(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[6]
G11B 5/64

(11) 공개번호 특2001-0031782
(43) 공개일자 2001년04월16일

(21) 출원번호 10-2000-7004848
(22) 출원일자 2000년05월04일
번역문제출일자 2000년05월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US 98/23855
(87) 국제공개번호 WO 99/24973
(86) 국제출원출원일자 1998년11월09일
(87) 국제공개일자 1999년05월20일
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 핀랜드 사이프러스
국내특허 : 중국 일본 대한민국 싱가포르
(30) 우선권주장 8/967,669 1997년11월10일 미국(US)
(71) 출원인 카네기 멜론 유니버시티 수잔 버켓
미합중국 15213 펜실베니아 피츠버그 포브스 애비뉴 5000
(72) 발명자 람베스,데이비드,엔
미국15215펜실바니아주피츠버그버킹검로드118
러플린,데이비드,이.
미국15235펜실바니아주피츠버그맥나리블루바드2357
공,헹
미국15213펜실바니아주피츠버그쥬리엣스트리트3222
양,웨이
미국15213펜실바니아주피츠버그더슨스트리트3612아파트먼트#5
주,지에
미국15224펜실바니아주피츠버그사우스에발린스트리트323아파트먼트#3
(74) 대리인 주성민, 김영

심사청구 : 없음

(54) 고도로 배향된 자기 박막, 기록 매체, 변환기, 이들로부터만들어진 장치 및 이를 만드는 방법

요약

본 발명은 자기 및 광-자기 매체, 변환기 및 막의 결정 구조에 긴 범위 질서를 갖는 고도의 방향성 막을 갖는 것으로부터 구성된 데이타 기억 장치를 제공한다. 기록 매체는 (1010) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 한개 이상의 코발트 합금과 같은, 코발트-기저 물질이 포함된 자기 기록 층, 기판, fcc 구조를 갖는 제 1 하층 및 기판 및 자기 기록 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 포함한다. Bcc 구조 및 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층이 또한 자기 기록 층 및 제 1 하층 사이에 놓인다. 특히, (110) Si 단일 결정 기판이 Ag, Cu, Al, 및 Cu와 같은 fcc 구조 및 L10 및 L12와 같은, fcc 유도체 구조를 갖는 비-산화된 특정 금속이면 실리콘 표면상에 에피텍시얼하게 성장될 수 있다.

색인어

자기 및 광-자기 매체, 변환기, 데이타 기억 장치.

명세서

연방 정부에 의해 지원된 연구 또는 개발에 대한 언급

본 연구는 전미 과학 재단 (National Science Foundation) 연구 보조금 번호 ECD-8907068에 의해 부분적으로 지원되었다. 미국 정부는 본 발명에 대해 일정한 권리를 갖는다.

기술분야

본 발명은 일반적으로 박막, 자기 기록 매체, 변환기 및 이 박막을 혼입한 장치 및, 더욱 구체적으로, 자기 기록 매체 및 변환기에서의 용도를 위한 고도로 배향된 코발트 또는 코발트 합금 자성층을 촉진시키는 박막에 관한 것이다.

더 높은 기억 용량, 더 낮은 잡음 및 더 낮은 비용을 갖는 자기 기록 매체에 대한 요구가 증가하였다. 이러한 요구를 충족시키기 위해, 기록 매체는 증가된 기록 밀도 및 실질적으로 증가된 기억 용량을 갖는 한편, 기록 매체에 연관된 잡음을 낮추는 더욱 잘-정의된 그레인 (grain) 구조를 갖는 것으로 개발되었다. 그러나, 개인용 컴퓨터의 증가와 함께, 지난 20년에 걸친 기록 밀도에 있어서의 빠른 증가는 낮은 잡음 및 비용을 갖는 더 높은 기억 용량의 기록 매체를 위한 요구만을 충족시켰다.

배경기술

계산적 데이타 조작 장치는 빠르게 확장하고 있는 수많은 응용에 사용되고 있다. 이들 예는 수퍼컴퓨터, 개인용 데스크 탑 및 휴대용 랩 탑, 파일 서버, 개인용 데이타 어시스턴트, 데이타 수집 장치, 아티클 트래킹 시스템 (article tracking system), 비디오 기록기, 디지탈 오디오 기록기, 및 또한 전화 응답기를 포함한다. 공통적인 구성적 특성은 이들 모두가 중앙 프로세스 장치, 입-출력 인터페이스, 다양한 레벨의 임시 기억, 및 보통 몇가지 형태의 영구적 데이타 기억 장치를 갖는 것이다. 영구적 데이타 기억 장치의 차별적인 특징은 정보가 전력이 손실되거나 제거되더라도 손상되지 않은 채로 보존되는 것이다. 데이타는 광학적으로 또는 자기적으로 영구적 데이타 기억 장치에 보존된다. 더욱 통상적으로 사용되는 데이타 기억 장치는 지울 수 있고 재-기록 가능한 자기 물질에 바탕을 둔다. 모든 자기 데이타 기억 장치에 대한 공통점은 기록 및 판독 장치, 데이타를 저장할 자기 매체, 및 매체 또는 변환기를 상호간에 위치시키는 기전에 있다.

몇몇 더욱 공통적인 영구적 데이타 기억 장치는 플로피 디스크 드라이브, 하드 디스크 드라이브, 및 데이타가 세그먼트 원형 트랙에 자성 비트 (magnetic bits)로 저장되는 것인 광자기 디스크 드라이브를 포함한다. 자기 매체는 회전되고 변환기는 고정되어 있거나 매체상의 위치에 데이타를 읽고 쓰기 위해 방사상으로 움직인다.

이와 같이, 자기 매체는 때때로 테이프 또는 시이트로서 구성되고 변환기가 고정될 수 있는 한편, 선형으로 이동되고, 움직이는 매체를 가로 질러 횡으로 움직이거나, 또는 심지어 매체에 대해 나선형 아크로 움직인다. 또한, 후에 이는 매우 많은 양의 데이타가 매체 또는 변환기가 2차원적 카르테시안 좌표 또는 데이타에 접근하기 위해 상호간에 아크 모션으로 움직이는 것인 물리적으로 매우 작은 포맷상에 저장될 수 있음이 이해된다.

역사적으로, 많은 비-광학 자기 데이타 기억 시스템을 위한 변환기는 특정한 방향으로 매체를 자화시킴으로써 데이타를 기록하고 자화된 매체의 방향을 검색함으로써 데이타를 판독하기 위해 사용되는 유도 자기 헤드였다. 더욱 최근에, 유도 자기 헤드는 데이타 패턴을 기록하기 위해 사용되는 한편 자기 저항 센서는 데이타를 판독하기 위해 사용된다. 많은 광자기 기억 장치에서 기록 변환기의 적분 부분 (integral part)이 매체 표면에 자기장을 발생시키는 성분인 반면 표면은 광 원료를 사용함으로써 가열된다. 이후 매체 자화는 매체가 차가와질 때 기록 변환기에 의해 발생된 자기장의 자기 방향을 추측케 한다. 몇몇 시스템에서 이 방향성 필드 (field)는 인접한 자기 물질에 의해 공급된다.

물리적 크기, 효능 및 기록 판독 변환기의 방향에 의해, 자기 매체는 일반적으로 바람직한 방향으로 자화된다. 그러므로, 거의 모든 자기 데이타 기억 매체에서, 자기 매체를 기록 및 재생 변환기의 조작 방향과 맞추기 위한 방향으로 배향하는 것이 바람직하다. 덧붙여, 자기 물질은 일반적으로 자기적으로 용이한 축 또는 축들로서 알려진 것을 따라, 바람직한 한 방향 또는 방향들로 더욱 용이하게 자화할 것이다.

보자성 (H_c), 잔류 자화 (M_r) 및 보자 방형 (S^*)과 같은, 자기적 성질은, 매체의 기록 성능에 중요하다. 이들 자기적 성질은 고정된 컴포지션 (composition)을 위한 필름의 미세 구조에 주로 의존적이다. 박막의 세로 방향 자기 기록 매체를 위해, 자화된 층은 바람직하게는 단일 축의 결정 이방성 및 c-축을 따라 향해 있고 우선적으로는 막의 평면에 있는 (즉, 평면-내) 자화 용이축을 갖는다. 층의 우세한 결정학적 방향은, 표면의 기계적 조도 (roughnes)를 기술하기 위해 용어 " 텍스쳐" 를 사용하는 것과 반대로, 여기서 사용된 바대로 결정학적 텍스쳐 (texture) 또는 텍스쳐로서 알려져 있다. 즉, 표면 및 표면에 평행인 결정성 평면을 갖는 결정은 표면에 직각인 방향 벡터에 의해 기술된 텍스쳐를 갖는 것으로 언급된다. 보통, 더 좋은 평면내 c-축 방향이 더 좋을수록 세로 방향 기록을 위해 사용된 자기층의 보자성은 더 높다. 높은 보자성은 높은 잔류 자기를 얻기 위해 요구된다. 이와 같이, 수직 자기 기록 매체를 위해, 코발트 합금의 바람직한 결정성 구조는 단일축의 이방성 및 막 평면에 수직인 결정성 c-축을 갖는 육방 밀집 (" hcp") 구조이다.

일반적으로 변환기의 방향으로 매체의 자기적 용이 방향을 얼라인 (align)하는 것이 바람직하다. 매체 및 변환기의 방향을 얼라인함으로써, 데이타 비트는 더 낮은 에너지 변환기 필드로 기록될 수 있고 매체를 더욱 용이하게 자화시키는 능력은 매체의 더욱 강하게 자화된 부분을 공급해 준다. 이들 두가지 효과의 조합은 데이타 비트가 매체의 더욱 편재된, 그러나 더욱 고도로 자화된, 부분으로부터 판독하여 기록되도록 해준다. 즉, 변환기 및 매체의 상대적 자기 방향을 얼라인함으로써, 증가된 기억 밀도 및 기억 용량이 얻어질 수 있다. 이는 더 많은 데이타가 매체상의 더작은 면적에 저장되도록 함으로써 더 높은 성능의 데이타 기억 장치를 초래한다. 이는 또한 더 적은 컴포넌트 (component)가 동등하거나 더 큰 용량의 기억 장치를 만들기 위해 요구됨에 따라, 데이타 비트당 더 낮은 비용 및 아마도 더 낮은 비용의 기억 장치를 초래한다. 많은 경우에 이는 또한 기억 시스템의 물리적 크기가 더 작으므로 저장된 데이타의 특정 부분에 도달하기 위한 접근 시간을 감소시킨다.

회전 기억 장치에서 매체의 방향이 매체의 평면에서 원주 방향에 불규칙한 평행이거나 일정한 관계인 것이 바람직하거나 또는 방향이 매체 표면에 수직인 것이 바람직하다. 각각의 이들 방향에서 자기 매체 및 변환기의 상대적 방향은 매체가 변환기에 대해 회전되는 것처럼 변하지 않는다. 매체 및 변환기의 상대적 방향에 있어서의 변화는 신호의 기록 및 판독에 있어서의 변화를 초래하고, 이는 신호 변조로서 알려져 있다.

플로피 디스크 및 대부분의 하드 디스크에 대하여 그 방향은 매체의 평면에서 거의 불규칙하다. 그러나, 회전 자기 매체는 흔히 기판 표면의 기계적 조도에 의한 기록 트랙 방향을 따라 적은 정도의 방향을 갖는다. 수직 자기 매체에 대하여, 그 방향은 기록 및 판독 변환기의 필드 방향을 맞추기 위해 매체 평면에 수직으로 잘 배향되어야 한다. 광-자기 기록에서, 광-자기 패러데이 효과 (Faraday effect), 또는 커 효과 (Kerr effect)는, 빛이 자화 방향에 평행으로 전파할 때 더욱 크다. 빛이 보통 매체 표면에 수직으로 전달되기 때문에, 매체의 자기 방향이 동일한 것이 바람직하다. 이와 같이, 테이프 및 시이트 자기 기록 시스템에 대하여 매체의 바람직한 자기 방향은 변환기의 필드 방향에 평행하다.

현대의 고 성능 자기 매체는 일반적으로 기판상에 지지된 한개 이상의 자기 박막으로 구성된다. 이 박막은 일반적으로 열 또는 전자 빔 증발, RF 또는 DC 다이오드 또는 마그네트론 스퍼터링 (magnetron sputtering), 이온 빔 디포지션, 레이저 어블레이션 (laser ablation), 또는 화학적 증기 상 디포지션 (chemical vapor phase deposition)과 같은, 다양한 기술에 의해 기판상에 진공 디포지션된다. 하드 디스크에서 사용되는 것과 같은, 대부분의 자기 기록 매체에서, 박막 층은 다결정이다. 대부분의 상업적 광-자기 기록 매체에서 자기 박막 층은 무정형의 희토류 전이 금속 합금으로 구성되지만, 다결정 초격자가 또한 사용되었다.

하드 디스크 응용에서, 기판은 유리, 유리 세라믹, 또는 세라믹으로부터 만들어질 수 있지만, 더욱 일반적으로는 표면상에 무전해 도금된 NiP 층을 갖는 AlMg 합금이다. 크로뮴, 추가적 합금 원소 X를 갖는 크로뮴 (X는 C, Mg, Al, Si, Ti, V, Co, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, La, Ce, Mn, Nd, Gd, Tb, Dy, Er, Ta, 및 W), Ti, W, Mo, NiP, 및 NiAl 및 FeAl과 같은 B2-순서의 격자 구조와 같은, 한개 이상의 비-자기 하층은 대체로, 특정한 방향을 촉진 및/또는 자기 층의 그레인 크기를 조절하기 위해 자기 층을 디포지션하기 전에 기판상에 디포지션되고, 이는 대체로 코발트 합금으로 구성된다.

기록 성능에 영향을 미치는 또다른 인자는 자기 층에서의 그레인 크기 및 그레인 이간 거리이다. 개별적인 그레인의 크기 및 이간 거리는 매체 잡음 및 층상에서 얻어질 수 있는 기록 밀도에 영향을 줄 뿐만 아니라, 분리는 또한 기록된 데이타 트랜지션의 달성 가능한 이간 거리, 또는 신호, 신호에서 추가적 매체 잡음을 유도하는 오버랩의 정도에 영향을 미친다.

순수한 코발트와 반대로 코발트-기저 합금은 보통 다양한 이유 때문에 세로 방향 또는 수직의 자기 매체에 사용된다. 예를 들면, 크로뮴과 같은 비-자기 원소는 보통 낮은 자화로 자기 막에 벌크 도우프 (bulk doped)된다. 이는 합금의 자기 모멘트와 관련된 감자 에너지는 자화가 매체 막 평면에 수직으로 배향되도록 하기 위해 자기-결정 이방성 에너지 보다 더 작아야만 하는 것인 수직 매체에서 특히 중요하다. 동일한 기술이 자화 반전 감자 에너지를 낮추기 위해 세로 방향의 자기 매체에 사용되고, 이는 더욱 짧은 자화 반전 길이 및, 이로 인한, 더욱 높은 기록 밀도를 초래하게 된다. 그러나, 또한 더욱 중요하게는, 비-자기 원소는 코발트 및 그레인 사이의 자기 교환 커플링을 제한하기 위해 비-강자성체를 통한 그레인-투-그레인 아이솔레이션 (grain to grain isolation)을 제공하기 위해 코발트-합금으로 도입된다.

일반적으로, 매우 작은 그레인 크기에 대하여, 보자성은 증가되는 그레인 크기에 따라 증가한다. 큰 그레인은, 그러나, 더 큰 잡음을 초래한다. 큰 그레인과 관련된 잡음에 있어서의 증가 없이 높은 보자성을 얻을 필요가 있다. 낮은 잡음의 자기 매체를 얻기 위해, 코발트 합금 박막은 자기적으로 이웃하는 그레인들을 아이솔레이트 (isolate)할 수 있는 그레인 경계를 갖는 균일한 크기의, 작은 그레인을 가져야 한다. 이런 종류의 미세 구조, 방향, 및 결정학적 텍스쳐는 정상적으로 디포지션 공정을 조작함으로써, 기판 표면을 그루빙 (grooving)함으로써, 코발트 합금 컴포지션을 변화시킴으로써 또는 하층의 적합한 이용에 의해 달성될 수 있다.

자기 층의 그레인의 이간 거리 및 기록된 신호의 신호 대 잡음의 비율에서의 결과적 개선은 자기 층 그레인의 에피텍시얼 (epitaxial) 결정 성장을 유도함으로써 촉진된다. 그레인 크기 및 자기 박막 층의 방향 질은 대개 그레인 크기 및 층이 디포지션되고 있는 층의 텍스쳐 질에 의해 결정된다. 이전 층이 제 2층에서의 텍스쳐를 유도하기 위해 만들어질 수 있는 정도는, 부분적으로, 각층의 물질의, 상대적 크기, 또는 격자 간격 및 결정 구조에 의존한다. 기대되는 바대로, 결정 크기 및 층의 구조 사이에 실질적 변화가 있을 때 결정학적 텍스쳐는 반복되지 않을 것이고 그 층은 무정형 구조 및/또는 하층과는 독립적인 결정 구조 및 대표적인 가장 낮은 에너지 상태, 물질에 따라, 즉 가장 밀집된 구조의 방향으로 디포지션될 것이다.

