

# 버블 메모리의 실체

나 국 환\*

## 차 례

- 1. 서 론
- 2. 버블메모리의 동작원리
- 3. 버블메모리의 내부구조
- 4. Magnetic Bubble 이 이동하는 메카니즘
- 5. 버블메모리의 설계
- 6. 결 론

### 1. 서 론

1967년 Bell Telephone 연구소에서 처음으로 발표된 이후 오늘날 버블 메모리는 집적 메모리 계열중 새로운 분야로서 매우 각광을 받고 있다. 종래의 집적 메모리 소자에 비해 비교적 짧은 access time과 아주 높은 집적도, 그리고 기계적으로 움직이는 부분을 필요로 하지 않는 특성으로 인해 버블 메모리는 특히 마이크로 시스템에 가치가 있는 것으로 인정되고 있다.

이 기억소자들은 비휘발성인 자기 메모리이기 때문에 magnetic tape나 수 Mega bits의 용량을 갖는 magnetic disk (floppy disk)들을 대체 할 수 있는 가능성을 주고 있다. 이것이 상품화 된 것으로는 1977년 Texas Instruments 에서 나온 것이 있는데 이것은 92,304 bits의 용량을 가진 것이었다.

1979년에는 Intel 에서 1 mega bits의 용량을 가진 버블 메모리 IM 7110을 내어 놓았으며 현재에는 더욱 큰 용량에 가격면에서도 현저하게 낮은 것들이 나오고 있다.

이 버블 메모리가 사용될 수 있는 분야들은 상당히 다양하여 intelligent terminals, 주변장치에 대한 Memory tampon, 전자계입, 산업공정제어, 기억

장치를 갖춘 타자기, 휴대용 진료 데이터 기억장치 등등이 있다.

이제 이 기억소자의 기본적인 동작원리를 알아보기로 한다.

### 2. 버블 메모리의 동작원리

버블 메모리의 기본원리는 어떤 단결정 자성체 물질들은 아주 가는 자계에 의해 국부적으로 자화 된다는 사실에 있다.



그림 1. 자성체 박막의 모형

외부적인 자계가 없을 시에는 그림 1과 같이 자성체 박막은 자계 에너지가 최소가 되는 방법으로 random 하게 polarize 되어 있다.

박막에 수직인 방향으로 자계를 걸으면 그림의 di-

\* 光云工大 電子工學科 助教授



한개만의 축을 갖고있고 이 자기 다이폴의 축은 자성체 박막에 수직하게 되어야 한다.

