

디스크형 대용량 홀로그래픽 정보저장장치의 픽업에 대한 연구

Research in Pick-up Actuator for Disk Type HDDS(Holographic Digital Data Storage)

김성필, 송석호, 김지덕*, 이홍석*
 한양대학교 마이크로광학 국가지정연구실, *삼성종합기술원
 digitist@optics.hanyang.ac.kr

정보, 전산 산업의 발달이 급속하게 이루어짐에 따라 필연적으로 정보의 저장 및 입출력에 관계된 정보저장장치는 용량의 대량화, 입출력 속도의 고속화가 요구된다. 홀로그래픽을 이용한 정보저장장치는 데이터의 기록·재생의 원리상 체적 홀로그래픽의 원리를 이용하여 한 점에 대량의 면정보를 저장할 수 있는 페이지 지향적인 메모리(Page-oriented Memory)로써 입출력 방식으로 병렬 데이터 처리방식을 사용하므로 근본적으로 입출력 속도를 초고속화 할 수가 있으며, 기계적인 구동 부를 배제한 시스템이 가능하므로 데이터 접근 시간도 매우 빠르게 할 수 있다. 또한 데이터 저장밀도 면에서도 초고밀도화가 가능하므로 차세대의 대용량 정보저장장치로의 많은 연구가 오래 전부터 현재까지 진행되어 왔다⁽¹⁾⁽²⁾.

본 연구에서는 이러한 홀로그래픽 정보저장장치 중에서도 현재의 CD-ROM이나 DVD-ROM과 같이 저장 미디어의 탈착이 가능한(Removable) 디스크 형태의 홀로그래픽 정보저장장치에서 데이터 픽셀을 정확하게 읽어내기 위한 픽업 부분의 광학적인 시스템 구성과 서보 컨트롤 방식을 제안하였다. 이 논문에서 제안하는 픽업의 방식은 홀로그래픽을 기록하고 재생할 때 사용하는 신호 빔(Signal Beam)을 4-f 시스템을 통해 푸리에 변환(Fourier Transform)시키고, 기준 빔(Reference Beam)은 렌즈를 사용하여 국소 면적에 작게 수렴시켜 데이터를 저장하며, 재생할 때는 그림 1과 같이 기준 빔과 홀로그래픽 디스크 사이에 1 mm의 두께를 갖는 유리판(굴절률 1.5)을 회전시켜 기준 빔의 각도는 변화하지 않고 위치만을 평행하게 이동시켜 서보 컨트롤을 하는 방식이다. 디스크가 회전을 하게 되면 데이터가 저장되어있는 곳의 위치와 각도가 변하게 되는데, 재생되는 홀로그래픽의 위치를 일정하게 유지시켜 주려면 디스크의 움직임에 따라 기준 빔의 디스크 면에 입사하는 위치가 바뀌어야 한다. 기준 빔으로 평행 광을 사용하면