코발트-기저 자기 매체에 대하여 코발트 그레인이 크로뮴 그레인 크기를 반복하는 경향이 있고 방향은 크로뮴 미소 결정상에 코발트의 하층 쿼시-에피텍시얼 성장에 의해 어느 정도 세팅됨에 따라, 크로뮴은 코발트 합금을 위해 좋은 결정학적 텍스쳐를 제공한다. 자기 층으로서 사용되고 있는 특정한 코발트 합금에 의해, 하층 합금 컴포지션은 코발트 합금의 격자 간격을 더 잘 맞추기 위해 원자 결정 격자 파라미터를 변화시키기 위해 선택될 수 있다. 예를 들면, 미국 특허 제 4,652,499호는 격자 상수를 변화시키고 이에 의해 CoPt 또는 CoPtCr과 같은, hcp 코발트 합금, 및 바디 센터드 큐빅 (body centered cubic, ″bcc″) CrV 하층 사이의 더 나은 격자 매칭 (lattice matching)을 촉진시키기 위해 바나듐을 크로뮴에 첨가함으로써 세로 방향의 자기 매체의 하층을 개선시키는 노고를 개시한다. 그외 크로뮴의 bcc 구조에서, Ti 및 Mo와 같은, 다른 유사한 용해성의 큰 원자 반경 물질의 첨가에 의한 유사한 결과가 논의되었다. 격자 매칭은 페이스 센터드 큐빅 (face centered cubic, ″fcc″)과 반대로 hcp 구조로의 코발트 합금의 성장을 촉진시킨다.

hcp 코발트 합금은 hcp c-축을 따라, 높은 단일축 이방성을 갖고, 이는 자기 매체에서 높은 보자성을 얻기 위해 필요하다. 회전 자기 응용에서, 코발트 합금은 신호 변조를 막기 위해 bcc 크로뮴 미소 결정의 평면 방향에서 불규칙적으로 에피텍시얼하게 성장된다. 즉, 코발트는 기판 표면 평면에 평행인 결정 평면의 바람직한 세트로 배향되어야만 한다. 몇몇 크로뮴 텍스쳐는 막 평면에 또는 가까이에 있는 이의 자기 용이 축으로 코발트를 성장시키기에 적합하다. 예를 들면, 케이. 호노, 비. 웡, 및 디.이. 러플린의 문헌 [″코발트/크로뮴 이중층 자기 박막의 결정학″, Journal of Applied Physics 68 (9) p. 4734

(1990)]은 이들 하층상에 디포지션된 hcp 코발트 합금 박막의 그레인-투-그레인 에피텍시얼 성장을 촉진시키는 bcc 크로뮴 하층 및 코발트 합금 [0002] c-축의 방향을 기술하고, 그러므로, 자기 용이 축은, 크로뮴 합금 하층의 결정학적 텍스쳐에 직접적으로 관련된다. 크로뮴 합금 및 코발트 합금 사이의 가장 보편적인 이들 텍스쳐 관계가 하기 요약된다:

쿼드-결정: $Co(10\bar{1}1)[\bar{1}2\bar{1}0]$ || $Cr(110)[1\bar{1}0]$또는

$Co(10\bar{1}1)[\bar{1}2\bar{1}0]$ || $Cr(110)[\bar{1}10]$

이중-결정: $Co(11\bar{2}0)[0001]$ || $Cr(002)[110]$또는

$Co(11\bar{2}0)[0001]$ || $Cr(002)[1\bar{1}0]$

단일-결정: $Co(10\bar{1}0)[0001]$ || $Cr(112)[1\bar{1}0]$

크로뮴 (001) (이중-결정) 및 크로뮴 (112) (단일-결정) 텍스쳐가 코발트 합금 c-축, [0002]를, 막 평면으로 유도하는 한편, 가장 용이하게 형성된 크로뮴 (110) 텍스쳐는 표면에 대해 ±28 도의 경각을 이루는 c-축을 초래한다. 그러므로, 낮은 보자성은 c-축들이 기록 평면에 평행하지 않음에 따라 크로뮴 텍스쳐상에서 성장된 코발트로부터 유래한다. 또한 코발트 c-축들이 크로뮴 (002) 및 크로뮴 (110) 텍스쳐상에 배치될 수 있는 다중 방향이 있다. 그러므로, 단일 (002) 텍스쳐드 크로뮴 그레인에 따라 2개의 가능한 c-축 방향이 성장 (이중 결정)할 수 있는 한편 단일 (110) 텍스쳐드 크로뮴 그레인에 따라 크로뮴의 4개의 가능한 c-축 방향이 성장 (쿼드-결정)할 수 있다. 이들 변이체가 단일 크로뮴 합금 그레인상에 공존하면, 이중-결정 및 쿼드-결정은 이후 적용된 필드에 동시에 평행인 모든 c-축들을 결코 가질 수 없고 그레인의 보자성은 감소될 것이다. 한편, 매우 보기 드문 단일-결정 코발트($10\bar{1}0$)//크로뮴(112) 텍스쳐 관계만이 크로뮴 그레인에 대한 단일 방향을 허용하고 크로뮴 그레인이 막 평면에 불규칙하게 배향되든 지 또는 기록 필드 방향에 평행으로 배향되든 지간에 더 높은 보자성을 초래하게 된다.

실온에서, 또는 음 전압 바이어스 (negative voltage bias)가 스퍼터 디포지션중에 기판에 적용되면, 크로뮴(110) 텍스쳐가 나타나는 경향이 있고 합리적인 격자 매칭이 크로뮴 합금 및 코발트 합금 결정 사이에 존재한다면 쿼드-결정 hcp 코발트는 성장하는 경향이 있음이 실험적으로 밝혀졌다. 이와 같이, 크로뮴이 상승된 온도에서 디포지션될 때 제한된 정도의 크로뮴(002)이 x-선 회절에 의해 관찰되고 어느 정도 코발트 이중-결정이 성장하는 경향이 있음이 또한 밝혀졌다. 그러나, 이들 각각의 경우에서 크로뮴의 텍스쳐 및 코발트 자기 층의 이들 자기 용이 축들의 결과적 방향에 상당한 분산 및 변화가 있다. 단일-결정을 얻기 위해 필요로 되는, 바람직한 크로뮴(112) 텍스쳐는, 크로뮴이 매체에 대해 적합한 두께로 크로뮴 미소 결정이 모든 방향으로 성장하고 있고 막이 보통 다결정 분말과 유사한 다중 텍스쳐를 보이고 있는 포인트에서 만들어질 때를 제외하면 흔히 보여지지 않는다.

출원인들은 (002) 방향을 갖는 잘 텍스쳐된 크로뮴 층이 본원에서 참고로 인용된, 미국 특허 출원 제 08/553,893호에 기술된 바대로 다결정 산화 마그네슘 시드 층 (seed layer)을 사용하여 생성될 수 있음을 이미 밝혀내었다. 덧붙여, 출원인들은 또한 본원에서 참고로 인용된, 미국 특허 출원 제 08/315,096호에 기술된 바대로, 크로뮴이 NiAl 및 FeAl과 같은, (112) 배향된 B2 바디 센터드 큐빅 유도체 물질상에 에피텍시얼하게 성장될 때 크로뮴(112)가 생성될 수 있음을 보여 주었다. 나카무라 등이 단일 결정 산화 마그네슘, 염화 나트륨 구조에 대한 결정 연구 과정중 (002) 및 (112) 크로뮴을 생산하였음은 또한 주목된다 (Jpn. J. Applied Physics, Vol. 32, part 2, No. 10A, L1410 (1993년 10월) 및 Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 34(1995) pp. 2307-2311).

자기 층의 구조에서의 추가적 개선점은 하층 및 자기 층 사이에 중간층을 혼입함으로써 밝혀졌다. 또한, 시드층은 하층 구조의 추가적 제어를 제공하고, 막의 조도를 제어하고, 기판 오염 물질에 의한 하층의 오염을 막기 위해 하층 및 기판 사이에 혼입될 수 있다. 다중 시드 층, 다중 하층, 및 중간층은 하층 구조로서 여기서는 총체적으로 언급된다. 덧붙여, 크로뮴 또는 크로뮴 합금과 같은 비-강자성 내부층에 의해 분리될 수 있거나 없는 다중 자기 층은 때때로 결과의 막의 자기 성질에서의 변화를 생성하기 위해 사용된다. 자기 층 및 간섭 내부 층은 총체적으로 자기 층 구조로서 여기서는 언급된다. 다중-층 하층 및 자기 층 구조의 용도는 그레인 크기, 그레인-투-그레인 아이솔레이션 및 후행하는 층의 에피텍시얼 성장 및 자기 층의 표면 조도에 대한 증가된 제어를 공급한다. 그러나, 추가적 층의 용도는 또한 전체 비용 및 제조 공정의 복잡성을 증가시킬 것이다.

수직 기록에 대하여 코발트 합금 c-축이 기판 평면에 수직인 것이 바람직하다. 이는 코발트 합금이 (0002) 텍스쳐를 갖고 [0002] 결정 방향이 막 평면에 수직임을 의미한다. 코발트가 적당한 두께로 성장되면 이 텍스쳐는 자연스럽게 (0002) 평면의 원자가 가장 밀집되는 것으로 나타난다. 그러나, 이는 이러한 방향으로의 큰 분산이 초래하는 것과 같이 매체에 대해 적합하지 않고 이들 막의 제 1 부분은 불규칙하거나 지극히 나쁜 방향을 갖는다.

막 평면에 대한 코발트 c-축의 어느 정도의 수직 방향은 hcp 코발트 합금 박막의 (0002) 결정 텍스쳐의 배향된 hcp 하층 또는 fcc 하층으로의 그레인-투-그레인 쿼시-에피텍시얼 성장에 의해 얻어 졌다. Pt, CoO 및 두꺼운 비-자기 hcp $CoCr_{35at\%}$와 같은, 다른 시드 층이 이 구조를 유도하기 위해 사용되었더라도, Ti 및 $Ti_{90}Cr_{10at\%}$는 흔히 이런 목적을 위해 최상의 시드 층 또는 하층으로 언급된다. 문헌 [" 세로 방향 기록을 위한 CoCrPt/Cr 필름 및 수직 기록을 위한 CoCr/Ti 필름의 컴포지셔널 이간 거리" , IEEE Trans. Magn., Vol. 27, no. 6, part 2, pp. 4718-4720 (1991); 및 IEEE Trans. Magn., Vol. 30, no. 6, pp. 4020-4022 (1994년 11월)] 참조.

필드 플럭스에 대한 복귀 경로가 없기 때문에 수직 헤드 필드 패턴이 낮은 필드 그레디언트 (gradient)

를 갖는 것과 같이 방향 각은 수직 기록을 위해 예외적으로 좋아야만 한다. 지금까지 세로 방향 박막 기록 생성물에 상당하는 수직 박막 기록 매체를 사용하는 상업적으로 실행 가능한 생성물이 없었다.

기록 매체 아래에 디포지션된, 퍼멀로이 (permalloy) 또는 CoZr 합금과 같은, 유연한 자기 "보자자" 층을 갖는 매체를 생성함으로써 나쁜 수직 헤드 필드 그레디언트의 어려움을 해결하기 위해 많은 시도가 이루어 졌다. 유연 층은 수직 폴-헤드 (pole-head) 필드 그레디언트를 예민하게 하는 높은 투과성 자기 플럭스 복귀 경로를 제공하기 위해 사용되고, 이는 기록된 패턴에서 데이타 트랜지션을 예민하게 해준다. 그러나, 유연 자기 층은 매체에 복잡성을 더해 주고 대개 이들의 질적 불완전성 및 부족 및 결과적인 도메인 벽 모션 (domail wall motion) 바르크하우젠 (Barkhausen) 현상에 의해 매체 잡음을 증가시킨다.

자기 기록 및 재생 변환기는 CoZr, FeN_x, $FeAlN_x$, $FeTaN_x$, FeSi 합금, NiFe 합금 또는 FeCo 합금과 같은 유연 자기 물질로 구성된다. 고 성능 변환기를 생성하기 위해 매체에 유사하게 결정학적 방향, 자기 이방성 진폭 및 방향, 및 그레인 크기, 및 자왜 및 자기 탄성 성질, 및 물질에 편재된 응력을 제어하는 것이 필요하다. 이들 속성 및 인자의 제어 없이 변환기는 바람직하지 않게 큰 이력 응력을 가질 수 있고, 드라이브 신호가 제거된 후에도 자화된 채로 남아 있을 수 있고, 바르크하우젠 현상 또는 시간 연장 잡음 스파이크를 나타낼 수 있거나, 또는 필드 신호에 대해 비-선형 반응을 나타낼 수 있다.

Fcc 니켈 합금 유연 물질에서 더욱 균일한 반응을 생성하기 위해, 진공 디포지션된 시드 층은 때때로 fcc 니켈 합금이 (111) 텍스쳐를 갖도록 유도하기 위해 사용된다. NiFe 합금과 같은 물질에 대해 용이 자기 축들은 (111) 텍스쳐가 막 평면으로부터 단지 19°로 놓인 용이 축들에 유도되면 〈111〉 방향을 따라 놓인다. 이 방향의 질은 자기 스핀 회전 의 균일성 및 이들 층에서의 자기 도메인 벽 모션을 결정하는 데 중요한 역할을 한다.

이와 같이, 자기 저항 또는 스핀 밸브 센서에서 유연성 자기 물질에 자기 바이어싱을 제공하기 위해, 자기 기록 매체에 사용된 것들과 매우 유사한, 하드 자기 물질을 사용하는 것이 보편적이다. 예를 들면, 미국 특허 제 4,902,583호는 이런 목적을 위한 CoPt의 용도를 기술한다. 자기 매체로 이방성 및 이들 장치 요소의 보자성을 개선시키기 위해 텍스쳐 질을 제어하는 것이 바람직하다. 자기 데이타 기억 변환기의 성능을 개선시키기 위해 고도의 방향성 및 자기 필름 성질의 균일성을 생산할 방법, 물질 및 박막 장치 구조를 개발시킬 상당한 필요가 있다.

이전의 논의로부터 명백한 것과 같이, 더 가볍고, 더 작고 더 좋은 성능 및 낮은 비용의 기억 장치에 대한 지속적인 요구가 있다. 이러한 요구를 충족시키기 위해, 하층은 보통 고도의 결정학적 방향을 나타내야만 하고, 이는 이후 고도의 자기 방향을 초래할 것이다. 이들 장치는 오늘날의 하드 디스크 드라이브에서의 용도를 위해, 다른 자기 기억 장치를 갖는 변환기, 및 그외 응용을 위해 더 큰 기억 밀도 및 더 높은 기록 및 판독 질 및 효능을 제공해야 한다.

발명의 간단한 요약

본 발명은 박막, 자기 및 광-자기 기록 매체, 변환기 및 박막을 혼입한 장치에 관한 것이다. 박막 물질 구조는 일반적으로 기판, 하층을 포함하고 한개 이상의 추가의 하층, 시드 및/또는 웨팅층 (wetting layers), 및 중간층을 포함할 수 있는 하층 구조, 및 자기층을 포함하고 한개 이상의 추가의 자기층 및 자기층들 사이에 놓인 내부 비자기 층을 포함할 수 있는 자기층 구조를 포함한다.

한 면에서, 기록 매체는 ($10\bar{1}0$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 한개 이상의 코발트 합금과 같은, 코발트-기저 물질이 포함된 자기 기록 층, 기판, fcc 구조를 갖는 제 1 하층 및 기판 및 자기 기록 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 포함한다. Bcc 구조 및 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층은 또한 자기 기록 층 및 제 1 하층 사이에 놓인다. 바람직한 실시 양태에서, 제 1 및 제 2 하층은 각각, 은 및 크로뮴으로 구성되고, 기판은 (110) 방향을 갖는 단일 결정 실리콘 기판이다. 또한, (110) 결정 텍스쳐를 갖는 기판상에 디포지션된, 다결정 fcc 구조 시드 층 또는 하층을 갖는 통상적인 기판이 사용될 수 있다.

출원인들은 실리콘 단일 결정 기판을 사용함으로써 다중 물질 층 구조가 지극히 잘된 원자 순서 기판상 및 광범위한 원자 순서를 갖는 고도로 배향된 자기 미소 결정을 생성하기 위해 상호간에 에피텍시얼하게 성장될 수 있음을 알아 내었다. 고도의 순서 및 단일 텍스쳐는 우수한 방향적 성질을 갖는 자기 막을 초래한다. 이러한 방향의 정도 및 긴 거리에 걸친 성질의 균일성은 렘난스 (remnance), 보자성, S, 및 S^*와 같은, 자기적 성질을 개선시킨다.

특히, 은, 구리, 알루미늄, 및 금과 같은, fcc 구조 및 $L1_0$ 및 $L1_2$ 구조와 같은, fcc 유도체 구조를 갖는 특정한 금속은, 비-산화 실리콘 표면상에서 에피텍시얼하게 성장될 수 있음이 밝혀 졌다. Fcc Ag 및 A4 (다이아몬드) 실리콘 사이의 1 단위 셀 투 1 단위 셀 (one unit sell to one unit cell) 격자 매치가 매우 열악한 반면, 다중 Ag 단위 셀 거리는 실리콘 표면상에 매우 잘 맞추어진다. 그러므로, 실리콘의 단일 결정 표면의 매우 긴 범위의 질서 때문에 Ag의 에피텍시얼한 성장이 발생한다. 크로뮴과 같은, bcc 구조, 또는 NiAl, FeAl (B2), 또는 Fe_3Al, $AlNi_2Ta$, $AlNi_2Nb$ (D03), $AlNi_2Ti$ (D03 +B2) 또는 $L2_1$ 구조와 같은, bcc 유도체는 fcc 구조상에 에피텍시얼하게 성장될 수 있다.

또다른 면에서, 기록 매체는 ($11\bar{2}0$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 한개 이상의 코발트 합금과 같은, 코발트-기저 물질이 포함된 자기 기록 층, 기판, fcc 구조를 갖는 제 1 하층 및 기판 및 자기 기록 층 사이에 놓인 (001) 결정 텍스쳐를 포함한다. Bcc 구조 및 (001) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층은 또한 자기 기록 매체 및 제 1 하층 사이에 놓인다. 바람직한 실시 양태에서, 제 1 및 제 2 하층은 각각, 은 및 크로뮴을 포함하고, 기판은 (001) 결정 텍스쳐를 갖는 단일 결정 실리콘 기판이거나 또는 (001) 결정 텍스쳐를 갖는, 산화 마그네슘과 같은, 다결정 시드층을 갖는 통상적인 기판이다.

또다른 면에서, 기록 매체는 ($10\bar{1}1$) 결정 구조를 갖는 코발트 또는 한개 이상의 코발트 합금과 같은, 코발트-기저 물질이 포함된 자기 기록 층, 기판, fcc 구조를 갖는 제 1 하층 및 기판 및 자기 기록 층 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 포함한다. Bcc 구조 및 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층은 또한 자기 기록 층 및 제 1 하층 사이에 놓인다. 바람직한 실시 양태에서, 제 1 및 제 2 하층은 각각, 은 및 크로뮴을 포함하고, 기판은 (111) 방향을 갖는 단일 결정 실리콘 기판이거나 또는 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 기판상에 디포지션된, 다결정 bcc 구조 시드 층 또는 하층을 갖는 통상적인 기판이다.

추가의 면에서, 수직 기록 매체 및 변환기는 Ti 와 같은, hcp (0002) 템플릿상에 디포지션된 (0002) 결정 텍스쳐를 갖는, 코발트-기저 물질과 같은, 하드 자기 층, 또는 Cu와 같은, 적합하게 매칭된 fcc (111) 구조를 포함하고, 이는 Ag (111) 층상에 추가로 디포지션될 수 있다.

덧붙여, 수직 매체 및 변환기는 한개 이상의 fcc (111) 구조상에 (111)로, 바람직하게는 Ag (111) 상에 Cu (111)로 디포지션된, NiFe 합금과 같은, 유연 자기 물질을 사용하여 구성될 수 있다. 배향된 유연 자기 층은 특정한 응용에 의해 하드 자기 층의 존재 또는 부재하에서 변환기 및 기록 매체에 혼입될 수 있다.

