

# 광 자 기 디 스 크 의 현 황 과 전 망

## (Status and Prospects of Magneto-Optical Disks)

한 국 과 학 기 술 연 구 원 ( K I S T )  
김 순 광

### I. 서 론

사회전반의 면모를 급속히 일신하고 있는 현 고도정보화 추세를 기술적인 측면에서 보면 각종정보의 인식, 발생, 전달, 처리, 저장, 재생 등 제반과정에서 종래 사람의 사고 및 노력으로 해왔던 일을 기계가 대체해가는 인공지능화 과정으로 인식할 수가 있다. 사람의 뇌가  $10^{15}$  bit 의 엄청난 기억용량의 무한한 잠재능력을 갖고 있는 점을 생각하면 정보기술의 장래는 이론적으로는 무한하다고 볼 수가 있는데, 이러한 관점에서 보면 반도체 소자로 대변되는 내부 메모리와 자기디스크, 테이프로 대변되는 외부메모리로 구성되어 있는, 현대 정보기술의 핵심 컴퓨터의 기억능력도 인간의 두뇌에 비하면 아직 원시적 단계를 벗어나지 못하고 있는 셈이다. 따라서 비록 현 컴퓨터의 내,외부메모리의 고집적화, 고속화, 고밀도화, 대용량화, 다기능화가 눈부신 속도로 진전되고는 있지만 자기 기록 방식이나 반도체 발명과 같은 획기적인 기술혁신 없이 기존방식의 개선만으로는 정보기술의 도약은 기대하기 어렵다.

광디스크가 (Optical Disk; OD) 짧은 기간 동안에 전 세계적인 관심의 대상이 된 주 원인은 전기나 고온초전도체 발견과 같은 과학기술사상의 지식혁명적 가치 보다는, 90년의 역사를 가진 자기기록방식의 근본적 한계를 초월하는 새로운 정보저장방식에 대한 현 고도정보화 추세의 실질적 기대 때문이다. 또한 빛을 이용한 비접촉 기록, 재생특성, 원하는 정보를 쉽게 검색할 수 있는 랜덤 액세스 특성, 보관, 취급, 탈착의 간편성, 기록 정보의 장기 보존성 등 여러가지 이점이 있어 방대한 양의 정보를 처리해야하는 OA 및 FA 분야의 응용 가능성을 가지고 있기 때문이다.

정보의 기록, 재생에 빛을 이용하려는 발상은 뉴턴시대에도 있었으며 유성영화의 음성신호용, 컴퓨터의 Card Reader로 실용화되기도 하였으나, 광디스크 실용화가 가능하게 된 가장 큰 계기는 1960년 Laser 발명으로 Coherent한 인공 집속광원이 등장한데 있다. 광디스크는 쥘에 해당하는

반도체 laser 와 중이에 해당하는 원형의 기억매체디스크 로 구성된다. 기능별로는 사용자에게 의한 정보기억이 불가능하고 단지 저장 되어 있는 정보를 재생만 할 수 있는 재생전용형 (Read Only Memory ; ROM), 사용자가 한번 기억을 시킬 수 있으나 지우고 다시 기억할 수가 없는 추가 기억형 (Write Once Read Many; WORM), 정보를 반복하여 기억하고 지울 수 있는 재서형 (Rewritable; RW)의 3가지가 있다. 최초로 상품화된 것은 ROM 으로, 1980년 Optical Video Disk 인 상품명 Laser Disk 와, 1982년 Digital Audio Disk인 상품명 Compact Disk (CD) 로서 불과 10년이 채 되지 않는 사이에 일본만해도 8000억엔 (88년) 생산규모로 성장, 연간 120%라는 첨단산업제품중 최고의 신장률 기록하고 있다. 문서, 화상file용으로 실용화되기 시작한 WORM도 88년 400억엔을 넘어섰으며 특히 금년(1989년)은 제 1세대 광자기 RW 디스크가 실용화 단계에 들어서 본격적 광디스크 시대의 원년으로 보이며 2-3년내에 data 용으로만 50-100억 불의 직접수요와 수천억불의 광 디스크 응용분야가 새로운 산업으로 창출될 전망이다.

광디스크 시대의 향후전개는 이미 정착된 민생용 ROM 기술을 기반으로한 다기능화, 열가화와 함께 기존 자기기록 매체응용분야의 대체 및 신응용분야 창출을 지향한 제2단계 기술 개발이 이미 급속히 진전되고 있어 상당분야에서 자기 기억 매체나 Micrographic Media의 대체는 물론 궁극적으로는 전체정보량의 95% 이상을 수록하고 있는 중이매체가 OD 의 잠재 대체 분야로 되어 있다. 이외에도 방대한 정보 기억용량을 필요로 하는 AI (Artificial Intelligence) 추구에 광디스크가 돌파구를 제공하게 되어 결국 사회전반의 면모는 OD의 응용확산에 따라 일신 될 것으로 예상된다. 연구 개발에 있어서는 현재 일본, 미국 등에서 100개 이상의 기업들 간에 연구개발 선두경쟁이 치열한 상태이며 그 뒤를 대만과 중공이 저극적인 연구체제로 뒤쫓고 있는 실정이다. 국내에서는 85년부터 KIST에서 광자기기록재료 연구를 진행중에 있으며 (주) SKC 가 CD를 제조판매하고 있고 일부

