(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013 년 5 월 30 일 (30.05.2013)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2013/077555 A1

(51) 국제특허분류:
H01J 37/08 (2006.01) *H01J 27/02* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008586

(22) 국제출원일: 2012 년 10 월 19 일 (19.10.2012)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2011-0124314 2011 년 11 월 25 일 (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 태평 2 동 삼부아파트 2 동 102 호, Daejeon (KR). **원미숙 (WON, Mi Sook)**; 611-772 부산시 연제구 거제 1 동 월드메르디앙아파트 110 동 806 호, Busan (KR). **윤장희 (YOON, Jang Hee)**; 616-120 부산시 북구 화명동 코오롱하늘채 1 차아파트 108 동 2004 호, Busan (KR). **최세용 (CHOI, Se Yong)**; 431-058 경기도 안양시 동안구 달안동 샛별아파트 202 동 2302 호, Gyeonggi-do (KR). **옥정우 (OK, Jung Woo)**; 609-392 부산시 금정구 장전 2 동 경보아파트 1917 호, Busan (KR).

(74) 대리인: **김순영 (KIM, Sun-young)**; 110-727 서울시 종로구 수송동 80-6 석탄회관빌딩 10 층, 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).

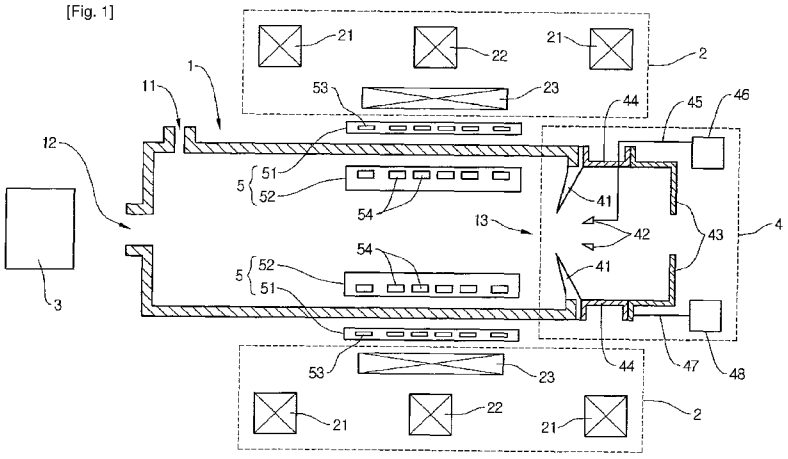
공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: ELECTRON CYCLOTRON RESONANCE ION SOURCE APPARATUS AND METHOD FOR BOOSTING EXTRACTION CURRENT

(54) 발명의 명칭 : 전자 맴돌이 공명 이온원 장치 및 이의 인출 전류를 증가시키는 방법

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to an electron cyclotron resonance (ECR) ion source apparatus and to a method for boosting extraction current. The electron cyclotron resonance ion source apparatus includes: a plasma chamber in which plasma is generated; a magnet part applying a magnetic field into the plasma chamber; a microwave generation part applying microwaves into the plasma chamber; an ion extraction part extracting ions generated by plasma from the plasma chamber by ECR of the magnetic field and the microwaves; and a magnetic field adjusting part disposed inside or outside the plasma chamber to adjust the intensity of the magnetic field applied by the magnet part. The ECR ion source apparatus may expand an ECR region by means of a magnetic adjusting material disposed inside and/or outside of the plasma chamber.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2013/077555 A1

전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치는, 플라즈마가 발생되는 플라즈마 챔버; 상기 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 자석부; 상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 마이크로파 발생부; 상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기 플라즈마 챔버로부터 인출하는 이온 인출부; 및 상기 플라즈마 챔버의 내부 또는 외부에 위치하며, 상기 자석부에 의해 인가되는 자기장의 크기를 조정하는 자기장 조절부를 포함할 수 있다. 상기 ECR 이온원 장치는 플라즈마 챔버 내부 및/또는 외부에 위치하는 자기장 조절 재료에 의하여 ECR 영역을 확장시킬 수 있는 이점이 있다.

명세서

발명의 명칭: 전자 맴돌이 공명 이온원 장치 및 이의 인출 전류를 증가시키는 방법

기술분야

[1] 실시예들은 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치 및 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법에 관한 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. 일 예로, 대한민국 등록특허공보 10-0927995호에는 자기장 및 마이크로파를 이용한 ECR 현상에 의하여 이온을 발생시키는 ECR 이온원 장치가 개시된다.

