

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 12월 3일 (03.12.2015)



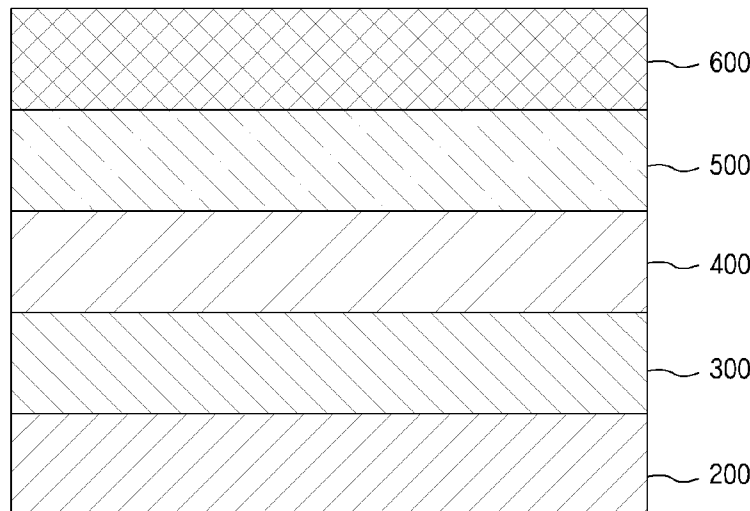
(10) 국제공개번호
WO 2015/182889 A1

- (51) 국제특허분류: *H01L 43/08* (2006.01) *G11C 11/15* (2006.01)
G11C 11/16 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/004332
- (22) 국제출원일: 2015년 4월 29일 (29.04.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2014-0063914 2014년 5월 27일 (27.05.2014) KR
- (71) 출원인: 한양대학교 산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION HANYANG UNIVERSITY) [KR/KR]; 133-791 서울시 성동구 왕십리로 222, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 홍진표 (HONG, Jinpyo); 133-778 서울시 성동구 금호로 100, 109동 602호 (벽산아파트), Seoul (KR).
이자빈 (LEE, Jabin); 133-817 서울시 성동구 사근동 8가길 5-25, 202호, Seoul (KR). 안광국 (AN, Gwangguk); 138-860 서울시 송파구 문정로 197, 2동 709호 (삼성아파트), Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADE-MARK LAW FIRM); 137-890 서울시 서초구 바우피로 188, 3층, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, 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).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: MAGNETIC TUNNEL JUNCTION ELEMENT AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 자기터널접합 소자 및 그 제조방법



(57) Abstract: A magnetic tunnel junction element and a manufacturing method therefor are provided. The magnetic tunnel junction element comprises: a seed layer having an FCC (001) crystal structure; a first ferromagnetic layer located on the seed layer and having perpendicular magnetic anisotropy; a tunneling barrier layer located on the first ferromagnetic layer; and a second ferromagnetic layer located on the tunneling barrier layer and having perpendicular magnetic anisotropy, wherein the first ferromagnetic layer has a BCC (001) crystal structure and does not include boron. Therefore, the magnetic tunnel junction element, which is more stable in terms of structure and heat, can be provided by using the seed layer for assisting the growth of crystals in a BCC (001) direction of a boron-free magnetic layer and for providing perpendicular magnetic anisotropy thereto, that is, W_2N or TaN which is a nitrogen-doped metal material having a cubic crystal structure and having a similar lattice constant to that of a magnetic layer material.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/182889 A1

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

자기터널접합 소자 및 그 제조방법을 제공한다. 자기터널접합 소자는 FCC (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층, 상기 씨앗층 상에 위치하되, 수직자기이방성을 갖는 제 1 강자성층, 상기 제 1 강자성층 상에 위치하는 터널링 배리어층 및 상기 터널링 배리어층 상에 위치하되, 수직자기이방성을 갖는 제 2 강자성층을 포함하고, 상기 제 1 강자성층은 BCC (001) 결정 구조를 갖고, 보론을 비포함하는 것을 특징으로 한다. 따라서, boron-free 한 자성층의 BCC (001) 방향의 결정 성장을 도우며, 수직자기 이방성을 갖도록 해주는 씨앗층, 즉, 자성층 물질과 격자 상수가 비슷하고, cubic 결정 구조를 갖는 질소 도핑된 금속 소재인 W_2N 또는 TaN 을 사용함으로써, 구조적, 열적으로 더 안정적인 자기터널접합 소자를 제공할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 자기터널접합 소자 및 그 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 자기터널접합 소자에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 Boron-free 강자성체용 씨앗층을 포함하는 자기터널접합 소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 새로운 정보저장 매체에 대한 요구로 주목받고 있는 차세대 비휘발성 메모리로는 강유전체 메모리(FeRAM), 자기메모리(MRAM), 저항형 메모리(ReRAM), 상변화메모리(PRAM) 등이 있다. 이들 메모리는 각각의 장점을 가지고 있으며, 그 용도에 맞는 방향으로 연구개발이 활발하게 진행되고 있다.
- [3] 이 중 MRAM(Magnetic Random Access Memory)은 자기저항(Magnetoresistance)이라는 양자역학적 효과를 이용한 기억소자로서, 저소비 전력으로 고밀도성 및 고응답성의 특징으로 비휘발적인 데이터의 기억이 가능한 장치로, 현재 널리 이용되고 있는 기억소자인 DRAM을 대체할 수 있는 대용량용 기억소자이다.
- [4] 자기 저항 효과로는, 거대자기저항(Giant Magneto Resistive, GMR)과 터널자기저항(Tunneling Magneto Resistive, TMR)의 2가지 효과가 알려져 있다.
- [5] GMR 효과를 이용하는 소자는 2개의 강자성층의 사이에 위치한 도체의 저항이 상하의 강자성층의 스핀 방향에 따라 변화되는 현상을 이용하여 정보를 기억하는 것이다. 그러나, GMR 소자는 자기 저항값의 변화의 비율을 나타내는 MR(magnetoresistance)비가 10% 정도로 낮기 때문에, 기억 정보의 판독 신호가 작아서, 판독 마진의 확보가 MRAM 실현의 최대 과제이다.
- [6] 한편, TMR 효과를 이용하는 대표적인 소자로서는, 자기터널접합효과에 따른 자기 저항의 변화를 이용하는 자기터널접합Magnetic Tunnel Junction, MTJ) 소자가 알려져 있다.
- [7] 이 MTJ 소자는 강자성층/절연층/강자성층의 적층 구조로 되어있다. MTJ 소자에서는, 상하의 강자성층의 스핀 방향이 동일한 경우에는, 터널 절연막을 개재한 2개의 강자성층간의 터널 확률이 최대로 되어, 그 결과 저항값이 최소로 된다. 이에 대하여, 스핀 방향이 반대인 경우에는, 그 터널 확률이 최소로 됨으로써 저항값이 최대로 된다.
- [8] 이러한 2가지 스핀 상태를 실현하기 위해, 강자성층(자성체막) 중 어느 한쪽은 그 자화 방향이 고정되어 있어 외부 자화의 영향을 받지 않도록 설정되어 있다. 일반적으로, 이 자화 방향이 고정되어 있는 강자성층을 고정층 또는 핀드층(Pinned layer)이라 한다.
- [9] 다른 쪽 강자성층(자성체막)은 인가되는 자계의 방향에 따라 자화 방향이

