

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
G11B 5/127

(45) 공고일자 1999년09월01일

(11) 등록번호 10-0217217

(24) 등록일자 1999년06월03일

(21) 출원번호	10-1995-0026545	(65) 공개번호	특1996-0008695
(22) 출원일자	1995년08월22일	(43) 공개일자	1996년03월22일
(30) 우선권주장	296301 1994년08월25일 미국(US)		

(73) 특허권자 인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션 포만 제프리 엘
미국 10504 뉴욕주 아몬크
(72) 발명자 휴고 알베르토 에밀리오 산티니
미국 캘리포니아 95119 산 호세 보디가 웨이 339
(74) 대리인 이병호

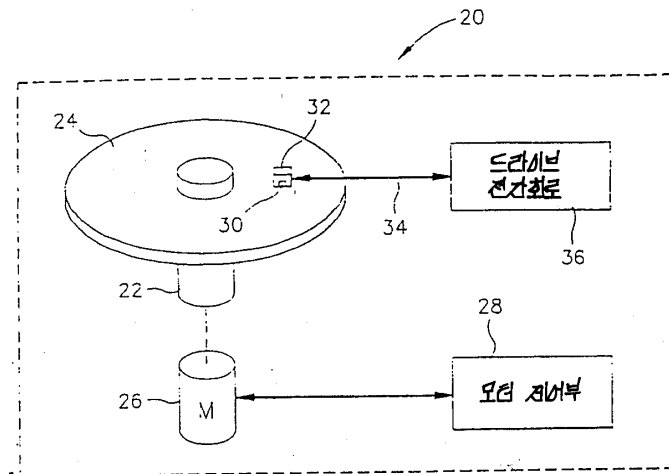
심사관 : 정경덕

(54) 박막 로우 프로파일 기록헤드와 그 제조방법 및 박막 로우파일 기록헤드를 포함하는 자기매체 드라이브

요약

자극단 영역 및 후방 갭에서 자기적으로 연결된 제1 및 제2자극편들을 포함하는 박막 로우 프로파일 기록 헤드가 제공된다. 자극단 영역은 헤드 표면과 제로 스포트 높이 사이에 위치하며 헤드는 상기 제로 스포트 높이 및 후방 갭 사이의 본체 영역을 가진다. 다수의 절연층들이 상기 본체 영역의 상기 제1자극편상에 위치한다. 각 절연층들은 그 절연층이 시작되는 정점을 가지며 그 정점에서 후방 갭쪽으로 뻗는다. 다수의 절연층들은 대개 제1, 제2 및 제3절연층들을 포함한다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 제2절연층의 정점은 헤드의 제로 스포트 높이를 정의하고 그곳에 위치한다. 이는 통상의 사진인쇄 과정을 사용하여 매우 좁은 트랙폭의 제2자극단이 제2자극편과 동시에 만들어질 수 있게 한다. 이는 또한 절연층들, 코일층, 제2자극편이 종래의 층들보다 더 얇을 수 있게 한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

박막 로우 프로파일 기록 헤드와 그 제조 방법 및 박막 로우 프로파일 기록 헤드를 포함하는 자기 매체 드라이브

[도면의 간단한 설명]

제1도는 자기 디스크 드라이브와 같은 자기 매체 드라이브에 사용된 본 발명 박막 로우 프로파일 기록회로의 개요적 블록도.

제2도는 병합 MR 헤드를 형성하기 위해 MR 판독 헤드와 함께 사용된 로우 프로파일 기록 헤드의 단면도.

제3도는 종래 기록회로의 앞부분에 대한 단면도.

제4도는 제2자극편과 제2자극단을 패턴화 하기 위해 포토레지스트층이 보여진다는 것을 제외하고는 제3도

와 유사한 도면.

제5도는 종래 헤드의 제조중에 빛을 자극단 영역으로 반사시키는 절연층내 경사 부분에 대한 등척(isometric)도해.

제6도는 제3절연층이 제로 스로트 높이를 정의하는 또다른 종래 헤드에 대한 도면.

제7도는 제2자극편 및 제2자극단 형성을 위해 포토레지스트층이 보여진다는 것을 제외하고는 제6도와 유사한 도면.

제8도는 제2절연층의 정점이 제로 스로트 높이를 정의하는, 본 발명에 대한 일 실시예의 단면도.

제9도는 제3절연층의 정점이 제로 스로트 높이를 정의하는, 본 발명에 대한 다른 실시예의 단면도.

제10도 내지 제14도는 제8도에 보인 로우 프로파일 기록 헤드 제조에 관련된 여러 단계들을 개요적으로 설명하는 도면.

제15도는 제2자극편과 제2자극단 형성을 위해 포토레지스트층이 보여진다는 것을 제외하고는 제9도와 유사한 도면.

제16도는 종래 기록회로와 본 발명의 기록회로간 프로파일의 차이를 개요적으로 설명하는 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

22 : 스피들	24 : 자기 디스크
26 : 모터	30 : 자기 헤드
32 : 슬라이더	34 : 서스펜션 및 액츄에이터 암
48 : 제1자극편	52 : 제2자극편
54 : 제1자극단	56 : 제2자극단
58 : 코일층	60 : 제2절연층
62 : 제1절연층	64 : 제3절연층
65 : 정점	

[발명의 상세한 설명]

[발명의 배경]

[발명의 분야]

본 발명은 박막 기록 헤드(thin film write head)에 관한 것으로서, 더 상세하게는 좁은 트랙폭을 갖는 제2자극단(pole tip)이 제2자극편(pole piece)과 동시에 패터닝되고 도금되는(patterned and plated) 박막 기록 헤드에 관한 것이다.

[관련 기술의 설명]

박막 기록 헤드는 자극단 영역(pole tip region) 및 후방 갭(back gap)에서 자기적으로 연결된(magnetically connected) 제1 및 제2자극편(pole piece)들을 포함한다. 자극단 영역내에서, 제1 및 제2자극편들은 얇은 절연성 갭층에 의해 분리되어진 제1 및 제2자극단들을 제공한다. 자극단 영역이란 헤드 표면과, 헤드 표면과 후방 갭 사이의 제로 스로트 높이(zero throat height)에 의해 정의된다. 헤드의 본체 부분(body portion)은 제로 스로트 높이와 후방 갭 사이에 있다. 헤드 본체 부분에는 하나 이상의 팬 케이크 코일층(layers of pancake coils)과 다수의 절연층(insulation layer)이 존재한다. 이 팬 케이크 코일들이 자속(flux)을 자극편들에 인가(couple)시키고/시키거나 자극편으로부터 자속을 받는다.

각 절연층마다 자극단 영역 근처에 그 절연층이 시작되는 하나의 정점(apex)을 갖는다. 각 정점은 제로 스로트 높이에 위치하거나 제로 스로트 높이와 후방 갭사이에 위치한다. 종전에는 제1자극편 위에 있는 제1절연층의 정점이 대개 제로 스로트 높이에 위치하여 제로 스로트 높이를 정의한다. 각 절연층은 그 정점으로부터 제1자극편 위 가장 높은 곳까지 가파르게 경사진 표면을 갖는다. 이 경사(slope)는 그 절연층이 가열되는 공정 단계에 의해서 생긴 것이다. 가열 공정(heating process)은 용매(solvents)로 하여금 절연층을 수축시켜, 정점으로부터 가장 높은 곳까지 경사지게 한다.

