

# 홀로그래픽 데이터 스토리지 시스템 연구 개발의 최근 현황

## Recent Status of Holographic Data Storage Systems

한승훈\*, 이병호\*\*

\*서울대학교 반도체공동연구소, \*\*서울대학교 전기공학부

magishan@ieee.org

### 1. 서론

광 정보 저장기기는 CD에서 DVD로 이어지면서 정보기기들의 주변 저장장치로서 상업화에 성공하여 왔다. 이러한 저장기기는 단과장화, 다층화 등의 기법을 도입하면서 정보저장 용량과 전달 속도를 증대시켜왔는데, 이러한 저장 기술의 한계 (100GB 수준)를 맞이하게 되면서, 차세대 광 정보 저장기기에 대한 연구 개발이 활발해 지고 있다. 차세대 광 정보 저장 기술로는 근접장 기록(Near Field Recording, NFR) 방식과 홀로그래픽 기록(Holographic Data Storage, HDS) 방식이 각광받고 있으며<sup>(1)</sup>, 그 중 HDS는 시제품 및 상업화가 본격적으로 시작되고 있다. HDS 연구 개발의 현황 및 전망을 관련 기술, 산업들과의 관계 속에서 조망하고 평가하고자 한다.

### 2. InPhase와 Optware

HDS 제품의 본격적인 상업화 개발은 미국의 InPhase Technologies 사와 일본의 Optware 사에 의해 이루어지고 있는데, 각각 전문 광 정보 보관 장치와 DVD 호환/대체 광 디스크 개발을 목표로 세계적인 선도를 하고 있다. 최근에 개최되었던 Optical Data Storage 2005, 2006 학회들에서 InPhase 사는 500 Gbit/in<sup>2</sup> 저장용량 및 160 Mb/s급 정보 전달율을 가지는 시제품을 보고하였으며, Optware 사는 40 Gbit/in<sup>2</sup> 급 저장용량을 보고한 바 있다. 이들 두 회사의 HDS 핵심 기술과 이슈들을 소개한다.

InPhase 사의 대표 기술은 고품질의 Tapestry<sup>TM</sup> 매질을 기반으로 한 polytopic 다중화 시스템이다. InPhase 사는 IBM 연구소에서 파생되어 나와서 HDS 시스템의 모든 요소 기술에 대해 기술을 개발, 확보하여 왔으며, 전문 광 백업 저장장치 및 고품질 video 시장을 목표로 시스템을 개발하고 있다. Tapestry 매질의 경우, 그 M/#가 매우 크기 때문에, 기존 방식과 차별되는 polytopic 다중화라는 기법을 시스템에 적용할 수 있었다 (그림 1)<sup>(2)</sup>. Polytopic 다중화 기법은 기존의 각도 다중화와 이동 다중화를 결합시키면서, 여기에 aperture를 도입하여, 그 기록 밀도를 향상시키는 기법이다. 기존의 각도 다중화와 이동 다중화의 복합(hybrid) 다중화 기법과는 차별되게, polytopic 다중화의 경우, 기록 매체 바로 뒤에 신호광의 Fourier 면이 오게 하고, 여기에 aperture를 두어서, 이동 다중화시의 공간 이동 간격을 aperture 개구 크기 수준으로 줄일 수 있다. 이 경우, 여러 홀로그램들이 계속 중첩됨에 따라 회절효율이 낮아지는 문제가 발생하게 되지만, Tapestry<sup>TM</sup> 매질은 그 기록매질 특성(M/#)이 충분히 이를 보상해 줄만큼 좋기에 이러한 기법을 시스템에 도입할 수 있었다. 이는 InPhase가 처음으로 이러한 시스템을 방송 시스템으로 통합시키는 기반이 되었다<sup>(3)</sup>.

