

# 광정보저장기기 기술 및 시장동향

전자부품연구원 전자정보센터

## 국내기술동향

정보를 저장하는 기술 분야는 흔히 메모리 (Memory) 분야라고 불리우는 분야로서, 다시 반도체 메모리 분야와 기계적인 메모리 분야로 구분된다. 반도체 메모리는 전자적인 처리 방법을 사용하여 고속 처리가 가능한 반면, 제조하는데 상당히 많은 재원이 필요하다. 기계적인 메모리 분야는 흔히 보조기억 장치라고 불리우는 자기 테이프, 하드 디스크, 광자기 디스크, CD-ROM, DVD 저장 장치들에 관련된 것이다. 기계적인 메모리들은 저렴한 가격으로 대용량의 정보를 오랜 기간 저장할 수 있는 반면에, 그 처리 속도는 무척 느린 것이 단점이다. 기계적인 정보 저장장치에는 기록 매체의 형태로 구분하기도 하고, 기록 방식에 따라 구분하기도 한다. 기록 매체의 형태에 의한 구분으로서는, 테이프 형태, 드럼형태, 디스크 형태로 구분된다. 기록 방식에 따른 구분으로서는, 자기 기록 방식인지, 광학적 기록 방식인지에 따라 구분된다. 기계적 저장 장치에서는 정보를 기록하거나 읽어내는 데 속도가 빠르면서, 많은 정보의 양을 담을 수 있는 디스크 형태의 저장 장치가 많이 사용되고 있다.

저장 용량 및 처리 속도에서 가장 주목받고 있는 디스크 형태의 저장매체는 자성체 박막에 전자석을 사용하여 정보를 기록하고, 읽어내는 자기 디스크 형의 저장 매체와 자성 박막에 레이저 빔을 이용하여 정보를 기록하고, 읽어내는 광자기 디스크 형의 저장매체로 크게 구분된다. 자기 디스크 시스템과 광자기 디스

크 시스템은 정보 기록 및 읽기에 사용하는 구체적인 방식에 따라 다소 차이가 있을 뿐, 디스크의 구성이나 작동 방식은 거의 유사하다.

저장 기기의 기술연구의 주요 경향은 크게 대용량화와 기록 재생 속도의 고 배속화 그리고 소형화, 경량화, 박형화로 분류된다. 그 외에도, 광 기록 기술과 자기 기록 및 재생 기술을 결합하여 각각의 장점을 취한 하이브리드(Hybrid)기술이 주로 Hard Disk를 연구하는 미국의 회사와 광자기 기록 기술을 연구하는 일본 기업 등이 주도로 연구가 진행되고 있다. 본 기술은 고밀도 자기기록을 위한 자성박막 제조방법 기술로서 고밀도화 연구경향은 다음과 같다.

고밀도화는 현재 개발되어 시장에 출시되고 있는 광 디스크장치의 기록 밀도는  $5\text{Gbit}/\text{in}^2$ 를 넘어서고 있으며 자기 디스크장치의 경우는 자기 저장 헤드의 고감도화에 따른 기술 개발로 향후에도 계속적으로 연 60~100%의 비율로 고밀도화가 진행될 것으로 예상되고 있다.

고밀도 광기록의 광 디스크 장치는 ①청색 레이저 등 단파장을 이용한 기록, ②디스크 기록면을 다층으로 하여 기록하는 다층기록, ③기록 레벨을 2레벨 이상으로 하여 기록하는 다치기록, ④NA를 1이상이 가능하도록 한SIL형 NFR, ⑤광자기에서의 Far Field에서 회절한계를 넘는 기록밀도를 갖기 위한 MAMMOS 혹은 DWDD, ⑥SPM기술 등을 활용한 다양한 방법, ⑦Hologram을 이용한 방법 등 여러 가지 고밀도화 방안이 개발 되고 있다.

다층기록방식의 현재 연구 성과를 보면 SN비의 문제가 조금 남아 있고, 다층기록의 디스크의 생산에 있

어서의 신뢰성을 위한 방법 등이 문제로 되어 있다고 볼 수 있다. 다층 기록으로서 2층 양면이 현재의 SN비 내에서 달성할 수 있는 최상의 조건처럼 보이며, 각종 특허에서 나오는 수십층의 문제는 아직도 연구해야 할 것이 상당히 남아 있는 것으로 보인다.

