(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0042238
(43) 공개일자 2019년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 33/14 (2006.01) *G01R 33/12* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 33/14 (2013.01)
G01R 33/1215 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0133930
(22) 출원일자 2017년10월16일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전기연구원
경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김호섭
경상남도 김해시 번화1로 104, 301동 1402호 (삼문동, 젤미마을3단지대동피렌체앙코르아파트)
최철진
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동, 한국기계연구원 부설재료연구소)
하동우
경상남도 창원시 의창구 대산면 우암로99번길 16-6
(74) 대리인
특허법인부경

전체 청구항 수 : 총 13 항

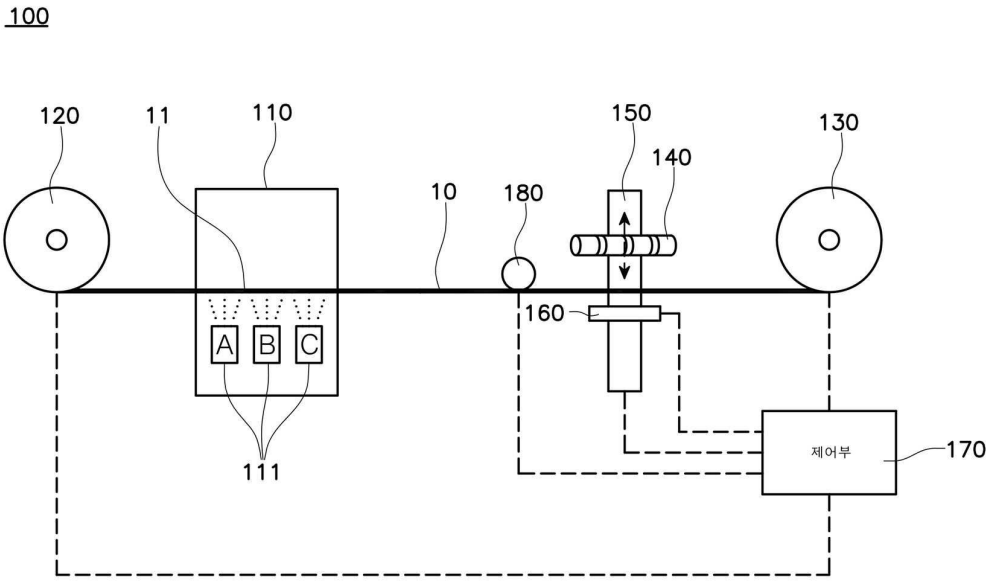
(54) 발명의 명칭 **영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치 및 측정방법**

(57) 요 약

본 발명은, 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치 및 측정방법에 있어서, 상이한 자성재료를 증발시키는 복수 개의 증발기를 내부에 포함하며, 테이프 형상의 기판이 장입되어 상기 기판에 자성재료를 증착시켜 조성경사형 박막이 형성되는 챔버와; 상기 조성경사형 박막이 연속이동 가능하도록 상기 조성경사

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



형 박막을 공급 및 회수하는 공급부 및 회수부와; 상기 조성경사형 박막이 지나가는 영역에 상기 조성경사형 박막과 접촉되지 않도록 이격된 상태로 설치되며, 상기 조성경사형 박막에 자기장을 인가하는 N극 및 S극으로 이루어진 영구자석부재와; 상기 영구자석부재와 상기 조성경사형 박막 간의 거리를 조절하고, 상기 조성경사형 박막과 근접하는 상기 영구자석부재의 영역 중 N극 및 S극이 교대로 근접하도록 상기 영구자석부재를 상기 조성경사형 박막의 길이방향을 따라 수직으로 배치하고, 상기 조성경사형 박막의 표면에 수직 또는 수평으로 자기장을 가할 수 있도록 구동시키는 자석구동부와; 상기 조성경사형 박막이 지나가는 영역에 설치되어 상기 영구자석부재의 자기장에 의한 상기 조성경사형 박막의 자화도를 일정간격으로 스캔하는 홀프로브센서를 포함하는 것을 기술적 요지로 한다. 이에 의해 영역마다 서로 상이한 조성비가 연속적으로 분포된 조성경사형 박막을 비접촉 상태로 상이한 조성비의 자성재료를 연속적으로 자기 특성을 측정하여 최적의 자성재료 조성비를 선택할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711048402
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 미래소재디스커버리사업
연구과제명 0-D 메조스케일 자성입자 제조 신공정 및 벌크화 기술개발
기 여 율 1/2
주관기관 한국기계연구원부설 재료연구소
연구기간 2017.02.01 ~ 2018.01.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 17-01-N1102-01
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 미래소재디스커버리사업
연구과제명 High-throughput 법을 이용한 신자성소재 개발
기 여 율 1/2
주관기관 한국기계연구원부설 재료연구소
연구기간 2017.02.01 ~ 2018.01.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치에 있어서,

상이한 자성재료를 증발시키는 복수 개의 증발기를 내부에 포함하며, 테이프 형상의 기판이 장입되어 상기 기판에 자성재료를 증착시켜 조성경사형 박막이 형성되는 챔버와;

상기 조성경사형 박막이 연속이동 가능하도록 상기 조성경사형 박막을 공급 및 회수하는 공급부 및 회수부와;

상기 조성경사형 박막이 지나가는 영역에 상기 조성경사형 박막과 접촉되지 않도록 이격된 상태로 설치되며, 상기 조성경사형 박막에 자기장을 인가하는 N극 및 S극으로 이루어진 영구자석부재와;

상기 영구자석부재와 상기 조성경사형 박막 간의 거리를 조절하고, 상기 조성경사형 박막과 근접하는 상기 영구자석부재의 영역 중 N극 및 S극이 교대로 근접하도록 상기 영구자석부재를 상기 조성경사형 박막의 길이방향을 따라 수직으로 배치하고, 상기 조성경사형 박막의 표면에 수직 또는 수평으로 자기장을 가할 수 있도록 구동시키는 자석구동부와;

