

◆특집◆ 정보저장기기

초고밀도 광 정보저장기술의 최근동향과 기술과제

김수경*, 김진홍**

Recent Trend and Technical Issues in Ultrahigh Density Optical Data Recording

Sookyung Kim*, Jin-Hong Kim**

Key Words : Optical data storage(광정보저장기기), Ultrahigh density(초고밀도), Near field optics(근접장광학), MO (Magneto-Optical), NFR(Near Field Recording), SIL(Solid Immersion Lens), OFH(Optical Flying Head), Micro data storage(초소형저장기기), Hybrid MO recording(복합 광자기 기록),

1. 서론

21 세기 고도 정보화 시대로 주변 생활 환경이 변화함에 따라 개인이 소지하여야 할 정보량은 급격히 증가하여 시간, 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 정보를 쉽게 접하거나, 정보를 전송받아 보관 및 제 3 자에게 전달하고 싶은 정보량은 점점 늘어가고 있다. 특히 이동형 무선 전화기의 급속한 보급과 함께 비록 PC 에 접근하기가 어려운 상황에서도 대용량의 데이터를 전송하거나 받을 경우 휴대폰에 내장된 초소형 메모리를 이용할 수 있다면 매우 편리할 것이다. 현재 국가적 개발과제로 이슈가 되고 있는 IMT2000 등 화상전화기 등에서는 송신되는 동화상 정보를 일정시간 기록할 수 있는 기록장치로 값비싼 반도체 메모리 대신 저가의 초고밀도 광디스크가 사용될 수 있다면 더욱 좋은 일일 것이다.

최근 수 년 동안 정보저장장치로서 광 디스크 매체를 이용한 광 정보저장장치는 급속한 발전을 해 오고 있다. 현재까지 발표된 재기록 가능한 광

정보저장 장치는 동화상 정보를 장시간 기록하는 대용량 광 또는 광자기 기록 디스크 저장장치로서 이미 수 Gbit/in² 급의 고밀도화, 고속화 기술이 구현되고 있다.^{1,2} 그림 1 은 이미 개발된 광 저장기기 및 향후 개발될 광 저장기기의 기록용량과 응용분야에 대한 도식도이다. 현재 우리가 자주 접하고 있는 CD-ROM, DVD-ROM 등 광 저장 장치는 출판, 정보와 소프트웨어의 배포, 멀티미디어 제작, 시스템 백업 및 개인 데이터 저장 등 여러 분야에서 폭 넓게 이용되고 있다. 이것은 특히 저장용량 대비 가격면에서 타 매체에 비해 탁월하며, 또한 데이터의 저장 및 재생 성능이 탁월하여 PC 주변 장치로서 확고한 위치를 점하고 있기 때문이다.

광 저장장치의 추세는 크게 기록 용량에 있어서 대용량화와 기록/재생 속도의 고 배속화, 그리고 역 방향 호환성의 확보로 분류 된다. 소프트웨어의 용량이 방대해지고 게임이나, 영화 등 대용량의 정보를 저장하기 위해 저장용량의 대용량화에 대한 요구는 꾸준히 제기되고 있다. 한편 미래에는 DTV 등의 고화질 정보를 저장하기 위해서는 20 GB 이상의 저장용량을 요구하고 있고 현재 상당한 수준의 기술개발이 이루어지고 있다.

광 디스크의 기록밀도는 렌즈의 개구수 NA 와 광원의 파장과 관련되어 빛의 회절(diffraction)에 의한 분해한계를 고려 하였을 때, 광 기록에 이용 가능한 최소 마크의 크기는 광의 파장에 비례하고 렌즈의 개구수에 반비례한다.

* LG 전자 디지털 미디어 연구소
** LG 종합기술원 소재재료연구소
Tel. 02-526-4763, Fax. 02-526-4801
Email sookim@lge.co.kr

고밀도 정보저장기술에 관심을 두고 연구활동을 하고 있다.

본 글에서는 먼저 광 정보저장장치로서 최근 개발되고 있는 DVD 를 중심으로 광 저장장치 기술 및 시장 동향을 살펴보고 주요기술 등에 대하여 살펴본다. 다음으로 현재 광자기 디스크를 중심으로 집광된 레이저 광의 크기에 의한 한계 이하까지 향상시킬 수 있는 기술과 다양한 재생 방법들에 대해 살펴본다. 마지막으로 차세대 초소형 정보 저장장치에 대해서 소개하고, 고밀도 광 기록기술로서 현재 주목 받고있는 근접장 광 기록 기술 및 주요 기술 과제를 살펴본다.

2. 광 저장기술의 동향

2.1 CD 및 DVD 기술동향

CD 및 DVD 계열의 광 정보저장장치에 있어서는 주요한 기술 동향으로서 크게 기록용량의 대용량화와 기록/ 재생 속도의 고 배속화, 그리고 역방향 호환성의 확보로 요약할 수 있다.

그러면 같은 면적의 디스크에 대용량 정보를 저장하기위해 무엇이 필요할 것인가? 우선 디스크에 정보를 저장하기 위해 반경 방향으로 나선을 그리면서 피트(pit)라고 하는 요철로서 구성된 트랙 구조를 갖고 있는데 이 트랙 밀도를 높이고 두 번째로 이 피트의 길이를 줄이며 세 번째로 데이터의 압축율을 높이는 것을 들 수 있다.