고정층의 자화 방향과 동일하거나 반대가 가능하게 되어 있다. 이때의 강자성층을 일반적으로 자유층(Free layer)이라 하며, 정보를 저장하는 역할을 담당하고 있다.

[10] MTJ 소자의 경우, 현재, 저항 변화율로서의 MR비가 50%를 초과하는 것도 얻어지고 있으며, MRAM 개발의 주류가 되고 있다.

[11] 한편, 이러한 MTJ 소자 중 수직자기이방성 물질을 이용한 MTJ 소자가 주목받고 있다.

[12] 특히, 이러한 수직자기이방성 물질을 이용한 MTJ 소자를 수직스핀전달토크형 자기저항메모리(STT-MRAM) 등에 적용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[13] 스핀전달토크형 기록방식은 외부 자기장이 아닌 자기터널접합에 직접 전류를 주입하여 자화반전을 유도하는 방식을 말한다. 이러한 STT 기록방식은 별도의 외부 도선이 필요없어 고집적화에 유리한 특징이 있다.

[14] 현재 MTJ 소자에서 대표적인 자성층으로 CoFeB 소재가 사용되고 있으며, Ta 씨앗층/CoFeB 자성층/MgO 터널링 배리어층이 체심입방(BCC) (001) 결정구조를 유지하며 성장할 때 높은 MR을 갖는 MTJ 소자를 제공할 수 있다고 알려져 있다.

[15] 이러한 MTJ 소자의 제조방법으로 Ta 기반 씨앗층을 비정질로 증착 후에 보론(Boron)이 삽입된 CoFeB 자성층을 다시 비정질로 성장 후, MgO 소재를 자성층 상에 BCC (001)로 쌓고, 모든 층이 쌓인 후 후-열처리를 통하여 자성층의 BCC (001) 성장을 확립하는 방법이 개시되었다.

[16] 또한, CoFeB 자성층 소재는 열처리 후 CoFeB 소재에서 일부분 보론이 빠져나오면서, 기존의 비정질인 CoFeB 소재의 BCC (001) 성장을 돕는 것으로 알려져 있다.

[17] 하지만, 후 열처리 시 확산(diffusion) 효과로 빠져나오는 보론 소재는 MTJ 소자 내에서 MgO층과 결합하여 MgBO를 만들어 MR에 영향을 주거나 혹은 사용되는 Ta 씨앗층과의 문제를 발생시키고 있다.

[18] 또한, Ta/CoFeB/MgO 구조에서 사용되는 Ta 씨앗층은 후 열처리 시 일부분은 보론 흡수층으로 사용되지만 자체적으로 열에 의하여 확산(diffusion)함으로서 MR 크기 및 열적 안정성이 저하되는 문제가 있다.

[19] 나아가, 보론(boron)이 삽입된 CoFeB 자성층은 기본적으로 감쇠상수(damping constant)가 크기 때문에 소자 개발에 필수적인 Jc를 줄이는데 한계를 가지고 있다.

[20] 따라서 Jc를 줄이기 위한 감쇠 상수가 작은 새로운 강자성체 소재의 개발이 필수적으로 요구되고 있으며, 이를 위해서는 먼저 새로운 자성체 소재를 적절히 성장하기 위해서 다른 구조를 가지는 씨앗층 소재 개발이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[21] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 작은 감쇠 상수를 가지는 boron-free

강자성체 수직자기이방성 물질을 효과적으로 성장시키기 위한 새로운 씨앗층을 포함하는 자기터널접합 소자 및 그 제조방법을 제공함에 있다.

