

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 5월 30일 (30.05.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/077556 A1

- (51) 국제특허분류:
H01F 7/06 (2006.01) H01F 41/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008594
- (22) 국제출원일: 2012년 10월 19일 (19.10.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0124315 2011년 11월 25일 (25.11.2011) KR
- (71) 출원인: 한국기초과학지원연구원 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) [KR/KR]; 305-333 대전시 유성구 어은동 52, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 이병섭 (LEE, Byoung Seob); 301-773 대전시 중구 태평2동 삼부아파트 2동 102호, Daejeon (KR).
원미숙 (WON, Mi Sook); 611-772 부산시 연제구 거제1동 월드메르디앙아파트 110동 806호, Busan (KR).
윤장희 (YOON, Jang Hee); 616-120 부산시 북구 화명동 코오롱하늘채 1차아파트 108동 2004호, Busan (KR).
최세용 (CHOI, Se Yong); 431-058 경기도 안양시 동안구 달안동 셋별아파트 202동 2302호, Gyeonggi-do (KR).
박진용 (PARK, Jin Yong); 613-010 부산시 수영구 남천동 45-34 남천전원빌라 B동 201호, Busan (KR).

(74) 대리인: 김순영 (KIM, Sun-young); 110-727 서울시 종로구 수송동 80-6 석탄회관빌딩 10층, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

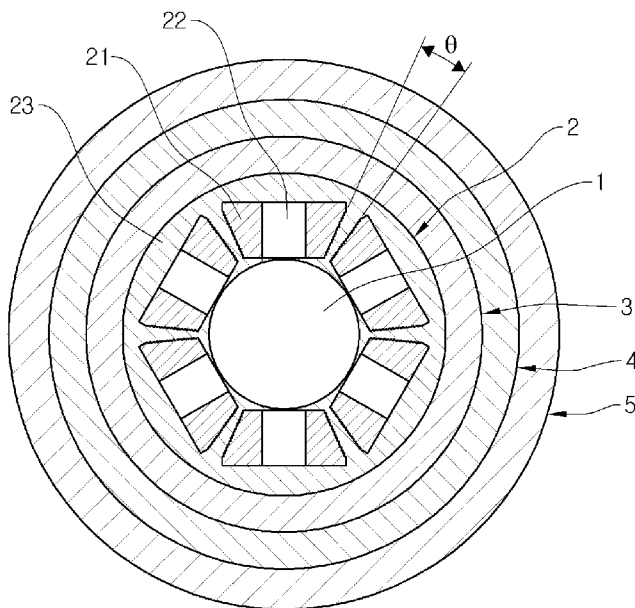
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: MAGNET FOR ELECTRON CYCLOTRON RESONANCE ION SOURCE DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭: 전자 맴돌이 공명 이온원 장치용 자석 및 이의 제조 방법

[Fig. 1]



(57) Abstract: A magnet for an electron cyclotron resonance (ECR) ion source device may include an inner structure; and a pole magnet unit which includes a plurality of coils arranged separately at an outer circumferential surface of the inner structure. Herein, each of the plurality of coils may have a stepped structure so that a cross-sectional area thereof increases as the distance from the inner structure increases. By winding the coil in a shape having the stepped structure, the magnet for the ECR ion source device is capable of distributing an area receiving electromagnetic force, and a wedge is capable of obtaining a self-locking force by reducing an angle at which the wedge is inserted inbetween the coils.

(57) 요약서: 전자 맴돌이 공명 (Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석은, 내부 구조체; 및 상기 내부 구조체의 외주면에 서로 이격하여 배열되는 복수 개의 코일을 포함하는 폴 자석부를 포함할 수 있다. 이때, 상기 복수 개의 코일 각각은, 상기 내부 구조체로부터의 거리가 증가할수록 단면적이 증가하는 계단형 구조를 가질 수 있다. 상기 ECR 이온원 장치용 자석은 코일이 권선된 모양이 계단형 구조를 갖도록 함으로써 전자기력을 받는 영역을 분산시킬 수 있으며, 코일 사이에 켜기가 삽입되는 각도를 감소시켜 켜기가 자체 잠김력을 획득

특하도록 할 수 있는 이점이 있다.