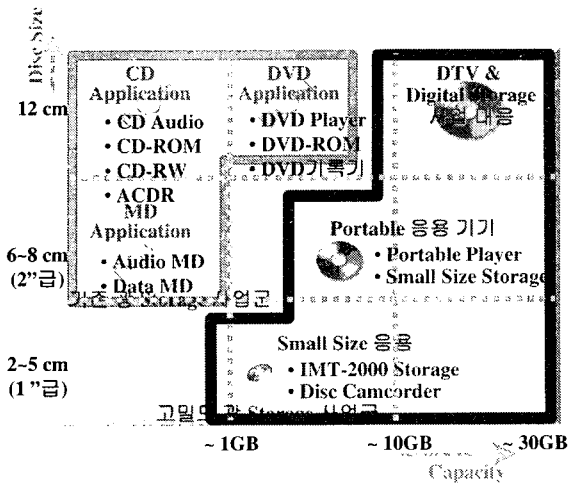


Fig. 1 Current optical storage business domain

이를 위해 가장 중요한 것이 광 디스크에 기록 재생하는 레이저광의 빔 직경(spot size)이다.

이 빔 직경을 결정하는 요인은 LD(laser diode)의 파장과 레이저광을 집광하는 대물렌즈의 개구수(NA)이다. 현재 CD 계에서는 780nm의 파장을 갖는 LD와 개구수 0.52 정도의 대물렌즈를 이용하여 기록 재생을 하고 있으며, DVD 계에서는 약 650nm의 파장을 갖는 LD와 개구수 0.6의 대물렌즈를 이용하여 기록 재생을 하고 있다.

현재 20GB급으로 저장용량을 높이기 위해서는 청색 레이저인 410nm대의 LD와 더 높은 개구수를 갖는 대물렌즈를 요구하고 있다. 여기서 개구수가 높은 대물렌즈가 더 작은 빔 직경을 생성해 낸다. 이렇게 더 짧은 파장의 레이저 광의 개발과 실용화 그리고 대물렌즈의 개구수를 높이는 여러 가지 방법을 적용하여 대용량화를 위한 트랙밀도를 높이고, 피트의 길이를 줄일 수 있는 기본 기술이 된다.

한편 데이터 압축 측면에서 보면, CD 경우에는 2048byte (2KB)의 정보를 저장하기위해 여러 정정 코드 등을 더하여 총 7203byte가 필요하다. 그러나 DVD의 경우에는 동일 정보를 저장하기 위해 4836byte (4KB)의 정보가 필요하다. 따라서 효율적인 변복조 기법을 개발하면 보다 많은 정보를 같은 물리적 용량에 저장하는 것이 가능하다.

광 디스크 장치들은 1990년대 중반이후의 CD-ROM 드라이브의 배속 경쟁에서 알 수 있듯이 고 배속화 및 안정된 고속 탐색이 중요한 요인으로 꼽을 수 있다. 현재 급속히 확산되고 있는 DVD-ROM의 경우에도 1999년도에 이미 8 배속을 실현하였고 2001년 현재는 12 배속 이상을 실현한 제품들이 선을 보이고 있다. 또한 고속 탐색에 있어서도 재생 배속에 따라 꾸준히 감소하고 있다.

그림 2는 광 정보저장기기의 응용분야를 도식한 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 폭 넓은 응용범위를 갖고 있는 광 저장기기는 그 보급율이 향후 획기적으로 확산될 것으로 기대하고 있다. 한 조사기관의 통계에 따르면 2000년 한해에 전 세계에 보급된 CD-ROM 드라이브는 1억대를 상회한 것으로 나타났다. 그만큼 많은 CD계 미디어가 확산 보급되어 있는 것이다. 이런 논리로 보면 DVD-ROM에서 CD계의 미디어에 대한 재생 호환성을 갖는 것은 당연한 일로 여겨진다. 향후의 광 디스크 제품 군들도 이미 소비자에게 보편화된 미디어에 대한 역방향 호환성을 확보하는 것이 중요한 요인임에 틀림없다.

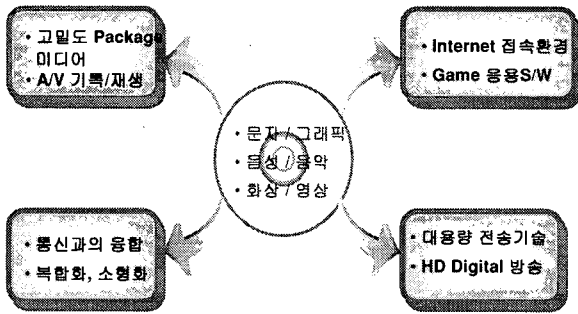


Fig. 2 Application of optical storage

2.2 기술과제

광 디스크의 기술 동향에서 언급했듯이 광 저장장치의 중요 기술은 고밀도화 고 배속 기록/ 재생 기술 그리고 역 방향 호환성이 중요한 것으로 예상된다. CD 계의 경우에 있어서는 CD-ROM의 재생 전용 드라이브 범용화 이후 상당한 기간 뒤에 CD-R, CD-RW 등의 기록 재생기가 발전되어 왔지만 DVD의 경우에는 DVD-ROM의 재생 전용 드라이브의 확산 이전에 이미 규격이 결정되고 시장에 선을 보였다 따라서 향후 보다 대용량의 드라이브는 재생 및 기록 규격이 병행될 것으로 보인다.