가전기 회사 CD player의 조립생산단계에 있는데 최근 우리나라 산업계에서도 광디스크에 대한 관심이 고조되어 일부기업에서는 광자기디스크의 탐색연구단계에 있다. 그러나 화란의 Philips, 일본의 Sony 등 일부 선진국에 의하여 개념 정립단계로 부터 실용화에 이르기까지 거의 독점적으로 개발되어온 광디스크, drive, 그리고 여러분야의 최첨단 생산 및 장치기술을 망라한 고도의 제조기술을 후발국인 우리나라가 산발적인 노력으로 독자개발 한다는 것은 실현가능성이 거의 희박하다. 오늘날과 같은 고도정보화시대의 선진국개념은 곧 정보산업의 선진화를 의미하는 것으로도 볼 수 있는 만큼 차세대를 좌우할 이러한 새기적인 신기술은 우리로서는 반드시 개발하지 않을 수 없는 과제이다. 다행히 광디스크는 선진국에서도 비교적 짧은 기간의 연구개발 끝에 이제 도입기에 이른 상태이므로 장기간에 걸쳐 수많은 기술이 축적이 되어 있는 기존의 반도체소자 및 자기기록매체에 비하여 기술개발전력여하에 따라 추월이 비교적 용이한 절호의 시점에 있는 셈이다. 따라서 여기서는 광디스크의 종류별 기본구성 및 원리, 개발연혁, 현황 및 전망을 검토하면서 재서기능을 가진 첨단 광자기 디스크의 기술 개발 전략에 대한 우리의 대처방안을 제시하고자 한다.

## II. 기본구성 및 원리

### 1. 기본구성

OD Memory의 기본구성은 그림 1과 같이 정보가 기억되는 Disk 모양의 매체와 정보를 재생, 기록, 소거하는 Drive로 되어 있다.

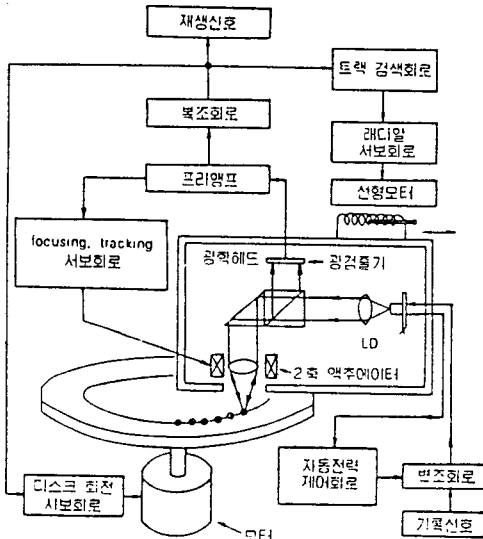


그림1. 광디스크 메모리의 구성에

### 1) Optical Disk (OD)

OD는 그림2 와 같이 투명한 Plastic 또는 유리 기판에 반사막 (ROM) 또는 기록매막 (Read/Write) 층이 형성된 일체구조로서 기록층은 대개 보호막으로 보호되어 있다. 기판의 신호면은 Laser 광 안내용 Track (Pregroove)이 동심원 또는 나선형으로 성형되어 있는데 치수는 Track Pitch 1.6 $\mu$ m, 폭 0.8 $\mu$ m, 깊이 70-80nm 내외이다. Laser 광의 Tracking은 광점이 Track 중심에서 벗어날 때 반사광의 강도분포가 비대칭으로 되는 것을 이용, 이를 2분할 광검출기를 써서 Guide 신호를 검출하여 Tracking Servo를 구동하게 된다.

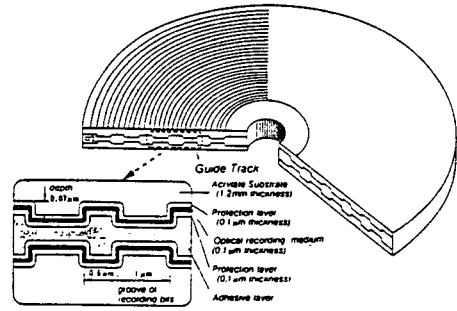


그림2. OD의 기본구조 (양면 구조)

### 2) Optical Disk Drive (ODD)

ODD는 Disk 회전계, 광학헤드 및 Focusing/Tracking 기구, 신호처리계로 구성되어 있다. OD 회전방식은 CAV (Constant Angular Velocity) 또는 CLV (Constant Linear Velocity)의 두가지가 있으며 회전속도는 매체의 기록강도와 Drive의 Servo성능에 의하여 상한이 설정된다. 광학 Head는 회전중의 Disk 매체층에 Laser 광을 집광하는 집광광학계, Focusing/Tracking 위치 오차검출 광학계와 보정기구, 신호검출광학계로 이루어진다. Laser 초점위치 오차는 원추형 렌즈를 써서 초점위치변동으로 인한 광선단면의 강도분포변화를 4분할 광검출기로 검출하여 Focusing Servo 구동신호로 삼는다. Focusing/Tracking 보정방식은 전자유도 Coil에 의하여 대물렌즈를 움직이는 방식이 보편적이다. 소정의 Track Access 는 Head Actuator Servo를 원하는 Track 부근까지 일단 고속으로 Coarse Tracking 한 다음 다시 Fine Tracking 한다. 광학 Head의 기본구성은 OD의 기능에 따라 ROM, WORM, 광자기 (Magneto-Optic; MO) Head의 3종류가 있는데 WORM Head 는 Laser Power 가 ROM (5mW 이내) 보다 크고 Laser Diode(LD) 광 강도분포보정용 정형 Prism이 부착되어 있으며 광자기 Head 는 편광광학계가 설치되어 있어 가장 복잡하고 무겁다. 상변태형 Rewritable Head는 기본적으로 WORM Head 와 구조가 유사하다.