과제 해결 수단

- [22] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 자기터널접합 소자를 제공한다. 이러한 자기터널접합 소자는 면심입방(FCC) (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층, 상기 씨앗층 상에 위치하되, 수직자기이방성을 갖는 제1 강자성층, 상기 제1 강자성층 상에 위치하는 터널링 배리어층 및 상기 터널링 배리어층 상에 위치하되, 수직자기이방성을 갖는 제2 강자성층을 포함할 수 있다. 이 때의 제1 강자성층은 체심입방(BCC) (001) 결정 구조를 갖고, 보론을 비포함하는 것을 특징으로 한다.
- [23] 또한, 상기 씨앗층은 질소 도핑된 금속을 포함할 수 있다.
- [24] 또한, 상기 질소 도핑된 금속은 W_2N 또는 TaN일 수 있다.
- [25] 또한, 상기 제1 강자성층은 Co, Fe, Ni 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 물질을 포함할 수 있다.
- [26] 또한, 상기 제2 강자성층 상에 위치하는 캡핑층을 더 포함할 수 있다.
- [27] 또한, 상기 캡핑층은 질소 도핑된 금속을 포함할 수 있다.
- [28] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 자기터널접합 소자 제조방법을 제공한다. 이러한 자기터널접합 소자 제조방법은 기판 상에 FCC (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층을 형성하는 단계, 상기 씨앗층 상에 수직자기이방성을 갖는 제1 강자성층을 형성하는 단계, 상기 제1 강자성층 상에 터널링 배리어층을 형성하는 단계 및 상기 터널링 배리어층 상에 수직자기이방성을 갖는 제2 강자성층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 이때의 제1 강자성층은 BCC (001) 결정 구조로 성장되는 것을 특징으로 한다.
- [29] 상기 제1 강자성층을 형성하는 단계는 스퍼터링법을 이용하여 형성하는 것을 특징으로 한다.
- [30] 또한, 상기 씨앗층은 질소 도핑된 금속을 포함할 수 있다.
- [31] 또한, 상기 질소 도핑된 금속은 W_2N 또는 TaN일 수 있다.
- [32] 또한, 상기 제1 강자성층은 Co, Fe, Ni 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 물질을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [33] 본 발명에 따르면, boron-free한 자성층의 BCC (001) 방향의 결정 성장을 도우며, 수직자기 이방성을 갖도록 해주는 씨앗층, 즉, 자성층 물질과 격자 상수가 비슷하고, cubic 결정 구조를 갖는 질소 도핑된 금속 소재인 W_2N 또는 TaN을 사용함으로써, 구조적, 열적으로 더 안정적인 자기터널접합 소자를 제공할 수 있다.
- [34] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게

명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[35] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직자기이방성을 갖는 자기터널접합 소자를 나타낸 단면도이다.

[36] 도 2 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직자기이방성을 갖는 자기터널접합 소자를 공정단계에 따라 나타낸 단면도들이다.

발명의 실시를 위한 형태

[37] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

[38] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본 발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.

[39] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[40] 비록 제1, 제2 등의 용어가 여러 가지 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들은 이러한 용어에 의해 한정되어서는 안 된다는 것을 이해할 것이다.

[41] 또한, 본 발명에서 사용하는 용어 "A/B/C 다층구조"는 A층 상에 B층 및 C층이 차례로 위치하는 구조를 의미한다.

[42]

[43] 본 발명의 일 실시예에 따른 수직자기이방성을 갖는 자기터널접합 소자를 설명한다.

[44] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직자기이방성을 갖는 자기터널접합 소자를 나타낸 단면도이다.

[45] 도 1을 참조하면, 본 발명의 자기터널접합소자를 나타낸 단면도는 씨앗층(200), 제1 강자성층(300), 터널링 배리어층(400), 제2 강자성층(500) 및 캡핑층(600)을 포함한다.

[46] 씨앗층(200)은 보론이 삽입된 CoFeB 소재보다 작은 감쇠상수(damping constant)를 가지는 보론이 비포함된(boron-free) 강자성체 수직자기이방성 물질을 효과적으로 성장시키기 위한 역할을 한다.

[47] 따라서, boron-free한 자성층의 BCC (001) 방향의 결정 성장을 도우며, boron-free한 자성층이 수직자기 이방성을 갖도록 해주는 씨앗층(200) 물질로 이러한 성장될 자성층의 격자 상수(lattice constant)와 비슷하고, 입방(cubic)