따라서, 본 발명은 고도로 배향된 자기 기록 매체, 기록 매체를 혼입한 변환기 및 데이타 기억 장치 및 하드 디스크 드라이브 및 그외 응용에서의 용도를 위해 높은 보자성 및 낮은 잡음 및 비용을 갖는 변환기를 공급한다. 이들 잇점 및 그외 잇점들이 하기 상세한 설명으로부터 명백해 질 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 잇점은 도면을 참조하여 더 잘 이해될 수 있다.

도 1은 변환기 및 기록 매체를 포함하는 데이타 기억 장치를 보여 준다;

도 2 (a 내지 c)는 본 발명의 박막 물질 구조를 보여 준다;

도 3은 육방 밀집 구조에서 4개의 결정학적 평면을 보여 준다;

도 4는 페이스 센터드 큐빅 구조에서 3개의 결정학적 평면을 보여 준다;

도 5는 다이아몬드 큐빅 구조에서 3개의 결정학적 평면을 보여 준다;

도 6은 바디 센터드 큐빅 구조에서 4개의 결정학적 평면을 보여 준다;

도 7은 방향 및 실리콘 (001), 은 (001), 크로뮴 (001) 및 이중 결정 CoCrTa ($11\bar{2}0$) 격자 사이의 원자내 간격 관계를 보여 준다;

도 8 (a 내지 c)은 (a) 2개의 Ag/HF-Si 막의 XRD 스펙트라, (b) Ag (500Å)/HF-Si 막의 Si [001] 존 축 전자 회절 패턴, 및 (c) Ag (001) [110] ∥ Si (001) [110] 이중층의 시뮬레이티드 Si [001] 존 축 전자 회절을 보여 준다;

도 9 (a 내지 b)는 (a) CoCrTa/Cr/Ag/HF-Si 필름의 XRD 스펙트라, 및 (b) CoCrTa/Cr 막의 Si [110] 및 Si [100] 방향을 따라 Ag 템플릿 두께에 대한 보자성 의존도를 보여 준다. CoCrTa 및 Cr 두께는 각각 200 및 300Å에서 고정된다;

도 10 (a 내지 d)는 (a) 50Å, (b) 125Å, (c) 500Å, 및 (d) Ag 표면 조도 대 Ag 막 두께의 플롯에서의 Ag 두께를 갖는 Ag/HF-Si 막의 표면의 AFM 상을 보여주고, 여기서 0Å 두께에서의 고체 서클 (solid circle)은 맨 HF-Si를 의미한다;

도 11 (a 내지 c)는 (a) 500Å Ag 템플릿상에 성장된 CoCrTa/Cr 막의 Cr [001] 존 축 전자 회절 패턴, 및 (b) 이중 결정 Co/Cr 이중층의 시뮬레이티드 Co[$11\bar{2}0$]/Cr[001] 존 축 전자 회절 패턴을 보여 준다. (c) 자기 성질의 평면내 변화, 및 (d) CoCrTa (200Å)/Cr (300Å)/Ag (500Å)/HF-Si 막의 평면내 토크 곡선 (torque curve)을 보여준다;

도 12는 Si(110), Ag(110), Cr(112), 및 Co($10\bar{1}0$)에 대한 결정학적 평면을 보여준다;

도 13은 H, M_s, 및 자기 용이 축 사이의 상대적 위치 및 각을 보여 준다;

도 14 (a 내지 c)는 (a) Ag/Si, (b) Cr/Ag/Si, 및 (c) Co/Cr/Ag/Si 막에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다;

도 15 (a 내지 d) 및 (a' 내지 d')는 각각, Si, Ag, Cr, 및 Co에 대한 ϕ-스캔 결과 및 입체 투영을 보여 준다;

도 16은 (112) 방향의 2개의 쌍 도메인을 보여 준다;

도 17은 Co($10\bar{1}0$) 자기 층에 대한 토크 곡선을 보여 준다;

도 18 (a 내지 b)는 각각, Co($10\bar{1}0$) 자기 층의, 자기 용이 및 곤란 축들에 대한 히스테리시스 (hysteresis) 곡선을 보여 준다;

도 19는 CoCrTa 자기 층에 대한 토크 축을 보여 준다;

도 20 (a 내지 b)는 각각, CoCrTa 자기 층의, 유연 및 경 자기 축들에 대한 히스테리시스 축들을 보여 준다;

도 21 (a 내지 b)는 (a) CoCrPt/Ti/유리, 및 (b) CoCrPt/Ti/산화된 Si에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다;

도 22는 Si(111), Ag(111), Ti(0001), 및 Co(0001)에 대한 결정학적 평면을 보여 준다;

도 23 (a 내지 c)는 (a) CoCrPt (50 nm)/Ti (50 nm)/Ag (12 nm)/HF-Si, (b) CoCrPt (50 nm)/Ti (50 nm)//HF-Si, 및 CoCrPt (50 nm)/Ag (12 nm)/HF-Si에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다;

도 24 (a 내지 d) 및 (a' 내지 d')는 각각 Si, Ag, Ti, 및 Co에 대한 ϕ-스캔 결과 및 입체 투영을 보여 준다;

도 25 (a 내지 e) 및 (a' 내지 e')는 표 II에서 샘플 A 내지 E의, 각각, 자기 용이 및 곤란 축들에 대한 히스테리시스 곡선을 보여 준다;

도 26 (a 내지 b)는 (a) Co (1000 Å)/Cu(500 Å)/Ag(300 Å)/HF-Si (111), 및 (b) Co (1000 Å)/Cu(500 Å)/HF-Si (111)에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다;

도 27 (a 내지 f)는 표 III에서 샘플 A 내지 F에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다;

도 28 (a 내지 b)는 Ag(500 Å)/유리, 및 (b) Ag(500 Å)/CrMn(500 Å)/유리에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다;

도 29 (a 내지 b)는 (a) NiFe(500 Å)/유리, (b) NiFe(500 Å)/Cu(1000 Å)/유리, Cu(1000 Å)/Cr(300 Å)/유리, 및 Cu(1000 Å)/Ag(1000 Å)/Cr(300 Å)/유리에 대한 XRD 스펙트라를 보여 주고;

도 30은 유리 기판상에 RF 다이오드 스퍼터링에 의해 제조된 다양한 두께의 전형적인 크로뮴 막의 XRD 스캔을 보여 준다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 물질 구조는 기록 매체상의 데이타를 기록하고 판독하기 위해 사용되는 기록 매체 및 변환기에서 구체화될 수 있다. 기록 매체는 컴퓨터의 디스크 드라이브로 혼입된 견고한 자기 하드 디스크와 같은, 회전, 번역, 또는 고정된 데이타 기억 장치에 사용될 수 있다 (제시되지 않음).

대체로, 데이타 기억 장치 (8)은 헤드 또는 도 1에 제시된 바대로, 매체 (10)의 표면위로 헤드를 움직이기 위해 사용된 서스펜젼 어셈블리 (suspension assembly)에서 움직일 수 있는 암 (arm) 상에 고정되거나 지지된, 슬라이더에서의 기록 매체 (10) 및 변환기 (11)을 포함한다. 변환기 (11)은 정상적인 조작 과정중 매체 (10)의 표면에 대해 밀접하게 배치된, 평행 관계로 존재한다. 헤드 및 매체 사이의 전형적인 거리는 10 μin 이하이다. 문헌 [미, 씨.디. 및 다니엘, 이.디., MAGNETIC RECORDING, Vols, I - III (맥그로-힐 출판, 1987); 에프. 조젠슨, The Complete Handbook of Magnetic Recording, 제 16장 (제 3판, 1988)], 및 본원에서 참고로 인용된, 미국 특허 제 5,062,021호 참조.

본 발명의 더욱 완전한 설명에 있어서, 기록 매체 (10) 및 변환기 (11)의 물질 구조는 하기 기술된 명명법을 가질 것이다. 도 2(a)를 참고로, 본 발명의 기록 매체 (10) 및 변환기 (11)에서의 물질 구조는 기판 (12), 하층 (14), 및 자기 층 (16)을 포함한다. 물질 구조는 각각, 하층 구조 및 자기 층 구조를 정의하는 다수의 하층 및/또는 자기 층을 포함할 수 있다. 도 2(b)에 제시된 바대로, 하층 구조는 시드층 및/또는 기판 (12) 또는 하층 구조내 그밖의 곳에 놓인 웨팅 층 (18), 추가의 하층 (20) 및 자기 층 구조에 인접한 하층 (14)상에 놓인 중간 층 (22)를 또한 포함할 수 있다. 자기층 (16)은 오버코트 (26) 및 유기 윤활제 (28)에 의해 이어지는 오버레이어 (overlayer) (24)를 포함하는 오버레이어 구조로 커버될 수 있다. 웨팅층 (18)은 무정형의 물질 또는 결정 구조가 개발되기에는 너무 얇은 막일 수 있고, 텍스쳐의 막은 전체 격자의 미스매치 (mismatch)를 엔수잉 층 (ensuing layer)에 제공한다.

도 2(c)에 제시된, 또다른 실시 양태에서, 자기 층 구조는 한개 이상의 내부 층 (30)에 의해 분리될 수 있는, 추가의 자기 층, (16') 및 (16˝)을 포함할 수 있다. 수직 기록 응용에서, 추가의 자기 층 (16') 및 (16˝)은 자기적 경 물질일 수 있는 자기 층 (16)을 둘러 싸는 유연 자기 보자자일 수 있다. 변화기 응용에서, 도 2(a)에서의 자기 층 (16)은 매체 (10)상에 데이타를 판독하거나 기록하기 위해 사용되고 있는 변환기 (11)에서 층의 기능에 의존하여 자기저 경 또는 유연 물질일 수 있다.

일반적으로, 기판 (12)는 유리, NiP로 코팅된 실리콘 또는 알루미늄 합금, 유리 세라믹, 세라믹, 또는 SiC와 같은, 비자기 물질로 형성된다. 그러나, 본 발명에서, 매체 (10)에서의 바람직한 특징에 의해, 실리콘과 같은, 바람직한 결정 방향 또는 텍스쳐를 갖는 단일 결정을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

세로 방향의 매체에 대하여, 자기 층, (16), (16'), 및 (16˝)은, 이러한 자기 층의 평면에 실질적으로 평행인 이의 세로 방향 자기 용이 축으로 디포지션된다. 본 발명의 자기 층 (16)에서 사용된 자기적 경 물질은 바람직하게는 코발트 또는 CoCr, CoSm, CoPr, CoP, CoNi, CoPt, CoNiCr, CoNiZr, CoPtNi, CoCrTa, Co,CrPt, CoCrP, CoCrTaSi, CoCrPtSi, CoCrPtB, CoCrPtTa, CoCrPtTaB, CoCrPtTaNb, 또는 그외 알려진 코발트 합금 자기 막과 같은, 코발트 합금 막이다. 세로 방향 기록 매체 응용에 대하여 자기 층 (16)은 각각 약 2.5 내지 60 nm (25 내지 600 Å) 두께이다. 자기 층 (16)은 또한 추가로 논의된 바대로 수직 기록 응요에서 특히, NiFe 합금과 같은, 유연 자기 물질을 포함할 수 있다.

웨팅 및/또는 시드 층 (18)은 후행하는 층이 각각, 웨팅 또는 시드층이 사용된는 지에 의존하여 이피텍시얼하게 성장될 것에 대하여 이전 막의 텍스쳐를 파괴하거나 상이한 텍스쳐를 제공하기 위해 매체 (10)에서의 다양한 층들 사이에 놓여질 수 있다. 하층 (14) 및 (20)은 일반적으로 추가로 하기에 논의되는 바대로 자기 층 (16)의 에피텍시얼한 성장을 생성하기에 적합한 물질을 포함한다.

오버레이어 (24)는 자기 층 (16) 또는 (16˝)에 인접하거나 바람직하게는 접촉하게 제공될 수 있다. 오버레이어 (24)는 바람직하게는 1 내지 10 nm (10 내지 100 Å) 두께이고 W, Ta, Zr, Ti, Y, Pt, Cr, Mn,

Mn 합금 또는 이들의 조합으로 만들어 질 수 있다.

오버코트 (26)은 도 1(b) 및 (c)에 제시된 바대로, 자기 층 (16) 또는 (16˝) 및 오보코트 (24) 사이에 오버레이어 (24)가 위치되도록, 오버레이어 (24)에 대해 외부에 제공될 수 있다. 오버코트 (26)은 기계적 웨어 층 (wear layer)을 제공하고 2.5 내지 30 nm (25 내지 300 Å) 두께이다. 바람직하게는 세라믹 물질 또는 SiO2, SiC, CH_x 또는 CN_x (여기서 x는 1 보다 큼), ZrO_2, 또는 C과 같은, 다이아몬드-류 탄소로 만들어 진다. 유기 윤활제 (28)은 오버코트 (26)상에 놓일 수 있다. 윤활제 (28)은 1 nm 내지 10 nm (10 내지 100 Å) 두께이고 바람직하게는 플루오로-클로로탄소 또는 퍼플루오로에테르이다. 예는 CCl_2FCClF_2, $CF_3(CF_2)_4CF_3$, $CF_3(CF_2)_5CF_3$, $CF_3(CF_2)_{10}CF_3$, 및 $CF_3(CF_2)_{16}CF_3$를 포함한다.

크로뮴-기저 하층상에 형성된 막 평면에서 불규칙한 자기 방향을 갖는 코발트-기저 합금 다결정 박막 자기 층은 현재 박막 세로 방향 기록 매체를 위한 가장 인기 있는 구조이다. 이들 구조는 현재의 산업 기록 밀도 요구를 충족시키기 위해 충분히 높은 보자성을 갖는다. 물질의 달성 가능한 보자성을 평가하기 위한 중요한 파라미터는 이방성 필드 상수 H_k이고, 이는 $2K_1/M_s$로서 정의되고, 여기서 K_1은 단일축의 이방성 상수이고 M_s는 포화 자화이고, 이들 둘다는 고유한 물질의 성질이다.

평면내 2D 불규칙 용이 축 분포를 갖는 분리된, 비-상호작용 단일 도메인 그레인으로 구성된 이상적인 비-배향된 다결정 코발트 박막에서, 회전 자화의 스토너-볼파르스 모델에 의해 결정된 바대로, 개념적으로 인식될 수 있는, 가장 높은 보자성, H_c는, 0.51 H_k이다. 그러나, 단일 도메인 그레인이 3 디멘젼에 불규칙하게 배향된다면 달성 가능한 최대의 보자성은 0.51 H_k 보다 상당히 작다. 연재의 산업적 노고는 2 디멘젼의 불규칙 다결정 코발트 막을 위해 이 이상적인 H_c에 접근하기 위한 시도에 기울여지고 있다.

평면 방향에서 불규칙성을 갖는 다결정 코발트 구조가 오늘날의 기준에 의해 적합한 것으로 입증되는 한편, 이들 구조로 달성 가능한 최대의 보자성은 산업계 및 소비자들의 증가하고 있는 에어리얼 (areal) 기록 밀도 요구를 이들이 충족시기에 부적합한 것으로 만들 것이다. 그러므로, 미래의 높은 밀도 기록을 위해 요구되는 증가된 보자성을 염두에 두고 현재의 산업계 노고는 자기 물질, 특히 코발트-기저 물질의 자기결정 이방성의 더욱 완전한 이해를 개발하기 위한 것으로 이동하는 것이 필요하다. 예를 들면, 수직 매체에서와 같은, 단일 단일축 자기 용이 축 방향을 갖는 자기 물질에서, H_c는 개념적으로 1.0 H_k에 도달할 수 있고, 이는 자기 매체의 잠재적 달성 가능한 보자성이 두배가 될 수 있음을 의미한다.

이 개발의 추가의 면에서, 출원인들은 육방 밀집 구조 (˝ hcp˝) 구조를 갖는 물질은 페이스 센터드 큐빅 구조 및 (001) 결정 텍스쳐 (도 4) 및 적합한 원자 격자 간격을 갖는 제 1 층상에 ($11\bar{2}0$) 결정 텍스쳐 (도 3)로 성장될 수 있다. 여기서 사용되고 추가로 설명된 바대로, 적합한 원자 격자 구조는 1 대 1 단위 셀 얼라인먼트 (alignment) 또는 단위 셀들의 반복 가능한 메쉬 (repeatable mesh)에 걸친 얼라인먼트를 허용하기 위해 정수 멀티플 (multiple)에 의해 비교할 만하거나 다른 다양한 결정 방향을 따라 원자 간격을 갖는 구조를 나타낸다.

이 기술 분야의 숙련자는 도 4에 제시된 페이스 센터드 큐빅 구조가 fcc 구조, 및 이들 순수한 요소의 고용체 및 fcc 단위 셀과 유사한 단위 셀을 갖는, $L1_0$ 및 $L1_2$와 같은, 유도체 구조를 갖는 합금을 포함하고 있음을 이해할 것이다. 이와 같이, 여기서의 용어 ˝ fcc˝ 및 ˝ fcc 구조˝ 의 용도는 달리 언급되지 않는 한, 페이스 센터드 큐빅 구조 또는 페이스 센터드 큐빅 유도체 구조를 갖는 이들 컴포지션을 포함하는 것이 이해되어야 한다. 그외 컴포지션은 다이아몬드 (도 5) 및 염화 나트륨과 같은, fcc 브라베이스 격자 (Bravais lattice)상에 바탕을 둔 상이한 단위 셀 구조를 갖는다. 이들 컴포지션이 fcc 구조가 아닌 반면, 컴포지션은 fcc인 브라베이스 격자를 갖는 것으로 언급되고 이들 구조는 fcc 브라베이스 격자 컴포지션에 의해 참조된다.

본 발명에서, Ag 또는 Ag 합금은 일반적으로 fcc 구조 하층으로서 바람직하지만, fcc 구조를 갖는 다른 적합한 물질은 Ag, Cu, Al, Au 및 고용체 및 이들의 합금을 포함한다. 숙련자는 또한 fcc 구조 하층 물질의 정확한 선택은 추가로 명백해질 자기 층의 바람직한 컴포지션 및 방향에 의존함을 이해할 것이다.

덧붙여, 페이스 센터드 큐빅 결정 구조 및 (001) 방향을 갖는, 제 1 하층은, 바디 센터드 큐빅 구조 (도 6) 및 (001) 결정 텍스쳐 및 적합한 원자 간격을 갖는 제 2 하층의 에피텍시얼한 성장을 유도하기 위해 사용될 수 있고, 이는, 순서대로, ($11\bar{2}0$) 결정 방향에 hcp 구조를 갖는 물질의 성장을 유도할 수 있다.