[3] 이러한 ECR 이온원 장치에 있어서, ECR 이온원 장치의 최종 인출 전류를 증가시키는 것은 산업적 또는 과학적 응용을 위해 매우 중요한 일이다. 최종 인출 전류를 증가시키기 위하여 그 동안 마이크로파 에너지를 높이는 방법, ECR 영역을 증가시키는 방법, 또는 플라즈마 챔버에 인가되는 전압을 적절히 조절하거나 인출 전극을 개선하는 방법 등 다양한 노력이 있어 왔다.

[4] 그러나, 산업적 응용을 위하여 구현된 장치에서는, 마이크로파 에너지를 높이는 경우 마이크로파 발생원으로 인한 비용의 급격한 증대를 피할 수 없게 된다. 그 대신 전자석을 여러 개 사용함으로써 ECR 영역을 대면적으로 구성하여 최종 인출 전류의 증가를 실현하는 방법이 있으나, 이 방법 역시 고가의 전자석을 여러 개 사용하는 것으로 인한 비용의 증대가 수반된다. 따라서, 종래의 ECR 이온원 장치는 산업적 응용이 어려울 뿐만 아니라 가속기 등 과학적 응용에도 제한적일 수 밖에 없는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[5] 본 발명의 일 측면에 따르면, 최종 인출 전류를 증가시킴으로써 산업적 및/또는 과학적 응용 가능성을 향상시킨 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치 및 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법을 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

[6] 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치는, 플라즈마가 발생되는 플라즈마 챔버; 상기 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 자석부; 상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 마이크로파 발생부; 상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기 플라즈마 챔버로부터 인출하는 이온

인출부; 및 상기 플라즈마 챔버의 내부 또는 외부에 위치하며, 상기 자석부에 의해 인가되는 자기장의 크기를 조정하는 자기장 조절부를 포함할 수 있다.

[7] 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법은, 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 단계; 상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 단계; 상기 플라즈마 챔버 내부 또는 외부에 위치하는 하나 이상의 자기장 조절 재료를 이용하여 상기 플라즈마 챔버 내의 자기장의 크기를 조정하는 단계; 상기 플라즈마 챔버 내에 플라즈마를 발생시키는 단계; 및 상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기 플라즈마 챔버로부터 인출하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[8] 본 발명의 일 측면에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치 및 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법에 의하면, 플라즈마 챔버 내부 및/또는 외부에 자기장에 영향을 줄 수 있는 재료를 설치하고 그 위치를 조절함으로써 ECR 영역을 용이한 방법으로 확장할 수 있다. 또한, 자기장에 영향을 줄 수 있는 재료가 플라즈마 챔버 내부에 설치되는 경우에는, 상기 재료가 플라즈마 챔버 내부의 공간을 차지하는 만큼 생성된 플라즈마에 대한 마이크로파 에너지의 전달 체적이 감소되므로, 플라즈마에 전달되는 마이크로파 에너지를 효율적으로 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[9] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치의 개략적인 단면도이다.

발명의 실시를 위한 형태

[10] 이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 상세히 살펴본다.

[11] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치의 개략도이다.

[12] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치는 플라즈마 챔버(1), 자석부(2), 마이크로파 발생부(3), 이온 인출부(4) 및 자기장 조절부(5)를 포함할 수 있다. 플라즈마 챔버(1) 내에 주입된 반응 기체로부터 플라즈마가 발생되며, 자석부(2)에 의해 인가되는 자기장 및 마이크로파 발생부(3)에 의해 인가되는 고주파 전자기장의 공명 현상에 의하여 플라즈마 내의 전자가 가열되고, 가열된 전자에 의하여 다가 이온(multi-charged ion)이 생성될 수 있다. 이온 인출부(4)에서는 생성된 이온들을 선택적으로 인출하고 이온 빔의 형태로 집적할 수 있다.

[13] 도 1은 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치의 각각의 구성요소의 단면을 도시한 것으로서, 실제 ECR 이온원 장치의 각각의 구성요소는 적어도 부분적으로 도 1에 도시된 것과 같은 단면을 갖는 임의의 입체적 형상을 가질 수 있다. 예컨대,

플라즈마 챔버(1), 자석부(2), 이온 인출부(4) 및 자기장 조절부(5)의 각 부분은 도 1에 도시된 단면을 갖는 속이 빈 링 또는 실린더의 형상일 수 있다. 그러나 이는 예시적인 것으로서, 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치의 각 구성요소는 특정 형상 또는 형태를 갖는 것으로 한정되지 않는다.

