

## 초소형 광디스크

김진홍 (LG전자기술원)

### 1. 서론

레이저 광을 집속시켜 기록물질의 광학적 특성을 변화시키는 메커니즘으로 “on” “off” 디지털 정보를 기록하는 광기록기술의 상용화는 1980년대 시작되어 지금까지 발전되어 오고 있다. 이 광기록기술은 광디스크 한 장당 640 MB 용량의 CD 에서 시작하여 현재는 25 GB 에 이르고 있다.

초기에는 하드디스크의 기록밀도가 광기록 밀도를 넘지 못할 정도로 광기록기술이 하드디스크의 우위를 점령하였다. 이때 일본이나 미국의 주요 기업들은 앞다투어 광기록기술 개발 경쟁을 하였고, 가장먼저 주류기술로 등장된 광기록기술은 광자기(Magneto-Optical) 기술이었다. 주로 희토류와 천이금속의 합금으로 구성된 기록물질은 디스크 기판면에 대해 수직 방향으로 자화되는 특성이 있었고, 이 기록물질에 레이저 광을 주사하여 온도를 높여주고 외부에서 자계를 가해주면 기록마크(자구)를 형성시킬 수 있다. 기록물질에서 반사되는 편광된 레이저광의 편광면은 기록마크의 자화방향에 따라 좌, 우 방

향으로 회전하는 특성을 갖게 되고, 이 특성을 이용하면, “on” “off” 정보를 읽을 수 있게 되는 것이다.<sup>1)</sup>

1980년대 당시 하드디스크 기술개발을 주도하던 IBM 등을 중심으로 광자기기술은 실용 가능한 단계까지 개발되었었고, 5.25 인치 직경에 640 MB 용량이 구현되었다. 오디오용 CD 가 자리를 잡아가긴 했지만 당시는 광디스크가 일반화되는 단계로까지 발전되지 못했었고, PC 의 보급이 급격해짐에 따라 하드디스크의 발전속도는 상당히 빨라지고 있었다

한편, 1980 년대 후반에 들어오면서 CD-ROM 이 일반화되기 시작했고, 지금까지도 CD-R 등의 CD 계열이 광디스크 시장의 상당부분을 차지하고 있다. 이때 일본 기업들을 중심으로 CD-ROM 과 같은 반사도의 변화에 의한 디지털 기록을 하게 되는 상변화 광기록기술에 주력하게 되었고, 이 상변화 기술은 오늘날 광기록기술의 중심이 되게 된 것이다. 상변화 광기록기술은 칼코젠 물질을 기록물질로 이용하여 레이저 광의 강도에 의해 비정질 상과 결정질 상으로의 조절이 가

능하고, 통상 결정질 상의 반사도가 비정질 상의 반사도에 비해 높은 특성을 이용하여 “on” “off” 정보를 기록, 재생한다.<sup>[2]</sup>

오늘날 광디스크시장의 많은 부분은 앞에서 언급한 광자기기술이나 상변화 광기록기술과 같은 기록, 재생 및 소거 기능이 있는 재기록 가능형 이라기보다는 한번 기록하여 여러 번 읽는 CD-R 혹은 DVD-R, DVD+R 과 같은 기록가능형 광디스크이다. 여기서 광디스크 혹은 광기록기술의 중요한 기능을 엿볼 수 있는데, 초기의 하드디스크와 광디스크의 경쟁관계에서 두 기술은 같은 목적을 갖는듯하였지만, 광디스크의 주요 기능은 하드디스크 Back-up 이나 데이터를 한번 기록하여 오랫동안 보관하는 등의 기능이 주된 기능으로 볼 수 있다.

한편, 광디스크는 초기의 5.25 인치 크기의 국제규격이 등장하여 데이터 기록 중심으로 발전하는 방향이 만들어 졌으나 상당부분의 응용은 CD 크기인 5인치 크기의 오디오/비디오 중심으로 발전해오고 있다고 볼 수 있다. CD, DVD, 및 현재의 Blu-ray Disc, HD-DVD 에 이르기 까지 지속적인 방향은 기록밀도를 높여 광디스크의 용량을 늘이는 것이었다. 적외선 레이저를 사용한 CD 의 경우가 장당 640 MB, 적색 레이저를 사용한 DVD 경우가 4.7 GB 이고, 청색레이저를 사용하는 Blu-ray Disc 와 HD-DVD 가 각각 25 GB 와 15~20 GB 이다.

2000 년대에 진입하면서 휴대폰, PDA 및 게임기 등의 이동형 기기들이 등장하면서 소형 저장매체 들이 등장하기 시작하였다. 플래시메모리를 비롯하여 소형 하드디스크 들이 경쟁하면서 휴대형 기기의 Storage 기능

을 공략하고 있다. 광디스크의 최대의 강점이라고 할 수 있는 점은 내장된 드라이브를 이용하면서 디스크 매체만의 교체가 가능하다는 점일 것이다. 이점은 플래시메모리와는 비슷한 면이 있지만, 가격 경쟁력에서 볼 때 광디스크를 따라 올 수 없다.

