

1. 디지털 멀티미디어 시대

21세기에 들어서면서 컴퓨터 및 통신 기술이 멀티미디어 응용 개진(個電) 제품과 융합되는 형태의 디지털 혁명이 급격히 일어나고 있음은 이론의 여지가 없다. 이러한 과정을 가속시키는 것은 바로 휴대폰, 유/무선 인터넷, 디지털 위성 방송 및 광통신 기술들과 이들의 통합화로서, 모두 멀티미디어 산업과 병행/접목되는 방향으로 그 발전이 진행되고 있다. 그림 1로 표현해 본 바와 같이 통신, 교통, 의료, 교육 등 사회 전반에 걸쳐 정보의 공유와 공개가 빠른 속도로 진행되면서, 인류의 생활 양태도 빠르게 변화하고 있다. 특히 이 가운데 가장 두드러진 점은 사회 전반의 네트워크 구축과 동시에 개인화/개별화의 상호 모순적인 문화가 동시에 출현하고 성장하는 가운데 있다는 점이다. 이

2. 광 스토리지 현황

2.1 시장 현황

스토리지 시장은 플래시 메모리를 별도로 하면, 크게 자기 기록 매체 위에 정보를 기록하고 재생하는 하드 디스크(HDD)와 상변화 매체 위에 레이저를 이용하여 정보를 저장하는 광 디스크(ODD) 시장으로 대별된다. 현재까지의 추세로 비추어 보아 정보저장 용량은 매 5년마다 10배씩 증가하는 추세를 보이고 있다^{*)}. 표 1에서 보는 바와 같이 스토리지 시장은 2007년 500억불에 달하고, 2010년에는 1000억불 이상의 거대 시장을 형성할 것으로 예측되고 있다. 우리나라는 이 분야에 있어서 하드디스크 부분에서는 수입국으로서, 광 디스크 부분에서는 수출국으로서의 지

특집 ─ 광 메모리

멀티미디어 시대와 광 스토리지

서동우*

러한 정보통신 발전에 의한 사회변화의 기저에는 디스플레이, 전지, 스토리지 등과 같은 단말기 공통 기술의 뒷받침이 있었기에 가능했다고 할 수 있다.

이 가운데 디지털 정보화로 인해 급격히 증가하는 정보량을 감당하기 위해서는 스토리지 기술의 발전이 필수적이며, 현재까지의 스토리지 기술 발전으로 인해 개인이 휴대 보관할 수 있는 정보의 양은 과거의 상상을 초월하는 경지에까지 이르렀다. 일례로 컴퓨터의 하드디스크를 기준으로 볼 때 개인의 정보저장용량은 이미 100GB를 넘어서는 추세이고, 휴대용 플래시 메모리의 경우만 하더라도 1GB가 일반화 되고 있다. 그 가운데 광 스토리지 분야의 경우에는 장기간의 CD 시대에서 DVD 시대로 넘어가는 단계이고, 이는 디지털 캠퍼터를 위시한 멀티미디어 산업의 성장과 맞물려 더욱 확대되고 있는 추세이다.

위를 갖고 있는 가운데, 스토리지 시장을 주도하고 있는 일본과의(HDD의 경우 미국도 포함) 기술격차를 해소하기 위해 LG, 삼성 등의 기업을 필두로 많은 노력을 경주하고 있는 상황이다.

2.2 기술 발전 추이

광 스토리지 기기는 1982년 IR(InfraRed) 대역의 레이저를 광원으로 하는 CD(Compact Disk) 출현 이후 오디오 시장에 일대 변혁을 불러 일으킨 후, 1997년에 적색 레이저를 광원으로 하는 DVD(Digital Versatile Disk) 출현과 더불어 영화 1편 분량이 저장 가능하게 되었고, 명실공히 오디오와 비디오 매체를 아우를 수 있는 배포형 저장매체로서 자리잡게 되었다. 그러나 DVD의 경우 영화산업과 밀접한 관련성을 갖고 출발하였기에 불법 복제 등의 법률적