CD 기술기반 위에서 DVD 기술이 발전되었듯이 향후의 대용량 광 저장 매체 및 드라이브 기술도 DVD의 기록 재생 기술 기반 위에서 전개되는 것은 당연하다고 할 수 있다. 그리고 가장 보편적으로 확산되어 있는 미디어에 대한 역 방향 호환성은 확보 되어 갈 것으로 판단 된다.

DVD 기록 또는 재생기의 중요한 기술을 소개하면 다음과 같다.

● 미디어 제작 기술

미디어는 광 기록 재생에 있어서 핵심이 될 수 있는 중요한 기술로서 노이즈가 적도록 설계된 기관 제작 기술이 필요하다. 또한 고밀도화 되면서 트랙 사이에 발생하는 cross noise의 저감, 기록용 디스크의 경우 기록시 인접 트랙에 영향을 최소화 할 수 있는 향상 방법, 기록 매질의 구성에 있어서 기록 후에 높은 CNR을 확보할 수 있도록 하는 기술이 필요하다.

● 고정도 서보 기술

광 디스크가 고밀도화 되면서 포커스 신호의 안정된 검출, 트랙 신호의 검출 및 트랙 센터의 추종, 그리고 디스크의 기울어짐에 의한 기록/재생시 검출 신호의 열화를 방지 하기위한 틸트(Tilt) 서보 등이 중요한 서보 기술로 나열 할 수 있다.

● 신호처리 (Signal processing)

기존의 CD 계에서와는 달리 DVD 계에서는 검출 신호의 정도를 높이기 위해서 Digital Equalizer, Viterbi detection 등을 적용할 필요가 있다

● 픽업 (Pick-up) 제작 기술

광 픽업 (Pick-up)은 광 디스크로부터 신호를 검출하고 기록 할 수 있는 장치로서 광 디스크의 고밀도 기록 재생을 위해 짧은 파장의 LD(Laser diode)를 채용하고 광 디스크의 깊이에 따른 대물렌즈의 개발과 안정된 서보 신호를 검출하기 위한 광학적 구성 등 난이도가 높은 장치이다. 이를 위해 온도 변화에 안정되고 기록을 위해 고 파워에 신뢰성 있는 LD의 개발이 필수적이다.

● 기록규격 (Write strategy)

CD 기록/재생기를 비롯하여 각 DVD 계 기록/ 재생기들은 사용하는 기록용 미디어의 특성에 맞는 Write strategy를 적용하여 보다 안정된 기록 재생을 추구하고 있다. 이는 드라이브의 기록 알고리즘 외에 기록 미디어의 특성 연구 및 기록시 제어 기술이 복합적으로 적용 되어야 한다.

● 호환성 (Compatibility)

앞에서도 언급된 바 있지만 역 방향 호환성 확보 그리고 드라이브 상호간 호환성 확보, 그리고 PC 주변기기인 경우에 있어서는 각종의 PC에 안정된 호환성을 갖을 필요가 있다.

● 복사방지 (Copy protection)

소프트 웨어 및 각종 콘텐츠의 무단 복제를 방지하는 것은 정보화 시대에 있어서는 당연한 일이다. 지적재산권과 소프트웨어 저작권 등 콘텐츠 보호를 위한 보다 효율 적이고 강력한 복제 방지 방법이 필요할 것으로 예상된다.

3. 고밀도 광자기기록기술²

3.1 기술동향

광 기록에는 대표적으로 상변화(Phase-Change) 기록과 광자기(Magneto-Optical) 기록이 있다. 상변화 기록에는 대표적으로 칼코젠(chalcogen) 화합물인 GeSbTe 를 이용하고, 광자기 기록에는 대표적으로 희토류-전이류(Rare Earth-Transition Metal) 합금인 TbFeCo 를 이용한다. 또한 상변화 기록에는 기록 물질의 상(phase)이 변화함에 따라 반사도가 변화되는 특성을 이용하여 기록/재생 하지만 광자기 기록은 편광된 빛이 기록층 자성 물질에서 반사될 때, 자화의 방향에 따라 편광면의 회전이 일어나는 현상을 이용한다. 본 절에서는 더욱 고밀도가 가능한 방법인 광자기 기술에 국한하여 논의하도록 하겠다.

광자기 기록 기술은 광학적 회절 한계 이하의 크기로 마크의 기록이 가능할 뿐 아니라 재생 할 수 있는 몇 가지 기술이 있다. 즉, 레이저 광 이외에 기록 및 소거 과정에 외부에서 걸어주는 자기장이라는 변수가 하나 더 있기 때문에 회절 한계 이하의 기록이 가능하다. 이러한 기술을 LP-MFM (laser pumped - magnetic field modulation) 이라 하는데, 기록 과정을 그림 3 에 보인다.

이 기록 방법은 일정한 주파수를 갖는 펄스 형태의 레이저 광이 디스크에 가해지고, 이 펄스와 동기화 된 외부 자기장이 인가되는 과정에서 외부 자기장의 방향을 바꿔 줌에 따라 레이저 빔보다 짧은 마크를 형성시킬 수 있다.

