

컴퓨터 정보저장용 상변화형 광기록매체



Phase-Change Optical Media for Computer Data Storage

김명룡*

(Myung-Ryong Kim)

Abstract

Multimedia has created a system environment that needs a combination of diverse peripherals, faster I/O, and easier configuration. The sheer volume of data one can expect with multimedia hardware and applications storage systems of higher capacity and faster data transfer rate. Unlike the magneto-optical(MO)disk technology which uses bias magnetic field in writing, both the reading and the writing in the phase change (PC) technology are performed only by laser light. In PC optical media, an active layer is reversibly converted between amorphous state and crystalline state by changing irradiation conditions of focused laser beam. Thus, as compared with MO disk, the PC disk has such great advantages that signals can be reproduced by change of reflectance of laser beams in the same manner as the compact disc. The reflectivity of a phase-change spot can be altered in a single pass under the head only through modulation of laser power. The principles and the current status of phase-change optical recording media combined with possible applications are discussed in the present article.

Key Words(중요용어) : Multimedia, Phase-change optical recording media(상변화형 광기록매체), Amorphous(비정질), Crystalline(결정질), Reflectivity(반사도), Focused laser beam(집광레이저빔), Direct overwrite(직접 덮어쓰기 방식).

I. 컴퓨터 정보기록매체의 변천배경

오늘날 인간생활에서는 정형데이터로만 표현되던 기존의 단순한 문자외에도 음성이나 영상 등의 시청각이 복합된 형태의 다양한 정보를 접하게 되었으며, 이들 정보의 중요성은 멀티미디어 시대의 도래와 함께 더욱더 강조되고 있다. 이러한 멀티미디어 환경에서는 대용량의 디지털 데이터의 처리와 저장 및 재생이 필수불가결하며 이를 취급할 매체의 개발이 그 어느 때 보다도 절실한 실정이다. 이러한 요구에 부응하여 근래에 크게 주목받고 있는 기록매체중의 하나가 고밀도 기록이 가능한 광기록매체이다.^{1,2)} 기존 자기기록 매체에서는 기록 밀도를 향상시키기 위해서 보자력이 큰 자성박막의 개발과 헤드와 매체간의 간격 즉, 부상높이를 낮게 해 근접시킬 필요가 있었다. 이는 다음식으로 표시된 틱새손실(spacing loss)이 기록밀도의 향상과 맞물려 있기 때문인데, 이 식에서 d는 자기적 틱새(magnetic spacing)를 나타내며 이는 기계적 틱새와 윤활층의 두께 및 보호막(overcoat) 두께의

합으로 주어진다.

$$\text{틈새손실}(L_d) \propto = -2\pi d/\lambda \quad (1)$$

결국, 틱새에 의한 신호손실을 막으려면 윤활층과 보호막(overcoat)의 두께를 얇게 하고 기계적인 틱새(부상높이)를 최소화해야 한다. 그러나, 부상높이를 낮춤에 따라 고속으로 회전하는 디스크의 상단을 비행하는 헤드가 매체를 긁는 문제(헤드 crash)가 발생하여 정보의 손실은 물론 드라이브에 영구적인 손상을 주게 된다. 광기록방식에서는 비접촉식으로 정보를 읽고 씴으로써 이러한 문제를 극복해 각광받는 매체로 부각되었다.

한편, 요즘들어 개인용컴퓨터(personal computer)를 다루는 환경이 크게 바뀌고 있다. 즉, 사용자가 쉽게 컴퓨터에 익숙해 질 수 있도록 준비된 윈도우 환경이 널리 보편화 됨에 따라 용량이 큰 오퍼레이팅 시스템(OS)과 응용소프트웨어가 선보여왔다. 그 결과, 컴퓨터의 하드웨어 특히 메모리는 OS, 응용소프트웨어의 설치를 위해서 사용자는 수십장의 플로피 디스크를 사용해야 되는 부담을 갖게 되었다. 그 해결책으로서 등장한 CD-ROM드라

이브는 컴퓨터와의 인터페이스가 약간 문제되긴 하지만, 저렴한 가격으로 인해 현재의 컴퓨터 시장에 깊숙히 침투하고 있다. CD-ROM은 오디오, 비디오 CD를 패밀리로 가지며 동시에 개인용 컴퓨터의 멀티미디어화가 진행되어 멀티미디어 PC가 등장함으로써 CD-ROM은 거의 필수로 되다시피 되었다. 그러나 CD-ROM은 재생전용 미디어로 수동적 멀티미디어의 영역에 지나지 않으므로써 쌍방향 멀티미디어의 실현을 위해서는 여기에 새로운 개념의 멀티미디어용 기록매체 및 드라이브 시스템이 요구된다. 이러한 관점에서 상변화형 광기록매체는 바이어스 자석을 필요로하지 않는 순수한 광기록 방식에 의한 정보의 기록과 재생이라는 점에서 멀티미디어 시대의 핵심매체로서의 위치를 공고히 해 갈 것으로 생각된다.