* 한국전자통신연구원 기반기술연구소 포터블스토리지팀

멀티미디어 시대와 광 스토리지

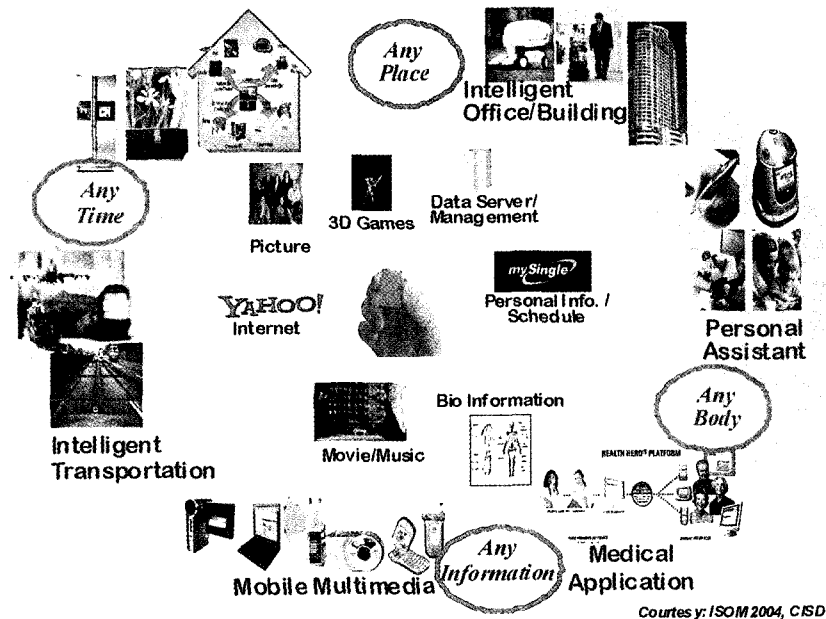


그림 1. 디지털 멀티미디어 시대의 정보기술 컨버전스

표 1. 정보저장 시장 및 수출입 규모 (단위 : 억불)

구분 / 년도	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계	
시장 규모	세계 시장	369	371	402	435	470	500	2,547
	국내 시장	34	43	50	53	55	60	295
수출입 규모	수출 규모	5	6	7	7.3	8	8.5	41.8
	수입 규모	3	3.5	3.8	4	4.3	4.5	23.1
시장 점유율(%)	9	11	12	13	14	15		

* 세계시장 규모는 DataQuest 및 IDC 2002 참조 (2006년 이후는 예상치)
 ** 수출입 규모는 정보통신산업통계연보(2001) 참조

인 문제가 CD의 경우 보다 더 심각했던 점, 그리고 DVD-R, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM 등 너무나도 많은 포맷이 동시에 출현하여 호환성이 원활하지 못했던 점 등에 기인하여 최근 2-3년 전에서야 본격적으로 시장이 성장하고 있어 기술 발전에 비해서는 매우 늦은 상황이다.

한편 DVD 이후의 광 스토리지 저장 기술로서 저장 용량을 높이기 위해 청색레이저 광원과 높은 Aperture를 갖는 렌즈를 채택하는 기술로서, 현재 AOD(Advanced Optical Disk)라고 불리기도 하는 HD-DVD(High Definition/High Density-DVD)와 BD(Blu-ray Disk)²⁾ 기술이 치열한 표준화 경쟁을 벌이고 있다. 둘 다 같은 405nm의 청색 레이저를 사용하지만, HD-DVD의 경우 기존의 DVD와 호환성을 유지하는 장점을 갖는 반면, BD에 비해 저장 용량에서 떨어지는 단점을 갖고 있다. 한편 BD의 경우 저장용량은 우수한 반면 기존 DVD와의 호환

성에 어려움이 있고, 생산 설비에 많은 투자가 이루어져 하는 단점을 갖고 있다. 그러나 현재로서 이 두 기술 자체가 서로 호환성이 없기 때문에 어느 한쪽으로 표준규격이 결정되느냐에 의해 다른 한 기술은 시장에서 사라져야 할 상황이다. 그리고 이러한 표준규격은 기술 자체에 기반한 요인도 문제이지만, 헐리우드의 영화사를 주축으로 하는 콘텐츠 기업과의 연대가 승패를 좌우할 것으로 예상되고 있다. 표 2에 앞서 언급한 광 스토리지 제품들의 규격과 특징을 간단히 요약하였다.