2. 기록, 재생원리

1) ROM-OD

ROM-OD의 신호는 미세한 Pit 형태로 성형되어 있는데 재생용 광점이 신호 Pit에 이르면 Pit 바닥으로부터 반사되는 광파와 주변으로부터 반사되는 광파가 서로 간섭하여 반사광강도가 변하는 것을 광검출기로 검출, 재생신호를 얻게 된다.

2) WORM-OD

LD의 Heat Mode를 이용하여 매체재료의 광조사부에 현저한 광학정수 차이를 나타내는 변화를 영구적으로 일으키는 방법으로 매체의 천공, 유기, 상변태, Texture 변화등 여러가지가 제안되어 있으나 실용되고 있는 매체재료는 대개 천공형 아니면 상변태형이다. 천공은 매체재료가 Laser Pulse에 의하여 가열, 증발하거나 용융되어 표면장력 때문에 제거되어 생긴다. 따라서 기억매체층은 기록광점이 물질의 증발 및 이동을 수반하므로 보호막으로 보호할 수가 없어 대기중에 직접 노출되는 구조가 많다. 상변태형은 Laser광 조사열에 의하여 매체재료의 결정구조가 비정질로부터 결정질로 변하거나 2중구조로 된 두가지 다른 재료의 적층막 제면이 확산에 의하여 합금화되어 비조사부와와의 반사율이 달라지는 현상을 이용한다. 따라서 WORM 매체재료는 응집과 열전도율이 낮고 AlGaAs LD 파장역에서 충분한 반사, 흡수율을 가지는 Te제가 대부분인데 실용재료는 기록감도, 안정성, 내산화성 등을 부여하기 위하여 합금화 되어 있다.

3) Rewritable OD

반도체, 자기기록매체와 같이 정보의 기록 소거 기능을 가진 Rewritable OD는 실용화 단계에 들어선 광자기형과 연구개발도상에 있는 상변태형의 두가지가 있다. 광자기형은 자기광학효과가 큰 수직자화 박막재료의 미세한 원통형 자구를 기억 Bit 단위로 하는 방식으로 회토류-천이금속 (RE-TM)제 비정질합금박막이 기억매체로서 실용화단계에 있다.

기록원리는 그림3 과 같이 박막 면에 수직으로 일방향 자화되어 있는 매체박막이 Laser 집속광 Pulse에 의하여 Curie 온도 부근까지 순간적으로 가열되면 보자력이 0에 가까이 저하되는 열자기 현상을 이용, 매체자화 방향과 반대방향으로 인가된 양자장에 의하여 Laser광 조사부의 자화방향이 반전되게 한다. 광점 위치가 이동되면 이 부분이 상온으로 냉각, 안정된 역자구 Bit가 남게 된다. 소거는 기록과 동

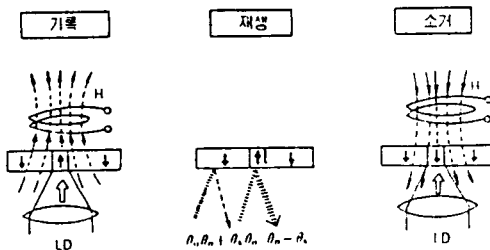


그림3. 광자기 기록, 재생, 소거원리

일한 과정이나 단지 외부자장의 방향이 기록시와 반대이다. 재생은 수직 자화재료 표면에 수직으로 직선편광을 조사하면 반사광의 편광면이 재료의 자화방향에 따라 좌, 우로 회전하는 Polar Kerr 효과를 이용, 검광자와 광검출 소자를 써서 Bit 유무를 검출할 수 있는 소위 광자기 방식이다.

상변태형은 결정-결정상 간 또는 결정-비정질상 간의 변태에 의하여 색상 또는 반사율이 달라지는 일부 재료의 특성을 이용한 것으로 Laser 광의 Heat Mode를 이용하는 상변태형 WORM 매체와 기록원리가 같으나 Laser 광 조사 조건을 변경함으로써 매체모양으로 역변태가 가역적으로 일어날 수 있는 가역변태 재료인 점이 다르다.

III. 개발 연혁

광디스크는 전술한 바와 같이 1960년 Laser 발명이 최대의 개발계기가 되었으나 실용화에 이르기까지는 1973년 이후 반도체 Laser Diode (LD)의 대출력화, 고신뢰도화와 함께 디스크 기판층으로부터의 기록, 재생 방식, 광원의 Tracking/Focussing Servo, PCM 신호, 기판의 정밀성형 가공, Sputtering, 각종 측정평가등 일련의 관련기술 개발과정을 거쳐 80년대에야 비로소 ROM-OD의 상품화가 가능하게 되었다.

그러나, 자기디스크처럼 정보의 반복기록, 소거를 할 수 있는 광자기디스크의 경우 처음 연구개발이 시작된 1957년도 이후 오늘날 겨우 실용화될 정도까지 30여년이나 소요된 주된 이유는 표1의 광자기 기록연구 연대표에서 볼 수 있는 바와같이 신뢰성있는 적절한 광자기 매체 재료개발 때문이었는데, 향후 광자기 디스크의 개발동향도 역시 재료문제가 계속 초점이 될 전망이다.