- 구조를 갖는 물질이 바람직하다.
- [48] 예컨대, BCC (001) 결정 구조를 갖는 강자성층을 효과적으로 성장시키기 위하여, 씨앗층(200)은 입방 결정 구조인 FCC (001) 결정 구조 또는 BCC (001) 결정 구조일 수 있다.
- [49] 이러한 씨앗층(200) 중 FCC (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층 소재로 질소 도핑된 금속을 포함할 수 있다. 이러한 질소 도핑된 금속은 예컨대, W_2N 또는 TaN일 수 있다.
- [50] 특히, W_2N 소재는 FCC (001) 결정 구조를 갖으며 격자 상수가 후술하는 터널링 배리어층(400)의 MgO 소재와 유사한 바, 기존의 4-fold symmetry를 유지하면서, Boron-free한 CoFe 자성체 소재의 BCC (001) 성장을 확보할 수 있다.
- [51] 제1 강자성층(300)은 씨앗층(200) 상에 위치한다. 이 때의 제1 강자성층(300)은 강자성 물질을 주 원소로 한다. 이러한 강자성 물질은 보론이 삽입된 CoFeB 물질보다 작은 감쇠 상수를 갖으면서 수직자기이방성을 나타내는 여러 가지 강자성 물질이 가능할 것이다.
- [52] 이러한 boron-free 강자성 물질은 Fe, Co, Ni 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 강자성층(300)은 CoFe층일 수 있다.
- [53] 이러한 제1 강자성층(300)은 고정층 또는 자유층일 수 있다.
- [54] 고정층은 자화 방향이 고정되어 있어 외부 자화의 영향을 받지 않도록 설정된다.
- [55] 자유층은 인가되는 자계의 방향에 따라 자화 방향이 고정층의 자화 방향과 동일하거나 반대가 가능하게 됨으로써, 정보를 저장하는 역할을 한다.
- [56] 터널링 배리어층(400)은 제1 강자성층(300) 상에 위치한다. 즉, 터널링 배리어층(400)은 제1 강자성층(300) 및 제2 강자성층(500) 사이에 개재된다.
- [57] 따라서, 이러한 터널링 배리어층(400)의 물질은 절연물질인 것이면 어느 것이나 가능할 것이다. 예를 들어, 이러한 절연물질은 MgO, Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , Y_2O_3 및 Yb_2O_3 로 구성된 군에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다. 바람직하게 터널링 배리어층(400)은 MgO층일 수 있다.
- [58] 나아가, 높은 MR(magnetoresistance ratio)을 갖기 위하여 터널링 배리어층(400) 역시 BCC (001) 결정구조 인 것이 바람직하다. 예를 들어, 터널링 배리어층(400)은 BCC (001) 결정구조를 갖는 MgO층일 수 있다.
- [59] 제2 강자성층(500)은 터널링 배리어층(400) 상에 위치한다. 만일, 제1 강자성층(300)이 고정층인 경우, 제2 강자성층(500)은 자유층이고, 제1 강자성층(300)이 자유층인 경우, 제2 강자성층(500)은 고정층일 것이다.
- [60] 이 때의 제2 강자성층(500)은 수직자기이방성을 갖는 강자성 물질을 주 원소로 한다. 따라서, 이러한 제2 강자성층(500)은 수직자기이방성을 갖기 위하여 Fe, Co, Ni, B, Si, Zr, Pt, Tb, Pd, Cu, W, Ta 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [61] 한편, 경우에 따라 제2 강자성층(500)도 BCC (001) 결정구조를 갖는

강자성층으로 설정할 수 있다. 이 경우, 후술하는 캡핑층(600)을 입방 결정 구조를 갖는 물질로 선택할 수 있는 장점이 있다.

[62] 캡핑층(600)은 이러한 제2 강자성층(500) 상에 위치한다. 이러한 캡핑층(600)은 보호층으로서 기능하며, 제2 강자성층(500)이 산화되는 것을 보호한다. 예를 들어, 이러한 캡핑층(600)은 Ta, W, Hf, Pd 또는 Pt를 포함할 수 있다.

[63] 한편, 이러한 캡핑층(600) 물질로 입방 구조를 갖는 물질을 선택할 수 있다. 이는 씨앗층(200)으로부터 제1 강자성층(300), 터널링 배리어층(400) 및 제2 강자성층(500)을 차례로 BCC (001) 결정구조로 성장시킬 수 있기 때문에, BCC (001) 결정구조로 성장된 제2 강자성층(500) 상에 입방 구조의 캡핑층(600)을 성장시킬 수 있기 때문이다.

[64] 따라서, 이러한 입방구조의 캡핑층(600)은 FCC (001) 결정 구조를 갖으며 제2 강자성층이 산화되는 것을 보호할 수 있는 소재로 질소 도핑된 금속을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 질소 도핑된 금속은 예컨대, W_2N 또는 TaN일 수 있다.

[65]

[66] 본 발명의 일 실시예에 따른 수직자기이방성을 갖는 자기터널접합 소자 제조방법을 설명한다.

[67] 도 2 내지 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 수직자기이방성을 갖는 자기터널접합 소자를 공정단계에 따라 나타낸 단면도들이다.

[68] 도 2를 참조하면, 기판(100) 상에 FCC (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층(200)을 형성한다. 이때의 씨앗층(200)은 질소 도핑된 금속을 포함할 수 있다. 예를 들어, 질소 도핑된 금속은 W_2N 또는 TaN일 수 있다.

[69] 이러한 씨앗층(200)은 스퍼터링법을 이용하여 형성할 수 있다. 예를 들어, 기판(100) 상에 W_2N 씨앗층을 리액티브 스퍼터링(reactive sputtering)을 이용하여 FCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다.

[70] 도 3을 참조하면, 상기 씨앗층(200) 상에 수직자기이방성을 갖는 제1 강자성층(300)을 형성한다. 제1 강자성층(300)은 Co, Fe, Ni 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 물질을 포함할 수 있다.

[71] 이 때의 제1 강자성층(300)은 BCC (001) 결정 구조로 성장되는 것을 특징으로 한다. 이러한 제1 강자성층(300)은 스퍼터링법을 이용하여 BCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다. 예컨대, FCC (001) 결정 구조를 갖는 W_2N 씨앗층(200) 상에 리액티브 스퍼터링을 이용하여 CoFe 강자성층을 BCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다.

