(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019 년 10 월 24 일 (24.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2019/203454 A1

(51) 국제특허분류:
H01F 10/32 (2006.01) *G01R 33/09* (2006.01)
H01F 10/12 (2006.01) *B82Y 25/00* (2011.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/003114

(22) 국제출원일: 2019 년 3 월 18 일 (18.03.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2018-0044205 2018 년 4 월 17 일 (17.04.2018) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (**KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION**) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 임상호 (**LIM, Sang Ho**); 12273 경기도 남양주시 와부읍 덕소로 180, 113-1903, Gyeonggi-do (KR). 김시년 (**KIM, Si Nyeon**); 02566 서울시 동대문구 왕산로 128, 1107, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 누리 (**NURY PATENT LAW FIRM**); 06131 서울시 강남구 테헤란로 25길 15-5, 4층, Seoul (KR).

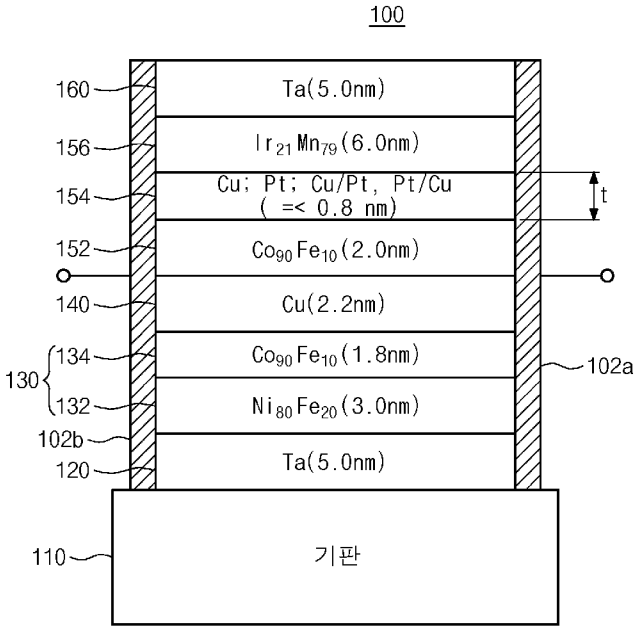
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) **Title:** MAGNETIC DEVICE

(54) **발명의 명칭:** 자기 소자



110 ... Substrate

(57) **Abstract:** A magnetic device according to the present invention comprises: a fixed layer having an in-plane magnetization direction; a free layer, which has an in-plane magnetization direction and is aligned so as to be vertically spaced apart from the fixed layer; a conductive spacer layer arranged between the fixed layer and the free layer; an antiferromagnetic layer, which fixes the magnetization direction of the fixed layer and is aligned so as to be vertically spaced apart from the fixed layer; and a noble metal spacer layer arranged between the fixed layer and the antiferromagnetic layer.

(57) **요약서:** 본 발명의 자기 소자는, 면내 자화 방향을 가지는 고정층; 면내 자화 방향을 가지고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층; 상기 고정층과 상기 자유층 사이에 배치된 도전 스페이서층; 상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층; 및 상기 고정층과 상기 반강자성층 사이에 배치된 귀금속 스페이서층을 포함한다.

WO 2019/203454 A1

명세서

발명의 명칭: 자기 소자

기술분야

[1] 본 발명은 자기 소자에 관한 것이며, 보다 상세하게는 반강자성층과 고정층 사이에 삽입된 초박막 귀금속 스페이서층을 가지는 거대자기저항 효과를 이용한 자기 소자 또는 터널자기저항효과를 가진 자기 소자에 관한 것이다.

배경기술

[2] 거대자기저항 (GMR) 효과는 스핀 밸브 구조에서 자유층(free layer)과 고정층(fixed layer)의 자화 방향이 평행할 경우 전기적 저항이 작아지고, 반평행할 경우 전기적 저항이 커지는 현상이다. 거대자기저항 (GMR) 효과는 바이오 센서, 하드디스크 리더 헤드, 미세전자기계시스템 (MEMS)의 진동 감지기 등과 같은 자기 센서에 사용되는 중요한 핵심 기술이다. 거대자기저항 (GMR) 소자는 자기 센서로 사용될 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[3] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 휘스톤브리지 구조의 자기 센서에서 자화용이축 방향의 외부 자기장에 의한 신호를 억제하고, 자화곤란축 방향의 외부 자기장에 의한 신호 감도를 증가시키는 것이다.

[4] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 휘스톤브리지 구조의 자기 센서에서 자화곤란축 방향의 외부 자기장에 대한 센싱 범위를 증가시키는 것이다.

과제 해결 수단

[5] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자는, 면내 자화 방향을 가지는 고정층; 면내 자화 방향을 가지고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층; 상기 고정층과 상기 자유층 사이에 배치된 도전 스페이서층; 상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층; 및 상기 고정층과 상기 반강자성층 사이에 배치된 귀금속 스페이서층을 포함한다.

[6] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 귀금속 스페이서층은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고, 상기 귀금속 스페이서층의 두께는 0.1 nm 내지 0.8 nm일 수 있다.

[7] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 자유층은 형상 자기 이방성을 가지고, 상기 자기 소자는 휘스톤 브리지 구조로 연결될 수 있다.

[8] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 도전 스페이서층은 구리이고, 2.2 nm의 두께를 가질 수 있다.

[9] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 귀금속 스페이서층은 Pt_2Cu_1, Cu_2Pt_1, 또는 Cu_3Pt_2 이고, 여기서 아래 첨자는 옹그스트롬 단위의 두께일 수 있다.

[10] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 고정층은 CoFe이고, 상기 자유층은 NiFe의 제1 강자성층 및 CoFe의 제2 강자성층을 포함할 수 있다.

[11] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자는, 면내 자화 방향을 가지는 고정층; 면내 자화 방향을 가지고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층; 상기 고정층과 상기 자유층 사이에 배치된 터널 절연층; 상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층; 및 상기 고정층과 상기 반강자성층 사이에 배치된 귀금속 스페이서층을 포함한다.

[12] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 귀금속 스페이서층은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고, 상기 귀금속 스페이서층의 두께는 0.1 nm 내지 0.8 nm일 수 있다.

[13] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 자유층은 형상 자기 이방성을 가지고, 상기 자기 소자는 휘스톤 브리지 구조로 연결될 수 있다.

[14] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 터널 절연층은 MgO, AlOx, 또는 GdOx 일 수 있다.

[15] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 귀금속 스페이서층은 Pt_2Cu_1, Cu_2Pt_1, 또는 Cu_3Pt_2 이고, 여기서 아래 첨자는 옹그스트롬 단위의 두께일 수 있다.

[16] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 고정층은 CoFe이고, 상기 자유층은 NiFe의 제1 강자성층 및 CoFe의 제2 강자성층을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[17] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자는 반강자성층과 고정층 사이에 귀금속 스페이서층을 삽입하여 자기 소자의 자화곤란축 방향의 감도 수치(Sensitivity Value)를 조절할 수 있다.

[18] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자는 반강자성층과 고정층 사이에 귀금속 스페이서층을 삽입하여 자기 소자의 자화곤란축 방향의 바이어스 자기장의 센싱 범위를 증가시킬 수 있다.

[19] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자는 반강자성층과 고정층 사이에 귀금속 스페이서층을 삽입하여 자기 소자의 자화용이축 방향의 바이어스 자기장을 감소시킬 수 있다.

[20] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자는 반강자성층과 고정층 사이에 귀금속 스페이서층을 삽입하여 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용을 향상시킬 수 있는 닐 자구벽의 밀도를 증가시고, flux-closure를 늘림으로써 반평행한 상태에서 평행한 상태로 자화 전환이 일어나는 자유층의 자화 전환 자기장을 크기를 증가시키고, 결과적으로 자유층의 바이어스 자기장을 줄일 수 있다. 바이어스 자기장의 감소는 자화 곤란축 방향에서 감도를 향상시킬 수 있다.

[21] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 초박막 귀금속 공간층은 반강자성층과 고정층 사이에 귀금속 스페이서층을 삽입하여 고정층의 닐 자구벽 밀도 조절을 통해 자유층의 바이어스 자기장을 제어할 수 있다. 귀금속

스페이서층은 위/아래 계면에서 전자의 정반사성 산란을 일으켜 추가적으로 자기저항값의 상승 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[22] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 휘스톤 브리지 GMR 자기 센서를 설명하는 개념도이다.

[23] 도 2는 도 1의 제1 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[24] 도 3은 도 1의 제1 GMR 자기 저항의 고정층의 자화 방향 및 자유층의 형상 이방성 방향을 나타낸다.

[25] 도 4는 도 1의 제1 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자유층의 자화 방향을 나타낸다.

[26] 도 5는 도 1의 제2 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[27] 도 6은 도 1의 제2 GMR 자기 저항의 고정층의 자화 방향 및 자유층의 형상 이방성 방향을 나타낸다.

[28] 도 7은 도 1의 제2 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자유층의 자화 방향을 나타낸다.

[29] 도 8A 내지 도 8D는 도 1의 제1 내지 제4 GMR 자기 저항들에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[30] 도 9A 내지 9D는 도 1의 제1 내지 제4 GMR 자기 저항들에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[31] 도 10A 및 도 10B 은 도 1의 휘스톤 브리지 자기 센서에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx, Hy)에 따른 제1 단자(a)와 제3 단자(c) 사이의 전압을 나타낸다.

[32] 도 11A은 본 발명의 일 실시예에 따른 GMR 저항 소자를 나타내는 평면도이다.

[33] 도 11B은 본 발명의 일 실시예에 따른 GMR 저항 소자를 나타내는 단면도이다.

[34] 도 12A 내지 도 12D는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 귀금속 스페이서층의 재질 및 두께에 대하여 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 자화 특성을 나타낸다.

[35] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 귀금속 스페이서층의 유무에 따른 MOKE(Magneto-optic Kerr effect)현미경 사진 및 히스테리시스 특성을 나타내는 도면이다.

[36] 도 14A 내지 도 14D는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 자기 저항 비를 나타내는 실험 결과들이다.

[37] 도 15는 도 14A 내지 도 14D에서 Cu_3Pt_2 조건에서 자기 저항 비를 확대한 그래프이다.

[38] 도 16A 내지 도 16D는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자기 저항 비를 나타내는 실험 결과들이다.

[39] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 감도 (S)-자유층의 바이어스 자기장(H_{bias})의 상관관계를 나타내는 그래프이다.

[40] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 소자를 나타내는 단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[41] 거대자기저항(Giant Magnetoresistance) 자기 센서는 신호대잡음비와 열적 안정성이 우수한 특성을 가진다. 스핀 밸브 구조의 박막을 휘트스톤 푸쉬-풀 브릿지(Wheatstone push-pull bridge) 패턴의 형태로 만들었을 때에, 유니폴라 신호(unipolar signal)가 바이폴라 신호(bipolar signal)로 바뀐다. 거대자기저항 자기 센서는 이 점을 이용하여 자기 센서로 사용된다. 자유층의 자화곤란축(magnetic hard axis) 방향으로 자기장을 인가하였을 때에, 비이력곡선(non-hysteresis curve)이 나타난다. 이 점을 이용하면 센서의 선형성 특성이 확보될 수 있다. 또한, 자화곤란축 방향의 낮은 자기장 영역에서 나타나는 기울기 혹은 감도 수치(Sensitivity Value)는 거대자기저항 센서의 감도 특성에 영향을 끼치는 매우 중요한 요소이다. 자화곤란축 방향의 낮은 자기장 영역에서 나타나는 감도 수치(Sensitivity Value)의 증가가 요구된다. 또한, 자화용이축 방향의 자기장에 의한 자화 용이축 신호가 발생하면, 자화곤란축 방향의 자기장에 의한 자화 곤란축 신호는 자화 용이축 신호와 중첩되어 자화 곤란축 신호를 왜곡시킨다. 이에 따라, 측정하고자 하는 센싱 범위 내에서 자화용이축 방향의 자기장에 의한 자화 용이축 신호를 억제하는 방법이 요구된다.

[42] 또한, 터널자기저항 자기 센서에서, 동일하게 자화용이축 방향의 자기장에 의한 자화 용이축 신호가 발생하면, 자화 곤란축 방향의 자기장에 의한 자화 곤란축 신호가 왜곡된다.

[43] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기저항 소자의 고정층과 반강자성층 사이에 귀속금 스페이서층을 삽입하여 자기장 범위내에서 자화용이축 방향의 자기장에 의한 자화 용이축 신호를 억제할 수 있다. 자기저항 소자는 거대자기저항 소자 또는 터널자기저항 소자일 수 있다.

[44] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 실험 조건, 물질 종류 등에 의하여 본 발명이 제한되거나 한정되지는 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다. 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한

구성요소들을 나타낸다.

[45] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 휘스톤 브리지 GMR 자기 센서를 설명하는 개념도이다.

[46] 도 2는 도 1의 제1 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[47] 도 3은 도 1의 제1 GMR 자기 저항의 고정층의 자화 방향 및 자유층의 형상 이방성 방향을 나타낸다.

[48] 도 4는 도 1의 제1 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자유층의 자화 방향을 나타낸다.

[49] 도 5는 도 1의 제2 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[50] 도 6은 도 1의 제2 GMR 자기 저항의 고정층의 자화 방향 및 자유층의 형상 이방성 방향을 나타낸다.

[51] 도 7은 도 1의 제2 GMR 자기 저항에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자유층의 자화 방향을 나타낸다.

[52] 도 8A 내지 도 8D는 도 1의 제1 내지 제4 GMR 자기 저항들에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[53] 도 9A 내지 도 9D는 도 1의 제1 내지 제4 GMR 자기 저항들에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 저항을 나타낸다.

[54] 도 10A 및 도 10B은 도 1의 휘스톤 브리지 자기 센서에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx,Hy)에 따른 제1 단자(a)와 제3 단자(c) 사이의 전압을 나타낸다.

[55] 도 1 내지 도 7, 도 8A 내지 도 8D, 도 9A 내지 도 9D, 및 도 10A 및 도 10B을 참조하면, 휘스톤 브리지 자기 센서(10)는 제1 내지 제4 GMR 자기 저항들(12a~12d)을 포함한다. 휘스톤 브리지 자기 센서(10)는 제1 내지 제4 단자들(a,b,c,d)을 포함하고, 제1 단자(a)와 제3 단자(c) 사이의 전압은 출력 전압을 나타낸다. 제2 단자(b)는 외부 직류 전압에 연결되고, 제4 단자(d)는 접지될 수 있다. 제1 GMR 자기 저항(12a)과 제4 GMR 자기 저항(12d)은 서로 이격되어 나란히 배치될 수 있다. 제2 GMR 자기 저항(12b)과 제3 GMR 자기 저항(12c)은 상기 제1 GMR 자기 저항에 대하여 90도 회전하고 서로 이격되어 나란히 배치될 수 있다.

[56] GMR 자기 저항들(12a~12d) 각각은 형상 자기 이방성을 가지도록 길이 방향으로 연장된 이격되어 되돌아오는 구불구불한 형상을 가질 수 있다. GMR 자기 저항의 형상 자기 이방성 방향은 GMR 자기 저항의 연장 방향일 수 있다. 고정층의 자화 방향은 모든 GMR 자기 저항들에 대하여 동일하고 연장방향에 45도 각도로 회전한 x축 방향일 수 있다. 모든 GMR 자기 저항들은 면내(in-plane) 자기 이방성을 가질 수 있다.

[57] 고정층의 자화 방향은 자유층의 자화 용이축과 일치할 수 있다. 외부 자기장은 자화 용이축 방향(x축)으로 인가되는 자화 용이축 자기장과 자화 곤란축

방향(y축 방향)으로 인가되는 자화 곤란축 자기장을 포함할 수 있다.

[58] 상기 자기 소자는 기판 상에 차례로 적층된 씨드층(Ta (5.0 nm)), 자유층(Ta (5.0 nm)), 금속 스페이서층(Cu (2.2 nm)), 고정층($Co_{90}Fe_{10}$ (2.0 nm)), 및 반강자성층($Ir_{21}Mn_{79}$ (6.0 nm)), 및 캐핑층(Ta (5.0 nm))을 포함한다.

[59] 도 2, 도 3 및 도 4를 참조하면, 제1 GMR 자기 저항(12a)에 자화 곤란축 방향(y축)으로 외부 자기장(Hy)을 인가하면, 외부 자기장(Hy)의 세기가 충분히 큰 경우에는 자유층은 외부 자기장 방향으로 정렬할 수 있다. 한편, 외부 자기장(Hy)의 세기가 작은 경우에는 자유층은 형상 자기 이방성 방향(연장 방향)으로 회전할 수 있다. 또한, 외부 자기장(Hy)이 제거된 경우에는, 자유층은 형상 자기 이방성 방향으로 정렬할 수 있다.

[60] 도 5, 도 6 및 도 7을 참조하면, 제2 GMR 자기 저항(12b)에 자화 곤란축 방향(y축)으로 외부 자기장(Hy)을 인가하면, 외부 자기장(Hy)의 세기가 충분히 큰 경우에는 자유층은 외부 자기장 방향으로 정렬할 수 있다. 한편, 외부 자기장(Hy)의 세기가 작은 경우에는 자유층은 형상 자기 이방성 방향으로 회전할 수 있다. 또한, 외부 자기장(Hy)이 제거된 경우에는, 자유층은 형상 자기 이방성 방향으로 정렬할 수 있다.

[61] 도 8A 내지 도 8D을 참조하면, 제1 GMR 저항(12a)의 값은 자화 용이축 방향(x축)의 외부 자기장(Hx)의 세기 및 부호에 따라 히스테리시스를 나타낸다. 히스테리시스에서 급격한 기울기를 가지는 외부 자기장의 세기는 A 지점 및 B 지점일 수 있다. 또한, A 지점 및 B 지점 사이의 중간값은 바이어스 자기장(H_{bias})일 수 있다. A 지점은 약 25 Oe이고, B 지점은 약 10 Oe 이고, 바이어스 자기장(H_{bias})는 약 17Oe일 수 있다.

[62] 도 9A 내지 도 9D를 참조하면, 제1 GMR 저항(12a)의 값은 자화 곤란축 방향(y축)의 외부 자기장(Hy)의 세기 및 부호에 따라 단일 값을 가지며 외부 자기장(Hy)이 영에 근접한 경우에 최소값을 가질 수 있다.

