



최종국면에 돌입한 차세대 DVD 개발



DVD의 차세대를 목표로 광디스크를 제품화할 때가 임박해지고 있다. 긴장감이 증폭되고 있는 가운데, 장치 및 매체메이커는 저코스트화기술의 확립에 심혈을 기울이기 시작하고 있다.

이러한 경향은 2001년 10월 16일 ~19일 에 대만에서 개최된 광디스크의 국제회의「International Symposium on Optical Memory(ISOM) 2001」에서도 분명히 나타났다(표1).

시장에서는 이미 DVD 레코더의 저가격화가 진행되어 광디스크녹화가 보급의 조짐을 보이고 있으며, 하드디스크녹화기도 가격을 내리고 있다. 이들과 마찬가지로 녹화를 주요 어플리케이션으로 하는 차세대 광디스크가 좋은 스타트를 보이는데는 발매당초부터 어느 정도의 저가격화가 불가결하다고 하는 사고가 확산되고 있기 때문이다.

차세대 광디스크의 연구개발에는 각사 모두 개발계획을 세워 놓고 있는데, 디스크의 기본계획에

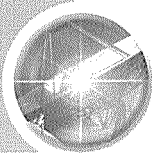
관해서도 2001년 4월에 개최된 광디스크 관련 국제회의 「Optical Data Storage(ODS) 2001」에서 장치메이커 및 매체 메이커가 보조를 맞추고 있다.

0.1mm로 얇은 커버 층에서 기록막을 덮은 디스크를 개구수(NA: numerical aperture)가 0.85로 높은 대물렌즈를 이용해 기록재생하는 방식을 채택하고 있는데, 금후에는 제품원가를 낮추기 위한 기초기술을 확보할지 여부가 부침의 갈림길이 될 것으로 보인다.

NA 0.85인 1장 렌즈의 실용화

이번 회의에서 제안된 양산기술 및 저코스트화 기술은 장치측으로부터 매체관련까지 여러 방면에 걸쳐 있다. 이중 장치측에서는 코스트인하를 저해하는 요인이었던 광학부품에 크게 목표를 두고 있다.

이중에서도 이번에 가장 주목을 모은 것이 NA



0.85인 대물렌즈를 1장으로 실현하는 1장 렌즈의 등장이다. 종래는 2장의 유리 배구면 렌즈를 조합한 NA를 높이고 있었으나, 이런 2장 조합의 방식이라면 광 픽업의 조합공정에서 렌즈간의 광축의 기울기 및 광축중심이 빗겨 가는 것을 억제하지 않으면 안되기 때문에 제조코스트를 높여야 한다는 지적이 있었다.

이번에 1장 렌즈를 피로한 것은 아사히광학공업과 히다치제작소 그룹 및 일본빅터이다. 동렌즈를 사용하면 전술한 빗겨감은 발생하지 않고, 디스크와 대물렌즈간의 거리(WD: Working Distance)를 넓힐 수 있는 잇점도 있다.

아사히광학과 히다치 개발품의 WD는 0.7mm, 일본빅터의 것은 0.6mm이다.

기존의 2장 조합의 렌즈에서는 WD가 0.3mm 이하로 작고 디스크에 부착한 먼지 및 진동 등에 의해 디스크 및 대물렌즈가 충돌할 우려가 있다는 목소리가 높았다. 렌즈는 어느 것이나 유리 몰드품으로 표면측과 뒷면측 모두 배구면이며, 파면수치는 아사히광학과 히다치의 것이 0.029λ, 일본빅터의 것이 0.027λ로 제품에 탑재하기에 충분한 수치이다.

단, 성형시에 허용되는 금형위치의 오차범위는 좁아지기 때문에 문제가 발생할 수 있으나 이는 현행제품에 비해 결코 높지 않고 개선방향도 보이고 있다. 양사 모두 제조법의 상세한 내용은 밝히지 않고 있으나, 금형의 위치결정오차를 종래의 수μm를 1μm이하로 억제함으로써 개선의 길이 열리게 되었다고 한다.