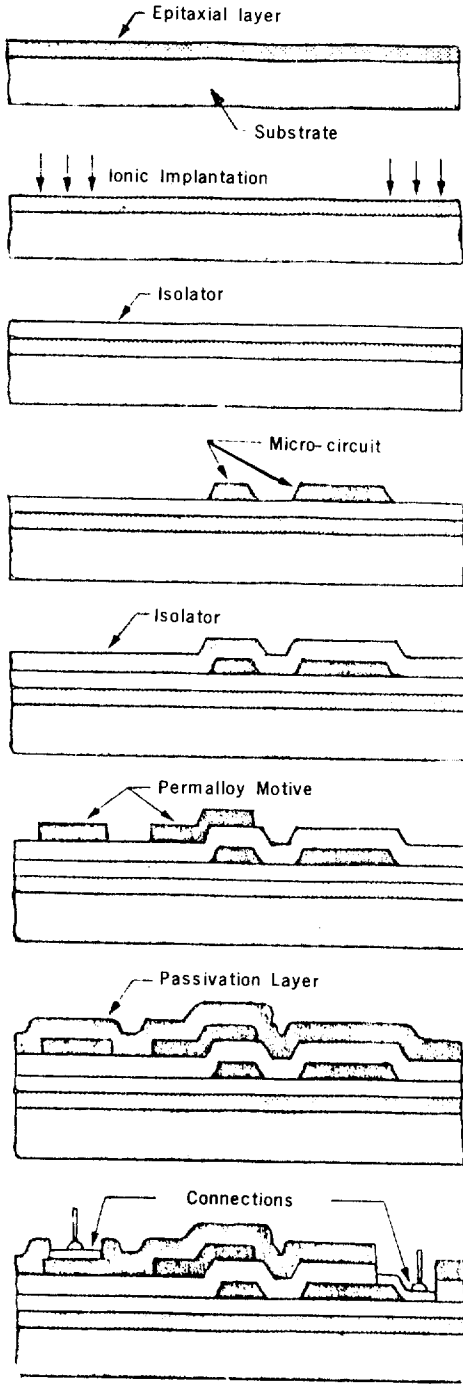


그림 5. 칩 메모리의 제조 공정

다음에는 이 자성체 박막에 실리콘 산화물을 입혀 그 위의 층과 전기적으로 차단한다.

\* 절연층위에 알루미늄을 입히고 사진석판으로 micro circuit 를 구성하여 이 도체층에 의해 bubble이 발생되거나 지워지고 이동하게끔 한다.

이 층은 그 외에도 bubble의 감지 또는 증폭까지도 하도록 되어 있다.

\* 마지막으로 다시한번 절연층을 진공증착시킨 다음 쉽게 자화할 수 있는 합금인 permalloy로 된 Motives를 입히는데 이의 형태는 TI형, Y형, 근접 disk형 등으로 할 수 있다.

이 Motives가 하는 역할은 두개의 제어용 bobbins에 의해 발생된 회전자계에 따라 polarization이 다르게 되고 다시 이 Motives의 polarization에 의해 magnetic bubble이 그 Motive 상을 또는 Motive와 Motive 사이를 자체의 세기의 기울기에 따라 이동 하도록 하게 하는 것이다.

### (2) 보빈 코일

두개의 보빈코일은 칩메모리판을 감고 있는데 이들이 감긴 축은 서로 직각으로 되어 있고 그들을 흐르는 전류는 그림 4에서 보는 바와같이 삼각파형으로 두 전류는 위상이 90° 어긋나게 되어 있다. 이들에 의해 발생되는 자계를 합성해 보면 그 결과는 그들의 위상에 따라 칩메모리 표면을 회전하는 자계를 얻을 수 있다

### (3) 영구자석

앞에서 언급한 칩메모리와 보빈코일을 결합한 시스템 외부에 상하로 두개의 영구판 자석이 있는데 이들은 정자계를 발생시켜 magnetic bubble이 있는 구역의 안정도를 높이어 메모리의 비휘발성을 유지시킨다.

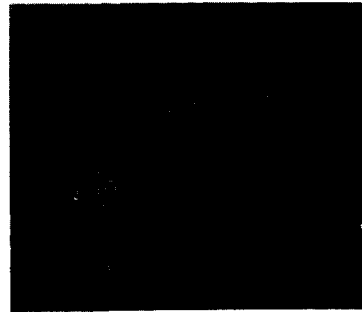


그림 6. 버블 메모리판과 영구자석의 모형

아직도 이 불편한 한쌍의 자석을 제거할 수 있는 방안이 연구되고 있다.

#### 4. Magnetic Bubble 이 이동하는 메카니즘

micro circuit 를 흐르는 임펄스 전류에 의해 생성된 마그네틱 버블은 permalloy 로 된 모티브들중 가장 가까운 하나에 포착이 된다.

