

블루레이 디스크용 픽업헤드 Blu-ray Pickup Head

김태경[†], 김석중^{**}, 안영만^{**}, 허태연^{**}, 정종삼^{*}

Tae Kyung Kim, Seok Jung Kim, Young Man Ahn, , Tae Youn Heor, and
Chong Sam Chung

ABSTRACT

We have developed an optical pickup head for blu-ray disc. We have adopted a liquid crystal panel to compensate thickness difference of cover layer. By disposing DVD/CD compatible objective inside the BD objective in disc radial direction, we could realize a backward compatibility. Furthermore we have inserted a polarization diffractive optical element to reduce the influence from the other layer in BD dual layer.

Key Words : blu-ray, dual layer, 구면수차, 픽업

1. 서론

파장 405nm 의 레이저광원과 Numerical Aperture (NA) 0.85 의 대물렌즈를 사용하는 25GB 용량의 Blu-ray Disc (BD)의 규격이 제정되어 제품이 출시되었다. BD 는 High-Definition (HD) 방송을 2 시간 기록하고 재생하는 미디어로, 4.7GB 의 용량을 갖는 Digital versatile disc (DVD)를 향후 대체할 것으로 기대된다. 이 글에서는 BD 용 광디스크 드라이브의 핵심부품인 광픽업의 디스크 두께 보정기술, DVD 와 Compact disc (CD)를 호환하는 기술 그리고 2 층 디스크 대응 기술 등에 대해 계산하고 실험한 결과를 발표 하겠다.

2. 디스크 두께 보정

2.1 구면수차

광디스크의 두께오차에 의해 발생하는 구

면수차 W_{40} 은 NA 의 4 승과 기관의 두께오차 Δd 에 비례한다. BD 의 경우 DVD 에 비해 NA 가 크고 파장이 짧아 구면수차 발생량이 크므로, 디스크간의 두께오차 및 2 층 디스크의 층간 두께차에서 기인하는 구면수차의 보정이 필수적이다. Fig.1 은 기관 두께차에 따른 파면수차를 나타낸다. 광픽업의 구면수차를 보정하는 방법으로는 폴리메이팅 렌즈 혹은 Beam Expander 용 렌즈의 1 군을 이동시키는 방법과, 액정소자를 이용하는 방법이 있다.[1] 전자계의 경우 렌즈 이동을 위한 구동 메카니즘에 의해 픽업의 부피가 커지고, 렌즈의 이동에 따른 광축의 변동 가능성이 있다. 따라서 안정되고 소형의 픽업을 제작하기 위하여 액정소자(Liquid crystal panel : LCP)를 채용하였다.

[†] 책임저자 삼성전자(주) DM 총괄, DM(연) Media Solution

E-mail : tk_kim@samsung.com

^{*} 삼성전자(주) DM 총괄, DM(연) Media Solution

^{**} 삼성전자(주) DM 총괄 DVS(사) 개발 1 그룹
(논문접수일 : 2005 년 3 월 30 일)

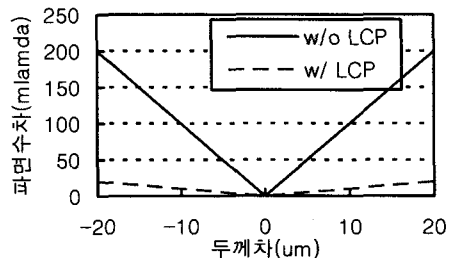


Fig. 1 WFE vs. substrate thickness variation

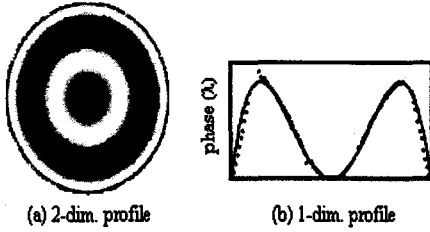


Fig. 2 The structure of LCP

2.2 액정소자의 원리

투명전극이 설치된 두 글래스 기판에 액정을 봉입하고 전압을 인가하면, 전압에 비례하여 액정분자가 회전하여 굴절율이 변화되는데, 이 원리를 이용하여 구면수차 보정에 필요한 위상분포를 능동적으로 보정하는 방식이다. 기판두께 변화에 의해 발생하는 구면수차는, Fig.2 와 같이 Donut 형태일 때 위상분포의 Peak-to-Valley 가 최소가 된다. 실제 제작된 샘플의 위상분포를 Fig. 1(b)의 점선으로 나타냈고, 액정소자 보정후의 잔존수차를 Fig.1의 점선에 도시했다. Fig.3 은 제작된 액정소자의 사진을 보여준다.