따라서, 광기록기술의 큰 흐름 중의 하나는 기록밀도 향상과 더불어 휴대형 기기 적용목적의 소형화로 볼 수 있다. 본 보고에서는 초소형 광기록기술의 현황과 발전 방향을 중심으로 논의 하겠다.

## II. 초소형 광디스크 기술

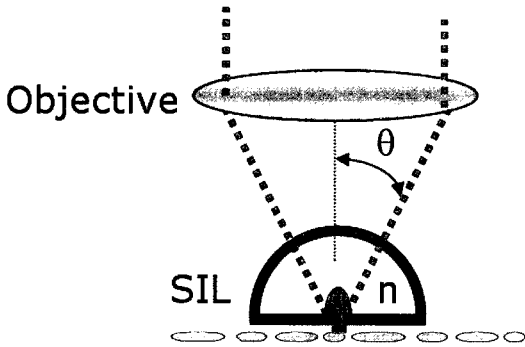
### 1. 초소형 디스크용 광학계

광기록기술에서 기록밀도를 높일 수 있는 기본적인 원리는 기록, 재생용 레이저광의 크기를 줄여주면 된다. 집속된 레이저 광의 직경  $D$  는

$$D \sim \lambda / NA$$

로 표현되고, 여기서  $\lambda$  는 레이저 파장, Numerical Aperture (NA) 는 광학계의 개구수 이다.  $D$  를 줄여 기록밀도를 늘이기 위한 기본적인 접근방법으로는 레이저의 파장을 줄이거나 광학계 NA 를 크게 하는 것이다. 기록밀도를 증가시키기 위한 이러한 방향은 기존의 광디스크뿐 아니라 고용량을 위한 초소형 광디스크 에도 같이 적용된다.

파장 감소는 가시광선에서 이용할 수 있는 최소 파장이 청색인바, 청색레이저를 이용하면 될 것이고, 광학계의 NA 를 늘이는 방법으로는 그림 1과 같이 Solid Immersion Lens (SIL) 를 이용하고 렌즈와 디스크 면을 가능



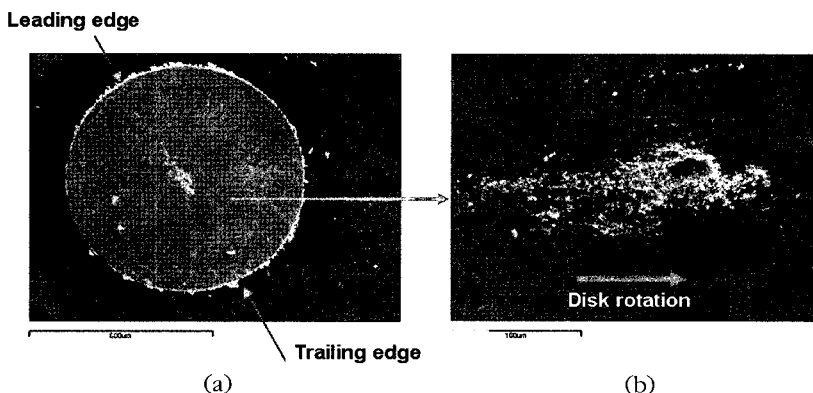
〈그림 1〉 Solid Immersion Lens 시스템

한 한 가까이하여 근접장(Near-Field)을 이용하는 방법이 대표적이다.<sup>[3]</sup> SIL의 굴절률이  $n$  일 때 렌즈 표면에 초점을 형성시키면, 집속된 레이저 광의 직경은 공기중의 직경에 비해  $1/n$  배가 된다. 이때 렌즈와 디스크면의 거리를 빛의 파장보다 가깝게 유지시켜 주게 되면 SIL에 맺힌 초점이 디스크면에 커플링되어 실질적인 레이저 광의 크기를 줄여주는 효과가 있게 된다. 만약 SIL과 디스크면 간의 거리가 파장 이상으로 멀어지면, 디스크면 상의 레이저광의 크기는 더 커지게 될 것이다. 이러한 것이 바로 근접장에 의한 현상인데, Evanescent 파라고 하여 프리즘에서

빛이 전반사 될 때 일어나는 현상과 같은 상황을 일컫는다.

렌즈와 광디스크 면간의 거리를 일정하게 유지시켜주기 위해서는 몇 가지 조건이 필요하다. 먼저, 광학헤드와 광디스크면 간의 거리를 조절해 줄 수 있는 기능이 있어야 한다. 그리고 디스크 면이 충분히 평편해야 하며, 또한 광학헤드가 따라 움직일 수 있도록 광디스크의 진동이 적어야 한다. 더불어 광학헤드와 광디스크면 간의 충돌이 가급적 없어야겠지만, 만일의 경우 충돌이 일어나더라도 데이터의 손실이 일어나지 않아야 할 것이다.