다치기록의 경우는 현재의 기록방식에서 얻을 수 있는 SN비의 값을 최대로 하여 이를 각각의 경우에 대하여 나누어 갖는 방식이 대부분인데 이런 경우에 있어서는 2차 기록인 경우 현재 방식의 반에 해당하는 SN값을 갖게 되어 상용화에 어려움이 있다. 따라서 다치기록인 경우에는 background noise를 감소하여 상용화하는데 필요한 SN비를 확보할 수 있을 방법을 연구하거나 각각의 신호를 취득하는 방법에서 필요한 SN비를 확보하는 방법을 연구하는 것이 주류로 생각된다.

최근에 주목을 받았던 SIL을 이용한 근접장 광 기록은 통상의 광학방식에서는 달성할 수 없었던 1이상의 NA값을 달성하여 광의 파장보다 작은 크기의 신호를 재생하거나 기록할 수 있도록 하여 기록밀도를 높이는 연구가 어느 정도 성공하여 상품화까지 연구가 되어 발표되기도 하였다. 근접장 기술을 이용하여 고밀도화를 추구하는 연구는 탐침을 이용하는 것과 SIL등을 이용한 것이 많이 연구 되고 있지만, 탐침을 이용한 방식의 경우에는 광 에너지 전달 효율이 떨어지는 것이 현재까지 알려진 가장 선결과제라고 할 수 있으며 그 다음으로 해결해야 할 과제는 기록 및 재생속도가 현재의 방식에 비하여 매우 낮다는 것이며, 탐침을 이용한 방식과 SIL을 이용한 근접장의 원리를 이용한 방식은 모두 오염이나 열전달 등의 문제가 심각하다

고 할 수 있다. SIL방식을 이용한 근접장의 경우에 있어서는 상품화 단계에서 열 문제 및 오염에 의한 신뢰성 확보에 실패했다. 그렇다고 하여 근접장 기록 및 재생에 필요한 수십nm 혹은 100nm수준의 gap을 유지하기 위한 제어 및 제작 기술이 쉽다는 것은 아니다. 현재의 경우 근접장 기술을 표면기록이 아닌 기록면을 미디어 내부에 두어 기록하는 방식으로 SIL을 이용한 방법을 연구하고 있으며, 이 경우에는 현재 연구되고 있는 열에 의한 문제 및 오염에 의한 문제를 근본적으로 해결할 수 있고, 이런 근접장 기술이 현실화되면 현재의 기록 용량을 획기적으로 증대할 수 있을 것으로 기대된다.



근접장 기록과 함께 또 하나 기록 밀도를 높이는 방식으로 연구되고 있는 것은 광자기기록 방식이다. 광자기 기록에서는 기록 밀도를 증가시킬 수 있는 방법은 광자기디스크의 자기층간의 상호 작용을 이용하여 광디스크에 맺히는 빔의 크기보다 작은 신호를 재생하는 방법으로서 통상 자기 초해상이라고 말하는 방법인데 그 중 이 작은 신호를 자기적으로 증폭하

여 재생하기 용이하게 해주는 MAMMOS의 기술 개발이 연구 중에 있다. 이 기술은 재생 과정에서 레이저빔에 의해 수직 자기 이방성을 갖는 재생층이 가열되고 특히 온도가 상대적으로 높은 빔의 중간 영역에서 보자력이 최소가 된다. 이 때 빔 중간 부분의 재생층은 기록층과의 정자기 결합에 의해 기록층의 마크를 복사하게 된다. 한편 이 상태에서 외부에서 적당한 크기의 재생 자기장을 인가하면 복사된 마크의 자화 방향과 동일한 경우는 자구가 확대되게하고 반대의 경우는 기록층에서 발생하는 정자기력과 상쇄되어 확대가 일어나지 않는다. 따라서 재생 과정에 자기장의 방향을 기록층에 기록된 각 마크의 위치에서 스위칭시켜 주면 기록된 마크의 자화 방향과 재생 자기장의 방향에 따라 재생층이 확대되거나 되지 않는 상태를 디지털 재생 신호에 이용한다.

MAMMOS기술의 최대의 장애로 지목되어 오던 재생시의 자기 펄스신호의 주입은 현재 zero field 혹은 Static Magnetic Field를 가하는 방식으로 연구가 진행되어 상당히 많은 장애를 극복해 온 것으로 평가된다. 문제는 현재 광자기의 경우 기록시 자기 헤드가 반드시 필요하고 재생에는 광자기 디스크가 기존의 재생 전용 기기에서 재생되지 않은 점이 상용화에서 시장의 주류가 되는데 가장 큰 장애로 생각되고 있으며, 생산기술 등의 기술의 난이도가 타 방식에 비하여 높은 것도 그 이유 중의 하나라고 생각된다.