제2자극편은 하나의 플레어 지점(flare point)을 가지는데, 이 플레어 지점에서 제2자극편은 제2자극단의 폭을 넘도록 확장되어 하나의 커다란 주요 본체부분을 형성한다. 이 플레어 지점은 제로 스로트 높이와 후방 갭 사이에 위치한다. 만약 플레어 지점이 너무 후방 갭쪽으로 치우치게 설정된다면, 자속이 전달되어야 할 폭이 좁은 재료의 잉여 길이(extra length) 때문에 자극편으로부터 자속이 누출(leak)될 수 있다. 그러나 플레어 지점을 지나치게 제로 스로트 높이쪽에 가깝게 설정한다면, 후에 상술하는 바와 같이 제2자극편과 고분해능(high resolution)의 협 트랙폭(narrow track width)인 제2자극단을 동시에 제조하는 것이 불가능해 질 수 있다.

제2자극단 및 제1자극단 사이에 있는 갭층의 길이와 제2자극단의 구성(configuration)은 박막 기록 헤드에 있어 가장 중요한 요소이다. 헤드 표면에서 갭층의 길이는 헤드의 선형밀도(linear density) 즉, 헤드가 자기 매체의 직선 1인치당 얼마나 많은 비트들을 기록할 수 있는가를 결정한다. 제2자극단의 폭은 헤드 트랙의 폭을 결정하는데, 이는 헤드에 의해 자기 매체 폭의 인치당 얼마나 많은 트랙이 기록될 수 있는가를 결정한다. 이 두 인자(factor)들의 곱은 면적 밀도(areal density)이다. 최근에는 고해상도 텔레비전(HDTV)과 같이 대량의 데이터를 저장하고 처리할 것이 요구되므로, 고분해능 및 협 트랙폭의 제2자극단에 의해 높은 면적 밀도를 제공하는 박막 기록 헤드에 대한 필요성이 절실하다.

고분해능 제2자극단은 이미지 전이 프로세스(image transfer process)후의 반응 이온 에칭(reactive ion etching)에 의해 제작될 수 있다. 이 이미지 전이 프로세스는 통상 레지스트층의 맨위 표면을, 반응 이온 에칭에도 영향을 받지 않는 금속 패턴으로 마스크(mask)한다. 마스크에 의해 덮이지 않은 영역이 바로 자극단이 도금(plated) 부분이며, 이 영역은 반응 이온 에칭에 의해 그 형상이 만들어진다. 금속 패턴을 침착시키고(depositing) 에칭하는 단계는 매우 비용이 많이 소요된다. 제2자극단은 이온 빔 에칭(ion beam etching)에 의해서도 만들어질 수 있는데, 이 방법에서는 원하는 트랙폭을 가진 제2자극단을 만들기 위해 제2자극편에 이온으로 충격을 가한다(bombarded with ions). 이 프로세스 또한 매우 비용이 많이 든다. 상기 두 방법에서 모두 제2자극단은 개별적으로 구성되어지고 제2자극편의 잔여부분은 통상의 포토리소그래피(photolithography)에 의해 제2자극에 붙여(stitched)진다.

제2자극단을 제작하는 가장 저렴한 프로세스는, 제2자극편을 만드는 프로세스 단계와 동일한 단계에서 제2자극단을 만드는 것이다. 이러한 프로세스 단계들은 제2자극편 전체를 제2자극단과 함께 단일 동작으로 도금하기 위해 패턴화 될 수 있는 단일의 포토레지스트층을 사용한다. 그러나 제2자극편과 제2자극단을 같은 프로세스 단계에서 제조하는데 있어서, 종래의 방법은 고분해능 제2자극단을 제공하지 않았다. 제2자극편 및 제2자극단이 통상의 포토리소그래피에 의해 동시에 제조되는 경우, 헤드의 본체 부분과 자극단 영역에 포토레지스트층이 스핀되어 입혀진다(spin coated). 이 포토레지스트층은 자극단 영역내 갭층의 상부와 본체 영역내 절연층들의 스택(stack) 상부에 위치한다. 이 절연 스택은 대개 갭층 위 7 내지 8미크론(μm)이며, 제로 스로트 높이에 있는 장점으로 제1절연층이 전이(transition)될 때 절연스택은 뚜렷한 경사를 가진다. 레지스트가 웨이퍼 위에 스핀되어 입혀지면(spin coated) 레지스트는 본체 부분과 자극단 영역에 걸쳐 평탄하게 되고(planarized), 그로 인해 자극단 영역에 있는 레지스트가 헤드의 본체 부분에 있는 레지스트보다 상당히 두껍게 된다. 헤드 본체 부분에 있는 레지스트의 두께는 제2자극편에 대해 원하는 두께에 의해 정해진다. 예를들어 본체부분에 있는 제2자극편의 두께가 $4\mu\text{m}$ 이어야 한다면, 포토레지스트층은 대략 두께가 $4.5\mu\text{m}$ 이어야 할 것이다. 대략 $8\mu\text{m}$ 두께의 통상적인 절연 스택이라면, 자극단 영역에서 결과적으로 레지스트층의 두께가 대략 $11\mu\text{m}$ 일 것이다. 자극단 영역에서의 이 두께와 자극단 영역 근처에 존재하는 제1절연층의 가파른 경사 때문에 후속하는 포토리소그래피 단계들로 헵 트랙폭인 제2자극단을 제조하는 것이 어렵게 된다. 고분해능 박막 기록 헤드를 제작하기 위해 실행가능한 제조 프로세스에 있어서, 자극단의 트랙 폭에 대한 포토레지스트층 두께의 종횡비(aspect ratio)는 4 대 1정도여야 한다. 따라서 포토레지스트의 두께가 제2자극단의 원하는 트랙폭의 4배 이상이어서는 안된다. 포토레지스트층이 침착된 후에 포토레지스트층은 하나 이상의 영역을 빛에 노출시킴으로써 패턴화되고, 이 영역들은 노출된 포토레지스트를 용해시키는 후속 단계에 의해 제거된다. 자극단 영역내 포토레지스트의 두께 때문에, 패턴화 하기 위한 빛의 강도는 충분히 높아야만 포토레지스트의 전체 두께를 통과할 수가 있다. 빛의 강도가 높으면 미세한 부분(minature features)을 패턴화하는데 사용되는 좁은 슬릿(slits)들이 그 에지(edge)에서 빛에 편향 성분(deflective component)을 갖게 하여, 광선이 포토레지스트에 부딪힐 때 광선이 줄무늬를 만들게(fringe)한다. 이 결과 분해능이 떨어진다. 그렇지만 그보다 더 심각한 문제는 제로 스로트 높이 위의 경사진 절연층으로부터 자극단 영역으로 빛이 반사되는 것이다. 제2자극단의 플레어 지점(제2자극편 넓이까지 확장하기 시작하는 지점)이 제로 스로트 높이와 같은 평면에 있는 나쁜 경우를 가정해보자. 패턴화된 포토레지스트층은 확장(flare)을 제로 스로트 높이에서 시작하며 제2자극편의 전체 넓이에 이를 때까지 후방 갭을 향하여 신속하게 확장할 것이다. 이는 자극단 영역의 바로 뒤에 있는 절연층들의 넓은 경사진 부분을 노출시킬 것이다. 이 영역에 빛이 조사되면, 절연층의 경사부분으로부터 빛을 원하지 않는 자극단 영역으로 입사각(angle of incidence) 만큼 빛이 심하게 반사된다. 그 결과 반사된 빛이 자극단 영역내 포토레지스트층을 노치(notch)하여 제2자극단의 분해능을 상당히 떨어뜨린다. 이런 유형의 패턴화를 한 후에 도금을 하면 제2자극단이 불규칙한 모양의 측벽(side wall)과 좋지 않은 라인폭을 갖게 된다.

