

1. 근접장 광 정보저장 기술 개요

차세대 광저장 기술 분야에서 405nm의 청자색 광원을 이용하는 단면 20~25 GB의 대용량 DVD 기술에 대한 규격 표준화에 대한 관련 업계의 동향이 관심의 초점이 되고 있다. 현재 DVD 기술표준과 동일하게 개구수 (Numerical Aperture)와 기록층 두께가 0.65, 0.6mm인 도시바-NEC 진영의 20GB급 HD-DVD와 개구수와 기록층 두께가 0.85, 0.1mm인 소니-필립스 진영의 25GB급 Blu-ray Disc(BD)의 차세대 DVD시장의 주도권을 위한 표준 기술 선점 차원에서 경쟁이 치열하게 전개되고 있다.

한편, 선진 연구 기관들은 BD 이후에 100GB 이상의 대용량 저장이 가능한 광 저장 기술의 관점에서 동일한

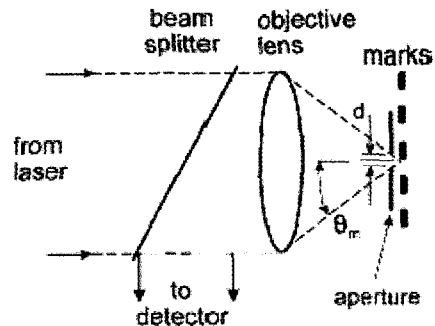


그림 1. 근접장 광 정보저장 개념도

기술로서 Synge에 의해서 1928년에 이론적으로 처음 제안되었고^[1] 파장이 3cm인 마이크로파를 이용하여 1972년에 처음 실험적으로 입증되었다^[2].

특집 ─ 광 메모리

근접장 광 정보저장 기술 동향

박강호*, 김영주**, 박노철***, 김수경****, 박금철*****

파장의 광원을 사용하면서도 광축점의 크기를 줄여서 광 디스크의 기록 용량을 증가시키는 기술로서 근접장 광메모리 기술에 주목하고 있다. 이 기술은 그림1과 같이 매체에 100nm 이하로 근접한 파장 이하 크기의 나노개구 (Aperture) 및 산란 구조를 이용하여 소산파(Evanescent wave) 형태의 근접장 광 에너지를 이용하여 기록층에 정보 비트를 형성한다는 측면에서 일반적인 렌즈광학을 이용하는 CD, DVD플레이어와는 원리적으로 크게 구별된다.

근접장 광학의 원리는 Rayleigh criterion으로 알려진 렌즈를 이용한 분해능의 회절 한계($d \sim \lambda/2NA$; λ 는 빛의 파장, NA는 광학계의 Numerical Aperture)를 극복하는

가시광을 이용한 근접장 광학 현미경(Near-field Scanning Optical Microscopy; NSOM)은 1980년대 STM (Scanning Tunneling Microscopy) 등 주사형 탐침현미경 기술의 발명으로 실현되었는데, 그 이유는 개구를 물체의 표면에 근접하여 간극을 유지하면서 광학적인 신호를 검출하기 위해서는 탐침 현미경의 정밀 나노 간극 제어 기술이 필수적이기 때문이었다. 이러한 근접장 광학을 사용할 경우 $\lambda/10$ 보다도 작은 분해능으로 1Tbit/in²의 기록밀도 구현이 가능하지만, 일반적으로 개구를 통과하여 매체에 전달되는 파워가 파장에 비교한 개구 크기의 4승에 비례하여 급격히 감소하는 약점이 있다^[3].

이러한 근접장 광 저장 기술은 세부 기술별로 크게 첫째, 개구형 탐침이 주사하면서 정보를 기록/재생하는 나노개구형 기술과 둘째, SIL(Solid Immersion Lens)헤드를 이용한 저장 기술, 그리고 셋째, 기록 매체에 광축점에

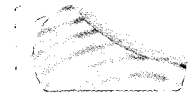
* 산자부 신기술융합 나노광정보저장사업단장 (NANO-DISC)

** 연세대학교 대학원 정보저장공학 협동과정 조교수

*** 연세대학교 대학원 정보저장협동과정 부교수

**** (주)나노스토리지 연구소장

***** LG 전자기술원 책임연구원



의한 개구 또는 산란 구조가 자발적으로 형성되는 마스크 층을 형성하여 고밀도의 근접장 광 저장을 구현한 초해상 저장 기술로 구분되며 각각의 기술들은 고유한 기술의 장 단점을 고려하여 현재 활발하게 연구가 추진되고 있다. 본 고에서는 위의 세가지 분류를 바탕으로 각 기술의 원리, 연구 동향, 그리고 미래 전망을 심도 있게 다루어보았다.

2. 나노 개구 근접장 저장 기술

나노 개구를 활용한 근접장 광정보저장 기술의 시초는 급속으로 코팅된 광섬유 끝단의 나노 개구에서 방출되는 작은 광점으로 광자기 미디어 기록에 성공한 90년대 초반의 Betzig 등의 연구라 할 수 있다⁽⁴⁾. 그림 2에 이 실험에서 사용된 광학 시스템 및 ~60nm까지 기록된 광자기 미디어의 NSOM 이미지를 나타내었다.

그림 2에서 나타난 바와 같이 비록 광섬유 방식에 의해 60nm 정도의 매우 작은 기록 마크를 달성하였으나 실제 광 정보저장기에 이를 적용하기에는 많은 문제점이 선결되어야 한다. 가장 시급한 문제는 나노 개구를 통해 방출되는 광량, 즉 탐침(probe)의 광효율이 매우 작다는 것이다. 이러한 낮은 광효율은 상대적으로 긴 기록 시간을 요구하게 되어 광저장기의 속도를 저하시키게 되며, 아울러 입력 광량을 증가시켜 나노 개구 출력광을 높이는 경우에는 광손실로 야기되는 열에 의해 광탐침이 손상되는 문제가 발생하게 되므로 광효율을 급격히 향상시키는 것이 필수적이라 하겠다.