이처럼 SIL을 이용하는 경우, Head-Disk Interface (HDI)의 기계적인 문제가 중요하다. HDI의 기계적 문제와 더불어 SIL과 디스크간에 일어나는 열적인 문제도 풀어야 할 중요한 문제 중 하나이다. 즉, SIL 바닥면에 형성되는 레이저광의 초점 면과 디스크면간의 거리는 100 nm 이하로 좁은 상황이고, SIL로부터 디스크로 커플링된 레이저광에 의한 열은 좁은 HDI를 쉽게 빠져나가지 못하는 과정이 일어나게 되면서 이로 인한 문제점이 발생된다.

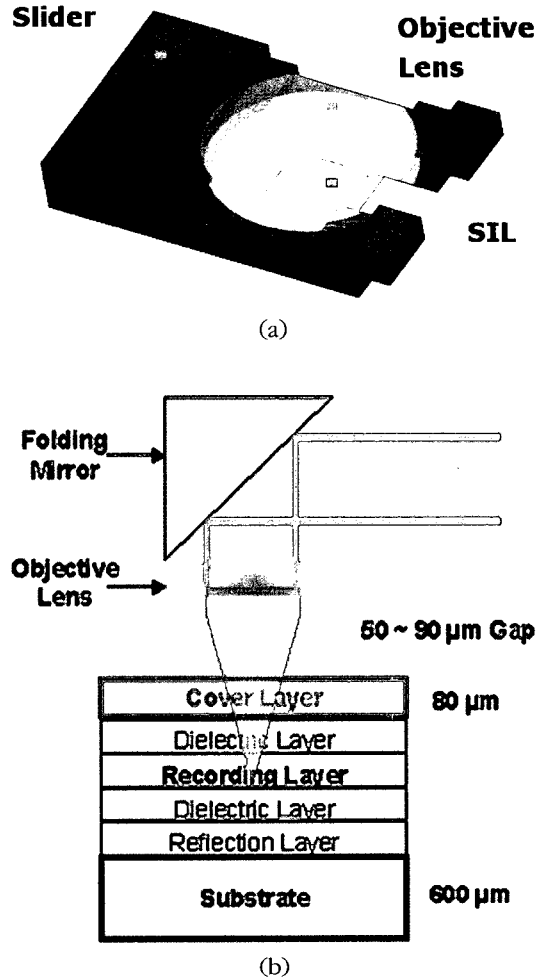


〈그림 2〉 (a) SIL 표면 오염 현상 (b) 초점 부근 확대관측

그림 2는 실험실에서 연속적으로 10시간 이상 기록실험 한 후 관측한 SIL 표면 사진이다. SIL의 중심 즉, 초점 위치에서 오염된 물질의 덩어리가 관측됨을 알 수 있었는데, Auger spectroscopy로 분석한 결과 디스크 보호막물질과 주변 먼지물질로 구성됨을 알 수 있었다. HDI에 축적된 열이 주변 물질들을 포집하는 현상으로 여겨지며, 이를 극복할 수 있는 방법으로는, 일부 근접장 효과를 희생시키더라도 레이저광의 초점 면을 디스크 안으로 이동시키는 방법 즉, 유사 근접장(Pseudo Near-Field)을 이용하는 방법이다. 이 경우 디스크에는 수  $\mu\text{m}$ 에서 수십  $\mu\text{m}$  정도의 커버층을 코팅하여야 한다. 이 커버층에 관해서는 뒷부분에서 논의하겠다.

## 2. 광학헤드

초소형 디스크용 광학헤드는 이동기에 응용이 목적인바, 기본적으로 소형화 하여야 할 필요가 있을 것이다. 따라서 기존의 Blu-ray Disc 광학계를 소형화하여 광학헤드를 구성한 Philips의 경우도 있지만,<sup>14)</sup> 독창적인 헤드의 설계가 가능할 것이다. 본 논문에서는 Blu-ray Disc 광학계 이외의 초소형 디스크 시스템에 적용한 두 종류의 광학계 및 헤드에 관해 논의하고자 한다. 그림 3(a)와 같이 하드디스크의 경우와 같은 Flying 헤드를 이용하여 헤드와 디스크 간의 거리를 Aerodynamics에 의한 조절을 이용한 경우가 있고, 또한 그림 3(b)와 같이 일반적인 광학헤드인 Non-flying 헤드를 이용하여 초소형 디스크 시스템을 구성한 경우가 있을 수 있다.