표1. 광자기 기록재료 연구 연대표

| 년 도 | 단결정막 | 다결정막                             | 비정질막   | 비 고                    |
|-----|------|----------------------------------|--------|------------------------|
| -   |      | MnBi                             |        | 열자기 기록                 |
| -   |      |                                  |        | 최초 실험                  |
| 60  |      |                                  |        | He-Ne laser            |
| -   |      |                                  |        | 발명                     |
| -   |      | GdFeO <sub>12</sub>              |        | LD 발전                  |
| -   |      | Gd-IG                            | EuO    | 자기 Bubble memory       |
| 70  |      |                                  |        | 발전                     |
| 71  |      | GdYbAl                           | MnAlGe | MnBi 디스크 실험            |
| 72  |      | -IG                              | MnGaGe |                        |
| 73  |      |                                  | MnTiBi | GdCo                   |
| 75  |      |                                  | MnCuBi | TbFe                   |
| 76  |      |                                  | PtCo   | DyFe                   |
| -   |      | TbYb-IG                          |        | GdFeBi                 |
| 80  |      |                                  |        | 수직자기 기록방식              |
| -   |      |                                  |        | GdTbFe                 |
| 81  |      |                                  |        | 광자기기록 실험성공             |
| -   |      |                                  |        | TbDyFe 디스크 실험          |
| 82  |      |                                  |        | GdTbCo                 |
| -   |      |                                  |        | GdCo 디스크 실험            |
| -   |      |                                  |        | CD 실용화                 |
| 83  |      | CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> | PtMnSb | TbFeCo                 |
| -   |      |                                  |        | 디스크 실험 (TbFe,          |
| -   |      |                                  |        | TbDyFeCo)              |
| -   |      |                                  |        | TbFeCo, GdTbFe)        |
| 84  |      |                                  |        | GdTbFeCo               |
| -   |      |                                  |        | TbFe/GdFe, TbFe/GdFeCo |
| -   |      |                                  |        | GdTbFeCo 디스크 실험        |

최초의 연구대상이었던 MnBi 합금박막은 수직자화막이 쉽게 얻어질 수 있을 뿐만 아니라 Kerr 회전각이 1° 정도로 높아 1957년 Williams 등이 열편으로 열자기기록시험에 성공한 이래 [1] 수년간 활발한 연구가 이루어졌으나 다결정조직으로 인한 재생시의 결정립계 잡음 문제와 합금상의 불안정성 등 근본문제 때문에 광자기 기록매체화는 실패로 끝나고 말았다. 제 1세대 광자기 디스크 기억매체로 사용되는 증회토류-천이금속계 비정질합금의 수직자기특성이 처음 발견된 것은 1973년 IBM Watson 연구소의 Chaudhari 등이 제조한 Gd-Co 합금박막에서였는데 [2] 이들은 당시 Magnetic Bubble Memory 재료로 쓰인 Garnet 단결정 박막의 대체 재료로서 응용 가능성에만 연구의 관심을 기울였다. 그 후 증회토류-철족천이금속 합금 전반의 자기적 및 자기광학적 특성이 여러 연구자들에 의하여 밝혀지면서 일본 KDD 연구소의 Imamura 등이 1980년 처음으로 이들의 광자기 기록매체로서의 실용 가능성을 입증하자 [3] 본격적인 연구개발이 급격히 확산되게 되었다.

당초 연구개발의 초점은 0.2-0.3° 밖에 되지 않은 이 합금계의 Kerr 회전각을 향상시켜 신호품질을 개선하는 데로 집중되어 재료자체의 자기광학특성 개선 노력과 함께 산화경함량이 큰 회토류 합금의 내식 보호피막 개발과 보호피막을 이용한 Kerr Enhancement가 병행 추구된 결과 수많은

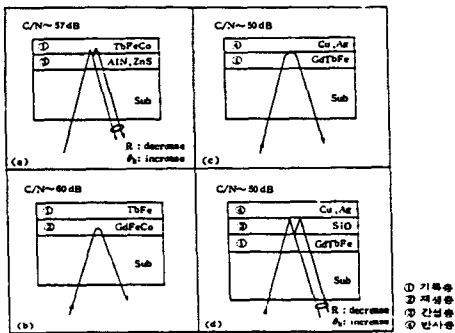


그림4. 다층구조화에 의한 광자기 디스크특성 향상

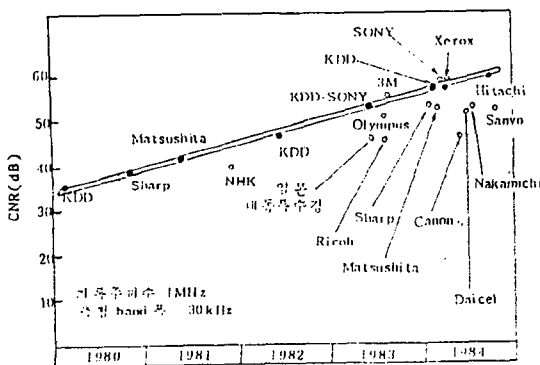


그림5. 광자기 매체 CNR 향상

합금과 다양한 디스크구조 (그림 4) 가 개발, 특허화 되었다. 따라서 신호품질도 그림 5와 같이 꾸준히 증가되어 CNR 이 지금은 60dB 정도로 향상되었다. 현재 실용화에 이른 광자기디스크는 대부분 보자력과 수직자기방성이 큰 Tb계 합금을 기억매체로 채택하고 있으나 합금의 조성, 구조, 디스크구조 및 제조방법이 전혀 공개되어 있지 않아 제품 간의 매체 호환성이 문제로 남고있다.

#### IV. 현 황 및 전 망

##### 1. 기술개발 동향

불과 5-6년전만해도 광자기 디스크의 전망, 특히 컴퓨터 응용에 관하여는 신뢰성 있는 실용 재료개발 가능성 및 기존 자기디스크와의 경합성 등에 논란이 있어 왔으나, 지속적인 연구개발 결과로 Sony, Canon, Maxtor 등이 제1세대 광자기디스크 drive 를 제품화하고 1988년 Next 컴퓨터 시스템이 이를 공식채용함으로써 광자기디스크의 방대시장 선점을 위한 경쟁이 가열되고 제품 고성능화를 위한 기술개발이 치열해 지고있다.