명세서

발명의 명칭: 전자 맴돌이 공명 이온원 장치용 자석 및 이의 제조 방법

기술분야

- [1] 실시예들은 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석 및 ECR 이온원 장치용 자석의 제조 방법에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 이온원 장치가 필요한 여러 응용 장치에 있어 상대적으로 저렴한 비용으로 요구되는 이온을 발생시킬 수 있는 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치가 여러 응용 분야에서 사용되고 있다. ECR 이온원 장치는, ECR을 발생시키기 위한 자기장을 인가하기 위하여 자석을 포함한다. 일 예로, 대한민국 공개특허공보 특2000-0007386호에는 코일이 권취된 레이스트랙(racetrack)형 초전도 자석이 개시된다.
- [3] ECR 이온원 장치에 사용되는 종래의 자석의 경우, 권선 후 진공 함침(vacuum impregnation)을 시행하며, 헥사폴(hexapole) 코일의 조립 시 각각의 코일 사이의 간극에 티타늄 썬치를 박고, 조립된 헥사폴 코일에 와이어를 추가 보강 권선함으로써 구조적 안정성을 확보하고 있다. 그러나, 초전도 자석의 경우 진공 함침 재료에 따라 저온 수축의 차이가 발생하고, 좁은 영역에 강한 전자기력이 작용하므로 추가로 고가의 액체 금속을 삽입할 필요가 발생하는 등 구조적 건전성을 유지하는데 어려움이 있다. 또한, 레이스트랙형으로 권선되는 헥사폴 코일을 구조상 보강하는 썬치의 각도가 약 60도를 유지하게 되어 있어 썬치의 자체 잠김 효과가 작으며, 이를 보강하기 위한 보강 와이어를 사용하는 데에 추가적인 공간 및 비용이 소요된다. 이상의 문제점을 해결하기 위해 레이스트랙 말굽형 헥사폴 코일을 사용하는 경우가 있으나, 레이스트랙 말굽형 헥사폴 코일은 수작업 의존성이 높아 제작 비용과 시간의 증대를 가져온다.
- [4] 더욱이, 고성능의 ECR 이온원 장치를 구현하기 위해서는 보다 높은 자기장의 실현이 요구되므로, 자석의 구조적 안정성 및 효율성에 대한 이상의 문제는 차세대 ECR 이온원 장치의 개발에 큰 걸림돌이 되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명의 일 측면에 따르면, 제작이 용이한 기존의 레이스트랙(racetrack)형 권선을 유지하면서 코일 단면적을 효과적으로 활용함으로써 높은 자기장을 생성시키고 선재의 소모를 감소시킬 수 있는 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석 및 ECR 이온원 장치용 자석의 제조 방법을 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