〈그림 3〉 (a) Flying 헤드와 (b) Non-flying 헤드 및 디스크

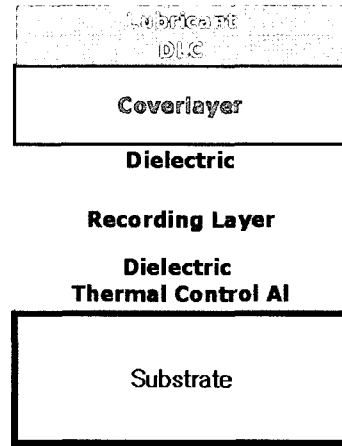
Flying 헤드인 경우는 디스크의 회전에 의한 공기의 흐름을 이용하여 헤드가 디스크 상을 비행하는 것으로서 헤드의 크기나 형태, 디스크의 속도나 상태 등에 따라 헤드와 디스크간의 거리 및 안정성 등이 달라진다. 다만 100 nm 정도인 헤드와 디스크간의 거리를 안정되게 할 수 있는 조건을 찾는다면, 이 거리를 조절하는 Actuator는 불필요해지는 장점이 있다.<sup>15)</sup> 한편, 이러한 Flying 헤드

를 적용하는 경우 헤드와 디스크간 즉, HDI 문제들을 고려해야 하는데, 대표적인 문제로는 헤드와 디스크간의 충돌이나 이로 인한 디스크의 내구성을 들 수 있겠다. 하드디스크의 경우 이러한 HDI 문제 측정을 위해 Drag Test, CSS (Contact-Start-Stop) Test 및 Load/Unload Test 등이 있는데 이러한 측정 방법을 초소형 디스크에 적용한 결과를 뒤에서 논의 하도록 하겠다.

### 3. 초소형 디스크

Non-flying 헤드를 적용한 경우는 그림 3(b)에서 보는 바와 같이 헤드와 디스크간의 거리가 수십  $\mu\text{m}$  이상으로 충분히 넓은 상태를 Actuator 가 조절하는 상황으로 HDI 등은 물론 전혀 문제가 되지 않는다. 그림에서 보는 바와 같이 디스크 최상부에 80  $\mu\text{m}$  두께의 커버층을 도입하였는데, 이것은 Blu-ray Disc 의 경우 100  $\mu\text{m}$  커버층을 두는 것과 유사한 목적이다.

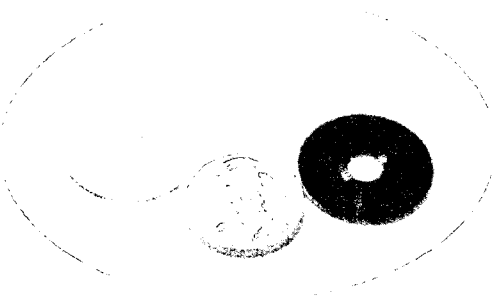
한편 Flying 헤드를 적용한 경우의 디스크 구조는 그림 4에 보였는데, 그림 3(b)의 Non-flying 헤드의 경우와 다른 점은 커버층을 포함한 그 상부의 디스크 구조이다. 커버층의 두께는 10  $\mu\text{m}$  이고, 그 상부에는 DLC (Diamond Like Carbon) 층과 Lubricant 층을 형성시켰다. 먼저 커버층의 경우는 디스크 보호 및 오염에 대한 안정성을 유지하면서 유사 근접장을 적용할 수 있는 정도의 두께로 줄인 결과이고, DLC 는 Lubricant 코팅하기 위해 증착하였다. 한편 Lubricant 는 하드디스크와 마찬가지로 HDI 문제를 극소화하기 위해 코팅한 것이다.<sup>[6]</sup>



<그림 4> Flying 헤드 및 유사 근접장 적용 디스크 구조

그림 5는 초소형 디스크의 사진으로 두 종류의 기판도 같이 볼 수 있다. 초소형 디스크는 디스크 Format 형식 등에 따라 달라지지만 1~2 GB 정도의 용량을 갖는 것으로 직경은 27.4 mm, 기판 두께는 0.6 mm 이다. 기판은 통상의 광디스크용 기판 재료인 Polycarbonate (PC) 와 흡습성 및 기계적 특성이 우수한 Polyetherimide (PEI)를 이용하였을 때 이다. PEI 기판의 경우, 디스크가 회전하면서 생기는 진동특성이 PC 에 비해 상당히 우수함을 확인하였는데, 디스크 회전이 1800 rpm 혹은 5400 rpm 일 때, 진동하는 진폭이 PC 기판에 비해 절반 정도의 특성을 보여 주었다. 따라서 Flying 헤드를 사용하는 경우라면, 특히 기판의 진동이 헤드의 안정성에 영향을 미치는 바, 기계적 강도가 우수한 PEI 기판이 PC 기판에 비해 유리할 것으로 여겨진다.<sup>[7]</sup>