상기 조성경사형 박막이 지나가는 영역에 설치되어 상기 영구자석부재의 자기장에 의한 상기 조성경사형 박막의 자화도를 일정간격으로 스캔하는 홀프로브센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 영구자석부재는 길이방향을 따라 복수 개의 영구자석이 동일한 극끼리 서로 마주보도록 배치되며, 상기 영구자석 사이에는 금속심이 배치되어 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 영구자석부재는 상기 조성경사형 박막의 폭방향에 해당하는 측면을 향해 자기장을 인가하도록 배치되며, 상기 조성경사형 박막의 측면과의 거리가 조절되도록 상기 자석구동부가 구동되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 영구자석부재는 상기 조성경사형 박막의 두께방향에 해당하는 상면을 향해 자기장을 인가하도록 배치되며, 상기 조성경사형 박막의 상면과의 거리가 조절되도록 상기 자석구동부가 구동되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 공급부 및 상기 회수부는 각각 릴(reel)로 이루어지며, 상기 조성경사형 박막은 릴투릴(reel-to-reel) 방식으로 연속이동되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 영구자석부재는 자장이 1 내지 1.5T인 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 조성경사형 박막의 길이방향을 따라 1㎜ 내지 3㎝의 간격으로 자기장을 측정하도록 상기 영구자석부재에 상기 조성경사형 박막이 공급되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 조성경사형 박막은 엔코더(encorder)에 의해 공급 길이를 자동으로 측정하여 단위 길이별로 정확하게 연속 이동되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치.

청구항 9

영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법에 있어서,

기판에 복수의 자성재료를 증착하여 조성경사형 박막을 제조하는 단계와;

상기 조성경사형 박막을 이동시켜 영구자석부재 주위에 배치하는 단계와;

상기 조성경사형 박막의 자화도를 연속 측정하는 단계와;

상기 조성경사형 박막의 자화도를 기초하여 해당 영역의 잔류자화 및 보자력을 확인하고, 최적의 자성재료 조성비를 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 조성경사형 박막을 제조하는 단계는,

서로 상이한 자성재료가 저장되는 복수 개의 증발기를 이용하여 상기 기판에 자성재료를 증착시키며, 각각의 상기 자성재료는 조성경사형 조성비로 배치되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 자화도를 연속 측정하는 단계는,

상기 영구자석부재와 상기 조성경사형 박막 간의 간격을 조절하면서 측정하는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 조성경사형 박막과 상기 영구자석부재 중 N극이 서로 멀리 떨어진 상태에서부터 점점 가까워진 후 반대로 점점 멀어지도록 하며, 상기 조성경사형 박막과 상기 영구자석부재 중 S극이 서로 멀리 떨어진 상태에서부터 점점 가까워진 후 반대로 점점 멀어지도록 하여 상기 조성경사형 박막이 느끼는 자기장의 세기를 통해 자화도를 측정하는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법.

청구항 13

제 9항에 있어서,

상기 최적의 자성재료 조성비를 얻는 단계에서,

상기 잔류자화 및 상기 보자력은 히스테리시스 곡선을 통해 확인되는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치 및 측정방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 영역마다 서로 상이한 조성비가 연속적으로 분포된 조성경사형 박막을 비접촉 상태로 상이한 조성비의 자성재료를 연속적으로 자기 특성을 측정하여 최적의 자성재료 조성비를 선택할 수 있는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치 및 측정방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 자성재료를 기판에 증착하여 박막을 제조하는 방법에는 여러 가지 방법이 사용되고 있는데, 크게 물리적 방법(PVD, physical vapor deposition)과 화학적 방법(CVD, chemical vapor deposition)으로 나눌 수 있다. PVD의 대표적인 증착법으로는 PLD 증착법, 스퍼터링 증착법 및 증발 증착법이 존재한다.

[0003] PLD 증착법(pulsed laser deposition)은 자성재료 타겟에 고에너지 레이저를 입사시켜 순간적인 플라즈마를 형성하고 입자들이 방사되어 기판에 증착되는 방법이다. 이 방법의 장점은 조성비에 맞게 제조된 타겟을 사용하므로 증착시 조성비를 조절할 필요가 없으나, 증착면적이 작으므로 산업적으로 사용되기 힘들고 연구소 및 학교에서 실험용 위주로만 사용된다.

[0004] 스퍼터링 증착법(sputtering deposition)인 경우 불활성 가스의 원자를 이온화시켜 전기장에 의해 가속시키고 타겟과 충돌시켜 운동량 교환에 의하여 타겟의 물질을 떼어낸 뒤 기판에 입사시키는 증착법이다. 스퍼터링 증착법의 경우 단위면적당 증착률은 작으나 대면적이 가능하므로 산업화하기에 유리하다. 그러나 후술하는 증발 증착법에 비해서는 10배 정도 생산력이 떨어진다. 조성비에 맞게 제조된 타겟을 사용하므로 증착시 조성비 조절을 할 필요가 없다.

[0005] 증발 증착법(evaporation depostion)은 물질 간 서로 다른 온도에 따른 증기압을 이용한 것으로, 이러한 자연현상을 이용하여 다원자 화합물을 제조할 때 조성비를 조절하기 위해 구성원자수에 해당하는 온도를 조절하여 증착을 이룬다.

[0006] 이와 같은 종래의 증착법을 이용할 경우 기판에 증착되는 자성재료의 성분비를 별도로 조절하지 않고, 정해진 성분비를 지속적으로 증착하여 영역에 관계없이 균일한 조성비로 자성재료가 도포된다. 이렇게 기판에 자성재료가 도포되어 이루어진 박막의 자기적 성질을 측정하기 위하여 물성특성장치를 이용하였다. 종래의 자기적 특성을 측정하는 방법인 물성특성측정장치(PPMS, physical property measurement system)는 전자석 또는 초전도 자석을 구비하여 극저온 및 고자기장 환경에서 전기적 특성, 자기적 특성, 열 특성을 측정할 수 있는 장치를 말한다.