[14] 플라즈마 챔버(1)는 소스 주입구(11), 마이크로파 주입구(12) 및 이온 인출구(13)를 포함할 수 있다. 소스 주입구(11)를 통해 플라즈마 발생을 위한 반응 기체가 플라즈마 챔버(1) 내로 주입될 수 있다. 소스 주입부(11)를 통해 주입되는 반응 기체로는 플라즈마를 발생시킬 수 있는 다양한 물질이 사용될 수 있다. 예컨대, 아르곤(Ar) 또는 크세논(Xe) 기체가 반응 기체로 사용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 소스 주입구(11)는 플라즈마 챔버(1) 내의 진공 정도를 조절하기 위하여 사용될 수도 있다. 예컨대, 소스 주입구(11)는 진공 펌프(미도시) 등에 연결되어 플라즈마 챔버(1) 내의 기체를 배기하도록 사용될 수도 있다. 플라즈마 챔버(1) 내의 진공도는 반응 기체의 종류에 따라 ECR 플라즈마를 일으킬 수 있는 정도로 적절히 결정될 수 있다. 마이크로파 주입구(12)는 마이크로파가 조사될 부분으로서 마이크로파 발생부(3)와 정렬될 수 있다. 또한, 이온 인출구(13)는 플라즈마 챔버(1)로부터 이온이 인출되는 부분으로서 이온 인출부(4)와 연결될 수 있다.

[15] 자석부(2)는 미러 자석(21), 보정 자석(22) 및 극 자석(23)을 포함할 수 있다. 미러 자석(21)은 ECR 플라즈마를 발생시키고자 하는 공간의 양단에 위치할 수 있으며, 극 자석(23)은 양 미러 자석(21)의 사이에 위치할 수 있다. 미러 자석(21)에 의해 인가되는 미러 자기장 및 극 자석(23)에 의해 인가되는 자기장에 의해 전자가 플라즈마 챔버(1) 내에 가두어질 수 있다. 보정 자석(22)은 미러 자기장의 크기가 최소가 되는 지점에 인접하여 위치하여 플라즈마 챔버(1) 내의 최소 자기장의 크기를 조절하도록 구성될 수 있다. 보정 자석(22)은 구조의 변경 없이 보정 자석(22)에 의해 인가되는 자기장의 크기를 조절할 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 보정 자석(22)은 소프트웨어적으로 자기장의 조절이 가능한 전자석 등으로 이루어질 수 있다.

[16] 도 1에서 자석부(2)의 각 자석(21, 22, 23)은 사각형 형상의 단면을 가지며 플라즈마 챔버(1)를 둘러싸고 위치한다. 예컨대, 각 자석(21, 22, 23)은 속이 빈 고리 형상일 수 있으며, 각 자석(21, 22, 23)의 비어있는 중심 부분에 플라즈마 챔버(1)가 배치될 수 있다. 예컨대, 미러 자석(21)과 보정 자석(22)은 솔레노이드(solenoid) 형태일 수도 있고, 극 자석(23)은 레이스트랙(Racetrack) 형태의 자석의 6개 조합체로 이루어 질 수 있다. 그러나 이는 예시적인 것으로서, 각 자석(21, 22, 23)은 플라즈마 챔버(1) 내에 자기장을 인가할 수 있는 다른 적절한 형상을 가질 수도 있다.

[17] 마이크로파 발생부(3)는 마이크로파를 발생시켜 플라즈마 챔버(1) 내로 주입하기 위한 장치이다. 예컨대, 마이크로파 발생부(3)는 마그네트론(magnetron) 또는 자이로트론(gyrotron) 등의 발진기를 포함할 수

있다. 마이크로파 발생부(3)는 플라즈마 챔버(1)의 마이크로파 주입구(13)를 통해 플라즈마 챔버(1) 내의 반응 기체에 마이크로파를 인가할 수 있다. 적절한 자기장 및 기체 분위기에서 플라즈마 챔버(1) 내의 반응 기체에 마이크로파가 인가되면, 전자 맴돌이 공명 현상이 일어나 플라즈마로부터 다가 이온이 생성될 수 있다.