광디스크의 요구특성은 구체적인 응용에 따라 품질 수준 및 특성별 상대적 중요도가 조금씩 다르나 공통적으로

- 높은 기억밀도 및 기억용량
  - Access 신속성
  - 빠른 Data 전송속도
  - 신뢰성
  - 저렴한 가격
- 이 요구된다.

현재 발표된 대표적인 광자기디스크의 성능 및 규격을 보면 표 2와 같이 직경 5.25 인치 디스크 한면 용량이 300MB 정도, Access time이 50-100ms, 장치-host간 data 전송속도 150-800KB/s로, 최신 Winchester와 비교하면 표3과 같이 광자기디스크는 1매당 기억용량이 월등히 큰 점을 제외하고는 성능이 열등하다. 따라서 현상태로는 Work station 용이나 자기디스크 및 tape library의 일부대체, 그리고 문서, 화상 file의 WORM 디스크 대체외에는 큰 장점이 없으므로 access 와 data 전송속도 고속화가 당면과제로 되어 있으며 소형화와 대용량화를 동시에 달성하기 위한 고밀도화, 장기 신뢰성 보장, 가격저하 노력이 병행되고 있다. 광디스크의 성능은 그림 6과 같이 디스크와 drive의 제반 기능이 복합된 것이므로 연구개발 세부내용은 대단히 광범위하고 다양하나 중요내용은 다음과 같이 정리할 수 있다.

표2. 대표적 광자기 디스크 성능 및 규격

| 발표회사명        | Canon    | Sony     | Maxtor   | Ricoh    |
|--------------|----------|----------|----------|----------|
| 용량(MB/side)  | 256      | 297      | 298(ISO) | 297      |
| 평균 access 시간 | 90 ms    | 107.5 ms | 51.7 ms  | 70 ms    |
| 전송속도(bits/s) | 825k     | 620k     | -        | 300k     |
| Interface 방식 | SCSI(외부) | SCSI(외부) | SCSI(내장) | SCSI(내장) |
| 회전속도(rpm)    | 3000     | 2400     | 1800     | 1800     |

표3. 광자기디스크와 Winchester 디스크 성능비교

| PARAMETERS                 | Winchester          | Magneto-Optic       |
|----------------------------|---------------------|---------------------|
| Final Readout Error Rate   | 1x10 <sup>-13</sup> | 1x10 <sup>-12</sup> |
| Data Transfer Rate         | 2.53MBytes/sec      | 440kBytes/sec       |
| Disk Rotational Rate       | 3313 rpm            | 2400 rpm            |
| Encoding Scheme            | RLL                 | RLL                 |
| Data Bit Length            | 1.6μm               | 1.7μm               |
| Average Access Time        | 18 ms               | 100 ms              |
| Track to Track access time | 5 ms                | 0.1 ms              |
| Disk Diameter              | 5.25"               | 5.25"               |
| Disks per Drive            | 7                   | 1                   |
| Heads                      | 12                  | 1                   |
| Cylinders or Tracks/side   | 1496                | 17000               |
| Sector size (8 bits/Byte)  | 512 Bytes           | 512 Bytes           |
| Sectors per Track          | 68                  | 32                  |
| Formatted Capacity         | 625 MB              | 550 MB              |
| Mean Time between Failure  | 50000 Powered Hrs   |                     |

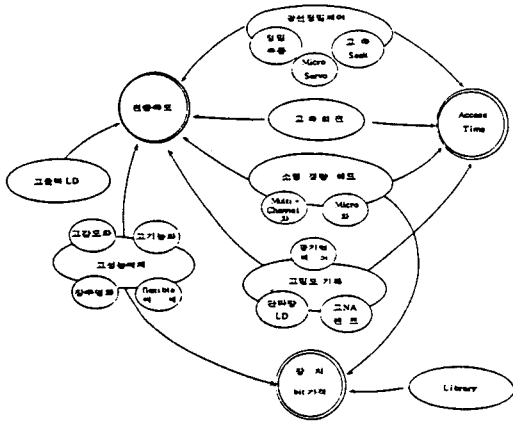


그림6. 광자기 디스크 및 드라이브 성능 연계표

A. access 고속화

- Overwrite 화
- head 경량화 → IC head 화
- 분리 head 화
- actuator 고속화
- fine servo 화

B. Data Rate 고속화

- Overwrite 화
- 기록매체 고감도화 → 신 재료개발
- disk 구조개량

- LD 대출력화

- Multi-Beam LD

- Disk 회전 고속화

C. 고밀도화 → disk/drive 소형화

고속화, 대용량화

- LD 단과장화

- 집광 lens NA 증가

- edge recording

- 신 매체재료 개발 및 재료설계 고도화

D. 고신뢰도화

- 신뢰도 시험기술 개발
- passivation 기술 개발
- 내환경성 매체재료 개발
- 기판재료 개발
- 저결합화 (공정기술)

E. MO disk 규격 다양화

- 용도별 (군사, 극한사용조건)

F. 저 가격화

2. 전망

1) 기술개발 전망

89년 현재 제 1세대 광자기디스크의 전형적인 성능인 format 용량 650MB, 평균 access 시간 70-100ms, data 전송속도 650KB/s 으로부터 2-4년 후에는 평균 access 시간 40ms 정도, data 전송속도 2MB/s인 제 2세대로 대체되는 한편 이와 병행하여 1-2년후에는 format 용량 200MB의 3.5"의 소형, 경량화가 급속히 추진 되어 Lap-top personal computer에 이용될 것으로 보인다. 그림 7은 광자기 디스크의 년차별 추세를 예측한 것으로 90년대 중반이면 전송속도 3MB/s, 평균 access시간 15ms로 자기디스크 성능을 추월할 것으로 전망되어 본격적인 광디스크 시대에 진입하게 될 것으로 보인다. 이를 위한 중요 연구개발 과제로는 overwrite 기술과 head 경량화, 그리고 신 기억매체 개발을 들 수 있다.