[0007] 하지만 자성재료의 신물질을 개발하기 위해 종래에 사용되는 증착법 및 물성 특성장치를 이용할 경우 한 번의 증착 실험으로 단일 조성비로 이루어진 박막만 얻을 수밖에 없으며, 다양한 조성비에 대한 자기적 특성을 조사하기 위해서는 다양한 조성비의 박막 제조 및 기존에 사용되는 물성특성측정장치를 이용하여 상당량의 실험횟수와 측정이 필요하여 신물질을 개발하는 데 많은 시간과 비용이 든다는 문제점이 있다. 또한 전자석을 사용할 경우 전자석이 고가이기 때문제 물성특성장치를 구비하는 데 많은 비용이 소요된다는 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국특허청 등록특허 제10-0908066호

(특허문헌 0002) 대한민국특허청 등록특허 제10-1371681호

(특허문헌 0003) 대한민국특허청 등록특허 제10-1323249호

(특허문헌 0004) 대한민국특허청 등록특허 제10-1410831호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서 본 발명의 목적은, 영역마다 서로 상이한 조성비가 연속적으로 분포된 조성경사형 박막을 비접촉 상태로 상이한 조성비의 자성재료를 연속적으로 자기 특성을 측정하여 최적의 자성재료 조성비를 선택할 수 있는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치 및 측정방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 따라서 본 발명의 목적은, 상이한 자성재료를 증발시키는 복수 개의 증발기를 내부에 포함하며, 테이프 형상의 기판이 장입되어 상기 기판에 자성재료를 증착시켜 조성경사형 박막이 형성되는 챔버와; 상기 조성경사형 박막이 연속이동 가능하도록 상기 조성경사형 박막을 공급 및 회수하는 공급부 및 회수부와; 상기 조성경사형 박막이 지나가는 영역에 상기 조성경사형 박막과 접촉되지 않도록 이격된 상태로 설치되며, 상기 조성경사형 박막에 자기장을 인가하는 N극 및 S극으로 이루어진 영구자석부재와; 상기 영구자석부재와 상기 조성경사형 박막 간의 거리를 조절하고, 상기 조성경사형 박막과 근접하는 상기 영구자석부재의 영역 중 N극 및 S극이 교대로 근접하도록 상기 영구자석부재를 상기 조성경사형 박막의 길이방향을 따라 수직으로 배치하고, 상기 조성경사형 박막의 표면에 수직 또는 수평으로 자기장을 가할 수 있도록 구동시키는 자석구동부와; 상기 조성경사형 박막이 지나가는 영역에 설치되어 상기 영구자석부재의 자기장에 의한 상기 조성경사형 박막의 자화도를 일정간격으로 스캔하는 홀프로브센서를 포함하는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치에 의해서 달성된다.

[0011] 여기서, 상기 영구자석부재는 길이방향을 따라 복수 개의 영구자석이 동일한 극끼리 서로 마주보도록 배치되며, 상기 영구자석 사이에는 금속심이 배치되어 서로 연결되는 것이 바람직하다.

[0012] 또한, 상기 영구자석부재는 상기 조성경사형 박막의 폭방향에 해당하는 측면을 향해 자기장을 인가하도록 배치되며, 상기 조성경사형 박막의 측면과의 거리가 조절되도록 상기 자석구동부가 구동되거나 또는, 상기 영구자석부재는 상기 조성경사형 박막의 두께방향에 해당하는 상면을 향해 자기장을 인가하도록 배치되며, 상기 조성경사형 박막의 상면과의 거리가 조절되도록 상기 자석구동부가 구동되는 것이 바람직하다.

[0013] 상기 공급부 및 상기 회수부는 각각 릴(reel)로 이루어지며, 상기 조성경사형 박막은 릴투릴(reel-to-reel) 방식으로 연속이동되고, 상기 영구자석부재는 자장이 1 내지 1.5T인 것이 바람직하다.

[0014] 상기 조성경사형 박막의 길이방향을 따라 1㎜ 내지 3㎝의 간격으로 자기장을 측정하도록 상기 영구자석부재에 상기 조성경사형 박막이 공급되며, 상기 조성경사형 박막은 엔코더(encorder)에 의해 공급 길이를 자동으로 측정하여 단위 길이별로 정확하게 연속이동되는 것이 바람직하다.

[0015] 상기한 목적은 또한, 기판에 복수의 자성재료를 증착하여 조성경사형 박막을 제조하는 단계와; 상기 조성경사형 박막을 이동시켜 영구자석부재 주위에 배치하는 단계와; 상기 조성경사형 박막의 자화도를 연속 측정하는 단계와; 상기 조성경사형 박막의 자화도를 기초하여 해당 영역의 잔류자화 및 보자력을 확인하고, 최적의 자성재료 조성비를 얻는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정방법에 의해서 달성된다.

[0016] 여기서, 상기 조성경사형 박막을 제조하는 단계는, 서로 상이한 자성재료가 저장되는 복수 개의 증발기를 이용하여 상기 기판에 자성재료를 증착시키며, 각각의 상기 자성재료는 조성경사형 조성비로 배치되는 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 자화도를 연속 측정하는 단계는, 상기 영구자석부재와 상기 조성경사형 박막 간의 간격을 조절하면서 측정하는데, 상기 조성경사형 박막과 상기 영구자석부재 중 N극이 서로 멀리 떨어진 상태에서부터 점점 가까워진 후 반대로 점점 멀어지도록 하며, 상기 조성경사형 박막과 상기 영구자석부재 중 S극이 서로 멀리 떨어진 상태에서부터 점점 가까워진 후 반대로 점점 멀어지도록 하여 상기 조성경사형 박막이 느끼는 자기장의 세기를 통해 자화도를 측정하는 것이 바람직하다.

[0018] 상기 최적의 자성재료 조성비를 얻는 단계에서, 상기 잔류자화 및 상기 보자력은 히스테리시스 곡선을 통해 확

인되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0019] 상술한 본 발명의 구성에 따르면, 영역마다 서로 상이한 조성비가 연속적으로 분포된 조성경사형 박막을 비접촉 상태로 상이한 조성비의 자성재료를 연속적으로 자기 특성을 측정하여 최적의 자성재료 조성비를 선택할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 자기이력곡선 연속 측정장치의 개략도이고,

도 2는 챔버 내부의 사시도이고,

도 3은 영구자석부재의 사시도이고,

도 4는 영구자석부재의 위치를 나타낸 설명도이고,

도 5는 자기이력곡선 연속 측정방법을 나타낸 순서도이고,

도 6은 $Fe_{1-x}Co_x$의 조성비에 따른 잔류자화(Mr) 및 보자력(Hc)을 나타낸 그래프이고,

도 7 내지 도 10은 조성경사형 박막의 측정 간격에 따른 자화력을 확인할 수 있는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 따른 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치 및 측정방법을 상세히 설명한다.