3.2 자기 초해상 (MSR)

회절 한계이하의 크기로 기록된 마크를 읽기 위한 대표적인 기술이 자기 초해상(magnetically induced super resolution; MSR) 기술이다. 이 기술은 기록층 이외에 재생층이 필요하다.

MSR 의 구현 방법은 다양하지만 대표적인 CAD (center aperture detection) 에 관해서만 논의하도록 하겠다.

CAD 재생은 개념적으로 복잡하지 않은데, 재생층 자화상태의 온도 의존성을 이용한다. 주로 GdFeCo 로 구성되는 재생층의 조성을 잘 조절하면, 상온에서는 수평 방향의 자기 이방성을 갖는 반면, 일정 온도 이상에서는 수직 방향의 자기

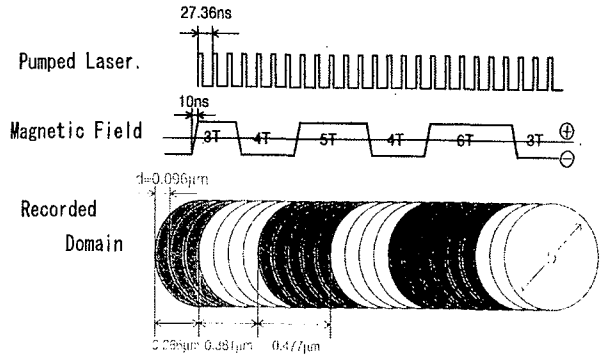


Fig. 3 Laser pumped-magnetic field modulation (LP-MFM) writing technology.

이방성을 갖게 되는 특성을 이용한다. 즉 상온에서는 수평 자기 이방성을 갖지만 재생을 위해 재생 레이저가 가해 졌을 때는 수직 방향의 자화 용이축을 갖게 되는 조건을 이용한다. 이때의 온도가 100°C 정도이고, 재생 빔이 가해졌을 때, 아래의 기록층과 같은 자화의 방향을 갖게 되는 것이다.

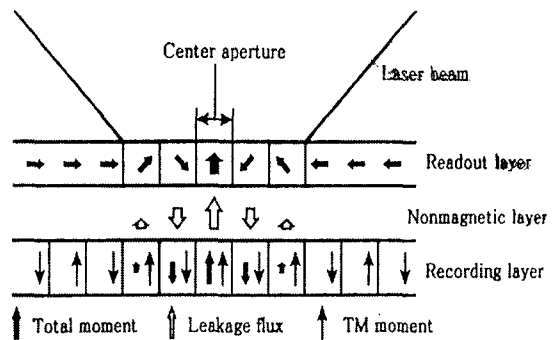


Fig. 4 Center-aperture detection (CAD) MSR.

그림 4 에서는 CAD MSR 의 기본 메커니즘을 보여주고 있다. 레이저 빔 의 크기보다 작게 기록된 마크를 재생층을 이용하여 읽어내는 기술로써, 특히 가우시안 분포를 갖는 레이저의 가운데 부분이 상대적으로 온도가 더 올라가게 되고, 이 부분에서만 창이 형성되면서 기록층에 기록된 마크를 복사하게 된다. 한편, 그 이외 부분은 수평 자기 이방성을 유지하기 때문에 재생신호에 기여하지

않는다. 수평 자기 이방성을 갖는 경우는 광자기 재생에서 이용하는 극(polar) Kerr 효과에 기여가 없기 때문에 신호에는 기여가 없다.

재생층 중간층 주변부 자화의 요동(fluctuation) 현상은 재생 잡음으로 작용되기 때문에 제거시켜 주는 방안으로 마스크 층을 도입하기도 한다. 적색광원과 MSR 재생방법을 이용하면 기록밀도는 대략 5 Gb/in² 정도가 된다.

3.3 자구 확대 기술(MAMMOS)

MSR 을 이용한 고밀도화 보다 더 높은 기록 밀도를 얻기 위해서는 다른 재생 기술이 필요하다. 이러한 요구에 적합한 대응 기술이 MAMMOS (magnetic amplifying magneto-optical system) 기술과 DWDD (domain wall displacement detection) 기술이다. 먼저 MAMMOS 기술을 논의하도록 하겠다.

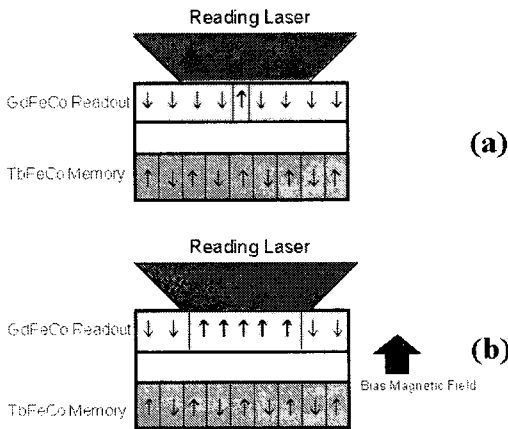


Fig. 5 MAMMOS (a) without bias magnetic field and (b) with field

MAMMOS 는 MSR 과 유사성이 많은데, 특징적인 것은 기록 마크와 동기된 외부 자기장을 인가 시킨다는 점이다. 그림 5 는 MAMMOS 기술로 재생하는 메커니즘을 보이고 있다.