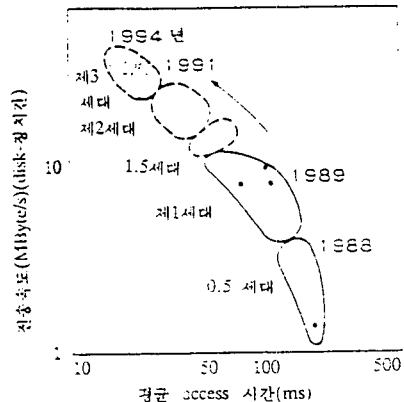


그림7. 광자기디스크 성능 연차별 추이에측

Data 전송속도는 기본적으로는 디스크 회전수에 의하여 결정되는데 회전수를 증가 시킬려면 기억매체의 감도 향상과 laser 출력증가가 필요하다. Overwrite는 현재의 제1세대 광자기 디스크 기록방식이 이전 정보의 소거에 1회전, 새 정보기록에 1회전, 새기록정보의 검사에 1회전, 도합 3회전을 요하는 것을 소거과정이 필요없이 자기기록매체처럼 이

전 정보위에 바로 새 정보를 기록할 수 있도록하는 방식이다. 이를 위해 비정질 RE-TM 매체를 이용한 자제 또는 광강도 변조 기록방식 [4,5], 매체 반자장 이용방식 [6] 등이 연구개발 중이며 외부자계가 불필요한 상변태형 매체를 이용하는 방식의 실용화 연구가 진행중이다.

Access시간 단축을 위해서는 head 부품의 소형, 경량화에 이어 head 구조 자체를 경량가동부와 고정부로 분리설계하는 방법이 시도되고 있다. NEC에 의하면 분리head 방식으로 평균 access시간 21ms가 달성가능한 것으로 보고되고 있다. 궁극적으로는 그림 8과 같은 head의 IC화가 제안되어 있으나 실용화에 이르기까지는 해결되어야할 실질적인 문제가 많을 것으로 알려져 있다. 디스크 소형화는 access 및 전송속도 향상 뿐만 아니라 소형, 경량화에 의한 저가격화에 가장 효과적이나 기억용량이 적어지므로 기억밀도 향

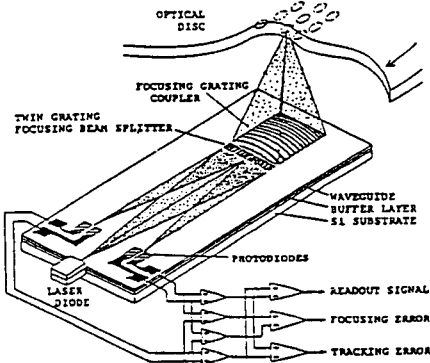


그림8. 집적화된 광학헤드의 예

상은 중요한 과제이다. 반도체 laser의 단과장파, 렌즈 NA 증대 그리고 edge기록방식 채용으로 groove pitch의 변경없이 기록밀도는 이론적으로 최대 8배 향상가능한 것으로 알려져있다. 그러나, 이러한 기술혁신은 기억매체의 감도향상, 디스크의 기계적 정밀도 개선, 고속 정밀 Servo 기술 및 생산기술등의 뒷받침을 요하므로 급격한 성능향상을 기대하기는 어렵다.

또, 신 매체 재료로서는 비정질 회로유-천이금속계 재료에 대한 passivation, 인공 격자구조를 포함한 미세재료설계 (nano scale materials design), 산화물 등 타 자성재료의 광자기 기억매체화, 그리고 상전이 RW 재료와 PHB (Photochemical Hole Burning) 재료의 매체화 연구 개발등으로 다양화되고 있다.

2) 응용분야 및 수요전망

광디스크의 응용분야는 그림 9와 같이 방대한 정보를 취급하는 미국 에너지성이나 NASA로부터 개인의 의료기록 등에 이르기까지 실로 광범위한 용도에 이용 될 것으로 예상되고 있으며 우리정부에서도 정부의 각종 문서 보관, 처리에 광디스크 시스템 도입방침을 최근 발표한 바 있다. 그중

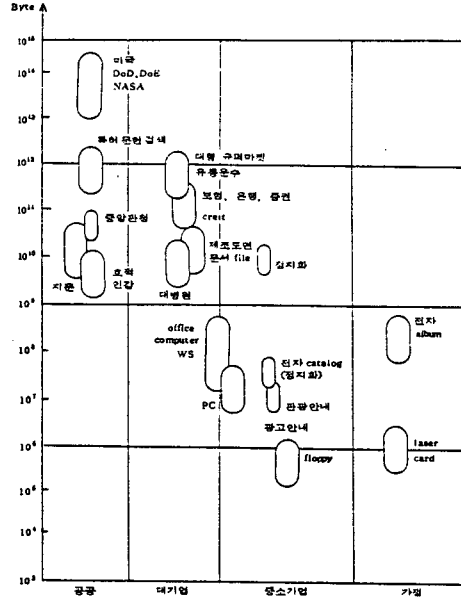


그림9. 광디스크 기억용량별 수요

에서도 재서기능을 가진 광자기디스크는 기술혁신이 진전됨에 따라 민생용 Audio/Video는 물론 표4와 같이 컴퓨터의 부메모리에서 기존의 자기 기억매체를 상당량 대체할 것으로 보이나 보다 큰 파급효과는 방대한 정보를 처리 해야하는 탁상출판과 같은 신 산업창출을 가능하게하는 점이다. 최근 자료에 의하면 일본의 5.25인치 광자기디스크 drive 출하대수는 89년 7-8만대, 90년 12-13만대로 급증할것으로 예측하고 있으며 (그림 10 및 11) 광자기 매체는 기하급수적으로 늘어나 1991년에는 5.25인치 및 3.5인치가 각각 천만대에 이를 것으로 보고있다. 금액으로는 1991년 광자기매체가 8억불, drive가 16억불에 이를 것으로 예측하고 있다.