전술한 반사 문제를 해결하는 하나의 방법은 플레어 지점을 제로 스로트 높이로부터 후방 갭쪽으로 멀리 이동시키는 것이다. 플레어 지점이 후방쪽으로 충분히 멀리면 반사된 빛은 자극단 영역에까지 이르지 않을 것이다. 빛은 단지 제2자극단에 대한 어떠한 잠재적인 피해(harm)를 주지 않고 노칭(notching)이 발생하는 제로 스로트 높이 위의 좁은 자극단 부분으로 반사될 뿐이다. 그러나 플레어 지점을 뒤로 이동시키면, 자속이 제2자극편의 넓은 부분으로부터 제2자극단으로 전송될 때 통과해야 하는 상기 좁은 부분의 길이를 연장시키기 때문에 결과적으로 좁은 부분에서 자속의 누출(flux leakage)일으켜서 헤드의 성능을 저하시킨다.

[발명의 개요]

본 발명은 통상의 포토레지스트 패턴화 프로세스를 이용하여 제2자극편과 헵 트랙폭을 갖는 고분해능 제2자극단을 동시에 제조한다. 이는 제로 스로트 높이를 정의하는 제1절연층 외에 다른 절연층들 중 하나를 사용함으로써 주로 달성될 수 있다. 본 발명에 대한 하나의 바람직한 실시예에 있어서, 제2절연층의 정점이 제로 스로트 높이에 위치하여 제로 스로트 높이를 정의한다. 이런 배치(arrangement)하에서, 본 출원인은 제1절연층의 적절한 위치지정(positioning)이 헤드의 품질에 상당히 기여함을 알 수 있었다. 제1절연층은 이제 후방 갭쪽으로 뒤로 이동되어서 포토리소그래피 공정동안에 제1절연층의 경사부분이 빛을 자극단 영역으로 반사시키지 않도록 한다. 제1절연층의 정점을 제로 스로트 높이로부터 약 $5\mu\text{m}$ 정도의 거리를 둠으로써 상기의 목적은 달성된다. 두번째로, 제1절연층은 종래 기술에 의한 제1절연층 보다도 훨씬 얇게 만들 수 있다. 본 발명을 사용하면 제1절연층의 두께가 종래 기술에 의한 $1.8\mu\text{m}$ 에서 대략 $0.5\mu\text{m}$ 로 감소한다. 이런 제1절연층의 두께 감소는 헤드 본체부분이 낮은 표면형상(lower topography)을 갖는데 기여한다. 제3절연층은 제2자극단의 패턴화에 영향을 주지 않도록 헤드상에서 더 뒤로 갈 수 있다.

포토리소그래피 공정동안 일루미네이션 강도(illumination intensity)가 감소되는데, 이는 자극단 영역의 포토레지스트 깊이가 대략 종래기술에서의 포토레지스트 깊이의 약 절반이기 때문이다. 제2절연층의 경사(slope)가 자극단 영역 근처에서는 유일한 경사이기 때문에, 포토레지스트의 일루미네이션 동안 상기 경사로부터 자극단 영역으로 빛이 거의 반사되지 않는다. 게다가 제2절연층을 제외한 다른 모든 절연층들이 후방 갭을 향해서 뒷쪽으로(rearwardly) 위치하고 있어서, 자극단 영역에 두꺼운 포토레지스트층을 만든

는(buildup) 일은 발생하지 않는다. 이 사실에 의해 종래 기술에서의 헤드보다 플레어 지점이 훨씬 제로 스로트 높이에 근접할 수 있는 것이다. 본 발명에 의하면 플레어 지점은 제로 스로트 높이로부터 3 μm 떨어진 곳에 있다. 이는 제로 스로트 높이와 플레어 지점 사이에 있는 좁은 제2자극편 재료의 길이를 줄임으로써 유출되는 자속의 양을 감소시킨다. 또한 본 출원인은 제1절연층 위의 층들을 훨씬 더 얇게 만들 수 있다는 사실을 발견했다. 코일층은 대략 20퍼센트, 제2절연층은 대략 1/3, 제3절연층은 약 25퍼센트, 제2자극단은 대략 25퍼센트를 감소시킬 수 있다. 본 발명에 의하면 자극단 영역내 포토레지스트의 높이는 대략 6.5 μm 일 수 있고, 이는 2Gb 제2자극단을 위한 중형비를 가능하게 한다. 또한 종전 기술로는 절연 스택의 높이를 8 μm 로 유지하였으나 본 발명에 의하면 대략 5 μm 로 유지하는 것이 가능하다.

본 발명의 목적은 제2자극편과 고분해능 제2자극단을 하나의 동시적 포토리소그래피 패턴닝 공정으로 제조하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 이미지 전이나 받은 이온 에칭 또는 이온 빔 프로세스없이 고밀도의 박막 기록 헤드를 제조하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 컴팩트(compact)하고 고밀도인 박막 기록 헤드를 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 제2자극편과 제2자극단을 동시에 제조하는데에 하나의 포토리소그래피 공정이 이용되는 경우에 발생하는 자극단 영역내 노칭 문제를 해결하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 보다 효율적인 고밀도 박막 기록 헤드를 더 작은 비용으로 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 고분해능 제2자극단과 제로 스로트 높이에 가까운 플레어 지점과 종래기술보다 더 낮은 헤드 높이를 갖는 박막 기록 헤드를 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적, 장점, 특징들도 첨부된 도면과 함께 후술하는 상세한 설명에 의해 보다 명백하게 이해될 수 있을 것이다.

[바람직한 실시예에 대한 상세한 설명]

이제 도면을 참조함에 있어서 동일한 참조번호는 다수의 도면에 걸쳐 동일한 부분 또는 유사한 부분을 표시한다. 제1도에는 자기 디스크 드라이브(magnetic disk drive)(20)가 도시되어 있다. 이 드라이브(20)는 자기 디스크(24)를 지지하고 회전시키는 스펀들(spindle)(22)을 포함한다. 스펀들(22)은 모터(26)에 의해 회전하며 모터는 모터 제어부(motor controls)(28)에 의해 제어된다. 판독 및 기록을 위해 병합된 MR 헤드(merged MR head)일 수도 있는 자기 헤드(30)가 슬라이더(slides)(32) 위에 장착되며 이 슬라이더는 서스펜션 및 액추에이터 암(suspension and actuator arm)(34)에 의해 지지된다. 이 서스펜션 및 액추에이터 암(34)은 자기 헤드(30)가 자기 디스크(24)의 표면과 변환관계에 있도록 상기 슬라이더(32)를 위치시킨다. 디스크(24)가 모터(26)에 의해 회전하면 슬라이더는 디스크 표면에서 0.75 μm 로 약간 떨어져 있는 얇은 공기 쿠션(에어 베어링) 위에 놓인다. 그후 디스크(24) 표면 위 다수의 원형 트랙으로부터 정보를 읽거나 그곳에 정보를 기록하는데 자기 헤드(30)가 사용된다. 슬라이더를 여러 트랙들 사이에서 이동시키기 위한 제어 신호뿐 아니라 위와 같은 정보 신호들도 드라이브 전자회로(drive electronics)(36)에 의해 처리된다.