또한 광학계의 정밀도도 상당히 요구되어, 광자기 방식은 최근 HDD의 기록기술과 결합한 Hybrid방식이라는 것을 만들어냈는데, 기록기로서는 상당히 유용한 방식이 될 것으로 생각된다. 이는 기록시에는 광자기 디스크의 기록과 동일하게 하되 재생은 HDD와 동일하게 하는 것으로 광자기 디스크의 경우에는 신호 재생의 어려움을, HDD의 경우에는 기록시 작은 신호의 기록상의 어려움을 각각 조합한 좋은 방식으로 평가된다.

## 해외기술동향

### 1. 기술수준

#### □ 미국

미국은 HDD 기술수준 및 시장규모 및 점유율에서 선두를 유지하고 있으며 차세대 기술에서도 크게 앞선다. 광디스크 부분에서는 일본에 열세이며 disk array 등 대규모 정보저장장치에서 시장을 주도하고 있다. Holography, NFR, AFM 등의 차세대 3D 기술 등에 대한 기초기술기반이 확고하고, 물리학 등의 개념원리에 강점을 가지며 수많은 원천특허를 보유하고 있다.

#### □ 일본

일본은 광기록 기술분야 시장점유율 및 기술수준에서 선두를 유지하고 있고, 또한 매체, 광원, drive기술에서 앞서 있으며 MO, PC 등 기록 방식의 개선기술 연구에 총력을 기울이고 있다. 미래 기초 기술 분야에서 소재분야는 기반이 강하나 원리 및 개념분야에서는 미국에 비해 상대적으로 취약하다. 생산 및 기술개발 등의 특허기술을 다수 보유하고 있다.

### 2. 주요전략

#### □ 미국

일본에 뒤진 광디스크 기록분야를 만회하기 위해 각 기관의 전문가들이 모여 일본기술 및 기업에 대한 집중분석 회의를 개최('96, '98 WTEC)하였으며, 기업, 정부연구기관, 대학 등의 대규모 consortium을 형성, 3D 저장기술인 holographic memory 분야에 3,200만 불 투자계획(HDSS)을 추진하고 있다. 주로 중소기업을 위주로 창의성을 바탕으로 한 연합전선을 구축하며 정부의 지원은 거의 없는 편이다. 일부 정책적으로 NSF, NIST 및 DARPA 프로그램으로 예산을 지원하

고 있다.

□ 일본

광디스크의 기록 방식 개선에 의한 기술개발 노력을 계속하고, 세계의 시장 점유율을 장악하기 위하여 기초기술보다는 경제성 위주의 기술 개선에 의한 제품화 기술에 주력하고 있다. 가전제품의 대규모 생산회사를 주축으로 가전 산업으로서의 CD-R, CD-R/W DVD video 등을 산업화 대상으로 하고, 산업체간 주력분야 기술을 중심으로 협력체제를 구성하고 있다.

3. 주요 생산업체

□ 미국

Western digital, Maxtor, IBM, Seagate, Quantum, Terastor 등 data storage 전문생산업체 중심으로 생산이 이루어지고 있다.

□ 일본

SONY, Toshiba, Matsushita, Hitachi, NEC, Mistubishi, Pioneer, Ricoh, Yamaha 등 대형 가전업체에서 참여하고 있다.

4. 분야별 개발 동향.

□ 광메모리

광 메모리 기술은 일본에 의해 주도되고 있는데, 단파장 광원을 이용한 고밀도화 기술의 경우 성숙기에 성취할 수 있는 면 기록 밀도는 대략 100 Gb/in<sup>2</sup> 이하로 예측하고 있으며 그 이상의 고밀도화를 위해서는 광 회절한계 극복기술의 도입이 필요한 것으로 전망된다. 최근에 회절한계 극복을 통한 고밀도화 기술은 solid immersion lens(SIL) 기술을 이용한 제1세대 제품이 Terastor, Quinta 등 미국의 start-up 기업을 중심으로 개발이 추진되었으나 상품화는 실패하였다. 회절한계를 초월한 광 정보저장기술은 아직 개념정립 및 개발시작 단계로서 광 저장장치기술 선진국인

일본의 경우 최근에서야 산·학간 컨소시움을 형성하여 본격적 개발에 착수하고 있으며 2003년에 시제품을 출시할 계획을 발표한 바 있다.