한편, 기판을 제조하는 과정인 사출 특성을 고려하지 않을 수 없는데, PEI 는 용융점 등이 PC 에 비해 높은 특성이 있다. PC 인 경



(그림 5) 초소형 기판 및 초소형 디스크

우는 120도 정도면 95% 이상의 전사율을 얻을 수 있는 반면 PEI 의 경우는 140도에서 그것과 비슷한 전사율을 얻을 수 있었다. 따라서 기존의 PC 를 위한 사출기로는 PEI 를 사출하기에 적합하지 않은 단점이 있는바, 본 연구 과정에서는 스탬퍼와 금형간에 열의 흐름을 줄여주어 효과적으로 온도를 올릴 수 있게 30  $\mu\text{m}$  정도의 단열물질을 삽입하는 기술을 적용하였다.<sup>[7]</sup>

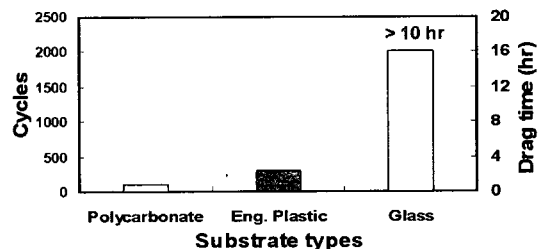
#### 4. 초소형 디스크의 기계적 특성

앞의 광학헤드 논의과정에 Drag test 등의 하드디스크의 특성 측정 방법에 관해 언급한 바 있었는데, 하드디스크용 내구성 측정기를 이용하여 초소형 광디스크의 기계적 내구성을 측정하였다. 주된 측정방법은 Drag test 로서, 디스크 상에 측정용 Slider 를 접촉시킨 상태로 디스크를 회전시키면서 마찰에 의해 생겨나는 음향신호를 분석하는 방법이다.

앞서 논의한 바와 같이 Flying 용 초소형 디스크의 경우는 디스크 최상부에 Lubricant 막이 코팅되어 있고 그 바로 아래에 DLC 막이 코팅되어 있다. Lubricant 는 하드디스크와 같은 Z-dol 물질을 이용하고, 두께는

2~5 nm 정도의 두께를 갖도록 하였다.[6] DLC 막은 스퍼터링 방법으로 제작하였는데, 광학적 최적화 하기 위해 스퍼터링 도중  $\text{CH}_4$  등의 가스를 첨가하거나 기판에 Bias 전압을 걸어주기도 하였다. 먼저 광학적 특성이란 빛의 투과도를 높여야 한다는 의미인데, 디스크 구조상 레이저 광이 DLC 막을 투과하게 되어 있다. 따라서 DLC 막의 투과도는 충분히 커야 할 필요가 있기 때문에 첨가 가스를 이용하여 투과도를 증가 시켰다. 역학적 강도의 경우는, DLC 막내의 탄소원자들의 결합과 관련되는 값으로  $\text{sp}^3$  결합이 많은 경우 다이아몬드 특성을 향상시키는데 이는 강도와 직접적인 관련이 있다. 따라서  $\text{sp}^3$  결합을 증가시키기 위해서는 박막 제조과정에 기판으로 입사되는 탄소원자의 에너지를 증가시켜주거나 혹은 기판에 Bias를 걸어주어 스퍼터링 가스를 기판으로 가속시켜주면 된다.<sup>[6]</sup>

여러 가지 내구성 Test 결과 중 기판의 종류에 따른 내구성 변화와 Lubricant 코팅 이후 열처리에 따른 특성의 향상에 관해 논하겠다. 그림 6은 유리기판, Engineering Plastic 기판, 그리고 PC 기판의 경우 각각 Drag test 에 의한 초소형 디스크의 내구성을 표현한 것이다. Drag test 조건으로는, 초소형 디스크의 회전속도 1.5 m/s, 접촉된



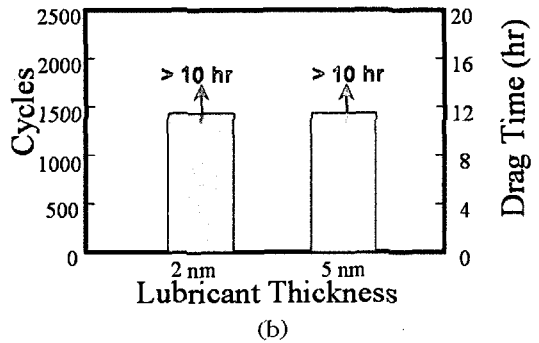
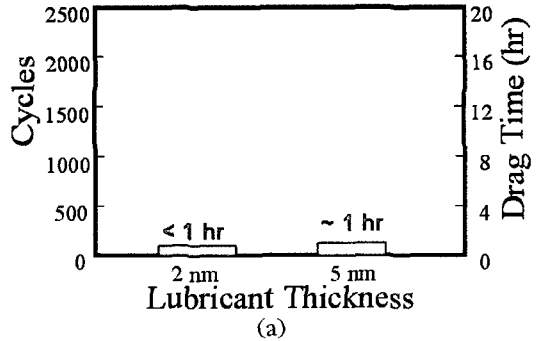
(그림 6) 기판 종류에 따른 초소형 디스크의 Drag test 결과