[72] 도 4를 참조하면, 상기 제1 강자성층(300) 상에 터널링 배리어층(400)을 형성한다. 이러한 터널링 배리어층(400)은 MgO , Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , Y_2O_3 및 Yb_2O_3 로 구성된 군에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다. 바람직하게 터널링 배리어층(400)은 MgO 층일 수 있다.

[73] 이 때의 터널링 배리어층(400)은 BCC (001) 결정 구조로 성장되는 것을 특징으로 한다. 이러한 터널링 배리어층(400)은 스퍼터링법을 이용하여 BCC

(001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다. 예컨대, CoFe 강자성층 상에 리액티브 스퍼터링을 이용하여 MgO 터널링 배리어층을 BCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다.

[74] 도 5를 참조하면, 상기 터널링 배리어층(400) 상에 수직자기이방성을 갖는 제2 강자성층(500)을 형성한다. 이러한 제2 강자성층(500)은 수직자기이방성을 갖기 위하여 Fe, Co, Ni, B, Si, Zr, Pt, Tb, Pd, Cu, W, Ta 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택된 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[75] 제2 강자성층(500)은 통상의 증착 방법을 통해 형성될 수 있다. 예를 들어, 물리적 기상 증착법, 화학적 기상 증착법, 스퍼터링법 또는 용액공정법이 가능하다.

[76] 한편, 제2 강자성층(500) 역시 BCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다. 이러한 경우, 제2 강자성층(500)을 스퍼터링법을 이용하여 형성할 수 있다. 예를 들어, BCC (001) 결정구조를 갖는 MgO층 상에 CoFe 강자성층을 리액티브 스퍼터링을 이용하여 BCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다.

[77] 도 6을 참조하면, 상기 제2 강자성층(500) 상에 캡핑층(600)을 형성한다. 예를 들어, 이러한 캡핑층(600)은 Ta, W, Hf, Pd 또는 Pt를 포함할 수 있다.

[78] 이러한 캡핑층(600)은 통상의 증착 방법을 통해 형성될 수 있다. 예를 들어, 물리적 기상 증착법, 화학적 기상 증착법, 스퍼터링법 또는 용액공정법이 가능하다.

[79] 한편, 제2 강자성층을 BCC (001) 결정 구조로 성장시킨 경우, 캡핑층도 스퍼터링법을 이용하여 입방 구조를 갖는 층으로 성장시킬 수 있다. 예를 들어, BCC (001) 결정 구조를 갖는 CoFe 자성층 상에 W₂N층을 FCC (001) 결정 구조로 성장시킬 수 있다. 이 경우, 캡핑층(600) 소재로 FCC (001) 결정 구조를 갖으며 제2 강자성층이 산화되는 것을 보호할 수 있는 소재로 질소 도핑된 금속을 선택할 수 있다. 예를 들어, 이러한 질소 도핑된 금속은 예컨대, W₂N 또는 TaN일 수 있다.

[80]

[81] 본 발명에 따르면, boron-free한 자성층의 BCC (001) 방향의 결정 성장을 도우며, 수직자기 이방성을 갖도록 해주는 씨앗층, 즉, 자성층 물질과 격자 상수가 비슷하고, cubic 결정 구조를 갖는 질소 도핑된 금속 소재인 W₂N 또는 TaN을 사용함으로써, 구조적, 열적으로 더 안정적인 자기터널접합 소자를 제공할 수 있다.

[82]

[83] 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

- [84] [부호의 설명]
- [85] 100: 기판 200: 씨앗층
- [86] 300: 제1 강자성층 400: 터널링 배리어층
- [87] 500: 제2 강자성층 600: 캡핑층