계속되는 호환성 확보를 위한 시도

광픽업의 저코스트화에 관해서는 CD 및 DVD 용과 차세대 광디스크용으로 광학부품을 공용하려는 시도가 이어지고 있다. 차세대 광디스크 장치를 제품화할 때는 널리 보급된 CD-R 디스크 및 궤도에 오르기 시작한 DVD-R 디스크 등도 재생이 가능토록 하고 싶다고 하는 요망이 많다.

CD와 DVD, 차세대 광디스크의 광학계 및 매체구조는 각각 다르기 때문에 차세대 디스크용의 광픽업은 별도로 준비하는 것이 현실적이라고 알려져 있었다. 그러나, 이러한 인식을 뒤엎고 대물렌즈에 개량을 더함으로써 현행매체와 차세대 광디스크에 대응하는 수법을 발표한 것이 네덜란드 Royal Philips Electronics사의 연구개발부문인 Philips Research이다.

필립스는 소니와 공동으로 제안하고 있는 DVR-Blue 사양에 맞추어 이제까지 제안해 온 2장 조합의 대물렌즈를 사용해 호환성 확보를 시도하였다. 구체적으로는 광원과장에 대응해 렌즈내의 광로를 바꿔 초점거리를 조정할 수 있도록 하였는데, 디스크에 대해 상하에 배치한 렌즈중 상부의 렌즈에 400nm대의 배자광은 반사하고, 650nm대의 적색광은 투과하는 막과 AL 반사막을 배치해 광로를 제어한 것이다. 단, 「AL반사면에는 높은 면정도가 필요하고, 동일 렌즈면에 투과부분과 반사부분을 나누어 만드는 공정도 복잡하다. 또한, 이 방식이라면 빔이 도너CM상이 되어 결상시에 기록재생특성에 악영향을 미칠 가능성이 있어 실현에는 시간이 걸릴 것 같다.

보정소자로 다른 매체를 흡수

한편, 전술한 1장 렌즈의 등장을 전제로 현행 매체와의 호환성 확보에 대응한 것은 대만의

표 1. 차세대 광디스크의 저코스트화 기술

분 류	내 용	효 과	발표 메이커
대물렌즈	1장 렌즈로 NA를 0.85로 높임	광픽업 조립시의 광축조정 코스트를 낮춤	아사히광학공업/ 히다치그룹, 일본빅터
	대물렌즈의 1부를 플라스틱화	렌즈의 제조코스트를 낮춤	Philips전자
	드라이 에칭을 이용해 복수의 배구면 렌즈를 일괄 형성	렌즈의 제조코스트 및 조립코스트를 낮춤	소니
광픽업	DVD와 차세대 광디스크에 대응 가능한 대물렌즈	광학부품의 공용가능	Philips전자
	CD, DVD라고하는 현행매체와 차세대 광디스크에 대응 하는 광픽업		ITRI, LG전자, NEC
기록매체	스핀코딩법으로 디스크의 내부에서 부터 외주까지 커버 층 두께의 균일성을 높임	디스크의 제조코스트를 낮춤	TDK
	2층 디스크의 조합공정을 용이하게		마쓰시다전기산업
	유기색소재료를 이용한 추기형 광디스크		소니
	편면 2층 기록으로 디스크 1장당의 용량을 높임	비트단가를 낮춤	LG전자, Philips전자 마쓰시다전기산업
마스터링	전자빔 노광의 시간을 단축	디스크의 제조코스트를 낮춤	파이오니아
	파장 248nm의 자외레이저를 사용		마쓰시다전기산업
	현행 DVD용 마스터링장치를 이용		휴사, 세이코엡슨

TRI(Industrial Technology Research Institute), 한국의 LG전자, 일본의 NEC 등으로, 3사 모두 대물 렌즈에 NA 변환기능을 갖춘 보정소자를 삽입하고 있다.

보정소자에 간섭필터와 위상필터의 기능을 삽입한 점도 동일한데, 간섭필터는 대물렌즈의 외경 상의 NA를 광원과장에 대응해 바꾸고, 위상필터는 디스크의 커버층(또는 기관)의 두께의 차이로 발생하는 수차를 보정하고 있다. 차이가 있다면 보정소자의 실현방법에서 ITRI는 액정패널을, LG 전자는 호로그램소자 등을 사용하고, NEC는 SiO₂의 막후를 동일면내로 바꾼 위상필터와 복수 층의 다층막으로 구성된 간섭필터를 겹친 것이다.