[63] 도 10A 및 도 10B를 참조하면, 휘스톤 브리지 자기 센서(10)에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 따른 제1 단자(a)와 제3 단자(c) 사이의 전압(Vac)는 A 지점(약 25 Oe)에서 음의 최대값을 나타내고, B 지점(약 10 Oe)에서 양의 최대값을 나타낸다. 지구 자기장은 1 Oe 이하이고, 지구 자기장을 측정하기 위한 센싱 범위는 양의 수 Oe 내지 음의 수 Oe일 수 있다.

[64] 그러나, 양의 수 Oe 내지 음의 수 Oe의 센싱 범위 내에서, 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 따른 제1 단자(a)와 제3 단자(c) 사이의 전압(Vac)은 피크 또는 외부 자기장(Hx)에 의존하는 값을 가질 수 있다. 이러한 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 의한 전압 신호(Vac)는 측정하고자 하는 자화 곤란축 방향의 신호에 왜곡을 유발할 수 있다.

[65] 따라서, GMR 자기 저항에서, 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 따른 저항 히스테리시스가 최대 기울기를 가지는 지점인 A 지점 및 B 지점은 센싱 범위를 벗어나도록 설계되어야 한다. A 지점 및 B 지점의 중심값인 바이어스 자기장(H

$_{bias}$)은 영의 값을 가지는 것이 바람직하다. 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 따른 제1 단자(a)와 제3 단자(c) 사이의 전압(Vac)은 센싱 범위 내에서 영이거나 일정한 값을 가질 필요가 있다.

[66] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 바이어스 자기장(H_{bias})를 조절할 수 있는 GMR 저항 소자 구조를 제안한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 저항 소자에서, A 지점 및 B 지점은 센싱 범위(예를 들어, 음의 수 Oe 내지 양의 수 Oe)를 벗어나 위치한다.

[67] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자화곤란축 방향의 감도 수치(Sensitivity Value)가 증가할 수 있다.

[68] 도 11A은 본 발명의 일 실시예에 따른 GMR 저항 소자를 나타내는 평면도이다.

[69] 도 11B은 본 발명의 일 실시예에 따른 GMR 저항 소자를 나타내는 단면도이다.

[70] 도 11A 및 도 11B을 참조하면, 자기 소자(100)는 GMR 저항 소자일 수 있다. 상기 자기 소자(100)는 면내 자화 방향을 가지는 고정층(152); 상기 고정층(152)과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층(130); 상기 고정층(152)과 상기 자유층(130) 사이에 배치된 도전 스페이서층(140); 상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층(152)과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층(156); 및 상기 고정층(152)과 상기 반강자성층(154) 사이에 배치된 귀금속 스페이서층(154)을 포함한다. 상기 귀금속 스페이서층(154)은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고, 상기 귀금속 스페이서층(154)의 두께는 0.1 nm 내지 0.8 nm일 수 있다. 상기 자기 소자(10)는 휘스톤 브리지 구조로 연결되어 자기 센서를 구성할 수 있다.

[71] 상기 자기 소자(100)는 기판(100) 상에 양의 제1 방향으로 연장된 후 제2 방향으로 연장된 후 다시 음의 양의 제1 방향으로 연장되는 것을 반복하여 구불구불한 구조를 가질 수 있다. 상기 자기 소자(100)의 양단은 전극(102a,102b)을 통하여 전극 패드에 연결될 수 있다.

[72] 상기 자기 소자의 고정층(152)의 자화 방향은 상기 자기 소자의 연장인 제1 방향에서 45도 회전하여 면내에 배치될 수 있다. 상기 자기 소자의 고정층(152)의 자화 방향은 자화 용이축 방향일 수 있다. 또한, 상기 자기 소자의 자유층(130)의 자화 용이축은 고정층(152)의 자화 용이축과 동일할 수 있다. 상기 자기 소자의 형상 이방성 방향은 상기 제1 방향일 수 있다. 이에 따라, 외부 자기장이 인가되지 않은 경우, 상기 자유층(130)은 상기 형상 이방성 방향(제1 방향)으로 정렬될 수 있다.

[73] 기판(110)은 실리콘 기판 또는 반도체 기판일 수 있다. 상기 기판(110)은 실리콘 산화막과 같은 절연층을 포함할 수 있다. 구체적으로, p-type 실리콘 기판에 수산화 방식으로 산화시킨 기판이 사용될 수 있다.

[74] 씨드층(120)은 상기 기판(110) 상에 배치된다. 상기 씨드층(120)은 Ta일 수 있다. 상기 씨드층(120)의 두께는 5.0nm일 수 있다. 상기 씨드층(120)은 스핀 밸브 구조의 거대자기저항 박막에 매끄러운 표면을 제공할 수 있다.

[75] 자유층(130)은 상기 씨드층(120) 상에 배치될 수 있다. 상기 자유층(120)은 차례로 적층된 제1 강자성층(132) 및 제2 강자성층(134)을 포함할 수 있다. 상기 제1 강자성층(132)은 $Ni_{80}Fe_{20}$일 수 있다. 상기 제1 강자성층(132)의 두께는 3.0nm일 수 있다. 상기 제2 강자성층(134)은 $Co_{90}Fe_{10}$일 수 있다. 상기 제2 강자성층(134)의 두께는 1.8 nm일 수 있다. 상기 자유층(130)은 인가되는 자기장에 비교적 자유롭게 자화 전환을 제공할 수 있다. 상기 자유층(130)은 Co, Ni, Fe, 및 이들의 합금을 포함하고 단층 또는 복층 구조를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 자유층(130)은 NiFe, CoFe, 또는 CoFeB을 포함할 수 있다. 상기 자유층(130)은 면내 자기 이방성을 가지고, 면내 자기 이방성의 크기는 상기 자유층(130)의 두께와 증착시 원자가 쌓이는 결정 구조와 면 방향에 따라 조절될 수 있다.

[76] 상기 도전 스페이서층(140)은 상기 자유층(130) 상에 배치될 수 있다. 상기 도전 스페이서층(140)은 구리일 수 있다. 상기 도전 스페이서층(140)의 두께는 2.0nm일 수 있다. 상기 도전 스페이서층(140)은 스핀 의존 산란을 통해 거대자기저항 효과에 기여할 수 있다.

[77] 상기 도전 스페이서층(140)은 거대자기저항 효과와 유사한 터널자기저항에 필요한 MgO, AlOx, GdOx 등과 같은 절연 특성을 갖는 터널 배리어층으로 변경될 수 있다.

[78] 상기 고정층(152)은 상기 도전 스페이서층(140) 상에 배치될 수 있다. 상기 고정층(152)은 $Co_{90}Fe_{10}$일 수 있다. 상기 고정층의 두께는 2.0nm일 수 있다. 상기 고정층(152)은 Co, Ni, Fe, 및 이들의 합금을 포함하고 단층 또는 복층 구조를 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 고정층(152)은 NiFe, CoFe, 또는 CoFeB을 포함할 수 있다. 상기 고정층(152)은 면내 자기 이방성을 가지고, 면내 자기 이방성의 크기는 고정층(152)의 두께와 증착시 원자가 쌓이는 결정 구조와 면 방향에 따라 조절할 수 있다.

[79] 상기 귀금속 스페이서층(154)은 상기 고정층(152) 상에 배치될 수 있다.

[80] 상기 귀금속 스페이서층(154)은 Pd, Ag, Au, Ru, Cu, 또는 Pt일 수 있다. 상기 귀금속 스페이서층(154)은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고, 상기 귀금속 스페이서층(154)의 두께(t)는 0.1 nm 내지 0.8 nm일 수 있다. 상기 귀금속 스페이서층(154)의 두께가 0.8 nm 초과 시에는, 상기 반강자성층(156)과 상기 고정층(152)의 사이의 상호 작용이 감소되어, 상기 고정층(152)의 자화방향이 고정되지 않을 수 있다. 상기 귀금속 스페이서층(154)은 상기 고정층(152)과 상기 반강자성층(156) 사이에서 고정층 내 닐(Neel) 자구벽의 밀도를 높일 수 있다. 상기 귀금속 스페이서층(154)은 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 바이어스 자기장(H_{bias})을 감소시킬 수 있다. 이에 따라, 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 기인한 휘스톤 브리지 회로의 신호 왜곡이 감소될 수 있다. 또한, 상기 귀금속 스페이서층(154)은 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자기 신호의 감도를 증가시킬 수 있다.

[81] 상기 반강자성층(156)은 상기 귀금속 스페이서층(154) 상에 배치될 수 있다. 상기 반강자성층(156)은 $Ir_{21}Mn_{79}$일 수 있다. 상기 반강자성층(156)의 두께는 6.0nm일 수 있다. 상기 반강자성층(156)은 교환 바이어스 자기장의 방향으로 상기 고정층(154)의 자화 방향을 고정시킬 수 있다.

[82] 캐핑층(160)은 상기 반강자성층(156) 상에 배치될 수 있다. 상기 캐핑층(160)은 Ta일 수 있다. 상기 캐핑층(160)의 두께는 5.0nm일 수 있다. 상기 캐핑층(160)은 스핀 밸브 구조의 거대자기저항 박막의 산화 현상을 방지한다.

[83] 자기 소자(100)에 적층된 각 층들은 직류 마그네트론 스퍼터링 증착 방법을 통해 증착될 수 있다. 복수의 스퍼터링 타겟들이 장착된 챔버 내 진공도는 약 7 X 10^{-8} Torr이다. 증착은 Ar 가스 주입을 통하여 2 X 10^{-3} Torr의 분위기에서 수행될 수 있다. 모든 층들은 진공 상태에서 연속적 증착된다. 스퍼터링 타겟은 Ta, $Ni_{80}Fe_{20}$, $Co_{90}Fe_{10}$, Cu, Pt, $Ir_{21}Mn_{79}$ 일 수 있다. 증착 과정 중 자유층(130)과 고정층(152)의 자기 이방성을 유도하기 위해, 박막이 증착되는 기판 홀더의 주위에 산화철로 구성된 영구자석이 배치된다. 영구 자석은 자유층(130) 또는 고정층(152)에 80 Oe의 균일한 자기장을 한쪽 방향으로 인가한다.

[84] 캐핑층(160)의 증착이 완료된 후, 기판(110)은 새로운 챔버로 이송된다. 새로운 챔버는 1 X 10^{-6} Torr의 진공도를 가지고, 자기 이방성이 형성된 방향과 동일한 방향으로 2 kOe 크기의 균일한 자기장 하에서 섭씨 250도에서 10 분간의 후열처리공정을 수행한다. 이에 따라, 후열처리공정은 고정층(152)의 교환 바이어스 자기장을 형성시키고, 증착시 박막들 사이에 생긴 응력을 안정화시킬 수 있다.

[85] 자유층(130) 및 고정층(152)의 증착시 인가되는 자기장, 후열처리공정 동안 인가되는 온도 및 자기장의 크기를 통해서, 고정층(152)의 교환 바이어스 자기장과 자기 이방성, 자유층의 바이어스 자기장과 자기 이방성 등과 같은 특성이 조절될 수 있다.

[86] 거대자기저항 박막의 자기적 특성은 진동시료자력계를 이용하여 측정되었다. 또한, 자기저항 특성은 4-탐침법을 이용하여 측정되었다. 자유층(130)과 고정층(152) 내의 자구벽 거동은 MOKE (Magneto-optical Kerr effect) 현미경을 이용하여 관찰되었다.

[87] 자유층(130), 반강자성층(156), 및 금속 스페이서층(154)의 두께, 증착시 계면 거칠기, 원자가 쌓이는 결정 구조와 면 방향, 닐 자구벽의 너비ㅇ밀도 등과 같은 요소들을 조절하면, 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용 현상을 제어하여 자유층의 바이어스 자기장(Hbias)의 크기가 조절될 수 있다.

[88] 또한, 반강자성층(156)과 고정층(152) 사이에 삽입되는 귀금속 스페이서층(154)의 두께 및 재질은 반강자성층(156)의 닐 자구벽의 너비/밀도를 조절할 수 있다. 상기 귀금속 스페이서층(152)은 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용 현상을 제어하고, 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)의 크기를 조절할 수 있다.

[89] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 귀금속 스페이서층(152)은 터널 배리어층을 사용한 터널자기저항 효과에서도 동일하게 적용될 수 있다.

[90] 자화 곤란축 방향의 감도 수치(Sensitivity Value)는 스핀 밸브 구조에서 1) 고정층(152)의 자기이방성(magnetic anisotropy) 또는 교환 바이어스 자기장(exchange bias magnetic field) 수치, 2) 자유층(130)의 자기이방성(magnetic anisotropy) 또는 층간 상호 교환 결합 자기장(interlayer exchange coupling field) 수치 등과 같은 여러 매개 변수의 영향을 받을 것으로 예측된다. 자화 곤란축 방향의 감도 수치(Sensitivity Value)에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 자유층(130)의 층간 상호 교환 결합 자기장 수치일 수 있다.

[91] 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 밸브 구조에서 자유층(130)의 층간 상호 교환 결합 자기장 수치는 RKKY(Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida)-형태의 교환 결합(exchange coupling), 닐 오렌지 필 결합(Neel orange peel coupling), 또는 고정층(152)의 표류 자기장(Stray field)에 의한 영향에 의존할 수 있다. 상기 층간 상호 교환 결합 자기장은 자유층(130)의 자화용이축(magnetic easy axis) 방향으로 외부 자기장을 인가하였을 때에 나타나는 자기이력곡선이 원점으로 벗어난 정도를 나타낸다. 상기 층간 상호 교환 결합 자기장은 자유층(130)의 바이어스 자기장(H_{bias})으로 표현될 수 있다.

[92] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 스핀 밸브 구조에서 자유층(130)의 층간 상호 교환 결합에 가장 큰 영향을 끼칠 것으로 예상되는 층은 자유층(130)과 고정층(152) 사이에 삽입되는 금속 스페이서층(140)이다.

[93] 상기 금속 스페이서층(140)은 구리 재질이고, 약 2.2 nm 두께가 되었을 때에, 강한 강자성 결합에 기인하는 핀 홀 결합(Pinhole coupling)이 나타나지 않았다. 또한, 상기 금속 스페이서층(140)은 RKKY(Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida)-형태의 교환 결합상 두 번째로 가장 높은 반강자성 결합이 나타나 자유층의 바이어스 자기장에 대해 강자성 결합을 상쇄시켜 이 값을 줄여주는 두께이다. 그러나 금속 스페이서층(140)의 층간 교환 결합 상수(interlayer exchange coupling constant)의 수치도 작을 뿐만 아니라, 금속 스페이서층(140)의 두께가 2.2 nm일 때의 반강자성 결합이 N뿡el orange peel 결합 현상에 의한 강자성 결합에 비해 그 영향이 현저히 작아, 결과적으로 자유층(130)의 바이어스 자기장은 원점에서 많이 벗어나 강자성 결합을 선호하는 수치를 갖는다.

[94] 자유층(130)의 바이어스 자기장에 외부에서 작용하는 요소(extrinsic component)로 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용의 효과가 있다. 상기 정자기적 상호작용은 자유층(130)과 고정층(152) 내에 존재하는 닐 자구벽 간의 상호작용으로 flux-closure를 형성한다. 상기 정자기적 상호작용은 자유층(130)의 자화 전환 과정에서 고정물의 역할을 하여 자화 전환 과정을 방해한다. 정자기적 상호작용의 세기는 자유층(130)과 고정층(152)에 존재하는 닐 자구벽의 크기와 서로 간의 상대적인 크기, 자구벽의 양 혹은 밀도 등에 의해 조절될 수 있다.

[95] 자유층(130)의 바이어스 자기장의 크기를 줄이면, 거대자기저항 센서로 사용되었을 때, 자화 곤란축의 감도 특성이 향상되고, 자화 용이축에 기인한 노이즈가 억제될 수 있다.

[96] 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용의 효과(Domain wall induced magnetostatic interaction)를 이용하여, 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)을 조절할 수 있다. 이 효과는 스핀 밸브 구조상의 자유층(130) 혹은 고정층(152)의 종류와 두께, 금속 스페이서층(140)의 두께, 상기 귀금속 스페이서층(154)의 종류와 두께 등을 조절하여 제어할 수 있다.

[97] 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)에 통상적으로 영향을 끼치는 RKKY-형태의 교환 결합, Neel orange peel 결합, 고정층의 표류 자기장 등의 3가지 요소로는 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)을 줄이는 데에는 한계가 있다. 하지만, 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용을 이용하면 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)을 더욱 효과적으로 감소시킬 수 있다.

[98] 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)과 보자력을 이 두가지를 결정짓는 자유층(130)의 자화 전환 자기장의 크기를 조절하면, 자유층(130)의 바이어스 자기장(Hbias)을 제어할 수 있다. 자유층(130)의 자화 전환은 두 가지 경우로 분류할 수 있다. 첫 번째는 자유층(130)과 고정층(152)이 반평행한 상태에서 평행한 상태가 되도록 자유층의 자화 전환이 일어나는 것이다. 그리고 두 번째는 자유층(130)과 고정층(152)이 평행한 상태에서 반평행한 상태가 되도록 자유층의 자화 전환이 일어나는 것이다.

[99] 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용을 이용할 경우, 평행한 상태에서 반평행한 상태로 자화 전환이 일어나는 자기장의 크기는 거의 변하지 않고 반평행한 상태에서 평행한 상태로 자화 전환이 일어나는 자기장의 크기를 변화시킬 수 있다. 따라서, 자유층의 자화 전환 중 반평행한 상태에서 평행한 상태로 일어나는 자기장의 크기를 증가시키면 결과적으로 자유층의 바이어스 자기장의 크기를 줄일 수 있다.

[100] 도 12A 내지 도 12D는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 귀금속 스페이서층의 재질 및 두께에 대하여 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 자화 특성을 나타낸다.