[0022] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 자기이력곡선 연속 측정장치(100)는, 조성경사형 박막(10)의 자화도를 연속적으로 측정하여 자기 특성이 우수한 신물질을 찾는 것이 목적이다. 여기서 조성경사형 박막(10)은 테이프 형상으로 길이방향을 따라 길게 형성된 기판(11)에 복수의 자성재료가 경사형으로 서로 상이한 조성비가 분포되도록 증착되어 형성된 것을 말한다.

[0023] 이와 같은 자기이력곡선 연속 측정장치(100)는 도 1에 도시된 바와 같이 챔버(110), 공급부(120), 회수부(130), 영구자석부재(140), 자석구동부(150), 홀프로브센서(160) 및 제어부(170)를 포함한다. 여기서 제어부(170)는 챔버(110), 공급부(120), 회수부(130), 자석구동부(150) 및 홀프로브센서(160)에 신호를 전달하여 제어하는 역할을 한다.

[0024] 챔버(110)는 조성경사형 박막(10)을 형성하기 위한 구성으로, 도 2에 도시된 바와 같이 상이한 자성재료를 증발시키는 복수 개의 증발기(111)를 내부에 포함하며, 테이프 형상의 기판(11)이 장입되어 기판(11)에 자성재료를 증착시켜 조성경사형 박막(10)이 형성되도록 한다. 조성경사형 박막(10)이 되기 전의 테이프 형상의 기판(11)이 챔버(110) 내에 장입되면, 챔버(110) 내에 존재하는 증발기(111)를 이용하여 기판(11)의 표면에 자성재료를 증착시켜 조성경사형 박막(10)을 형성하게 된다. 증발기(111)는 복수 개로 이루어져 각각의 증발기 내에 상이한 종류의 자성재료가 포함되며, 증발기(111)와 근접한 영역의 기판(11)에는 해당 자성재료의 조성이 높으며 반대로 증발기(111)와 먼 영역의 기판(11)에는 해당 자성재료의 조성비가 낮아 조성경사형 박막(10)이 형성된다.

[0025] 공급부(120) 및 회수부(130)는 테이프 형상으로 이루어지는 조성경사형 박막(10)이 길이방향을 따라 연속이동 가능하도록 조성경사형 박막(10)을 공급 및 회수하는 구성으로, 공급부(120) 및 회수부(130)는 각각 릴(reel)로 이루어지고 이를 통해 조성경사형 박막(10)은 릴투릴(reel-to-reel) 방식으로 연속이동된다. 공급부(120) 및 회수부(130)는 조성경사형 박막(10)의 양단부에 각각 결합되며, 공급부(120) 및 회수부(130)의 회전을 통해 조성경사형 박막(10)이 이동하여 영구자석부재(140)가 배치되는 영역에 공급된다.

[0026] 여기서 조성경사형 박막(10)은 길이방향을 따라 1㎜ 내지 3㎝의 간격으로 자기장을 측정하도록 영구자석부재(140) 영역에 조성경사형 박막(10)이 공급된다. 즉 조성경사형 박막(10)은 1㎜ 내지 3㎝ 간격으로 이동한 후 자기장을 측정하고, 그 다음 다시 1㎜ 내지 3㎝ 간격으로 이동한 후 자기장을 측정할 수 있다. 이때 조성경사형 박막(10)은 공급부(120)와 회수부(130) 사이에 설치되는 엔코더(encorder, 180)에 의해 공급 길이를 자동으로 측정하여 단위 길이별로 정확하게 연속이동되는 것이 바람직하다.

[0027] 영구자석부재(140)는 조성경사형 박막(10)의 자화도를 측정하도록 조성경사형 박막(10)에 자기장을 인가하는 구

성으로, N극 및 S극으로 이루어진다. 이러한 영구자석부재(140)는 조성경사형 박막(10)이 지나가는 영역에 조성경사형 박막(10)과 접촉되지 않도록 이격된 상태로 설치된다. 이때 영구자석부재(140)는 자장이 1 내지 1.5T(tesla)인 것을 사용하는 것이 바람직하다. 시중에 판매되는 일반적인 영구자석의 경우 1T보다 한참 낮은 자장을 형성하는데, 본 발명의 연속 측정장치(10)를 용이하게 구동하기 위해서는 슈퍼마그넷(super magnet)에 해당하는 1 내지 1.5T 자장의 영구자석부재(140)를 사용하는 것이 바람직하다.

[0028] 도 3에 도시된 바와 같이 영구자석부재(140)는 길이방향을 따라 복수 개의 영구자석(141)이 동일한 극끼리 서로 마주보도록 배치되며, 영구자석(141) 사이에는 금속심(143)이 배치되어 서로 연결된다. 즉 N극 및 S극으로 이루어진 영구자석(141)이 배치될 때 N극은 N극과 마주보도록 배치되고, S극은 S극과 마주보도록 배치된다. 이때 복수 개의 영구자석(141)과 금속심(143)은 모서리를 가지는 형상보다는 원통형상으로 이루어져 자장이 둘레의 어느 위치에서든 균일한 것이 바람직하다. 복수 개의 영구자석(141)이 동일한 극끼리 서로 마주보도록 배치되면 마주보도록 배치된 영역에서 자장이 커지게 되어 1 내지 1.5T의 고자장을 형성할 수 있게 된다. 여기서 금속심(143)의 경우 철(Fe)심이 가장 바람직하나 이에 한정되지는 않는다. 도 3에 나타난 점선을 따라 수직방향으로 자기장이 형성되며, 영구자석부재(140)와 가까우면 자기장을 세게 느끼고 멀어지면 약하게 느끼게 된다.