Slider 에 가해진 힘은 3 gf 이었다. 그림 6의 결과에서 볼 수 있듯이 유리 기판의 내구성이 가장 좋았고, PC 기판이 가장 좋지 않음을 볼 수 있었다. 초소형 디스크 내구성에 영향을 미치는 요인으로는 기판자체의 변형 및 진동 그리고 표면상태 등을 꼽을 수 있을 것이다. 이러한 모든 요인들의 관점에서 볼 때, 플라스틱 기판은 유리 기판에 비해 특성이 불리한 것은 자명하다. 유리 기판의 특성은 상대적으로 우수하나 궁극적으로 PC 등의 플라스틱 물질을 이용한 저가의 초소형디스크가 바람직함을 고려하면, 기계적 내구성을 갖는 플라스틱 기판개발에 좀더 관심을 기울일 필요가 있겠다.<sup>6)</sup>

그림 7은 각각 2 nm 와 5 nm 의 두께를 갖는 Lubricant 막의 열처리 전후의 Drag test 결과이다. 열처리 하기 전에는 1시간 정도의 내구성을 보여주었지만, 열처리 이후에는 10시간 이상의 내구성을 보여줌을 알 수 있었다. 열처리 조건은 100 도에서 1시간으로 하였고, 이 과정에 Lubricant 를 구성하는 폴리머들이 아래에 있는 DLC 막과의 접착을 향상시킨 결과로 해석된다. 결과적으로 Dip 코팅으로 제작한 Lubricant 막의 열처리는 초소형 디스크의 기계적 내구성 향상을 위해 반드시 필요한 과정으로 여겨진다.<sup>6)</sup>

### 5. 커버층 및 재생신호

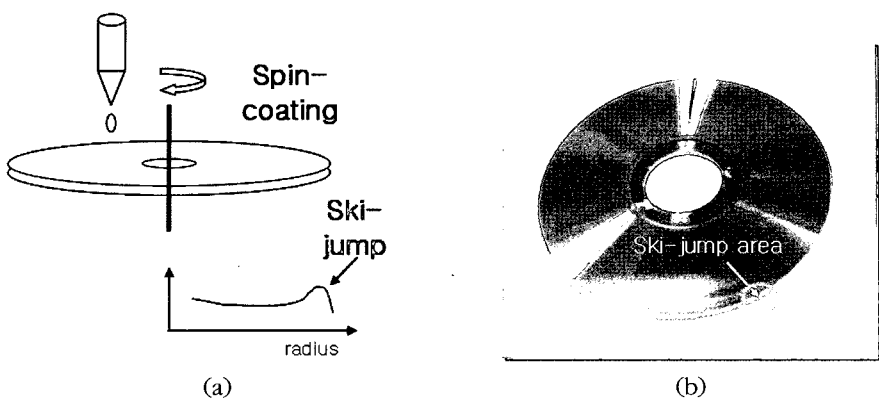
광학계의 NA가 커질수록 렌즈와 초점면간의 거리는 좁아진다. 따라서 렌즈와 디스크간의 거리 즉, Working distance도 필연적으로 줄어들기 마련인데, 따라서 커버층의 두께도 이들과 관련이 있다. 앞의 광학 헤드에



<그림 3> (a) 열처리하지 않은 초소형 디스크와 (b) 열처리한 초소형 디스크의 Drag test 결과

서 논의하였던 헤드 및 디스크 구조에 적합한 커버층을 형성하여야 하는데, Flying 헤드용과 Non-flying 헤드용으로 각각 10 μm와 80 μm의 커버층을 코팅하여야 한다.

광디스크의 커버층은 몇 가지의 요건을 갖추어야 하는데, 첫째는 디스크 전체에서의 Uniformity 를 갖추어야 하고 둘째는 스핀코팅시 생겨나는 디스크 가장자리의 Ski-jump 혹은 Edge bead 이다. 먼저 두께 Uniformity 의 경우, Blu-ray Disc 스펙은 ±2% 로 규정하고 있는데, 스핀코팅의 경우는 온도나 rpm 혹은 코팅시간 등의 공정변수를 조절하여 두께를 균일 하게 할 수 있으며, 커버 Sheet 을 이용하는 경우는 두께가 균일한 원재료를 이용한다면, 비교적 쉽게 잡을 수 있다. Ski-