2.3 액정소자의 동심도 실험

이러한 Donut 형 구조는 위상발생량이 최소이고 연속적으로 위상을 보정하는데 장점이 있는 반면, 대물렌즈와의 동심도 공차가 매우 엄격하다.[2]동심도 오차에 따른 지터 측정 결과를 Fig.4 에 나타냈는데, 지터 증가량을 0.5%이내로 억제하기 위해서는 20~30um 이내로 대물렌즈와의 동심도가 유지되어야 함을 알 수 있다. 따라서 액정소자는 대물렌즈와 같이 액츄에이터에 탑재되어야 하고 동심도를 엄격하게 규제해야 하며 또한 액정을 구동하기 위한 추가 배선도 마련되어야 한다.

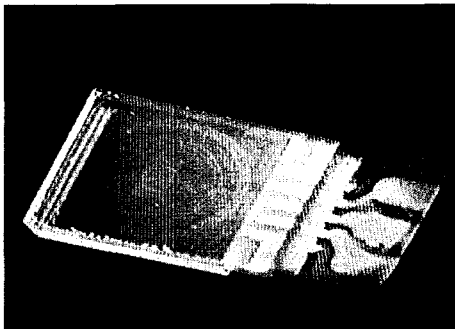


Fig. 3 Photograph of LCP

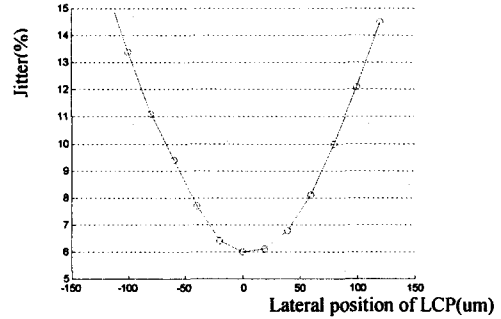


Fig. 4 Jitter vs. lateral position of LCP

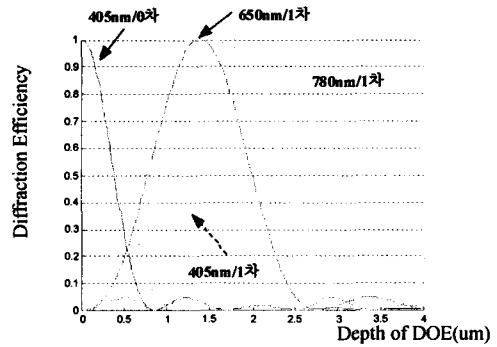


Fig. 5 Diffraction efficiency vs. depth

3. DVD/CD 호환기술

3.1 2 조 대물렌즈 방식

현재 시판되는 거의 모든 DVD 드라이브가 CD 를 지원하듯이, BD 픽업에서도 DVD 와 CD 를 호환하는 것이 보편적일 것으로 예상된다. 현재 DVD 용 광픽업에서 CD 디스크를 호환하는 가장 일반적인 방법은 전면 회절형 대물렌즈를 사용하는 것이다. 이 방식은 파장 650nm 와 780nm 의 두 광원을 사용하고 두 광 모두 1 차로 회절된다. Fig. 5 는 Blazed 형 회절소자의 깊이에 따른 회절 효율을 나타낸다. 깊이 1.5 μm 근방에서 두 파장 모두 1 차 회절효율이 98%를 만족한다. 그러나 BD 용 NA0.85 대물렌즈는 아직 단매 렌즈로 성능을 확보하기 어려울 뿐 만 아니라, 회절렌즈를 조합한 경우에도 회절 효율이 낮고 CD 에서의 작동거리가 짧은 문제 등이 남아있다. 따라서 기존에 개발된 DVD/CD 용 렌즈와 BD 전용의 대물렌즈를 한 개의 구동부에 결합한 2 조 구성의 방법을 개발하였다. 대물렌즈의 배치는 트랙킹

