여 데이터 신호를 검출할 뿐만 아니라 tracking 및 focusing 에러에 대한 정보도 얻고 있다. 이와는 달리 본 연구에서 제안한 방식에서는(그림 2) Fixed part의 단일 PD에서 광디스크로부터의 "0"과 "1"로 조합된 데이터 신호를 검출하고 Moving part의 광 헤드 부분, 즉 fiber의 끝부분에 그림과 같이 집적, 설치된 4-segment PD를 통해 tracking 에러 신호를 검출하며 focusing 에러에 대한 정보는 Fixed part의 단일 PD 출력과 Moving part의 4-segment PD 출력의 조합을 이용해 얻어낸다. 이는 광디스크에서 되돌아오는 빛을 광 fiber를 통해 Fixed part로 전달하게 되면 tracking 및 focusing에 대한 정보가 사라지기 때문이다.

tracking 에러에 대한 정보는 4-segment PD의 출력단에 비교기(comparator)를 연결하여 다음과 같이 나타낼 수 있으므로 이를 이용해 에러를 보상하여 줄 수 있다 [2]

$$\text{tracking error signal} = (a+d) - (b+c) \quad (1)$$

focusing은 그림 3에 나와 있듯이 광 헤드가 광 디스크로부터 멀리 있거나 (Far), 가까이 있거나 (Near), 혹은 정확하게 focusing된 경우 (On focus)로 나눌 수 있다. Far의 경우, 그림에서 알 수 있듯이 4-segment PD에서 검출되는 빛은 없고 또한 Fixed part의 데이터 신호를 검출하는 단일 PD에서 검출되는 빛의 강도도 On focus되었을 때 "0"과 "1"에 해당하는 강도에서 벗어나게 되므로 광 헤드가 광 디스크로부터 멀리 떨어져 있음을 알 수 있다. Near의 경우, 그림에서와 같이 4 segment PD에 빛이 검출되므로 이때에는 광 헤드가 광 디스크에 가까이 있음을 알 수 있다. On focus의 경우, 4-segment PD에 빛이 검출되지 않으며 Fixed part의 PD에 정확히 "0"과 "1"에 해당하는 빛이 검출된다. 즉 focusing 에러 신호는 Fixed part의 데이터 신호 검출용 단일 PD와 Moving part의 4-segment PD에서의 정보를 조합해서 추출해 낼 수 있다.

tracking 에러는 pivot-arm의 각도를 조절하여 보상을 줄 수 있고 focusing 에러는 pivot-arm의 축을 위아래로 조절함으로써 보상을 줄 수 있다. 기존의 광 픽업 모듈에서는 focusing 에러 보상을 위해 대물 렌즈를 스프링을 이용하여 조절하기 때문에 광 헤드의 무게가 그만큼 더 나갔다. 제안된 새 구조에서는 에러 보상이 모두 Fixed part에서 이루어지므로 광 헤드의 무게가 현격히 줄어들게 되고 빛의 유도가 광 fiber를 통해 이루어지게 되어

pivot-arm tracking 방식의 초고속 access가 가능하게 된다.

그림 4에 본 연구에서 제안된 fiber 광 픽업을 이용한 pivot-arm 방식의 초고속 광디스크 드라이버의 전체적인 윤곽을 나타내었다. 기존의 하드 디스크 드라이버의 구조와 유사하며 Fixed part는 고정되어 있고 Moving part만이 광디스크 위를 빠른 속도로 움직인다. 에러 보상 및 광디스크를 돌려주기 위한 전자 회로도 포함되어 있다.

이와 같이 fiber를 이용해 광 헤드부분을 pivot-arm에 실어 tracking을 하게 되면 컴퓨터의 하드 디스크의 데이터 accessing 시간에 버금가는 초고속의 광디스크 드라이버를 구현할 수 있다.

참고 문헌

- [1] K. Yasukawa, S. Yamaguchi, A. Murakami, H. Goto, N. Nishimura and K. Ueyanagi ,
"A New Flying Optical Head," Jap . J. Appl. Phys , Vol. 28 , pp 205-208, 1989 .
- [2] T. Musha and T. Morokuma, "Optical Head for Digital Audio Disks," JARECT vol. 11,
Optical Devices & Fibers (1984), Y. Suematsu (ed), pp. 108~118.