근접장 광기록의 실용화 달성을 위하여 광섬유 또는 광프로브 방식의 나노 개구의 광효율을 향상시키는 연구가 현재 다양하게 진행되고 있으며, 이 중에서 1) 광효율을 향상시키기 위한 특수 구조의 광탐침 제작 및 2) 입사되는 레이저 빔과 나노 개구와의 표면플라즈몬 연계 또는 산란되는 근접장 광의 간섭 효과에 의한 입사광의 급격한 투광율 향상 연구가 대표적인 접근 방식이다. 우선 특수 구조의 광탐침 제작에 관한 연구로는 그림 3에 나타난 바와 같이 광탐침의 직경이 입사되는 빔의 파장보다 작게 되는 cut-off frequency 영역의 길이를 줄이는 방식으로 진행되는데, tapered probe를 설계, 제작하여 상대적으로 광효율을 향상시키는 것이 핵심 기술이다. 실제 정교한 미세 가공 공정을 이용하여 제작된 탐침의 형상을 그림 3(d)에

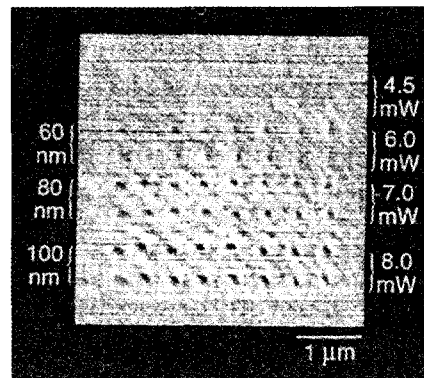
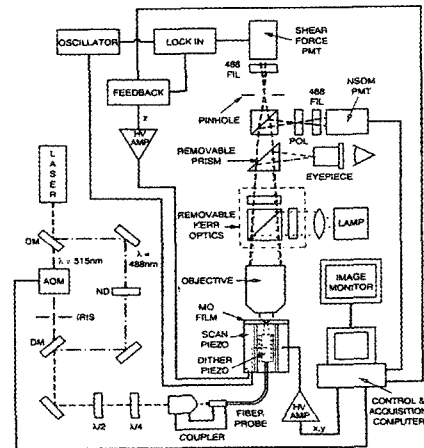


그림 2. 근접장광 광기록 System의 개념도 및 기록된 광자기 미디어의 NSOM 이미지

나타냈으며 향상된 광효율을 확인할 수 있었다^(5,6).

근접장광을 이용한 대용량 광 정보저장 기기의 실현을 위하여 시도되고 있는 또 다른 연구로서 나노 격자 패턴에서의 표면플라즈몬 연계 또는 산란되는 근접장 광의 간섭효과를 이용한 광효율 향상 연구를 들 수 있다. 그림 4(a)에 나타난 바와 같이 입사되는 레이저 빔이 급속박막에 가공된 격자 구조 영향에 의해 중앙에 위치한 나노개구 부근에서 투과되는 레이저 빔의 강도가 급격히 증가하게 된다^(7,8).

이러한 표면플라즈몬 효과는 또한 C 형태의 금속 나노 개구형 프로브 등에서도 발생하는 것이 여러 연구진에 의해 이론적으로 검증되었는데, 특히 입사광의 편광방향과 개구의 형상에 따라 매우 강한 beam의 강도증가가 예상되는데 대표적인 이론 계산 예를 그림 4(b)에 나타내었다⁽⁹⁾.

surface plasmon polariton 강도 향상 연구 결과는 다양한 형태의 탐침 구조에서도 보고되었으며 대표적인 것으로는 비대칭 금속코팅 등을 들 수 있다⁽¹⁰⁾. 아울러 나노

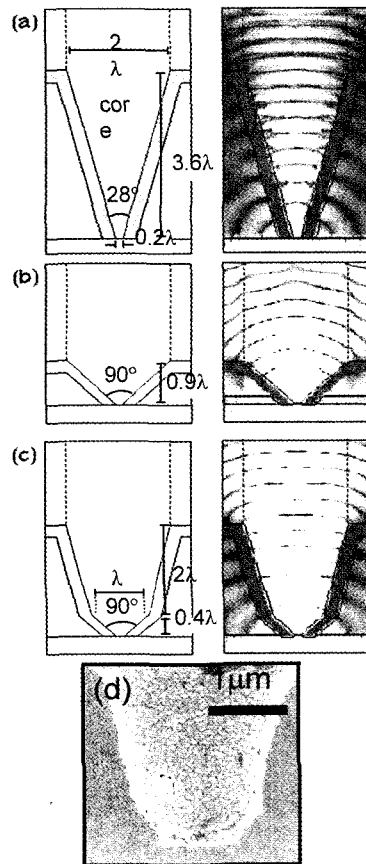
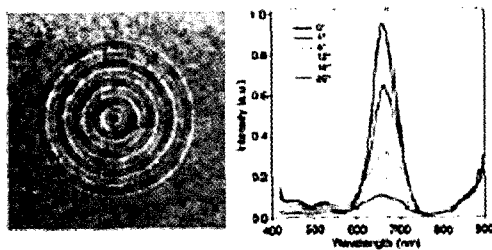
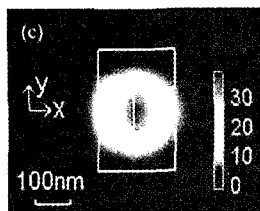


그림 3. Tapered fiber에 의한 광효율 향상 simulation 및 제작된 광탐침 형상



(a)



(b)

그림 4. 금속 나노 격자 및 C 모양 개구에서의 투광율 증대를 나타내는 이론 계산

개구 광탐침을 이용한 근접장 광기록 기술의 경우 그림 5와 같이 광탐침 헤드들 1차원 또는 2차원적으로 배열하여

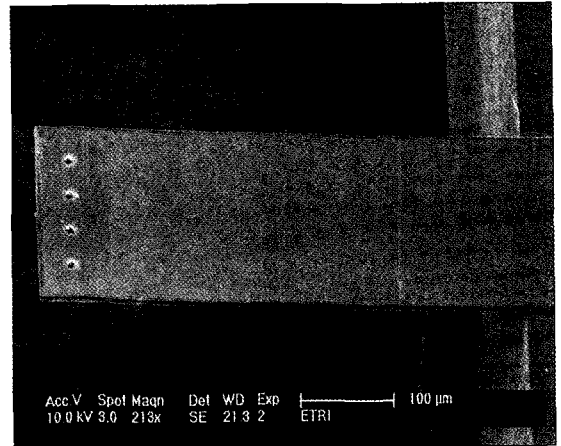


그림 5. ETRI 4x1 배열 고투광율 광탐침^[12]

병렬 기록/재생 방식을 채용하게 되면 급속한 데이터 전송속도의 향상 또한 기대된다^[11,12].