II. 상변화형 광기록기술의 개요 및 특징

광기록은 집속된 레이저빔을 박막형태의 매질에 조사시켜 국부적인 성질 변화에 의해 생긴 매체의 광학특성의 차이를 정보의 기록과 재생에 이용한다. 이 기록방식은 비접촉식으로 10^8bits/cm^2 이상의 초고밀도 정보저장 및 이의 재생이 가능하고, 정보의 임의접근(random access)기능과 같은 장점을 가지고 있어 소형이면서도 대용량의 정보저장매체의 실현을 가능케 한다. 상변화형 광디스크는 한 재료의 결정상태(crystalline)와 비정질(amorphous) 상태의 반사율 차이를 이용해 정보를 재생하는 방식으로 상변화형 광기록방식에서는 대물렌즈와 조합된 단일과장의 레이저빔을 기록층에 focusing시켜 원하는 정보를 온전히 광학적 수단으로 기록하고 읽어 낸다. 다시말해, 단과장 고전력의 레이저를 이용해 디스크상의 한 spot을 기록층의 용점이상으로 가열한 후, 급냉시킴으로써 결정질의 기지에 비정질 마크를 형성시킴으로써 정보를 기록하고, 레이저로 기록층을 가열시켜 결정화(핵생성/결정립성장) 시킴으로써 정보를 소거시킨다.^{1,2,3)} 이 일련의 과정중에 생기는 상변화 및 이에 수반되는 광학적 성질의 변화를 도식적으로 나타낸 것이 그림 1이다.

상변화형 광기록방식에서는 기록한 정보(비정질 마크)가 강도변조에 의해 감지되고, 이는 두 상(phases)간의 반사율의 차이(ΔR)에 의존하므로, 반사광이 편광상태를 유지할 필요가 없다. 그 결과, 집적된 광학기술을 복합시키면 간단한 광학계의 구성이 가능한 잇점이 있다. 또한 상변화형 광기록 방식은 one pass로 직접 덮어쓰기(direct overwri-

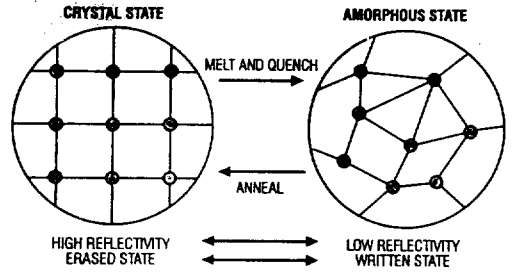


그림 1. 상변화형 광기록기술을 이용해 정보를 기록하고 소거할 때, 수반되는 미세조직의 변화를 도식화한 그림.

방식은 one pass로 직접 덮어쓰기(direct overwrite)가 가능한 것이며 이 기술에 포함된 주요항목을 표 1에 요약하였다. 기존의 정보저장매체와 상변화

표 1. 상변화형 광기록기술 및 그 특징/이점

상변화형 광기록기술	기술의 특징/이점
직접 덮어쓰기 (one-pass)가 가능	단일빔으로 기록속도가 빠름
광학적 수단만을 이용	코일이나 bias자석이없어 간단한 구조가 가능
고밀도 기록 가능	용량의 확장이 용이
다기능(multi-function)	상변화형 rewritable 및 WORM과 互換
逆spiral양면디스크 제조용이	One-line용량의 증가
넓은 대역의 파장수용이 가능	단과장 광원의 적용이 용이
매체크기에 구애받지 않음	폭넓은 응용분야

te)가 가능한 것이며 이 기술에 포함된 주요항목을 표 1에 요약하였다. 기존의 정보저장매체와 상변화형 광기록 매체를 정성적으로 비교했을 때, 상변화형 광기록이 갖는 매력은 다음과 같다. 1) 직접 덮어쓰기 기능 : 한 트랙상에 이미 기록된 데이터 위에 새로운 데이터를 기록함과 동시에 소거할 수 있다. 그 결과, 기록하기전 한 트랙을 소거하는데 요구되는 디스크의 회전정체 시간을 없앨 수 있다. 2) 고출력 : 희토류-천이금속(rare-earth transition metal, RE-TM)을 이용하는 광자기매체에 비해 약 200-400배 정도의 강한 신호 출력을 얻을 수 있다. 그러나, 매체로 부터의 noise 또한 커져 현재로서는 S/N (signal-to-noise ratio)가 이 두 매체