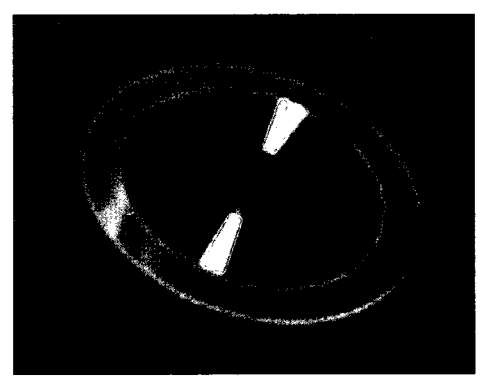


〈그림 8〉 (a) 스프인코팅과 Ski-jump의 형태 및 (b) 초소형 디스크의 Ski-jump

jump의 경우는 일반적인 스프인코팅에서는 필연적이지만 초소형 디스크에서는 Ski-jump의 영향이 기록면적과의 관계에 치명적인바, 최소화 할 수 있는 방법을 강구하여야 한다. 그림 8에 스프인코팅 및 이때 생겨나는 Ski-jump의 Diagram 및 Ski-jump가 형성되어 있는 초소형 디스크의 사진을 보였다. 스프인코팅 과정에 생기는 이 Ski-jump는 코팅물질의 표면장력에 의해 생기는 것으로 크기와 정도의 차이는 있을 수 있으나 특수한 방법 없이 없애기는 불가능하다.

자외선 경화수지를 이용하는 스프인코팅 방법에서 Ski-jump를 제거하기 위해 제안된 방법 중 대표적인 것은 스프인코팅 도중에 자외선을 비추어 경화시키는 방법이다. 스프인코팅 도중에는 수지의 원심력이 표면장력보다 크기 때문에 Ski-jump가 생겨나 있지 않고, 이 때 자외선을 주사하여 경화시켜버리면 된다. 본 연구에서는 이 방법 대신 초소형 디스크 외곽에 같은 두께의 Outer ring 을 끼워서 코팅하는 것이다. 그림 9에 Outer ring 을 끼운 초소형 디스크를 보였다. 이 방법은 가장 자리의 디스크 면과 Outer ring을 연속적으

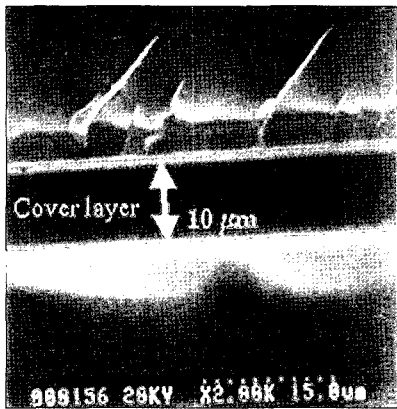
로 만들어 줌에 따라 Ski-jump는 Outer ring의 바깥에 형성되게 유도하는 방법이다.<sup>10)</sup> 이 방법을 시도하는 경우, 초소형 디스크와 Outer ring 간에 불연속 혹은 단차가 생겨나면 안되기 때문에 주의하여야 한다.



〈그림 9〉 초소형 디스크와 Outer ring

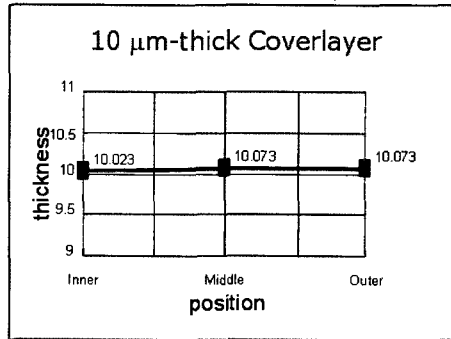
그림 10은 Flying 헤드용 초소형 디스크의 커버층 두께인 10 μm를 제작하여 SEM 으로 단면 사진을 관측하고 반경에 따른 두께 Uniformity 를 측정된 결과 이다. 본 연구 과정의 스펙은 10±0.2 μm으로 설정하였던 바, 충분히 스펙 안으로 두께 Uniformity를 얻을 수 있었다. 다만, Disk-to-Disk의 Uniformity





(a)

**10 ± 0.2 μm uniformity**

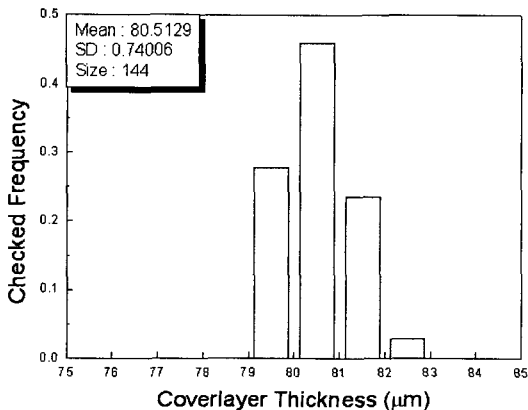


(b)

〈그림 10〉 Flying 헤드용 10μm 커버층의 (a) SEM 사진 및 (b) 두께 Uniformity

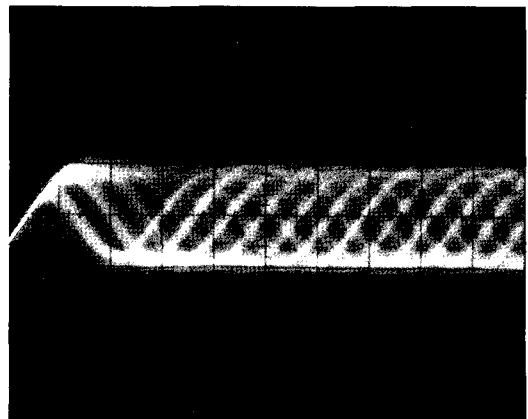
도 고려해야 한다.

