

모바일 기기를 위한 홀로그래픽 정보저장 Holographic data storage for mobile devices

김지덕, 이홍석, 박해석, 이석한
MEMS Lab, 삼성종합기술원
jkim@sait.samsung.co.kr

시장이 현재 폭발적으로 증가하고 있고, 앞으로도 지속적인 성장이 예상되는 PDA 등과 같은 휴대기기의 경우 contents 배포용 removable 광메모리는 아직 적당한 solution이 없는 상태이다. 이 경우 최대의 관건은 다바이스의 두께를 작게 하는 것인데 일반적으로 pit방식의 광메모리에서는 그렇게 하기가 어려운 것으로 이해되고 있다. 최근에 일본에서 처음으로 시도되고 있는 것으로서, waveguide를 이용한 holographic memory가 이러한 요구에 대한 하나의 대안으로 검토되고 있다⁽¹⁾. 기본개념은 그림 1에 나타나 있다. 데이터는 slab형 multilayer waveguide에 core layer와 clad layer interface면에 홀로그래픽 형태로 기록이 되고, head에서 원하는 layer에 빛을 입사시키면, 기록된 waveguide hologram에 의한 산란으로 디지털 데이터가 재생된다. waveguide hologram을 설계할 때 재생면의 거리를 홀로그래픽면으로부터 수 mm로 하면 전체 다바이스의 두께를 매우 작게 할 수가 있게 되는 원리이다.

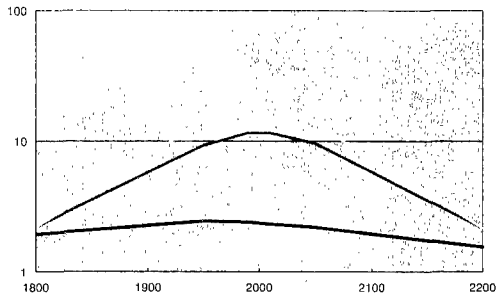


(그림 1)

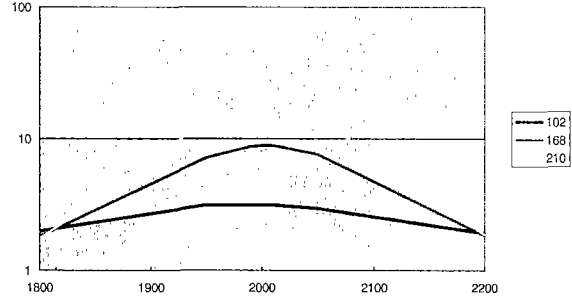
일반적으로 디지털 데이터는 on-off 형태의 pixel pattern으로 구성되어 있는데, 이러한 output을 얻기 위한 computer generated hologram (CGH)은 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 그 하나가 위상만으로 이루어진 경우(Kinoform)와 다른 하나가 위상과 진폭으로 이루어진 경우이다. 전자의 경우 홀로그래픽에 의한 광손실은 없으나, 설계방법이 iteration에 의존하기 때문에 계산시간이 매우 오래 걸린다. 예를들면, 1000*1000 pixel로 이루어진 디지털 데이터를 재생하는 고밀도 홀로그래픽의 설계는 사실상 불가능하다. 후자의 경우는 광손실이 있으나, 계산시간이 상대적으로 매우 적게 걸린다. 보통 위상 및 진폭을 갖는 홀로그래픽의 설계는 spherical wave를 사용하는 것이 주로 사용되고 있는데 이 경우 output에 있는 각각의 on-pixel에 point source가 있는 것으로 하여 CGH면에 spherical wavefronts를 생성하고 superposition하여 전체의 홀로그래픽을 만든다. 우리는 spherical wave대신에 Gaussian beam을 사용하는 방법을 도입하고, 두 방법의 특성을 비교연구 하였다. Gaussian beam을 사용하는 방법은 output면과, output pixel의 사이즈를 Gaussian beam의 minimum waist면과 minimum waist 사이즈 또는 그것의 적당한 비율로 맞추고 홀로그래픽면이 있는 거리만큼 떨어진 곳에서의 Gaussian wavefront를 각각의 output pixel로부터 생성하고 superposition하는 것이다.