제2도는 본 발명을 이용한 병합 MR 헤드(30)(merged MR head)의 앞부분에 대한 측면도이다. 병합 MR 헤드는 MR 판독 헤드 부분 맨 위에 적층된 기록 헤드부분을 포함한다. 이 MR 판독 헤드 부분은 MR 스트라이프(stripe)(40)를 포함하며 MR 스트라이프는 제1 및 제2갭층(gap layers)(42,44)들 사이에 끼어 있고(sandwiched), 이 갭층들은 제1 및 제2차폐층(shield layer)(46,48) 사이에 끼어져 있다. 병합 MR 헤드에 있어서는 제2차폐층(48)이 기록 헤드를 위한 제1자극편으로서 이용된다. 피기백(piggyback) MR 헤드(도시되지 않음)에 있어서는 기록 헤드 부분의 제1자극편이 MR 판독 헤드의 제2차폐층 위에 있는 별도의 층이다. 갭층(50)은 제1자극편(48) 및 제2자극편(52) 사이에 끼어 있으며 이 자극편들은 후방 갭(53)에서 자기적으로 연결되어 있다. 이 자극편들(48,52)의 전방 끝부분(forward ends)이 각각 제1 및 제2자극단들(54,56)을 형성하며 이 자극단들은 변환 관계(transducing relationship)에 있어 갭층(50)에 의해 자기적으로 분리되어 있다. 제2자극단은 자속 신호들을 헤드 표면 근처에서 움직이는 자기 매체로 유도하는 마지막 자극단이기 때문에 이 제2자극단은 기록 헤드에 있어서 가장 중요한 요소이다. 따라서 제2자극단의 폭은 헤드의 밀도 능력(density capability)을 설정하는데 있어 매우 중요하다. 코일층(58) 및 제2절연층(60)은 제1 및 제3절연층(62,64) 사이에 끼어 있고, 제1 및 제3절연층은 제1 및 제2자극편(48,52)들 사이에 끼어 있다. 상기 제2절연층(60)의 전방 끝부분 또는 정점(65)이 제로 스로트 높이(Zero Throat Height)(ZTH)를 설정하며 그 지점에 위치한다. 제로 스로트 높이 앞에 있는 모든 층들의 전방 끝부분이 헤드 표면(66)을 형성하고 디스크 드라이브내 에어 베어링 표면(Air Bearing Surface)(ABS)이라 불린다. 이 에어 베어링 표면은 헤드의 앞부분을 랩핑(lapping)함으로써 만들어진다.

하나의 자극단 영역이 헤드표면(66)과 제로 스로트 높이 사이에 위치하며, 헤드는 상기 제로 스로트 높이와 후방 갭 사이에 위치하는 본체 영역(body region)을 갖는다. 제1, 제2 및 제3절연층(62,60,64)들이 상기 본체 영역내 제1자극편 위에 위치하며 이들은 보통 절연 스택(insulation stack)이라 불린다. 각 절연층은 그 절연층이 시작하는 곳에 정점(apex)을 가지며 각 절연층은 그 정점으로부터 후방 갭쪽으로 뻗어나간다.

제3도는 종래의 박막 자기 기록 헤드(70)의 앞부분을 도시한다. 이 기록 헤드는 유도 헤드(inductive head)만으로 되어 있을 수도 있고 병합 MR 헤드의 기록 헤드 부분이거나 피기백 MR 헤드의 기록 헤드 부분일 수도 있다. 종전의 헤드에서는 제1절연층(62)의 정점(72)이 대개 제로 스로트 높이를 정의하였다. 제1절연층(62)은 그 정점으로부터 코일(58) 및 제2절연층(60)이 형성되는 평평한 부분까지 위를 향하여 경사진다(slopes upwardly). 제2절연층(60)은 그 정점(65)으로부터 제3절연층(64)이 형성되는 통상 평평한 부분까지 위를 향하여 경사진다. 제3절연층(64)은 그 정점(74)로부터 대개 평평한 부분까지 위를 향하여 경사진다. 제3절연층(64)은 코일층(58)에 의해 야기된 제2절연층 내의 리플(ripple)을 평탄화시킨다(planarize). 제2자극편(52)이 형성될 때, 그것은 제1, 제2 및 제3절연층들의 경사부분을 재현

(replicate)하는 연속적 경사부분을 포함하는 하이 프로파일(high profile)을 갖는다. 제2자극편은 제로 스로트 높이 뒤로 약 $10\mu\text{m}$ 에 위치한 플레어 지점을 갖는다. 이 플레어 지점은 제2자극편(52)이 그 제2자극단 넓이와 동일한 좁은 폭으로부터 넓은 제2자극편 폭으로 넓어지기(flaring) 시작하는 위치이다.

좁은 폭의 제2자극단(56)을 만드는데 있어, 높은 정점 각도(apex angle) α 와 제1, 제2 및 제3절연층의 높은 경사부분이 문제점을 일으킨다. 이 문제는 제4도에 보인 바와 같이 부분적으로 완성된 헤드 위에 포토레지스트를 스핀하여 입힐 때 시작되어 결국 포토레지스트가 상기 절연 스택 및 자극단 영역을 평탄화시킨다. 절연 스택 위의 포토레지스트는 보통 그 두께가 $4.5\mu\text{m}$ 인데 비해 자극단 영역에 평탄화된 포토레지스트는 보통 두께가 $12\mu\text{m}$ 이다. 광 패터닝(photo patterning)의 목적으로 빛이 레지스트의 두꺼운 층에 노출되면 분해능이 떨어진다. 빛은 포토레지스트층의 전체 깊이를 노출시키려면 강해야만 한다. 강한 빛이 패터닝을 위해 좁은 슬릿을 통하면 빛은 슬릿의 경계부분에서 편향(deflect)되어 이미지가 나빠진다(poor imaging).

제2자극단 형성에 있어 좋지 않은 분해능을 야기하는 더 심각한 문제는 노광 단계(light exposure step) 동안 제1, 제2 및 제3절연층의 맨 위 경사부분에서 생기는 빛의 반사 때문이다. 제5도는 이 문제점의 심각성을 설명하기 위해 플레어 지점(82)이 직접적으로 제로 스로트 높이(제1절연층(62)의 정점(72)) 위에 위치하는 다소 과장된 예이다. 빛이 플레어 지점(82) 위의 영역에 있는 포토레지스트를 통과할 때, 빛은 절연층들의 경사 표면(84,86,88)을 하나의 입사각으로 충돌한다. 이것이 빛으로 하여금 자극단 영역으로 직접 반사되게 만든다. 이 반사광은 제2자극단의 의도된 측벽(side wall)을 넘어 자극단 영역의 포토레지스트를 관통한다. 이것이 노칭(notching)이라 불리는 것이며, 결과적으로 자극단을 형성하기 위한 포토레지스트 벽이 좋지 않게 형성된다. 그 결과 자극단이 도금될 때, 자극단은 좋지 않게 정의된 라인 폭과 좋지 않은 분해능을 갖는다. 이 문제점을 극복하기 위해 종전 기술에서는 그 플레어 지점을 제로 스로트 높이 보다 훨씬 뒤로 예를 들어 제3도에 보인 바와 같이 $10\mu\text{m}$ 정도 뒤로 이동시켰다. 이렇게 배열을 하면, 절연층의 경사부분 중 매우 좁은 영역(제2자극단과 동일한 폭)만이 자극단 영역 바로 뒤에서 빛이 노출된다. 따라서, 상기 노광 단계가 구현될 때 절연층들의 경사부분으로부터 자극단 영역을 노치시키는 어떤 빛도 실질적으로 반사되지 않는다. 이러한 기법에 있어서의 문제점은 자속이 제2자극편의 매우 협소한 부분을 요크점(yoke point)에서 제로 스로트 높이로 전이(transition)시켜야 함으로 인해 상당한 자속의 누출이 야기될 수 있다는 것이다. 이 자속 누출이 최소화될 수 있도록 플레어 지점이 제로 스로트 높이로부터 대략 $3\mu\text{m}$ 거리에 위치할 수 있다면 바람직할 것이다.