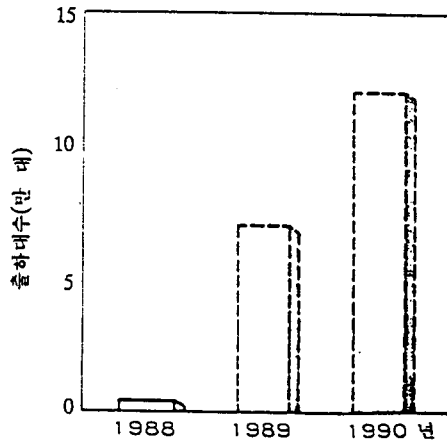


그림10. 5.25인치 광자기디스크 장치 출하대수 (일본)

표4. 광자기 memory의 예상 응용분야

| 기존 자기매체 대체분야  | 신응용분야   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer Back-Up</li> <li>• On-Line Data Storage and Retrieval</li> <li>• Work Station Computing</li> <li>• Document Processing</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• High Resolution Color - Image Processing, Storage and Retrieval</li> <li>• Desk-Top Publishing for Color Brochures</li> <li>• Medical Imaging</li> <li>• Image Construction and Editing</li> </ul> |

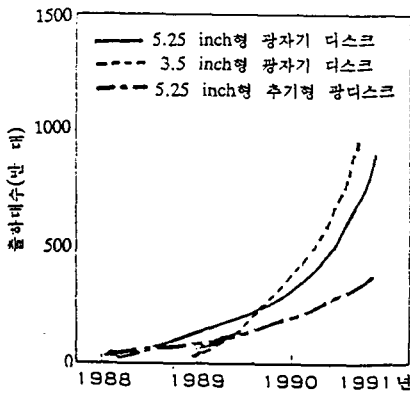


그림 11. 광자기 디스크 매체 출하량 (세계)

V. 기술 개발 전략

1. 배경

우리나라가 광디스크 기술을 개발하지 않을 수 없는 이유는 물론 광디스크 자체의 방대한 시장이 직접적인 요인이기도 하겠지만 그보다 더 중요한 점은 광디스크기술이 장래의 정보산업에 미칠 엄청난 파급효과 때문이다. 선진국중에서도 선두주자인 미국과 일본이 막대한 연구투자 끝에 10여년이 지나서야 겨우 도입기에 들어선 이 새기적 첨단기술을 산업전반의 기술 수준이나 연구개발 자원등 거의 모든조건이 불리한 우리가 독자적인 기술개발 노력으로 단기간에 이들 선진국들과 경쟁할 수 있을 정도의 수준에 도달하기를 기대한다는 것은 상식적으로 거의 불가능한 일이고 그렇다고 우리나라가 과거 성공적으로 수행해왔던 선진국 성숙산업의 기술, 설비도입, 소화, 개량 방식을 제품의 life cycle이 짧은 이러한 연구개발형 산업에도 적용한다면 이는 우리나라의 초기 반도체산업 성장경험으로 볼때 실로 무모한 전략일 것이다.

따라서 우리는 다음과 같은 광디스크 기술의 특수성과 기술 외적여건을 면밀히 검토함으로써 가장 실현가능한 개발 전략을 세우지 않으면 안된다.

(1) 광디스크 구성 기술은 전술한 주요 요소기술이 창출될 때마다 이를 구현할 수많은 관련기술 개발이 뒤따르던

서 발전되어 왔는데 이들은 대개 이미 확립되어 있었던 자기디스크의 설계개념과 반도체 소자제조공정 기술을 기초로 하여 발전 되었다.

(2) 광디스크의 발전은 가장 먼저 확립된 LD의 설계와 생산기술을 기반으로 하여 WORM, RW의 순으로 발전 되었다.

(3) 광디스크 개발 초기단계의 주요 핵심요소 기술은 주로 연구기관에 의하여 제공되어 이를 산업계에서 실용화 단계로 발전 시켜왔으나 최근에는 산업계의 독자적 원천 기술개발 활동이 확대되어 연구기관에서는 차세대 재료연구 등 보다 미래 지향적 연구로 이행 하는 추세이다.

(4) 광디스크 매체의 개발 및 생산업체는 전자, 기계, 철강, 화학, 요업등 거의 전 업종이 망라되고 있으나 drive 개발 및 생산업체는 주로 전기전자, 정밀, 기계, 광학등의 업종에 제한되어 있다.

(5) 광디스크개발은 매체와 드라이브 및 응용분야간 공동 또는 긴밀한 연계 연구개발의 산물이다.

(6) 광디스크 개발은 기초연구로부터 제품개발 생산에 이르기 까지 연구기기, 연구 및 실험방법, 특성평가 검사기술 및 장비, 생산기술 및 장치등이 개발 도상에 있으며 기술 이전의 길이 막혀 있다.

(7) 광자기디스크 시제품을 발표한 대기업의 광디스크 개발 투자규모는 업체당 2-3억불선으로 알려져있다.