에 대해 상응하는 수준이다. 3) 간단한 광학계의 구성 : readback 신호가 강도변조에 근거하므로, 반사광의 편광상태를 유지할 필요가 없게 된다. 4) 간단한 드라이브 실현가능 : bias자석이 필요치 않음으로써 보다 compact한 광드라이브가 실현 가능하며, 이로 인해 드라이브의 전력소모가 작아 laptop 컴퓨터용으로도 적합하다. 한 예로서, 기록층으로부터 $\sim 1\mu\text{m}$ 상공을 flying하는 slider에 레이저와 광소자(photo-detector)를 장착시킴으로서 헤드를 간소화시킬 수 있다. 또한, 헤드와 디스크의 간격(flying height)이 좁아질 것 같으면 대물렌즈와 초점 actuator를 제거시킬 수 있어, 헤드가 매우 경량화 되고, 따라서 access하는데 소요되는 시간을 자기디스크 드라이브(HDD)에 상응할 정도로 줄일 수 있는 강점이 있다. 5) recordable CD's 용 매체로 하위 호환성이 있다. 또한, 8배속 먼기록밀도 달성가능성 및 단 한개의 레이저빔으로 ROM형의 mastering이 가능하다는 것 외에도 RAM과 ROM용으로 동일한 감지채널(detection channel)을 사용한다는 점이다. 또한, 트랙상에서 효과적인 servo를 통해 제거가능형의 매체실현이 용이하고 그 결과 무한대의 near-line 데이터 저장의 꿈이 실현될 수 있다는 것 등이다. 또한, 상변화형 광기록매체의 주요 특징중의 하나는 광자기에 비해 기록재료가 광원의 파장에 비교적 폭넓게 대응할 수 있다는 점이다. 가령, 입사레이저 빔의 파장이 830nm와 630nm 일 때, 광학적 특성차이를 표 2에 나

표 2. 광원의 파장에 따른 광학적 특성의 차이

비 교 항 목	입사광의 파장(λ)	
	830nm	680nm
비정질의 반사도(R_a)	0.2%	12.3%
결정질의 반사도(R_c)	23.7%	36.3%
두 상간의 반사도차이(ΔR)	23.5%	24.0%
비정질의 흡수도(A_a)	84.2%	79.9%
결정질의 흡수도(A_c)	72.5%	61.7%

타내었다.³⁾ 두 파장대역에서 공히 기록층재료(chalcogenide 금속간화합물)의 결정질과 비정질간의 반사도의 차이는 약 24%로 비교적 큼을 알 수 있다. 이 외에도 상변화형 광기록매체 및 광자기기록 매체와 드라이브의 기술비교와 매체의 신뢰성을 표 3~5에, 그리고 상변화형 광기록방식에서 매체의 용량을 증가시키기 위한 제반 인자의 조합의 예를 표 6에 각각 요약하였다.

상변화형 광기록매체의 예상응용분야로는 기존 자기기록매체 대체분야와 신 응용분야로 나누어

표 3. 상변화형 광기록 매체의 특성 및 신뢰성

기록-소거	직접 덮어쓰기방식
반복사용특성	물리적으로 제약이 있으나 논리적으로는 충분
반복성향상 핵심기술	박막형의 기록층 급속냉각이 가능한 구조 ZnS-SiO ₂ 층, SiO ₂ 층
관독횟수 안정성	1백만회 (@50°C)
Cross소거 안정성	1.20 μm /트랙피치 (@780nm, NA=0.5)
예상수명	60년이상 (@50°C, 80%상대습도)
매체제조방법	In-line sputtering
사용재료(타겟재료)	ZnS-SiO ₂ Ge-Sb-Te 급속간 화합물 Al-Ti 합금