을 위한 위상변동을 없애기 위해 두 개의 렌즈 모두 디스크의 래디얼 방향으로 고정적으로 배치하였다. 이 경우 디스크의 최내주와 최외주를 모두 재생하기 위해서 디스크를 회전시키는 스피들 모터의 턴테이블 크기를 29mm 에서 26mm 로 줄였으며, 이때 디스크의 장착력에는 문제가 없음을 검증하였다. 또한 2 조의 대물렌즈를 한 개의 액츄에이터에 배치하기 위해서는, 서로 상이한 작동거리를 고려하여 대물렌즈와 디스크간 충돌을 방지하도록 결정하였다.[3]

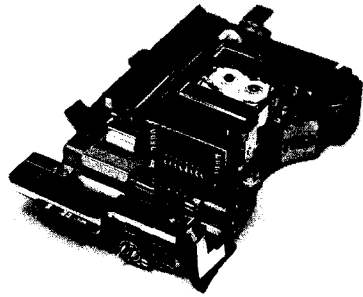


Fig. 7 Photograph of pickup head

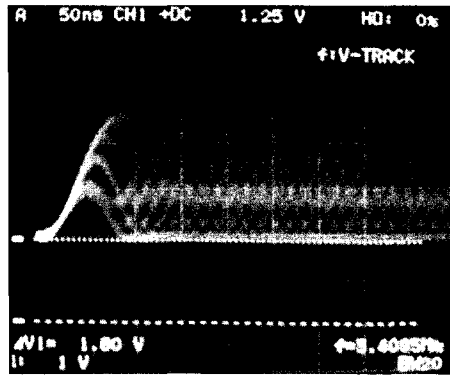
3.2 실험결과

Fig.6 는 호환 픽업의 구조도를 나타낸다. 기존의 DVD/CD 호환용 픽업의 광학계와, BD 전용의 광학계가 각각 독립된 광경로를 형성한다. Fig. 7 은 제작된 픽업의 사진을 나타낸다. Fig. 8 은 각각의 디스크에 대한 재생 신호의 Eye-pattern 을 나타낸다.

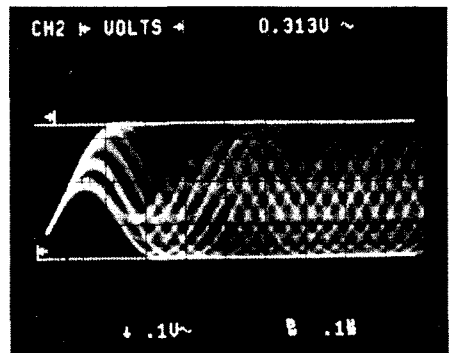
4. 2 층 디스크 대응 기술

4.1 층간 간섭

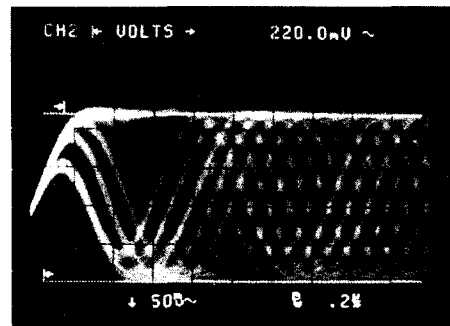
BD 규격에서는 기록용 디스크에서도 dual layer 구조에 의해 용량 50GB 를 달성한다. Fig. 9 에 BD dual layer 디스크 구조를 나타낸다. 층간의 간격은 각 층의 정보가 인접층에 영향을 주지 않도록 25um 으로 정해졌다. 기록형 디스크에서 일반적으로 사용하는 트랙킹 방법은 2 개의 보조 빔을 이용한 Differential push-pull (DPP)를 사용하는데, 재생하지 않는 다른 층에서의 stray 광이 트랙킹 신호에 영향을 주게 된다.[4]따라서 이를 보정하는 방법으로 편광 Diffractive optical element (DOE)등을 이용하여, Fig.10 과 같이