미래형기술로써 회절한계 초월광기술의 실용화, 기능고도화를 위해서는MEMS기술에 바탕을 둔 통합광학(Integrated Optics) 설계 및 제작기술 등 미래 산업핵심기술과의 기술융합이 필요하게 되므로 이에 따른 아이디어 창출과 개발역량 배양을 위한 노력 여하에 따라 기술 점프가 가능하여 신기술에 의한 산업재산권 확보 및 시장 개척이 가능한 분야이다.

국내시장동향

최근 들어 기업 컴퓨터 환경이 네트워크를 기반으로 급속히 변화하면서 대용량의 데이터를 저장·관리할 수 있는 저장장치의 필요성이 대두되고 있다. 이는 기업 네트워크 환경이 확산되면서 데이터웨어하우스(DW), 전사적자원관리(ERP), 데이터 마이닝(DM) 등과 같은 데이터 집약 시스템들이 잇따라 등장하면서 저장장치가 전산 시스템의 조연에서 주연으로 그 역할을 대체하고 있는 데 힘입은 바 크다. 이러한 추세에 따라 기업, 금융기관, 통신업체 등을 중심으로 데이터 집약적인 시스템의 도입에 적극 나서면서 저장장치에 대한 수요는 꾸준한 성장세를 나타내고 있다.

이와 더불어 21세기에 새로운 시장을 창출할 것으로 예상되는 전자 도서관이나 VOD(Video on Demand) 서비스 사업용으로 대용량 저장장치에 대한 수요는 크게 증가할 것으로 전망된다. 미국의 경우 이미 인터넷을 이용한 음악 콘텐츠의 온라인 공급이 하나의 흐름으로 자리잡아 가고 있을 뿐만 아니라 영화관 대상의 디지털 영화배급 시스템을 공동 개발, 실용화를 준비하고 있다. 특히 디지털 영화배급 시스템은 막대한

<표 1-1> 국내 저장기기 시장규모

| 구 분      | 2001    | 2002     | 2003     | 2004     |
|----------|---------|----------|----------|----------|
| 매출액(\$M) | 972.0   | 1,235.0  | 1,556.0  | 1,945.0  |
| 생산량(TB)  | 9,563.4 | 18,559.8 | 30,493.1 | 48,071.8 |

자료: 정보통신 정책연구원 정보통신 산업동향(Source : IDC 2001)

비용이 드는 상영용 필름의 복제와 배급을 디지털화함으로써 현재의 10분의 1의 수준으로 줄일 수 있을 것으로 기대되며 나아가 디지털 시네마는 영화 촬영부터 보존·보급까지 디지털화하기 때문에 영화관뿐만 아니라 가정에도 효율적으로 영화 콘텐츠를 배급할 수 있어 영화배급 구조는 물론이고 오락 사업의 틀까지 바꾸는 계기가 될 가능성도 있다. 가정으로 영화의 디지털 배급이 이루어지면 현행 비디오 대여업에도 영향이 예상된다.

현재는 주로 100GB급 RAID(Redundant Arrays of Inexpensive Disks)가 기록보관용의 대용량 정보저장장치의 대부분이나 향후 수 TB급 이상의 대용량 저장장치의 필요성이 증대되고 있다.

2001년 이후 IT 산업의 전반적인 부진에도 불구하고 정보저장기기 시장은 증가세를 유지하고 있으며 데이터의 중요성이 높아지고 용량이 증가하는 요구에 의해 향후 시장규모도 꾸준한 증가세를 유지할 것으로 전망하고 있으며 IDC관련 전망자료는 <표 1-1>과 같다. 또한 차세대 저장장치가 본격 보급될 2005년경부터 대용량 수요를 대체해 갈 전망이며 HDTV 등의 영상저장, Archive용, 휴대용 초소형 분야의 신규수요 창출로 단일제품 최대규모로 성장이 예상된다.

### 해외시장동향

세계 정보저장 기기의 시장은 2000년에 이미 100억 달러를 상회하는 규모로 거대한 시장을 형성하였다. 또한 네트워크, 인터넷 사용자의 폭발적인 수요증가에 따라 2010년경에는 4배 이상의 규모로 시장이 성장할 것으로 전망하고 있다. 또한 정보저장기기의 저장 용량 면에서 보면 개인이 취급하는 정보량도 1990 100MB, 2000년에는 10GB에서 2010년에는 1TB 단위로 지속적인 증가가 예상되고 있다.