실제로 이러한 근접장광 강도증가의 연구 결과들은 향후 나노 가공기술에 의한 제작공정 확립을 통하여 가까운 미래에 현실화될 것으로 기대되고 있으며 단일 개구 또는 다중 개구 형태의 광탐침을 이용한 정보저장기의 연구 결과들이 계속 보고되고 있다.

3. SIL응용 NFR 기술

탐침(Probe)을 이용한 근접장 광기록 방식이 가지는 고속화의 한계를 극복하기 위하여 이물질 광학(immersion optics)을 이용한 SIL(solid Immersion lens) 방식의 근접장 광기록이 최근 활발히 연구되어오고 있다. SIL방식의 근접장 광기록은 SIL을 HDD의 부상형 헤드에 탑재하여 매체와의 간극을 매체의 회전에 따른 슬라이더의 부상력에 따라 자동 조절되는 수동형 간극제어방식과 별도의 액추에이터를 사용하여 매체의 간극을 직접 제어하는 능동형 간극제어방식으로 분류할 수 있다.

즉, 그림 6에서 보는 바와 같이 부상형광헤드(OFH: Optical Flying head)에 탑재된 대물렌즈로 SIL에 레이저를 집광시키면 굴절율이 높은 SIL 내부의 밀면에 스폿이 형성되며, 이 스폿은 SIL의 굴절율에 반비례하게 감소하여 회절한계 이하의 스폿을 얻게 되는 방식이다. 최근 Sony社와 Philips社에 의해 수행된 근접장 광기록 연구에서도 미디어 표면기록을 이용한 근접장 광 기록에 대

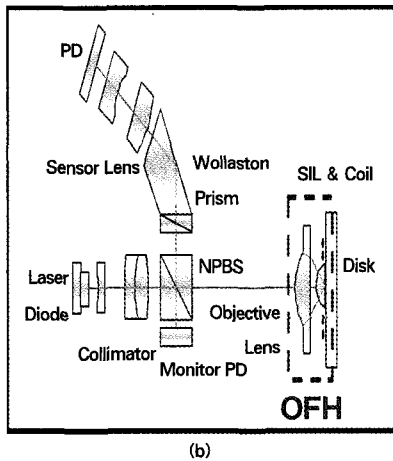
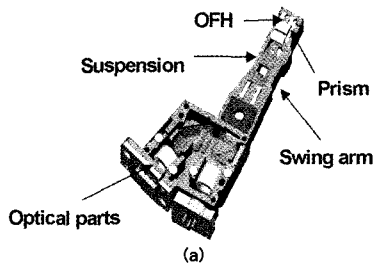


그림 6. LG전자의 부상헤드 방식의 근접장 광 픽업헤드: (좌) 광헤드 구조, (우) 광학계 구성^[13]

한 연구를 수행하고 있으나 디스크의 보호층을 보완하여 표면기록이 가지는 디스크의 열화와 오염에 대한 문제를 저감하는 연구를 수행하고 있다.

2000년에 Sony사는 포커싱 액추에이터를 사용하여 50nm의 근접장 간극을 능동적으로 제어하여 기존의 슬라이더 형태의 수동적 간극 유지 시스템이 갖는 슬라이더 열화 및 변형에 의한 부상 높이의 한계를 극복하였다. 그림 7에 Sony사에서 2000년에 JJAP를 통해 발표한 근접장 광 기록 장치를 나타내었다^[14].

SIL을 이용한 근접장 광기록에 사용되는 렌즈계는 통상 2개의 렌즈로 구성되어 부상형 헤드 또는 능동형 포커싱 액추에이터의 표면에 탑재하는 대물렌즈와 SIL(Solid Immersion Lens)이라고 불리는 반구형 또는 초반구형의 렌즈이다. SIL을 이용한 근접장 광기록에서 사용되는 렌즈계의 구성을 그림 8에 나타내었다. SIL에 대한 기술이 반구형과 초반구형 SIL에만 국한되는 것은 아니어서 타원형의 형상을 갖는 SIL과 Cartesian Oval의 형상을 갖는 SIL 등에 대한 연구(연세대, JJAP, 2002/2003)도 보고된 바 있다^[15].

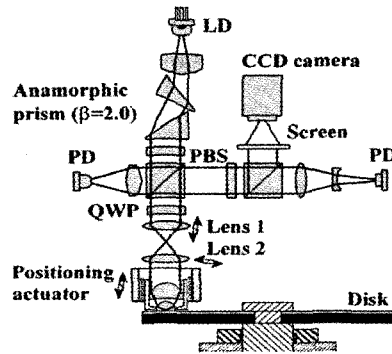


그림 7. Sony사에서 2000년도에 발표한 근접장 광 재생 및 기록 시스템

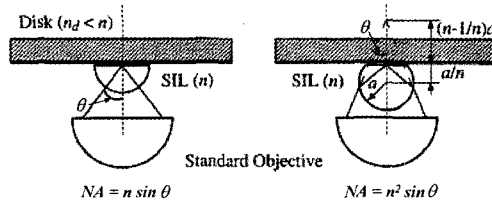


그림 8. 반구와 초반구형 SIL을 이용한 일반적인 근접장 렌즈계의 구성

4. 근접장 간극 유지 기술

초기의 근접장 광 기록 연구는, 수십 나노미터의 근접장 간극을 제어하기 위해 기존의 하드디스크에서 사용하였던 서스펜션과 슬라이더 방식을 차용하여 광학 부상 헤드를 이용하였다. 광학 부상 헤드의 장점은 기존의 하드디스크 시스템에 적용되어 별도의 closed loop 제어 없이도 수십 나노미터 정도의 간극 유지가 검증되었다는 점이다.

그림 9에 2004년 JJAP에 게재된 Sony사의 근접장 광학계를 나타내었다^[16]. 디스크 표면에 기록을 수행하기 때문에 부상형 광학 헤드의 슬라이더가 표면에서 발생한 열과 디스크 상의 먼지 사이에서 발생하는 정전기적 인력 때문에 정상적인 간극 제어가 힘들어진다. 이와 같은 문제점을 개선하고자 1999년 Sony사에서는 JJAP를 통해 디스크와 SIL사이에 전극을 형성시켜 축전하의 양으로 간극을 제어하는 방식을 선보였다^[17].