MAMMOS 가 MSR 과 다른 점은 같은 GdFeCo 합금을 재생층으로 이용하지만, 상온에서 수평 방향의 자화 용이축을 갖는 조건을 이용한 MSR 과 달리 MAMMOS 는 상온에서도 수직 자화 용이축을 갖는다는 것이다. 단, MAMMOS 에서는 온도에 따른 보자력 의존성을 재생에 이용한다. 즉, 재생

빔이 가해지면서 온도의 증가에 따라 재생층의 보자력이 줄어들게 되고 이때 외부에서 약한 자기장을 걸어 줌에 따라 기록층을 복사하고 있던 자구의 확대가 일어나게 되어 재생 신호의 증폭 현상으로 작게 기록된 기록 신호를 크게 읽어낸다. 즉, 재생과정에서 레이저 빔에 의해 재생층이 가열되고, 특히 온도가 상대적으로 높은 빔의 중간 영역에서 보자력이 최소가 된다.

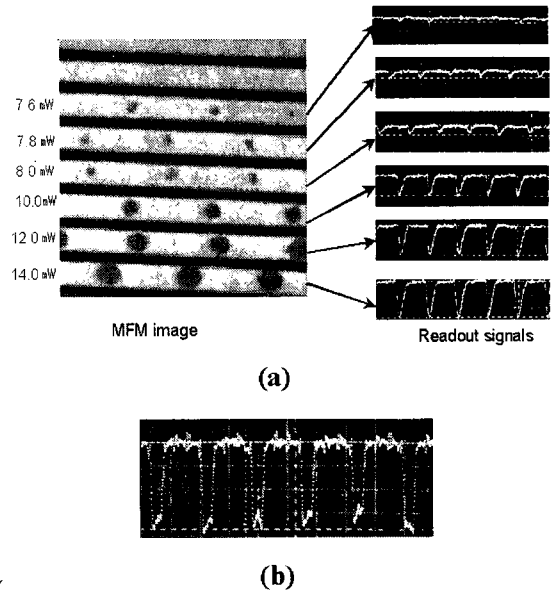


Fig. 6 Observation of written marks and readout signals (a) without magnetic field and (b) with magnetic field.

이 때, 빔 중간 부분의 재생층은 기록층과의 정자기 결합에 의해 기록층의 마크를 재생층에 복사하고 있는 상태인데 이 때, 외부에서 적당한 크기의 재생 자기장을 인가하여 복사된 자구의 자화 방향과 동일 할 때는 자구가 확대되고, 반대 방향인 경우는 기록층에서 발생하는 정자기력과 상쇄되어 확대가 일어나지 않는다. 따라서 재생 과정에 자기장의 방향을 각 마크의 위치에서 양 방향을 가해 주면, 기록된 마크의 자화 방향과 재생 자기장의 방향에 따라 재생층이 확대되거나 되지 않는 상태를 디지털 재생 신호에 이용한다.

그림 6(a)는 기록레이저 파워를 달리하면서 기록된 마크들을 MFM (magnetic force micrometer) 을 이용하여 관측한 마크 재생 자기장이 없는 상태에서 재생 레이저 만으로 재생한 신호이고, (b)는 재

생 자기장을 인가했을 때의 재생 신호이다. 재생 자기장이 없는 (a)의 경우는 기록된 마크의 크기와 재생 신호의 진폭이 비례하지만, 자기장을 걸어준 경우는 (b)와 같이 모두 포화 된 진폭의 재생 신호를 얻을 수 있었다. 즉, MAMMOS 기술의 경우 기록된 마크의 크기와 무관하게 재생 신호를 증폭하여 포화시킬 수 있다. 이 기술의 경우 앞서 논의한 MSR 에 비해 4~5 배 정도의 기록 밀도 즉 20 Gb/in² 이상을 기대 할 수 있다.

3.4 자벽 이동 검출 (DWDD) 기술

MAMMOS 기술과 비슷한 기록 밀도를 달성 할 수 있는 다른 재생 방법이 DWDD (domain wall displacement detection) 기술이다. 이 기술 구현을 위한 디스크의 구조 역시 앞서 논한 MSR 이나 MAMMOS 디스크의 경우와 유사하게 재생층과 비슷한 자벽 이동층이 필요하다. 이 기술에서 자벽 이동층은 초기 기록층의 마크를 복사한 상태를 유지한다. 여기에 재생 레이저 빔에 의해 가열되면서 레이저 빔의 강도 분포와 더불어 디스크의 회전에 의한 비 대칭성 온도 그래디언트가 생겨나게 된다.

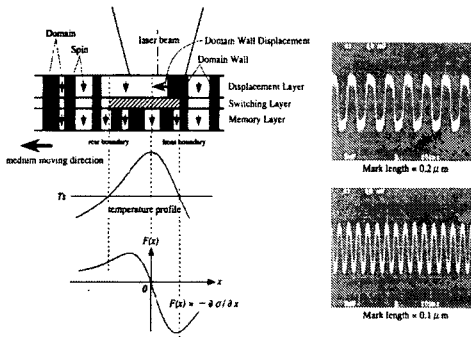


Fig. 7 Domain wall displacement detection (DWDD) and readout signals.