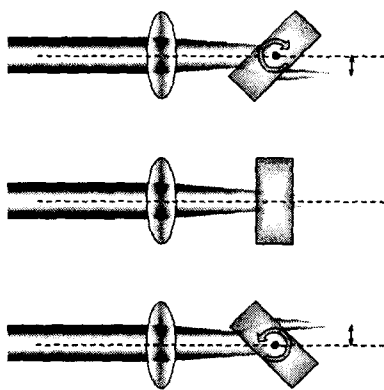


그림 1. 픽업 장치 개념

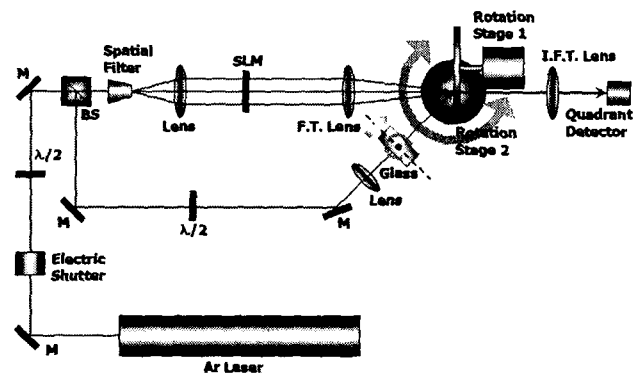


그림 2. 실험 장치 구성

재생되는 홀로그래프의 위치변화가 디스크 면에 입사하는 빔의 평행 위치와는 관계가 없고 각도 변화에 따라서만 움직이게 되나, 기준 빔을 수렴하는 빛을 사용하여 빛이 정확히 한 점에만 모인다면 디스크 면에 입사하는 각도에 따라서 재생되는 홀로그래프의 위치 변화는 없다. 하지만 홀로그래프 기록 시 강한 DC 항을 없애기 위하여 보통 정확한 푸리에 면에서 약간 벗어난 곳에 기록하며 또한 재생 시 입사하는 빛은 정확히 말한다면 식 (1)과 같은 가우시안 빔(Gaussian Beam)의 형태를 띄고 있게 된다. 이러한 현상으로 체적 홀로그래프의 재생 시 디스크의 요동에 따라 입사하는 빔이 브래그 조건(Bragg Condition)을 벗어나게 되게 되면 수렴되는 기준 빔을 평행 이동시켜 브래그 조건을 만족시키는 각도를 갖는 기준 빔의 부분으로 재생되는 홀로그래프의 원래의 위치를 찾아가게 할 수 있으며, 재생 효율도 보상 할 수 있다.

$$U(r) = A_0 \frac{W_0}{W(z)} \exp\left[-\frac{\rho^2}{W^2(z)}\right] \exp\left[-jkz - jk\frac{\rho^2}{2R(z)} + j\zeta(z)\right] \quad (1)$$

$$W(z) = W_0 \left[1 + \left(\frac{z}{z_0}\right)^2\right]^{1/2}, \quad R(z) = z \left[1 + \left(\frac{z_0}{z}\right)^2\right], \quad \zeta(z) = \tan^{-1} \frac{z}{z_0}, \quad W_0 = \left(\frac{\lambda z_0}{\pi}\right)^{1/2}$$

그림 3은 디스크를 기준 빔에 대하여 -0.5° 에서 0.5° 까지 임의로 기울였을 때 서보 컨트롤을 하지 않은 상태에서 재생되는 홀로그래프의 위치와 효율의 변화를 Quadrant Photo-diode로 측정된 것이고, 그림 4는 유리판을 실시간으로 움직여 기준 빔의 평행 위치를 조절하여 재생되는 홀로그래프가 제자리를 찾아가도록 서보 컨트롤을 한 것이다. 결과를 보면 입사하는 기준 빔에 대한 디스크의 각도 변화에 따른 홀로그래프의 재생 위치변화를 기준 빔의 평행 위치 이동으로 보상해 줄 수 있음을 알 수 있으며, 홀로그래프의 효율 또한 보상하여 줄 수 있음을 알 수 있다.

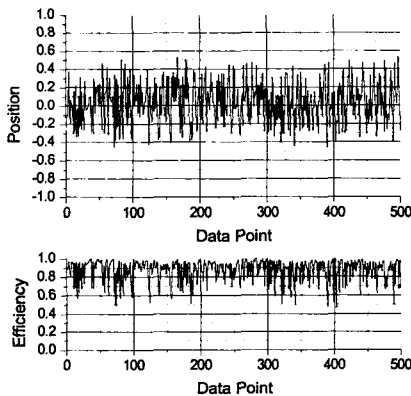


그림 3. 서보 컨트롤을 안한 경우

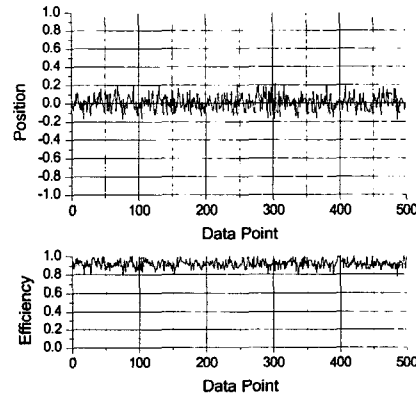


그림 4. 서보 컨트롤을 한 경우

T
B

※ 본 연구는 산업자원부의 차세대 신기술개발사업의 일환(“차세대 대용량 정보저장장치 개발” 중 삼성 전자(주) 종합기술원의 위탁연구)으로 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

< 참고 문헌 >

1. P. J. van Heerden, “Theory of Optical Information Storage in Solids”, Applied Optics, Vol. 2(4), pp. 393-400, (1963).
2. Geoffrey W. Burr, “Holographic Data Storage with Arbitrarily Misaligned Data Pages”, Optics Letters, Vol. 27, No. 7, pp. 542-544, (2002).