- [6] 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석은, 내부 구조체; 및 상기 내부 구조체의 외주면에 서로 이격하여 배열되는 복수 개의 코일을 포함하는 폴 자석부를 포함할 수 있다. 이때, 상기 복수 개의 코일 각각은, 상기 내부 구조체로부터의 거리가 증가할수록 단면적이 증가하는 계단형 구조를 가질 수 있다.
- [7] 또한, 상기 복수 개의 코일은 상기 내부 구조체의 외주면에 일정한 간격으로 배열된 6개의 코일을 포함할 수도 있다. 즉, 상기 폴 자석부는 헥사폴(hexapole) 자석으로 구성될 수 있다.
- [8] 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치용 자석의 제조 방법은, 내부 구조체를 제공하는 단계; 및 상기 내부 구조체의 외주면에 서로 이격하여 배열되며, 상기 내부 구조체로부터 거리가 증가할수록 단면적이 증가하도록 권선된 복수 개의 코일을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [9] 본 발명의 일 측면에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석에 의하면, 헥사폴(hexapole) 자석 등에서 코일이 권선된 형상이 계단형 구조를 갖도록 함으로써 전자기력을 받는 영역을 분산시킬 수 있으며, 코일 사이에 켜기가 삽입되는 각도를 감소시켜 켜기의 자체 잠김력을 향상시킬 수 있다. 또한, 제작이 용이한 레이스트랙(racetrack)형 권선을 유지하면서 코일 단면적을 효과적으로 활용함으로써 높은 자기장을 생성시키고 선재를 절약할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [10] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석의 개략적인 단면도이다.
- [11] 도 2는 도 1에 도시된 ECR 이온원 장치용 자석의 하나의 코일의 저면도이다.
- [12] 도 3a 및 3b는 도 2에 도시된 코일의 측면도들이다.
- [13] 도 4는 도 2에 도시된 코일의 평면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [14] 이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 상세히 살펴본다.
- [15] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석의 개략적인 단면도이다.
- [16] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치용 자석은 내부 구조체(1) 및 폴 자석부(2)를 포함할 수 있다. 내부 구조체(1)는 ECR 이온원 장치용 자석을 구조적으로 지지하기 위한 부분이다. 예컨대, 내부 구조체(1)는 원통 형상의 구조물일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [17] 폴 자석부(2)는 이온의 ECR 현상을 유도하기 위한 자기장을 인가하는 부분이다. 폴 자석부(2)는 복수 개의 코일(21)을 포함할 수 있다. 복수 개의 코일(21)은 내부 구조체(1)의 외주면에 서로 이격하여 배열될 수 있다. 일

실시예에서, 복수 개의 코일(21)은 내부 구조체(1)의 외주면에 일정한 간격으로 배열된 6개의 코일(21)을 포함할 수도 있다. 즉, 폴 자석부(2)는 6개의 코일(21)을 포함하는 헥사폴(hexapole) 자석일 수 있다. 폴 자석부(2)는 각각의 폴에 해당하는 중심 영역(22)에 위치하는 보빈(bobbin)을 포함할 수도 있으며, 또는 보빈은 코일(21)의 권선이 완료된 후 제거되어 폴 자석부(2)에 포함되지 않을 수도 있다. 또한, 폴 자석부(2)는 내부 구조체(1) 및 복수 개의 코일(21)을 둘러싸는 폴 자석 지지 구조체(23)를 더 포함할 수도 있다.