(a) BD



(b) DVD



(c) CD

Fig. 8 Eye-patterns

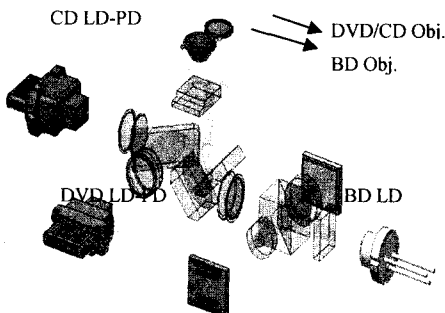


Fig. 6 Schematic of compatible pickup head

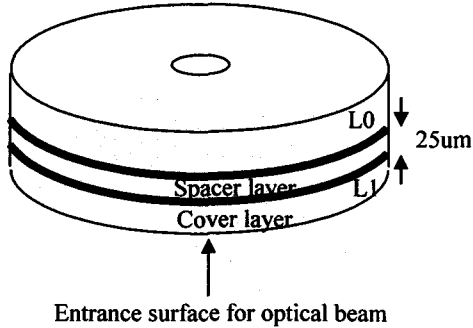


Fig. 9 The structure of BD dual layer

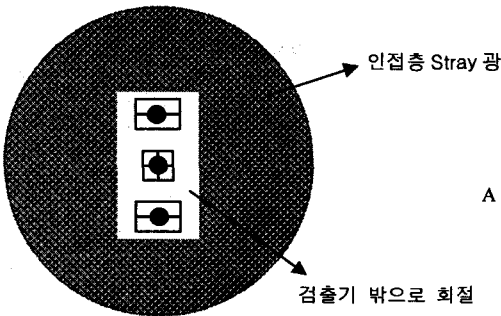


Fig. 10 Diffraction of stray light

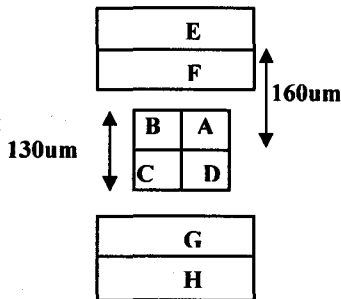


Fig. 11 The structure of detector

Table 1 Experimental conditions

Objective focal length	1.76mm
Magnification	19.3
Spot diameter at detector	90um
Dual layer disc thickness	L1 75um
	L0 100um
Focusing method	Astigmatic
Tracking method	DPP

디스크로 돌아오는 광의 중앙부를 검출기 바깥으로 회절 시킴으로써 stray 광으로부터 트래킹 신호를 안정화 시킬 수 있다.

4.2 제작 및 실험결과

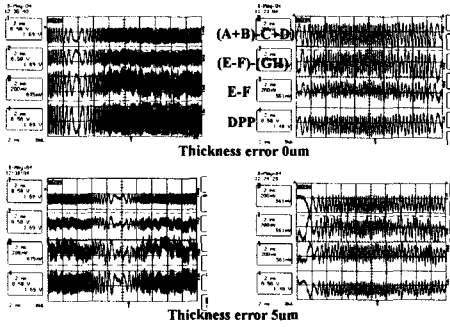
Table 1 과 Fig.11 은 실험에 사용한 픽업의 조건을 나타낸다. 대물렌즈의 초점이 L1 층에 맺힐 때, L1 층에서 반사된 신호광은 검출기에서의 직경이 90um 이 되고, 반면 L1 층을 투과하여 L0 층에서 반사되는 stray 광은 약 1000um 이 된다. 보조광의 광량이 주광의 10% 이하인 점을 감안하면, 인접층에서 반사된 광의 직경을 고려하더라도 약 10%에 해당하는 광량에 의해 신호가 불안정해 질 수 있다. Fig.12 와 Fig.13 은 stray 광을 제거하기 전후의 DPP 신호를 나타낸다. 또한 액정소자에 인가되는 전압을 변동시켜 디스크의 제조공차에 해당하는 5um 의 두께 변동을 발생시킬 때, L0 층의 두께가 20um 으로 얇아지는 경우에 신호의 흔들림이 증가함을 볼 수 있다. 그 이유는 검출기에 맺힌 stray 광은 800um 으로 줄어들어 영향이 증가하기 때문이다. 평균 PP 신호의 크기에 대해 최대 Fluctuation 양을 Offset 으로 정의할 때 20%가량 발생하던 Offset 이, 편광 DOE 를 사용하여 stray 광을 검출기 외곽으로 회절시킨 경우 Offset 을 5% 이하로 줄일 수 있었다. 그리고 중앙부에서 손실된 광량에 의한 RF 신호에의 영향은 거의 없었으며 각각의 층에서 모두 지터 6% 이하의 양호한 결과를 얻었다. Fig.14 에 Eye-pattern 을 나타냈다.