[18] 이온 인출부(4)는 1차 전극(41), 2차 전극(42) 및 인출 전극(43)을 포함할 수 있다. 1차 전극(41)은 플라즈마 챔버(1) 내에 생성된 이온과 플라즈마를 제어하고 집적하는 역할을 할 수 있으며, 2차 전극(42)은 생성된 이온을 가속하는 역할을 할 수 있다. 또한, 인출 전극(43)은 가속된 이온들을 인출하여 이온 빔의 형태로 출력하는 역할을 할 수 있다. 1차 전극(41)은 플라즈마 챔버(1)의 이온 인출구(13)에 결합될 수 있다. 이온 인출부(4)는 각 전극(41, 42, 43)을 전기적으로 분리하기 위한 절연부(44)를 포함할 수도 있다.

[19] 또한, 1차 전극(41)은 플라즈마 챔버(1)와 전기적으로 연결될 수도 있다. 이온 인출부(4)는 제1 리드(45) 및 제1 전원(46)을 더 포함할 수도 있다. 제1 리드(45)에 의해 2차 전극(42)과 제1 전원(46)을 전기적으로 연결하고, 제1 전원(46)으로부터 2차 전극(42)에 이온 가속을 위한 전력을 인가할 수 있다. 또한, 이온 인출부(4)는 제2 리드(47)와 제2 전원(48)을 더 포함할 수도 있다. 제2 리드(47)에 의해 인출 전극(43)과 제2 전원(48)을 전기적으로 연결할 수 있다. 이때, 제2 전원(48)은 접지 소스일 수 있으며, 그 결과 인출 전극(43)은 접지 상태일 수 있다.

[20] 자기장 조절부(5)는 자석부(2)에 의해 인가되는 자기장을 조절하여 ECR 영역을 확장시키기 위한 부분이다. 자기장 조절부(5)는 자기장 조절 재료를 포함하여 이루어질 수 있다. 자기장 조절 재료는 자석부(2)에 의해 인가되는 자기장에 의하여 자화되어 자기장 크기를 증가시키는 역할을 할 수 있는 임의의 물질일 수 있다. 예컨대, 자기장 조절 재료는 자성체 또는 강자성체일 수 있다. 또한, 자기장 조절부(5)는 하나 이상의 상이한 자기장 조절 재료를 포함할 수도 있으며, 자기장 조절 재료와 비자성체 등 다른 여러 물질이 혼합된 재료로 이루어질 수도 있다.

[21] 자기장 조절부(5)는 제1 조절부(51) 및 제2 조절부(52)를 포함할 수 있다. 제1 조절부(51)는 플라즈마 챔버(1) 내부에 위치할 수 있으며, 제2 조절부(52)는 플라즈마 챔버(1) 외부에 위치할 수 있다. 플라즈마 챔버(1) 외부에 위치하는 제2 조절부(52)는 자석부(2)에 비하여 플라즈마 챔버(1)에 인접하여 위치할 수 있고 자석부(2)의 내부에도 위치할 수도 있다. 즉, 플라즈마 챔버(1)와 극 자석(23) 사이에 제2 조절부(52)가 위치할 수도 있고 플라즈마 챔버(1) 외부에 자석부(2)의 내부에도 위치할 수도 있다. 그러나 이는 예시적인 것으로서, 다른 실시예에서 제2 조절부(52)는 극 자석(23)에 비하여 플라즈마 챔버(1)로부터 먼 위치에 배치될 수도 있다.

[22] 도 1에 도시된 실시예에서 자기장 조절부(5)는 플라즈마 챔버(1) 내부의 제1 조절부(51) 및 플라즈마 챔버(1) 외부의 제2 조절부(52)를 모두 포함한다. 그러나

이는 예시적인 것으로서, 다른 실시예에서 자기장 조절부(5)는 플라즈마 챔버(1)의 내부 또는 외부에 위치하는 어느 하나의 조절부만을 포함하여 구성될 수도 있다.

[23] ECR 이온원 장치에 있어서, 플라즈마 챔버(1)의 중심으로부터 자석부(2)를 향한 외주 방향으로 이동된 부위가 ECR 영역에 해당하며 해당 영역에서 이온 밀도가 높게 나타난다. ECR 이온원 장치의 응용을 위하여 보다 많은 이온을 인출하기 위해서는, 이온이 높은 밀도로 존재하는 ECR 영역을 확장시킬 필요가 있다. 본 발명의 실시예들은, 자기장 조절부(5)에 의하여 플라즈마 챔버(1) 내의 자기장의 크기를 조정함으로써 ECR을 발생시킬 수 있는 자기장 면적을 확장시키도록 구성되며, 그 결과 ECR 영역을 확장시켜 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시킬 수 있다.