[101] 도 12A를 참조하면, 스핀 밸브 구조의 GMR 자기 소자는 Ta (5.0 nm)/$Ni_{80}Fe_{20}$ (3.0 nm)/$Co_{90}Fe_{10}$ (1.8 nm)/Cu (2.2 nm)/$Co_{90}Fe_{10}$ (2.0 nm)/귀금속 스페이서층/$Ir_{21}Mn_{79}$ (6.0 nm)/Ta (5.0 nm)를 가진다. 귀금속 스페이서층(154)은 Cu 또는 Pt일 수 있다. 아래 첨자는 옹그스트롬 단위의 두께이다. x축은 Oe 단위의 자기장이고, y축은 포화 자화로 규격화된 자화이다. 외부 자기장은 자유층의 자화용이축 방향으로 인가된다. GMR 자기 소자는 히스테리시스 특성을 나타낸다.

[102] w/o은 귀금속 스페이서층이 삽입되지 않은 샘플이다. Pt_1Cu_0는 귀금속 스페이서층(154)을 나타내고, Pt는 1Å 이고, Cu는 0 Å으로 존재하지 않는다. 자화용이축 방향의 외부 자기장이 영인 근처에서 히스테리시스 특성을

나타낸다.

[103] 휘스톤 브리지 센서를 구성하는 경우, 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 기인한 신호는 억제될 필요가 있다. 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 기인한 신호를 억제하기 위하여, 히스테리시스의 기울기가 최대인 지점들(A,B)은 센싱 영역의 외측에 배치될 필요가 있다. 히스테리시스의 기울기가 최대인 두 지점(A,B)의 중간 지점인 바이어스 자기장(H_{bias})은 영에 근접할 필요가 있다.

[104] 도 12B를 참조하면, Pt_1Cu_1의 샘플은 귀금속 스페이서층(154)이 삽입되지 않은 샘플(w/o)에 대비하여 넓은 센싱 영역을 가진다. 또한, 히스테리시스의 기울기가 최대인 두 지점(A,B)의 중간 지점인 바이어스 자기장(H_{bias})는 최소값을 가진다.

[105] 도 12B를 참조하면, Pt_2Cu_1의 샘플은 귀금속 스페이서층(154)이 삽입되지 않은 샘플(w/o)에 대비하여 넓은 센싱 영역을 가진다. 또한, 히스테리시스의 기울기가 최대인 두 지점(A, B)의 중간 지점인 바이어스 자기장(H_{bias})는 최소값을 가진다.

[106] 도 12C를 참조하면, Cu_2Pt_1의 샘플은 귀금속 스페이서층(154)이 삽입되지 않은 샘플(w/o)에 대비하여 넓은 센싱 영역을 가진다. 또한, 히스테리시스의 기울기가 최대인 두 지점(A,B)의 중간 지점인 바이어스 자기장(H_{bias})은 최소값을 가진다.

[107] 도 12D를 참조하면, Cu_3Pt_2의 샘플은 귀금속 스페이서층(154)이 삽입되지 않은 샘플(w/o)에 대비하여 넓은 센싱 영역을 가진다. 또한, 히스테리시스의 기울기가 최대인 두 지점의 중간 지점인 바이어스 자기장(H_{bias})은 최소값을 가진다.

[108] 상기 귀금속 스페이서층(154)을 반강자성층(156)과 고정층(152) 사이에 삽입하였을 경우, 반평행 상태에서 평행 상태로의 자유층 자화 전환 자기장 크기가 조절된다. 결과적으로, 자유층(130)의 바이어스 자기장(H_{bias})은 감소될 수 있다. 특히, 단일층을 사용하였을 때보다 이중층을 사용하였을 때에 더 큰 효과를 얻을 수 있다.

[109] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 귀금속 스페이서층의 유무에 따른 MOKE(Magneto-optic Kerr effect)현미경 사진 및 히스테리시스 특성을 나타내는 도면이다.

[110] 도 13을 참조하면, 스핀 밸브 구조의 거대자기저항 박막의 반평행 상태에서 평행 상태로의 자유층(130)의 자화 전환 과정 중 자구벽의 거동을 수 Oe 내지 수십 Oe의 범위에서 관찰한 MOKE 현미경 사진이 표시된다. 진행 과정은 우측의 그래프를 통해 간략하게 도시하였다. (a)~(d) : 귀금속 스페이서층(154)을 삽입하지 않은 샘플이다. (e)~(h) : 2 Å 두께의 Pt와 1 Å 두께의 Cu를 이중층 형태로 귀금속 스페이서층(154)을 삽입한 샘플이다. (i)~(l) : 3 Å 두께의 Cu와 2 Å 두께의 Pt를 이중층 형태로 귀금속 스페이서층(154)을 삽입한 샘플이다. 고정층(152)은 반강자성층(156)에 의해 교환 바이어스 자기장의 방향으로 강하게 고정된다. 따라서, 단일 자구 상태의 거동을 보이므로 자유층(130)의 닐 자구벽 밀도가 반강자성층(156)의 닐 자구벽 밀도보다 더 높다.

[111] (a)~(d)를 참조하면, 귀금속 스페이서층(154)을 삽입하지 않았을 경우,

반강자성층(156) 내에 이물질이 없다. 따라서, 닐 자구벽의 밀도가 높아지지 않아 자화 전환 과정에서 자구벽의 이동에 대해 고정시키는 flux-closure가 적다. 이에 따라, 자구의 사이즈가 대체로 크고, 자구벽의 이동이 원활하게 일어난다.

[112] (e)~(h) 및 (i)~(l)를 참조하면, 귀금속 스페이서층(154)을 삽입하였을 경우, 반강자성층(156) 내에서 귀금속 스페이서층(154)의 귀금속 원자가 이물질 역할을 한다. 이에 따라, 귀금속 스페이서층(154)은 닐 자구벽의 밀도를 증가시키고, 반강자성층(156) 내의 증가된 닐 자구벽은 자유층(130) 내의 닐 자구벽과 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용으로 flux-closure를 형성한다. 이에 따라, 귀금속 스페이서층(154)은 반평행 상태에서 평행 상태로의 자유층 자화 전환 과정에 고정물 역할을 한다. 결과적으로, 자유층(130)의 반평행 상태에서 평행 상태로의 자화 전환 자기장의 크기 증가로 인하여 바이어스 자기장(H_{bias})은 감소한다.

[113] 도 14A 내지 도 14D는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 자화 용이축 방향의 외부 자기장에 따른 자기 저항 비를 나타내는 실험 결과들이다.

[114] 도 15는 도 14A 내지 도 14D에서 Cu_3Pt_2 조건에서 자기 저항 비를 확대한 그래프이다.

[115] 도 14A 내지 도 14D 및 도 15를 참조하면, 귀금속 스페이서층(154)의 유무에 따른 자기 저항 비가 표시된다. 외부 자기장(Hx)은 자유층(130)의 자화용이축 방향으로 인가된다. 귀금속 스페이서층(154)을 삽입한 경우, 반평행 상태에서 평행 상태로의 자유층 자화 전환 자기장의 크기는 닐 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용 효과에 의해 증가한다. 이에 따라, 자유층의 결과적인 바이어스 자기장(H_{bias})은 감소한다. 또한 귀금속 스페이서층(154)을 삽입하지 않았을 때보다 삽입하였을 때에, 귀금속 스페이서층(154)의 위ㅇ아래 계면에서 전자의 정반사성 산란(electronic specular scattering)에 의해 거대자기저항비의 크기가 증가한다.

[116] 귀금속 스페이서(154)의 구조가 Cu_3Pt_2 조건인 경우, 자기 저항비는 히스테리시스 특성을 나타낸다. 자기 저항비가 급격히 증가하는 영역들은 0 Oe를 중심으로 센싱 영역(-6Oe~ +6Oe)의 외측에 배치되고, 바이어스 자기장(H_{bias})는 0.5 Oe으로 0에 근접한다. 따라서, 휘스톤브리지 구조에서, 자화 용이축 방향의 외부 자기장(Hx)에 기인한 신호는 억제될 수 있다. 휘스톤브리지 구조에서, 자화 곤란축 방향의 외부 자기장(Hy)에 기인한 신호만이 측정될 수 있다.

[117] 도 16A 내지 도 16D는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 자화 곤란축 방향의 외부 자기장에 따른 자기 저항 비를 나타내는 실험 결과들이다.

[118] 도 16A 내지 도 16D를 참조하면, 귀금속 스페이서층(154)의 유무에 따른 자기 저항 비가 표시된다. 외부 자기장(Hy)은 자유층(130)의 곤란축 방향으로 인가된다. 0~10 Oe의 외부 자기장 구간에서 자기 저항비의 기울기는 감도(S)에 직접적으로 영향을 미친다. 자기 저항비의 기울기는 자유층(130)의 바이어스

자기장(H_{bias})의 크기가 작을수록 증가한다. 자구벽에 기인한 정자기적 상호작용 효과에 의해 반평행 상태에서 평행 상태로의 자유층 자화 전환 자기장이 증가한다. 따라서, 자유층의 보자력이 증가하더라도 자유층(130)의 바이어스 자기장(H_{bias})이 감소하면, 거대자기저항 소자의 감도가 향상된다.

[119] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 소자에서 감도 (S)-자유층의 바이어스 자기장(H_{bias})의 상관관계를 나타내는 그래프이다.

[120] 도 17을 참조하면, 감도(S)와 자유층(130)의 바이어스 자기장(H_{bias})은 서로 강한 음의 상관관계를 갖는다. 귀금속 스페이서층(154)이 삽입되지 않았을 때, 바이어스 자기장(H_{bias})은 5.3 Oe이고 감도(S)는 6.01 mV/mA ○ Oe이다. 귀금속 스페이서층(154)으로 [Pt_2/Cu_1] 이중층이 삽입되었을 때, 바이어스 자기장(H_{bias})은 0.25 Oe이고, 감도(S)는 8.02 mV/mA ○ Oe이다. 귀금속 스페이서층(154)으로 [Cu_3/Pt_2] 이중층이 삽입되었을 때, 바이어스 자기장(H_{bias})은 0.5 Oe이고, 감도(S)는 12.01 mV/mA ○ Oe)이다.

[121] 도 18은 본 발명의 다른 실시예에 따른 자기 소자를 나타내는 단면도이다.

[122] 도 18을 참조하면, 상기 자기 소자(200)는, 면내 자화 방향을 가지는 고정층(152); 면내 자화 방향을 가지고 상기 고정층(152)과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층(130); 상기 고정층(152)과 상기 자유층(130) 사이에 배치된 터널 절연층(140); 상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층(156); 및 상기 고정층(152)과 상기 반강자성층(156) 사이에 배치된 귀금속 스페이서층(154)을 포함한다. 상기 귀금속 스페이서층(154)은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고, 상기 귀금속 스페이서층(154)의 두께는 0.1 nm 내지 0.8 nm일 수 있다. 상기 자유층(130)은 형상 자기 이방성을 가지고, 상기 자기 소자(200)는 휘스톤 브리지 구조로 연결될 수 있다.

[123] 터널 자기 저항 효과를 이용한 자기 소자(200)는 거대자기 저항효과를 이용한 자기 소자(100)의 금속 페이서층(140)을 터널 절연층(240)으로 대체될 수 있다. 전극들(202a, 202b)은 자기 소자(200)의 상부면과 하부면에 배치될 수 있다. 자기 소자(200)는 거대자기 저항 소자와 유사한 효과에 의하여 자화 용이축의 바이어스 자기장(H_{bias})을 감소시키기 위하여 상기 귀금속 스페이서층(154)이 삽입된다.

[124] 상기 터널 절연층(240)은 MgO, AlOx, 또는 GdOx 일 수 있다. 상기 터널 절연층(240)의 두께는 수 nm일 수 있다.

[125] 상기 귀금속 스페이서층(154)은 Pt_2Cu_1, Cu_2Pt_1, 또는 Cu_3Pt_2 이고, 아래 첨자는 옹그스트롬 단위의 두께이다.

[126] 상기 고정층(154)은 CoFe이고, 상기 자유층(130)은 NiFe의 제1 강자성층(132) 및 CoFe의 제2 강자성층(134)을 포함할 수 있다.

[127] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는

기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

청구범위

[청구항 1] 면내 자화 방향을 가지는 고정층;
면내 자화 방향을 가지고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층;
상기 고정층과 상기 자유층 사이에 배치된 도전 스페이서층;
상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층; 및
상기 고정층과 상기 반강자성층 사이에 배치된 귀금속 스페이서층을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 2] 제1 항에 있어서,
상기 귀금속 스페이서층은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고,
상기 귀금속 스페이서층의 두께는 0.1 nm 내지 0.8 nm인 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 3] 제1 항에 있어서,
상기 자유층은 형상 자기 이방성을 가지고,
상기 자기 소자는 휘스톤 브리지 구조로 연결된 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 4] 제1 항에 있어서,
상기 도전 스페이서층은 구리이고, 2.2 nm의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 5] 제1 항에 있어서,
상기 귀금속 스페이서층은 Pt_2Cu_1, Cu_2Pt_1, 또는 Cu_3Pt_2 이고,
여기서 아래 첨자는 옹그스트롬 단위의 두께인 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 6] 제1 항에 있어서,
상기 고정층은 CoFe이고,
상기 자유층은 NiFe의 제1 강자성층 및 CoFe의 제2 강자성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 7] 면내 자화 방향을 가지는 고정층;
면내 자화 방향을 가지고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 자유층;
상기 고정층과 상기 자유층 사이에 배치된 터널 절연층;
상기 고정층의 자화 방향을 고정하고 상기 고정층과 수직으로 이격되어 정렬된 반강자성층; 및
상기 고정층과 상기 반강자성층 사이에 배치된 귀금속 스페이서층을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 8] 제7 항에 있어서,
상기 귀금속 스페이서층은 구리 또는 백금의 단층 박막, 구리 및 백금의 다층 박막이고,
상기 귀금속 스페이서층의 두께는 0.1 nm 내지 0.8 nm인 것을 특징으로 하는 자기 소자.

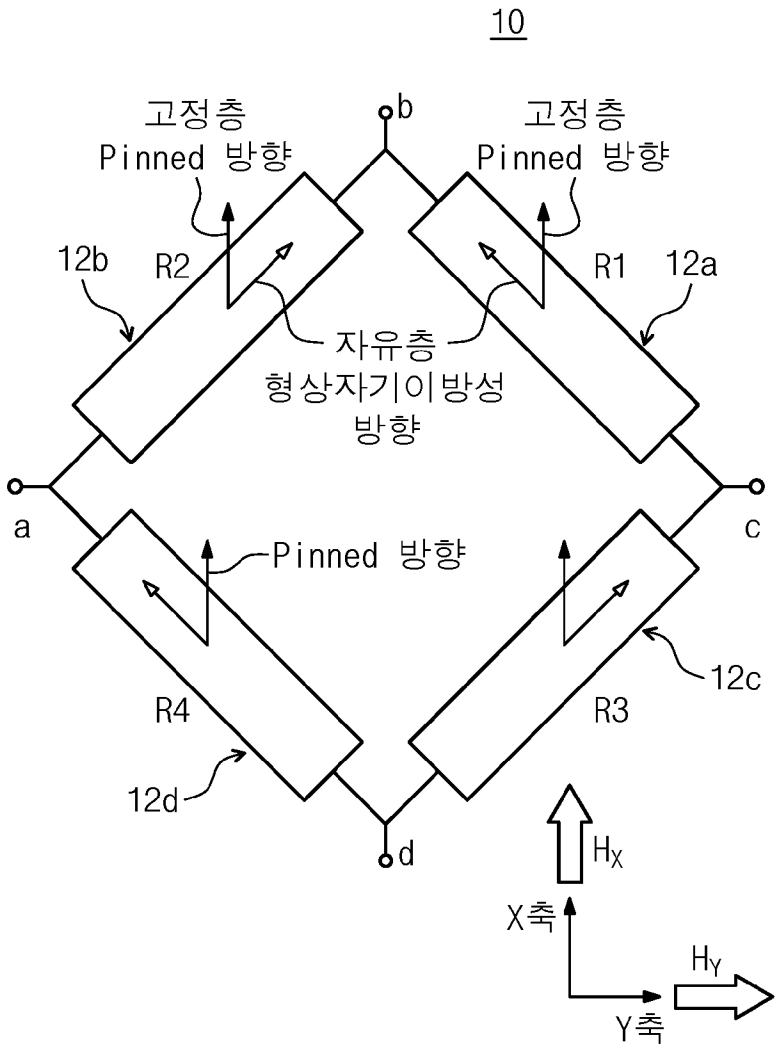
[청구항 9] 제7 항에 있어서,
상기 자유층은 형상 자기 이방성을 가지고,
상기 자기 소자는 휘스톤 브리지 구조로 연결된 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 10] 제7 항에 있어서,
상기 터널 절연층은 MgO, AlOx, 또는 GdOx 인 것을 특징으로 하는 자기 소자.

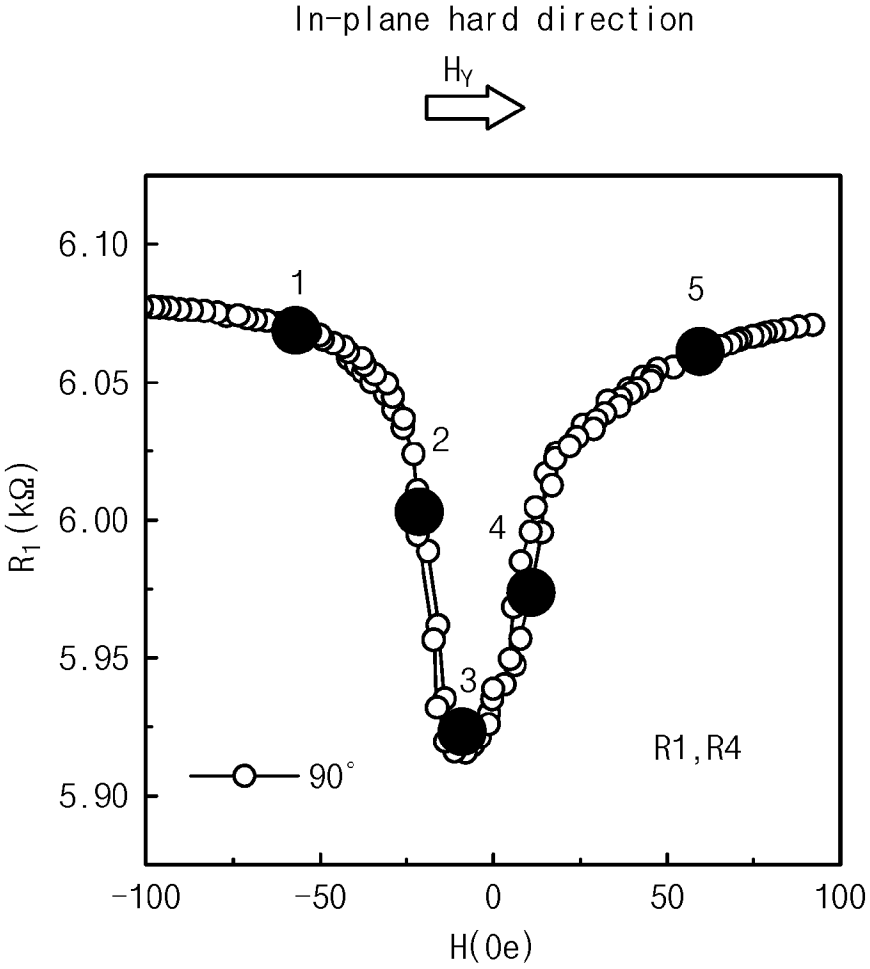
[청구항 11] 제7 항에 있어서,
상기 귀금속 스페이서층은 Pt_2Cu_1, Cu_2Pt_1, 또는 Cu_3Pt_2 이고,
여기서 아래 첨자는 옹그스트롬 단위의 두께인 것을 특징으로 하는 자기 소자.