표 4. 상변화형 광기록매체와 광자기기록매체의 기술 비교

비교항목	상변화 방식	광자기 방식
정보의 기록기구	비정질 마크형성 용해 및 급냉과정 (열방식 기록)	자화마크(자구) 형성 T _{Curie} 와 자기장이용 (열방식 기록)
정보의 소거기구	결정질: 소거상태 결정화온도 이상으로 가열	逆磁化 T > T _{Curie} 으로 가열과 동시에 소거자기場인가
기록/소거온도	기록시: $\sim 600^\circ\text{C}$ 소거시: $\sim 400^\circ\text{C}$ (기판상)	기록시: $\sim 200^\circ\text{C}$ 소거시: $\sim 200^\circ\text{C}$
읽기 기구	광학적 明暗변화 반사도의 변화	자구변화 평광면의 회전 (강도변화)
초기화	결정화 온도이상으로 가열	T _{Curie} 와 소거 자기場
기록재료	Chalcogenides (예: GeSbTe 화합물)	희토류-천이금속합금 (예: TbFeCo 화합물)
디스크층 구조	4층막 구조	4층막 구조
디스크 트랙구조	U-자형 groove $\sim \lambda/8$	V-자형 groove와 land $\sim \lambda/8$ (pre-groove)

	(pre-groove & emboss-pit)	~ λ/4(emboss-pit)
표 5. 상변화형과 광자기용 드라이브의 기술비교		
비교항목	상변화형(PCODD)	광자기(MODD)
신호의감지원리	반사도변화	편광면의 회전(Kerr rotation)
출력신호진폭	1.0	1/10~1/20
헤드	광헤드	광헤드/bias자석
레이저빔의 편광	어떤 형도 가능(원형)	縱형(수직 혹은 평행)
광의 경로	P.B.S.(100%투과율) λ/4 plate 전체투과효율:50%	B.S.(70~80%투과율) P.B.S., analyzer 25~40%
RF신호감지방식	R/W시:신호의 합 ROM시:신호의 합	R/W시:신호의 微分치 ROM시:신호의 합
	서보(servo):합/微分	서보(servo):합/微分
기록방식	직접덮어쓰기(1 pass)	소거후 기록(2 pass) 직접덮어쓰기(선택사항)
레이저빔변조방식	판독(저 전력) 덮어쓰기(고전력 펄스+마이어스전력)	판독(저 전력) 소거(고전력 직류) 기록(고전력 펄스)
온도보정	필요없음	온도에서 이용한 보정이 요구됨

생각할 수 있는데, 특히 멀티미디어 저장매체, 멀티미디어 정보저장, MPEG 2 동화상, VOD(video-on-demand), 의학 및 기상분야에서의 imaging, 전자출판, 전자식 발표, giga-byte(GB)급 자기디스크의 백업 등의 폭넓은 용도가 기대된다.

III. 상변화형 광기록매체의 요건 및 그 문제점

상변화형 광디스크는 한 재료의 결정상태(crySTALLINE)와 비정질(amorphous)상태의 반사율 차이를 이용해 정보를 재생하므로 정보의 소거과정에서 비정질마크의 결정화속도와 기록된 정보의 안

표 6. 상변화형 광기록기술에 있어 매체의 용량증가 인자의 조합

항목	제품	ANSI/×3B11	고급기술
광원의 파장	780nm	680nm	680nm
기록매체재료	GeSbTe	GeSbTe	GeSbTe
대물렌즈의 N.A.값	0.5	0.55	0.60 (0.6mm 기판)
트랙피치(μm)			
-Groove	1.20	1.00	~0.8
-Land & groove	-	-	~0.7
비트길이(μm)			
-Mark position	0.90	0.84	~0.6
-Mark edge	-	-	~0.35
면기록密度(Gbit/inch ²)			
-Mark position	0.60	0.77	~1.1
-Mark edge	-	-	~1.8
-Mark edge/Land & groove	-	-	~2.6

정성이 중요시 된다. 야금학적 측면에서 상변화 광기록매체는 기록시에 약 600℃, 소거시에는 약 400℃의 가열이 필요하며 기록시 디스크면에서 20 mW 이상의 레이저파워가 통상 요구된다. 따라서 이들 매체가 갖추어야 할 요건으로는 1) 보통의 레이저 파워에서도 기록층이 쉽게 용융될 것, 2) 정보판독시 충분한 광학적 성질의 차(contrast)를 보일 것, 3) 상온에서 비정질상이 장시간 방치하였을 때도 안정할 것, 4) 재결정에 요하는 시간이 짧을 것 등이다.²⁾ 또한 상변화형 광기록재료 및 디스크 구조측면에서는 디스크상에서 비정질상태를 만들기엔 충분한 만큼 급냉될 수 있어야 하고, 상온에서 비정질상이 안정하게 존재(구조측면)하며, 반복사용(overwrite cycles)에 따른 열화가 작은 안정된 조성이어야 할 필요가 있다. 다시 말해, 기록 감도를 저하시키지 않으면서 개서속도를 증가시키고, 기록매체의 열적안정성을 향상시키는 것이 필요하다. 이와 더불어, 반복적으로 사용(재기록)할 수 있는 횟수를 어떻게 증가시키느냐 하는 것(기록과 소거시 반복수명이 긴 기록매체 개발)과, 안정하고 비정질-결정간의 변화가 가열적으로 빠르게 진행(안정하면서도 기록과 소거속도가 가능한 빨라야 함)될 수 있는 합금의 개발이 중요하다.