[0029] 자석구동부(150)는 영구자석부재(140)를 이동시키기 위한 구성으로, 영구자석부재(140)와 조성경사형 박막(10) 간의 거리를 조절하고 조성경사형 박막(10)과 근접하는 영구자석부재(140)의 영역 중 N극 및 S극이 교대로 근접하도록 영구자석부재(140)를 조성경사형 박막(10)의 표면에 길이방향을 따라 수직 또는 수평으로 구동시킨다. 자석구동부(150)를 이용하여 영구자석부재(140)와 조성경사형 박막(10) 간의 거리를 조절하게 되면 조성경사형 박막(10)에 가해지는 자기장의 세기를 조절할 수 있게 된다.

[0030] 홀프로브센서(160)는 조성경사형 박막(10)이 지나가는 영역에 설치되어 영구자석부재(140)의 자기장에 의한 조성경사형 박막(10)의 자화도를 일정간격으로 스캔하는 역할을 한다. 이를 위해 홀프로브센서(160)는 영구자석부재(140)와 근접한 위치에 배치되어야 하며, 바람직하게는 조성경사형 박막(10)의 하부면에 배치될 수 있다. 영구자석부재(140)와 근접하게 배치되는 홀프로브센서(160)는 영구자석부재(140)로부터 인가되는 자기장을 통한 조성경사형 박막(10)의 자화도를 스캔하여 조성경사형 박막(10)에 형성된 다양한 조성비의 물질 중 최적의 조성비를 확인할 수 있다.

[0031] 경우에 따라서 조성경사형 박막(10)과 마주보는 영구자석부재(140)의 위치를 원하는 대로 배치할 수 있다. 도 4a에 도시된 바와 같이 영구자석부재(140)는 조성경사형 박막(10)의 폭방향에 해당하는 측면을 향해 자기장을 인가하도록 배치되며, 조성경사형 박막(10)의 측면과의 거리가 조절되도록 자석구동부(150)가 구동될 수 있다. 또한 도 4b에 도시된 바와 같이 영구자석부재(140)는 조성경사형 박막(10)의 두께방향에 해당하는 상면을 향해 자기장을 인가하도록 배치되며, 조성경사형 박막(10)의 상면과의 거리가 조절되도록 자석구동부(150)가 구동될 수 있다.

[0033] 이와 같은 영구자석을 이용한 조성경사형 박막의 자기이력곡선 연속 측정장치를 이용한 자기이력곡선 연속 측정방법은 도 5에 도시된 바와 같이 먼저, 기판(11)에 복수의 자성재료를 증착하여 조성경사형 박막(10)을 제조한다(S1).

[0034] 도 1에 도시된 바와 같이 자성재료의 증착을 위해 챔버(110)를 준비하고 챔버(110) 내에 테이프 형상의 기판(11)을 배치한다. 그리고 기판(11)을 향하도록 복수의 증발기(111)를 배치하는데, 증발기(111)는 서로 일정 간격을 두고 이격되도록 배치된다. 복수의 증발기(111)는 각각 증발기(111)에 서로 상이한 자성재료가 저장되며, 외부에서 공급되는 열을 통해 자성재료가 증발하면서 증발기(111)의 외부로 배출된다. 복수의 증발기를 통해 각각의 자성재료가 증발되어 기판에 증착되는데, 예를 들어 증발기 내에 A, B 및 C 자성재료가 저장된 경우를 설명하면 다음과 같다.

[0035] 도 2에 도시된 바와 같이 A자성재료가 포함된 증발기(111)와 가까운 기판(11)의 영역은 A 자성재료의 조성비가 높으며, B 자성재료가 포함된 증발기(111)와 가까운 기판(11)의 영역은 B 자성재료의 조성비가 높게 증착되고, C 자성재료가 포함된 증발기(111)와 가까울 경우 C 자성재료의 조성비가 높게 나타난다. 또한 복수의 증발기(111) 사이에 배치된 기판(11)의 영역에는 A 자성재료, B 자성재료 및 C 자성재료가 서로 유사한 조성비로 증착된다. 이와 같은 증착 방법을 통해 기판(11)의 영역에 따라 각각 상이한 조성비의 자성재료가 증착되고, 이러한 조성비는 조성경사형으로 배치되어 조성경사형 박막(10)을 이루게 된다.

[0037] 조성경사형 박막(10)을 이동시켜 영구자석부재(140) 주위에 배치한다(S2).

[0038] S1 단계를 통해 기판(11)에 자성재료가 증착된 조성경사형 박막(10)을 챔버(110)로부터 꺼내어 공급부(120) 및 회수부(130)를 통해 릴투릴 방식으로 이동시켜 영구자석부재(140) 주위에 배치한다. 공급부(120) 및 회수부(130)를 통해 조성경사형 박막(10)은 연속 이동 및 자화가 연속 측정 가능하며, 자화 측정이 가능하도록 조성경사형 박막(10)의 하부에는 홀프로브센서(160)가 배치된다. 이때 영구자석부재(140)와 홀프로브센서(160) 각각은 조성경사형 박막(10)과 직접적으로 접촉하지 않고 이격된 상태로 배치된다.

[0040] 조성경사형 박막의 자화도를 연속 측정한다(S3).

[0041] 조성경사형 박막(10)이 영구자석부재(140) 주위에 배치되면, 자석구동부(150)를 이용하여 영구자석부재(140)와 조성경사형 박막(10) 간의 간격을 조절하면서 자화도를 연속 측정한다. 측정을 원하는 조성경사형 박막(10)의 위치에 영구자석부재(40)가 조성경사형 박막(10)에 근접한 후 다시 멀어지도록 자석구동부(150)를 통해 영구자석부재(140)의 위치를 조절하고, 프로그램 상 특정한 위치들을 지정한 후 그 위치들에서 자화도를 측정한다.

[0042] 이를 좀 더 상세히 설명하면, 조성경사형 박막(10)과 영구자석부재(140) 중 N극이 서로 멀리 떨어진 상태에서부터 점점 가까워지도록 이동하여 조성경사형 박막(10)이 느끼는 자기장의 세기가 점점 세지도록 하며, 어느 정도 거리가 가까워지면 반대로 점점 멀어지도록 자석구동부(150)를 구동시켜 조성경사형 박막(10)이 느끼는 자기장의 세기가 0이 되는 지점에서는 잔류자화가 남는 히스테리시스 곡선이 얻어지게 된다. 그 다음으로 영구자석부재(140) 중 S극이 조성경사형 박막(10)과 마주보도록 하여 서로 멀리 떨어진 상태에서부터 점점 가까워지도록 이동하게 되면 자기장에 의해 잔류자화가 0이 되는 영역이 존재하게 된다. 이 영역을 보자력이라고 한다. 이후 조성경사형 박막(10)과 영구자석부재(140)를 점점 가까이하다가 어느 순간 멀어지게 하고, 이러한 과정을 반복하여 얻은 자화도 값을 통해 각 영역마다 자화도에 의한 히스테리시스 곡선(hysteresis loop)을 얻을 수 있다.