또다른 종래의 자기 헤드(90)가 제6도에 도시되어 있다. 이 헤드에서는 제3절연층(64)의 정점(74)이 제로 스로트 높이를 형성하기 위해 제로 스로트 높이에 위치한다. 이러한 구현에 있어서 제3절연층(64)은 제1절연층, 코일층 및 제2절연층을 형성된 후에 형성된다. 이런 배열을 하면 제3절연층이 제2절연층(60)의 리플을 덮어서 제2자극편이 도금될 때 제2자극편 내에서 리플들이 재현되지 않도록 한다. 그러나 이런 구조는 제3도에 보인 종래 헤드와 비슷한 하이 프로파일을 갖는다. 제7도에 보인 바와 같이 포토레지스트층이 스핀되어 입혀지면 포토레지스트는 자극단 영역에 걸쳐 평탄화 되어 이 영역에 있는 포토레지스트층을 매우 두껍게 만든다. 이는 제3도의 종래 헤드에 관하여 전술한 것과 동일한 편향 및 반사 문제를 일으킨다.

제3도에 보인 종래 헤드에 있는 여러 층들의 통상적인 두께는 다음과 같다: 기록 갭(write gap)(50)은 $0.4\mu\text{m}$, 제1절연층(62)은 $1.8\mu\text{m}$, 제2절연층(60)은 $4.3\mu\text{m}$, 코일층(58)은 $3.5\mu\text{m}$, 제3절연층(64)은 $0.8\mu\text{m}$, 제2자극편(52)은 $5\mu\text{m}$.

제8도는 본 발명에 따른 로우 프로파일 기록 헤드(100)를 도시한 것이다. 제1절연층(62)은 제로 스로트 높이를 정의하는 데는 사용되지 않는다. 제1절연층의 정점(72)은 제로 스로트 높이로부터 후방 갭쪽으로 대략 $5\mu\text{m}$ 뒤에 설정된다. 그후 팬 케이크 형태의 코일층(52)이 제1절연층(62) 위에 형성되며 그중 첫번째 코일은 제로 스로트 높이로부터 약 $15\mu\text{m}$ 거리에서 시작된다. 그후 제2절연층(60)이 상기 코일층(58) 위에 형성되며 제2절연층의 정점(65)은 제로 스로트 높이에 위치하여 제로 스로트 높이를 정의한다. 이러한 배열의 장점은 상기 제1절연층(62)이 종래의 제1절연층 두께 $1.8\mu\text{m}$ 에 비해서 상당히 얇은 $0.5\mu\text{m}$ 의 두께를 유지할 수 있다는 것이다. 제1절연층의 이 상당한 두께 감소는 절연 스택의 두께를 감소시킨다. 제3절연층(64)은 제2자극편(52)의 형성 목적으로 상기 구조(construction)를 평탄화시키기 위해 제2절연층(60)의 위에 형성된다. 제3절연층의 정점(74)은 제로 스로트 높이로부터 $10\mu\text{m}$ 뒤쪽에 있을 수 있다. 하이 프로파일 절연 스택이 자극단 영역 뒤에서 최소화되었으므로 플레어 지점(75)은 제로 스로트 높이 뒤에서 대략 $3\mu\text{m}$ 정도 전방으로 이동될 수 있다. 본 발명에서는 플레어 지점이 전방으로 이동되기 때문에 자속의 누출이 감소되어, 코일층(58)의 두께가 종래의 코일층 두께 $3.5\mu\text{m}$ 에 비해 $2.8\mu\text{m}$ 로 얇아질 수 있다. 따라서, 제2절연층(60)은 종래 제2절연층의 $4.3\mu\text{m}$ 에 비해 $2.5\mu\text{m}$ 까지 얇아질 수 있다. 정점 각 α 도 또한 상당히 감소한다. 플레어 지점으로부터 제로 스로트 높이까지의 먼거리로 자속이 전이될 필요가 없기 때문에 제2자극편은 더 얇아질 수 있는 것이다. 제2자극편(52)은 종래 자극편의 4 내지 $5\mu\text{m}$ 에 비해 $3\mu\text{m}$ 가 될 수 있다. 본 발명을 사용하면 절연 스택의 높이는 대략 $5\mu\text{m}$ 로 유지될 수 있다. 제로 스로트 높이(ZTH)로부터의 층의 위치 및 층들의 두께로 명명된 다음 도표들은 본 발명에 의한 여러 층들의 바람직한 위치, 두께 및 가장 바람직한 위치 및 두께를 보이고 있다.

[표 1]

[제로 스로트 높이로부터의 층의 위치 (Layer positions from ZTH)]

층	바람직한 경우	가장 바람직한 경우
I ₁	3.0 μ m 내지 코일로부터 2 μ m	5.0 μ m
코일	10 이상	15.0 μ m
I ₂	(8-13) 내지 0	0
I ₃	0 내지 (8-13)	10.0 μ m
플레이어 지점	3 μ m 이상	3 μ m 이상

[표 2]

[층들의 두께(Layer Thickness)]

층	바람직한 경우	가장 바람직한 경우
기록 껍(G3)	0.3 μ m \pm 50%	0.3 μ m \pm 10%
I ₁	0.7 μ m \pm 50%	0.5 μ m \pm 20%
시드(Seed)	0.1 μ m \pm 20%	0.1 μ m \pm 20%
코일	2.5 μ m \pm 20%	2.5 μ m \pm 10%
I ₂	2.5 μ m \pm 20%	2.5 μ m \pm 10% 코일 전방 0.5 μ m \pm 20% 코일 상부
I ₃	1.0 μ m \pm 20%	0.5 μ m \pm 20% 코일 상부
I ₂ + I ₃	1.0 μ m \pm 20% 코일 상부	1.0 μ m \pm 10% 코일 상부
총 절연 스택	5.0 μ m \pm 20%	5.0 μ m \pm 10%
제 2자극편(P2)	3 μ m	3 μ m

본 발명에서는 층들의 두께 및 특히 절연층들의 위치 덕분에 제2자극단이 후술하는 바와 같이 매우 협소한 트랙 폭을 갖도록 제조될 수 있다.

대안적으로, 본 발명에 따라서 제9도의 자기 헤드(110)에 보인 바와 같이 제3절연층(64)의 정점(74)이 제로 스로트 높이를 정의하기 위해 사용될 수 있다. 제1절연층(62)은 제로 스로트 높이로부터 대략 5 μ m에 위치하고 제2절연층(60)은 제로 스로트 높이로부터 대략 12 μ m에 위치한다. 코일 영역에 있는 층들의 두께는 제8도에 보인 헤드(100)에 대해 설명한 것 및 상기 도표들에 보인 것과 실질적으로 동일하다. 이 헤드(110)는 로우 프로파일 헤드(100)와 유사한 로우 프로파일을 갖는다.

본 발명에 의한 방법이 제10도 내지 제14도에 도시되어 있다.

제10도에서는 약 0.5 μ m 두께의 제1절연층(62)이 제로 스로트 높이가 약 5 μ m 뒤에서 갭층(50) 위에 형성된다.

제11도에서는 약 2.6 내지 3 μ m 두께의 코일층(58)이 제로 스로트 높이의 약 15 μ m 뒤에서 제1절연층(62) 위에 형성된다.

제12도에서는 약 $2.5\mu\text{m}$ 두께에 제2절연층(60)이 코일층(58), 제1절연층(62) 및 갭층(50) 위에 형성되며 이 제2절연층의 정점(65)이 제로 스로트 높이에 위치하여 제로 스로트 높이를 정의한다. 제2절연층(60)의 경사 영역(86)은 제3도와 제5도의 종래 기록 헤드에 있어서의 결합된 경사 영역들(84, 86, 88)에 비교하여 정점(65)으로부터 짧은 거리를 갖는 것을 제12도에서 볼 수 있다. $1\mu\text{m}$ 두께의 제3절연층(64)이 제2절연층 위에 형성되며 그 정점(74)은 제로 스로트 높이 뒤 대략 $10\mu\text{m}$ 에 위치한다. 이 3개의 절연층들이 대략 $5\mu\text{m}$ 의 로우 프로파일 절연 스택 높이를 형성한다.