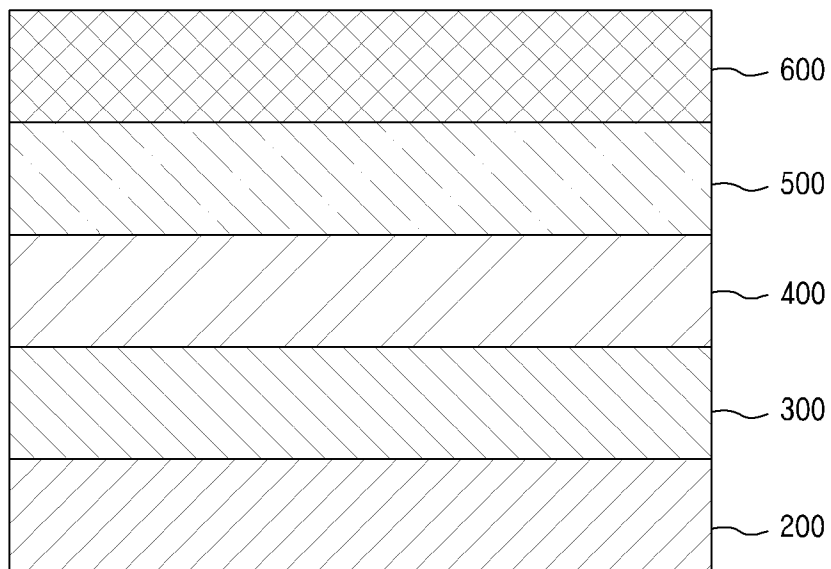
청구범위

- [청구항 1] FCC (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층;
상기 씨앗층 상에 위치하되, 수직자기이방성을 갖는 제1 강자성층;
상기 제1 강자성층 상에 위치하는 터널링 배리어층; 및
상기 터널링 배리어층 상에 위치하되, 수직자기이방성을 갖는 제2 강자성층을 포함하고,
상기 제1 강자성층은 BCC (001) 결정 구조를 갖고, 보론을 비포함하는 것을 특징으로 하는 자기터널접합 소자.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 씨앗층은 질소 도핑된 금속을 포함하는 자기터널접합 소자.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 질소 도핑된 금속은 W_2N 또는 TaN인 자기터널접합 소자.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 제1 강자성층은 Co, Fe, Ni 및 이들의 혼합물 중에서 선택된 물질을 포함하는 자기터널접합 소자.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 제2 강자성층 상에 위치하는 캡핑층을 더 포함하는 자기터널접합 소자.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 캡핑층은 질소 도핑된 금속을 포함하는 자기터널접합 소자.
- [청구항 7] 기판 상에 FCC (001) 결정 구조를 갖는 씨앗층을 형성하는 단계;
상기 씨앗층 상에 수직자기이방성을 갖는 제1 강자성층을 형성하는 단계;
상기 제1 강자성층 상에 터널링 배리어층을 형성하는 단계; 및
상기 터널링 배리어층 상에 수직자기이방성을 갖는 제2 강자성층을 형성하는 단계를 포함하고,
상기 제1 강자성층은 BCC (001) 결정 구조로 성장되는 것을 특징으로 하는 자기터널접합 소자 제조방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 제1 강자성층을 형성하는 단계는 스퍼터링법을 이용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 자기터널접합 소자 제조방법.
- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 씨앗층은 질소 도핑된 금속을 포함하는 자기터널접합 소자 제조방법.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
상기 질소 도핑된 금속은 W_2N 또는 TaN인 자기터널접합 소자 제조방법.

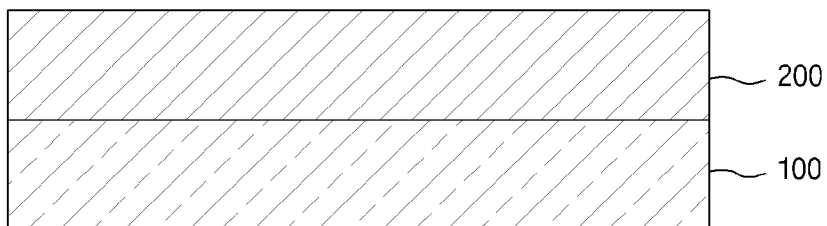
[청구항 11]

제7항에 있어서,
상기 제1 강자성층은 Co, Fe, Ni 및 이들의 혼합물 중에서 선택된
물질을 포함하는 자기터널접합 소자 제조방법.

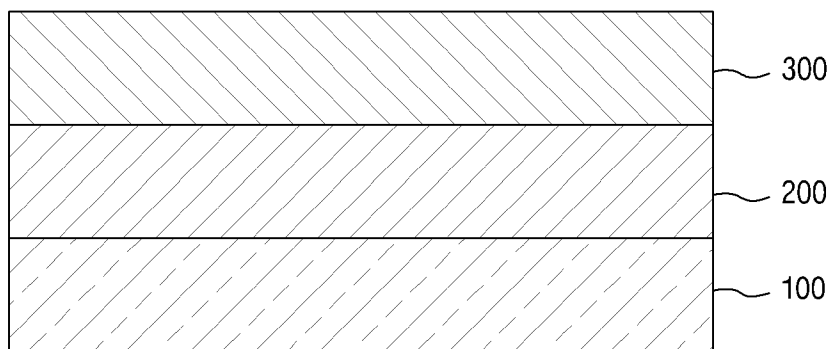
[Fig. 1]



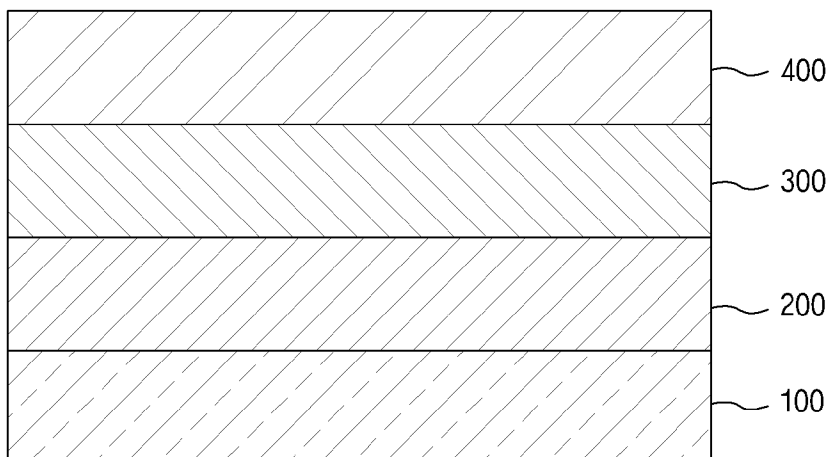
[Fig. 2]