[청구항 12] 제7 항에 있어서,
상기 고정층은 CoFe이고,
상기 자유층은 NiFe의 제1 강자성층 및 CoFe의 제2 강자성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 자기 소자.

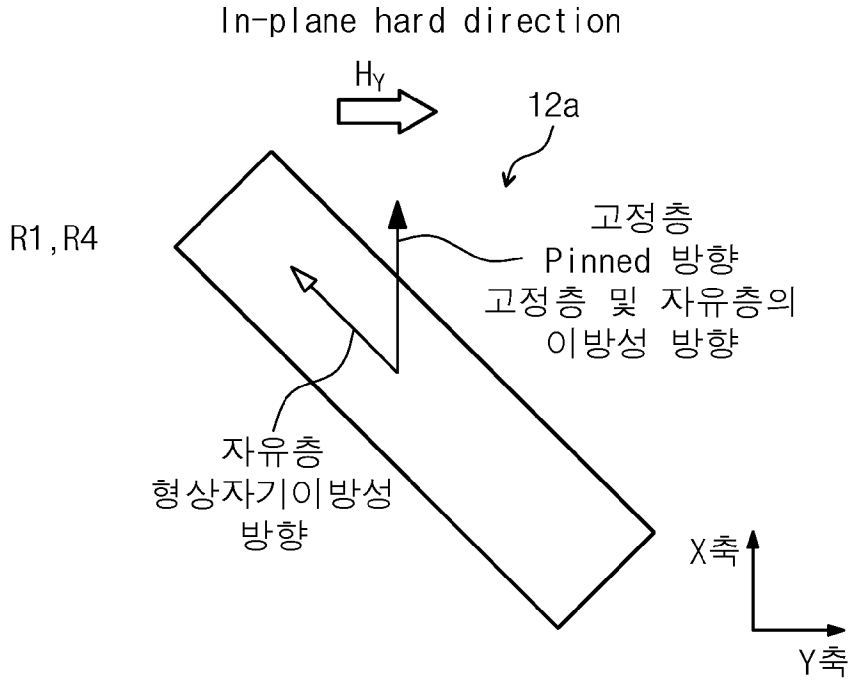
[도1]


10
고정층
Pinned 방향
고정층
Pinned 방향
b
12b
R2
R1
12a
자유층
형상자기이방성
방향
a
c
Pinned 방향
12c
R4
R3
12d
d
Hx
X축
Hy
Y축

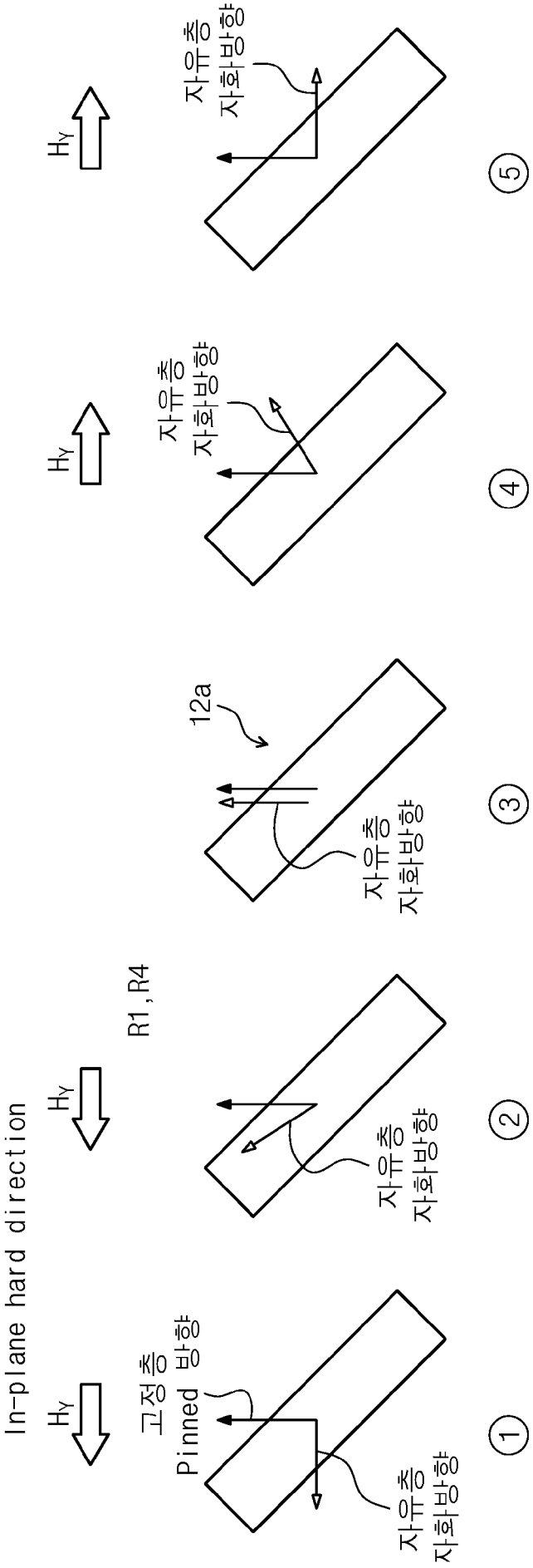
[도2]


In-plane hard direction
HY
6.10
6.05
6.00
5.95
5.90
R1 (kΩ)
1
2
3
4
5
90°
R1,R4
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

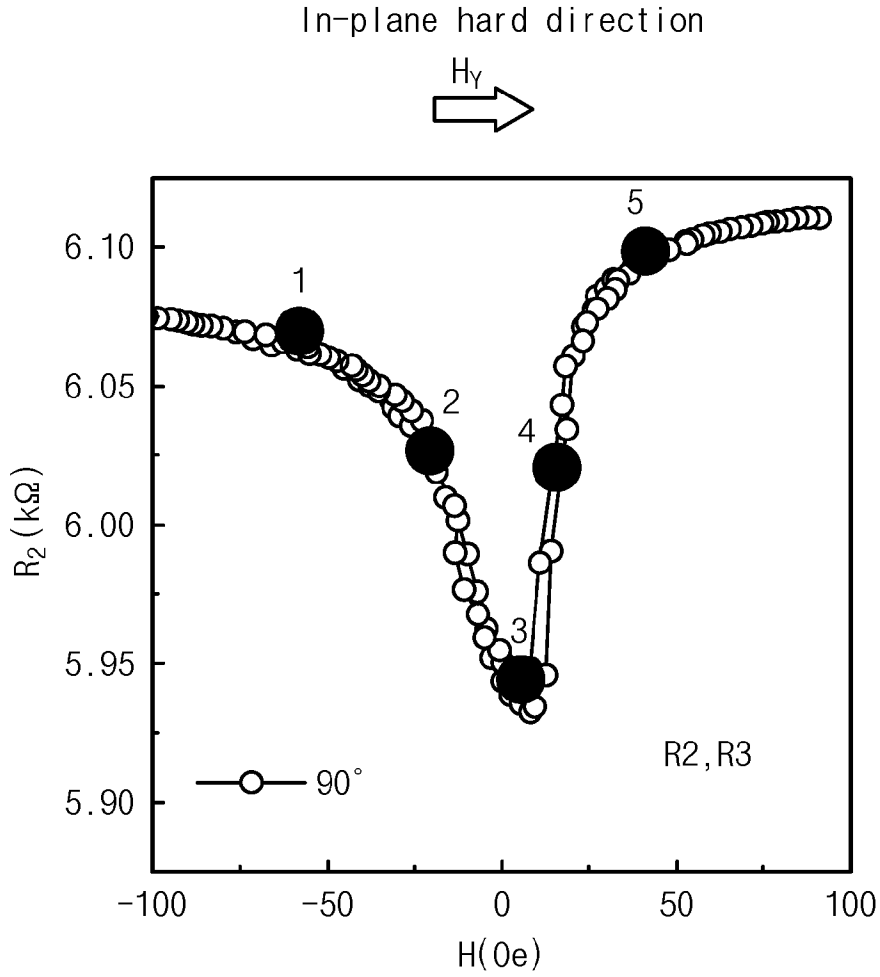
[도3]


In-plane hard direction
HY
12a
R1,R4
고정층
Pinned 방향
고정층 및 자유층의
이방성 방향
자유층
형상자기이방성
방향
X축
Y축

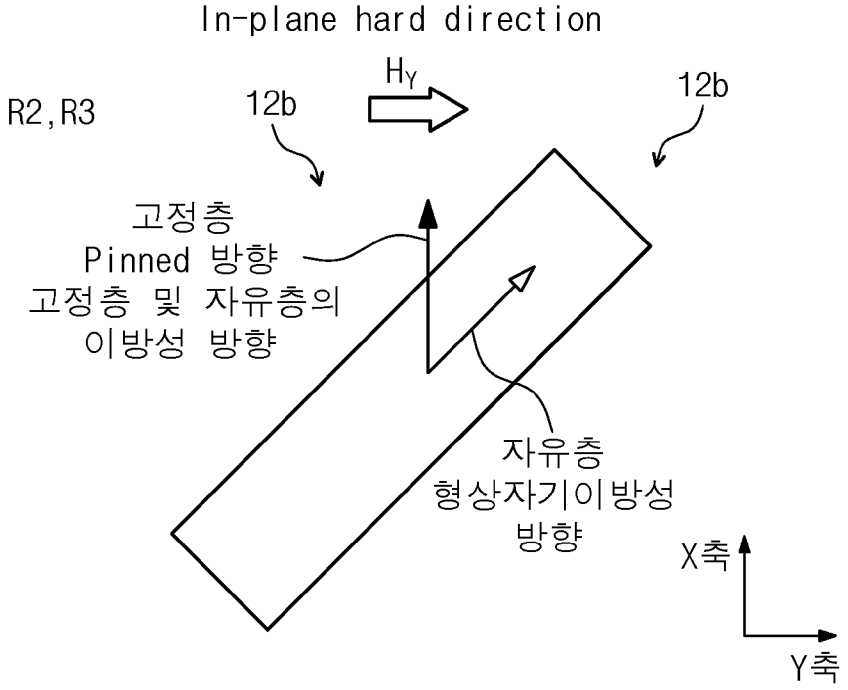
[도4]


In-plane hard direction
HY
고정층 방향
Pinned
자유층
자화방향
①
HY
R1, R4
자유층
자화방향
②
12a
자유층
자화방향
③
HY
자유층
자화방향
④
HY
자유층
자화방향
⑤

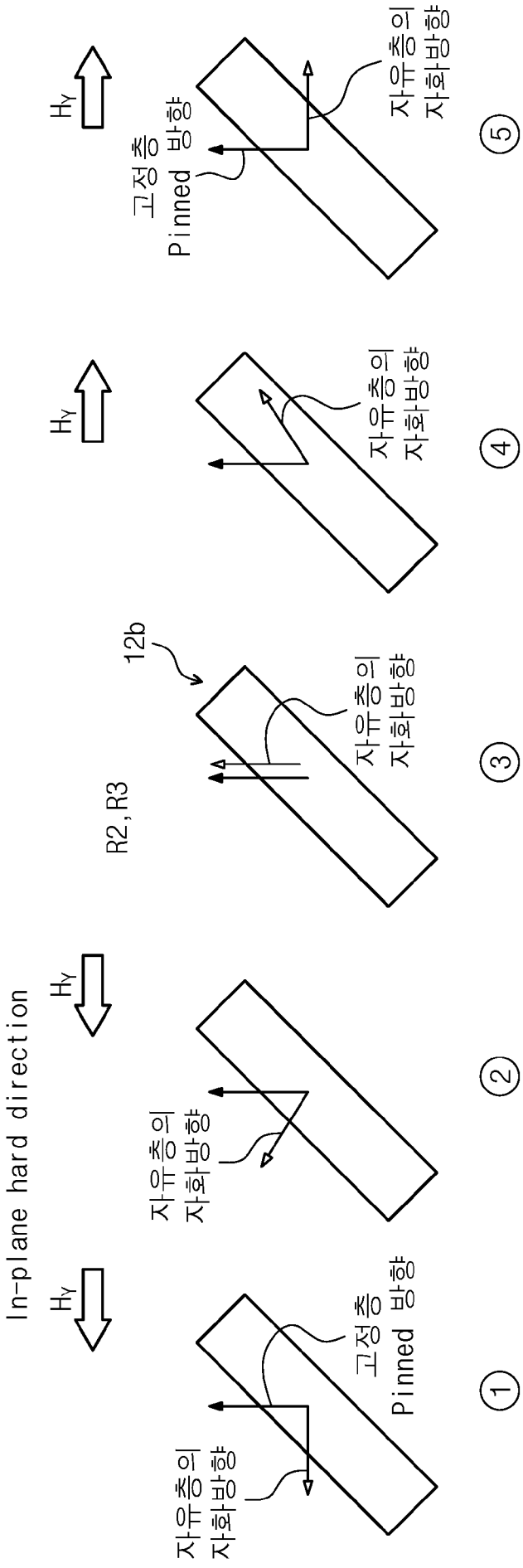
[도5]


In-plane hard direction
H_Y
6.10
6.05
6.00
5.95
5.90
R_2 (kΩ)
1
2
3
4
5
90°
R2,R3
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

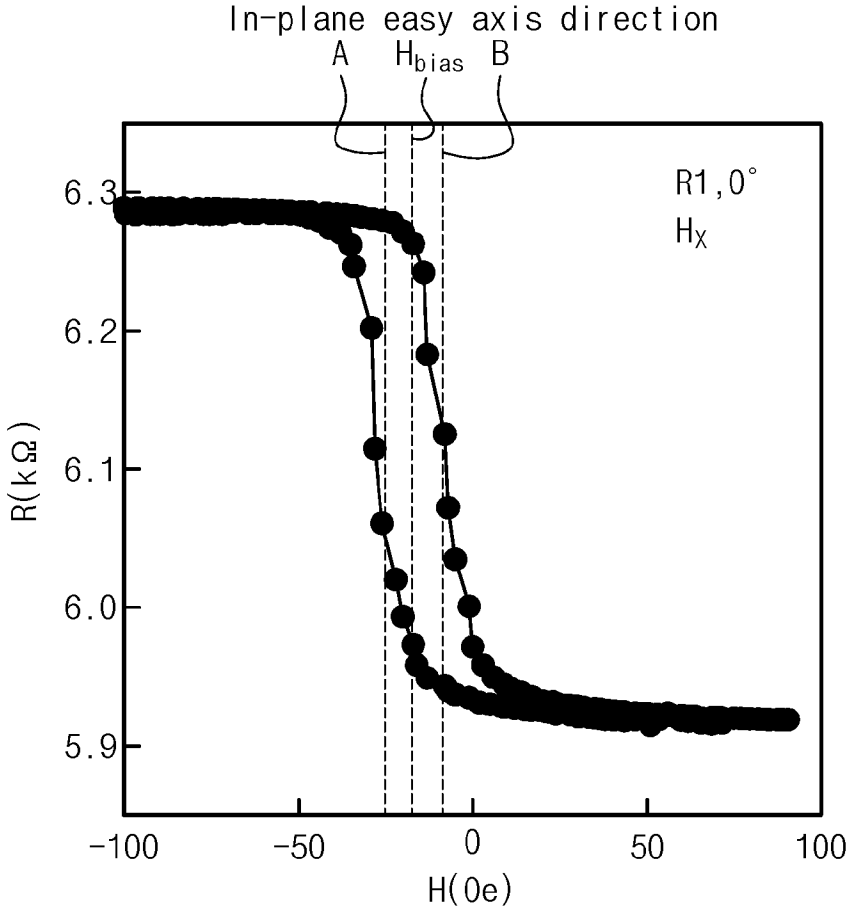
[도6]


In-plane hard direction
H_Y
R2,R3
12b
12b
고정층
Pinned 방향
고정층 및 자유층의
이방성 방향
자유층
형상자기이방성
방향
X축
Y축