위에서 제시한 매체요건을 만족시키는데 있어 근간이 되는 아이디어로는 화학양론(stoichiometry)적으로 원소들간의 상대적 비율이 정해진 특정

화합물을 찾는 것인데, 이것의 가장 큰 강점으로는 가역변태가 진행되는 동안, 수반되는 원자의 확산(diffusion)이 단시간에 종료될 수 있다는 점이다. 그림 2는 기록층의 두께가 100nm이고 이를 ZnS 보호막 사이에 샌드위치로 만든 Ge-Sb-Te 3원계 합금 박막에서 재결정에 필요한 레이저펄스의 지속시간을 보인 것이다.⁴⁾ 그림에서 알 수 있는 바와 같이 GeSbTe 금속간 화합물은 결정화에 소요되는 시간이 100ns로 우수한 소거속도를 보임을 알 수 있다. 그러나 상변화형 기록재료에서 정보의 기록과 소거과정이 반복됨에 따라 거시적으로 비정질-결정간의 가역적변화가 미시적으로는 원자의 배열, 원자공공의 분포, 인접원자수의 변화 등의 비가역적요인이 수반된다. 결국, 상변화형 광기록기술의 진보에 큰 bottle-neck으로 작용하는 해결할 과제로는 비트 경계부와 내부가 겪는 열이력(thermal history)이 다르기 때문에 발생하는 국부적인 조성의 변화와 반복사용에 따른 기록층의 유동문제이다. 특히 후자의 경우, 기록층유동에 의해 기록막의 두께가 변화하고 그 결과 광흡수도가 변화되어 유동이 더욱더 촉진되는 악순환이 일어나는 것으로 밝혀졌다. 광디스크의 실용화를 위해서는 최소한 10^3 회 이상의 덮어쓰기가 가능해야 하는데 마크위치(mark position) 기록방식의 경우 상변화디스크는 기록횟수가 있어 별문제가 되지 않으나($\sim 10^6$ 회), 한층더 고밀도화를 달성하기 위해 기록마크의 길이를 길게하여 기록하는 이른바 "mark edge" 기록방식을 채용할 경우, 기록막의 유동이 발생하여 덮어쓰기가 가능한 횟수가 급격히 저하하는 문제가 있다. 그 발생기구에 대해서는 아직 규명된 바는 없으나 마크위치 기록방식에서보다 마크길이를 더 길게 하기위해 레이저빔의 펄스를 오래 지속시키면 기록막이 용융되고 유동함과 동시에 편석이 발생하기 때문인 것으로 판단된다. 최근에 조사한 바에 따르면 고용점의 Cr-Te화합물을 소량 기록층에 첨가함으로써 내구성이 개선되었다는 연구결과가 보고된 바 있다.⁵⁾ 결국 이같은 연구성과에 힘입어 반복기록횟수를 제한하는 기술적인 bottle-neck의 극복에 큰 진보를 이룸으로써 상변화형 광기록매체의 상품화에 큰 전기를 맞을 것이 예상된다.

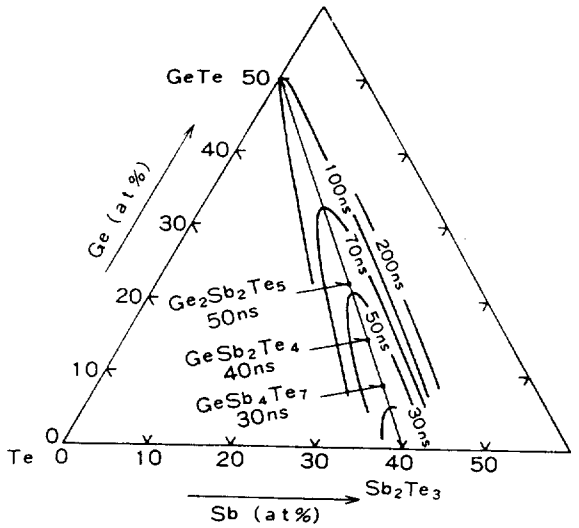


그림 2. 기록층의 두께가 100nm이고 이를 ZnS 보호막 사이에 샌드위치로 만든 Ge-Sb-Te 3원계합금 박막에서 재결정에 필요한 레이저펄스의 지속시간