이중 LG전자는 현행 DVD의 재생을, NEC는 CD와 DVD의 재생을 실제로 확인하였는데, LG 전자는 NA가 0.85인 1장 렌즈와 보정소자를 기록재생장치에 삽입하여 DVD-ROM 디스크를 재생하였고 이때의 젯타는 8%로 실용수준이었다. NEC는 NA가 0.7인 대물렌즈로 검증하였는데 CD-ROM 디스크와 DVD-ROM 디스크를 재생한 경우의 젯타는 각각 7.7%, 8.3%로 충분히 낮은 수치였다.

제조수법의 저코스트화 탐구

매체의 저코스트화를 위한 움직임도 활발하여, 양산을 상정해 보다 용이한 수법으로 저가에 제조할 수 있는 수법의 제안이 이어지고 있다. 예



를 들면 TDK는 차세대 광디스크 매체의 커버층 형성을 위한 새로운 스피코드법을 제안하였는데, 스피코드법은 두께 0.1mm의 투명 수지제 시트를 디스크기관에 설치하는 방법보다도 공정상의 번잡함이 적다는 점에서 유리하다. 단, 내주부로부터 외주부까지 균일한 마크를 얻는 것이 어려워 이제까지는 시트를 설치하는 수법이 일반적이었다.

이번에 TDK는 디스크 전면에 걸쳐 커버층의 막후오차를 1.5 μ m 정도로 억제하는데 성공하였는데, 고안한 사항은 주로 두 가지로 첫째는 디스크의 중심부에 자외선 경화성 수지를 흘려 넣도록 한 것이다. 내주부에 동 수지를 삽입하고 나서 디스크를 회전시키는 종래 방식에서는 회전에 의해 수지의 대부분이 외주부로 이동되어 내주부는 예상보다 얇아져 버리지만, 개발된 수법에서는 동 수지가 내주부로부터 외주부까지 균일하게 확산되기 때문에 이러한 문제는 발생하지 않는다.

두 번째의 고안 사항은 수지가 균일하게 확산된 단계에서 회전을 멈추지 않고 자외선을 조사해 수지를 고착화시킨 것이다. 회전을 멈추고 나서 조사하는 종래의 수법이라면 디스크 외연부의 수지가 표면장력의 작용으로 되돌아와 액의 응어리가 생기게 된다.

마쓰시다전기산업으로부터는 교환이 가능한 2층 디스크의 제조법 제안이 있었다. 현행과 같은 평면 2층의 재생전용 DVD 디스크에서는 두께 0.6mm인 2장의 기관상에 기록층을 따로 따로 형성하고 최종적으로 맞붙인다. 그러나 커버층이 0.1mm로 얇은 차세대 광디스크에서 동 수법을 사용하는 것은 어려워, 2층 디스크를 구성하는 반사막과 기록막, 유전체막 등을 기관상에 차례

로 적립해 가는 방법을 채택하였다. 이로써, 디스크의 편심도 억제될 수 있었고 시작품의 디스크 표면으로부터 각 기록층까지의 거리오차범위는 제1기록층이 $\pm 1\mu$ m 제2기록층이 $\pm 2\mu$ m로 억제될 수 있었다.

노광시간을 1/4이하로

마스터링 기술에서도 저코스트화가 진전되었다. 차세대 광디스크의 마스터링에 대해서는 전자빔 노광과 파장 250nm 전후의 자외레이저를 이용하는 방식이 연구중에 있었는데, 이번에는 이러한 것들에 더하여 현행 DVD의 마스터링 장치를 사용하는 제안도 나왔다.

전자빔 노광에 관해서는 파이오니아가 마스터링 시간의 단축에 대해 보고하였는데, 시판중인 화학증폭형 레지스터 재료를 이용함으로써 종래와 동등한 패턴을 묘사하는데 필요한 도스량을 1/4이하로 낮추었다. 즉, 노광시간도 1/4이하로 낮출 수 있게 된 것으로, 디스크 전체의 마스터링 시간이 8시간이었던 것이 2시간 정도로 축소되었는 바, 이것은 레이저 광원을 사용하는 장치와 동등한 것이다. 동사에서는 이미 차세대 광디스크의 양산을 위한 전자빔 노광시스템의 개발을 추진중에 있다.