정보환경의 변화 및 정보저장장치 시장의 성장 잠재력에 부응하여 차세대 대용량 정보저장장치가 상용화되면, 기존 정보저장매체의 시장을 잠식할 것이 유력시되며, 차세대 대용량 정보저장장치의 대용량성 및 고속성에 기반하여 기존 정보저장장치로는 불가능했던 새로운 정보 서비스가 창출될 것이며 이에 따라 정보저장장치 시장의 성장은 더욱 가속화 될 것으로 예측된다.

테이프는 주로 Archive 형태의 저장장치 시장에, FDD는 PC의 보조저장장치 시장에, HDD는 PC 주저장장치 및 Archive 형태의 저장장치 시장에, ODD는 PC의 보조저장장치 시장 및 Archive 형태의 저장장치 시장에 적용되고 있다. Archive 형태의 저장장치 시장은 1998년 기준 총 1만 테라바이트의 규모로 약 150억 달러의 시장을 형성하였으나 네트워크 스토리

지, 인트라넷 서버 및 인터넷 웹 페이지 및 웹 사용자의 폭발적인 증가에 따른 대용량 웹서버의 폭발적 수요 증가세에 힘입어 2005년경에는 1,500억 달러 이상의 시장 규모로 확대 될 것으로 전망되고 있다. 현재는 RAID(Redundant Array of Inexpensive Disks)의 주도로 HDA(Hard Disk Array), 광디스크 주크박스(optical jukebox) 등이 경쟁하고 있으나 용량과 데이터 입출력 속도 면에서 뛰어나 잠재력을 지니고 있는 HDDS(Holographic Digital Data Storage)의 개발이 완료되어 상품화할 경우, 추정되는 메가바이트 당 소요 비용은 약 0.01달러 정도로 광디스크 주크박스 및 RAID 등 타 경쟁 대용량 데이터 스토리지에 비해서 충분한 시장 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

PC가 다루어야 할 정보의 양은 운영체제의 거대화와 응용 소프트웨어의 대용량화 및 영상정보의 홍수로 기하급수적으로 증가하고 있으므로 PC용 저장장치 시장은 지속적인 성장을 유지할 것으로 보인다. 특히 현재 PC의 주변 장치로 머물러 있는 광 저장장치의 일종인 DVD의 경우 대용량과 편리한 이동성으로 인해 21세기 멀티미디어 사회에서 영상 정보를 매개할 수 있는 주된 저장장치로 기대하고 있다. 현재는 단위 장치당 4.7GB의 용량을 가지고 있으나 차세대 영상 매체가 추구하는 HDTV급의 고화질 영상정보를 저장하기 위해서는 5배 이상의 대용량을 요구하므로 DVD 디스크를 적용하는 형태로 단위 장치당의 용량을 늘리고 있다.

고성능 저가형 디지털 카메라가 2003년을 기점으로 본격적으로 보급되었고 MP3 플레이어의 폭발적인 성장세에 힘입어 휴대용 저장 장치 시장은 성장 단계에 진입하였다. IDC에 따르면 디지털카메라의 가격 하락과 성능 및 해상도 향상 애플리케이션 다양화 등에 힘입어 그 수요가 크게 늘어나 2000년 세계 디지털카메라 출하 대수가 470 만대에 이르고, 2003년까지 매년 48%의 가파른 성장세를 지속 2003년에는

출하대수가 2,200만대로 늘어났다. 현재의 카메라를 전적으로 대체할 것으로 기대되어지는 2010년경에는 연간 1억대 이상의 디지털 카메라에 휴대형 저장 장치가 장착될 것으로 보인다.

또한 인터넷 이용이 폭발적으로 늘어나면서 언제 어디서나 인터넷 접속이 가능하고 대용량의 정보를 다운로드 받을 수 있는 핸드헬드 컴퓨터 보급도 급증할 전망이다. 미국 C넷이 시장조사업체인 데이터 퀘스트 자료를 인용, 보도한 바에 따르면 세계 핸드헬드 시장은 연평균 30%의 성장률을 유지해 현재의 휴대용 전화기를 완전 대체하게 되는 2010년경에는 역시 연간 1억대 이상의 핸드헬드 컴퓨터에 휴대용 저장장치가 부착될 것이다. 현재 시장에 진입해 있는 휴대용 저장기기로는 노트북과 같이 상대적으로 부피가 큰 기기에 적용되는 2.5" HDD 및 착탈식이었고, 부피가 적은 기기에 적용되는 마이크로 드라이브 및 플래시 메모리가 주류를 이루고 있다.

〈자료 : 한국기술거래소〉