의 개발, 새로운 신호처리 기술(PRML), 가변율 부호화기법 등의 여러가지 아이디어가 제안되었으며, 여기에서는 각각에 관한 간단한 개념만 언급코자 한다. 첫째, 광매체의 초해상기술(super-resolution) : 디스크 기록신호에서 트랙피치와 피트길이를 줄임에 따라 신호간섭비율(cross-talk)이 커지는 것이 고밀도화를 막는 물리적 한계이다. 이 때 읽어낸 유효빔의 크기를 작게 함으로서 빔의 직경보다 좁은 피치로 기록된 정보를 읽어 내는 방법이 매체의 초해상기술이다.⁶⁾ 둘째, 광원의 단파장화 : 이는 레이저광의 발진파장을 짧게하여 집광된 빔의 크기($d \propto \lambda/NA$)를 줄여 고밀도화를 꾀하는 방법이다.⁷⁾ 셋째, 광디스크 시스템의 고밀도화를 위한 새로운 신호처리기술의 개발(예 : partial response maximum likelihood, PRML) : 이는 PR이라는 파형동화기와 최우복호법중의 하나인 Viterbi 복호기(detector)를 조합하여 재생과정과 근사한 형태의 부분응답이 되게 등화기를 선택함으로써 신호대 잡음비(S/N)가 나빠도 오류율(error rate)을 최소화 하는 신호처리기법이다.⁸⁾ 넷째, 광학계의 초해상 : 렌즈를 통해 레이저빔을 집광하는 경우, 빛의 파동성에 기인한 회절한계보다 작은 크기(직경)의 빔을 만들기 위해 평행광의 중심부에 차광소자를 위치시켜 강도감쇄 및 위상이동을 일으킴으로써 광픽업의 분해능을 향상시키는 방법이다.⁹⁾ 다섯째, 가변율 부호화기법 : 디지털 기록매체에서 대용량

IV. 상변화형 광기록의 고밀도기술 및 매체의 표준화 동향

IV.1. 고밀도 기술

고밀도의 정보기록을 구현하기 위한 핵심기술에는 매체 및 광원의 초해상을 비롯해 단파장 광원

의 동화상(데이터)을 기록하기위해 사용하는 영상 압축 및 부호화기법으로, 시공간축상에서 영상의 복잡도에 따라 차등적으로 압축율을 부여함으로써 동화상에서 화질불균형을 막는 방법이다.¹⁰⁾

IV.2. 매체에 관한 소비자의 요구동향

이 section에서는 최근 일본의 마쓰시다에서 발표한 상변화형 광기록매체인 "PD"를 중심으로 그 개발배경 및 이로부터 정보저장매체분야의 동향을 정리해 보고자 한다. 요즘 보편화 되어 있는 콤팩트디스크(CD) 패밀리에는 CD-R이라고 부르는 기록 가능한 광디스크가 이미 제안되어 시판되고 있지만, 이는 CD플레이어로 재생가능하며 이를 추가형 광디스크(WORM)라고 알려진 것으로서 오직 한번 밖에 기록할 수가 없는 것이 특징이다. 한편, 여러번 반복해서 다시 쓸 수 있는 상변화형 광디스크를 이용한 서환형 CD의 개념은 오래전부터 제안되었지만 시판되는 CD플레이어로 재생할 수 없는 것이 실용화를 막는 하나의 이유로 알려져 있다. 그런데 CD포맷은 원래 재생전용이고 사출성형(injection molding)에 의해 찍어내는 것을 전제로한 것이므로 기록 및 재생 또는 컴퓨터 데이터 저장용으로는 적합하지 않아, 현재의 CD-R은 제한된 용도로만 사용되고 있다. 가령, CD로 프레스하기 전에 시뮬레이션하거나 또는 CD-R에 일괄기록하고 데이터를 보존하는 업무용과 시장용으로서