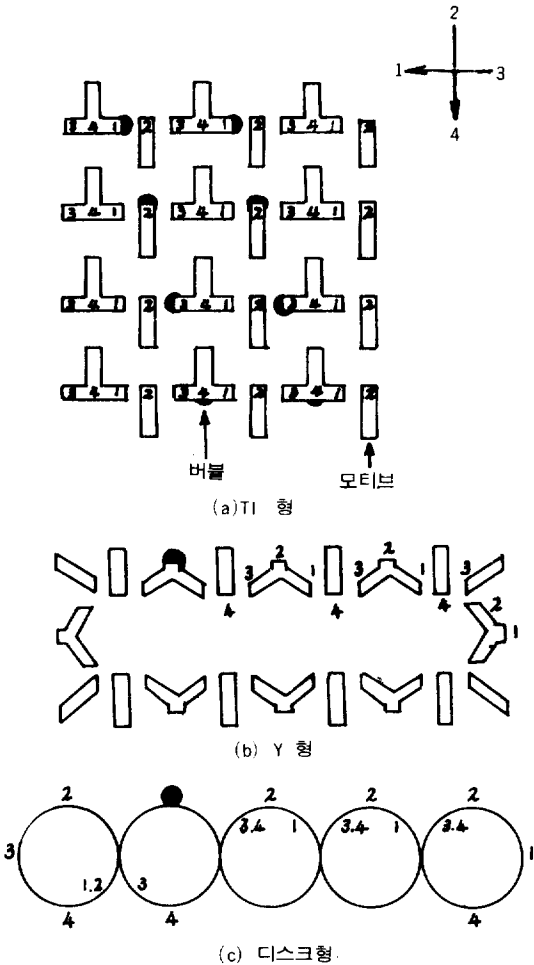


그림 7. 여러가지 형태의 퍼밀로이 모티브

그 bubble 은 자기인력 또는 반발력에 의해 한 모티브로부터 다른 모티브로 건너 뛰면서 그들 permalloy 모티브에 의해 지정된 코스를 따라간다.

이와같이 bubble 이 이동하는 원리는 자화된 부분

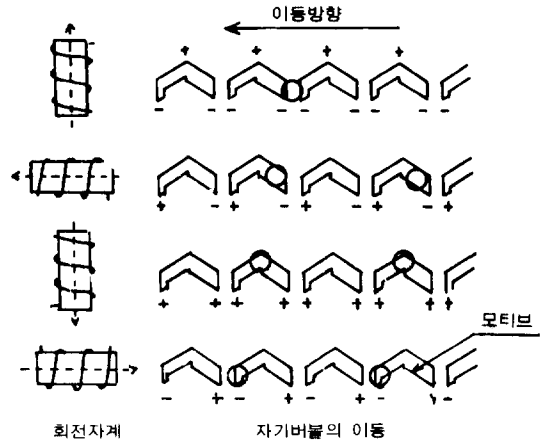


그림 8. 자체 버블의 이동 상태

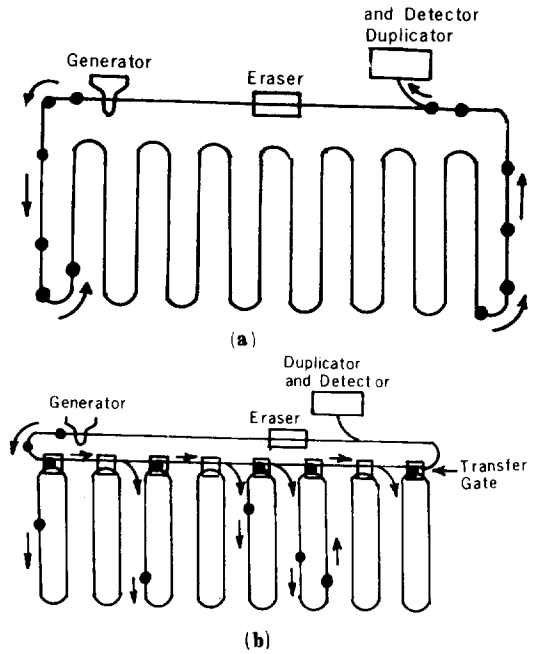


그림 9.

이 공간적으로 변화있는 자계, 즉 경사가 있는 자계 내에 위치해 있을 때, 다이폴이 가장 polarization 되기 쉬운 구역으로 이동하여 그 포텐셜 에너지가 최소가 되는 점에 위치하게 되는 사실에 있다.

이와같은 bubble 의 이동에 필요한 에너지는 아주 작아서 bubble 의 직경의 4 배 정도를 이동하는데  $4 \times 10^{-14}$  Joules 이면 충분하다.