- [18] 도 2는 도 1에 도시된 ECR 이온원 장치용 자석에서 어느 하나의 코일을 나타내는 저면도이며, 도 3a 및 3b는 상기 코일의 측면도이고, 도 4는 상기 코일의 평면도이다.
- [19] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치용 자석에서 코일(21)은 계단형 구조를 가질 수 있다. 코일(21)은 복수 개의 단으로 선재를 감아 이루어질 수 있는데, 이때 각 단에서 코일(21)의 단면적이 상이하도록 선재의 권선 수를 조절할 수 있다. 그 결과, 코일(21)은 내부 구조체로부터의 거리가 증가할수록 코일(21)의 단면적이 증가하는 계단형 구조를 가질 수 있다. 도 2는 코일(21)의 단면적이 가장 작은 면에서 바라본 형태를 도시하며, 코일(21)의 단면적이 점차 증가하는 계단형 구조의 각 단을 확인할 수 있다. 반면, 도 4는 코일(21)의 단면적이 가장 큰 면에서 바라본 형태를 도시하며, 따라서 계단형 구조의 각 단은 점선으로 도시되었다.
- [20] 다시 도 1을 참조하면, 일 실시예에서 ECR 이온원 장치용 자석은 내부 구조체(1) 및 폴 자석부(2)를 둘러싸는 솔레노이드 자석부(4)를 더 포함할 수도 있다. 솔레노이드 자석부(4)는 ECR 현상을 발생시키기 위하여 플라즈마 내의 전자를 가두기 위한 자기장을 제공하는 부분이다.
- [21] 또한 일 실시예에서, ECR 이온원 장치용 자석은 연결 구조체(3) 및/또는 자석 조합체(5)를 더 포함할 수도 있다. 연결 구조체(3) 또는 자석 조합체(5)는 내부 구조체(1), 폴 자석부(2) 및 솔레노이드 자석부(4)로 이루어지는 구조를 서로 결합하여 구조적으로 지지하기 위한 부분이다. 연결 구조체(3)는 빈 공간으로 존재할 수도 있고 구조적 보강과 열 전달을 용이하게 하기 위한 재료로 채워질 수도 있으며, 자석 조합체(5)는 구조적 보강과 열전달에 용이한 재료로 이루어질 수 있다. 이상에서 설명한 실시예에 따른 ECR 이온원 장치용 자석은, 제작이 용이한 기존의 레이스트랙(racetrack)형 권선을 유지하면서도 복수 개의 코일(21) 각각의 계단형 구조로 인하여 전자기력을 받는 영역이 분산되어 구조적으로 안정하다. 또한, 코일의 조립시 각각의 코일(21) 사이에 썬치(미도시)를 삽입할 수 있는데, 코일(21) 각각의 계단형 구조로 인하여 썬치가 삽입될 인접 코일(21) 사이의 영역의 각도(θ)가 종래의 자석의 경우에 비하여 감소되어 썬치에 의한 자체 잠김력을 향상시킬 수 있다. 나아가, 요구되는 중심부 주변의 자기장을 높이기 위해 코일(21) 단면적을 효과적으로 활용함으로써 중심부에 보다 근접한 곳에 단면적을 크게하여 보다 높은 자기장을 생성하면서도 코일(21)에 소요되는

선재를 절약할 수 있다.