숙련자는 도 6에 제시된 바디 센터드 큐빅 구조가 bcc 구조, 및 이들 순수한 요소의 고용체 및 bcc 단위 셀에 유사한 단위 셀을 갖는, B2, DO3, 및 $L2_1$과 같은, 유도체 구조를 갖는 합금을 포함하는 것을 추가로 이해할 것이다. 이와 같이, 여기서의 용어 ˝ bcc 구조˝ 및 ˝ bcc˝ 의 용도는 바디 센터드 큐빅 구조 또는 바디 센터드 큐빅 유도체 구조를 갖는 이들 컴포지션을 포함하는 것이 이해되어야 한다.

Bcc 구조를 갖는 적합한 하층 물질은 크로뮴, 및 CrV, CrTi, CrMo, CrW, 및 CrMn과 같은, A2 구조를 갖는 크로뮴 합금 및 NiAl 및 FeAl과 같은, B2-순서의 구조 물질을 포함한다. B2-순서의 구조 및 NiAl (a = 0.2887 nm), FeAl (a = 0.291 nm) 및 Cr (a = 0.2884 nm)의 것에 상당하는 격자 상수를 갖는 다른 상들은 본 발명의 bcc 하층을 위하여, 또한 좋은 후보로서 고려된다. 물질은 AlCo (a = 0.286 nm), FeTi (a = 0.298 nm), CoFe (a = 0.285 nm), CoTi (a = 0.299 nm), CoHf (a = 0.316 nm), CoZr (a = 0.319 nm), NiTi (a = 0.301 nm), CuBe (a = 0.270 nm), CuZn (a = 0.295 nm), AlMn (a = 0.297 nm), AlRe (a = 0.288 nm), AgMg (a = 0.328 nm), Al_2FeMn_2 (a = 0.296 nm), Fe_3Al, $AlNi_2Ta$, $AlNi_2Nb$, $AlNi_2Ti$ 및 이들의 조합물이다. 하층은 또한 상기 열거된 것들 중 2개 이상의 층을 포함할 수 있다. 다양한 조합의 물질이 다중 층을 생성하기 위해 사용될 수 있고, 여기서 각각의 층은 상기 논의된 바대로 상기 언급된 하층 물질의 하나이다.

코발트-기저 합금의 경우에서, ($11\bar{2}0$) 텍스쳐는 이중 결정 미세 구조를 갖고, 여기서 코발트 그레인의 2개의 결정학적 직각 변이체의 자기 용이 축들 (즉, c 축들, 또는 [0001] 방향)은 하층의 [110] 또는 [$1\bar{1}0$] 방향을 따라 놓여 진다. 2개의 변이체의 용량 부분이 동등하면, 4-폴드 (four-fold) 대칭이 자기 성질의 평면내 각도 의존성 및 토크 곡선으로 기대된다. 2개의 효과적인 용이 축들은 [100] 및 [010] 방향을 따라 합쳐지고 이는 더 높은 보자성 (H_c), 잔류 자기 방형 (S), 및 보자성 방형 (S^*)를 생상하고, 반면 [110] 및 [$1\bar{1}0$] 방향이 더 낮은 H_c, S 및 S^*를 잦는 효과적인 곤란 축들이 된다.

특히, 출원인들은 (001) 결정 방향에서의 fcc Ag 하층은 직접 hcp 코발트-기저 자기 기록 층, 또는 ($11\bar{2}0$) 결정 방향으로 성장하는 hcp 코발트-기저 자기 기록 층을 추가로 유도할 (001) 결정 방향을 갖는 bcc 크로뮴 하층의 성장을 유도할 것이다. 층들의 결정학적 구조 및 격자 상수는: Ag (fcc, a = 4.09 Å), Cr (bcc, a = 2.88Å), 및 Co (hcp, a = 2.507Å, c = 4.07Å; fcc, a = 3.544)이다. 코발트의 단위 셀은 Ag (001) 및 Co ($11\bar{2}0$)의 원자 간격이 적합하고 각각의 구조에 있는 원자가 각각의 결정 구조에 유사하게 위치되기 때문에, 템플릿으로서 Ag (001) 하층 텍스쳐를 사용하여 디포지션될 때 ($11\bar{2}0$) 텍스쳐를 에피텍시얼하게 성장하는 경향이 있다.

반대로, 크로뮴의 단위 셀에 대한 격자 상수는 Ag에 대한 격자 상수와 잘 매치하지 않는다. 그러나, 크로뮴이 (001) 방향으로 있을 때 단위 셀은 회전될 수 있고 크로뮴 (001) 페이스의 이방 격자 디멘젼이 4.08이고, 이는 Ag의 격자 상수와 대단히 잘 매치한다. 이와 같이, (001) 크로뮴은 템플릿으로서 Ag (001) 배향된 구조를 사용하여 디포지션될 때 회전 (001) 방향으로 에피텍시얼하게 성장하는 경향이 있다. 이와 같이, 코발트의 단위 셀은 템플릿으로서 회전 크로뮴 (001) 배향된 구조를 사용하여 디포지션될 때 ($11\bar{2}0$) 방향으로 에피텍시얼하게 성장하는 경향이 있다. 코발트 단위 셀은 크로뮴 단위 셀로부터 회전되고 Ag 단위 셀로 얼라인될 것이 알려져야 한다.

이 기술 분야의 숙련자는 Ag, Cr, 및 Co 층들의 격자 간격이 고용체 또는 합금을 형성함으로써 변화될 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들면, 크로뮴은 코발트 층의 자화를 감소시키고 코발트-기저 층에서의 그레인의 더 좋은 이간 거리를 제공하기 위해 코발트로 고용체에서 흔히 사용된다. 또한, Ta 및 Pt는 순수한 코발트 보다 더 큰 원자 격자 간격을 갖는 코발트 합금 자기 층을 형성하기 위해 코발트로 흔히 합금된다. 유사하게, V는 Cr/V 고용체의 원자 격자 간격을 변화시키기 위해 크로뮴에 첨가될 수 있다.

출원인들은 또한 fcc (001) 배향된 Ag 층의 거의 이상적인 결정이 다이아몬드 구조 (001) 배향된 실리콘 단일 결정 웨이퍼 (wafer)상에 성장될 수 있다. Ag의 거의 이상적인 결정 (001) 배향된 fcc 구조는 원자 격자 간격 및 단위 셀 구조 Ag 및 Si에서 부정합에도 불구하고 존재한다. Ag (fcc, a = 4.09Å) 및 Si (다이아몬드 큐빅, a = 5.43Å)의 격자 상수 사이의 미스피트 (misfit)는 -24.7%이다. 그러나, Ag 단위 셀의 4x4 메쉬는 기하학적으로 Si 단위 셀의 3x3 메쉬와 함께, 오직 0.4%의 부정합으로 얼라인한다. 실리콘 기판의 용도는 웨이퍼가 쉽게 이용 가능하고 비싸지 않기 때문에 흥미롭고, 이는 웨이퍼를 자기 매체 응용을 위해 기판 물질로서의 용도를 위해 이상적으로 만들어 준다.

테스트가 Ag, Cr, 및 $Co_{84}Cr_{13}Ta_3$ (hcp, a = 2.54Å, c = 4.16Å) 박막이 Si (001) 단일 결정 웨이퍼상에 레이볼드-헤라에우스 (Laybold-Heraeus) Z-400 스퍼터링 시스템으로 rf 다이오드 스퍼터링에 의해 순차적으로 디포지션되었다. 이들 각각의 경계면에서의 격자 부정합은 제시된 원자간 간격으로부터 계산될 수 있다: Cr 내지 Ag = -0.2%, $Co_{84}Cr_{13}Ta_3$ 내지 Cr = 7.8% (코발트 c 축에 수직) 및 2.0% (코발트 c 축을 따라). 상기 논의를 근거로, 기대되는 방향은 도 7에 제시된 바대로, Cr(001) [100]∥Ag(001) [110]상의 ($11\bar{2}0$) 이중 결정 CoCrTa이고, 여기서 Si [110] 및 Si [$1\bar{1}0$]은 효과적인 곤란 축들, 및 Si [100] 및 Si [010] 효과적인 용이 축들의 방향이 된다.

실리콘 기판는 기판 표면을 전형적으로 커버하는 SiO_2 막을 벗겨 내고 디. 비. 페너, 디. 케이. 비에겔슨, 및 알. 디. 브린간에 의해 J. Appl. Phys. 66, 419 (1989)에서 논의된 바대로, 재구성 없이 존재시키기 위해 막의 디포지션 이전에 히드로플루오로 산에서 에칭되었다. 특히, Si (001) 웨이퍼는 우선 유기 용매에서 초음파적으로 세정되고 탈이온수에서 헹굼으로써 제조되었다. 세정 웨이퍼는 이후 native SiO_2를 제거하고 수소-터미네이티드 표면을 얻기 위해 3분 동안 49% HF에 침수되었고 이후 질소 기체로 불어 건조되었다. 선택적으로, SiO_2 막은 (001) 배향된 실리콘 층상의 (001) 배향된 Ag를 디포지션하기 위해, 피. 수, 피. 밀러, 및 제이. 실콕스에 의해 Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 202, 19 (1991)에 기술된 것과 같이, 어닐링 (annealing), 진공에서의 보일링 (boiling), 또는 그외 통상적인 방법에 의해 제거될 수 있다.

HF-에칭된 실리콘 웨이퍼는 이후 스퍼터링 시스템에 배치되고, 디포지션 이전에 진공하에서 약 250°C로 가열되었다. 기저 압력은 약 $5x10^{-7}$ 토르이다. 아르곤 스퍼터링 기체 압력은 약 10 밀리토르에서 고정되었고 스퍼터링 분말 밀도는 약 2.3 W/cm^2이다. Ag 또는 Cr 디포지션중에 바이어스는 적용되지 않았지만, -170V의 기판 바이어스가 문헌 [와이. 뎅, 디. 엔. 람베스, 엑스. 수이, 엘. -엘. 리, 및 디. 이. 러플린, J. Appl. Phys. 73, 5557 (1993)]에 기술된 방법에 따라, CoCrTa 막의 디포지션 중에 적용되었다.

막의 미세 구조는 Cu Ka 방사선을 갖는 리가쿠 x-선 회절기 및 필립스 EM420T 전송 전자 현미경에 의해 평가되었다. x-선 회절기 스캔은 모두 목적하는 진공 시험관으로부터 Cu K 알파 방사선으로35 kV 및 20 ma에서 작동하는 리가쿠 세타/세타 회절기로 측정된다. 스캔은 단계당 2초씩, 0.05 각 단계로 얻어 졌다. 일련의 슬릿 (slits)이 평행 빔을 안전하게 하기 위해 사용되었고: 사용된 확산 및 산란 슬릿은 1도였고, 수신 슬릿은 0.3 mm이었다. 곡선 그래피트 단색광기 (curved graphite monochrometer)가

(0002) 평면으로부터의 회절에 사용되었다 (굴곡 반경: 224 mm). 바탕선을 위해 54 볼트 및 윈도(window)를 위해 102 볼트의 펄스 고도 분석기 세팅 (pulse height analyzer setting)으로 760 볼트 바이어스에서 작동하는 소듐 요다이드 신틸레이션 (scintillation) 검출기. x-선 빔의 단면은 대략 32 mm^2이다. 이 방법은 XRD 방법으로서 여기에서 언급될 것이다.

Ag 박막의 표면은 디멘젼 3000 원자력 현미경 (AFM)으로 조사되었다. 자기 측정은 샘플/토크 자력계를 진동시키는 디지탈 측정 시스템에서 수행되었다.

2개의 대표적인 Ag/HF-Si (001) 샘플에 대한 x-선 회절 (XRD) 스펙트라가 도 8(a)에 제시된다. 오직 강한 (002) 회절 피크가 Ag 막에 대해 관찰된다. XRD 스펙트라에 포함된 에피탁시는 Si[001] 존 Si[001] 존 축 전자 회절 패턴 (도 8(b))에서 확인되고, 이는 도 8(c)에 제시된 시뮬레이티드 패턴과 잘 일치한다. 그러나 도 8(b)에서 낮은 강도 이중 회절 점의 복합 정규 분포는 Ag 및 Si 격자 상수 사이의 약 25% 격자 미스피트에 거의 의존하고 이는 고정된 방향 관계를 갖는 오버래핑 이중층 구조의 특징이다. X-선 회절은 또한, 연구되고 있는 50-1500Å의 두께 범위를 통해, Ag 막만이 강한 (002) 피크를 나타냄을 보여주고, 이는 Si(001)를 갖는 좋은 에피탁시는 매우 얇은 막에서 이루어지고 막이 더 두껍게 성장함과 같이 계속된다는 사실을 유도한다.

Si(001)상의 Ag의 성장은 주 (Xu) 등에 의해 스트란스키-크라스타노브 (Stranski-Krastanov), 또는 레이어-플러스-아일랜드 모드 (layer-plus-island mode)로 있음이 제안되었고, 한개 또는 몇개의 2D 단층의 초기 형성 이후, 아일랜드의 3D 성장이 시작하거나; 또는 불완전한 실리콘 표면상의 특정한 부위에서 핵을 이루고, 이후 아일랜드가 만날 때까지 추가의 물질이 디포지션됨에 따라 크기가 성장한다. 도 9(a)에 제시된 바대로, 50Å Ag 막의 표면 토포그라프 (topograph)는 아일랜드 구조를 명백하게 보여 준다. Ag 막이 이들 작은 두께에서 비연속적이라는 사실은 거의 SiO_2의 불완전한 제거에 의존한다. 옥사이드의 더욱 완전한 제거는 50Å 미만의 두께에서 연속적인 Ag 막을 초래할 것이다. 막 두께가 증가함에 따라, 이웃하는 아일랜드는 도 9(b)에 제시된 바대로, 125Å에서 웹-같은 네트워크를 형성하기 위해 합치기 시작한다. Ag 막 두께가 250Å으로 증가됨에 따라 더욱 연속-류의 막이 형성된다. 추가로 증가하는 두께는 표면 피쳐 크기에서 정상 확장에 대한 것을 제외하고, 500Å 막 (도 9(c))의 것과 유사한 형태를 유지하는 거의 연속적인 Ag 표면을 초래한다.

Ag 표면 형태학의 발전은 또한 도 9(d)에 반영되고, 이는 약 4Å의 베어 HF-에칭된 실리콘 표면 R_{rms}와 비교된, 제곱-평균-제곱근 조도 (R_{rms}) 대 막 두께를 보여 준다. 50Å Ag 막에 대하여, 57Å의 R_{rms}는 공칭 막 두께 보다 더 높은 것으로 밝혀 진다. 표면 조도는 104Å 까지 증가하고 125Å Ag 막상의 막 두께만큼 작아진다. 막 두께가 250Å으로 증가될 때, 조도는 대단히 감소하고 (R_{rms} = 17Å), 이는 연속적인 Ag 층의 형성과 일치하고, 이후 Ag 막 두께가 추가로 증가됨에 따라 거의 항상성을 유지한다.

상이한 두께의 Ag 템플릿상에 성장된 동일한 두께의 CoCrTa/Cr 박막은 Ag 하층 템플릿 부재하에서 정상적으로 관찰되는 것 보다 훨씬 더 큰 Cr(002) 및 CoCrTa ($11\bar{2}0$) 회절 피크를 보여 준다. 좋은 Ag/Si(001) 에피탁시가 모든 Ag 막 두께에 대해 얻어진다 하더라도 (도 10(a 내지 b)), 연속적인 Ag 템플릿을 제공하기에 충분한 두께를 갖는 Ag 하층상에 디포지션된 CoCrTa 막은 더 높은 보자성을 나타내었다.

덧붙여, 125Å 두께 Ag 템플릿의 표면 조도는 50Å Ag 막의 조도 부다 더 크지만 (R_{rms} 대 막 두께의 비율은, 그러나, 더 작음), 연결된 웹-류 표면 구조는 아일랜드 구조와 비교할 때 에피텍시얼한 성장 및 CoCrTa (200Å)/Cr (300Å) 막의 보자성을 증가시키는 것 같다. 매우 두꺼운 Ag 템플릿상에서 보자성의 감소는 또한 현저히 확장된 Ag 표면 피쳐에 수반된다. 상이한 두께에서 상이한 표면 형태하을 갖는 Ag 템플릿상의 크로뮴 막의 성장은 CoCrTa 막의 자기적 성질에서의 역할을 하는 것으로 나타난다. 분명히, Ag 막의, 기판 세정도 및 조도, 디포지션 비율, 및 기판 바이어스 및 온도와 같은, 공정 조건을 변화시킴으로써, 웹-류 구조는 다소 연속적인 것으로 만들어질 수 있고, 이는 막 두께를 다르게 하기 위해 Co/Cr 텍스쳐에서의 상응하는 변화를 초래한다.

도 11(a)는 CoCrTa/Cr 막의 Cr[001] 존 축 전자 회절 패턴을 보여 주고, 이는 도 11(b)에서의 시뮬레이티드 패턴과 잘 일치한다. 도 11(c)에 제시된 자기 성질의 주기적 변화는 CoCrTa 막의 이중 결정 성질의 추가적 증거이다. 또한, 평행 관계가 Cr[100] 및 Si[110] 방향 사이에 존재함을 나타낸다. 더우기, 평면내 토크 곡선에서 90°의 주기성은 (도 11(d)) 이중 결정을 지적해 줄 뿐만 아니라, 또한 2개의 CoCrTa 방향 변이체의 용량 부분이 거의 동등함을 지적해 준다. 현재 방법을 사용하여 보자성을 최대화하고 표면 조도를 최소화하기 위해 요구되는 Ag 템플릿의 두께는 대략 500 내지 1000Å이다.

코발트-기저 물질이 hcp 구조 및 쿼드-결정 방향에서 생성되는 것인 구조를 생산하기 위한 시도로 조사가 지속되었다,

$Co(10\bar{1}1)[\bar{1}2\bar{1}0]$ | | $Cr(110)[1\bar{1}0]$ 또는 $[\bar{1}10]$. 그래서, 단일 결정 (110) 배향된 실리콘은 상기 논의된 방법에 의해 제조되었다. 또한, (11) 방향에서의 결정 격자 간격의 긴 범위 적합성 때문에, Ag는 또한 템플릿으로서 Si(110) 방향을 사용하여 디포지션될 때 에피텍시얼하게 성장한다. 크로뮴 및 코발트층은 Ag (110) 배향된 층상에 순차적으로 디포지션되었다.

결과적인 크로뮴 및 코발트층은 기대된 바대로, 각각 (110) 및 ($10\bar{1}1$)이 아니다. 크로뮴은 템플릿으로서 Ag 층의 (110) 방향을 사용하여 디포지션될 때 (112) 방향으로 에피텍시얼하게 성장한다. 코발트 층은 이후 단일-결정 ($10\bar{1}0$) 방향을 갖는 코발트 층을 생성하기 위해 템플릿으로서 Cr (112) 방향을 사용하여 디포지션될 때 에피텍시얼하게 성장한다.