그림 11은 Non-flying 헤드용 초소형 디스크의 커버층 두께인 80 μm를 제작하여 두께 Uniformity 를 측정된 결과 이다. 초소형 디스크 전 영역에 걸쳐 두께를 측정된 결과로서 80±3 μm의 스펙 안에 들어온다. 80 μm의 커버층을 위해서 70 μm 두께의 커버 Sheet 을 10 μm 두께의 자외선 경화수지를 이용하여 부착한 결과이다.



〈그림 11〉 Non-Flying 헤드용 80μm 커버층의 두께 Uniformity

그림 12에는 Non-flying 헤드를 이용하여 기록한 초소형 디스크의 재생신호를 보인다. 80 μm 두께의 커버층을 적용하였고, 기록층으로는 GeSbTe 상변화 물질을 적용한 초소형 디스크를 이용하였다. Eye pattern 은 Channel frequency 가 1 MHz 일 때 2T~9T 에 해당되는 재생신호들로 구성된 것이다. 결과에서 보듯이 Eye 가 선명히 열린 상태로 보기는 힘들지만 기본적인 특성은 보여주고 있는 것으로 여겨진다.



〈그림 12〉 초소형 디스크 재생신호 (Eye pattern)

### III. 결론

휴대형 기기への 적용을 목표로 하는 초소형 디스크를 위한 요소기술들을 개발하였다. 소형화뿐 아니라 기록 밀도를 높이기 위해 SIL을 이용한 근접장 기술을 적용하였고, Flying 및 Non-flying 헤드의 적용에 따른 각각의 초소형 디스크를 개발하였다. 특히 Flying 헤드에 대해서는 초소형 디스크에 HDI 를 고려한 DLC 층과 Lubricant 층을 적용하였다. 고밀도용 광학계의 적용을 위해 10  $\mu\text{m}$  혹은 80  $\mu\text{m}$ 의 균일 두께의 커버층을 제작하여 각각  $10 \pm 0.2 \mu\text{m}$  및  $80 \pm 3 \mu\text{m}$ 의 특성을 확보하였으며, 특히 Ski-jump는 Outer ring 기술을 적용하여 문제해결 할 수 있었다. 기계적 특성이 우수한 플라스틱 물질인 PEI 를 적용하여 HDI 성능은 일부분 향상시킬 수 있었으나 Glass 기판의 특성이 더욱더 우수 하였고, Lubricant 막의 열처리가 필요함을 알 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] Masud Mansuripur "The Physical Principles of Magneto-Optical Recording" Cambridge University Press, (1995).
- [2] Masahiro Okuda "Technology and Materials for Future Optical Memories" CMC出版 (2004). (Japanese)
- [3] T. D. Milster and S. G. Tang "Generation of compact near-field renergy for optical recording" Technical Digest of ISOM/ODS 2002, 281 (2002).
- [4] M. A. H. van der Aa "Highly Miniaturised Prototype optical drive for use in portable devices" Topical Meeting of ODS 2003, 2 (2003)
- [5] 김수경, 김영식, 박진무, 김진용, 김진홍 "근접장 광기록용 부상형 광학헤드의 설계와 특성 평가" 한국광학회 Vol 6, 13 (2002).
- [6] Jin-Hong Kim, Dae-Eun Kim, and Ho-Jong Kang "Head-disk interface in near-field recording disks" Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 42, 2746 (2003).
- [7] Jun-Seok Lee, Kun-Wook Park, Seung-Won Lee, Jin-Hong Kim, and Sookyung Kim "Substrate for ultra small optical disks" Topical Meeting of ODS 2003, 228 (2003).
- [8] Koo-Hyun Jung, Jung-Kyu Lee, Dae-Eun Kim, and Jin-Hong Kim "Effects of substrate and protective coating on the tribological characteristics of optical recording media" Wear Vol. 255, 1306 (2003).
- [9] Jin-Hong Kim, Ki-Myung Hong, Myung R. Kim, Sookyung Kim, Jung-Kyu Lee, Koo-

Hyun Jung, and Dea-Eun Kim "Near-field magneto-optical media" Digest Book of MORIS 2002, 195 (2002).

[10] Jong-Hwan Kin, Seung-Won Lee and Jin-Hong Kim "Coverlayer fabrication for small form factor optical disks" Proceedings of SPIE ODS 2004, 182 (2004).

저자소개



김진홍

1986년 2월 고려대학교 물리학과  
1988년 2월 고려대학교 물리학과 (석사)  
1996년 8월 KAIST 물리학과 (박사)  
1988년 2월 - 현재 LG전자기술원 소자재료연구소  
주관심 분야 Optical Data Storage