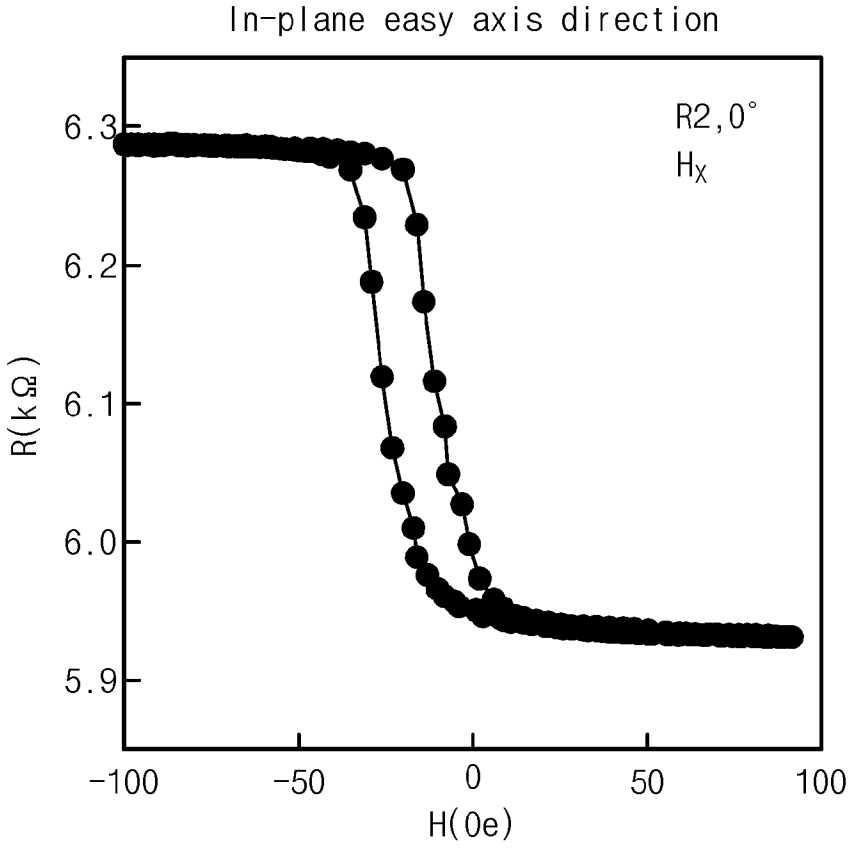
[도7]


In-plane hard direction
HY
HY
HY
HY
HY
자유층의
자화방향
고정층
Pinned 방향
①
자유층의
자화방향
②
R2, R3
12b
자유층의
자화방향
③
자유층의
자화방향
④
고정층
Pinned 방향
자유층의
자화방향
⑤

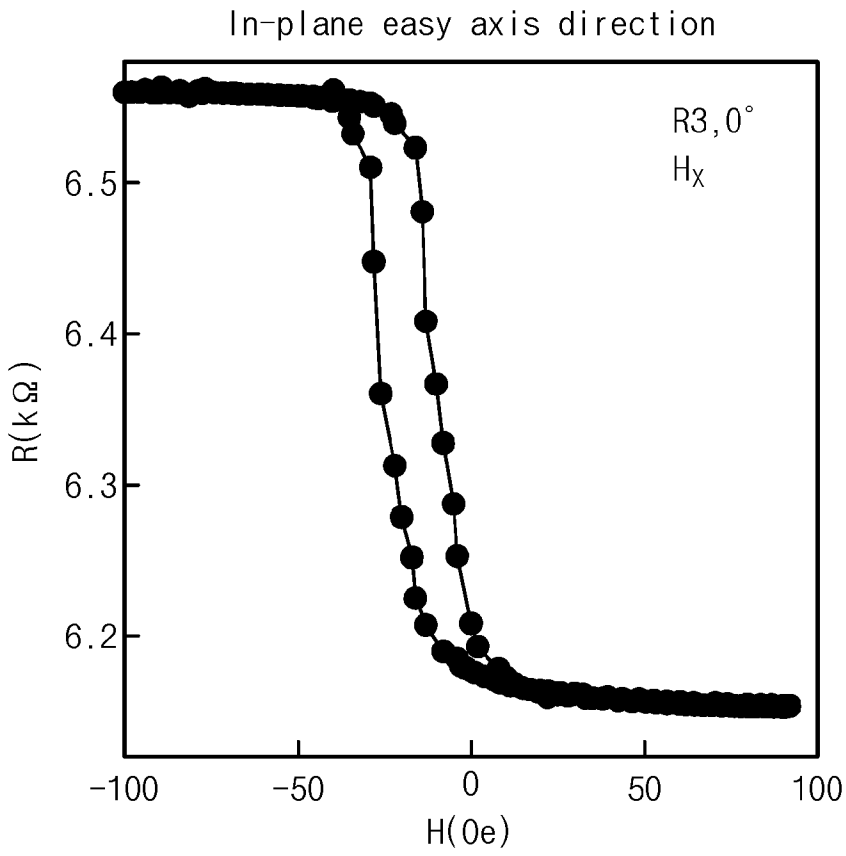
[도8a]


In-plane easy axis direction
A
Hbias
B
R1,0°
HX
6.3
6.2
6.1
6.0
5.9
R(kΩ)
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

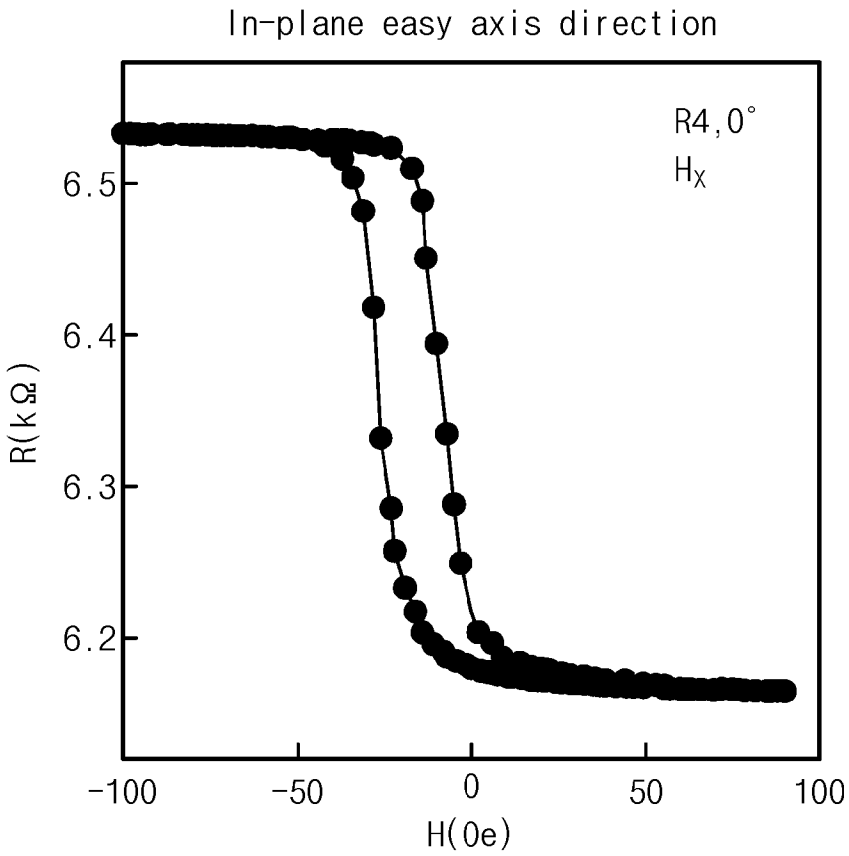
[도8b]


In-plane easy axis direction
R2,0°
HX
6.3
6.2
6.1
6.0
5.9
R(kΩ)
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

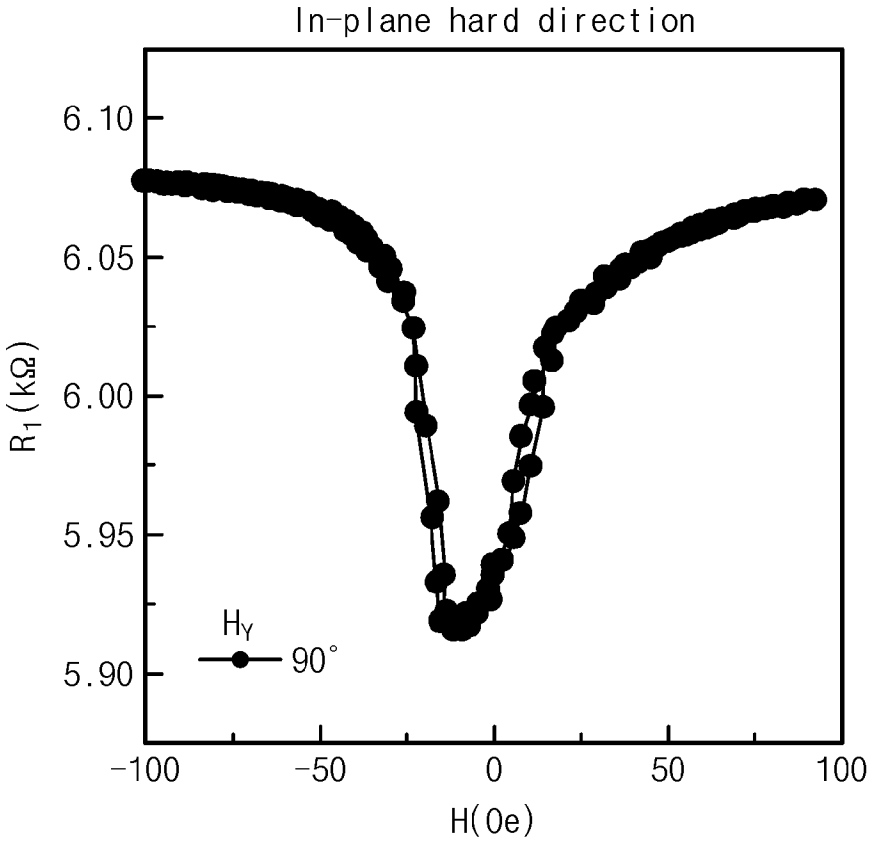
[도8c]


In-plane easy axis direction
R3,0°
Hx
6.5
6.4
6.3
6.2
R(kΩ)
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

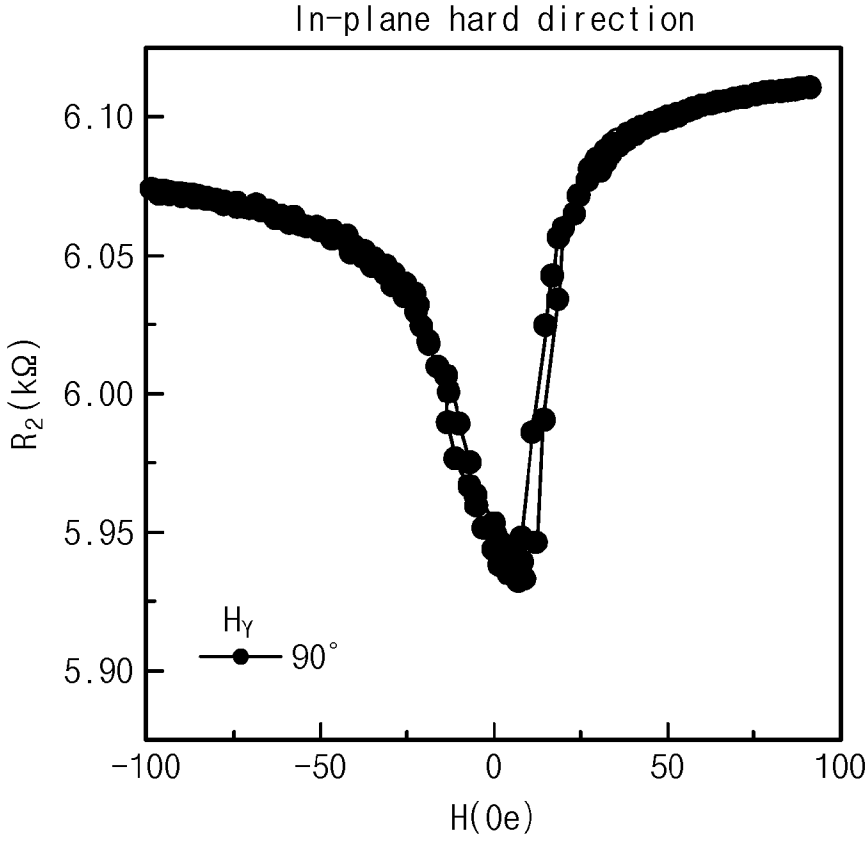
[도8d]


In-plane easy axis direction
R4,0°
Hx
6.5
6.4
6.3
6.2
R(kΩ)
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

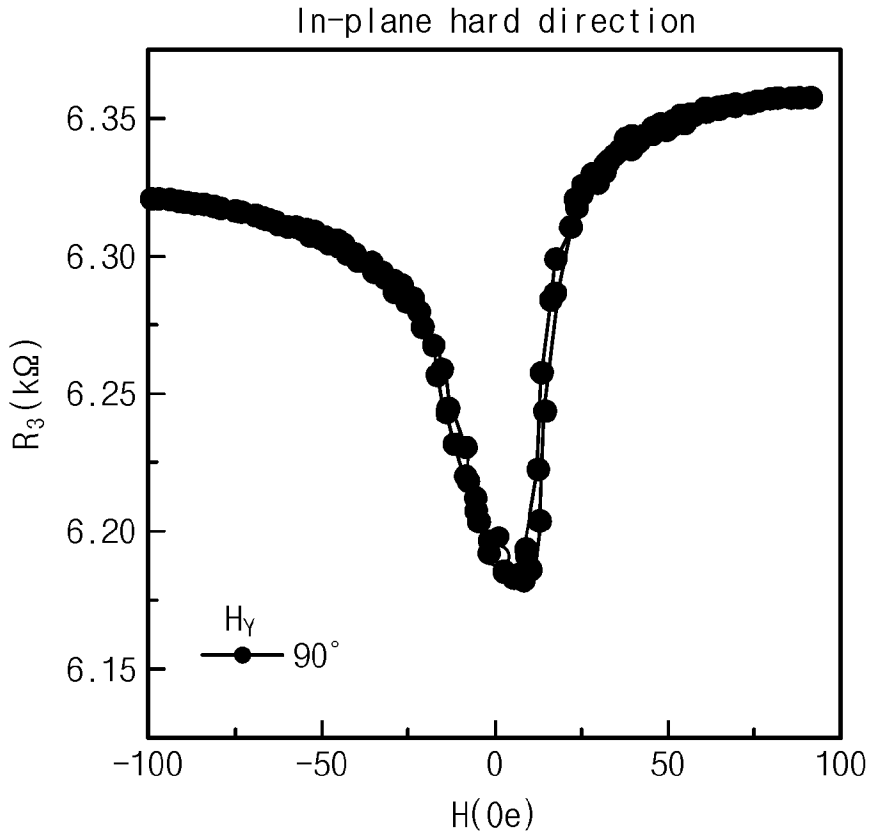
[도9a]


In-plane hard direction
6.10
6.05
6.00
5.95
5.90
R1(kΩ)
HY
90°
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

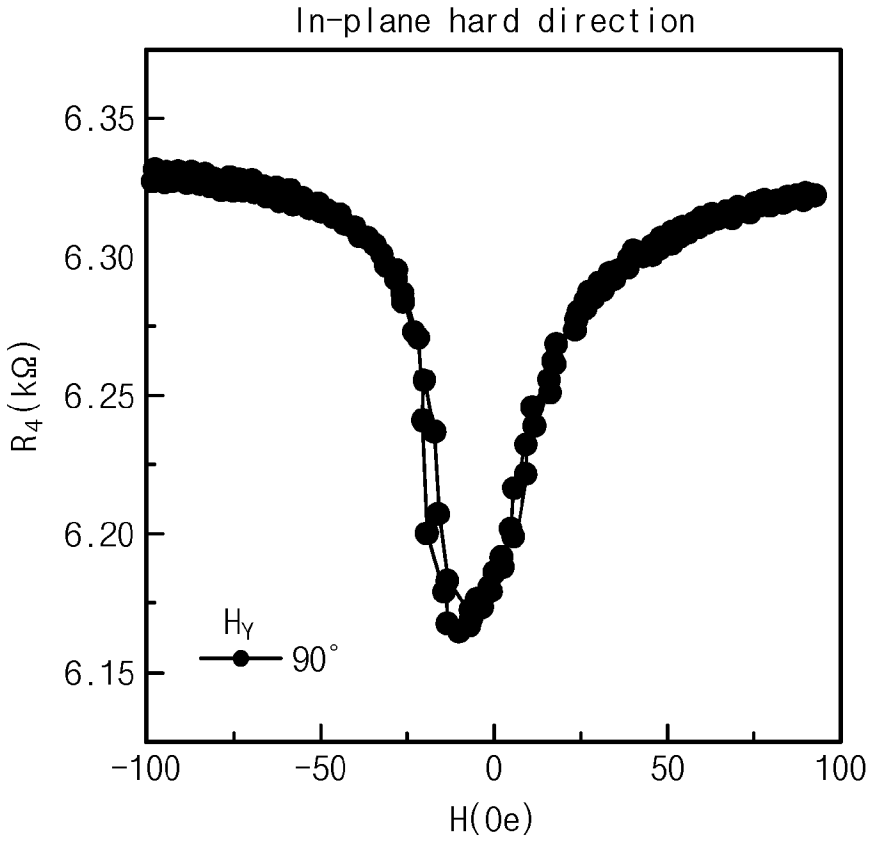
[도9b]


In-plane hard direction
6.10
6.05
6.00
5.95
5.90
R2(kΩ)
HY
90°
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

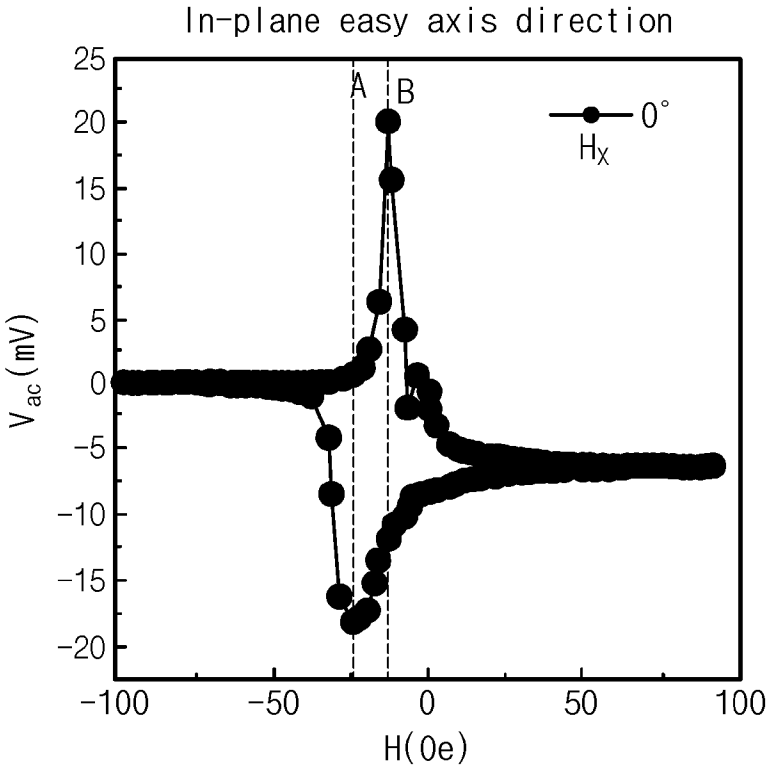
[도9c]