[0043] 히스테리시스 곡선은 자성재료에 자기장을 가하는 경우 자석을 이용하여 자장의 세기를 증가해갈 때의 자속 밀도 변화를 나타내는 곡선과 자장의 세기를 감소해나갈 때 자속 밀도의 변화를 나타내는 곡선을 의미하며, 각각의 영역에서 그 영역에 해당하는 히스테리시스 곡선을 얻을 수 있다.

[0045] 조성경사형 박막(10)의 자화도로부터 최적의 자성재료 조성비를 얻는다(S4).

[0046] 연속 측정된 조성경사형 박막(10)의 자화도를 기초하여 해당 영역의 잔류자화 및 보자력을 확인하고, 최적의 자성재료 조성비를 얻는다. 조성경사형 박막(10)의 영역별로 홀프로브센서(160)를 통해 자화도를 측정하게 되면 각 영역마다 자화도에 의한 히스테리시스 곡선을 얻을 수 있으며, 히스테리시스 곡선을 통해 자성재료의 특성을 확인할 수 있으며 이를 통해 최적의 자성재료 조성비를 얻을 수 있게 된다.

[0047] 이상적인 자성재료는 잔류자화 및 보자력이 둘 다 큰 것을 말하는 데, 잔류자화가 클 경우 외부에서 순간적으로 자력을 가해준 후 자력을 없애더라도 자기장이 없어지지 않고 잔류하게 되는 세기가 크다. 또한 보자력이 높을 경우 잔류자화가 오래 남아있기 때문에 보자력이 커야 자성재료를 오래 사용할 수 있다. 따라서 본 발명의 목적은 이러한 잔류자화 및 보자력이 높은 신물질을 찾기 위해 자성재료를 측정하는 것이다.

[0049] 이와 같은 본 발명의 구성을 이용하여 측정된 조성경사형 박막(10)의 자화력에 따른 잔류자화(Mr) 및 보자력(Hc)은 다음과 같은 도 6의 그래프를 통해 확인할 수 있는데, 이는 조성경사형 박막(10)에 증착된 $Fe_{1-x}Co_x$의 조성비에 따른 잔류자화(Mr) 및 보자력(Hc)을 나타낸 그래프이다. 그래프에서 보이듯이 철(Fe)과 코발트(Co)의 성분비에 따라 잔류자화 및 보자력을 확인할 수 있으며, 이를 통해 최적의 자성재료 조성비를 얻을 수 있다. 보자력이 커질수록 잔류자화는 감소하는 경향이 있으며, x=0.5 근처에서 잔류자화가 최소, 보자력이 최대 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

[0050] 도 7 내지 도 10은 조성경사형 박막(10)의 측정 간격에 따른 자화력을 확인할 수 있는 그래프로 10은 10㎜를 의미하고, 290은 290㎜ 즉 2.9㎝를 의미한다. 이와 같이 10㎜ 내지 3㎝ 간격을 두고 조성경사형 박막(10)의 자화력을 측정할 경우 원하는 최적의 자성재료 조성비 정보를 용이하게 얻을 수 있다.

[0051] 종래에는 자성재료를 통해 신물질을 얻기 위해서는 컴퓨터를 통해 자성재료 조성비를 시뮬레이션하는 방법을 주

로 이용하였으나, 이 경우 단지 시뮬레이션에 의한 결과이기 때문에 대략적인 조성비만 얻을 수 있었으며 명확한 조성비를 얻기 힘들었다. 따라서 자성재료의 명확한 조성비를 얻기 위해서는 별도의 실험을 거쳐야 했다. 조성비를 확인하기 위한 종래의 실험으로는 복수의 기판에 각각 상이한 조성비를 가지는 자성재료를 증착하고 이를 각각 측정하는 방법을 이용하였으나, 이 경우 일일이 박막을 제조하고 측정하기에 많은 시간과 비용이 소모된다는 문제점이 있었다. 따라서 이를 해결하기 위해 본 발명에서는 위치에 따라 상이한 조성비를 가지는 조성경사형 박막(10)을 제조하고, 조성경사형 박막(10)을 연속적으로 영구자석부재(130)와 근접한 위치로 이동시켜 자화도를 연속으로 측정하는 방법을 이용하였다. 이와 같은 방법을 통해 빠른시간 및 적은 비용으로 최적의 자성재료 조성비를 얻을 수 있다.