한편, 마쓰시다전기산업은 자외레이저를 사용하는 마스터링 기술의 실용성을 찾기 위해 파장 248nm의 레이저에 의한 노광을 시도하였다. He-Ne레이저인 SHG(second harmonic generation)광과 NA가 0.9인 대물렌즈를 조합하여 실험하고 트러 피치에서 0.26 μ m까지의 노광이 가능하다는 것을 확인하였다.

편면용량 25Gbite인 디스크의 시작(試作)시의

트릭 피치는 0.32 μ m이었는데, 재생평가의 결과가 양호하여 어드레스 정보를 정확히 취득할 수 있었고 재생신호의 잿타도 9.4%로 실용에 견디는 수준으로 억제될 수 있다고 한다.

현행 DVD용 기술을 유용

이외에 帝人과 세이코엡스그룹은 현행 DVD용 마스터링 장치에서 이용되고 있는 파장 351nm의 자외레이저와 NA가 0.9인 대물렌즈를 유용하여 차세대 광디스크의 마스터링에 도전하였다.

장치광학계의 분해능 이상으로 해상도를 높이기 위해 초해상용의 막을 부가하였는데, 구체적으로는 패턴 형성용의 레지스터 재료상에 두 종류의 막을 겹친 것이다. 한 종류는 반도체의 노광에서 실적이 있는 광퇴색성의 색소층으로 빔소프트내에서 강도가 높은 중심부근의 광만이 투과되며, 또 한 종류의 층은 레지스터 패턴의 측벽을 예리하게 하는 역할을 담당한다.

단, 이번에 제작한 것은 그룹형상의 확인에 머물러 신호평가는 차기과제로 남겨졌으며, 제조방법과 관련해서는 커버층의 제작방법 및 마스터링 수법뿐만 아니라 저가의 주기형 매체에 대한 제안도 있었다.

소니는 청자색 레이저광원을 위한 유기색소를 사용하는 주기형 광디스크에 관해 보고하였는데 현행의 주기형 매체와 마찬가지로 기록막의 구조를 단순화하여 저코스트화를 도모하고 있다. 동사에서는 랜드그룹 구조의 디스크를 제작하여 검증을 행하고 C/N(반송파:잡음비)에서 54dB로 실용수준을 획득하였는데 재생신호의 잿타도 10% 정도로 낮다. 유기색소막은 이번에 증착으로 형

성하였으나 장래에는 스피코드법으로 교체할 것이라고 한다.

200Mbit/초의 고속기록

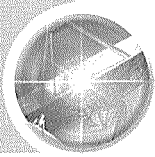
저가매체의 제조방법에 대한 검토가 진행되는 한편으로 고부가가치 제품에 대한 어프로치도 왕성하다. 눈에 띄는 것은 TDK로 데이터 전송속도 200Mbit/초의 검증결과를 발표하여, 고속기록경쟁은 드디어 200Mbit/초 대를 돌파하였다. 데이터 기록속도의 실증치는 실제로 1년 동안 2배를 초과하는 페이스로 향상되어 온 것이다.

TDK는 이번에 140Mbit/초의 달성에 조준을 정하고 매체구조 등을 고안하였는데, 140Mbit/초로 1000회 수정한 후의 재생신호의 잿타는 9% 이하로 낮지만, 200Mbit/초의 경우는 동 12%이하로 아직 높다고 한다. 매체는 SARC(Super-Advanced Rapid Cooling)로 불리는 구조로 종래 구조에 있어서 커버층의 하부 및 기록막의 하부에 배치하고 있던 Al₂O₃를 보다 열전도율이 높은 AlN으로 변환하여 방열성을 높였고 또 상변화 기록막의 재료는 Ag-In-Sb-Te-Ge계로, 전술한 균일성이 높은 커버층을 채용해 기록의 안정화를 도모하였다.