Fcc (110) Ag 층 및 bcc (110) 층의 결정 방향 연구는 크로뮴의 직교 격자 페이스 간격이 Ag (4.08Å 내지 4.09Å)의 그것과 거의 동일하고 Ag의 직교 격자 페이스 간격이 크로뮴의 원자 간격 (5.76Å 내지

2.88Å)의 두배임을 이전과 같이 보여 준다. Si 및 Ag에 대해 관찰된 메쉬 피트 (mesh fit)의 관점에서, bcc (110) 층이 2 내지 1 메쉬로 fcc (110) 층 템플릿으로부터 에피텍시얼하게 성장할 것임이 기대될 것이다.

덧붙여, bcc 구조에서 가장 낮은 에너지 상태를 갖는 방향은 그의 밀집된 원자 형태 때문에 (110)이다. 그러나, bcc (110) 방향에 중심 원자 (도 6)이 있는 반면, 상응하는 (110) fcc 방향에는 중심 원자가 없다 (도 4참조). (110) fcc에 중심 원자가 없는 것은 (110) bcc의 에너지 상태를 증가시키는 것으로 여겨지고, 이에 의해 (110) Ag 상에 디포지션될 때 바람직하지 않게 할 것이다.

Bcc 격자의 원자 구조는 fcc (110) 방향에 유사한 원자 배열이 도 6에 제시된 바대로, (112) 평면에서 가능한 것이다. (112) 평면에서의 한개의 디멘젼은 직교 격자 페이스 간격이고 다른 디멘젼은 bcc 구조에서 코너 원자 (corner atom) 및 중심 원자 사이의 가장 밀집된 거리이고, 이는 원자 반경의 두배이다.

(112) 배향된 크로뮴에서, 직교 페이스 및 가장 밀집된 디멘젼은 각각 4.08Å 및 2.50Å이다. 그래서, 크로뮴 (112) 방향은 또한 대략 1%내 7 내지 3 메쉬로 Ag 층을 갖는 Ag [110]||Cr [111] 방향을 따라 매칭된 격자일 수 있다. Ag (110) 텍스쳐를 갖는 Cr (112) 텍스쳐에서 원자의 간격은 거의 Cr (110) 단위 셀 디멘젼 만큼 잘 매치되지 않는다. 그러나, (112) 방향에서 중심 원자의 부재는 (110) 방향 보다 작은 (110) fcc 템플릿과의 경계면에서 이의 격자 에너지 상태를 감소시키는 것으로 여겨진다. 그러므로, bcc는 (112) 방향으로 에피텍시얼하게 성장할 것이다.

이와 같이, bcc (112) 또는 fcc (110)은 원자 간격이 적합할 때, 코발트-기저 막에서 ($10\bar{1}0$) 텍스쳐를 유도시키기 위해 사용될 수 있다. 예를 들면, ($10\bar{1}0$) 코발트-기저 물질은 (112) 크로뮴 및 ($10\bar{1}0$) 코발트에 대한 원자 간격의 유사성에 의해 (110) Fcc Ag 상에서 직접 성장해야 한다. 더우기, bcc (110) 텍스쳐가 다결정 막에서 바람직하므로, 만일 원자 간격 적합성이 설계되고 bcc (110) 원자 간격이 fcc (111) 텍스쳐를 유도시키는 중심 원자가 없다면 큰 격자 상수 bcc (110) 막은 fcc 막에서 (110) 텍스쳐를 유도시키기 위해 사용될 수 있음을 알 수 있다. 그러므로, 더 작은 격자 상수 bcc (112)는 이후 fcc (110) 텍스쳐상에 성장할 것이다. 결과의 막층 및 텍스쳐는:

Co ($10\bar{1}0$) /bcc (112) /fcc (110) /bcc (110) /웨팅층이다.

본 발명의 또다른 면은 신규 기록 매체가 본 발명의 물질 구조를 사용하여 개발될 수 있다는것이다. 제어된 방향 기록 매체 및 변환기는 실리콘과 같은, 단일 결정 기판을 사용하여 생성될 수 있다. 단일 결정 기판은 선택의 방향을 갖는 자기 층에서 절정에 달하는 거의 이상적인 하층을 에피텍시얼하게 성장시키기 위해 사용될 수 있다.

한 실시 양태에서, 선상으로 애드레스된 (addressed) 단일 결정 기록 매체는 ($10\bar{1}0$) 단일-결정의 에피텍시얼한 성장을 유도할 거의 이상적인 (112) bcc 층을 생산하기 위해 여기에 기술된 기술을 사용함으로써 생성될 수 있다. 단일 결정 기판은 하층 구조를 통해 단일 결정 구조를 자기 층 구조로 전파한다. 자기 층 구조의 단일-방향적 방향과의 조합은 각각의 미소 결정의 자기 축이 평행인 기록 매체 및 변화기를 초래한다. 자기 용이 축들의 평행 배열은 신호 변조가 약간 있거나 없는 선상으로 애드레스할 수 있는 기록 매체를 공급한다. 덧붙여, 선상의 애드레스할 수 있는 기록 매체의 배향되고 정렬된 구조는 더 낮은 매체 잡음에 대한 잠재력 및 이론적으로 H_k에 도달할 수 있는 증가된 보자성을 제공한다.

수많은 시험이 (110) fcc 구조상의 (112) bcc 로부터 성장된 ($10\bar{1}0$) hcp 결정의 특징을 평가하기 위해 Co/Cr/Cg/Si 층들을 사용하여 수행되었다. Co ($10\bar{1}0$) [0001]||Cr (112) [$10\bar{1}0$]||Ag (110) [001]||Si (110) [001]의 에피텍시얼한 방향 관계가 도 12에 제시된다. 상기 논의된 바대로, 4-대-3 격자 매치는 Ag 및 Si가 공통의 결정 방향을 가질 때 단지 0.4%의 작은 미스피트를 갖는 Ag/Si 경계면에서 성취된다. Cr/Ag 및 Co/Cr 경계면에서의 격자 부정합은 원자간 간격으로부터 계산될 수 있다: 1 대 1 기저상에, Cr 내지 Ag = -.02% (Ag [001] 방향을 따라) 및 13.5% (Ag [001] 방향에 수직), 순수한 Co 내지 Cr = -0.5% (코발트 c-축을 따라) 및 0.4% (코발트 c-축에 수직). 상기 언급된 바대로, 크로뮴이 7 대 3 비율, 또는 반복 단위상에 Ag로 메쉬될 때 Ag [001] 방향에 수직인 Cr 내지 Ag의 부정합은 대략 1%이다.

(110) 배향된 실리콘 단일 결정 기판이 제조되었고 Ag, Cr, 및 Co (순수한 또는 합금) 박막이 이후 상기 논의된 바대로 레이볼드-헤라에우스 Z-400 스퍼터링 시스템으로 RF 다이오드 스퍼터링에 의해 순차적으로 디포지션되었다.

층의 에피텍시얼한 방향 관계는 Cu Ka 방사선으로 리가쿠 x-선 회절기를 갖는 Θ/Θ 및 ϕ-스캔 XRD를 사용하여 조사되었다. 코발트 막의 자기 성질 및 토크 곡선은 샘플/토크 자력계를 진동시키는 디지탈 측정 시스템을 사용하여 측정되었다. 단일-결정 코발트 막의 토크 곡선으로부터, 물질의 단일축 이방성 상수가 결정되었다.

단일-결정 샘플이 충분히 큰 필드 H로 회전될 때, 샘플에 대해 나타나는 토크 (T)는 하기 식에 의해 주어지고

$$T = -\frac{\partial E}{\partial \theta} = -\frac{\partial}{\partial \theta}\left[K_1 \sin^2(\theta-\varphi) + K_2 \sin^4(\theta-\varphi)\right]$$

$$= -(K_1 + K_2)\sin 2(\theta-\varphi) - \frac{K_2}{2}\sin 4(\theta-\varphi). \qquad (1)$$

동시에, 이는 또한

$$T = -M_s H \sin \phi \qquad (2)$$

로서 계산될 수 있다.

상기 식 (1)에 사용된 벡터 및 각도의 양의 관계는 도 13에 제시된다. HF-Si (110) 상에 성장된 대표적인 Ag, Cr/Ag, 및 Co/Cr/Ag 막에 대한 θ/θ XRD 스펙트라는 각각, 도 14 (a 내지 c)에 제시된다. 단지 강한 Ag (220), Cr (112) 및 Co ($10\bar{1}0$) 회절 피크가 이들 스펙트라에서 관찰되고, 이는 이들 막의 에피텍시얼한 성질을 강하게 내포한다. Co/Cr/Ag/HF-Si 샘플의 φ-스캔 스펙트라는 스펙트라의 해석을 위해 필요한 큐빅 결정 (110), (112), 및 Co ($10\bar{1}0$) 입체 투영을 따라, 도 15에 제시된다. 큐빅 결정 (110) 입체 투영, 도 15(a')으로부터 기대되는 바대로, 180° 떨어져 있는 2개의 회절 피크는 단일 결정 Si (110) 기판 (도 15(a))에 대한 Si{004}-폴 스캔 스펙트럼에서 발견된다. Ag{004} 폴에 상응하는 2개의 피크는 또는 180° 떨어져 있고 (도 15(b)), 이는 입체 투영, 도 15(b')과 잘 일치하고, 이들은 Si{004}-폴 스펙트럼에서의 2개의 피크와 동일한 f 위치에서 나타나고, Si [001] 및 Ag [001] 방향 사이의 평행 관계를 확실히 해준다. Cr{110}-폴 스펙트럼 (도 15(c))은 도 15(c')에서의 투영과 일치하게 다시 180° 떨어져 있는 2개의 피크를 함유한다. 피크 위치는 Ag{110}-폴 스캔에서의 2개의 피크와 비교할 때 90° 이동되고, Cr[$1\bar{1}0$] 방향이 Ag[001]방향에 평행임을 보여 준다.

도 15(c')에서의 결정의 (112) 입체 투영은 단지 한개의 (001) 폴을 보여 준다. 2개의 회절 피크는, 그러나, Cr{002}-폴 스캔에서 관찰되고, 이는 도 15(c')에서 (001)'에 의해 표시된 바대로 여분의 폴을 나타낸다. 이는 도 16에 도식화된 바대로, Cr(112) 막에 Cr 그레인의 2개의 도메인이 존재함을 제안해 준다 (결정학적 평면 및 방향은 모두 도메인 I에 대해 색인된다). 2개의 도메인은 크로뮴이 서로 거울상인 2개의 상이한 원자 형태로 성장하기 시작할 때 Cr/Ag 에피텍시얼한 경계면으로부터 합쳐질 수 있다. 2개의 도메인은 또한 크로뮴 성장 트위닝 (twinning)의 결과일 수 있다. Bcc 금속에서, (112) 평면은 가장 보편적인 트위닝 평면이고, 트위닝 방향은 도 16에 제시된 바대로, [$11\bar{1}$]이다. 크로뮴 그레인의 결과의 2개의 도메인은 기판 평면과 평행인 (112) 평면을 갖지만, 원자 형태는 트위닝 방향에 수직인 평면에 대하여 거울상이다.

또한, Co{$10\bar{1}0$} 폴 스캔 (도 15(d)) 및 Co 결정 ($10\bar{1}0$) 투영 (도 15(d')) 사이에 좋은 일치가 존재한다. Co[0001]∥∥Cr[$1\bar{1}0$]의 방향 관계는 또한 코발트 스펙트럼에서의 2개의 피크가 크로뮴 스펙트럼에서의 것들과 동일한 위치에서 나타난다는 관찰로부터 결정된다. 작은 피크 폭은 코발트 그레인 용이 축들이 일반적으로 단일 방향을 가짐을 나타내 준다.

순수한 코발트 샘플의 토크 곡선은 도 17에 제시된다. 180° 주기로 비틀어진 사인 곡선과 닮아 있다. 이 곡선으로부터 결정된 이방성 상수는 벌크 코발트 단일 결정 (4.2-4.5 x 106 ergs/cm^3)에 대해 보고된 값 보다 더 작다. 토크 측정의 진폭은 코발트 그레인 용이 축들의 좋은 얼라인먼트를 나타내 준다. 그러나, K_1은 표 I에 제시된 바대로, 증가하는 기판 바이어스에서 제조된 순수한 코발트 막에서 증가되는 것으로 밝혀 졌고, 이는 다른 hcp 코발트 결정 구조에서 fcc 스택킹 결함 (stacking fault)을 나타낼 수 있다.

샘플에 대한 히스테리시스 루프 (hysteresis loops)는 용이 축 방향 또는 곤란 축 방향을 따라 적용된 필드로 측정되었다 (도 18 참조). 순수한 코발트 막에 대하여, 정사각형 모양 루프는 약 200 Oe의 보자성을 갖는 용이 축을 따라 측정되고, 이는 벽 모션과 관련된 보자성 기전을 나타낸 준다. 곤란 축 루프는 잔류 자기 방형 S = 0.02를 갖는, 사실상 0의 오프니스 (openness)를 갖는 곡선을 보여 준다. 이는 φ-스캔에서 제시된 좋은 용이 축 얼라인먼트를 확실히 한다. 곤란 축 루프는 대개 토크 측정으로부터 결정된 이방성 상수를 사용하여 계산된 포인트와 잘 일치함을 나타내 주는 오픈 서클에 완벽하게 들어간다.

단일-결정 $Co_{84}Cr_{13}Ta_3$/Cr/Ag/HF-Si (110) 막이 또한 제조되었다. -170 V의 기판 바이어스는 CoCrTa 막의 디포지션 중 적용되었다. 토크 곡선 (도 19 참조)으로부터 결정된 이방성 상수는 또한 표 I에 열거된다. 이 샘플에 대한 히스테리시스 루프는 도 20에 제시된다. 매우 정사각형 용이 축 히스테리시스 루프에 대하여 1080 Oe의 보자성이 얻어지는 반면 곤란 축의 선상 행동이 토크 분석과 일치하게, 감소된 K_2를 포함한다.

표 I

토크 곡선으로부터 측정된 단일 축 이방성 상수

	기판 바이어스 (V)	K_1 (10^6 erg/cm^3)	K_2 (10^6 erg/cm^3)
Co	0	1.15	0.74
Co	-100	1.42	0.89
Co	-200	1.57	0.83
Co	-300	2.22	0.78
$Co_{84}Cr_{13}Ta_3$	-170	2.11	0.10

단일-결정 Co, Cr (112) 및 Ag (110)층의 성장은 상기 기술된 Ag (001), Cr (001), 및 Co ($11\bar{2}0$) 층에 대해 기술된 성장과 유사하다. 그러므로, 연속적인 Ag 템플릿이 보자을 최대화하고 표면 조도를 최소화하기 위해 요구된다.

추가의 연구가 기판으로서 (111) 배향된 실리콘의 용도에 대해 수행되었다. Fcc 템플릿으로서 Ag의 용도는 추가로 시험되었고 또한 (111) 배향된 Ag가 (111) 배향된 실리콘상에 에피텍시얼하게 성장될 수 있음이 밝혀 졌다.

(111) fcc는 후행 층이 에피텍시얼하게 성장될 수 있는 삼각 원자 구조를 갖는 페이스를 제공한다. 도 6에 제시된 바대로, bcc 층의 (111) 방향은 또한 삼각 원자 구조를 제공한다. 그러나, bcc 층은 (111) fcc 층상에 디포지션될 때 (111) 방향을 발생시키지 않지만, 대신에 (110) 결정 텍스쳐를 발생시킨다. (110) bcc 페이스는 중심 원자로서 장방형 모양의 원자 구조를 갖는다. 상기 논의된 바대로, (110) 방향은 bcc 층에 대한 가장 낮은 에너지 상태를 나타낸다. 그러므로, fcc 및 bcc 층의 상대적 원자 격자 간격에 따라, (111) 방향 대신, (110) 방향을 추측하기에 bcc 층이 에너지적으로 더욱 바람직하다. (111) fcc 텍스쳐의 삼각 모양이 3배의 대칭성을 갖기 때문에 bcc의 〈110〉 방향이 대칭적으로 얼라인된다.

(110) 배향된 크로뮴에 대한 코발트의 디포지션은 ($10\bar{1}1$), 쿼드-결정 방향을 갖는 코발트 층을 초래한다. 거의 이상적인 결정에 대한 그레인의 hcp 쿼드-결정 방향의 개발은 단일 결정 실리콘상에 에피텍시얼하게 성장된 Ag에 대해 4개의 방향으로 나아가는 자기 용이 축들을 갖는 자기 층을 공급한다. 결과적으로, 이 구조는 12개의 가능한 용이 축 방향을 갖는다. 덧붙여, 박막 층의 감자 필드가 보자성을 다소 절충하는 동안 필드는 또한 막의 평면으로 자기 용이 축들을 가져오는 경향이 있다. 이 형태에서, 매체의 자기 방향은 12개의 가능한 방향으로 이산되는 동안 제한된 원주 변화를 갖는다. 이와 같이, 현재의 용도에서, 2 디멘젼적으로 불규칙하게 배향된 코발트-기저 매체의 제한된 보자성을 다소 넘는 달성 가능한 보자성을 증가시켜야 하는, 하드 및 플로피 디스크와 같은, 회전 기억 장치 응요에 사용될 수 있는 세로로 배향된 코발트-기저 자기 기록 매체를 생산하는 것이 가능하다.

수직 기록은 미래의 고 밀도 자기 데이타 기억을 위해 유력한 후보이고, 코발트-기저 합금 박막은, 지금까지, 미래의 하드 디스크를 위해 가장 광범위하게 연구된 수직 매체이다. 코발트 그레인의 수직 c 축 방향 및 높은 보자성은 단일-결정을 얻는 것 및 높은 밀도에서 낮은 잡음 기록 성능에 중요한 2가지 인자이다. 대부분의 수직 기록 변환기가 매우 제한되기 때문에, 비-샤아프 (non-sharp), 헤드 필드 그레디언트 기록 전이는 비-샤아프한 경향이 있다. 그러나, 수직 매체는 코발트 미소 결정의 c 축들에서 사실상 분산 없이 극단적으로 고도로 배향되고, 이후 이는 이상적인 기록 헤드 필드 그레디언트 보다 작은 것을 보완할 수 있다. 그러므로, 수직 기록 매체에서의 용도를 위해 고도로 배향된 (0002) 수직 코발트 층을 생산하는 것이 바람직하다.