의 응용이 대부분인 실정이다. 그러나, 컴퓨터 사용자는 적어도 광디스크를 대용량의 플로피디스크의 감각으로 사용하고 동시에 대용량에 어울리는 재생/기록 속도를 원하고 있다. 즉, 대용량이라하더라도 플로피 디스크정도의 기록 및 재생속도로는 데이터의 전송에 시간이 걸려서 쾌적한 환경을 맞출 수 없다는 것이다. 따라서 아래의 기술하는 몇 가지 요구를 만족시키는 정보기록 시스템의 개발을 부추켜 왔다. 그 예로는 1) 대용량의 데이터를 보급/배포하는데 우수한 CD-ROM의 재생기능을 서환형 광디스크장치에 덧붙임으로써 PC에 조립이 용이하고 가격에 비해 성능이 우수한 제품, 2) CD와 같은 신호재생원리를 사용함으로써 광학계가 간단하고 저가격의 광헤드가 쓰일 수 있는 광디스크, 3) CD와의 물리적 호환이 가능하고 취급도 용이하며 동시에 데이터보호에 적합한 카트리지에 넣을 수 있어야 하고, 4) 현재의 PC, WS 환경에서 사용되는 플로피디스크, 하드디스크와 같은 데이터구조의 섹터포맷을 채용하여 현재의 컴퓨터환경에서 직접 사용(512 Bts/섹터) 할 수 있어야 한다. 물론 MCAV(modified constant angular velocity)포맷을 채용하여 CLV포맷의 CD/CD-ROM 보다도 고속으로 쓰고, 동시에 역세스속도도 빨라야 한다. 5) 앞으로의 응용소프트웨어의 쾌적한 전송속도를 확보하기 위해서 적어도 4배속 CD-ROM상당의 데이터 전송속도와 검색시간을

표 6. 최근에 발표된 광기록시스템의 사양비교[II]

Specification	230M MO	ISO Gr. MO	Sony/3M MO	Matsushita PD	Toshiba Phase Change
Storage capacity	230MB	*1	650MB	650MB	*3
LD wavelength	780nm	685nm	680nm	780nm	685nm
Numerial aperture	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Bit length	0.87 μ m	0.33 μ m	0.41 μ m	no data	no data
Track pitch	1.39 μ m	1.10 μ m	1.20 μ m	1.2 μ m	0.90 μ m
Tracking method	Grooved disk	Grooved disk	Sector pits	no data	Grooved disk
Encoding system	(1,7) RLL	(1,7) RLL	NRZI/PRML	no data	(2,7) RLL
Disk diameter	86mm	86mm	88mm	120mm	86mm
Surface used	One side	One side	One side	One side	Two sides *4
Substrate material	Polycarbonate	Polycarbonate	Polycarbonate	Polycarbonate	Polycarbonate
Disk rotation	ZCAV	ZCAV	ZCAV	ZCAV	ZCAV
Writing tool	Laser	Laser	Pulsed laser	Laser	Laser
Reading method	Mark position	Mark edge	Mark edge	no data	Mark position
Overwrite	Non direct	Non direct	Direct	Direct	Direct
Backward compatibility	Write & reads 128M	*2	None	None	None

*1 Depends on sector length; if sector is 512B, total capacity is 540MB; if sector is 2048B, capacity becomes 640MB.

*2 Can read 128MB and write and read 230MB.

*3 Capacity is 1.3GB if sector length is 2048B. Sector of 512B are also possible.

*4 The two sides disk is formed by laminating together two one sided disks each employing a 0.6mm polycarbonate substrate.

실현할 수 있어야 한다는 것이다. 이상에서 밝힌 소비자의 요구를 만족시키기 위해 비교적 다양한 제품들이 현재에도 선보이고 있으며, 참고로 최근에 발표된 광기록시스템의 사양을 비교하여 표 6에 요약하였다.¹¹⁾

IV.3. 상변화형 광디스크 표준화동향

상변화형 광기록 매체(디스크)분야의 표준화를 위한 working group(WG)이 지난 6월 27일 결성되어 활동 중이다. 현재까지 일본에서는 Japanese National Body(JNB)주관으로 sub-committee (SC 23)의 WG6 모임이 계속되고 있으며, 금년 2월 17일 JNB측의 대표단이 우리나라를 방문해 기술소개와 90mm 광디스크 케트리지에 관한 제안서의 설명회를 가졌다. 표 7은 90mm 광디스크 케트리지용 제안서의 주요내용을 요약한 것이다. 이들 모임의 주요 취지는 상변화형 광기록 기술에 관한 정보의 제공과 상호교류(ISO/IEC JTC1 SC23/WG2)를 통해 상변화형 광기록의 보급과 상호간의 이익을 도모하는 것이다. 일본 기록매체 관련 working group활동자료에 따르면 상변화형 광기록은 상당한 신뢰성이 확보된 기술이라는 업계측의 주장과 이미 상변화형 광기록 제품이 시장에 출하되었다는 점, 그리고 매체 및 드라이브 생산과 평가분야에 multi-vendor가 있어 기술의 가속화를 예견하고 있다. 또한, 매체 호환성 측면에서는 앞에서 지적한 readout 신호의 세기가 큰 점, RAM과 ROM용의 트랙구조가 간단한 점, 어떤 형태의 레이저빔 편광으로도 판독이 가능한 점과 공정의 단순성 등에서 매력있는 기록매체로 평가하고 있다.