차세대를 노리는 기술

차세대 광디스크의 제품화가 실현되기 시작하면서 광디스크기술은 새롭게 비약하고 있다. 면기록밀도의 향상 등으로 크게 성과를 거두고 실용화를 향해 착실히 발걸음을 내딛고 있는 것이다.

니아필드기술에서는 ODS2001에 이어 부상형 광헤드의 개발이 진행중이다. LG전자에서는 지



난번에 컨셉의 제안에 이어 양산을 고려한 부상형 광헤드의 검증을 행하였는데, 광헤드부는 원통형으로 여기에 렌즈를 수납하고 위에서 금구로 누르는 구조를 채용해, 충격을 받아도 대물렌즈가 위치를 벗어나지 않도록 배려하였다.

광헤드하부에는 용기를 설치해 SIL(soild immersion lens)의 주위를 둘러싸도록 자개발생용 코일을 배치하고, 코일의 번수를 늘림으로써 종래 수백mA가 필요하였던 자기발생용 전류를 50mA로 줄여 광헤드의 온도상승을 억제하였으며, 디스크를 회전시켜 부상량을 측정하여 8m/s의 선속도에서 80nm까지 디스크에 근접할 수 있는 것도 확인하였다.

일본대학도 부상형 광헤드개발의 진척상황을 보였는데, 동 대학에서는 이미 60Gbit/(inch)2 상당의 면기록밀도 및 파장이 다른 레이저광을 사용한 다층기록 재생기술에 대한 실증을 행하고 있으며, 이들을 조합시킴으로써 금 후 100Gbit/(inch)2를 초과하는 면기록밀도를 실현할 수 있다고 한다.

Tbit/초의 가능성을 실증

이러한 광자기기록 및 니아필드기술을 받치는 기초연구에서도 진전이 있었다. 광자기기록에 관해서는 히다치 막셀이 Tbit/초의 데이터 전송속도의 가능성을 보고하였는데 1ps 이하에서의 자화반전을 확인하였다고 한다.

이제까지 자기기록에서는 강자성 공명효과로 인해 수Gbit/초 이상의 데이터전송속도의 실현은 어렵다고 말해져 왔으나, 이번에 히다치 막셀에서는 레이저광으로 매체온도를 높여 자계를 반전

시키는 「열 어시스트기록」이라고 불리우는 수법을 사용해 그 한계를 극복하였다고 한다.

실제로 자성막(Gd-Te-Co)에 He-Ne레이저를 100fs(펨트초) 조사해 6mJ/cm²의 에너지를 주입하고 자성막의 온도를 +250°C까지 상승시켰을 때 전술한 자화반전을 확인하였다. 이제까지 레이저광은 자성막의 격자에 작용하고 있다고 생각되어 왔으나 자유전자를 직접 가열하고 있다는 것도 알게 된 것이다. 격자를 가열하는데는 일반적으로 1ns정도가 필요하다고 여겨졌으나 1ps이하의 시간에서 전자온도가 200°C 이상이나 상승한 점으로부터「전자계의 직접가열이 외에는 설명이 불가능하다」고 결론지었다.

니아필드기술의 일종인 슈퍼렌즈(Super-RENS: super-resolution near field structure)에서도 차기 스텝이 보여졌는데, 산업기술종합연구소를 중심으로 하는 미놀타, 일본빅터, 파이오니아, 펄스테크공업, 샤프, TDK 그룹은 동 현상을 이용한 기록매체의 실용화에 대한 열쇠를 쥐고 있는 표면 플라즈몬의 권동을 발견하였다. 슈퍼렌즈에서는 AgOx가 분해한 표면 플라즈몬에 여기광이 비쳤을 때에 발생하는 니아필드광을 이용해 기록 재생을 행한다.

이번에 동 그룹에서는 근접하는 두 개의 발광점에 있어서의 표면 플라즈몬의 권동을 관찰한 결과 연속하는 기록마크간에 표면 플라즈몬이 틀어박혀 있는 것을 확인하였는데, 슈퍼렌즈를 실용화할 수 있을지의 여부는 이 에너지를 어떻게 효율적으로 도출해 재생신호의 강도를 높일 수 있는가에 달려 있을 것이다.

출처 : 닛케이 일렉트로닉스 (2001.11.15)