이 과정에서 온도의 함수인 자벽 에너지 밀도 (σ_w)의 변화를 초래하고 σ_w 가 높은 부위 즉, 기록 마크의 가장자리에서 σ_w 가 낮은 부위 즉, 기록 마크의 중심으로 이동이 있게 된다. 이와 같이 자벽이 이동하는 과정을 재생 신호로 검출하게 되는 것이다. 이때 자벽을 이동시키는 힘이 자벽 보자력에 의한 저항을 넘으면 이동을 시작하게 되고

이 온도가 재생 빔에 의한 재생 온도가 된다. 이 과정과 마크 크기에 따른 재생신호의 형태는 그림 7에 있다.

4. 초소형 광 정보저장 장치

그림 8에 고밀도 정보저장이 요구되는 휴대용 전자기기를 도시하였다. 이러한 기기들은 초소형의 휴대용 기기로서 고밀도 정보 저장을 요구하고 있다. 현재 대용량의 정보 저장 능력을 요구하는 휴대용 전자기기로는 디지털 카메라 또는 디지털 캠코더가 대표적인 제품이다. 현재는 플래시 메모리를 사용하여 32MB 기준으로 140 장 정도의 고화질 영상을 저장할 수 있는 수준이다. 그러나 플래시 메모리는 현재 MB 당 가격이 수 달러 수준으로서 대용량화에 따라 가격 부담이 커진다는 단점을 가지고 있다.

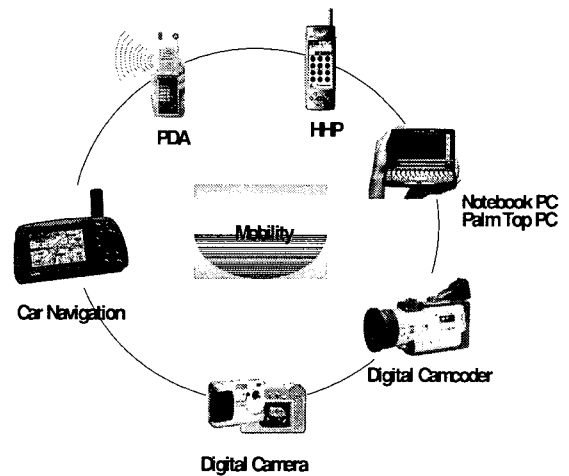


Fig. 8 Application of data storages to various mobile devices

따라서 1000 장 이상의 영상을 저장하는 전자 앨범의 개념으로 사용하기에는 적절치 않고 이를 대체할 수 있는 저가형 초소형 고밀도 저장 장치의 출현이 필연적이라고 볼 수 있다. 나아가 디지털 캠코더 또는 동영상의 데이터를 전송하거나 다운 받을 수 있는 이동식 통신 단말기 등의 저장장치의 필요성이 절실히 대두되고 있다. 이러한 제품의 저장장치로 응용하기 위해서는 수 GB 급의 대용량의 저장능력을 지니면서, 카트리지에 내장된

광디스크 형태로 착탈이 가능하고 가격도 저렴한 초소형 광 저장 장치에 대한 필요성이 점차 제품화로 가시화되고 있다.

4.1 기술동향

동화상의 정보가 기록되는 디지털 카메라 등에서는 고화질 정보의 기록을 위해서 반도체 메모리카드 또는 미니 디스크, 마이크로 하드 디스크 등을 이용하는 제품들이 개발되고 있으나 기록 용량, 제품 크기의 한계 그리고 비싼 가격 등으로 인하여 그 실용화나 시장 확대에 다소 문제가 되고 있다.

2001년 3월 현재 이와 유사한 제품의 개념으로 IOMEGA사의 CLIK drive, Sanyo의 ID-Photo, IBM사의 Micro HDD 및 Dataplay사의 직경 32mm 디스크를 채용한 광디스크 드라이브가 출시 또는 200년 내에 출시 예정으로 알려져 있다.

그러나 1GB까지 기록 가능한 IBM의 마이크로 하드 디스크를 제외하고는 이러한 제품의 기록 용량이 수십-수백 MB급에 불과하며 더 이상 고밀도화는 기록방식이 바뀌지 않는 한 쉽지 않을 전망이다. 그리고 마이크로 하드디스크는 비록 용량이 1GB까지 출시되고 있기는 하나, 하드 디스크의 고유의 특성상 광 디스크와 같이 카트리지 형태로 디스크만의 배포가 불가능하여 데이터의 배포성 측면에는 매우 불리한 상황이다.

따라서 향후 IMT2000 등의 이동식 통신 단말기에서는 현재에 널리 보급되어 있는 광 디스크처럼 엽가형으로 배포가 가능하면서도, 이동식 통신기기에 탑재가 가능할 만큼 초소형 사이즈이고, 용량도 동영상을 일정 시간 이상 기록할 수 있도록 수 GB급이 되는 초소형 광 정보 저장장치에 대한 제품의 개발이 주요 이슈로 되고 있다.

