

나노와이어를 이용한 고집적 메모리 기술

컴퓨터 하드디스크에 더 많은 데이터를 집적하는 경주가 곧 새로운 경지에 접어들 것으로 예상된다. 지금까지 하드디스크의 트랙은 평면적이었다. 즉, 데이터의 비트(bits)가 하드디스크의 한 면에 (+, -)가 옆으로 배열된 작은 자석에 저장되었다. 컴퓨터 엔지니어들이 이 자석들을 축소시키는 동시에 그 안에 담긴 자성 정보를 읽고 쓰는 장치도 축소시킴으로써 과거 10년간 정보 저장량은 무려 100배로 증가되어 왔다. 이론적으로는 이 자석들을 세워 놓으면 더 많은 정보를 저장할 수 있다. 그러나 자석들을 세워 조밀하게 만들 때 사용하는 화학물질이 타 디스크 물질을 부식시켜 동일한 크기의 자석봉 어레이를 제작할 수 없었다. 이러한 자석봉 어레이를 제작하는 방법이 최근에 제안되었다[*Science*, **290**, 2126 (2000)].

University of Massachusetts, Amherst와 T.J. Watson IBM Research Center, 그리고 Los Alamos National Laboratory의 연구진들이 공동으로 저렴하고 간단하게 다공성 플라스틱틀을 제작하는 데에 성공하였다. 기공속에 자성 물질을 채워 자석봉을 만들 수 있는데 그 어레이가 매우 조밀하여 제곱 센티미터당 10^{12} 개를 집적할 수 있다. 각 자석봉을 개별적으로 읽을 수 있는 헤드만 개발된다면(현재의 헤드로는 불가능하며 향후 극복해야할 가장 큰 과제라 여겨짐), 제곱 센티미터당 테라비트의 데이터를 저장하는 디스크 드라이브가 등장할 것이다. 이 것은 현 모델의 정보 저장량과 비교하여 무려 300배 증가된 것이다.

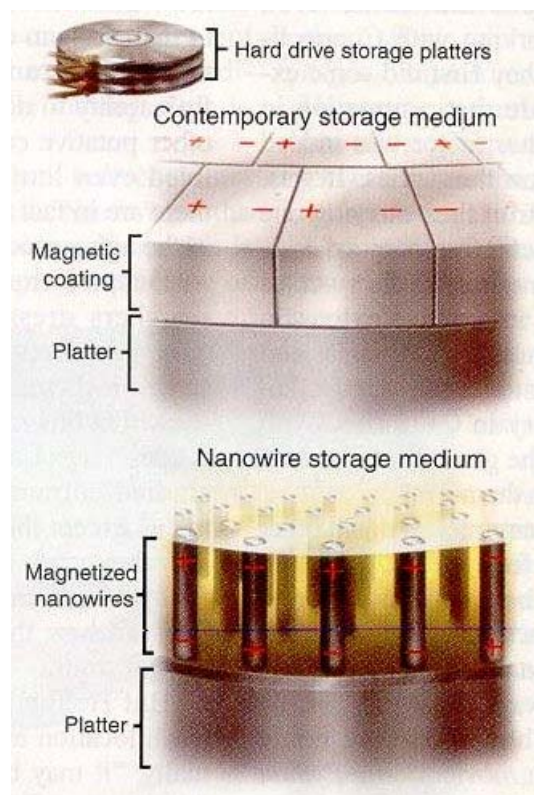


그림 1. 기존의 평면 하드디스크(위)와 나노와이어 디스크(아래)의 구조.

University of California, San Diego에서 초미세 자성구조를 연구중인 Ivan Schuller 박사는 이 기술이 매우 중대한 발전을 이루어 낸 것으로 평가하였다. 공동 연구진중 University of Massachusetts, Amherst 연구팀의 리더인 Tom Russell 교수에 의하면 자성 저장장치는 단지 서막에 불과하다고 언급하였다. 다공성 플라스틱 틀을 만드는 과정에 사용된 전구체 물질들을 잘 제어하면 다른 크기의 기공들을 가진 필름을 제작할 수 있다. 그러면 나노와이어 틀 또는 어레이를 활용하여 화학물질을 분리하거나 작은 화학반응기로 응용될 것이다.

현재, 여러 실험실에서 초고밀도의 기공들을 지닌 알루미늄 박막 블록을 만들고 있으며 이 기공속에 코발트나 철과 같은 자성재료를 채우고 있다. Russell 교수에 따르면, 기공을 만들기 위해 필수적인 반응과정이 타 컴퓨터 구성물질을 파괴할 수 있다는 것이었다.