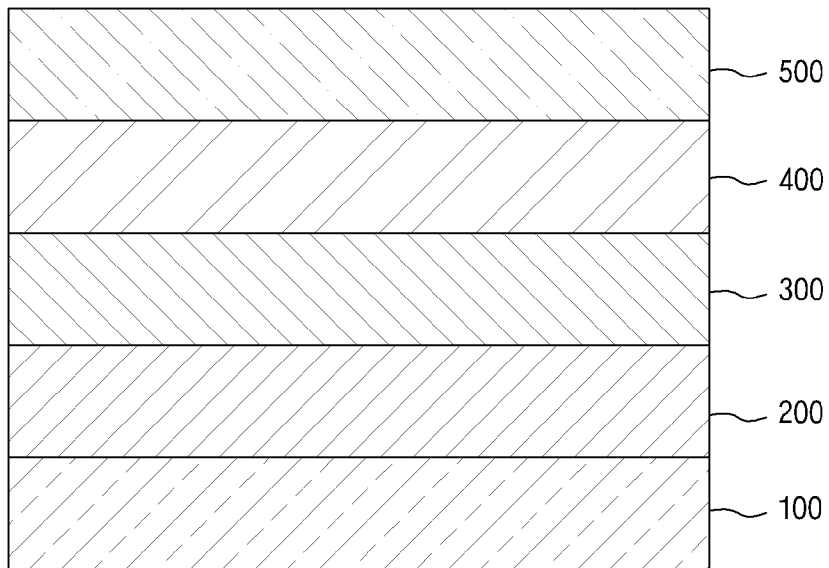
[Fig. 3]



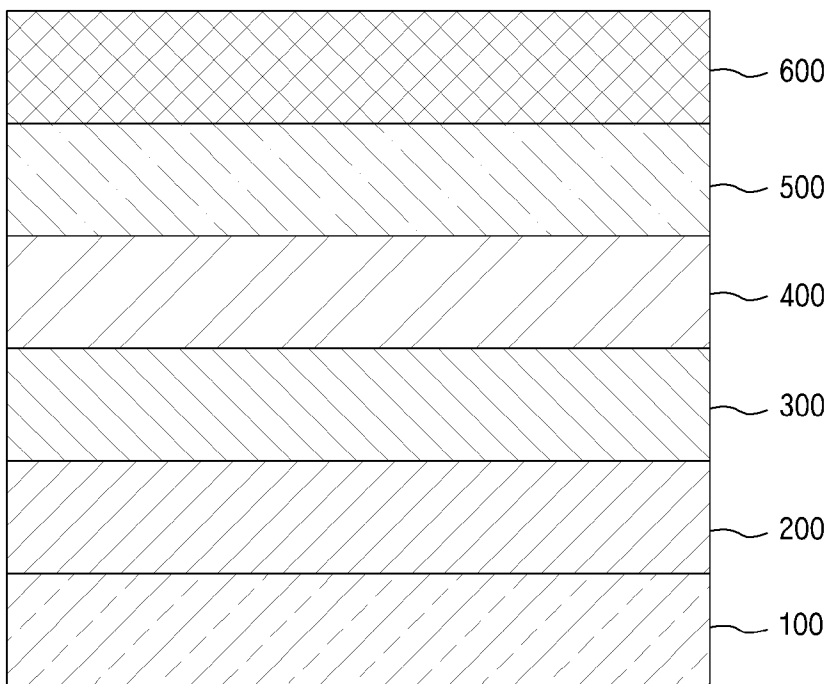
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/004332**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 43/08(2006.01)i, G11C 11/16(2006.01)i, G11C 11/15(2006.01)i**

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)

H01L 43/08; H01L 27/115; H01L 43/12; H01L 21/8246; H01L 27/105; G11C 11/15; H01L 29/82; H01L 21/8247; G11C 11/16

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 tunnel junction, seed layer, FCC, BCC, nitrogen

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-061204 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 24 March 2011 See paragraphs [0040]-[0044], claim 1 and figure 2.	1-11
Y	JP 2011-258596 A (HITACHI LTD. et al.) 22 December 2011 See paragraphs [0006]-[0033], claim 1 and figures 8, 9.	1-11
Y	KR 10-2006-0049265 A (HEADWAY TECHNOLOGIES, INC. et al.) 18 May 2006 See paragraphs [0038]-[0075], claim 1 and figure 4.	2,3,9,10
A	KR 10-2012-0009926 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 02 February 2012 See paragraphs [0058]-[0097], claim 1 and figure 8.	1-11
A	JP 2012-502447 A (CANON ANELVA CORP.) 26 January 2012 See paragraphs [0071]-[0106], claim 1 and figure 8A.	1-11



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

"I" 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

07 AUGUST 2015 (07.08.2015)

Date of mailing of the international search report

10 AUGUST 2015 (10.08.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/004332

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2011-061204 A	24/03/2011	CN 102024903 A	20/04/2011
		CN 103633240 A	12/03/2014
		DE 10-2010-037257 A1	24/03/2011
		KR 10-2011-0028134 A	17/03/2011
		KR 10-2011-0035538 A	06/04/2011
		KR 10-2011-0117515 A	27/10/2011
		KR 10-2014-0025166 A	04/03/2014
		TW 2011-18870 A	01/06/2011
		TW 2014-19598 A	16/05/2014
		US 2011-0062537 A1	17/03/2011
		US 2011-0260272 A1	27/10/2011
		US 2013-0234269 A1	12/09/2013
		US 2013-0285178 A1	31/10/2013
		US 2013-0307102 A1	21/11/2013
		US 2014-0191346 A1	10/07/2014
		US 2014-0353784 A1	04/12/2014
		US 2015-0061059 A1	05/03/2015
		US 2015-0115380 A1	30/04/2015
		US 8445979 B2	21/05/2013
		US 8476722 B2	02/07/2013
		US 8847341 B2	30/09/2014
		US 8907436 B2	09/12/2014
		US 9048412 B2	02/06/2015
		US 9048417 B2	02/06/2015
JP 2011-258596 A	22/12/2011	JP 05725735 B2	27/05/2015
		US 2013-0094284 A1	18/04/2013
		US 2014-0205862 A1	24/07/2014
		US 8917541 B2	23/12/2014
		WO 2011-152400 A1	08/12/2011
KR 10-2006-0049265 A	18/05/2006	EP 1615226 A2	11/01/2006
		EP 1615226 A3	18/08/2010
		EP 1615226 B1	14/11/2012
		JP 05153061 B2	27/02/2013
		JP 05674744 B2	25/02/2015
		JP 2006-019743 A	19/01/2006
		JP 2013-058768 A	28/03/2013
		KR 10-1166356 B1	23/07/2012
		TW 275092 A	01/03/2007
		TW 1275092 B	01/03/2007
		US 2006-0002184 A1	05/01/2006
		US 2010-0044680 A1	25/02/2010
		US 2010-0047929 A1	25/02/2010
		US 7611912 B2	03/11/2009
		US 7999360 B2	16/08/2011
		US 8673654 B2	18/03/2014
KR 10-2012-0009926 A	02/02/2012	US 2012-0018824 A1	26/01/2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/004332