4.2 시장동향

초소형 정보 저장 장치로서는 크게 다음과 같이 광 정보 저장 장치와 경쟁관계에 있는 제품까지 포함하여 보면 4 가지로 구분할 수 있다.

즉, Flash Memory, HDD, FDD (Zip), 광저장장치 등이다. 이중 Flash memory는 임시 저장용의 성격이 강하므로 비교하는 정보저장장치에서는 제외하기로 한다. 광 정보 저장장치는 HDD 나 FDD 등의 자기 기록 저장장치에 비해 각각 장단점이 있으나, 데이터 배포 측면에서 보면 광 정보 저장 장치가 가장 큰 잠재력을 지니고 있다고 할 수 있다. 이는 현재의 CD-ROM 이나, CD-RW 가 싼 매체 가격에 힘입어, 최근 수 년

사이에 급속히 보급되어 100MB 급의 고밀도 FDD 등을 대체시키고 현재 PC 의 표준 정보 저장장치로 자리매김을 한 것으로도 잘 알 수 있다. 그림 9 에는 휴대형 광 정보 저장 장치의 향후 시장 예측을 해 보았다.

현재까지 시장에 출시되고 있는 광 및 자기 기록 방식의(반도체 메모리 제외) 초소형 정보 저장 장치의 제품 동향에 대해 살펴본다. 이중 자기 기록 방식의 초소형 정보 저장 장치는 초소형 광 정보 저장 장치의 강력한 경쟁 제품으로 각각 장단점이 있어 향후 모바일 기기 등의 제품 적용에서 치열한 경쟁이 예상된다

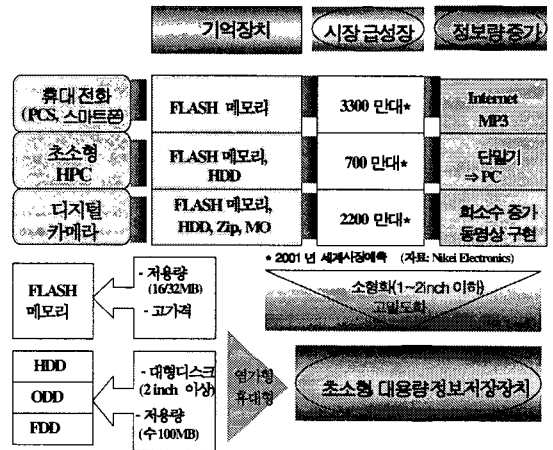


Fig. 9 Market prospect of optical data storage in mobile devices

● iD Photo (그림 10)

제조회사: Sanyo, Olympus, Maxcell (일본)
 기록용량: 730MB
 디스크: 직경 50.8mm, 두께 4.8± 0.2mm, 중량 20g
 드라이브크기: 59.5 x 56.5 x 4.8 mm
 디지털카메라: Sanyo iDshot (2000.12.8 발표)

● DataPlay disk (그림 11)

제조회사: DataPlay (미국)
 부품협력회사 :Toshiba, Samsung, Imation
 기록용량: 500MB (250MB x 양면)

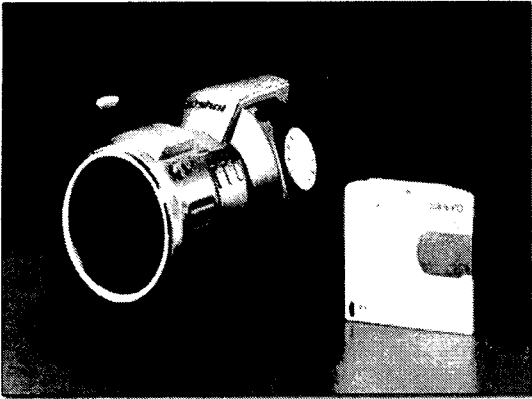


Fig. 10 iD-Shot digital camera and iD Photo disk

디스크크기: 직경 32 mm

용도: 휴대용 저장기기, 음악다운로드, WORM 방식

발매시기: 2001년 중반 발매예정

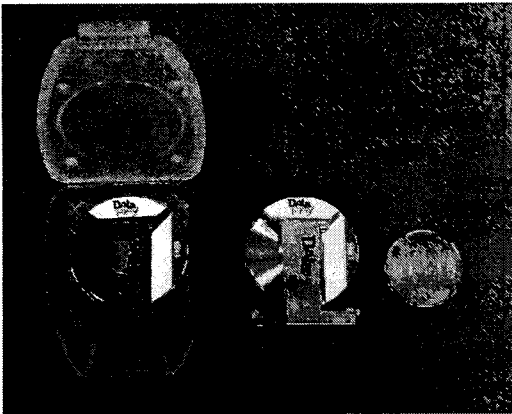


Fig. 11 A DataPlay's disk

● MD Data2 (그림 12)

제조사: SONY(일본)

기록용량: 650MB

디스크직경: 64mm

특징: MD Audio 와 하위 호환성 유지

적용제품명: MD Disc Camcorder DCM-M1

4.3 주요 기술개발 이슈⁴

초소형 광 정보 저장장치는 이동식 통신 단말 기기용 저장기기를 대상으로 기록/재생의 안정성, 카드형의 초박형/초경량 구조 및 저 소비전력 기술 구현이 필요하다. 이를 위하여 다음과 같은



Fig. 12 SONY's MD disc camcorder

기술이 현재 일본의 SONY 사 등 선진업체에서 개발되고 있으며, 국내에서는 LG 전자, 삼성전자가 근접장 광기록 기술을 포함한 초고밀도 광 기록 기술의 개발에 박차를 가하고 있다.