그림 10에 축전하를 이용한 근접장 간극제어 개념을 나타내었다. Sony사는 이 간극 신호 검출방식을 이용하여 2002년 JJAP에 제출한 논문에서 50Gb/in² 이상의 기록 밀도를 갖는 근접장 광 재생신호를 평가하였다^[18]. 그러나 축전하를 이용한 근접장 간극 신호 검출방식은 SIL에 전극을 형성해야하는 어려움과 높은 전기 전도성을 갖는 미

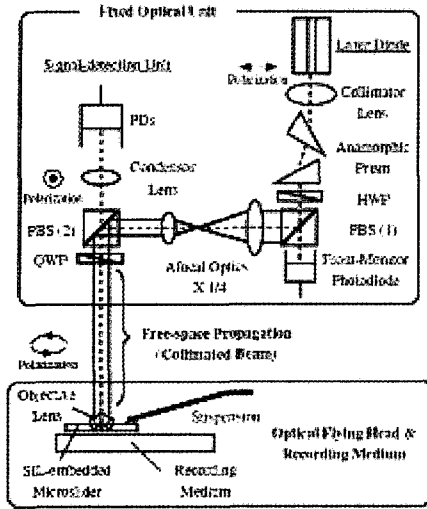


그림 9. 2004년 JJAP에 게재된 Sony사의 광학 부상 헤드를 이용한 근접장 광픽업

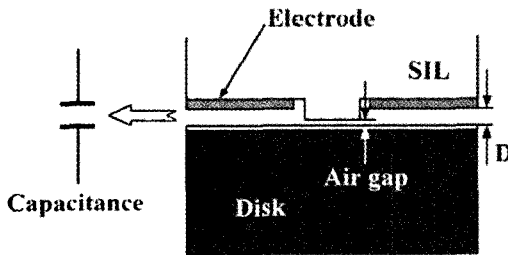


그림 10. 축전하를 이용한 근접장 간극제어 방식

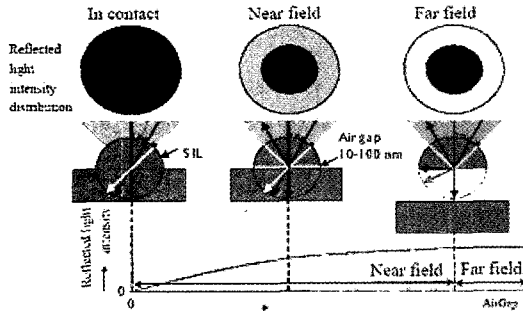


그림 11. 전반사 간극 검출방식의 개념도

디어를 사용해야 하는 한계가 있었다.

축전하를 이용한 근접장 간극 검출 시스템이 갖는 문제점을 개선한 광학적 간극제어 시스템인 전반사 간극 검출 방식이 2001년 Sony사를 통하여 발표되었다^[9]. 이 검출 방식의 원리는 SIL의 전반사 영역에서 디스크로 투과하는 근접광의 간극의 크기에 따른 투과율 차이를 이용하여 근접장 간극을 검출하는 방식이다. 그림 11에 전반사 근접장 간극 검출방식의 개념을 나타내었다. 이 근접장 간

극 검출방식은 Sony사와 Philips사의 최근 연구의 핵심기술로 사용되고 있다.

5. SIL 및 미디어 제작기술과 시스템 기술

초반구형 SIL은 0.2 μ m의 무척 엄격한 두께 공차를 갖는데 일반적인 초소형 렌즈 제작방식을 통하여 0.2 μ m의 두께 공차를 얻는 것은 무척 어렵기 때문에, Philips사와 Sony사는 FIB(focused ion beam)를 이용한 밀링 절삭공정을 수행하여 높은 두께 정밀도를 갖는 SIL을 제작하였으며 그림 12와 그림 13에 각각 FIB 밀링공정 상태와 제작된 SIL의 형상을 나타내었다.

그림 14는 Sony사의 2004년 JJAP를 통해 발표한 광학 부상헤드의 제작공정을 보여주고 있다^[10]. 근접장 광기록용 미디어에서는 일반적으로 기록막 보호층 위에는 윤활제를 도포하여 미디어의 오염을 방지하는데 그림 15에 이러한 구조를 갖는 미디어의 단면을 나타내었다. 2004년 ODS와 ISOM에서는 별도의 윤활막을 도포하지 않고도 미디어의 오염을 효과적으로 억제하여 재생 특성을 보고하였는데^[11], 그림 16에 미디어의 구조를 나타내었다. 그러나 아직 근접장 광 기록을 위한 미디어에 대한 연구는 표면기록 미디어가 가지는 가장 큰 단점인 오염과 열화 문제에 대하여 확실한 해결책을 마련하였다고 보기 어려운 실정이다.

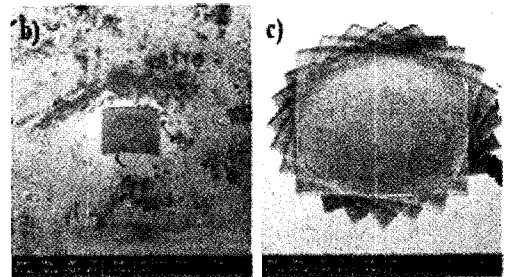
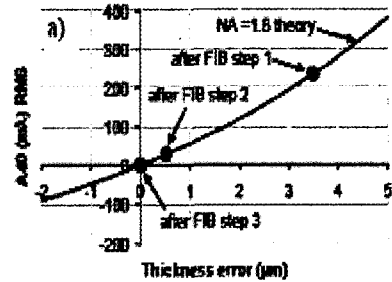


그림 12. FIB를 이용한 초반구형 SIL의 conical tip 가공 상태와 구면수차 측정결과

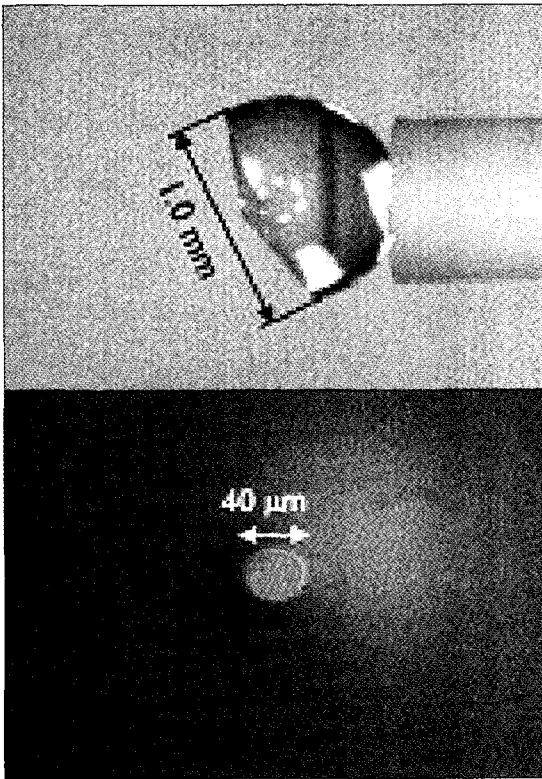
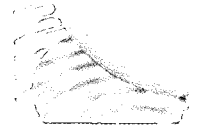