In-plane hard direction
6.35
6.30
6.25
6.20
6.15
R3(kΩ)
HY
90°
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

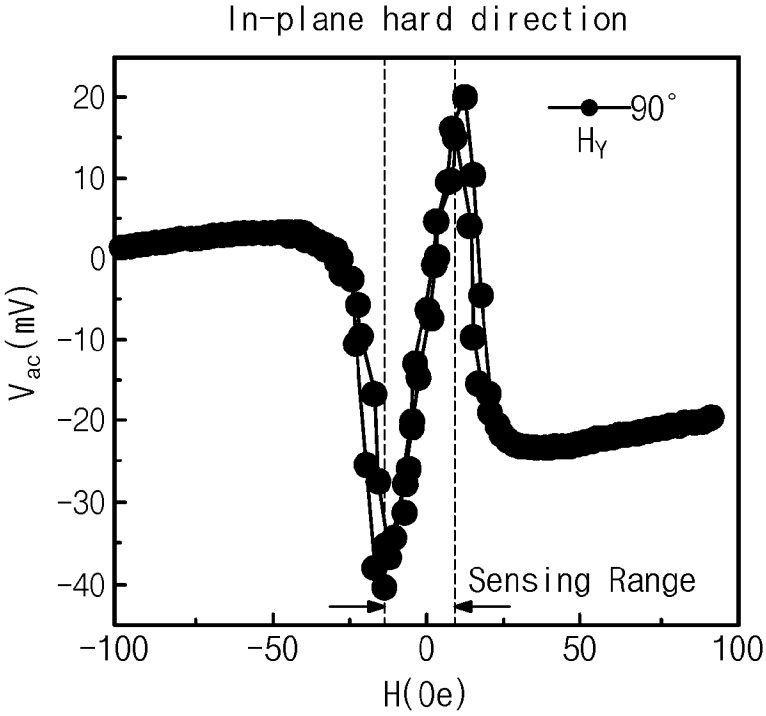
[도9d]


In-plane hard direction
6.35
6.30
6.25
6.20
6.15
R4(kΩ)
HY
90°
-100
-50
0
50
100
H(Oe)

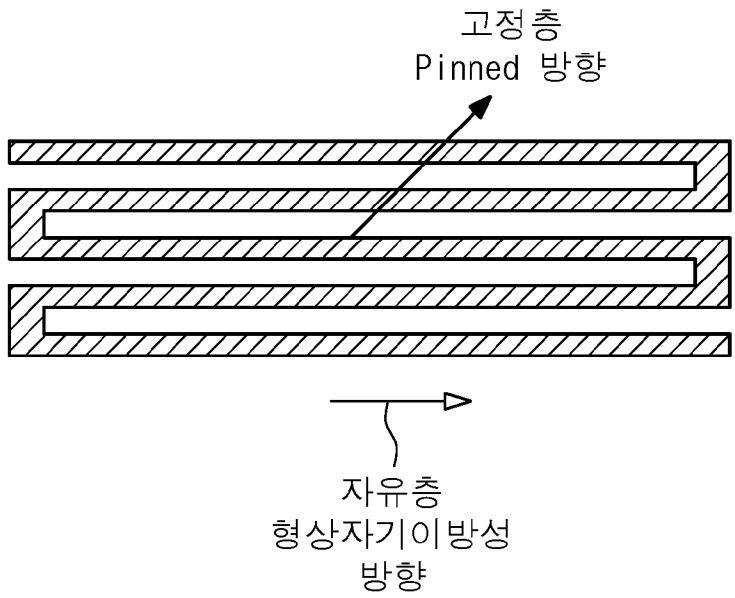
[도10a]


In-plane easy axis direction
A
B
0°
H_X
V_{ac}(mV)
H(Oe)

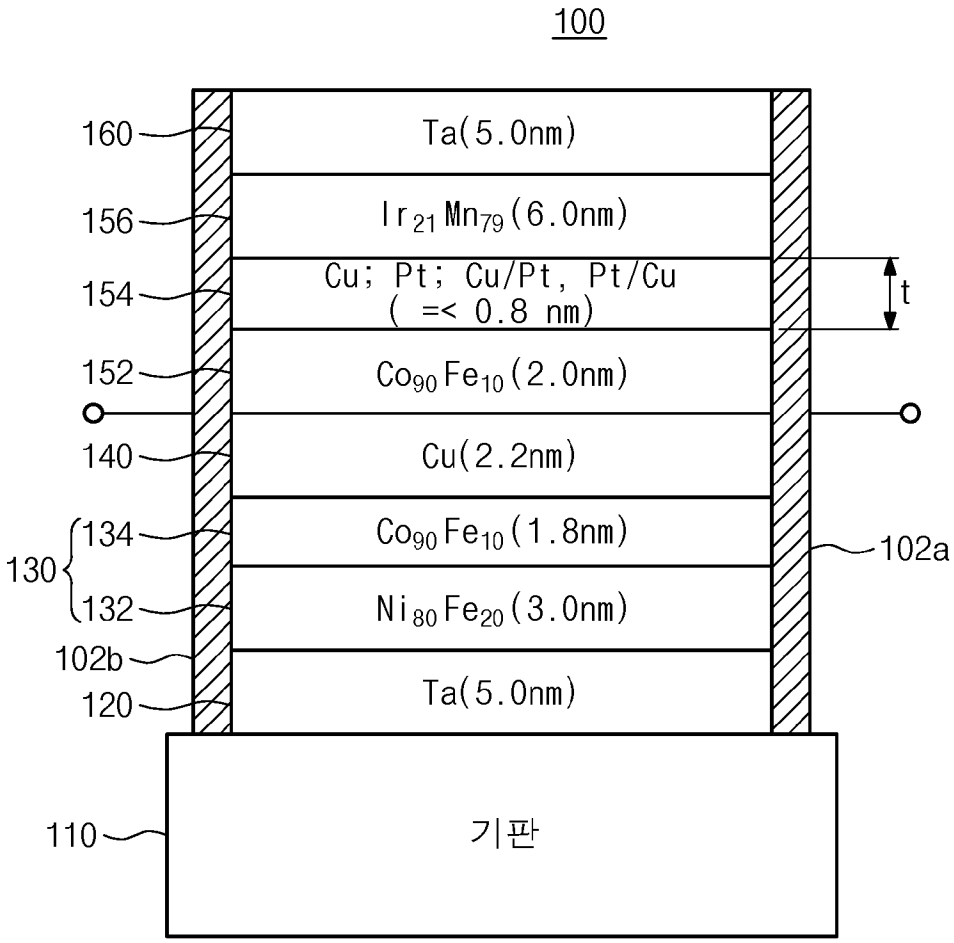
[도10b]


In-plane hard direction
90°
H_Y
Sensing Range
V_{ac}(mV)
H(Oe)

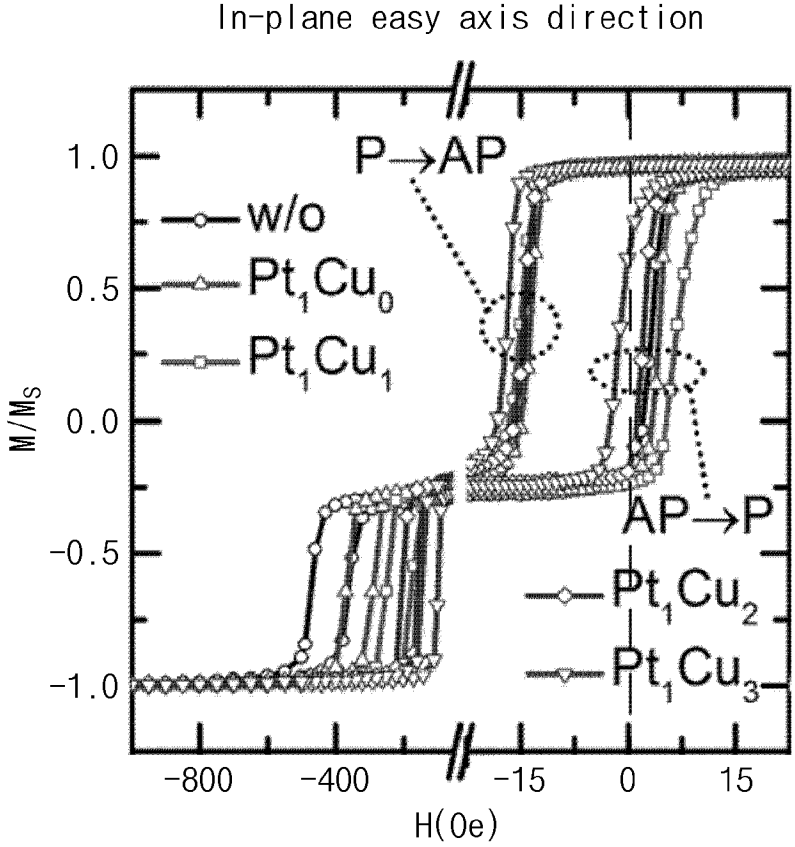
[도11a]


고정층
Pinned 방향
자유층
형상자기이방성
방향

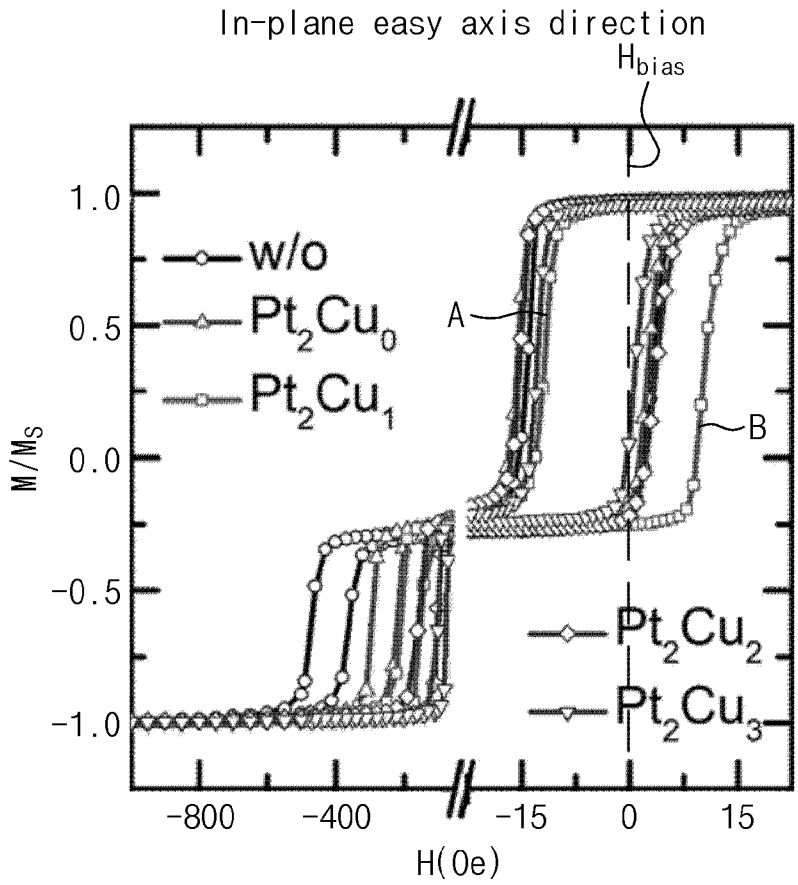
[도11b]


100
160
Ta(5.0nm)
156
Ir21Mn79(6.0nm)
154
Cu; Pt; Cu/Pt, Pt/Cu
(=< 0.8 nm)
t
152
Co90Fe10(2.0nm)
140
Cu(2.2nm)
130
134
Co90Fe10(1.8nm)
132
Ni80Fe20(3.0nm)
102a
102b
120
Ta(5.0nm)
110
기판

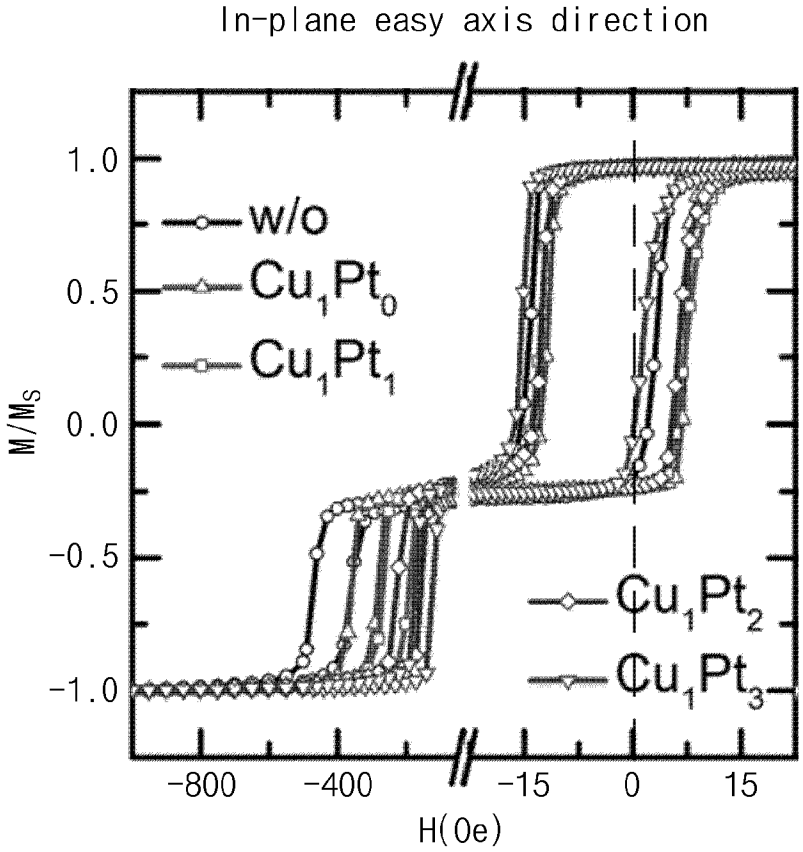
[도12a]


In-plane easy axis direction
P→AP
w/o
Pt1Cu0
Pt1Cu1
AP→P
Pt1Cu2
Pt1Cu3
M/MS
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

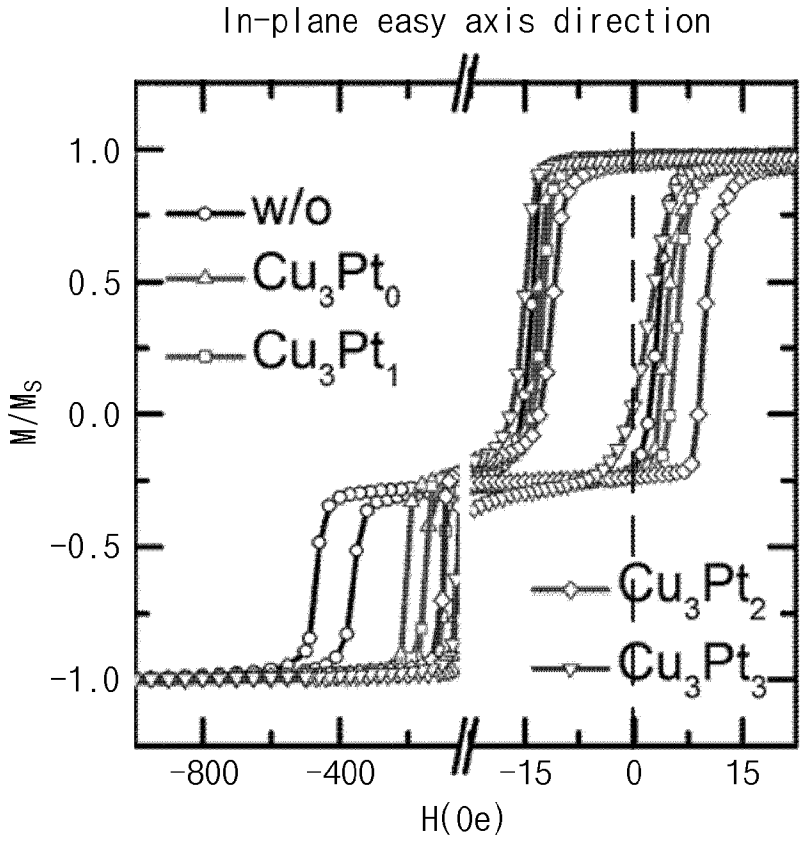
[도12b]


In-plane easy axis direction
Hbias
w/o
Pt2Cu0
Pt2Cu1
A
B
Pt2Cu2
Pt2Cu3
M/MS
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