근접장 광 기록 방식을 채택하는 초소형 광 정보 저장장치의 개발에는 그림 13에 도시한 바와 같은 요소 기술들이 필요하다. 그리고 이에 따라 다음과 같은 핵심 부품 및 기술 개발이 필요하다.

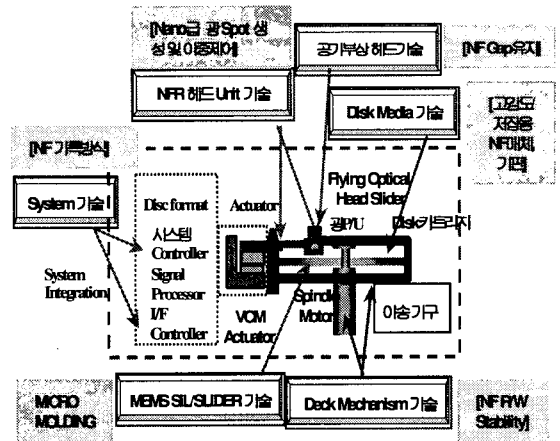


Fig. 13 Schematic view of near field recording technologies in micro optical data storages

① 광픽업 헤드 기술

- NF 광학 소자
- 고효율/저잡음 송광 소자
- 고감도/고속 수광 소자
- 고속 Seek 대응 초소형 광학계

② Disk Media 기술

- 고속/고감도/저잡음 매체/재료 설계
- 표면기록 대응 광학 윤활막 재료
- 초정밀 기관 및 성막 기술
- 미디어 특성 평가 기술

③ Nano Tracking 기술

- Nano Tracking 에러 신호 추출 기술
- 초정밀 고속 Actuator 및 서보 기술

④ Head-Media Interface 기술

- 고질량 광학계 탑재용 Head slider 설계
- Near-field gap (Flying height) 설계
- Flying 헤드의 광 및 동특성 평가 기술
- 공력구조진동 설계

⑤ 신호처리 기술

- 코딩 기술
- 레이저 고속 구동
- Low power 신호처리 (예 : PRML)
- ASIC

⑥ 데크 메카니즘 기술

- 고속/초정밀 구동
- 기록 재생 신뢰성기술
- Removable disk 대응 기술
- Shock 및 오염 방지 기술
- 저전력 소모 구동기술
- 초박형/초경량 설계기술

5. 결론

근접장 광학기술을 이용한 광 메모리 기술로서 성취할 수 있는 실용적인 면 기록 밀도는 대략 100 Gb/in² 급으로 예측되고 있다. 향후 회절한계 극복을 통한 고밀도화 기술은 solid immersion lens(SIL) 기술을 이용한 제 1 세대 제품이 출시될 전망이다.

회절 한계를 초월한 광 정보 저장기술은 광 저장 기술 선진국인 일본의 경우 1998년부터 국책 프로젝트로서 2003년 100GB 급 광 정보 저장장치의 상품화를 목표로 산학간 컨소시엄을 형성하여 본격적 개발에 착수하고 있다. 한국에서는 1999년 10월 부터 차세대 대용량 정보저장 장치 개발이 산업자원부 지원 하에 국책 프로젝트로 추진되고 있으며, 이중 근접장 광 정보저장 장치의 개발은 LG 전자를 세부 개발 주관 기관으로 2005년까지 2 단계 개발을 진행중이다.³

미래형 기술로서 회절 한계를 초월한 광 기술의 실용화, 기능 고도화를 위하여는 MEMS 기술에

바탕을 둔 Integrated Optics 설계 및 제작 기술 등 미래 산업 핵심 기술과의 기술 융합이 필요하게 되므로 이에 따른 아이디어 창출과 개발 역량 배양을 위한 노력 여하에 따라 breakthrough가 가능하여 신기술에 의한 산업 재산권 확보 및 시장 개척이 가능한 분야로 전망된다.

현재 국내 산업의 광 정보 저장기기의 비중을 감안하면, 초소형 광 정보 저장 기기에서도 국내 기관의 기술 개발에 박차를 가하여 차세대 통신기기인 IMT2000 등의 저장메모리로서 이의 개발이 절실히 요구된다고 할 수 있다.

참고문헌

1. 송태선, 김수경, "AS-MO 광디스크 장치의 기계 및 광학적 특성과 성능 평가," 제어자동화 시스템공학회지, 제 6 권 제 2 호 pp. 17-26, 2000.
2. 김진홍, 김수경, "고밀도 광 자기기록," 한국전기전자재료학회지, 제 13 권 제 11 호 pp. 27-33, 2000.
3. 김수경, "근접장광 응용정보저장장치 개발 1 차년도 중간보고서," 전자부품연구원:산업자원부 차세대정보저장장치 국책사업, 2000. 9.
4. Soo kyung Kim, "Consideration on technical issues and possibilities for near-field optical storages," The Second International TBOC workshop, Seoul, Nov. 30-Dec. 1, 2000.