제14도에서는 포토레지스트가 상기 모든 층들의 맨 위에 스프인되어 입혀져, 헤드 본체의 포토레지스트 두께는 약 $3.5\mu\text{m}$ 가 되며 자극단 영역에 있는 포토레지스트층의 두께는 대략 $6.5\mu\text{m}$ 가 된다. 본 발명에서 자극단 영역내의 상기 포토레지스트 두께 $6.5\mu\text{m}$ 는 종래 자극단 영역 내의 포토레지스트 두께 $11\mu\text{m}$ 보다 상당히 작은 것이다. 이제 플레어 지점(76)은 제로 스로트 높이 뒤 대략 $3\mu\text{m}$ 뒤에 위치할 수 있어서, 헤드는 최소의 자속 누출을 가지며 더 효율적이 된다. 따라서 포토레지스트층이 패터닝을 위해 빛에 노출될 때에, 제2절연층의 경사 부분(86)으로부터 자극단 영역으로 빛이 거의 반사되지 않는데, 이는 노출된 경사 부분(80)의 폭이 노출된 자극단 영역의 두께와 동일하기 때문이다. 제14도의 광 패터닝 후에 제2극편 및 제2자극단이 동시에 도금된다. 포토레지스트 패턴화 층을 제거한 후에 자극편 및 자극단은 제8도에 보인 바와 같이 구성된다. 자극단은 잘 형성된 측벽(side walls)과 훌륭한 라인폭(line width)을 갖는다. 자극단 영역내 포토레지스트층의 두께가 $6.5\mu\text{m}$ 정도 밖에 되지 않기 때문에, 전술한 바람직한 4 대 1의 종횡비를 사용하여 2Gb의 기록 헤드가 제조될 수 있다.

제15도는 제9도에 보인 로우 프로파일 헤드를 만들기 위한 포토레지스트층의 구성을 보인다. 이 헤드에서는 제3절연층(64)의 정점(74)이 제로 스로트 높이를 정의한다. 자극단 영역내 포토레지스트층의 두께는 약 $6.5\mu\text{m}$ 로 제14도에 보인 것과 동일하다. 이 로우 프로파일 덕분에 본 헤드를 위한 제2자극단은 잘 형성될 수 있다.

제16도에 보인 바와 같이, 본 발명 박막 기록 헤드의 절연 스택(120)은 종래 박막 기록 헤드의 절연 스택(130)보다 상당히 감소된다. 그 결과 본 발명의 로우 프로파일 기록 헤드는 종래의 기록 헤드보다 무게도 가볍고 훨씬 콤팩트(compact)하다. 본 발명에 따르면, 통상의 포토리소그래피 공정에 의해 고분해능 고밀도 제2자극단이 제2자극편과 동시에 제작된다. 본 발명은 자속 누출을 최소화 하고 헤드의 성능을 개선하기 위해 플레어 지점이 제로 스로트 높이 근처에서 최적화 될 수 있게 한다.

본 기술분야의 당업자가 본 발명을 볼 때 쉽게 본 발명의 다른 구현들과 변형을 할 수 있음은 명백하다. 예를 들어, 본 발명에 대한 광의의 개념으로 상기 절연 스택은, 한 절연층은 제로 스로트 높이를 정의하고 다른 한층은 제로 스로트 높이에서 후방 갭쪽으로 최소한 $3\mu\text{m}$ 떨어진, 단지 두개의 절연층만으로 구성될 수도 있다. 그러므로 본 발명은 특허청구범위에 의해서만 제한되며, 전술한 상세한 설명 및 첨부 도면과 함께 볼 때 특허청구범위는 상기와 같은 모든 실시예들과 그 변형들을 포함한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

후방 갭과 자기 매체를 마주 대하는 헤드 표면사이의 제로 스로트 높이와, 상기 제로 스로트 높이와 상기 후방 갭사이의 플레어 점과, 상기 헤드 표면과 상기 플레어 점 사이의 자극단과, 상기 플레어 점과 상기 후방 갭사이의 요크영역을 가지는 박막 로우 프로파일 기록 헤드에 있어서, ① 상기 자극단 영역과 상기 요크영역내에 위치하는 제1 및 2자극편과-상기 제2자극편은 상기 자극단 영역내에 제2자극단을 가진다.-, ② 상기 제로 스로트 높이로부터 적어도 $13\mu\text{m}$ 에서 시작하며 상기 후방 갭으로 연장하여 코일 영역을 정의한 적어도 하나의 코일층과, ③ 상기 요크 영역내의 상기 제1자극편 위에 놓이며, 상기 코일 영역내의 상기 제1자극편에 각각 제1 내지 n번째로 가까운 절연층이 되는 제1 내지 n절연층을 포함하며-각각의 상기 절연층은 상기 절연층이 시작하는 정점을 가지고, 각층은 상기 정점으로부터 상기 후방갭으로 연장하고, 상기 제2자극편은 상기 절연층을 덮는 포토레지스트층에 의해 광 패터닝된다.-, ④ 상기 제1절연층은 상기 제로 스로트 높이로부터 소정의 거리에 위치하고 있는 정점과 소정의 두께를 가지며, ⑤ 상기 절연층들중 다른 하나의 상기 정점은 상기 제로 스로트 높이에 위치하여 상기 제로 스로트 높이를 정의하고, 상기 제로 스로트 높이와 상기 플레어 점사이의 프로파일을 가지며, ⑥ 상기 소정의 길이는 제로 스로트 높이를 정의하는 절연층의 위치와 상기 제로 스로트 높이를 정의하는 절연층의 절연층의 상기 프로파일이 상기 그 다음 가까운 절연층의 상기 두께에 의해 변경되지 않도록 하는데에 충분하여서, ⑦ 상기 제1자극편의 주면에 수직으로 상기 포토레지스트층으로 향하는 빛이 상기 절연층들로부터 상기 자극단영역에 측면으로 인접한 영역으로 실질적으로 반사되지 않도록 하여 상기 제2자극단은 상기 포토레지스트층을 상기 빛으로 조사한 다음 상기 포토레지스트층을 현상함에 의해 완만하고 곧은 측벽들로 형성되는, 박막 로우 프로파일 기록헤드.

청구항 2

제1항의 기록 헤드를 포함하는 자기 매체 드라이브에 있어서, ① 하우징과, ② 상기 헤드를 지지하기 위해 상기 하우징내에 장착된 지지부와, ③ 상기 자기매체를 그와 변환관계에 있는 헤드를 통과하여 이동시키기 위해 상기 하우징내에 장착된 매체 이동수단과, ④ 상기 자기 매체상의 다중 트랙에 대하여 신호를 처리하도록 상기 헤드를 이동하는 자기 매체에 대한 다중위치로 이동시키기 위해 상기 지지부에 연결된 위치지정수단과, ⑤ 상기 헤드와 상기 자기 매체 이동수단과 상기 위치지정수단에 연결되어, 상기 헤드에 관한 신호를 제어 및 처리하고, 상기 자기 매체의 이동을 제어하고, 상기 헤드의 위치를 제어하는 제어수단을 포함하는 자기 매체 드라이브.

청구항 3

제1항에 있어서, ① 상기 절연층들은 각각 $n=2$, $n=3$ 에 대응하는 제2 및 3절연층을 포함하고, ② 상기 절연층들중의 상기 다른 하나의 정점은 상기 제2절연층의 정점인 기록 헤드.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1절연층은 $0.75 \pm 20\% \mu\text{m}$ 의 두께를 가지는 기록 헤드.

청구항 5

제3항에 있어서, ① 상기 제1,2,3절연층들은 절연스택을 형성하고, ② 상기 절연 스택의 총두께는 $5 \pm 20\% \mu\text{m}$ 인 기록 헤드.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제2자극은 상기 제로 스로트 높이로부터 3 내지 $5 \mu\text{m}$ 떨어진 플레어 지점을 가지는 기록 헤드.