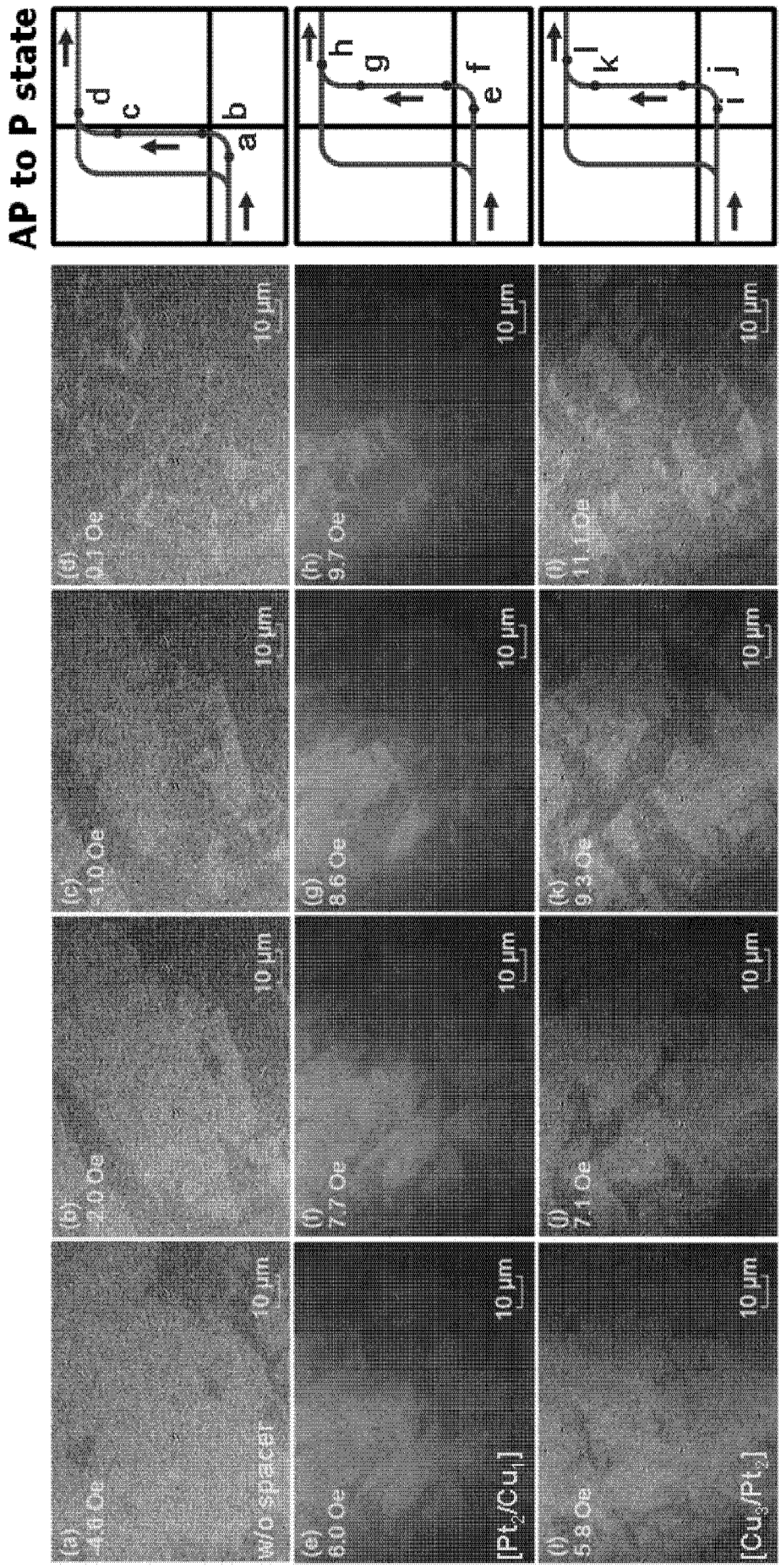
[도12c]


In-plane easy axis direction
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
M/Ms
w/o
Cu1Pt0
Cu1Pt1
Cu1Pt2
Cu1Pt3
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

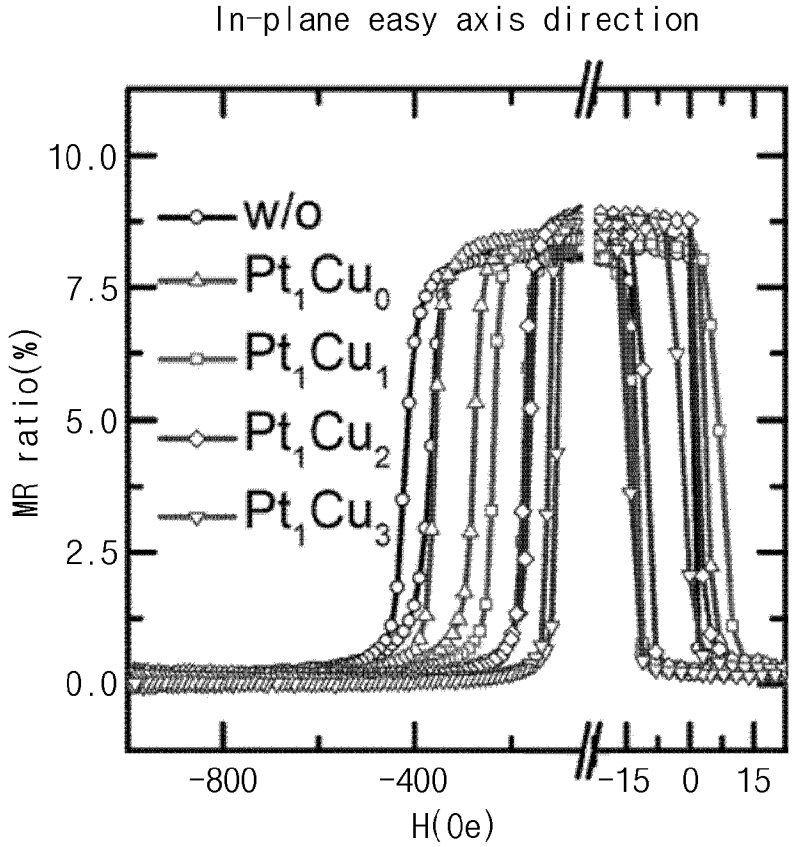
[도12d]


In-plane easy axis direction
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
M/Ms
w/o
Cu3Pt0
Cu3Pt1
Cu3Pt2
Cu3Pt3
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

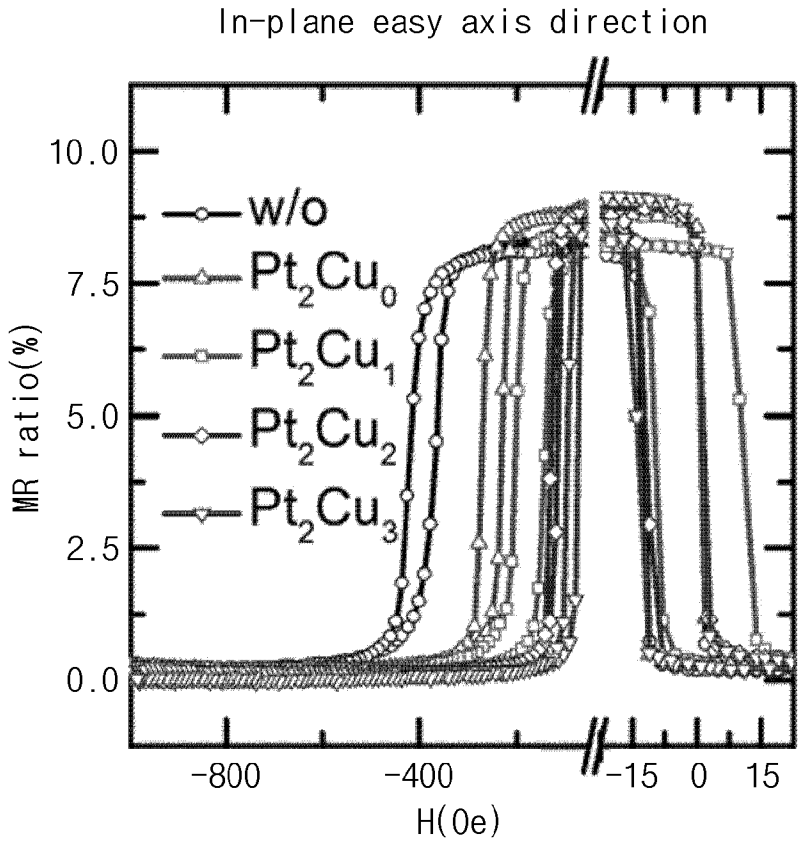
[도13]


AP to P state
a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k
l
(a)
-4.8 Oe
w/o spacer
10 μm
(b)
-2.0 Oe
10 μm
(c)
-1.0 Oe
10 μm
(d)
0.1 Oe
10 μm
(e)
6.0 Oe
[Pt2/Cu1]
10 μm
(f)
7.7 Oe
10 μm
(g)
8.6 Oe
10 μm
(h)
9.7 Oe
10 μm
(i)
5.8 Oe
[Cu3/Pt1]
10 μm
(j)
7.1 Oe
10 μm
(k)
9.3 Oe
10 μm
(l)
11.1 Oe
10 μm

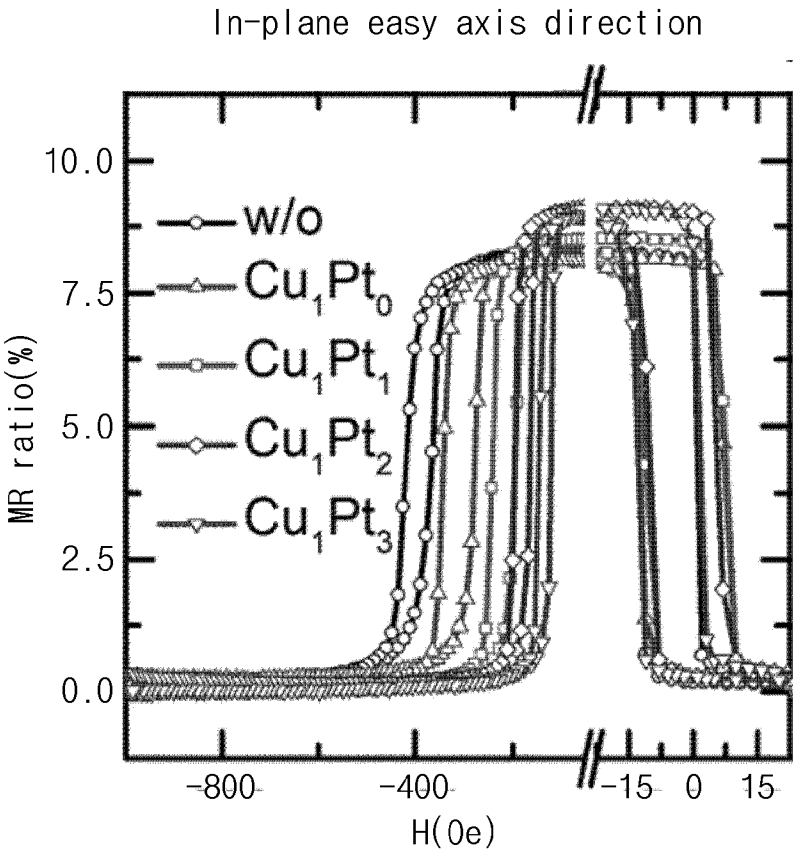
[도14a]


In-plane easy axis direction
10.0
7.5
5.0
2.5
0.0
MR ratio(%)
w/o
Pt1Cu0
Pt1Cu1
Pt1Cu2
Pt1Cu3
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

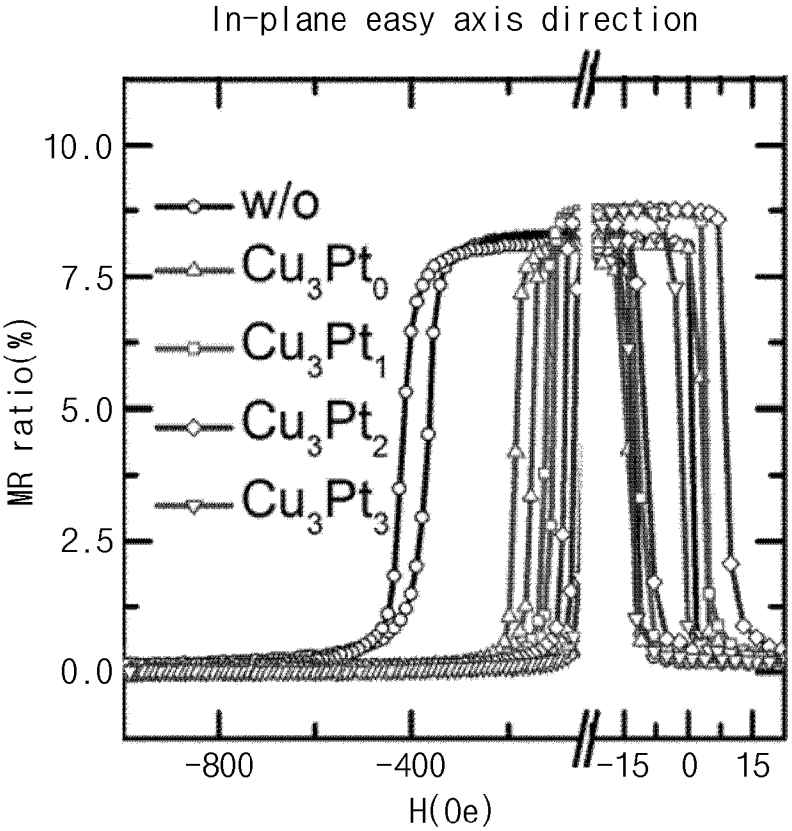
[도14b]


In-plane easy axis direction
10.0
7.5
5.0
2.5
0.0
MR ratio(%)
w/o
Pt2Cu0
Pt2Cu1
Pt2Cu2
Pt2Cu3
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

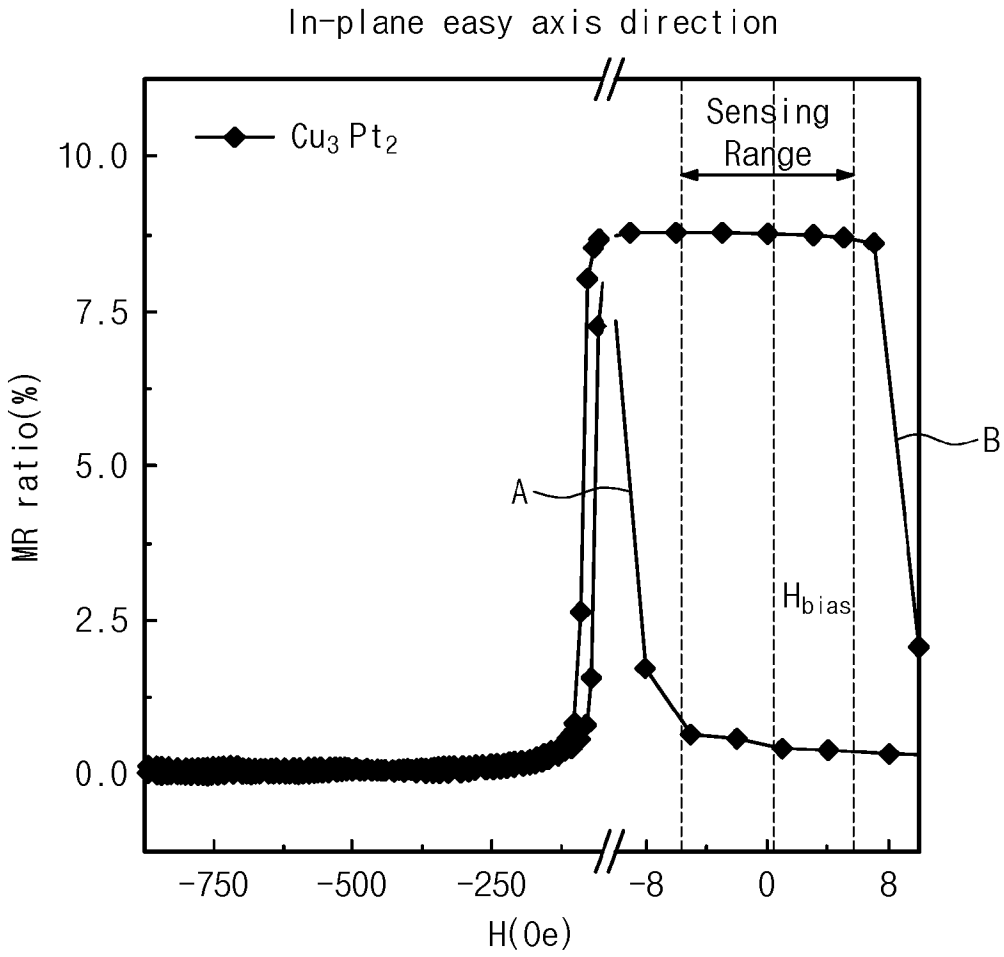
[도14c]


In-plane easy axis direction
MR ratio(%)
10.0
7.5
5.0
2.5
0.0
w/o
Cu1Pt0
Cu1Pt1
Cu1Pt2
Cu1Pt3
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

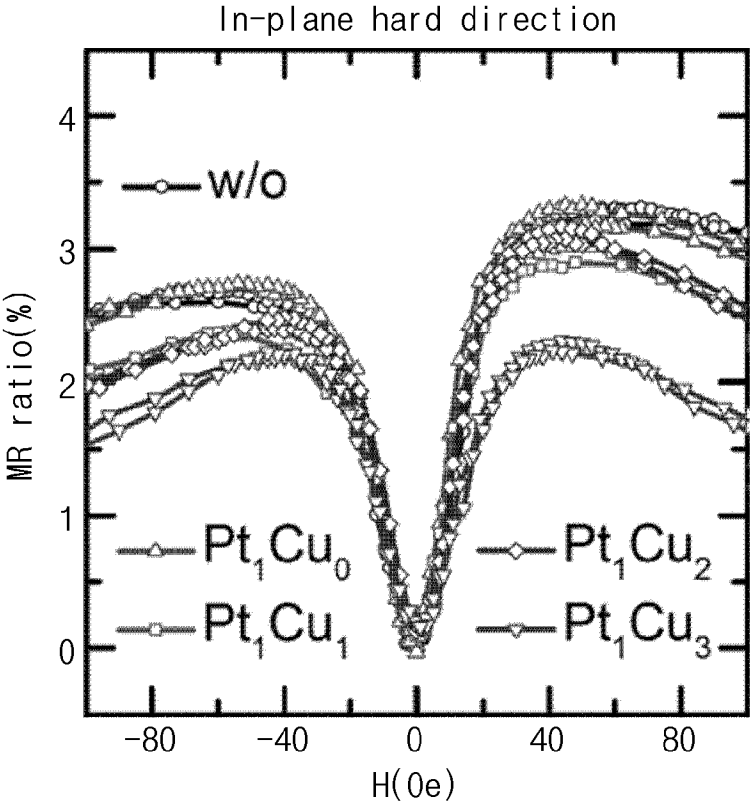
[도14d]


In-plane easy axis direction
MR ratio(%)
10.0
7.5
5.0
2.5
0.0
w/o
Cu3Pt0
Cu3Pt1
Cu3Pt2
Cu3Pt3
-800
-400
-15
0
15
H(Oe)