그림 13. 제작된 초반구형 SIL의 형상 및 FIB 밀링 공정으로 가공된 conical tip의 단면

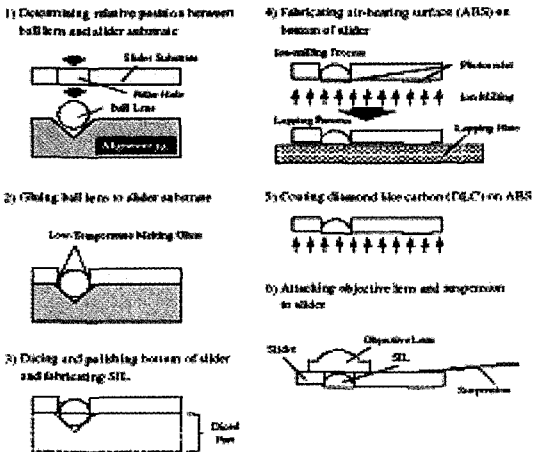


그림 14. Sony사에서 제작한 반구형 SIL 탑재 광학부상헤드의 제작공정

Sony사는 초반구형 SIL과 기존의 CD와 DVD 및 BD에서 사용해왔던 linear VCM 구동기를 적용하여 근접장 표면기록 및 재생에 대한 연구성과를 그림 17와 같이 2004년 ISOM과 JJAP에 발표하였으며^[20]. 두 개의 광원을 사용하여 포커싱과 트랙킹 서보를 분리하여 기록 및 재

LuO ₂ -DOL (2000 / 2.5nm)
DL-CASIN (50nm)
ZnS-SiO ₂ (60nm)
GeInSbTe (13nm)
ZnS-SiO ₂ (25nm)
Ag (Reflective layer / 100nm)
ZnS / SiO ₂ (30nm)
Glass-Ceramics (Substrate / 0.8mm)

그림 15. 2004 JJAP에 보고된 상변화 미디어

SiN
ZnS-SiO ₂
GeSbTe
ZnS-SiO ₂
SiN
Ag alloy
Polycarbonate substrate

그림 16. 2004 ISOM에 보고된 상변화 미디어

생 시 20nm의 안정한 근접장 간극유지가 가능케 하였다.

한편 Philips社에서는 그간 수행되어오던 반구형 또는 초반구형 SIL을 이용한 표면기록에 대한 연구보고 이외에 반구형 SIL을 이용한 미디어 내부 기록 개념을 선보였는데, 이는 표면기록이 가지는 오염 및 열화 대하여 불가피한 문제를 개선하기 위한 시도로서 그림 18에 이를 도시하였다^[23].

6. 초해상 기술

광디스크에서 말하는 초해상(super resolution)기술은 "분해능보다 작은 마크를 기록/재생하는 기술"이라는 뜻이다. 이 기술은, 현재 상용화가 시작된 HD 급 영화 2시간 분량을 기록/재생할 수 있는 25GB 급의 BD(Blu-ray Disk)나 20GB 급의 HD-DVD 이후의 차세대 대용량 광디스크 기술로서 100GB 이상 1TB 정도까지의 용량을 기록/재생할 수 있을 것으로 예상되는 대용량 광디스크 기술이다. 일반적으로 광 드라이브에 사용되는 레이저 파장의 십분의 일 정도 크기의 마크까지를 기록/재생할 수 있는 것으로 알려져 있다. 본 논고에서는 초해상 기술의

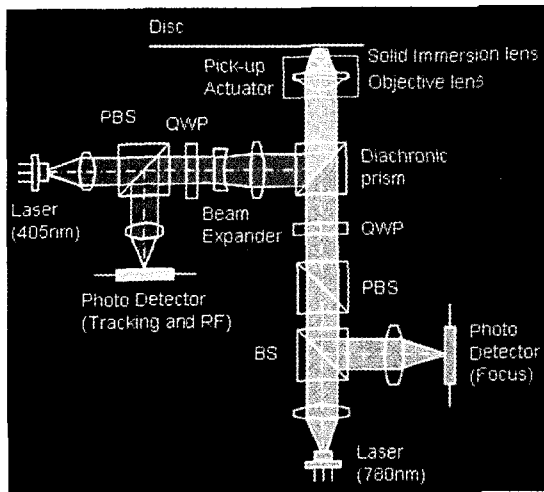


그림 17. 초반구형 SIL과 능동형 액츄에이터를 적용한 근접장 광 기록 및 재생장치

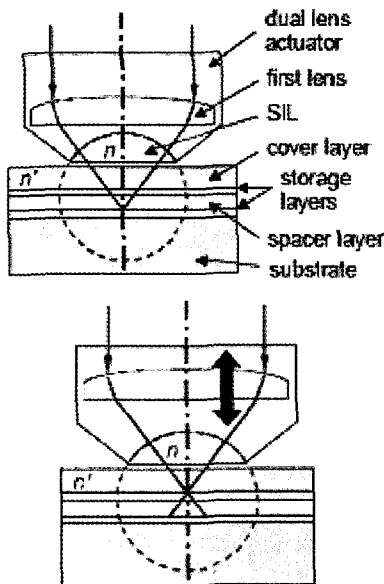


그림 18. Philips사에서 제시한 반구형 SIL을 이용한 미디어 내부기록 개념도

간략한 역사와 핵심내용 및 개발 현황 그리고 향후 전망에 대해서 간단히 살펴보고자 한다.