5. 결론

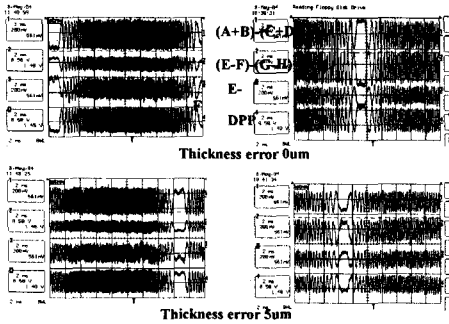
DVD/CD 가 호환되는 dual layer BD 용 픽업을 개발하였다. 액정소자를 사용하여 디스크 기관두께차에서 발생하는 구면수차를 보정하였다. BD 전용과 DVD/CD 호환용 대물렌즈를 디스크의 반경방향으로 액츄에이터에 고정 배치하여 안정된 호환성능을 확보하였다. 또한 검출기로 돌아오는 광의 일부를 차단함으로써 dual layer 디스크 재생시 인접층에서 반사되는 광에 의한 트래킹신호의 열화를 개선시킬 수 있었다.

참고문헌

- [1] L. Vicari, 2003, Optical Applications of Liquid Crystals, Institute of Physics Publishing, London, pp.110
- [2] H. Tanase, G. Hashimoto, K. Yamamoto, T. Tanaka, T. Nakao et al., 2002, "Dual-layer-compatible optical head: Integration with a liquid-crystal panel", Tech. Dig. ISOM/ODS (2002), pp.392-394
- [3] S. Kim, T. Heor, T. Kim, Y. Ahn, and C. Chung., 2004, "High Response Twin-Objective Actuator with Radial Tilt Function", Tech. Dig. ISOM(2004), pp.166-167
- [4] T. Kim, Y. Ahn, S. Kim, T. Heor, C. Chung et al., 2004, "BD Pickup Head for Dual Layer Disc", Tech. Dig. ISOM(2004), pp.170-171



(a) Readout L1 (b) Readout L0
Fig. 12 TES with stray light



(a) Readout L1 (b) Readout L0
Fig. 13 TES without stray light

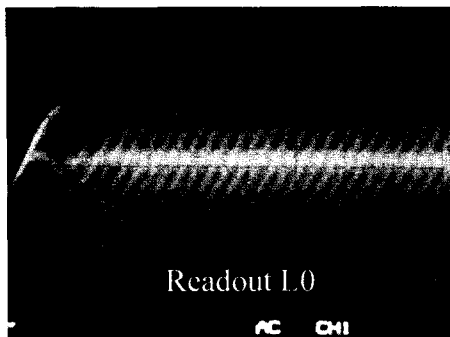
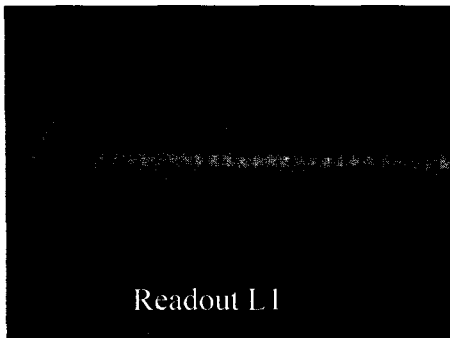


Fig. 14 Eye-pattern of BD dual layer