3. 포터블 광 스토리지 기술

현재 시장에서 각축을 벌이고 있는 BD나 HD-DVD와는 별도로 점차 개인 휴대용 기기의 발달과 더불어 정보저

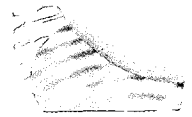


표 2. 상품화된 광 스토리지 기기의 규격 및 참여기업 현황^(2,3)

구 분	CD	DVD	HD-DVD	BD
광원 파장 (nm)	780	650	405	405
렌즈 Aperture	0.45	0.6	0.65	0.85
트랙 피치 ((m)	1.6	0.74	0.34*	0.32*
단면/양면용량(GB)	0.65/	4.7/8.5**	20/32*	27/54*
멀티미디어 용량	Audio74min	Video 2 hr	-	HDTV 2 hr
참여 기업	-	-	Toshiba, NEC Memory-Tech DVD Forum Sanyo	Sony, Philips, LG, Samsung, Hitachi, HP JVC, Pioneer Panasonic, Dell
후원 영화사	-	-	Paramount, Universal, Warner Bros. New Line	Columbia, TriStar, Disney, MGM

* HD-DVD와 BD의 트랙 피치 및 단면/양면 용량은 직경 12cm의 Rewritable 디스크 기준임.

** DVD의 양면용량은 단면 dual layer의 용량으로 대체하였음.

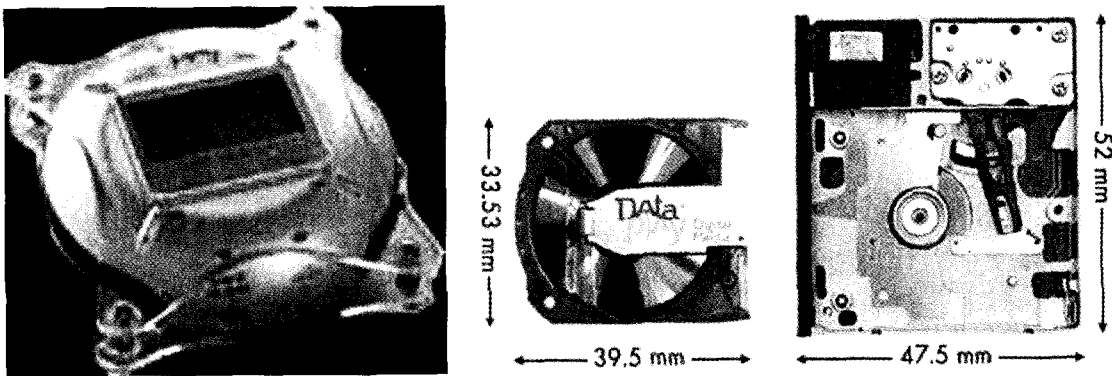


그림 2. DataPlay사의 휴대형 디스크 저장장치 DataPlay

장 기기에 있어서도 모바일 또는 포터블 광 스토리지에 대한 연구도 병행되어 왔다. DataPlay사는 2002년도에 직경 32mm 크기의 상변화 매체를 사용하여 양면 500 MB 용량의 데이터를 저장할 수 있는 그림 2의 DataPlay를 선보인 바 있다⁽⁴⁾. 그러나 아쉽게도 당시의 기술적 우수성에도 불구하고 시장에서 성공하지 못한 경우로 남게 되었다.

한편 필립스의 경우 파장 405nm의 청색 레이저를 광원으로 2매의 렌즈를 사용해 Aperture 0.85를 갖는 1GB급 SFFODD(Small Form Factor Optical Disk Drive)와 직경 30mm 크기의 매체, 그리고 구동 및 신호처리 부분에 이르기까지 상당한 기술력을 확보한 것으로 알려졌다⁽⁵⁾. 그러나 현재는 내부 사정으로 인해 이 분야의 연구를 잠시 중단한 상태에 있다.

국내 기업의 경우 LG에서는 PCMCIA II(53.9mm×85.6mm×5.0mm) 규격에 호환성을 갖고 24 mm 직경의 디스크를 탈착식으로 장착하는 SFFODD 대한 연구를 상당히 진행한 바 있다⁽⁶⁾. 삼성에서도 두께 5mm의 구조를

목표로 스핀들 모터를 비롯한 구동부와 직경 46mm 크기 매체에 대한 연구도 최근 활발하게 진행하고 있는 것으로 알려졌다.