- [22] 이하에서는, 도 1 내지 도 4를 참조하여 전술한 ECR 이온원 장치용 자석의 제조 방법에 대하여 설명한다.
- [23] 먼저, 자석의 구조적 지지를 위한 내부 구조체(1)를 준비할 수 있다. 다음으로, 내부 구조체(1)의 외주면에 서로 이격된 복수 개의 코일(21)을 형성함으로써 폴 자석부(2)를 형성할 수 있다. 복수 개의 코일(21)은 내부 구조체(1)의 외주면에 일정한 간격으로 배열된 6개의 코일(21)을 포함할 수도 있으며, 이 경우 폴 자석부(2)는 헥사폴 자석일 수 있다. 각각의 코일(21)은 폴 위치에 해당하는 중심 영역(22)에 보빈을 위치시키고 보빈에 선재를 감아 형성될 수 있다. 권선에 있어서 에폭시를 바르면서 선재를 감아 코일(21)을 형성할 수도 있고 코일(21)을 권선 완료한 후 에폭시를 진공 함침할 수도 있다. 코일(21)의 권선이 완료된 후 보빈은 제거될 수 있으며, 또는 제거되지 않고 폴 자석부(2)에 포함될 수도 있다.
- [24] 복수 개의 코일(21)을 형성하는 과정에 있어서, 각각의 코일(21)은 내부 구조체(1)로부터의 거리가 증가할수록 코일(21)의 단면적이 증가하는 계단형 구조로 형성될 수 있다. 예를 들어, 선재를 복수 개의 단으로 권취하여 코일을 형성하되, 내부 구조체(1)에 인접한 방향을 아래로 지칭하고 내부 구조체(1)로부터 먼 방향을 위로 지칭하면, 인접하는 두 단 중 윗단의 권선수가 아랫단의 권선수에 비해 크도록 선재를 감아 코일(21)을 형성할 수 있다. 이때 선재의 권선 방향은 아랫단으로부터 윗단의 방향일 수도 있으며, 또는 그 반대 방향일 수도 있다.
- [25] 일 실시예에서는, 계단형 구조의 코일(21)을 형성하는 과정에서 계단형 구조의 각 단의 권선이 완료된 후 권선상에 보강재(미도시)를 형성하는 단계를 포함할 수도 있다. 보강재는 금속, 에폭시(epoxy) 또는 다른 적당한 물질로 이루어질 수 있다. 예컨대, 에폭시는 G10 등 유리 에폭시일 수도 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 계단형 구조의 각 단에 보강재를 형성하였을 경우에는, 코일(21)의 형성이 완료된 후 보강재를 절단하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 보강재는 향후 삽입될 썬기의 자체 잠김 효과를 고려하여 적절한 각도로 절단될 수 있다.
- [26] 일 실시예에서는, 내부 구조체(1) 및 폴 자석부(2)를 둘러싸는 폴 자석 지지 구조체(23)를 형성할 수도 있다. 예컨대, 복수 개의 코일(21)의 권선이 완료된 후 진공 함침 또는 다른 방법에 의하여 내부 구조체(1) 및 복수 개의 코일(21)상에 존재하는 공기, 수분 또는 다른 분순물을 제거하고 형성된 코일(21)을 중심부를 기준으로 6개의 조합으로 배열한 후 썬기는 기타 금속, 에폭시 또는 적당한 물질을 이용하여 구조적 안정성을 확보할 수 있도록 폴 자석 지지 구조체(23)를 형성할 수도 있다.
- [27] 일 실시예에서는, 내부 구조체(1) 및 폴 자석부(2)를 둘러싸는 솔레노이드 자석부(4)를 형성할 수도 있다. 폴 자석부(2)가 이온의 ECR 현상을 유도하기 위한 자기장을 인가하는 부분인 반면, 솔레노이드 자석부(4)는 플라즈마 내의 전자를 가두기 위한 자기장을 제공하기 위한 부분이다. 나아가 일 실시예에서는,

- 연결 구조체(3) 및/또는 자석 조합체(5)을 형성하는 단계를 더 포함할 수도 있다.
- [28] 이 상에서 살펴본 본 발명은 도면에 도시된 실시예들을 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 그러나, 이와 같은 변형은 본 발명의 기술적 보호범위 내에 있다고 보아야 한다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해서 정해져야 할 것이다.

산업상 이용가능성

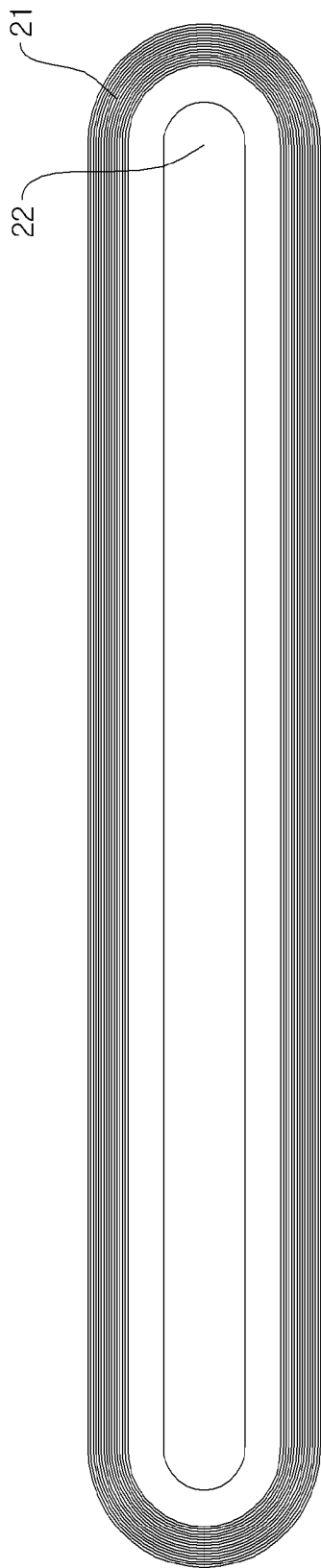
- [29] 실시예들은 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치용 자석 및 ECR 이온원 장치용 자석의 제조 방법에 대한 것이다.