그 이동속도는 자계의 경사에 비례하게 되어 두점 사이의 자계의 차이가 크면 클수록 속도는 증가한다. 이들 bubble 의 이동 상태는 편광된 광원 하에서

는 눈으로도 볼 수 있는데 이것은 실제로 물질이 이동하기 때문이 아니고 자성체 박막내의 자기 다이폴들이 점진적으로 회전하면서 이동하는 것처럼 환상을 주기 때문이다.

자계의 경사는 두개의 보빈코일에 의해 발생된 회전자계에 의해 자화된 퍼밀로이 모터브에 의해 주어지는 것으로 이에의해 bubble 들은 모터브의 한 끝점에서 인접 모터브의 끝점으로 위치를 옮겨간다. 따라서 회전자계가 한 바퀴 돌면 bubble은 한개의 모터브를 완전히 이동한 것이 된다.

### 5. 버블 메모리의 설계

버블 메모리 제작에서 사용될 수 있는 두가지 설계 방법에 대해 알아본다.

첫번째 방법은 비교적 간단한 것으로 고리에 끼워진 것처럼 아주 긴 Register의 직렬구조로서 이러한 구조는 두가지 단점을 갖고 있다. (그림 9 (a))

한가지는 자기 테이프와 마찬가지로 정보의 access time이 아주 긴 것이라 볼 수 있고, 또 하나는 이런 종류의 메모리 제작상의 불완전성으로부터 발생하는 문제로 모든 데이터가 직렬로 기억되게 되므로 그 메모리 chain 중에 단 한개의 결함이 있어도 사용이 불가능하게 된다. 따라서 이러한 구조를 가진 메모리를 생산 하려면 그 공정의 충실도가 아주 높아야 되고 결국 이 방법은 잘 사용되지 않는다. 가장 잘 사용되는 방법은 Serial-parallel-serial 구조이다.

그림 9 (b)에서 보여진 바와 같이 이 구조에서는 데이터가 이동할 수 있는 major loop가 있고 그를 따라서 여러개의 secondary loop가 위치해 있어 실제 데이터가 직렬로 저장될 수 있게 되어 있다.

major loop와 secondary loop는 window 또는 Transfer gate라 할 수 있는 점으로 연결되어 있어 이 window를 통해 데이터가 major loop와 secondary loop 사이를 왕복할 수 있도록 되어 있다. major loop는 secondary loop 상의 데이터를 읽거나 쓸 때 서터 역할을 한다.

데이터들은 major 또는 secondary loop 상에서 모두 직렬로 배열되게 되지만 그들 사이의 이동은 병렬로 되기 때문에 serial-parallel-serial 이란 이름이 붙여졌다. 앞에서 언급한 바와같이 회전자계의 매 회전마다 bubble은 loop 내에서 한구간 이동하므로 synchronous shift Register로 볼 수도 있다.

정보를 저장하기 위해서는 직렬로 된 데이터가 자계가 한번 회전할 때마다 한 bit씩 major loop에 보내진다. 이들 데이터의 bits가 각각 지정된 window에 이르면 모든 window 상을 가로질러 위치해 있는 micro circuit에 강한 임펄스가 흘러서 이 전류가 발생시키는 순시 자계에 의해 각각의 window에 있는 bubble들의 이동방향을 secondary loop로 향하도록 한다. 따라서 데이터를 저장하기 전 반드시 메모리를 깨끗이 지워야 하므로 major loop에 bubble eraser를 두어 이를 수행한다.