재생시 detector의 위치공차에 따른 SNR 변화를 그림 2, 3에, 회절된 광세기 합을 그림 4, 5에 나타내었다. 각각의 그림에서 x축은 CGH면과 재생면사이의 거리이다. 시뮬레이션에 사용한 광원은 632.8nm, Output면과 홀로그래픽면 사이의 거리는 2mm, Gaussian beam방법의 경우 pixel의 사이즈를

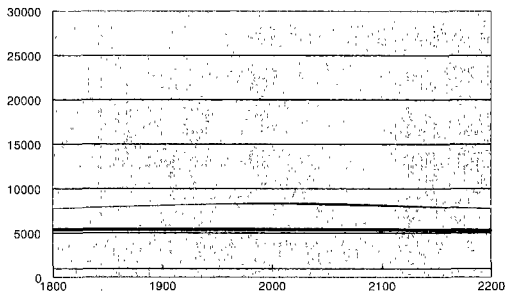
minimum waist 면에서 최대 광세기가 20%로 떨어지는 크기로 하였다. 사용한 output pattern은 그림 6 이고 pixel size는 $12\mu\text{m}$, CGH 면에서의 sampling size는 $6\mu\text{m}$ 이었다. SNR은 on-pixel의 광세기합을 off-pixel의 광세기의 합으로 나눈 것으로 정의하여 사용하였고, 회절광량은 on-pixel의 광세기합과 off-pixel의 광세기 합을 더한 것으로 정의하였다. 그림 2, 3, 4, 5에 나오는 범례는 한 개의 CGH template 사이즈로 $102\mu\text{m}$, $168\mu\text{m}$, $210\mu\text{m}$ 의 세 경우이다.



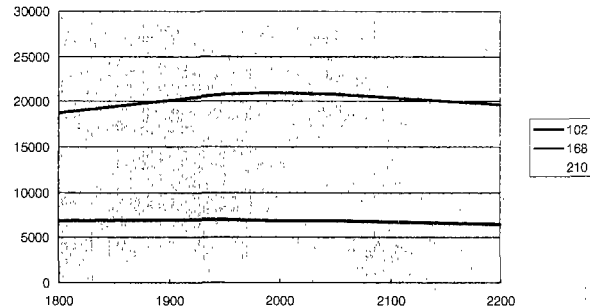
(그림 2. Gaussian beam법에서의 SNR)



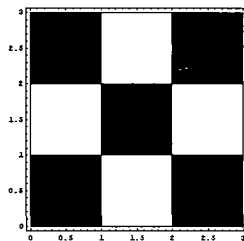
(그림 3. Spherical wave법에서의 SNR)



(그림 4. Gaussian beam법에서의 회절광량)



(그림 5. Spherical wave법에서의 회절광량)



(그림 6. simulation에 사용한 output pixel pattern)

광손실은 Gaussian beam방법이 spherical wave를 사용하는 경우의 약 3배가량이고, SNR은 두 방법이 거의 같았으며, 두 방법 모두 한 개의 CGH template의 사이즈가 커지면 광손실은 줄어들고 SNR은 커졌다. 단, 재생시 CGH면과 detector의 사이의 거리변화에 따른 SNR의 변화는 spherical wave를 사용하는 경우보다 Gaussian beam을 사용하는 방법이 적은 것을 알 수 있다. 그림 2와 3에서 보면, 주어진 SNR을 얻기위한 최소사이즈의 CGH template을 얻는 방법은 Gaussian beam방법인 경우도 있고, Spherical wave방법인 경우도 있는 것을 알 수 있다.

1. S. Yagi and T. Imai, "Multilayered waveguide holographic memory card", Digest of Technical Papers of 20th Annual Meeting of the Laser Society of Japan, 183 (2000).