청구범위

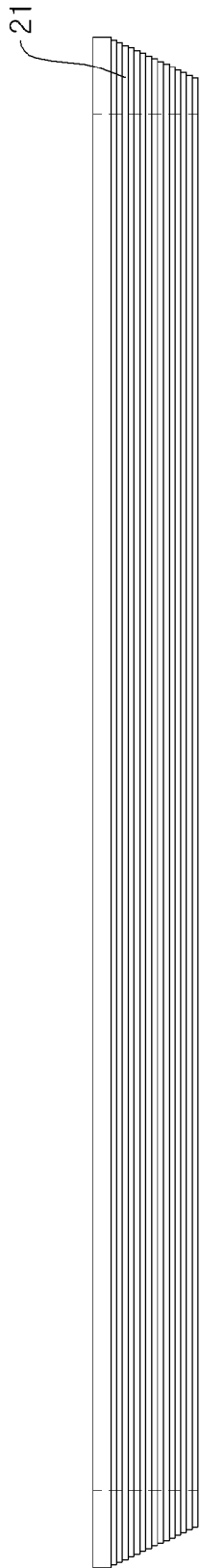
- [청구항 1] 내부 구조체; 및
상기 내부 구조체의 외주면에 서로 이격하여 배열되는 복수 개의 코일을 포함하는 폴 자석부를 포함하되,
상기 복수 개의 코일 각각은, 상기 내부 구조체로부터의 거리가 증가할수록 단면적이 증가하는 계단형 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 복수 개의 코일은 상기 내부 구조체의 외주면에 일정한 간격으로 배열된 6개의 코일을 포함하는 것을 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 폴 자석부의 외주면을 둘러싸도록 배치된 솔레노이드 자석부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 복수 개의 코일 각각에 위치하는 보강재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석.
- [청구항 5] 내부 구조체를 제공하는 단계; 및
상기 내부 구조체의 외주면에 서로 이격하여 배열되며, 상기 내부 구조체로부터 거리가 증가할수록 단면적이 증가하는 계단형 구조를 갖는 복수 개의 코일을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석의 제조 방법.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 코일을 형성하는 단계는,
상기 계단형 구조의 각 단계 대응되는 권선을 형성하는 단계; 및
상기 각 단계 대응되는 권선상에 보강재를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석의 제조 방법.
- [청구항 7] 제 6항에 있어서,
상기 보강재를 절단하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석의 제조 방법.
- [청구항 8] 제 5항에 있어서,
상기 복수 개의 코일은 상기 내부 구조체의 외주면에 일정한 간격으로 배열된 6개의 코일을 포함하는 것을 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석의 제조 방법.
- [청구항 9] 제 5항에 있어서,

상기 내부 구조체 및 상기 복수 개의 코일을 둘러싸는 솔레노이드 자석을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 메모리가 공명 이온원 장치용 자석의 제조 방법.