부호의 설명

[0052] 10: 조성경사형 박막 11: 기판

100: 연속 측정장치 110: 챔버

111: 증발기 120: 공급부

130: 회수부 140: 영구자석부재

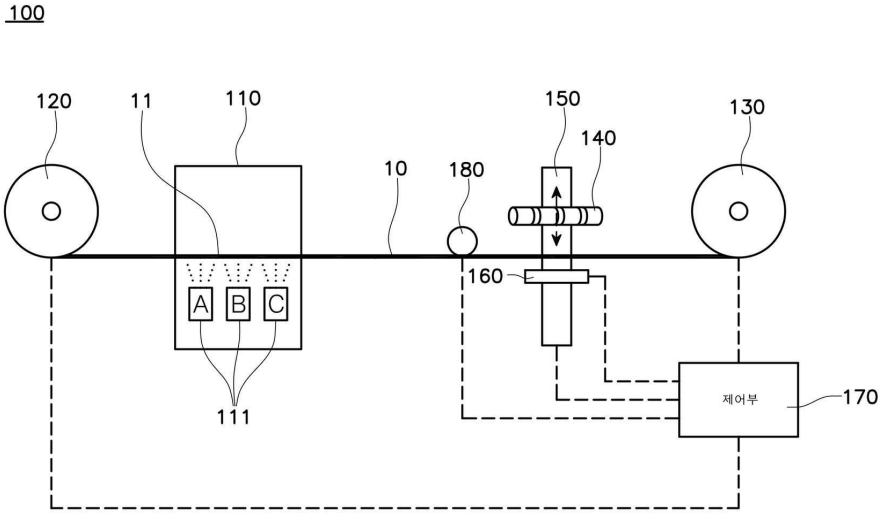
141: 영구자석 143: 금속심

150: 자석구동부 160: 홀프로브센서

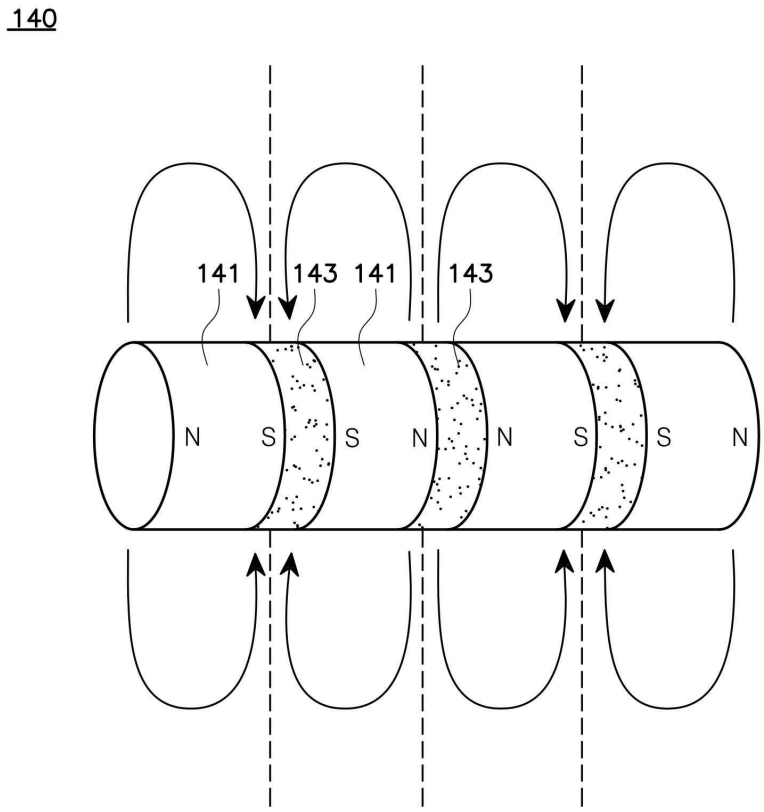
170: 제어부 180: 엔코더

도면

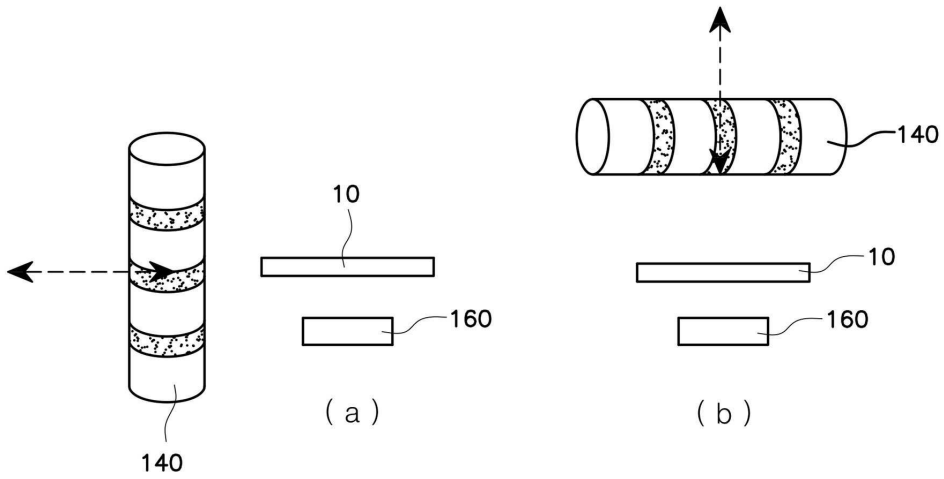
도면1



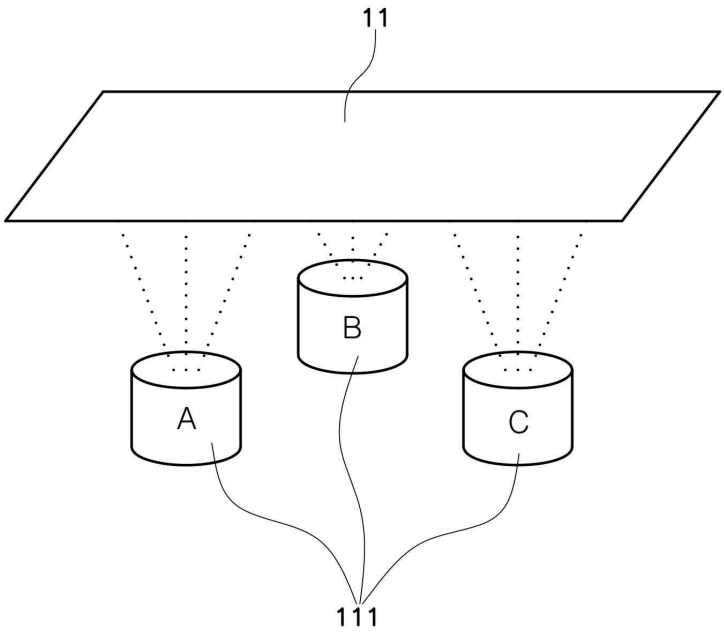
도면2



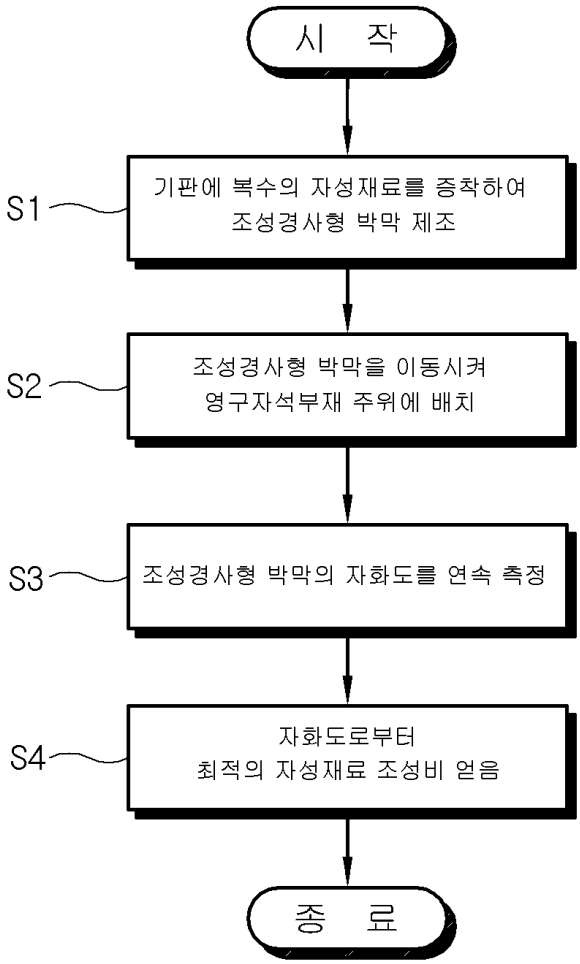