(0002) 방향은 밀집된 원자 표면을 제공하고 hcp 구조에 대해 가장 낮은 에너지 상태이다. 그러므로, 코발트-기저 물질은 물질에 대한 상이한 방향 (텍스쳐)를 유도시키기 위한 에피텍시얼한 경계가 없다면 약한 (0002) 텍스쳐를 갖도륵 자연적으로 성장하는 경향이 있다. 상기 연구는 또한 코발트 층에서 더 높은 질 (0002) 텍스쳐를 유도하기 위해 Ti를 사용하는 것이 시도되었다. 그러나, 각각 CoCrPt/Ti/유리 및 CoCrPt/Ti/산화된-Si에 대한 x-선 회절 패턴 (도 21(a) 및 21(b)에 제시된 바대로, Ti 층은 일반적으로 잘 배향되지 않는다. 그래서, Ti이 기판의 방향 또는 코발트-기저 물질 아래에 상기 디포지션된 층의 영향을 제거시키는 웨팅 층으로서 본질적으로 작용하고, 시드 층으로 작용하지 않는다는 것이 암시될 수 있다.

또한, fcc 구조상의 직접적인 코발트-기저 물질의 디포지션은 fcc 구조 및 이전의 fcc 층의 방향을 발생시키는 코발트-기저 물질을 일반적으로 초래할 것이다. (111) 방향에서, fcc 구조는 가장 낮은 에너지 상태에 있고, 그러므로, 코발트-기저 층은 강한 fcc (11) 결정학적 텍스쳐를 발생시키는 듯하고, 이는 큐빅 구조에 의해 낮은 보자성 자기 막을 초래한다.

출원인들은 매우 잘 배향된 (0002) 코발트-기저 층이 중간의 hcp 템플릿의 용도를 통해 템플릿으로서 (111) fcc를 사용하여 에피텍시얼하게 성장될 수 있다. 특별히, Ti이 (111) Ag상에 디포지션되면, Ti은 도 22에 제시된 바대로, fcc (111) 방향에 유사한 원자 페이스 격자를 갖는 (0002) 방향을 추측할 것이다. Ti의 (0002) 방향은 거의 이상적인 수직으로 배향된 기록 층을 갖는 기록 매체를 생산하기위해 (0002) 방향으로 에피텍시얼하게 성장하는 코발트-기저 층을 현저히 개선시킨다. Ti (a=2.9512, c=4.6845) 및 Co (a=2.507, c=7.070)의 격자 상수의 비교는 격자간의 부정합을 나타내고; 그러나, Ag의 긴 범위 방향 및 결과의 Ti 층은 5x5 메쉬의 Ti 단위 셀과 6x6 메쉬의 Co 단위 셀의 얼라인먼트를 제공한다.

이 기술 분야에서의 숙련자는 fcc 및 hcp 템플릿 층에서 사용된 특정한 컴포지션이 바람직한 자기 층의 격자 간격에 반드시 의존할 것임을 알 것이다.

예를 들면, hcp 템플릿 층은 fcc 층에 적합하고 디포지션 온도 및 프로세싱 조건의 범위에서 안정한 fcc 상을 가져서는 안되는 격자 간격을 가져야 한다. 예를 들면, 상이한 코발트 합금이 자기 층에서 사용될 때, 상이한 컴포지션이 hcp 템플릿의 격자 크기를 변화시키기 위해 hcp 템플릿 하층으로서 사용될 수 있다.

거의 이상적인 (111) fcc 템플릿은 또한 fcc 코발트 층의 성장과 유사한 다른 fcc 구조의 에피텍시얼한 성장을 유도시키기 위해 사용될 수 있다. 특히, Ni 및 NiFe 퍼멀로이와 같은, 유연 자기 물질은, fcc 템플릿 상에서 에피텍시얼하게 성장될 수 있다. 이들 fcc 구조에서, 자기 용이 축들은 (111) 평면 근처에 놓이고; 그러므로, 유연 자기 층은 수직 기록중 층에 수직으로 발생된 자기 필드를 위한 평면내 복귀 경로에 통로를 제공한다. 유연 자기 물질은 (0002) hcp 템플릿 및 (0002) hcp 코발트-기저 층에 대한

(111) 방향을 전파할 수 있다.

덧붙여, (0002) 코발트-기저 층은 수직 매체에 대한 얇은 탑 보자자 (top keeper)를 형성하기 위해 (111) 방향으로 에피텍시얼하게 성장하는 유연 자기 물질을 추가로 유도할 템플릿을 제공한다. 보자자 층은 또한 층의 평면에서 우세하게 자기 용이 축들을 가질 것임이 알려 진다.

수많은 시험이 (0002) 코발트-기저 층의 특징을 평가하기 위해 수행되었다. 실리콘이 제조되었고 Ag, Ti, 및 $Co_{68}Cr_{20}Pt_{12}$ 박막이 상기 논의된 방법대로 디포지션되었다. 전과 같이, 에피텍시얼한 방향 관계는 Cu Kα 방사선을 사용하여 리가쿠 x-선 회절기에 대한 θ/θ 및 ϕ-스캔 방법으로 연구되었다. CoCrPt 막의 자기적 성질은 샘플 자력계를 진동시키는 디지탈 측정 시스템을 사용하여 측정되었다. 코발트-합금에서 Cr 및 Pt 함량은 수직 기록에 더욱 적합하도록 포화 자화를 효과적으로 감소시킨다. (즉 $Ku > 2\pi Ms^2$)

HF-Si (111)상에 성장된 대표적인 CoCrPt (50 nm)/Ti (50 nm)/Ag (12 nm) 막에 대한 x-선 회절 스펙트라는 도 23(a)에 제시된다. CoCrPt (0002), Ti (0002), 및 Ag (111) 평면에 상응하는 이들 피크만이 이들 스펙트라에서 관찰되고, 이는 막의 좋은 방향을 나타내 준다. 비교로서, CoCrPt (50 nm)/Ti (50 nm) 막은 또한 얇은 Ag 템플릿 없이 HF-Si (111) 상에 직접 성장되었고 도 23(b)에서의 x-선 스펙트럼은 좋지만, 더 약한 Ti (0002) 피크를 보여 준다. 얇은 Ag 층의 존재는 Ti의 에피텍시얼한 성장을 증가시키고 이는 CoCrPt (0002) 피크의 증가를 초래한다. Ag (111)의 회절 피크는 Ti (0002) 피크와 같은 각도에 놓이고; 그러나, 12 nm Ag 막이 사용되었기 때문에 Ag 피크는 피크의 높이에 실질적으로 기여되어서는 안됨이 주목된다. 도 23(c)는 CoCrPt/Ag (111)/HF-Si (111)에 대한 회절 피크를 보여 주고, 이는 하기 추가로 고려될 대단히 강한 텍스쳐를 나타내 준다.

도 24는 스펙트라의 해석을 위해 필요한 큐빅 결정 (111) 및 코발트 (0001) 입체 투영을 따라, CoCrpt/Ti/Ag/HF-Si 샘플 및 더 적은 층을 갖는 샘플들의 ϕ-스캔 스펙트라를 보여 준다. (111) 입체 투영 (도 24(a'))으로부터 기대된 바대로, 120° 떨어져 있는 3개의 회절 피크가 단일 결정 Si (111) 기판에 대한 Si{220}-폴 스캔 스펙트럼에서 밝혀 진다 (도 24(a)).

도 24(b') (Ag/HF-Si)에서의 큐빅 결정의 (111) 입체 투영은 오직 3개의 (110) 폴을 보여 준다. 6개의 회절 피크는, 그러나, Ag{220}-폴 스캔에서 관찰되고, 이는 도 24(b')에서 크로스 (crosses)에 의해 표시된 여분의 폴을 나타낸다. 이는 Ag (111) 막에 Ag 그레인의 2개의 결정학적 도메인이 존재함을 제안해 준다. 2개의 도메인은 Ag가 상호간의 거울상인 2개의 상이한 원자 형태로 성장하기 시작할 때 Ag/Si 에피텍시얼한 경계로부터 나오는 것 같다. 2개의 도메인은 또한 Ag 성장 트위닝의 결과일 수 있다. Fcc 금속에서, (111) 평면은 가장 보편적인 트위닝 평면이고, 이 트위닝 방향은 $[11\bar{2}]$이다. Ag 그레인의 결과의 2개의 도메인은 기판 평면과 평행인 (111) 평면을 갖지만, 원자 형태는 트위닝 방향에 수직인 평면에 대해 거울상이다. Ag{220}-폴 스캔 스펙트럼에서의 제 1, 제 3 및 제 5 피크는 Si[220} 스캔과 동일한 위치에서 나타나고, 이는 $Si[11\bar{2}]$ 및 $Ag[11\bar{2}]$ 방향 사이의 평행 관계를 확실히 해준다.

6개의 피크는 (Ti/Ag/HF-Si) 막에 대해 도 24(c)에 제시된 $Ti\{10\bar{1}1\}$-폴 스캔 스펙트럼에서 관찰되고, 이는 입체 투영 (도 24(c'))과 잘 일치한다. 또한 $Ti[10\bar{1}0]$ 및 $Ag[11\bar{2}]$ 방향 사이의 평행 관계가 확실히 된다. $CoCrPt\{10\bar{1}1\}$-폴 스캔 [도 24(d)] (Co/Ti/Ag/HF-Si) 및 코발트 결정 (0001) 투영 [도 24(d')] 사이에 또한 좋은 일치성이 발견된다. $CoCrPt[10\bar{1}0]\,||\,Ti[10\bar{1}0]$의 방향 관계는 또한 코발트 스펙트럼에서의 6개의 피크가 Ti 스펙트럼에서의 것들과 같은 ϕ 위치에서 나타나는 관찰로부터 결정된다.

CoCrPt/Ti/Ag/HF-Si (111) 샘플의 자기적 성질은 표 II에 열거된 4개의 다른 샘플과 비교된다. 보자성 (Hc⊥)은 막 평면에 수직으로 적용된 필드로 측정되었다.

표 II

샘플	기판	Hc (0e)	S	Mst ($memu/cm^2$)
(A) CoCrPt 50nm/ Ti 50nm	유리	1928	0.82	2.5
(B) CoCrPt 50nm/ Ti 50nm	비 HF-에칭된 Si(111)	2514	0.83	2.5
(C) CoCrPt 50nm/ Ti 50nm	HF-Si(111)	3550	0.96	2.5
(D) CoCrPt 50nm/ Ti 50nm/Ag 12nm	HF-Si(111)	4580	0.85	2.5
(E) CoCrPt 5nm/ Ag 50nm	HF-Si(111)	278	0.085	2.5

도 25(a1 내지 e1) 및 (a2 내지 e2)는 각각, 샘플 A 내지 E의 수직 (용이 축) 및 평면내 (곤란 축) 히스테리시스 루프를 보여 준다. 비틀린 정사각형 루프는 감화 필드에 의존하는 수직 방향을 따라 관찰된

다. 곤란 축 평면내 루프에서의 오프니스 및 비-제로 (non-zero) 보자성은 입자간 상호작용 또는 간단히 최대의 적용된 필드 강도가 샘플을 포화시키기에 충분하지 않는 것에 의할 수 있다. 곤란 축 루프의 굴곡은 Co($10\bar{1}0$) 막에 대해 앞서 논의된 바대로 이방성 상수 K_2의 비-제로 값에 거의 의존하는 것 같다.

표 II에서, 샘플 A 및 B는 각각, 유리 기판 및 천연의 옥사이드로 커버된 Si(111) 웨이퍼상에 디포지션된 CoCrPt/Ti 막들이다. 샘플 (도 21(a) 및 21(b))의 XRD 스펙트라는 상기 논의된 바대로, 2개의 샘플 중 하나에서 Ti 결정 텍스쳐를 보이지 않는다. 또한, 샘플 A 및 B의 보자성은 추측컨대 코발트 층이 (0002) 방향으로 에피텍시얼하게 성장하지 않았으나, 막이 두꺼워짐에 따라 자연적으로 약간의 (0002) 텍스쳐를 천천히 발생하였기 때문에 낮고, 이는 c축 방향으로의 분산을 초래한다. 더 나쁜 방향이 또한 도 25(a1 내지 b1) 및 (a2 내지 b2)에 제시된 히스테리시스 루프의 모양에 의해 표시된다. 히스테리시스 루프의 더 높은 보자성 및 더욱 이상적인 모양이 샘플 C 및 D (도 25(c- 내지 d1) 및 (c2 내지 d2))에서 얻어졌고, 여기서 배향된 막은 HF-에칭된 Si(111)상에 성장되었고, 이는 도 23(a 내지 b)에 제시된 샘플 C 및 D의 XRD 스펙트라와 일치한다.

상기 논의된 바대로, 샘플 D에서 Ti 층의 디포지션 이전에 도입된 12 nm 얇은 Ag 층은 Ti 및 Co 합금의 방향을 개선시킨다. XRD 스펙트라 (도 23(a))는 Ti (0002) 피크가 샘플 C (도 23(b))의 스펙트라와 비교할 때 대단히 증가되었음을 보여 준다. 코발트 막의 개선된 방향은 10 nm의 얇은 Ag를 갖는 샘플에 대해 강하게 가시적이었고 모든 더 큰 두께에 대해 유효한 채로 남아 있었다. Ag 층을 사용하는 개선된 Co (0002) 방향은 10 nm 두께 미만에서 지속하고, 추측컨대 연속 층이 남아 있는 한 지속한다. 그러나, 시험 기구의 한계점에 의해, 이런 범위의 낮은 제한은 더욱 정확히 한정할 수 없다.

히스테리시스 곡선은 샘플 A 내지 D의 보자성이 막의 더 높은 질과 함께 증가함을 보여 준다. 고도의 방향성과 일치하여, 유사한 보자성 결과가 더 두꺼운 Ag 층에 대해 얻어졌다.

샘플 E는 HF-Si(111) 상의 50nm Ag 하층상에 직접 50nm CoCrPt 막을 디포지션함으로써 제조되었고 CoCrPt/Ti/Ag/Si 막과의 비교를 위해 시험되었다. 샘플 E에 대한 히스테리시스 곡선은 도 25(e1 내지 e2)에 제시된다. XRD 스펙트라 (도 23(c))는 CoCrPt 막에 대해 대단히 강한 결정 텍스쳐를 보여 준다. 그러나, 샘플 E의 보자성은 코발트 상이 fcc 구조로서 존재하는 듯이 표시하는 Ag의 유무에 의해 Ti상에 성장된 샘플과 비교하여 낮다.

추가의 시험이 높은 $4\pi Ms^2$을 갖는 물질의 에피텍시얼한 성장의 생존력을 시험하기 위해 순수한 코발트 목적물을 사용하여 수행되었다. 고도로 에피텍시얼한 순수한 코발트 막, Co/Ag(111)/HF-Si(111)이 Ag 막상에서 발견되었으나; 순수한 코발트의 높은 $4\pi Ms^2$, $2\pi Ms^2 > Ku$ 때문에, 자화는 기판 평면에 놓여 있었다. 높은자화는 상기 논의된 세로 방향의 단일-결정 순수한 코발트 막에 대한 것들과 유사한 큰 K_2 값을 갖는 순수한 코발트 수직 막을 초래할 수 있다. 코발트 막에 크로뮴 또는 다른 자기 희석제의 함유가 자기 필드 감지 장치에 사용될 층을 생성하기 위해 필요하다. 보자성이 충분히 낮은 것으로 알려지면 자기 버블 막도 가능하다.

다른 fcc 템플릿 및 하층이 또한 막의 격자 매칭을 개선시키기 위해 사용될 수 있다. Cu는 코발트의 격자 간격에 적합하고 Ag과 더 작은 양으로 적합한 원자 격자 간격을 갖는다. Co(1000Å)/Cu (500Å)/Ag (300Å)/Si (111) 막이 제조되었고 시험되었다. 도 26(a)에 제시된 바대로, Cu (111) 및 Co (0002) 층 모두는 Ag (111) 템플릿으로부터 예외적으로 강한 에피텍시얼한 성장을 보인다. 반대로, Cu 원자 격자 간격은 일반적으로 실리콘의 그것과 덜 적합하다. 그래서, Co(1000Å)/Cu (500Å)/Si (111) 막은 도 26(b)에 제시된 바대로, Cu 또는 Co 층에서의 강한 텍스쳐를 초래하지 않는다.

자기 기록 헤드 및 재생 자기 저항 및 스핀 밸브 헤드와 같은 자기 필드 변환기에서, 매우 유연한 자기적 성질을 가능하게 하기 위해 (111) 텍스쳐를 갖는 NiFe를 제조하는 것이 일반적으로 바람직하다. 이상적으로, 퍼멀로이 및 다른 자기 물질은 기판 평면 근처에 3 폴드 배향된, 자기 용이 (111) 축들을 초래할 (111) 방향으로 생성될 수 있다.

센서 장치를 위한 배향된 유연 자기 물질의 유익한 용도에 덧붙여, 수직 매체는 유연 자기 층 및/또는 심지어 유연 오버레이어 (보자자 물질)로 생성될 수 있는 것으로 여겨진다. 예를 들면:

CoCrPtTa (0002)/Ti (111)/Ag (111)/ NiFe (111)/Cu (111)/ Ag (111)/ HF-Si (111)은 둘다 고도로 배향된 수직 하드 자기 층을 갖는 배향된 유연 자기 하층을 제공할 것이다.

퍼멀로이 (Ni 79 중량%, Fe 21중량%) 막은 막이 디포지션 이전에 260°C로 가열된 것을 제외하고, 상기 기술된 기술을 사용하여 HF 세정된 Si (111) 기판상의 상이한 하층상에 스퍼터 디포지션되었다. 퍼멀로이 막의 컴포지션은 하기 표 III에 나타난다:

표 III

샘플	형태
A	NiFe 50nm/Si (111)-HF
B	NiFe 50nm/Ag 100nm/Si (111)-HF
C	NiFe 50nm/Cu 10nm/Ag 100nm/Si (111)-HF
D	NiFe 50nm/Cu 50nm/Ag 100nm/Si (111)-HF
E	NiFe 50nm/Cu 100nm/Ag 100nm/Si (111)-HF
F	NiFe 50nm/Cu 100nm/Ag 100nm/Si (100)-HF

각각의 막에 대한 XRD 스펙트라가 도 27(a 내지 f)에 제시된다. 도 27(a)에 제시된 바대로, NiFe는

(111) 실리콘 상에 디포지션될 때 오직 약한 (111) 텍스쳐를 발생시킨다. 그러나, 퍼멀로이 디포지션 이전의 (111) 실리콘상의 fcc (111) Ag 템플릿 하층의 디포지션은 XRD 시험중 검출된 수에서 20이 증가한 인자에 의해 입증된 것과 같이, NiFe 층에서 강한 (111) 텍스쳐 개발을 생성한다.

덧붙여, NiFe (Ni (fcc), a=3.52Å; Fe (fcc), a=3.65Å)의 (111) 텍스쳐는 Ag (a=4.08Å) 보다 더 좋은 격자 매치를 갖는, Cu (a=3.61Å)와 같은, (111) fcc의 용도를 통해 추가로 증가될 수 있다. 도 27(c 내지 e)에서 제시된 바대로, Cu 하층은 NiFe 막의 (111) 텍스쳐를 추가로 증가시킬 수 있다.