표 7. 90mm 광디스크 케트리지용 제안서의 주요 내용

디스크 기록용량	1.1 GB(512B/sector) 1.3 GB(2048B/sector)
사용면수	양면 (double sided)
트랙피치	0.9 μ m
선기록밀도	~3100 channel bit/mm
광원의 파장	685nm
기판의 두께	0.6mm(polycarbonate)
기록위치	In-groove
변조코드	2 - 7
기록방법	PPM
포맷	ZCAV

V. 맺음말

상변화형 광기록방식에서는 단과장 고과위의 레이저를 이용해 디스크상의 한 지점을 기록층 재료의 용점이상으로 가열한 후 냉각시킴으로서 결정질기지(crystalline matrix)에 비정질마크(amorphous marks)를 형성시킴으로서 정보를 기록하고, 레이저로 기록층을 가열시켜 결정화시킴으로서 이미 기록된 정보를 소거시킨다. 기존의 정보저장매체와 상변화형광기록 매체를 정성적으로 비교하면 직접방식에 의한 덮어쓰기 기능, 강한 출력, 간단한 드라이브 및 광학계의 실현, recordable CD's용 매체로서의 하위호환성 등에서 강점이 있는 것으로 평가된다. 그러나 상변화 광디스크는 기록시에 약 600 $^{\circ}$ C, 소거시에는 약 400 $^{\circ}$ C의 가열이 필요하여 정보의 반복기록과 소거시 매체가 겪는 열적효과에 의해 비가역적인 요소가 수반된다. 따라서, 국부적인 조성의 변화와 반복사용에 따른 기록층의 유동이 생기는 등의 기술적 bottle-neck이 이 분야를 연구하는 이들의 도전을 기다리고 있다. 또한 시기적으로는 멀티미디어 환경에 부응하여, 상변화형 광기록매체는 순수한 광기록 방식에 의한 정보의 고밀도기록과 재생이라는 점에서 앞으로의 멀티미디어 시대의 핵심매체로서 위치를 차지해 갈 것으로 기대된다

참고 문헌

1. "Tchnical Introduction of Phase Change Rewritable Optical Disk Technology", Matsushita Electric Ind. Co., X3B11(1994).
2. A.B. Marchant : Optical Recording, Addison-Wesley Publishing Co., (1990) p.87
3. Matsushita Electric Ind. Co., Document No. X3B11/92-055(1994)
4. N. Yamada, E. Ohno, N. Akahira, N. Nishiuchi, K. Nakata, and M. Takao : "High Speed Overwritable Phase Change Optical Disk Material", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.26(1987) pp.61-66
5. 次世代 DVD 高密度化와 規格化動向(1994) p.35
6. K. Aratani, A. Fukumoto, M. Otah, M. Kaneko, and K. Watanabe : "Magnetically Induced Super-resolution in Novel MO Disk", Proc. SPIE Vol. 1499(1991)p.209

7. M.A. Haase, J. Qie, J.M. DePuydt and H. Cheng : "Blue-Green Laser Diodes", Appl. Phys. Lett., Vol.59(1991) pp.1272-1274
8. "PRML As An New Signal Processing Method for High Capacity Recording Systems", Nikkei Electronics, No.599(1994) pp.71-97
9. Y. Yamanada, Y. Hirose, and K. Kubota : "High Density Optical recording by Superresolution", International Symp. on Optical Memory (1989) pp.99-100
10. ISO/IEC JTC/SC29/WG11 "Coding of Moving Pictures and Associated Audio" MPEG-2 Draft, International Standard DIS 13818, March (1994)
11. Magnetic Media International Newsletter, Vol.14, No.3 (1994)

저자소개



김명룡

1960년 3월 1일생. 충북대학교 금속공학과(BS, 81/2). 서울대학교 금속공학과(MS, 83/02). 현대용접기술연구소 연구원(84-87). 미국 Iowa 주립대학교 재료공학과(MS, 89/08). 미국 Utah 대학교 금속공학과(Ph.D., 93/03). 1993/04-현재

금성중앙연구소 소재재료연구실 책임연구원.