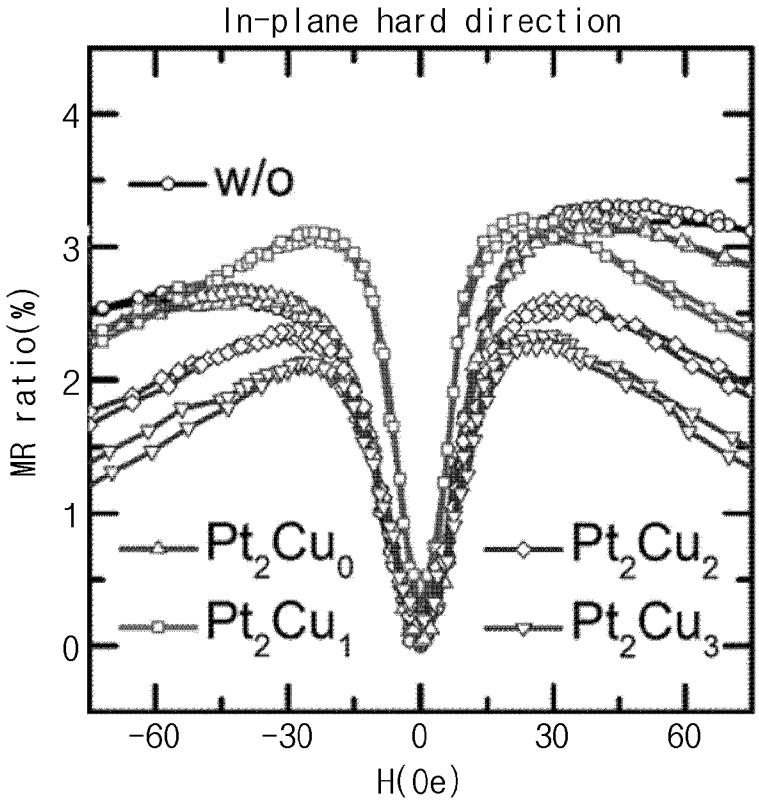
[도15]


In-plane easy axis direction
Cu3 Pt2
Sensing
Range
10.0
7.5
5.0
2.5
0.0
MR ratio(%)
A
B
Hbias
-750
-500
-250
-8
0
8
H(Oe)

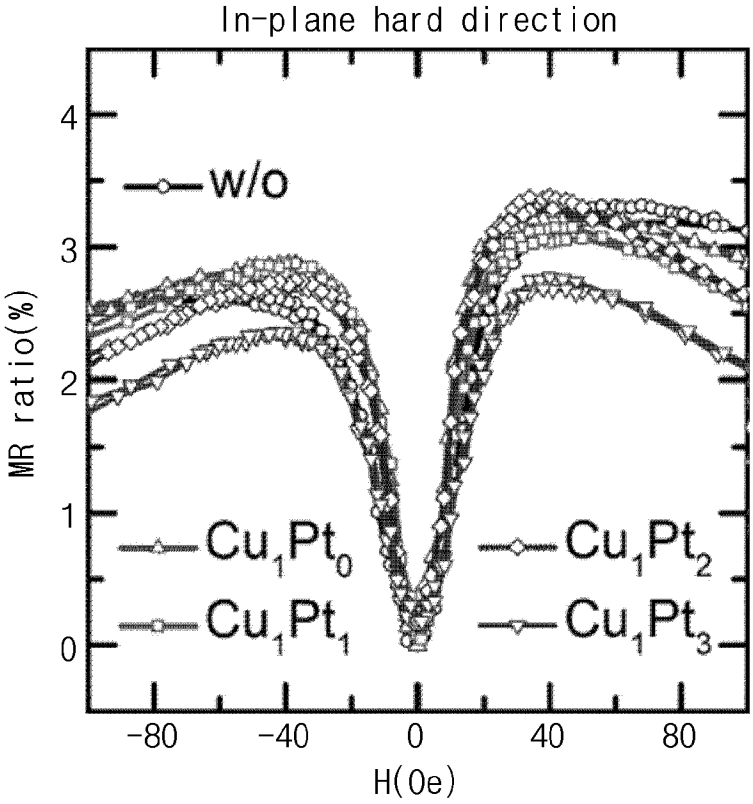
[도16a]


In-plane hard direction
w/o
Pt1Cu0
Pt1Cu1
Pt1Cu2
Pt1Cu3
4
3
2
1
0
MR ratio(%)
-80
-40
0
40
80
H(Oe)

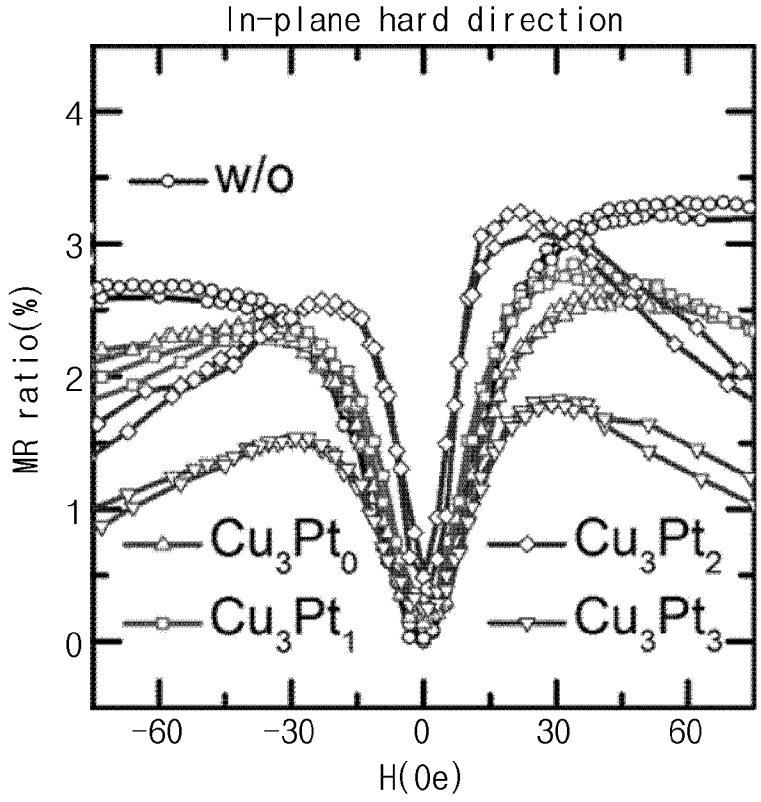
[도16b]


In-plane hard direction
w/o
Pt_2Cu_0
Pt_2Cu_1
Pt_2Cu_2
Pt_2Cu_3
MR ratio(%)
H(Oe)
4
3
2
1
0
-60
-30
0
30
60

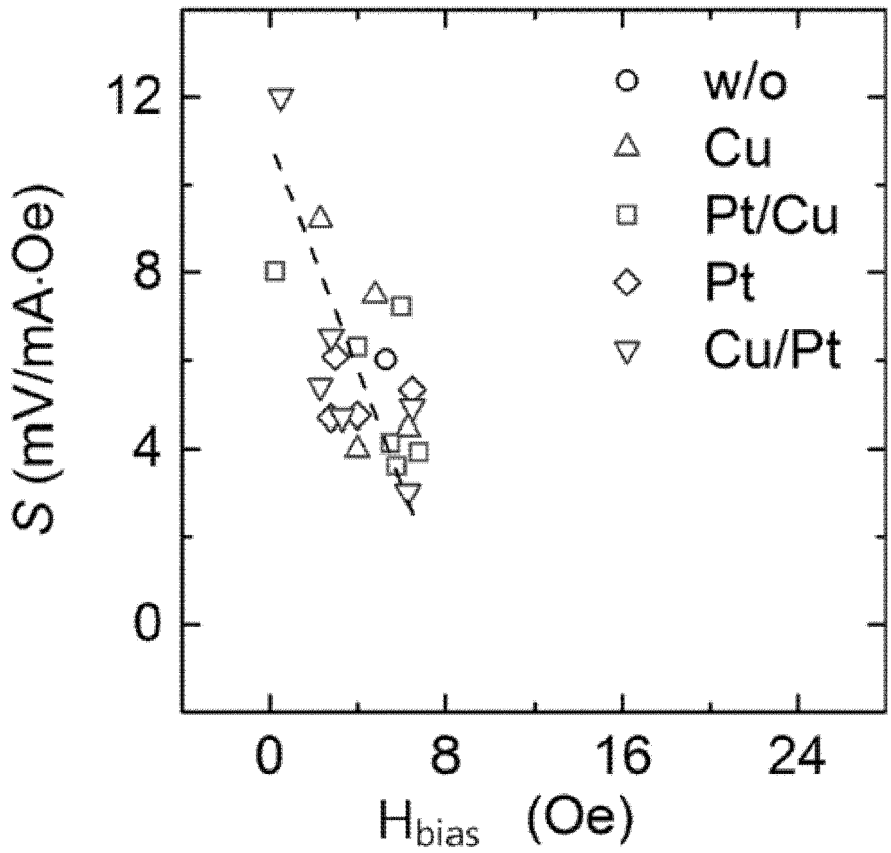
[도16c]


In-plane hard direction
w/o
Cu_1Pt_0
Cu_1Pt_1
Cu_1Pt_2
Cu_1Pt_3
MR ratio(%)
H(Oe)
4
3
2
1
0
-80
-40
0
40
80

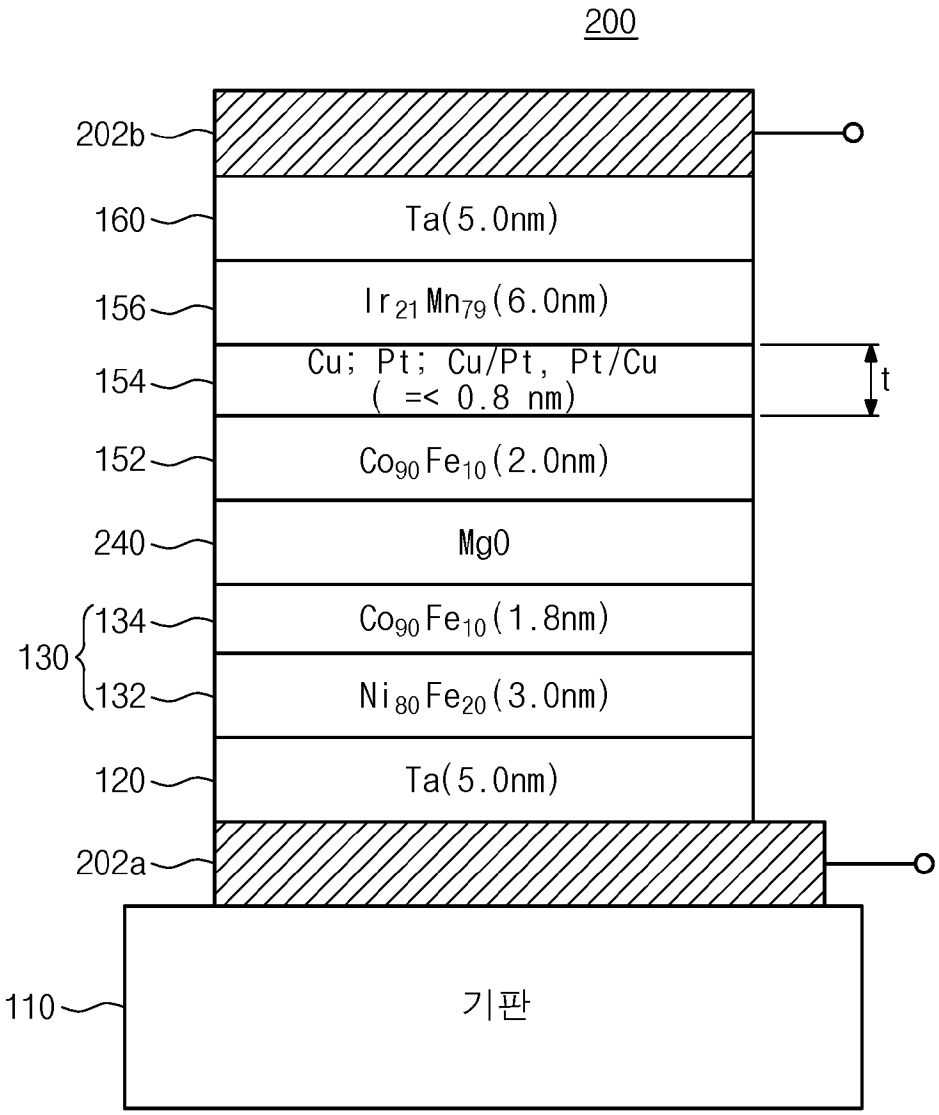
[도16d]


In-plane hard direction
MR ratio(%)
H(Oe)
w/o
Cu3Pt0
Cu3Pt1
Cu3Pt2
Cu3Pt3
4
3
2
1
0
-60
-30
0
30
60

[도17]


S (mV/mA·Oe)
Hbias (Oe)
w/o
Cu
Pt/Cu
Pt
Cu/Pt
12
8
4
0
0
8
16
24

[도18]


200
202b
160
Ta(5.0nm)
156
Ir21Mn79(6.0nm)
154
Cu; Pt; Cu/Pt, Pt/Cu
(=< 0.8 nm)
t
152
Co90Fe10(2.0nm)
240
MgO
130
134
Co90Fe10(1.8nm)
132
Ni80Fe20(3.0nm)
120
Ta(5.0nm)
202a
110
기판

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2019/003114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 10/32(2006.01)i, H01F 10/12(2006.01)i, G01R 33/09(2006.01)i, B82Y 25/00(2011.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F 10/32; G01R 33/09; H01L 21/8246; H01L 21/8247; H01L 27/115; H01L 43/08; H01F 10/12; B82Y 25/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: magnetic cell, wheatstone bridge, spacer layer, free layer, fixed layer, ferromagnetic layer, antiferromagnetism

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2014-0120451 A (INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 14 October 2014 See paragraphs [0020], [0031], [0034], [0036], [0068] and figures 2-3.	1-12
Y	JP 2009-509357 A (GRANDIS INC.) 05 March 2009 See paragraphs [0042], [0045], [0061] and figure 1.	1-12
Y	KR 10-1446334 B1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 01 October 2014 See paragraphs [0005]-[0007], [0031] and figures 1-3b.	1-12
A	JP 2003-124540 A (SONY CORP.) 25 April 2003 See paragraphs [0023]-[0045].	1-12
A	WO 2015-033464 A1 (HITACHI, LTD.) 12 March 2015 See paragraphs [0021]-[0038] and figures 1-2.	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 JUNE 2019 (26.06.2019)	**02 JULY 2019 (02.07.2019)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2019/003114

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0120451 A	14/10/2014	KR 10-1521013 B1	28/05/2015
JP 2009-509357 A	05/03/2009	CN 101523503 A	02/09/2009
		EP 1935029 A2	25/06/2008
		KR 10-2008-0070812 A	31/07/2008
		TW 200713648 A	01/04/2007
		US 2007-0063236 A1	22/03/2007
		US 2007-0063237 A1	22/03/2007
		US 2010-0072524 A1	25/03/2010
		US 7777261 B2	17/08/2010
		US 7859034 B2	28/12/2010
		US 7973349 B2	05/07/2011
		WO 2007-035786 A2	29/03/2007
		WO 2007-035786 A3	07/05/2009
KR 10-1446334 B1	01/10/2014	KR 10-2009-0116484 A	11/11/2009
		US 2009-0278218 A1	12/11/2009
		US 7928524 B2	19/04/2011
JP 2003-124540 A	25/04/2003	None	
WO 2015-033464 A1	12/03/2015	JP WO2015-033464 A1	02/03/2017
		US 2016-0202330 A1	14/07/2016

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2019/003114

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01F 10/32(2006.01)i, H01F 10/12(2006.01)i, G01R 33/09(2006.01)i, B82Y 25/00(2011.01)n

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01F 10/32; G01R 33/09; H01L 21/8246; H01L 21/8247; H01L 27/115; H01L 43/08; H01F 10/12; B82Y 25/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 자기소자(magnetic cell), 휘스톤 브리지(wheatstone bridge), 스페이서층(spacer layer), 자유층(free layer), 고정층(fixed layer), 강자성층(ferromagnetic layer), 반강자성(antiferromagnetism)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2014-0120451 A (인하대학교 산학협력단) 2014.10.14 단락 [0020], [0031], [0034], [0036], [0068] 및 도면 2-3 참조.	1-12
Y	JP 2009-509357 A (GRANDIS INC.) 2009.03.05 단락 [0042], [0045], [0061] 및 도면 1 참조.	1-12
Y	KR 10-1446334 B1 (삼성전자주식회사) 2014.10.01 단락 [0005]-[0007], [0031] 및 도면 1-3b 참조.	1-12
A	JP 2003-124540 A (SONY CORP.) 2003.04.25 단락 [0023]-[0045] 참조.	1-12
A	WO 2015-033464 A1 (HITACHI, LTD.) 2015.03.12 단락 [0021]-[0038] 및 도면 1-2 참조.	1-12

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2019년 06월 26일 (26.06.2019)	2019년 07월 02일 (02.07.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
황찬윤
전화번호 +82-42-481-3347

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2019/003114

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0120451 A	2014/10/14	KR 10-1521013 B1	2015/05/28
JP 2009-509357 A	2009/03/05	CN 101523503 A	2009/09/02
		EP 1935029 A2	2008/06/25
		KR 10-2008-0070812 A	2008/07/31
		TW 200713648 A	2007/04/01
		US 2007-0063236 A1	2007/03/22
		US 2007-0063237 A1	2007/03/22
		US 2010-0072524 A1	2010/03/25
		US 7777261 B2	2010/08/17
		US 7859034 B2	2010/12/28
		US 7973349 B2	2011/07/05
		WO 2007-035786 A2	2007/03/29
		WO 2007-035786 A3	2009/05/07
KR 10-1446334 B1	2014/10/01	KR 10-2009-0116484 A	2009/11/11
		US 2009-0278218 A1	2009/11/12
		US 7928524 B2	2011/04/19
JP 2003-124540 A	2003/04/25	없음	
WO 2015-033464 A1	2015/03/12	JP WO2015-033464 A1	2017/03/02
		US 2016-0202330 A1	2016/07/14