유사하게, NiFe (100)은 또한 NiFe (111) 텍스쳐와의 비교를 위한 Cu/Ag/Si (100)-HF 단일 결정 템플릿 상에 디포지션되었다. 자기적 성질은 BH 루프 트레이서 (loop tracer)을 갖는 것으로 특징화되었다. 샘플 E 및 F의 평면내 보자성은 결정되었고 하기에 제시된다:

샘플	평면내 최대 Hc	평면내 최소 Hc
E	2.64 Oe	1.65 Oe
F	26.5 Oe	18.6 Oe

Cu/Ag/Si (111) 템플릿의 용이 축을 따르는 NiFe (111)의 보자성은 3 Oe 미만이고, 반면, Cu/Ag/Si (100) 템플릿 상의 NiFe (100) 막의 평면내 보자성은 거의 30 Oe이다. 이는 이 NiFe 합금의 용이 축이 〈111〉 방향에 있고 물질의 이방성 상수 K_1이 음수임을 나타내 주고, 이는 매우 유연한 자기적 성질이 이들 고도로 배향된 (111) NiFe 막에서 달성될 수 있음을 추가로 보여 준다. 더우기, 적용된 자기 필드의 존재에서 이 디포지션을 수행함으로써 보자성은 추가로 감소될 것이다.

유연 자기 하층을 갖는 수직 매체에 대해 항상 존재하는 문제 중 하나는 유연 하층과 관련된 매체 잡음이다. 그레인 경계에 붙어 있는 NiFe 도메인 벽과 관련된 통상적인, 비-배향된 NiFe 유연 막 바르크하우젠 잡음이 하나의 문제이다. (111) 단일 결정 실리콘상의 에피텍시얼한 성장으로부터 초래되는 3 폴드 평면내 방향은 이런 잡음의 원인을 감소시키는 것으로 여겨진다. 이와 같이,

NiFe (111)/Cu (111)/Ag (111)/CoCrPtTa (0002)/Ti (0002)

/Ag (111)/NiFe (111)/Cu (111)/Ag (111)/HF-Si (111)과 같은, 코발트 합금의 탑위에 유연 자기 보자자층을 두는 것이 가능할 수 있다.

덧붙여, 통상적인 기판상에서 제조된 Co/Pt 및 Co/Pd의 다중층과 같은 초격자는 수년 동안 연구되었다. 단일 결정 Si (111) 기판상에 기술된 구조를 사용하여 이들 형태의 더 많이 배향된 막을 성장시키는 것이 가능해야 한다. Ag (111)/Si (111), Ti (0002)/Ag (111)/Si (111), 또는 Ti (0002)/Si (111)과 같은 하층/기판 구조는 적합할 수 있다. Al (111)/Ag (111)/HF-Si (111) 막이 또한 코발트 합금이 셀프-어셈블드-오더드 자기 배열 (self-assembled ordered magnetc arrays, SOMA)을 형성하기 위해 전기 도금될 수 있는 고도의 셀프 오더드 다공성 구조를 생성하기 위해 양극화될 수 있다.

본 발명의 또다른 면에서, 출원인들은 (111) fcc 구조가 또한 거의 이상적인 (111) 단일 결정 실리콘의 리우 (lieu)에서, 격자 매칭된 (110) bcc 구조를 사용하여 생성될 수 있음을 알아 냈다. 단일 결정의 부재에서, (111) 텍스쳐의 강도는 (110) 텍스쳐의 강도에 의존할 것이다. 그래서, Ag (111)은 강한 (111) 텍스쳐를 갖는 (110) 텍스쳐된 Cr 또는 CrMn사에 성장될 수 있고, 이는 순서대로, 상기 기술된 바대로 강하게 텍스쳐된 (111) NiFe 또는 (110) bcc, (0002) 또는 ($10\bar{1}1$) 코발트-기저 층을 성장시키기 위해 사용될 수 있다. 더우기, 적당한 질 (110) bcc 텍스쳐가 원자 밀집 표면 구조에 의해 얻어질 수 있기 때문에, 몇개의 높은 질의 텍스쳐가 이들 층상에 얻어질 수 있다. 예를 들면, 다결정 단일-결정 코발트는 Co($10\bar{1}0$)/bcc(112)/fcc(110)/bcc(110) 층들, 또는 심지어 Co($10\bar{1}0$)/bcc(112)/bcc(110)의 적당한 격자 적합성을 통해 유도될 수 있다. 특히, $a \approx 5.0$ (Ba, BaCa 등), $a \approx 3.5$ (La, β-Zr) 또는 $a \approx 3.75$ (LaZn, LaAg, NdAl, CeAg)의 단위 셀 격자 파라미터를 갖는 (110) bcc 및 bcc 유도체가 하기를 생산하기 위해 Ni, Co, 및 Cu와 같은, fcc (110) 구조, 및 Ag (110)에 합리적으로 $a \approx 5.7$ (Rb) 매치를 갖는 (110) bcc 구조에 적합한 매치이다:

Co($10\bar{1}0$)/Cr(112)[111]/Ag(110)/Rb(110)[100];

Co(1010)/Cr(112)[111]/Ba(110)[100]; 및

Co(1010)/Cr(112)[111]/Ni(110)[110]/Ba(110)[100].

도 28(a 내지 b)는 (11) CrMn 하층이 없는 유리 기판 및 있는 유리 기판상에 성장된 다양한 Ag (111) 하층 막의 x-선 회절 스펙트라를 보여준다. 도 28(a)에서, fcc 구조의 낮은 에너지 (111) 방향이 우세한 방향이지만, (111) 텍스쳐는 약하고 다른 방향이 또한 스펙트라에서 관찰된다. 반대로, 도 28(b)는 bcc 층 없이 (111) 텍스쳐의 거의 7배 강도로, 강하게 개발된 CrMn 층상의 Ag (111) 텍스쳐를 보여준다.

도 29(a) 및 (b)는 유리 기판상에 직접 디포지션된 NiFe 50 nm 막 및 260°C에서 유리 기판상에 디포지션된 Cu 막에 대한 XRD 스펙트라를 보여 준다. 기대된 바대로, 도 29(c 내지 d)는 실온에서 디포지션된 Cu(100nm)/Ag(100nm)/Cr(30nm)유리 및 Cu(100nm)/Cr(30nm)/유리의 XRD 스펙트라를 보여주고, 이는 막에서 강한 (111) 텍스쳐를 표시하는 강한 피크를 나타낸다.

기대되는 바대로, Cr/유리 층상의 Ag 층에서의 (111) 텍스쳐의 강도는 단일 결정 Si (111)상에서 보다 더 작다. 그러나, 격자 매칭된 bcc 층의 용도는 기판 선택에 있어서 증가된 유연성을 제공하고 대단히

강한 (111) 텍스쳐를 유도하기 위해 사용될 수 있는 다결정 층을 제공한다. 예를 들면, 쿼드-결정 $(10\bar{1}1)$ 또는 (0002) 수직 방향을 갖는 코발트-기저 층은 통상적인 회전 기록 매체상에 생성될 수 있고, 여기서 결정은 매체의 평면에서 불규칙하고 결정내에 쿼드-결정 또는 수직 순서를 갖는다.

도 30은 유리 기판에 RF 다이오드 스퍼터링에 의해 제조된 다양한 두께의 전형적인 크로뮴 막의 XRD 스캔을 보여준다. (110) 피크는 전송되고 있는 것과 반대로 x-선이 더 두꺼운 막으로부터 회절되는 만큼의 막 두께로 다소 선상으로 증가한다. 한편 피크 대 피크 파동 또는 바탕 신호의 잡음은 상대적으로 일정하다. 50 nm 두께의 막의 높이를 피크 대 피크 잡음에 비교하여 그 비율은 10 미만임을 알 수 있다. 이와 같이 더 두꺼운 막에 대한 신호 피크를 얻고 막의 두께 대 50 nm의 비유로 나눈다면 대략 동일한 피크 신호 대 잡음 비율을 얻게 된다. 그러므로, 본 발명자들은 50 nm 막에 대해 x-선 회절 피크의 전형적인 신호 대 잡음 비율이 1 미만임을 알았다. 그러나 일반적으로, 이들 신호 대 잡음 비율은 낮은 디포지션 율에서의 바이어스로 프로세싱하거나 웨팅 층상에 디포지션함으로써 다소 개선될 수 있다. 그러나, 이들 개선된 피크는 본 발명의 막에서 나타나는 만큼 강하지 않다. (110) Cr상에의 fcc Ag 디포지션 및 이후 Ag에의 Cr의 디포지션은 도 28 및 29에서의 결과에 의해 나타난 대로 훨씬 더 강한 텍스쳐를 초래하고 여기서 Ag의 텍스쳐는 Cr (110) 층에 의해 현저히 개선된다.

본 발명의 고도로 배향된 층의 성능은 막의 증가하는 결정 텍스쳐와 함께 증가한다. 그러므로, 본 발명의 막은 여기에 기술된 박막 XRD 방법을 사용하여 결정된 바대로 적어도 50 nm의 막 두께당 10 대 1의 XRD 신호 대 잡음 비율을 갖는 것이 바람직하다. 본 발명이 더 낮은 신호 대 잡음 비율을 갖는 막을 사용하여 실행될 수 있는 한편, 본 발명의 잇점은 더 높은 비율을 갖는 막에 대한 것과 동일한 정도로 이해될 것 같지는 않다.

(111) fcc 층을 유도하기 위한 bcc (110) 층의 용도는 CoCrPtTa (0002)/Ti (0002)/Ag (111)/Cr (110)/유리와 같은, 직송 하층 및 자기 구조를 사용하는 수직 기록 응용에서의 용도를 위한 통상적인 자기 매체에 혼입될 수 있는 강한 (0002) 방향을 갖는 코발트-기저 층을 제공한다. 이들 층은 광-자기 매체 및 유연 하층 구조 및 보자자 매체 오버레이어가 있고 또한 없는 수직 자기 매체 둘다에서 유용하여야 한다.

(110) 텍스쳐를 갖는 크로뮴 합금 막은 (110) 텍스쳐 표면이 bcc 결정에 대해, 가장 낮은 에너지의, 밀집된, 표면이기 때문에 일반적으로 얻기 쉽다. Cr (110)은 매우 두꺼운 층을 디포지션함으로써, 실온에서 디포지션함으로써, 낮은 디포지션 율을 사용하여, 또는 가장 바람직하게는 스퍼터 디포지션중 기판 바이어스 볼트를 사용하여 제조될 수 있음이 보여진다.

이 기술 분야의 숙련자들은 수많은 변화 및 변이가 본 발명의 범위로부터 벗어남 없이 본 발명의 방법 및 기구의 특정한 면에 대해 이루어질 수 있음을 이해할 것이다. 이러한 변화 및 변이는 상기 명세서 및 하기 청구 범위에 의해 커버되는 것이 의도된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

기판;

자기 기록 층을 형성하는 $(10\bar{1}0)$ 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금 막;

(i) 페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층 및

(ii) 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층을 갖는 하층 구조를 포함하는 기록 매체.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 제 2 하층이 크로뮴 합금 고용체를 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 제 2 하층이 B2, D03, $L2_1$ 바디 센터드 큐빅 유도체 구조로 구성된 군으로부터 선택된 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 제 2 하층이 크로뮴, 크로뮴 합금 및 B2-순서의 구조 및 실질적으로 크로뮴에 상당하는 격자 상수를 갖는 물질로 구성된 군으로부터 선택된 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 제 2 하층이 Cr, CrV, CrMo, CrW, CrTi, CrMn, NiAl, AlCo, FeAl, FeTi, CoFe, CoTi, CoHf, CoZr, NiTi, CuBe, CuZn, AlMn, AlRe, AgMg, Al_2FeMn_2, $AlNi_2Ta$, $AlNi_2Nb$, $AlNi_2Ti$, Fe_3Al, 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택된 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 제 1 하층이 $L1_0$ 및 $L1_1$ 페이스 센터드 큐빅 유도체 구조를 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag, Au, Cu, Al, 및 이들의 조합물을 포함하는 군으로부터 선택된 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag를 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag를 포함하는 것이고; 상기 제 2 하층이 Cr을 포함하는 것이고; 상기 기판이 Si (110) 단일 결정을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 10

제 1항에 있어서, 상기 기판 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 시드 층을 추가로 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 11

제 1항에 있어서, 상기 기판 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 웨팅 층을 추가로 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 기판이 그위에 놓인 상기 웨팅 층을 갖고 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 웨팅 층 및 상기 제 1 하층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 3 하층을 추가로 포함하는 다결정 기판인 것인 기록 매체.

청구항 13

제 1항에 있어서, 상기 기판이 비-산화된 Si (110) 단일 결정을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag, Au, Cu, Al, 및 이들의 조합물을 포함하는 군으로부터 선택된 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 15

제 1항에 있어서, 상기 자기 층이 CoCr, CoSm, CoPr, CoP, CoNi, CoPt, CoNiCr, CoNiZr, CoPtNi, CoCrTa, CoCrPt, CoCrP, CoCrTaSi, CoCrPtSi, CoCrPtB, CoCrPtTa, CoCrPtTaB, CoCrPtTaNb, 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택된 코발트 합금을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 16

제 1항에 있어서, 상기 하층 구조가 상기 제 2 하층 및 상기 자기 기록 층 사이의 중간층을 추가로 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 17

제 1항에 있어서, 코발트 또는 코발트 합금 및 상기 제 1 및 제 2 자기 기록 층 사이에 내부 층이 포함된 제 2 자기 기록 층을 추가로 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 18

제 1항에 있어서, 상기 매체의 결정 텍스쳐가 박막 XRD 방법에 의해 결정된 바대로 적어도 50 nm 두께당 10 대 1의 XRD 신호 대 잡음 비율을 갖는 것인 기록 매체.

청구항 19

기판;

자기 기록 층을 형성하는 $(10\bar{1}0)$ 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금;

(i) 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층 및

(ii) 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층을 갖는 하층 구조를 포함하는 기록 매체.

청구항 20

제 1항 내지 제 19항 중 어느 한 항에 청구된 기록 매체; 및

상기 매체로부터 데이타를 기록하고 판독하기 위해 상기 매체에 가깝게 위치된 자기 변환기를 포함하는 데이타 저장을 위한 장치.

청구항 21

기판;

자기 기록 층을 형성하는 ($10\bar{1}0$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금;

(i) 페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층 및

(ii) 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층을 갖는 하층 구조; 및

상기 매체로부터 데이타를 기록하고 판독하기 위해 상기 매체에 가깝게 위치된 자기 변환기를 포함하는 기록 매체를 포함하는 데이타 저장을 위한 장치.

청구항 22

페이스 센터드 큐빅 구조 및 기판상에 (110) 결정 텍스쳐를 갖고 바디 센터드 큐빅 구조 및 제 1하층으로부터 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층이 성장하는 적어도 한개의 제 1 하층을 제공함으로써 특징화된 하층 구조를 제공하기; 및

제 2 하층상에 코발트 또는 코발트 합금 자기 층을 디포지션하기를 포함하는,

기판상에 ($10\bar{1}0$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금 자기 층을 생산하는 방법.

청구항 23

제 22항에 있어서, 상기 방법이 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 기판을 제공하는 것을 추가로 포함하고;

상기 제공하는 제 1 하층이 기판상에 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 1 하층을 성장시키는 것을 포함하는 것인 방법.

청구항 24

제 22항에 있어서,

상기 방법이 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 비-산화된 단일 결정 실리콘 기판을 제공하는 것을 추가로 포함하고;

상기 제공하는 제 1 하층이 기판상에 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 Ag를 포함하는 제 1 하층을 성장시키는 것을 포함하고;

상기 제공하는 제 2 하층이 기판상에 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층을 성장시키는 것을 포함하고, 상기 제 2 하층이 크로뮴, 크로뮴 합금, 및 B2-순서의 구조 및 크로뮴에 실질적으로 상당하는 격자 상수를 갖는 물질을 포함하는 것인 방법.

청구항 25

기판;

자기 기록 층을 형성하는 (0002) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금 막;

(i) 페이스 센터드 큐빅 구조 및상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (111) 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층 및

(ii) 상기 자기 기록 층에 (0002) 결정 텍스쳐를 유도시키기 위해 상기 제 1 하층 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 적어도 한개의 제 2 하층을 갖는 제1 하층 구조를 포함하는 기록 매체.

청구항 26

제 25항에 있어서, 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 및 제 2 하층 사이에 위치된 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 3 하층을 추가로 포함하는 기록 매체.

청구항 27

제 25항에 있어서, 상기 제 2하층이 육방 밀집 구조 및 (0002) 결정 텍스쳐를 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 28

제 25항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag를 포함하는 것이고; 상기 기판이 Si (111) 단일 결정을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 29

제 25항에 있어서, 상기 제 2 하층이 Ti을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 30

제 25항에 있어서, 상기 제 2 하층이 (111) 결정 텍스쳐 및 상기 자기 기록 층에 상당하는 원자 간격을 갖는 페이스 센터드 큐빅 구조를 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 31

제 25항 내지 제 30항에 있어서, 유연 자기 층을 추가로 포함하고 페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 자기 기록 층 및 상기 제 1 하층 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 기록 매체.

청구항 32

제 31항에 있어서, 상기 유연 자기 층이 NiFe로 만들어진 것인 기록 매체.

청구항 33

제 25항에 있어서, 상기 기판이:

유리, NiP 코팅된 알루미늄, 유리 세라믹, 세라믹, 및 SiC로 구성된 군으로부터 선택된 기판 물질; 및

바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 물질 상에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제3 하층을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 34

제 33항에 있어서, 상기 제 3 하층이 크로뮴, 크로뮴 합금 또는 B2-순서의 구조를 갖는 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 35

제 25항에 있어서, 상기 자기 층 및 상기 제1 하층 구조 사이에 놓인 제 2 하층 구조; 및

페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 및 상기 제 2 하층 구조 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 유연 자기 층을 추가로 포함하는 기록 매체.

청구항 36

제 35항에 있어서, 상기 제 2 하층 구조가 (i) 페이스 센터드 큐빅 구조 및 (111) 결정 구조를 갖는 제 1 하층 및 (ii) 육방 밀집 구조 및 (0002) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층을 갖고,

상기 제 1 하층 구조의 상기 제 2 하층이 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 페이스 센터드 큐빅 구조인 것인 기록 매체.

청구항 37

제 36항에 있어서,

상기 유연 자기 층이 NiFe을 포함하는 것이고;

각각의 상기 제1 및 제 2 하층 구조의 상기 제 1 하층이 Ag이고;

상기 제 1 하층 구조의 상기 제 2 하층이 Cu이고;

상기 제 2 하층 구조의 상기 제 2 하층이 Ti이고;

상기 기판이 Si (111) 단일 결정을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 38

제 25항 내지 제 37항 중 어느 한 항의 기록 매체를 포함하는 광-자기 데이타 저장 장치.