이 문제점을 극복하기 위해 Russell 교수와 동료들은 두 부분으로 구성된 공중합체를 사용하였다. 공중합체는 두 가지 성질을 가진 분자들을 서로 이어 놓은 것으로 용액속에 섞어 놓으면 동종의 말단들이 서로 뭉치게 된다. 그 동안 여러 연구자들이 이 성질을 이용하여 패턴화된 필름을 제작하여 왔다. 이 패턴들 중 동종의 말단들이 원기둥 형태로 뭉치며 다른 말단이 그 외부를 둘러싸는 구조가 관심을 끌어들였다. 형성된 원기둥을 파내고 그 속에 작은 자석봉을 채워 넣고자 하였다. 그러나 필름이 너무 얇아서 자석봉을 채우기 어려운 경우도 있고, 두꺼운 필름의 경우 원기둥의 방향이 제각각이어서 그 방향을 제어하기 힘들었다.

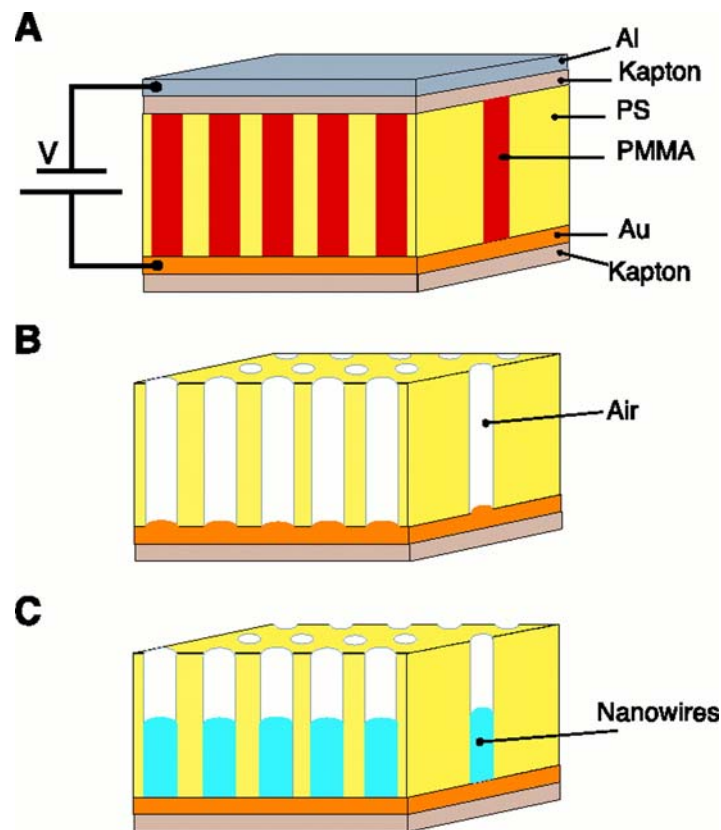


그림 2. 고분자 매트릭스 내에 나노와이어를 제작하는 공정 모식도.

본 연구진은 두꺼운 필름에서 원기둥들의 방향을 제어하는 데에 성공하였다. 폴리스타이렌(PS)과 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)로 구성된 공중합체를 이용하여 표면에 두꺼운 필름을 만들었다. 필름의 구조는 PS 매트릭스내에 여러 가지 방향성을 지닌 PMMA 원기둥들이 형성된 것이다. byaus에 수직한 방향의 전기장속에 이 필름을 위치하면 원기둥들이 전기장의 방향을 따라 수직으로 정렬되었다.

그 후 자외선을 노광하여 PMMA와 PS 사이의 화학결합을 깨으로써 PMMA 원기둥을 파내었다. 결과적으로 별집구조의 원기둥 기공들을 지닌 PS 매트릭스가 얻어졌고 이 기공들속에 코발트를 채워 넣었다. 공중합체를 구성하는 성분들의 크기를 조절함으로써 원기둥(나노와이어)의 직경을 13nm에서 130nm 범위에서 변화시키는 데에 성공하였다.

Russell 교수에 따르면 연구진은 하드디스크 이외의 응용 가능성도 탐색하고 있다. 즉, 원기둥에 실리콘을 채울 경우 새로운 종류의 컴퓨터 기억소자로 사용될 수 있겠다. 또한 새로운 형태의 멤브레인도 제작할 수 있어 화학물질의 분리뿐 아니라 세포막 단백질을 담지시켜 단백질의 3차원 구조에 얽힌 정보를 알아내는 데에도 유용할 것으로 전망된다. [원문: *Science*, **290**, 2047 (2000)]