광디스크의 용량은 소비자의 요구에 의해 계속적으로 증가되어 왔다(그림 19). 용량을 증가시키기 위하여 기본적으로 레이저의 파장을 짧게 하고 렌즈의 NA를 키워서 (초점에서의 빔의 크기 $\sim \lambda/NA$) 보다 작은 마크를 기록/재생할 수 있게 해서 밀도를 증가시키는 방법을 사용해 왔는데, 현재의 가장 고밀도를 갖는 BD의 경우에 파장이 405nm이고 NA가 0.85이다. BD에서 사용하는 가장 짧은 마크의 길이가 150nm로 이미 최절한계 근처이다. 따

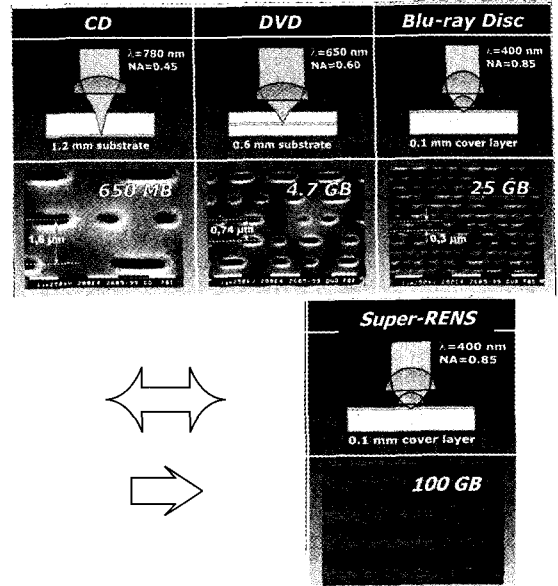


그림 19. 광디스크의 변천: 디스크용량과 레이저의 파장, 개구수(NA)와의 관계 초해상 광디스크는 Blu-ray Disc 와 동일한 광학계를 이용하여 매체기술을 이용하여 기록밀도를 BD의 4배~40배정도 높일 수 있다.

라서 BD 이후의 대용량 광디스크를 위해서는 파장을 짧게하고 NA 를 키워야 하는데, 현재의 Laser Diode와 렌즈의 개구수, 커버층의 광학적특성 등의 기술 한계를 고려하면 차 후 얼마 동안은 이의 기술발달이 이루어지기 어렵다고 보여진다. 그러므로 마크의 길이를 줄여서 기록밀도를 높이는 또 다른 방법으로 근접장을 이용하는 다양한 방법이 제안되었지만 각자가 갖는 여러가지 문제점들을 광디스크의 매체안으로 가져와서, 기존의 광학계를 그대로 사용하면서 매체내부에서 마크의 길이를 줄일 수 있게 하는 방법이 고안되었고 이것이 초해상 기술이다.

기록빔의 크기보다 작은 마크의 신호를 기록/재생하려는 시도는 1989년 Philips 사에서 제안한 비선형광학물질의 광학특성변화에 의한 방법에 관한 특허^[20], 1990년대 Sony의 Ge₂Sb₂Te₅ 물질의 특징온도이상에서의 녹아서 만들어지는 빔의 크기 보다 작은 aperture를 이용하여 ROM(Read Only Memory) 형태의 광디스크의 신호를 재생하는 방법에 대한 논문^[20] 등에 의해서 레이저 빔의 크기보다 작은 마크들을 기록/재생하는 다양한 방법들이 제시되었다. 하지만 레이저의 높은 재생파위에 의한 어려움 등으로 인해 활성화 되지 못하다가 1998년 Tominaga 등에 의해 발표된 Super-RENS(Super-Resolution Near-field Structure)기술에 의해 기술의 도약적인 발전

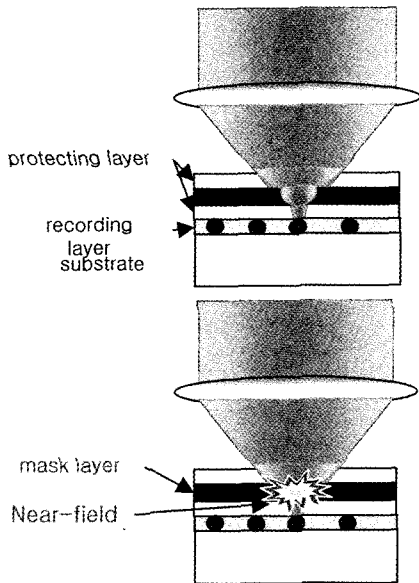


그림 20. 초해상 디스크: Sb를 이용한 개구(Aperture)형(상), AgOx nano particle를 이용한 Light Scattering Center type의 LSC형(하)

이 이루어진다.

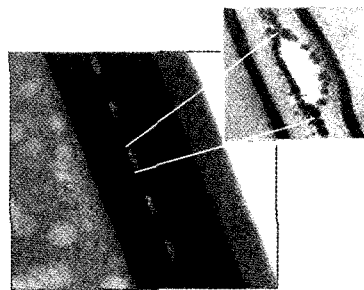
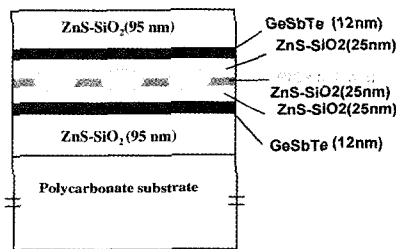
초기의 초해상 디스크(그림 20)는 크게 두 가지 방법으로 나뉘어진다. 첫 번째는 Sb를 mask 층으로 사용하여 레이저 빔의 특징온도 이상이 되는 중앙 부위에서 Sb가 녹으면서 레이저 빔 보다 작은 크기의 개구(aperture)를 형성시키고 이 개구 후면의 근접장을 이용하여 기록층(GeSbTe)의 상변화(비결정질←→ 결정질)를 유도하여 마크를 기록하는 방식이고²⁶⁾, 두 번째는 첫 번째 방법의 불충분한 신호품질과 재생 불안정성을 향상시키기 위하여 Sb 대신 AgOx를 mask 층으로 사용하여 레이저빔의 중앙 부분에서 Ag 나노입자에 의해 발생한 근접장과 surface plasmon으로 인한 마크기록을 시도하는 방법이었다²⁷⁾. 이 방법 역시 충분한 신호를 얻을 수 없었다고 판단이 되어 AgOx 대신 PtOx를 mask 층으로 이용하는 시도가 이루어졌고 현재까지 가장 좋은 결과를 얻고 있다²⁸⁾. 하지만 재기록(Rewritable)형태의 광디스크로 이용하려는 처음 의도와는 달리 기록마크를 TEM 등으로 관측해 본 결과 기록된 마크가 기록층에 형성되는 것이 아니고 mask층에서 PtOx(또는 AgOx)이 분해되어 Pt(또는 Ag) + O₂의 형태로 빛을 받은 부분에 형성되는 버블(bubble)모양이 기록마크가 되는 WORM 형 디스크가 된 것이다.