그러나 이와 같이 포터블 광 스토리지를 연구하는 입장에서 크게 두 가지 측면에서 기술적 압박감을 받고 있는데, 첫째는 현재 나와있는 BD에서 보여주는 광학적 성능을 동일하게 만족시키는 것이다. 즉, 동일한 405nm 광원에서 렌즈 Aperture 0.85를 만족시키는 대물렌즈를 양산 가능하도록 개발하는 문제이다. 또 하나는 표준에 관련된 사항으로 현재 광 스토리지 시장을 무서운 성장세로 위협하고 있는 플래시 메모리 및 마이크로 HDD와 규격 호환성이다. 즉, 기존의 PCMCIA 규격 또는 CF II(compact flash II, 42.8mm×36.4mm×5.0mm) 등의 외형적 규격 호환성을 만족시킬 수 있는가 하는 문제이다. 물론 이 외에도 스핀들 모터를 비롯한 구동기 부분과 신호 처리 기술, 그리고 포터블 기기에 맞는 내구성 있는 디스크 매체 개발 등의 여타 난제들도 아직 해결해야 할 부분이다. 그

멀티미디어 시대와 광 스토리지

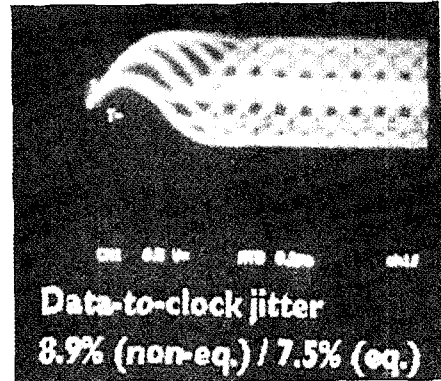


그림 3. Philips사의 Small Form Factor Disk 시제품 및 신호처리 결과

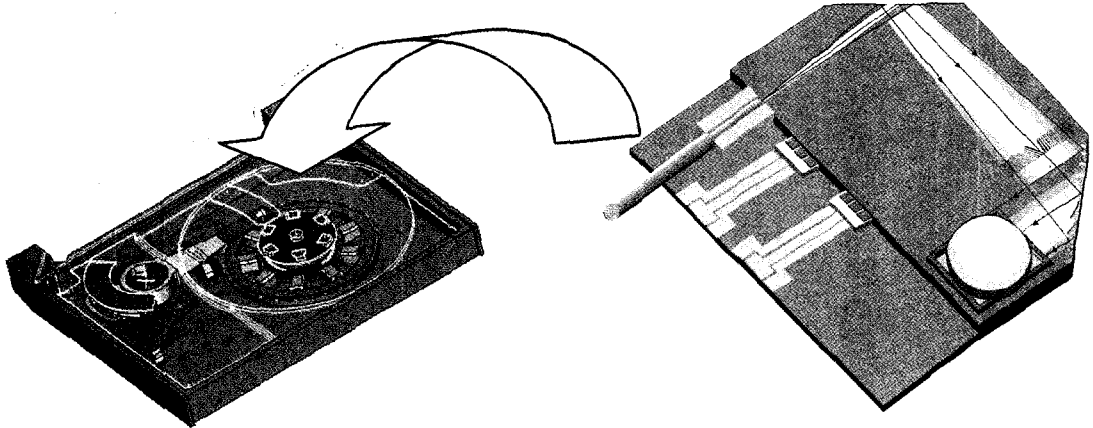


그림 4. ETRI 모바일 ODD 외형 및 도파로 광 픽업 개략도

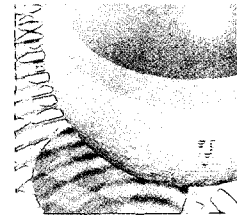
러나 포터블 스토리지의 외형적 표준화에 있어서 가장 중요한 것은 드라이브의 두께이고, 이를 결정짓는 것은 광 픽업의 두께로서 결국 ODD의 크기가 소형화할수록 광학계의 중요성은 더욱 커지게 된다.