(8) 현재 자기기억 매체 시장의 90%를 점유하고 있는 일본은 차세대 기억방식인 광디스크 분야에서도 현 위치를 유지하려는 전략분야인 반면 광디스크 최대 잠재시장인 미국은 기존 자기기억매체 분야의 열세를 광디스크 분야에서 만회해야 하는 입장에 있다.

(9) 일본의 경우 통산생산자 광산업 기술진흥협회가, 미국의 경우 Carnegie- Mellon 대학의 Magnetic Technology Center 등 4개의 연구기관이 각기 정부의 지원 하에 연구개발을 선도하거나, 국제표준화 등을 총괄하고 있다.

(10) 대만에서는 정부연구기관에서, 중국에서는 6개 연구기관과 4개 대학이 중심으로 각각 본격적인 광디스크 개발을 대규모로 추진중이다.

(11) 광디스크는 무수한 특허로 복잡하게 연관된 광범위 기술분야가 중첩되어 있어 개발기술을 실용화 할 경우 bargaining power로서의 특허보유가 중요하다.

2. 기술 개발 전략

자명한 점은 광디스크나 반도체와 같이 선진국에서 연구개발에 총력을 기울이고 있는 도입기 또는 고도성장기의 산업 육성은 철강, 자동차, 항공등과 같은 성숙기 산업과는 근본적으로 다른 전혀 새로운 인식으로 접근 해야 한다는 점이다.

과거 우리나라의 경제발전이 60년대 이래 산업계의 과감한 설비, 기술 도입에 의존해온 결과 눈부신 양적 팽창을 이루어온 사실이지만 이 때문에 산업계의 독창적 기술 개발 또는 개발능력은 상대적으로 약화될 수 밖에 없었던 반면, 높은 교육열과 정부의 첨단기술개발 정책에 힘입어 선진국에서도 최고수준의 교육 및 연구개발 훈련을 받은 고급 과학인력이 외국에서는 유례가 없을 정도로 많이 배출되어 있는 독특한 상황에 처해있다.

국내에서는 광자기 기억재료 연구가 국책연구사업의 일환으로 수년간 진행되어왔고 기업에서도 최근 연구설비투자에 착수한바 있어 광디스크의 중요성이 상당히 널리 인식되어 있기는 하나, 선진국이나 대만, 중국 등의 연구개발활동에 비하면 지극히 산발적이고 미약하다.

단일기술로서는 파급효과가 가장 큰 동시에 기술발전주기로는 도입단계에 있는 광디스크기술에 우리나라가 동참할 수 있는 절호의 기회를 맞아 우리도 산,학,연 및 외국에 산재되어 있는 연구자원을 연계한 거국적 연구조직 하에 목표 지향적이고 체계적인 기술개발체제를 조속히 수립 추진할 것을 제안 한다. 구체적인 추진방법으로는 산,학,연 참여연구 인력의 상호교류 연구수행, 대학생들의 연구참여, 연구기기의 집중화, 그리고 기술적 관련성이 큰 반도체, 자기디스크, 박막장치 분야의 연구 및 생산요원과의 횡적 연계연구를 위한 Workshop 등의 제도적 장치 상설 등을 들수 있을 것이다. 이러한 여건은 기술도입소화 능력이 세계적으로 우수한 우리산업계와 고급연구인력이 편재되어 있는 대학 및 연구기관의 잠재 연구능력을 어떻게 효과적으로 연계하느냐에 따라 역설적으로 첨단산업화에 가장 유리한 조건이 될 수 있는 셈이다.

광디스크기술의 발전과정 및 향후 전망으로 부터 알수 있듯이 이 산업의 국제경쟁력은 독창적 기술 개발력과 이를 얼마나 빨리 실용화 할수 있는나의 경쟁이므로 양자의 병행 추진에 의한 상승효과의 극대화를 기하여야 할 것이다. 구체적으로, 우리나라 산업계의 축적된 역공학(reverse engineering) 능력을 최대 이용한 현 수준기술의 조기흡수와, 역공학적 접근이 불가능한 디스크 및 일부 drive 핵심기술의 중점연구에 의한 출발 기반기술확립과 제 2세대 광디스크 개발 경쟁을 과감히 병행함으로써 이 분야 선발국인 대만, 중국은 물론 일본, 미국, 유럽등 선진국 추격을 최단시일에 달성가능하게 될 것이다. 가장 문제되는 점은 광디스크 및 drive의 생산기술이 우리나라의 취약 부문인 박막기술, 미세 가공기술등 고도의 장치 설계 및 제작능력에 의존 하고 있는 점이나 다행히 장치기술은 미국, 유럽, 일본등이 경쟁관계에 있어 핵심설계 능력만 확보하면 개발기술의 실현에 지장을 받지 않을 것으로 보이며 국내에서도 반도체 및 자기 기억 매체 산업분야에 이미 상당한 장치 도입경험이 축적되어 있어 단기적으로는 해결가능하나 장기적으로는 과감한

기술도입이 이루어져야 할것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] H.J.Williams et.al., J.Appl.Phys.,28,1181(1957)
- [2] P.Chaudhari et.al., IBM J. Res. Develop.,17,66 (1973)
- [3] N.Imamura et.al., Jpn.J.Appl.Phys.,19,L731(1980)
- [4] F.Tanaka et.al., IEEE Trans.Magn.,MAG-23,2695 (1987)
- [5] T.Nomura et.al., Digest of INTERMAG'87,DB-01, Tokyo,Japan (1987)
- [6] H.-P.D.Shieh et.al., Appl.Phys.Lett.,49,473 (1986)