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2012-502447 A	26/01/2012	US 8803265 B2	12/08/2014
		CN 102203971 A	28/09/2011
		CN 102203971 B	24/09/2014
		KR 10-1242628 B1	19/03/2013
		US 2011-0318848 A1	29/12/2011
		US 8278123 B2	02/10/2012
		WO 2010-026667 A1	11/03/2010
		WO 2010-026802 A1	11/03/2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01L 43/08(2006.01)i, G11C 11/16(2006.01)i, G11C 11/15(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 43/08; H01L 27/115; H01L 43/12; H01L 21/8246; H01L 27/105; G11C 11/15; H01L 29/82; H01L 21/8247; G11C 11/16

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: 자기터널접합, 씨앗층, FCC, BCC, 질소

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2011-061204 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2011.03.24 단락 [0040]-[0044], 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-11
Y	JP 2011-258596 A (HITACHI LTD. 등) 2011.12.22 단락 [0006]-[0033], 청구항 1 및 도면 8, 9 참조.	1-11
Y	KR 10-2006-0049265 A (헤드웨이 테크놀로지스 인코포레이티드 등) 2006.05.18 단락 [0038]-[0075], 청구항 1 및 도면 4 참조.	2,3,9,10
A	KR 10-2012-0009926 A (삼성전자주식회사) 2012.02.02 단락 [0058]-[0097], 청구항 1 및 도면 8 참조.	1-11
A	JP 2012-502447 A (CANON ANELVA CORP.) 2012.01.26 단락 [0071]-[0106], 청구항 1 및 도면 8A 참조.	1-11

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 08월 07일 (07.08.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 08월 10일 (10.08.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

김도원

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2011-061204 A	2011/03/24	CN 102024903 A CN 103633240 A DE 10-2010-037257 A1 KR 10-2011-0028134 A KR 10-2011-0035538 A KR 10-2011-0117515 A KR 10-2014-0025166 A TW 2011-18870 A TW 2014-19598 A US 2011-0062537 A1 US 2011-0260272 A1 US 2013-0234269 A1 US 2013-0285178 A1 US 2013-0307102 A1 US 2014-0191346 A1 US 2014-0353784 A1 US 2015-0061059 A1 US 2015-0115380 A1 US 8445979 B2 US 8476722 B2 US 8847341 B2 US 8907436 B2 US 9048412 B2 US 9048417 B2	2011/04/20 2014/03/12 2011/03/24 2011/03/17 2011/04/06 2011/10/27 2014/03/04 2011/06/01 2014/05/16 2011/03/17 2011/10/27 2013/09/12 2013/10/31 2013/11/21 2014/07/10 2014/12/04 2015/03/05 2015/04/30 2013/05/21 2013/07/02 2014/09/30 2014/12/09 2015/06/02 2015/06/02
JP 2011-258596 A	2011/12/22	JP 05725735 B2 US 2013-0094284 A1 US 2014-0205862 A1 US 8917541 B2 WO 2011-152400 A1	2015/05/27 2013/04/18 2014/07/24 2014/12/23 2011/12/08
KR 10-2006-0049265 A	2006/05/18	EP 1615226 A2 EP 1615226 A3 EP 1615226 B1 JP 05153061 B2 JP 05674744 B2 JP 2006-019743 A JP 2013-058768 A KR 10-1166356 B1 TW 275092 A TW I275092 B US 2006-0002184 A1 US 2010-0044680 A1 US 2010-0047929 A1 US 7611912 B2 US 7999360 B2 US 8673654 B2	2006/01/11 2010/08/18 2012/11/14 2013/02/27 2015/02/25 2006/01/19 2013/03/28 2012/07/23 2007/03/01 2007/03/01 2006/01/05 2010/02/25 2010/02/25 2009/11/03 2011/08/16 2014/03/18
KR 10-2012-0009926 A	2012/02/02	US 2012-0018824 A1	2012/01/26

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 8803265 B2	2014/08/12
JP 2012-502447 A	2012/01/26	CN 102203971 A	2011/09/28
		CN 102203971 B	2014/09/24
		KR 10-1242628 B1	2013/03/19
		US 2011-0318848 A1	2011/12/29
		US 8278123 B2	2012/10/02
		WO 2010-026667 A1	2010/03/11
		WO 2010-026802 A1	2010/03/11