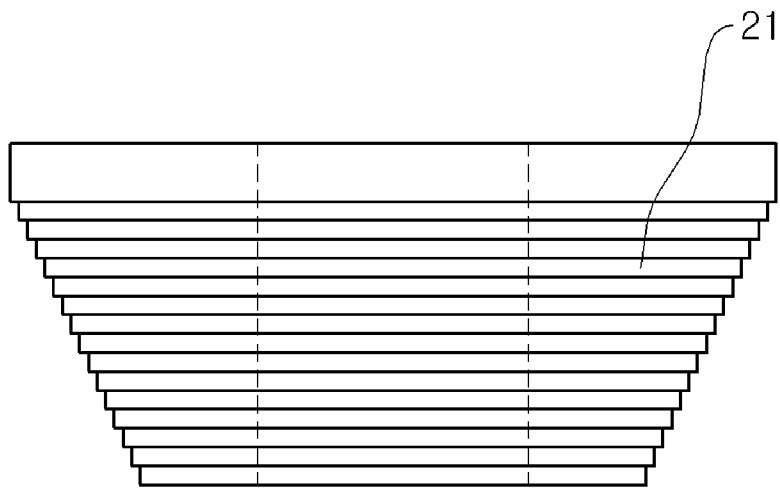
[Fig. 2]



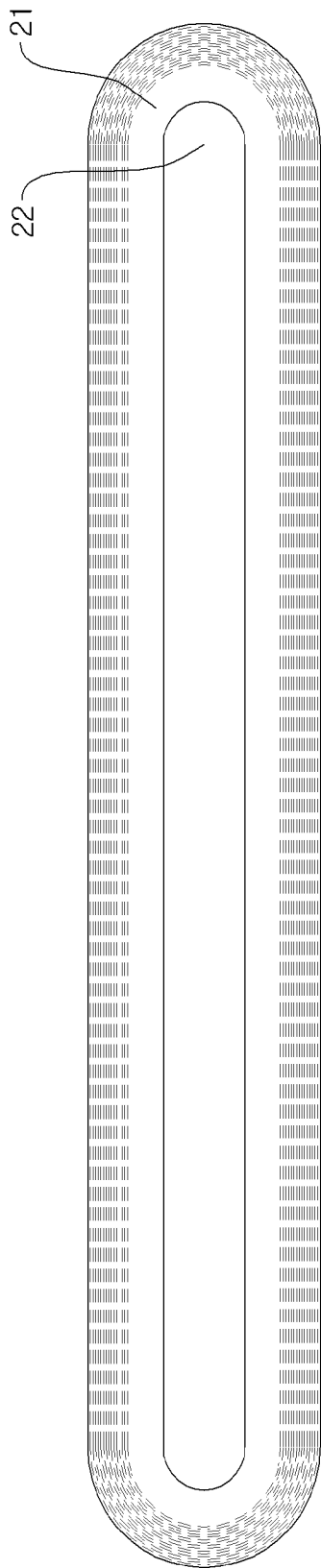
[Fig. 3a]



[Fig. 3b]



[Fig. 4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/008594**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01F 7/06(2006.01)i, H01F 41/02(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)

H01F 7/06; H01F 6/00; H01J 37/08; H05H 13/00; H01J 27/18; H01J 37/317

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: Hexapole magnet, coil, pole magnet unit, hexagon, hexa, ECR, solenoid, step type, wiring, a plurality of, wedge, spacer, wedge

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	IEEE transactions on applied superconductivity Vol. 10(1), pages 224-227(TAYLOR et al.) March 2000	1-3,5,8,9
A	See pages 224-225 and figures 1,4.	4,6,7
Y	KR 10-0635170 B1 (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORPORATION) 17 October 2006 See pages 3-5 and figure 1.	1-3,5,8,9
A	Journal of 2009 Spring Conference, KSME, pages 290-293 (LEE, BYEONG SEOP et al.) May 2009 See pages 291-292 and figure 6.	1-9
A	KR 10-0999047 B1 (KOREA ATOMIC ENERGY RESEARCH INSTITUTE) 09 December 2010 See paragraphs [0024]-[0028] and figure 1.	1-9
A	JP 2011-233355 A (SUMITOMO HEAVY IND., LTD.) 17 November 2011 See abstract, paragraphs [0017]-[0019] and figure 1.	1-9
A	KR 10-0927995 B1 (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 24 November 2009 See claim 1 and paragraphs [23]-[26].	1-9