청구항 7

제5항에 있어서, ① 상기 플레어 지점은 상기 제로 스로트 높이로부터 실질적으로 $3 \mu\text{m}$ 떨어져 있고, ② 상기 코일층의 상기 시작부는 상기 제로 스로트 높이로부터 실질적으로 $15 \mu\text{m}$ 떨어져 있는 기록 헤드.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1절연층은 $0.75 \pm 20\% \mu\text{m}$ 의 두께를 가지는 기록 헤드.

청구항 9

제8항에 있어서, ① 상기 제1,2,3절연층은 절연 스택을 형성하고, ② 상기 절연 스택의 총두께는 $5 \pm 20\% \mu\text{m}$ 인 기록 헤드.

청구항 10

제9항의 기록 헤드를 포함하는 자기 매체 드라이브에 있어서, ① 하우징과, ② 상기 헤드를 지지하기 위해 상기 하우징내에 장착된 지지부와, ③ 상기 자기매체를 그와 변환관계에 있는 헤드를 통과하여 이동시키기 위해 상기 하우징내에 장착된 매체 이동수단과, ④ 상기 자기 매체상의 다중 트랙에 대하여 신호를 처리하도록 상기 헤드를 이동하는 자기 매체에 대한 다중위치로 이동시키기 위해 상기 지지부에 연결된 위치지정수단과, ⑤ 상기 헤드와 상기 자기 매체 이동수단과 상기 위치지정수단에 연결되어, 상기 헤드에 관한 신호를 제어 및 처리하고, 상기 자기 매체의 이동을 제어하고, 상기 헤드의 위치를 제어하는 제어수단을 포함하는 자기 매체 드라이브.

청구항 11

제3항에 있어서, 상기 제1절연층은 상기 제2절연층의 일부분과 실질적으로 공통평면내에 있는 기록 헤드.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 플레어 지점은 상기 제로 스로트 높이와 상기 제1절연층의 상기 정점 사이에 영역에 위치하는 기록 헤드.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 제3절연층의 상기 정점은 상기 제1절연층의 상기 정점과 상기 후방 갭사이의 영역내에 위치하는 기록 헤드.

청구항 14

제13항의 기록 헤드를 포함하는 자기 매체 드라이브에 있어서, ① 하우징과, ② 상기 헤드를 지지하기 위해 상기 하우징내에 장착된 지지부와, ③ 상기 자기매체를 그와 변환관계에 있는 헤드를 통과하여 이동시키기 위해 상기 하우징내에 장착된 매체 이동수단과, ④ 상기 자기 매체상의 다중 트랙에 대하여 신호를 처리하도록 상기 헤드를 이동하는 자기 매체에 대한 다중위치로 이동시키기 위해 상기 지지부에 연결된 위치지정수단과, ⑤ 상기 헤드와 상기 자기 매체 이동수단과 상기 위치지정수단에 연결되어, 상기 헤드에 관한 신호를 제어 및 처리하고, 상기 자기 매체의 이동을 제어하고, 상기 헤드의 위치를 제어하는 제어수단을 포함하는 자기 매체 드라이브.

청구항 15

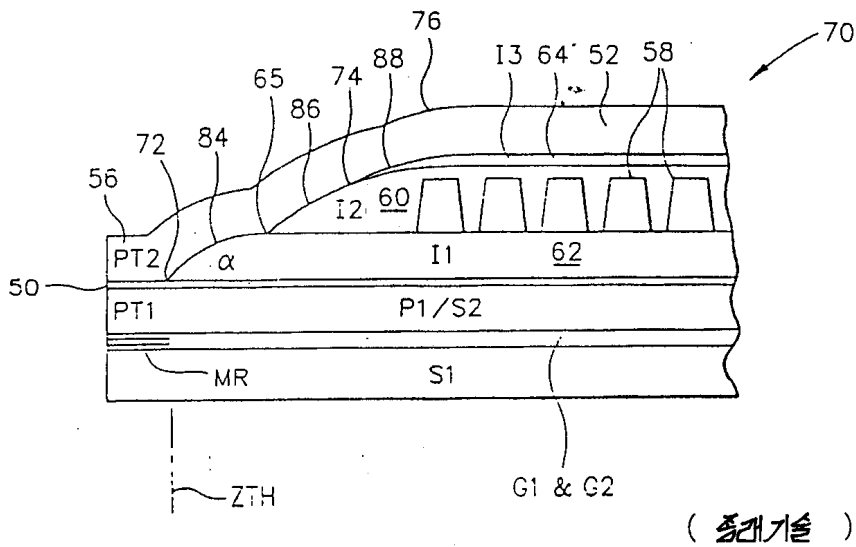
제13항에 있어서, 상기 제2자극은 상기 제로 스로트 높이로부터 3 내지 $5 \mu\text{m}$ 떨어진 플레어 지점을 가지는 기록 헤드.

청구항 16

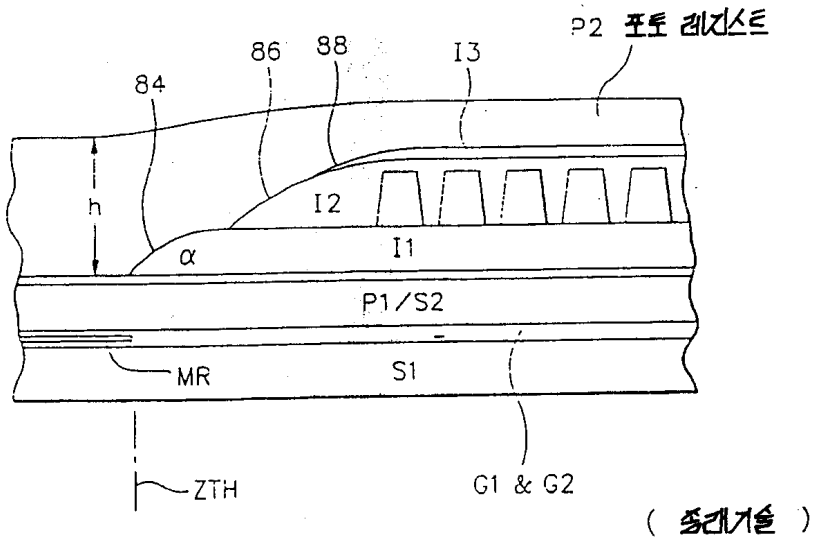
제15항에 있어서, 상기 플레어 지점은 상기 제로 스로트 높이로부터 실질적으로 $3 \mu\text{m}$ 떨어져 있고, 상기 코일층의 시작부는 상기 제로 스로트 높이로부터 실질적으로 $15 \mu\text{m}$ 떨어져 있는 기록 헤드.