청구항 39

제 25항 내지 제 37항 중의 어느 한 항의 기록 매체를 포함하는 데이타 저장을 위한 장치.

청구항 40

기판;

페이스 센터드 큐빅 구조 및 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 유연 자기 층;

바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 유연 자기 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 1 하층; 및

페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 유연 자기 층 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층을 포함하는 변환기.

청구항 41

제 40항에 있어서,

상기 제 1 하층이 크로뮴을 포함하는 것이고;

상기 제 2 하층이 Ag 또는 Cu을 포함하는 것이고;

상기 유연 자기 층이 Ni, NiFe 합금, 페이스 센터드 큐빅 코발트 또는 페

이스 센터드 큐빅 코발트 합금을 포함하는 것인 변환기.

청구항 42

제 40항 및 제 41항에 있어서, 상기 기판이 Si (111) 단일 결정인 것인 변환기.

청구항 43

기판;

자기 기록 층을 형성하는 ($10\bar{1}1$) 또는 ($10\bar{1}0$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금;

(i) 페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층 및 (ii) 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층을 갖는 하층 구조를 포함하는 기록 매체.

청구항 44

제 43항에 있어서, 상기 기판이 Si (111) 단일 결정인 것인 기록 매체.

청구항 45

제 43항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag이고; 상기 제 2 하층이 Cr이고; 상기 기판이 Si (111) 단일 결정인 것인 기록 매체.

청구항 46

제 43항에 있어서, 다결정 바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판상에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 3 하층을 추가로 포함하는 기록 매체.

청구항 47

제 43항 내지 제 46항 중 어느 한 항에 청구된 기록 매체, 및 상기 매체로부터 데이타를 기록하고 판독하기 위해 상기 매체에 가깝게 위치된 자기 변환기를 포함하는 데이타 저장을 위한 장치.

청구항 48

하층 구조; 및

하층 구조상에 놓인 자기 층 구조; 및,

하층 구조 아래에 놓인 기판을 포함하고, 여기서 기판이 한개의 (111) 결정 텍스쳐 또는 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 단일 결정 실리콘인 것으로 특징화된 기록 매체.

청구항 49

제 48항에 있어서, 상기 자기 층 구조가 질서 자기 배열이 포함된 것인 기록 매체.

청구항 50

제 48항에 있어서, 기판이 Si (111)이고 하층 구조가

페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층; 및

상기 제 1 하층 및 상기 자기 층 구조 사이에 놓인 적어도 한개의 제 2 하층에 의해 특징화되는 것인 기록 매체.

청구항 51

제 50항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 하층 사이에 놓인 유연 자기 층을 추가로 포함하는 기록 매체.

청구항 52

제 48항에 있어서, 기판이 Si (111)이고 하층 구조가

페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (111) 결정 구조를 갖는 제 1 하층; 및

바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 층 구조 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층에 의해 특징화되는 것인 기록 매체.

청구항 53

제 48항에 있어서, 상기 자기 층 구조가 (0002) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금 기저 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 54

제 53항에 있어서, 상기 제 2 하층 및 상기 자기 층 구조 사이에 놓인 (0002) 결정 텍스쳐를 갖는 육방 밀집 구조가 포함된 제 3 하층을 추가로 포함하는 기록 매체.

청구항 55

제 48항에 있어서, 상기 자기 층 구조가 ($10\bar{1}1$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금 기저 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 56

제 48항에 있어서, 기판이 Si (110)이고 하층 구조가

페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층; 및

바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 층 구조 사이에 놓인 (112) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층에 의해 특징화되는 것인 기록 매체.

청구항 57

제 48항에 있어서, 상기 자기 층 구조가 ($10\bar{1}0$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금 기저 물질을 포함하는 것인 기록 매체.

청구항 58

제 48항에 있어서, 기판이 Si (111)이고 하층 구조가

자기 기록 층을 형성하는 ($10\bar{1}1$) 결정 텍스쳐를 갖는 코발트 또는 코발트 합금;

페이스 센터드 큐빅 구조 및 상기 기판 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 제 1 하층; 및

바디 센터드 큐빅 구조 및 상기 제 1 하층 및 상기 자기 기록 층 사이에 놓인 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 제 2 하층에 의해 특징화되는 것인 기록 매체.

청구항 59

상기 자기 층 구조상에 놓인 유연 자기 보자자 층을 추가로 포함하는 제 48항 내지 제 58항 중 어느 한 항에 청구된 기록 매체.

청구항 60

제 48항 내지 제 59항 중 어느 한 항에 청구된 기록 매체, 및

상기 매체로부터 데이타를 기록하고 판독하기 위해 상기 매체에 가깝게 위치된 자기 변환기를 포함하는 데이타 저장을 위한 장치.

청구항 61

하층 구조;

하층 구조상에 놓인 자기 층 구조; 및

기판이 한개의 (111) 결정 텍스쳐 또는 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 단일 결정 실리콘인 것으로 특징화된 하층 구조 아래에 놓인 기판을 포함하는 변환기.

청구항 62

하층 구조; 및

하층 구조상에 놓인 초격자 다중층 자기 층 구조; 및

하층 구조 아래에 놓인 기판을 포함하고, 기판이 한개의 (111) 결정 텍스쳐 또는 (110) 결정 텍스쳐를 갖는 단일 결정 실리콘인 것으로 특징화된 기록 매체.

청구항 63

제 62항에 있어서, 하층 구조가 (i) 페이스 센터드 큐빅 구조 및 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 1 하층, (ii) 상기 제 1 하층상에 놓이고 페이스 센터드 큐빅 구조 및 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 적어도 한개의 제 2 하층, (iii) 상기 제 2 하층상에 놓인 유연 자기 층, 및 (iv) 상기 유연 자기 층상에 놓이고 한개의 (0002) 결정 텍스쳐를 갖는 육방 밀집 구조 또는 (111) 결정 텍스쳐를 갖는 페이스 센터드 큐빅 구조를 갖는 적어도 한개의 제 3 하층에 의해 특징화된 것인 기록 매체.

청구항 64

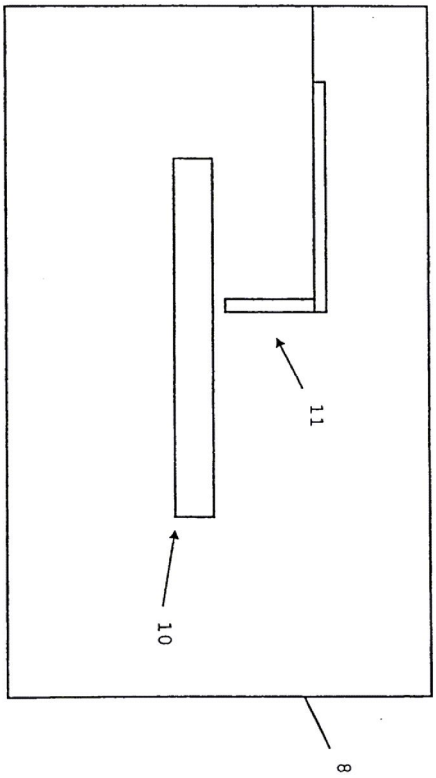
제 63항에 있어서, 상기 제 1 하층이 Ag이고, 상기 제 2 하층이 Cu이고, 상기 유연 자기 층이 NiFe이고, 상기 제 3 하층이 Ti, 비-자기 CoCr 합금 또는 Ag이고, 상기 기판이 Si (111)인 것인 기록 매체.

청구항 65

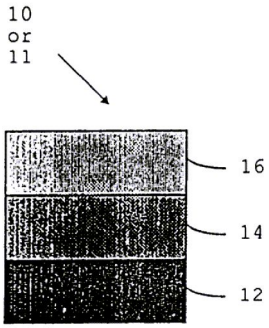
제 62항에 있어서, 상기 자기 층이 Co 및 Pt 다중층, Co 및 Pd 다중층 및 이들의 조합물로 구성된 군으로부터 선택되는 것인 기록 매체.

도면

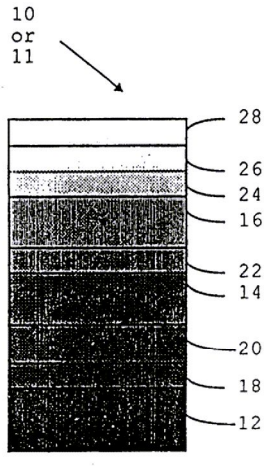
도면1



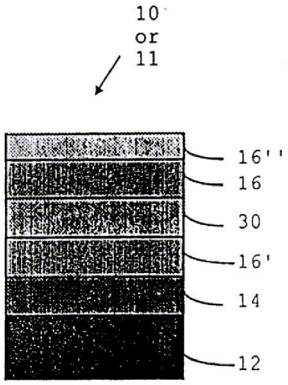
도면2a



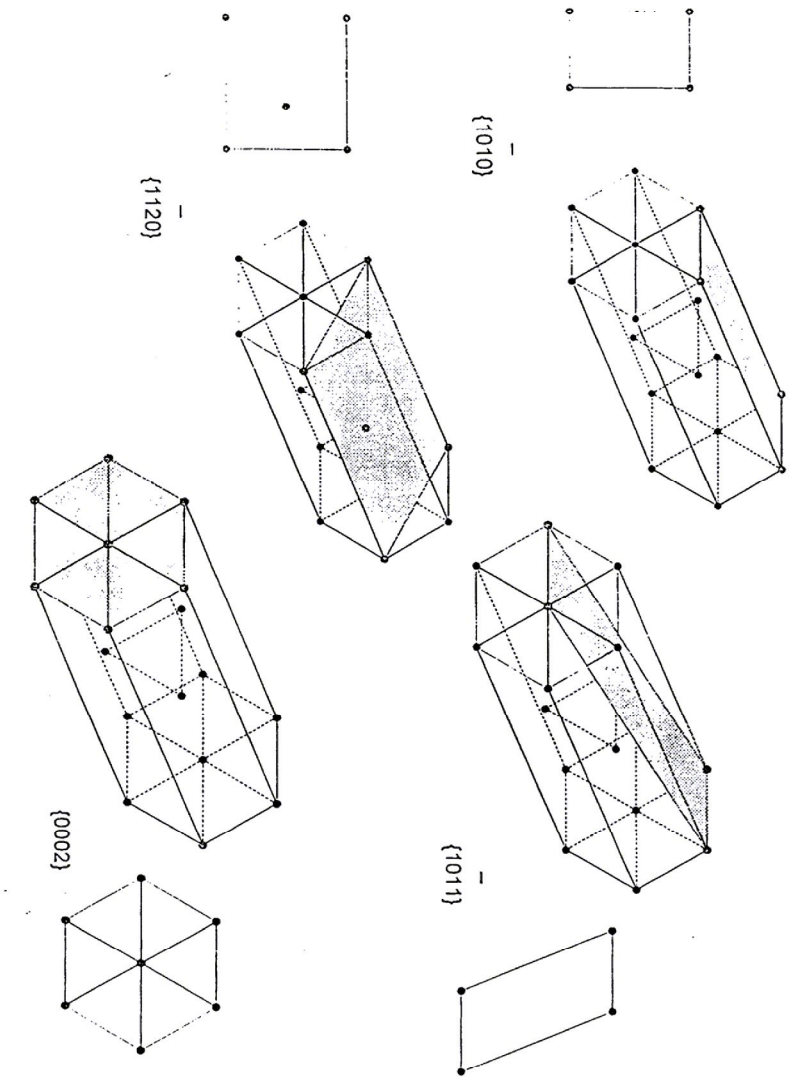
도면2b



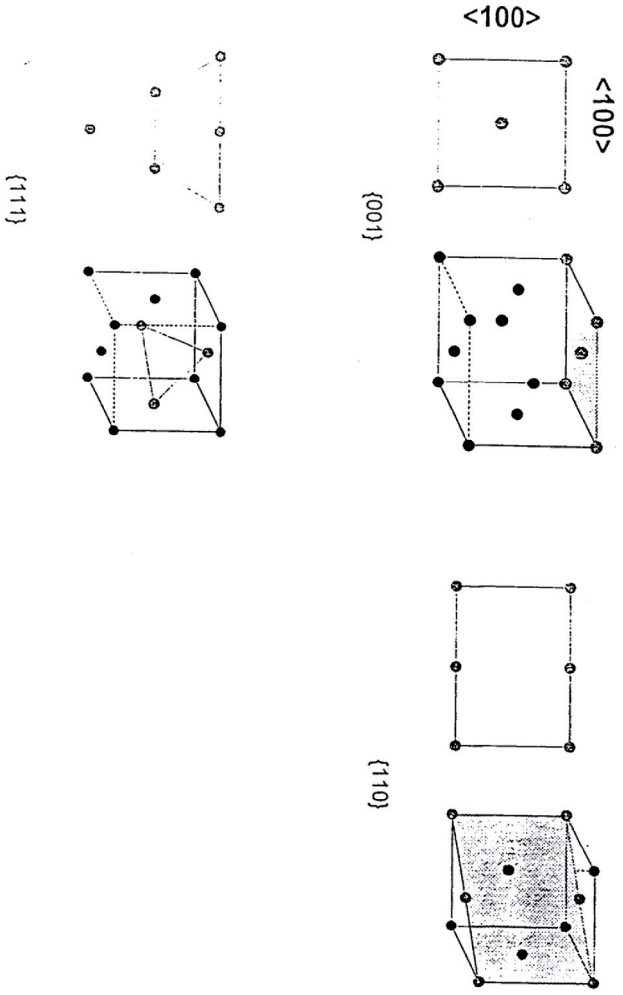
도면2c



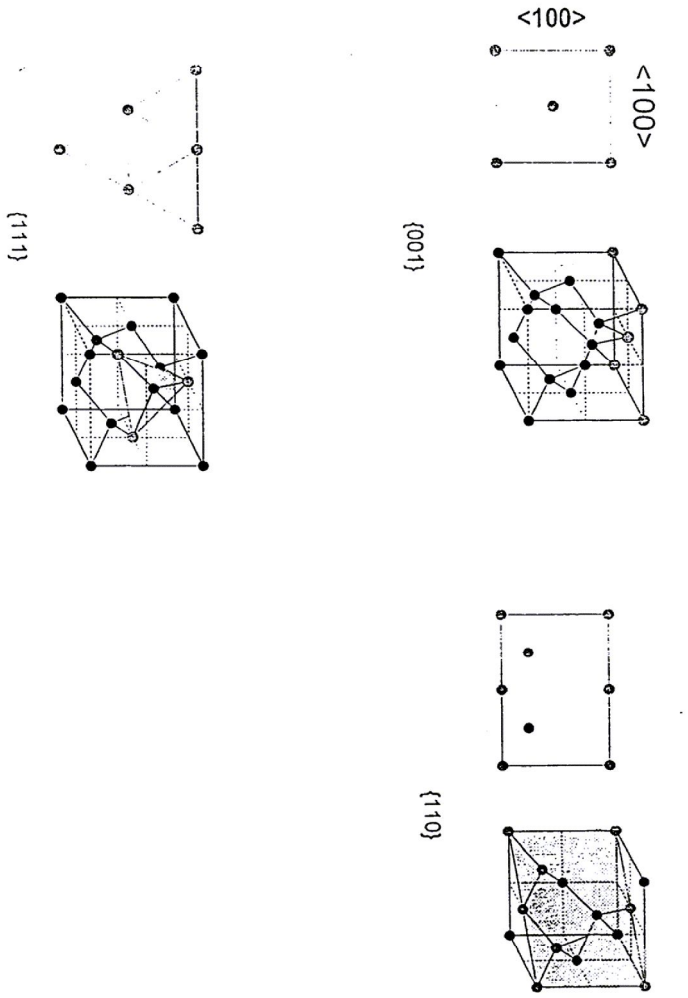
도면3



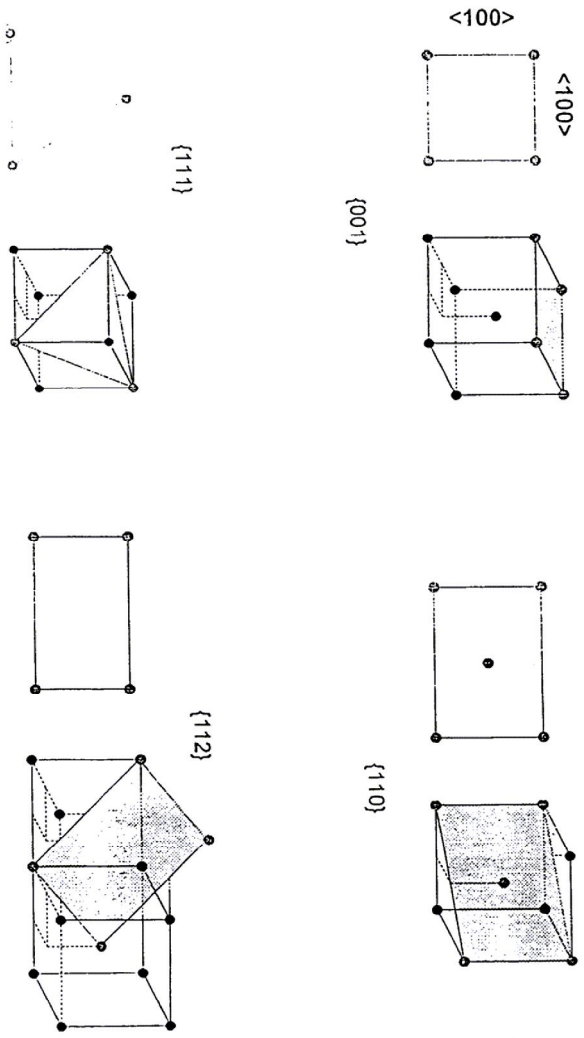
도면4



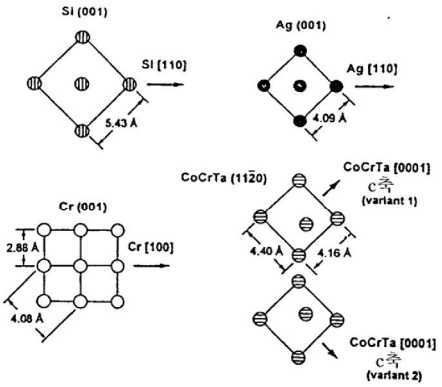
도면5



도면6


<100>
<100>
{111}
{001}
{112}
{110}

도면7


Si (001)
Si [110]
5.43 Å
Ag (001)
Ag [110]
4.09 Å
Cr (001)
2.88 Å
Cr [100]
4.08 Å
CoCrTa (11$\bar{2}$0)
CoCrTa [0001]
c축
(variant 1)
4.40 Å
4.16 Å
CoCrTa [0001]
c축
(variant 2)