Optware 사는 기존의 CD, DVD 기술의 연장선 상에서 이를 대체할 수 있는 시스템 (Holographic Versatile Disc, HVD)을 만들기 위해서 collinear 홀로그래피 기법을 시스템의 골격으로 사용하였다<sup>(4)</sup>. 이 기법은 홀로그램 기록시의 신호빔과 기준빔을 하나의 공통 광축으로 전파하게 하여 이들이 기록 매질 앞에서 대물렌즈에 의해 초점이 맺히면서 서로 간섭하여 기록되게 하는 기법이며, 공통 광축을 사용하기에

기존의 DVD 개발의 연장선상에서 시스템을 상호 호환 가능하게 개발하고 있다. 이를 위해 Optware는 신 호빔과 기준빔이 같은 축상에 배열되게 하는 빔 성형 패턴을 개발하였고, DVD 시스템과 호환되는 서보 제어 기술들을 개발하고 있다 (그림 2). 주로 기존의 CD/DVD 시스템에서의 선진회사들이 본 시스템의 상업화에 진력하고 있으나, 아직 구체적인 시스템 시연이 이루어지지 않는 상황이다.

4. 결론

이와 같이 HDS의 실제 제품화가 완성되어 감에 따라 InPhase사와 Optware사를 중심으로 전략적 기술 제휴를 맺고, 표준화를 이루어 내려는 활동이 활발하다. 각 회사 모두 광학, 매질, 소자, 그리고 서보 및 시스템 기술에 있어서 세계적인 기업들과 공동 개발 및 제휴 관계를 맺으며 연구를 진행하고 있으며, Optware사의 HVD alliance 쪽에서는 ECMA(European Computer Manufacturers Association)에 HVD와 관련된 표준화 작업을 하고 있다<sup>(5)</sup>. 관련 차세대 광저장기술인 NFR 방식과 이들 기술들을 비교는 표1과 같다. HDS는 하나의 새로운 광 저장기술로써 정보 저장 기술에 시점 전환을 가져올 것이라 예견되며, 이 경우, HDS는 고유의 독특한 시스템으로 자리를 잡게 될 것이다. 여기에 영향을 미치는 기술들로는 같은 광학 방식인 NFR, 그리고 그 밖에 새로이 대두되는 여러 나노기반 저장기술이 존재한다.

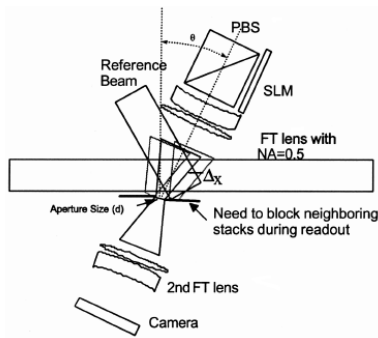


그림 1. InPhase사의 Polytopic Multiplexing

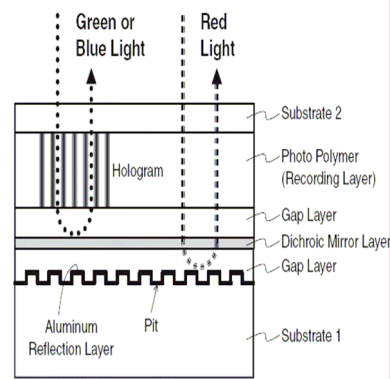


그림 2. Optware사의 Collinear Technology

표 1. 차세대 광 저장기기 사양 관계

	InPhase 방식	NFR 방식	Optware 방식
목표 시스템	대용량 전문 보관용 저장기기 (12조원 규모 예상)	주변 저장 기기 (20조원 규모)	주변 저장 기기 (20조원 규모)
목표 사양	1.6TB, 960Mbps	500GB, 120Mbps	2TB, 1Gbps
핵심기술	매질, Polytopic 다중화	SIL, Gap control	Collinear system, 호환성
주요 회사	InPhase, Maxell, ALPS	Sony, Philips	Optware, Sony, Philips, IBM
주요이슈	시장 개척	Removability	안정성, 경제성

참고문헌

1. L. Hesselink, S. S. Orlov, and M. C. Bashaw. "Holographic data storage systems," *Proc. IEEE*, vol. 92, pp. 1231-1280, (2004).
2. K. Anderson and K. Curtis, "Polytopic Multiplexing," *Opt. Lett.*, v. 29, pp. 1402-1404, (2004).
3. <http://www.inphase-technologies.com>
4. H. Horimai, X. Tan, and Jun Li, "Collinear holography," *Appl. Opt.*, v. 44, pp. 2575-2579, (2005).
5. <http://www.hvd-alliance.org>