도면3



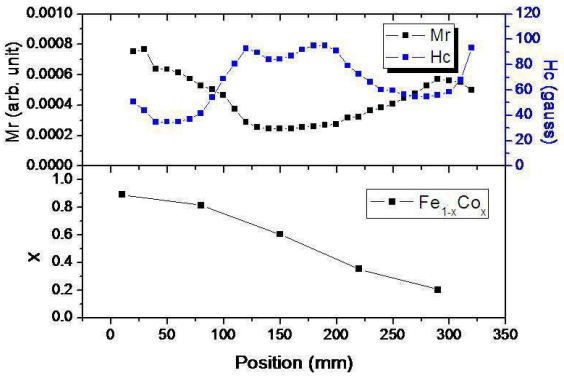
도면4


11
B
A
C
111

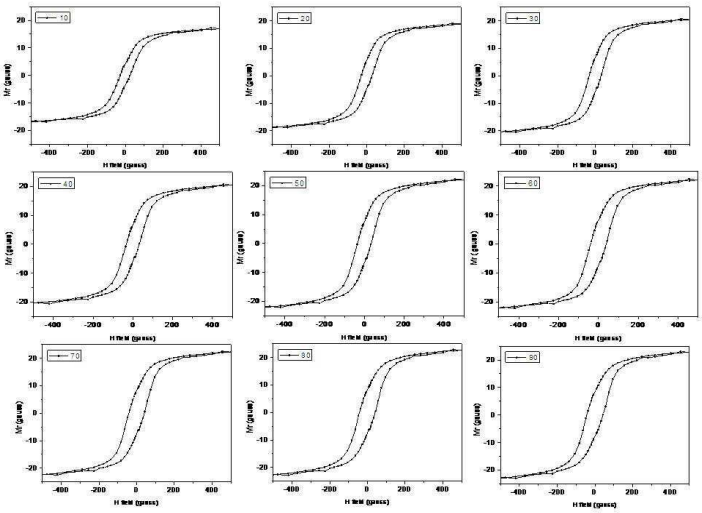
도면5


시 작
S1
기판에 복수의 자성재료를 증착하여
조성경사형 박막 제조
S2
조성경사형 박막을 이동시켜
영구자석부재 주위에 배치
S3
조성경사형 박막의 자화도를 연속 측정
S4
자화도로부터
최적의 자성재료 조성비 얻음
종 료

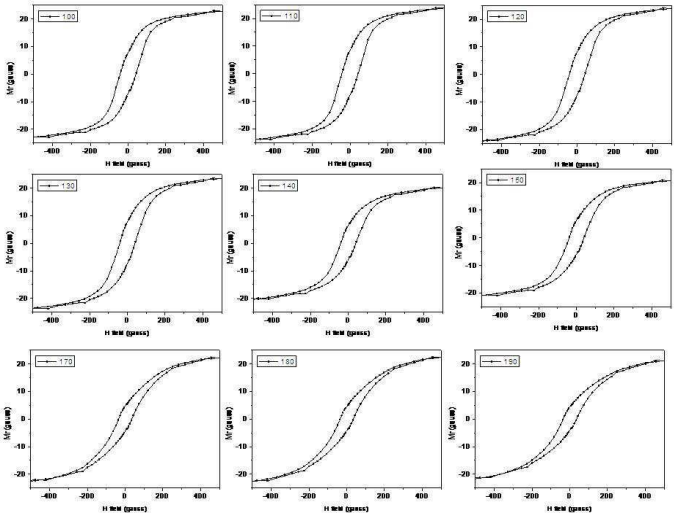
도면6



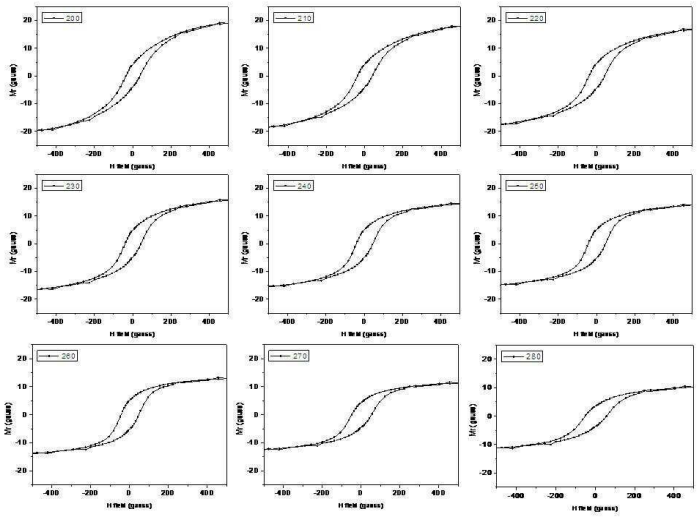
도면7



도면8



도면9



도면10