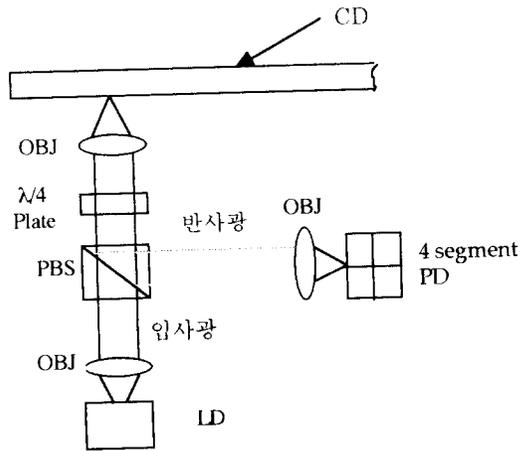


그림 1. 기존의 광학계

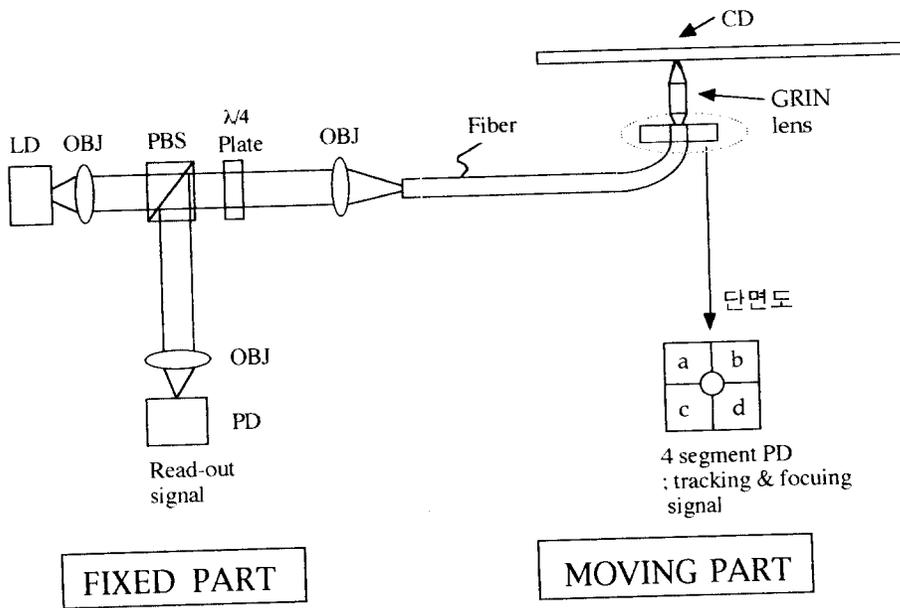


그림 2. 새로운 구조의 광학계

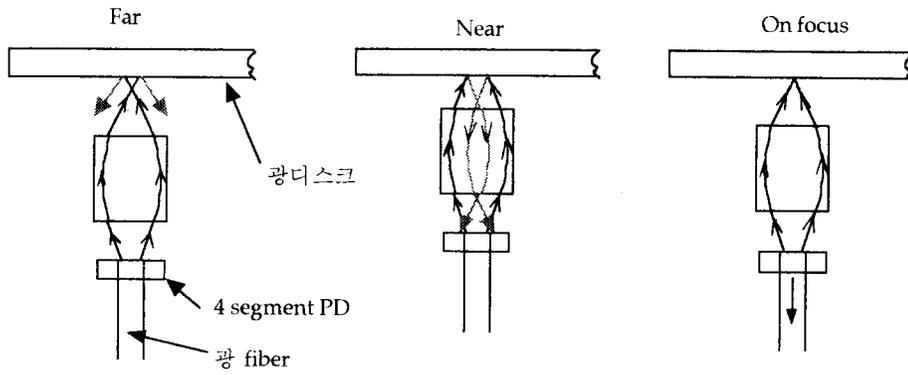


그림 3. focusing 형태

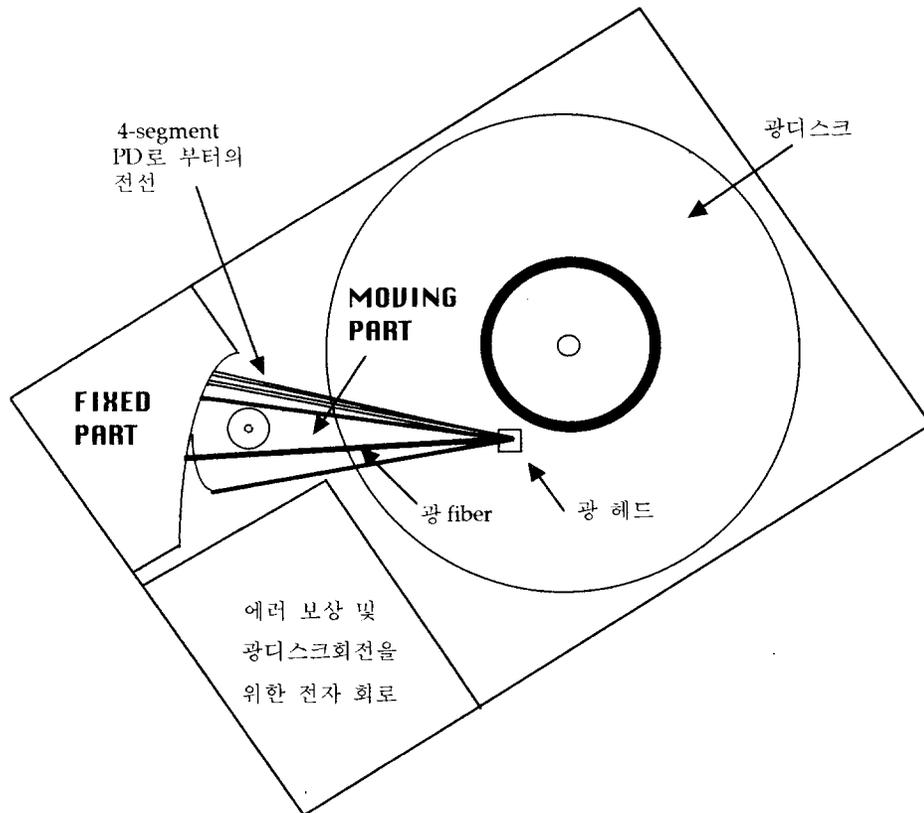


그림 4. fiber 광 픽업을 이용한 pivot-arm 방식의 초고속 광디스크 드라이버