청구항 17

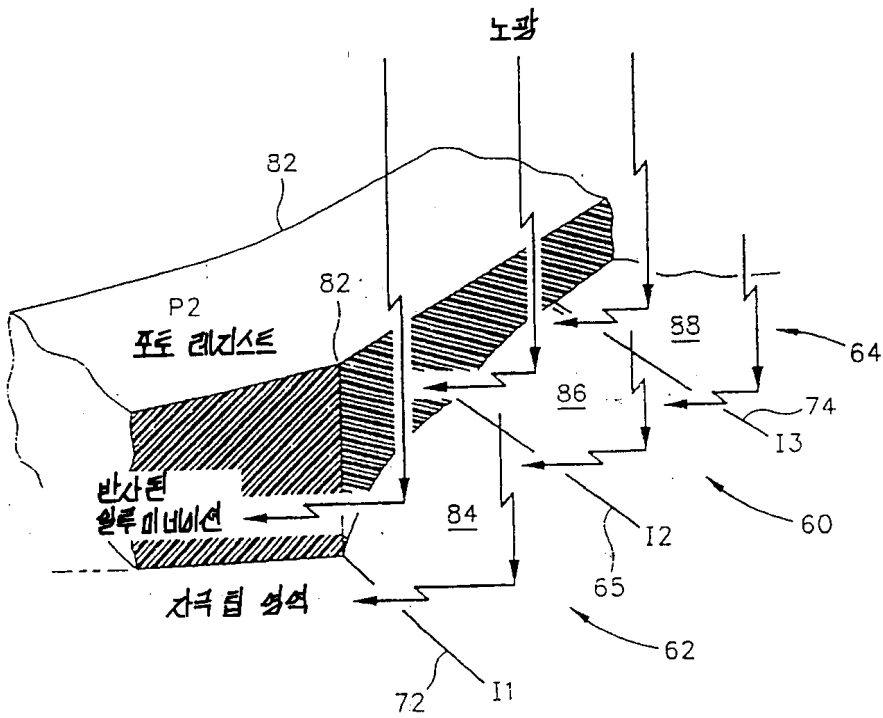
도면3



도면4

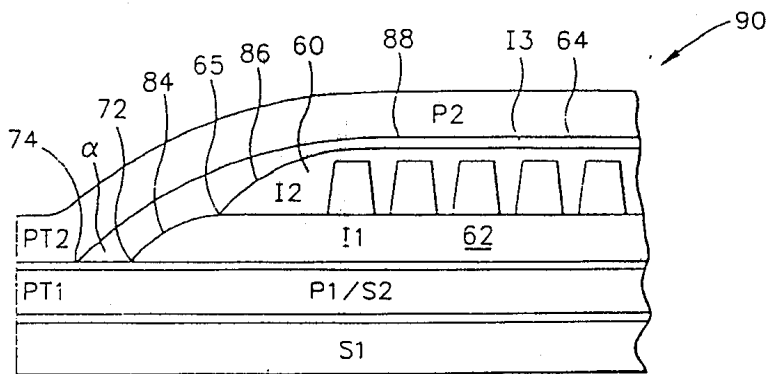


도면5



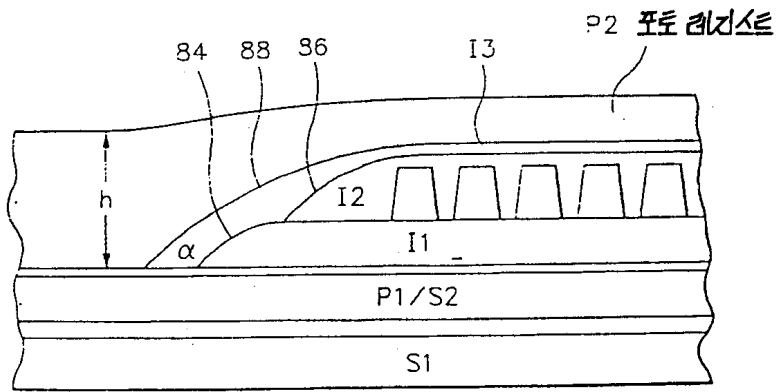
(도면기술)

도면6



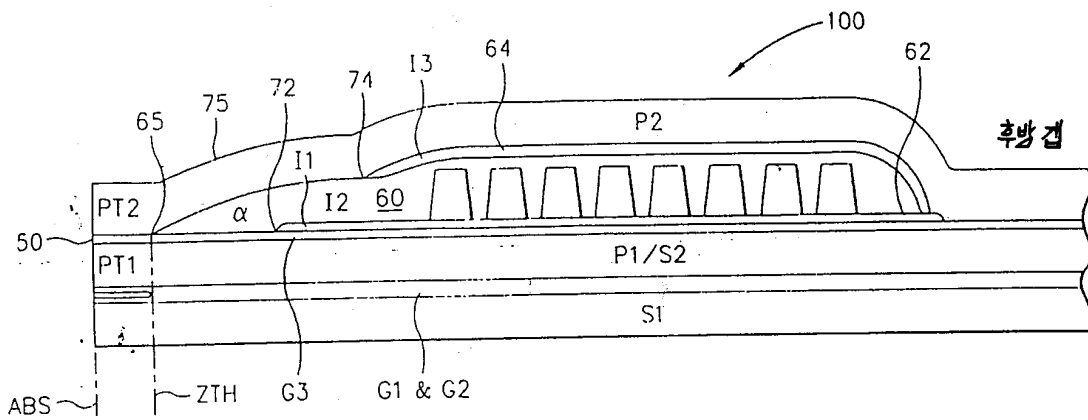
(도면기술)

도면7

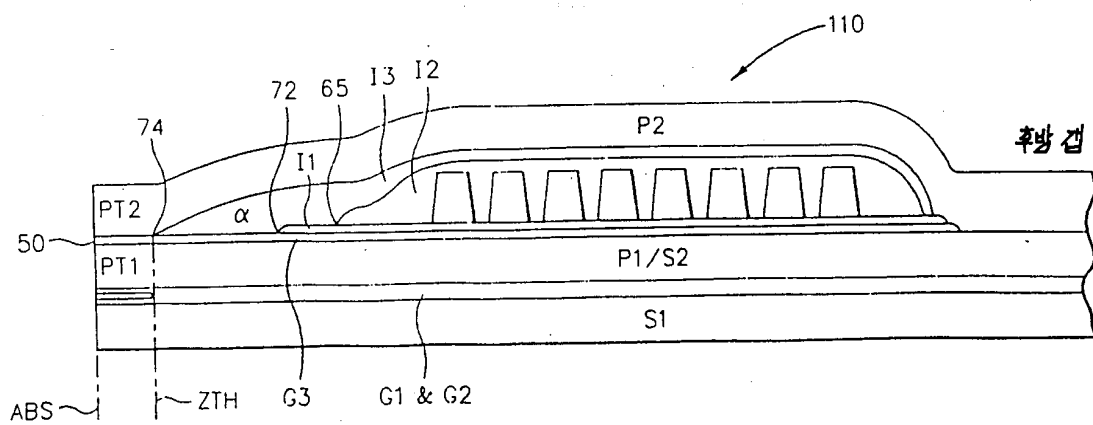


(종래기술)

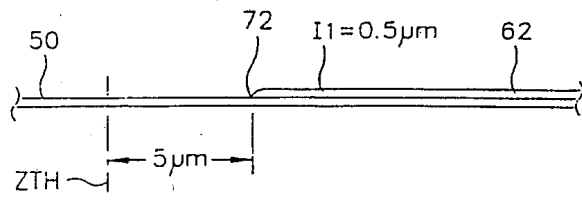
도면8



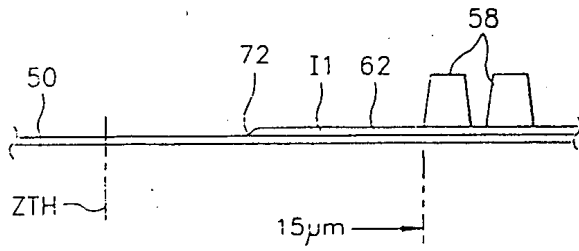
도면9



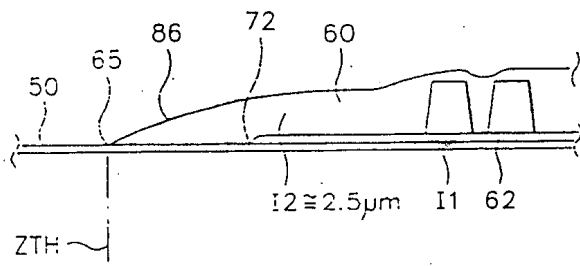
도면10



도면11



도면12



도면13