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

26 FEBRUARY 2013 (26.02.2013)

Date of mailing of the international search report

27 FEBRUARY 2013 (27.02.2013)

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/KR2012/008594

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-0635170 B1	17.10.2006	AU 2000-74692 A1	13.02.2001
		AU 2000-74692 B2	24.07.2003
		CA 2380228 A1	01.02.2001
		CN 1316517 C0	16.05.2007
		CN 1371519 A0	25.09.2002
		EP 1212760 A1	12.06.2002
		EP 1212760 B1	15.07.2009
		EP 1212760 B8	26.08.2009
		JP 03953813 B2	08.08.2007
		JP 2003-505877 A	12.02.2003
		US 2002-0149453 A1	17.10.2002
		US 6509819 B2	21.01.2003
		WO 01-08173 A1	01.02.2001
KR 10-0999047 B1	09.12.2010	NONE	
JP 2011-233355 A	17.11.2011	NONE	
KR 10-0927995 B1	24.11.2009	EP 2357658 A2	17.08.2011
		US 2011-0140641 A1	16.06.2011
		WO 2010-058930 A2	27.05.2010
		WO 2010-058930 A3	27.05.2010

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01F 7/06(2006.01)i, H01F 41/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01F 7/06; H01F 6/00; H01J 37/08; H05H 13/00; H01J 27/18; H01J 37/317

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: Hexapole magnet, 코일, 폴자석부, 육각, 육극, ECR, 솔레노이드, 계단형, 권선, 복수, 웨지, 스페이서, 켄기

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	IEEE transactions on applied superconductivity Vol.10(1), page 224-227(Taylor et al.) 2000.3	1-3,5,8,9
A	페이지 224-225 및 figs. 1,4 참조.	4,6,7
Y	KR 10-0635170 B1 (AMERICAN SUPERCONDUCTOR CORPORATION) 2006.10.17	1-3,5,8,9
	페이지 3-5 및 도면 1 참조.	
A	대한기계학회 2009년도 춘계학술대회 논문집, 페이지 290-293 (이병섭 외 6명) 2009.5	1-9
	페이지 291-292 및 Fig. 6 참조.	
A	KR 10-0999047 B1 (한국원자력연구원) 2010.12.09	1-9
	단락 [0024]-[0028] 및 도면 1 참조.	
A	JP 2011-233355 A (SUMITOMO HEAVY IND., LTD.) 2011.11.17	1-9
	요약, 단락 [0017]-[0019] 및 도면 1 참조.	
A	KR 10-0927995 B1 (한국기초과학지원연구원) 2009.11.24	1-9
	청구항 1 및 단락 [23]-[26] 참조.	

☐ 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

2013년 02월 26일 (26.02.2013)

국제조사보고서 발송일

2013년 02월 27일 (27.02.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



팩스 번호 82-42-472-7140

심사관

송호근

전화번호 82-42-481-5580



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-0635170 B1

2006. 10. 17

AU 2000-74692 A1

2001.02.13

AU 2000-74692 B2

2003.07.24

CA 2380228 A1

2001.02.01

CN 1316517 C0

2007.05.16

CN 1371519 A0

2002.09.25

EP 1212760 A1

2002.06.12

EP 1212760 B1

2009.07.15

EP 1212760 B8

2009.08.26

JP 03953813 B2

2007.08.08

JP 2003-505877 A

2003.02.12

US 2002-0149453 A1

2002.10.17

US 6509819 B2

2003.01.21

WO 01-08173 A1

2001.02.01

KR 10-0999047 B1

2010. 12. 09

없음

JP 2011-233355 A

2011. 11. 17

없음

KR 10-0927995 B1

2009. 11. 24

EP 2357658 A2

2011.08.17

US 2011-0140641 A1

2011.06.16

WO 2010-058930 A2

2010.05.27

WO 2010-058930 A3

2010.05.27