정보를 읽어내는 과정은 다음과 같다. 먼저 secondary loop에 저장되어 있는 데이터가 각각의 window에 나타날 때를 기다린 다음 major loop로 이동하는 명령을 보낸다. 그러면 데이터들은 major loop를 돌면서 duplicator에서 한 bit씩 읽혀지게 되고, 읽혀지고 난 데이터는 다시 major loop를 돌아 원래의 위치로 돌아와 메모리가 원래의 데이터를 계속 유지시킬 수 있도록 한다. duplicator에서 복제된 각각의 bit는 일단 증폭이 되어 자기 서향 검출기에 보내진다.

bubble의 존재 유무는 검출기의 저항의 증감에 의해 검출될 수 있다. 즉 bubble이 있으면 저항이 감소하여 그를 흐르는 전류가 증가하게 되는데 이와같이 얻어진 신호는 전송되기 전에 증폭을 거쳐 파형정형이 된 다음 Read/write의 logic system에 보내지게 된다. 이러한 구조는 magnetic disk와 흡사한 면이 있다. major loop는 disk 상을 움직이는 헤드와 같은 역할을 하는 것으로 그 loop상의 각 점들은 secondary loop와 연결되어 있다. 이 버블 메모리의 제조공정은 매우 정교하여야 하며 일반적으로 yield가 상당히 낮다.

이러한 제작상의 난점을 해결하기 위하여 실제로 제작자들은 가능한 불량 포함률을 고려하여 메모리의 크기를 증가시키는 방법을 택하고 있다. 제작의 마지막 공정에서 이들 메모리는 이상유무 시험을 거쳐 만일 결함이 있으면 결함이 있는 부분을 명시하여 사용자가 그 부분을 피하여 사용하도록 하기도 한다.

### 6. 결 론

이 버블 메모리는 기존 기억소자들의 진화된 형태라든가 또는 그들을 대체할 소자라기 보다는 차라리 아주 흥미 있으며 이미 널리 사용되고 있는 기존 기억소자들과는 다른 특성을 가진 새로운 집적 기억소

자라고 말할 수 있을 것이다. 이 새로운 기억소자의 두드러진 특성을 들자면 다음과 같다.

\* 비교적 짧은 access time

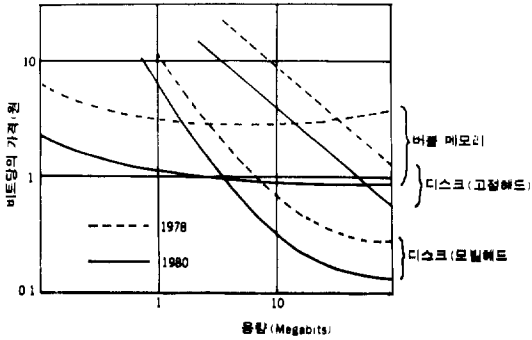


그림 10. 용량에 따른 기억소자의 가격

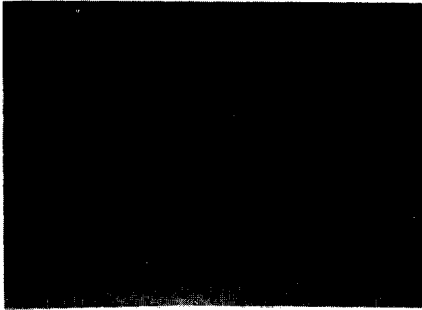


그림 11. TIB 0303 (256 k-bits)  
Texas Instruments



그림 12. 확대된 버블 메모리

	집적도 (k-bit/cm)	액세스 타임 (msec.)	전력소모 (microwatt/bit)	가 격 (원/bit)
Bubble Memory	2.4	4	0.1	0.25
Disk(Fixed Head)	0.09	8	88	0.50
Floppy Disk	0.2	300	23	0.09
Cassette	0.24	35	8	0.06

그림 13. 여러가지 메모리 소자의 비교

- \* 아주 높은 집적도
- \* 움직이는 기계부분이 없다.
- \* maintenace 가 필요없고 충실도가 높다.

다른 집적기억소자들과 비교해 볼 때 이 버블 메모리는 수 mega-bits 를 넘지않는 기억소자의 시스템에 있어 가격면에서 우수한 장점을 갖고 있는데 이것은 이 소자를 사용함에 있어 비싼 기계적인 시스템이 필요하지 않다는 사실만으로도 알 수 있다.