그 후 신호품질을 높이려는 시도가 많이 있었고, 특히 박막구조의 최적화 과정을 통해서 현재는 CNR~40dB

(@37.5nm 마크크기)의 결과를 얻었다. 하지만 아직도 jitter 수준의 신호품질을 얻는 데에는 어려움을 겪고 있으며 이를 극복하기 위한 다양한 시도들이 진행되고 있다. 특히 bubble 형태가 아닌 기록 마크를 이용하려는 시도나 재생레이저파워를 낮추는 시도 등이 이에 포함이 된다.

그림 21은 초해상 디스크의 기본적인 박막구조와 기록 후의 마크의 모양 그리고 기록 마크의 TEM 사진이다. 박막구조는 그림과 같은 위아래의 대칭구조와 한 편만이 있는 구조가 대표적이다.

현재까지 많은 연구가 이루어 졌지만 아직도 해결해야 할 문제들이 남아 있는데, 그 중에서 jitter 수준의 신호품질 향상, 재생 mechanism 규명(기록은 기록빔의 중앙부위의 높은 파워 부분의 열에 의해서 이루어지는 것이 알려져 있지만 재생 mechanism에 대해서는 아직도 논의가



삼성전자 발표자료

그림 21. 초해상 디스크의 기본적인 구조(이 그림처럼 마스크층을 중심으로 위아래 대칭인 경우도 있고 한편만 있는 경우도 있다) 및 기록 후의 마크의 모양(유전체층에 둘러싸인 버블형태의 마크 안에 Pt 나노입자와 O₂ 기체가 존재).

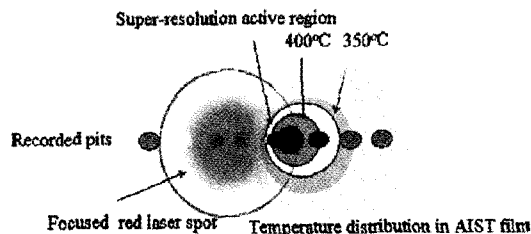


그림 22. Tominaga가 제안한 재생 mechanism 모델: (GeSbTe) 물질의 350°C~400°C 사이에서 만들어 내는 고리 모양의 aperture와 중앙의 낮은 반사도를 갖는 부분에 의해 신호가 읽혀진다고 보는 모델이다.

근접장 광 정보저장 기술 동향

진행 중이다), Family 문제(현존하는 모든 광디스크(CD, DVD, BD)는 ROM/RW/WORM 형의 디스크로 이루어져 있다. 초해상 디스크 연구는 현재 대부분 WORM 형과 ROM 형에 집중되어 있고 Rewritable 형태의 초해상 광디스크 연구는 거의 전무한 상태이다)개발, 높은 재생 파워 등의 문제를 해결하기 위한 노력이 다 방면에서 진행되고 있다.

현재 삼성전자, TDK, AIST, 대만국립대 등의 9개 업체가 컨소시엄 형태로 연구를 진행하고 있으며, LG 전자는 산자부 대책 과제를 통해서 연구를 진행하고 있으며 독자적인 방법을 이용한 기술을 갖추고 있다.

7. 향후 전망

2003년에 국제 정보저장기 컨소시엄 INSIC에서 발간한 근접장 광메모리 보고서에서는 초해상 및 SIL기술이 3년 이내에 상용화 가능한 기술로 분류되고 있으며 나노개구 기술의 경우 5년 이후에 1TB급의 고밀도 초소형 정보 저장 기술에 적용될 것으로 예측되고 있다^[29]. 따라서 초해상 및 SIL기술은 기업체 위주로 단기간에 상품화를 위한 연구를 진행하면서 연구소 및 대학과 함께 핵심 소재 및 부품을 동시에 연구 개발하여야 하고, 나노개구 기술은 연구소 및 대학 중심으로 기록/재생 메커니즘과 함께 시스템 구현을 위한 헤드 및 매체의 개념 설계에 주력하며 광 및 자기형 정보저장기 뿐만 아니라 나노 분해능 현미경 기술과의 연계를 통한 타 기술분야 파급 효과를 고려하면서 연구를 추진하여야 한다.

일본의 Sony, TDK, 유럽의 Philips 그리고 한국의 LG, 삼성은 BD 이후에 상용화될 개인용 대용량 광 저장 기술로서 근접장 광 저장기가 가장 유망하다고 판단하고 있다. 근접장 광 저장 기술은 LG, 삼성, ETRI, 연세대 CISD 등 국내 연구기관의 R&D경쟁력이 이미 세계 최고 수준에 올라와 있고 제품화를 지향한 연구뿐만 아니라 핵심 소재나 부품 차원의 연구도 병행하고 있기 때문에 Sony, Philips 등에 의해 주도된 CD와 DVD 그리고 BD 제품 개발의 역사를 마감하고 LG 및 삼성 등 국내업체에 의해 세계 최초의 상용화 제품이 구현될 수 있는 가능성이 매우 큰 기술 분야라 할 수 있기 때문에 국내 연구진의 분발이 요구되는 상황이다.

작성후기

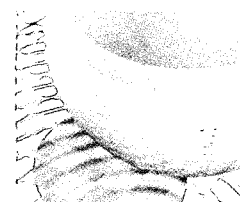
개구 기술은 김영주, 박강호, SIL기술은 박노철, 김수경, 초해상기술은 광금철박사님이 각각 작성하여 총괄 취합되었습니다.

감사의 글

본 연구는 근접장 및 3차원 광 정보저장의 핵심 부품 및 소재 연구 개발을 위한 산자부의 신기술융합 "나노 광정보저장 기술 개발" 컨소시엄 사업(NANO-DISC)의 예산 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