한국전자통신연구원(ETRI)에서는 CF II 외형 표준과 BD의 광학계 성능을 만족할 수 있는 광 스토리지 연구를 수행하고 있다. 이 연구에서는 기존의 광학 부품들을 소형화해서 패키징하는 방식을 탈피해, 실리콘 기판의 평면 도파로 상에 광학 부품들을 집적해 최종적으로 렌즈를 포함한 광 픽업의 두께를 2.5mm 이하로 구현한 바 있다^[7,8]. 파장 405nm의 LD로부터 도파로까지는 단일모드 광섬유를 사용하되, 직경을 60 μ m로 작게 하여 디스크 드라이브의 deck 상에서 기계적 탄성을 최소화하였다. 렌즈에 입사될 충분한 크기의 빔 형성을 위해 도파로 코어 층에 금속 박막을 증착한 도파로 거울을 형성하고, 도파로 상에서 leaky-mode 커플러를 이용하여 빔을 출사시켰다. 이렇게 출사된 빔은 다시 홀로그램 커플러를 통해 수직으로 회절

된 다음 NA=0.85의 렌즈에 입사된다. 가장 중요한 특징은 커플링 효율을 최대화하기 위해 leaky-mode 커플러를 통해 출사되는 빔을 Gaussian 분포와 유사하도록 조절할 수 있다는 점이다. 그림 4에 최종 ETRI 모바일 ODD 시제품 및 도파로 광 픽업의 개략도를 나타내었다. 이러한 시도는 기존의 광통신 응용분야에서 많은 기술적 진보를 보인 도파로 소자를 광 픽업에 적용한 성공적인 사례로 들 수 있고, 또한 휴대용 스토리지 ODD에서 가장 중요한 헤드의 두께 문제를 획기적으로 최소화할 수 있는 기술이라는 점에서 그 의미가 크다 하겠다.

4. 향후 전망

앞서 언급한 스토리지 시장의 성장 추세와 멀티미디어 문화의 확산속도를 굳이 언급하지 않는다 해도 정보저장 기기, 그 가운데서도 광 스토리지 기술의 중요성은 점점



증대되고 있다. 특히 삼성을 필두로 하는 플래시 메모리와 대용량 고속 입출력이 가능한 HDD의 기술 발전은 광 스토리지 측면에서는 매우 위협적일 수 밖에 없다. 그러나 광 스토리지 교유의 특징인 배포성과 가격경쟁력의 독보적인 우위로 인해 그 시장지배구조가 급격히 변하지는 않을 것으로 예상된다. 또한 영화 및 방송 매체 등의 콘텐츠 산업은 이미 대중화 기반이 잘 구축된 광 스토리지 기기와 동반할 것으로 예상됨에 따라 광 스토리지 분야의 기술 개발은 더욱 가속화 될 것이다. 현재 일본을 선두로 우리나라도 이 분야에서는 어깨를 견줄만한 기술력과 경험을 확보하고는 있지만, 특정 대기업 한 두 곳에 편중되어 있고, 그나마 콘텐츠 산업 기반은 매우 취약한 상태이다. 이러한 상황에서 광 스토리지 분야의 기술 및 시장 우위를 확보하기 위해서는 표준화를 위한 노력, 휴대용 광 스토리지 기술 개발, 콘텐츠 산업 육성 등이 상호 유기적으로 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- (1) S. C. Esener et al., "The Future of Data Storage Technologies", WTEC(World Technology Evaluation Center) panel report, NSF, DARPA, NIST 1999
- (2) White Paper, "Blu-ray Disc Format", Blu-ray Disc Founder, August 2004
- (3) S. Watson, "Blue-ray vs. HD-DVD", <http://electronics.howstuffworks.com/dvd-comp.htm/printable>
- (4) B.W. Bell Jr., "Dataplay's mobile recording technology", Proc. of Optical Data Storage 2001, SPIE 4342 (2002) pp.543-552
- (5) M. A. H. van der Aa et al., "Small Form Factor Optical Drive: Miniaturized Plastic High-NA Objective and Optical Drive", Proc. of Optical Data Storage 2002, SPIE (2002) pp.251-253
- (6) S. Kim et al., "PCMCIA like Ultra Small Form Factor Optical Drive", Proc. of Optical Data Storage 2003, SPIE 5069 (2003) pp.5-13
- (7) 서동우 외, "Leaky 모드 커플러로 구현된 형색 광 픽업", 정보저장시스템학회 2005 춘계학술대회, 연세대, April 22 (2005)
- (8) Y. Park et al., "A Leaky-Mode Directional Coupler for Waveguide Grating Lens", Optics Communications (2005) in press

약 력



서동우

1988 서울대학교 공학사
 1990 포항공대 재료공학과 석사
 1996 포항공대 재료공학과 박사
 1996-1998 미국 MIT 재료공학과 Postdoc.
 1999-현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 무선통신용 반도체 소자 연구
 광 스토리지 픽업 및 매체 연구