- (1) E. H. Syngge, Phil. Mag. 6, 356 (1928).
- (2) E. A. Ash, Nature, 237, 510 (1972).
- (3) H. A. Bethe, "Theory of diffraction by small holes", Phys. Rev. 66, 163-182 (1944).
- (4) E. Betzig et. al, "Near-field magneto-optics and high density data storage", Appl. Phys. Lett. 61, 142-144 (1992).
- (5) T. Yatsui, M. Kourogi and M. Ohtsu, "Increasing throughput of a near-field optical fiber probe over 1000 times by the use of a triple-tapered structure", Appl. Phys. Lett. 73, 2090-2092 (1998).
- (6) K.-B. Song et. al, "Fabrication of a high-throughput cantilever-style aperture tip by the use of the bird's-beak effect", Jpn. J. Appl. Phys. 42, 4353-4356 (2003).
- (7) H. J. Lezec et. al, "Beaming light from a subwavelength aperture", Science 297, 820-822 (2002).
- (8) H. J. Lezec et. al, "Diffracted evanescent wave model for enhanced and suppressed optical transmission through subwavelength hole arrays", Opt. Express 12, 3629-3651 (2004).
- (9) X. Shi and L. Hesselink, "Mechanisms for enhancing power throughput from planar nano-apertures for near-field optical data storage", Jpn. J. Appl. Phys. 41, 1632-1635 (2002).
- (10) S. Mitsugi, Y.-J. Kim and K. Goto, "Finite-difference-time-domain analysis for electro-magnetic field distribution on near-field optical recording probe head", Optical Review 8, 120-125 (2001).
- (11) Y.-J. Kim, K. Suzuki and K. Goto, "Parallel recording array head of nano-aperture flat-tip probes for high density near-field optical data storage", Jpn. J. Appl. Phys. 40 pp. 1783-1789(2001).
- (12) E.-K. Kim, S.-Q. Lee and K.-H. Park, "Fabrication of a near-field arrayed probe for the optical data storage", ISOM Technical Digest, 136-137 (2004).
- (13) S. Kim, Y. Kim, J. Park, J.-Y. Kim, and J.-H. Kim, "Effective Design of Optical Flying Head for Near-Field Recording", Jpn. J. Appl. Phys. 41, 1884-1888 (2002).



[14] I. Ichimura et. al, "Near-Field Phase-Change Optical Recording of 1.36 Numerical Aperture", Jpn. J. Appl. Phys. 39, 962-967 (2000).
 [15] TaeSun Song et. al, "Aspherical solid immersion lens of integrated optical head for near-field recording", Jpn. J. Appl. Phys. 42, 1082-1089 (2003).
 [16] T. Mizuno et. al, "An Optical Configuration Based on Flying Head Structure for Near-Field Recording", Jpn. J. Appl. Phys. 43, 1403-1409 (2004).
 [17] K. Saito et. al, "A simulation of Magneto-Optical Signals in Near-Field Recording", Jpn. J. Appl. Phys. 38, 6743-6749 (1999).
 [18] K. Kishima et. al, "Challenge of Near-Field Recording beyond 50.4Gbit/in²", Jpn. J. Appl. Phys. 41, 1894-1897 (2002).
 [19] K. Saito et. al, "Readout Method for Read Only Memory Signal and Air Gap Control Signal in a Near Field Optical Disc System", Jpn. J. Appl. Phys. 41, 1898-1902 (2002).
 [20] M. Shinoda et. al, "High density near field optical disc recording using phase change media and polycarbonate substrate", Proc. ODS, 224-232 (2004).
 [21] M. Shinoda et. al, "High Density Near Field Optical Disc Recording", Tech. Dig. ISOM (2004).

[22] T. Ishimoto et. al, "High transfer rate near field writable system for a polycarbonate disk", Proc. ODS 233-241 (2004).
 [23] F. Zijp et al, "Near field read-out of a 50 GB first-surface disk with NA=1.9 and a proposal for a cover-layer incident, dual-layer near field system", Proc. of ODS 209-223 (2004).
 [24] Patent, US5,153,873, Philips 1989년.
 [25] K. Yasuda, et. al., "Premastered Optical Disk by Superresolution", Jpn. J. Appl. Phys. 32, 5210-5213 (1993).
 [26] J. Tominaga, et. al., "An approach for recording and readout beyond the diffraction limit with an Sb thin film", Appl. Phys. Lett., 73, 2078-2080 (1998).
 [27] H. Fuji, et. al., Technical Digest of the Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage, TuD29 (1999).
 [28] T. Kikugawa, et. Al., "Properties of Super-Resolution near-field Structure with a Platinum-Oxide Layer using Blu-ray Disc System", ISOM2004, Fr-PO-02: J. Kim, et. al., "Signal Characteristics of Super-RENS Disk for 100GB Capacity" ISOM2004, ISOM2004, Th-H-01
 [29] 박강호 등, "근접장 광메모리 기술동향", 주간기술동향, 1097, 1-12 (2003).

약 력



박강호

2003 ~ 현재: 산자부 신기술융합 나노광정보저장사업단장 (NANO-DISC)
 2004 ~ 현재: (사)정보저장시스템학회 이사 및 근접장 분과위원장
 2002 ~ 현재: 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원
 1994 ~ 2001: 한국전자통신연구원 선임연구원
 1994년: 서울대학교 물리학과 박사
 1989년: 서울대학교 물리학과 석사
 1987년: 서울대학교 물리학과 학사
 E-mail : pkh@etri.re.kr



김영주

2003.9 ~ 현재 : 조교수 / 연세대학교 대학원 정보저장공학 협동과정
 2002.7~2003.7 : 수석연구원 (그룹장) / 삼성전기(주) 정보디바이스연구소
 1999.5~2002.3: JSPS Researcher / 일본 도카이대학 정보통신공학과
 1995.5~1999.4 : 선임연구원/ 삼성전기(주)
 1995.5 : Univ of Minnesota 재료공학박사
 1988.2 : 고려대학교 금속공학석사
 1986.2 : 고려대학교 금속공학학사
 E-mail : yjkim40@yonsei.ac.kr



박노철

2000 ~ 현재: 연세대학교 대학원 정보저장협동과정 부교수
 2004 ~ 현재: (사)정보저장시스템학회 총무이사
 2005 ~ 현재: (사)한국소음진동공학회 학술이사
 1988 ~ 2000: 삼성전기(주) 선임연구원
 1997년: 연세대학교 기계공학과 박사
 1988년: 연세대학교 기계공학과 석사
 1986년: 연세대학교 기계공학과 학사
 E-mail : pnch@yonsei.ac.kr



김수경

2004.9 : (주)나노스토리지 연구소장
 2004.1-2004.9: 한국전자통신연구원 기반기술연구소 책임연구원
 1984.7-2004.1: (주)LG전자 디지털미디어연구소 책임연구원
 1990.9 연세대학교 기계공학박사
 1984.9 연세대학교 기계공학석사
 1980.2 연세대학교 기계공학학사
 E-mail : sookim10@hanmail.net



곽금철

2001 ~ 현재: LG 전자기술원 책임연구원
 2000 ~ 2001: 충남대학교 지방대학특성화전임교수
 1999년: 고려대학교 물리학과 박사(양자광학)
 1994년: 고려대학교 물리학과 석사(양자광학)
 1992년: 고려대학교 물리학과 학사
 E-mail : kkwak95@lge.com