[24] 플라즈마 챔버(1) 외부에 위치하는 제1 조절부(51)의 경우, 종래의 삽입 요크(yoke) 폴(pole)과 유사하게 헥사폴(hexapole) 자기장을 보강하는 기능을 할 수도 있다. 또한 플라즈마 챔버(1) 내부에 위치하는 제2 조절부(52)의 경우, 제2 조절부(52)가 플라즈마 챔버(1) 내의 공간을 차지하는 만큼 플라즈마 챔버(1) 내의 플라즈마에 대한 마이크로파 에너지의 전달 체적이 감소된다. 따라서, 플라즈마 챔버(1) 내의 플라즈마의 단위 체적에 전달되는 마이크로파 에너지를 증가시킬 수 있는 이점이 있다. 한편, 제2 조절부(52)는 헥사폴 형상으로 발생되는 플라즈마에 의한 손상을 방지 또는 최소화하도록 3개 또는 상이한 개수의 조각으로 나뉘어져 플라즈마 챔버(1) 내에 삽입될 수도 있다.

[25] 일 실시예에서, 제1 조절부(51)는 자기장 조절 재료(53)가 하나 이상의 위치에 삽입되어 있으며 삽입된 자기장 조절 재료(53)의 위치를 조절하기 위한 제어부(미도시)를 포함하여 구성될 수 있다. 이와 유사하게, 제2 조절부(52)는 또한 자기장 조절 재료(54)가 하나 이상의 위치에 삽입되어 있으며 삽입된 자기장 조절 재료(54)의 위치를 조절하기 위한 제어부(미도시)를 포함하여 구성될 수 있다.

[26] 플라즈마 챔버(1) 내의 자기장에 따라 자기장 조절 재료(53, 54)의 위치를 적절한 위치로 조절함으로써, 자기장 조절부(5)에 의한 자기장 증가 효과를 더욱 향상시킬 수 있다. 자기장 조절 재료(53, 54)의 위치 제어는 자동 또는 수동으로 수행될 수 있다. 또한, 제1 조절부(51), 제2 조절부(52) 및 이들에 삽입된 자기장 조절 재료(53, 54)는 서로 유기적으로 변경, 조합, 통합 및/또는 교체되어 사용될 수 있다.

[27] 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치의 전류를 증가시키는 방법은 도 1을 참조하여 전술한 ECR 이온원 장치에 의하여 수행될 수 있다. 즉, 플라즈마 챔버(1)에 자기장 및 마이크로파를 인가하면서 플라즈마 챔버(1) 내에 주입된 반응 기체로부터 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 이때, 자기장 조절부(5)에 포함된 하나 이상의 자기장 조절 재료를 이용함으로써, 자석부(2)에 의하여 인가되는 자기장의 크기를 조정할 수 있다. 그 결과, 자기장 및 마이크로파로 인해

발생되는 ECR의 영역을 확장시킬 수 있으며, 플라즈마로부터 생성된 이온을 증가시킬 수 있다. 생성된 이온들은 플라즈마 챔버(1)로부터 빔 형태로 집적되어 인출되므로, 결과적으로 자기장 조절부(5)에 의하여 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시킬 수 있다.

[28] 이상에서 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 장치 및 ECR 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법에 관한 것이다.

청구범위

[청구항 1] 플라즈마가 발생되는 플라즈마 챔버;
상기 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 자석부;
상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 마이크로파 발생부;
상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기 플라즈마 챔버로부터 인출하는 이온 인출부; 및
상기 플라즈마 챔버의 내부 또는 외부에 위치하며, 상기 자석부에 의해 인가되는 자기장의 크기를 조정하는 자기장 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치.

[청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 자기장 조절부는,
하나 이상의 자기장 조절 재료; 및
상기 하나 이상의 자기장 조절 재료의 위치를 제어하기 위한 제어부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치.

[청구항 3] 제 2항에 있어서,
상기 자기장 조절 재료는 자성체 또는 강자성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치.

[청구항 4] 제 1항에 있어서,
상기 자기장 조절부는,
상기 플라즈마 챔버 내부에 위치하는 제1 조절부; 및
상기 플라즈마 챔버 외부에 위치하는 제2 조절부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치.

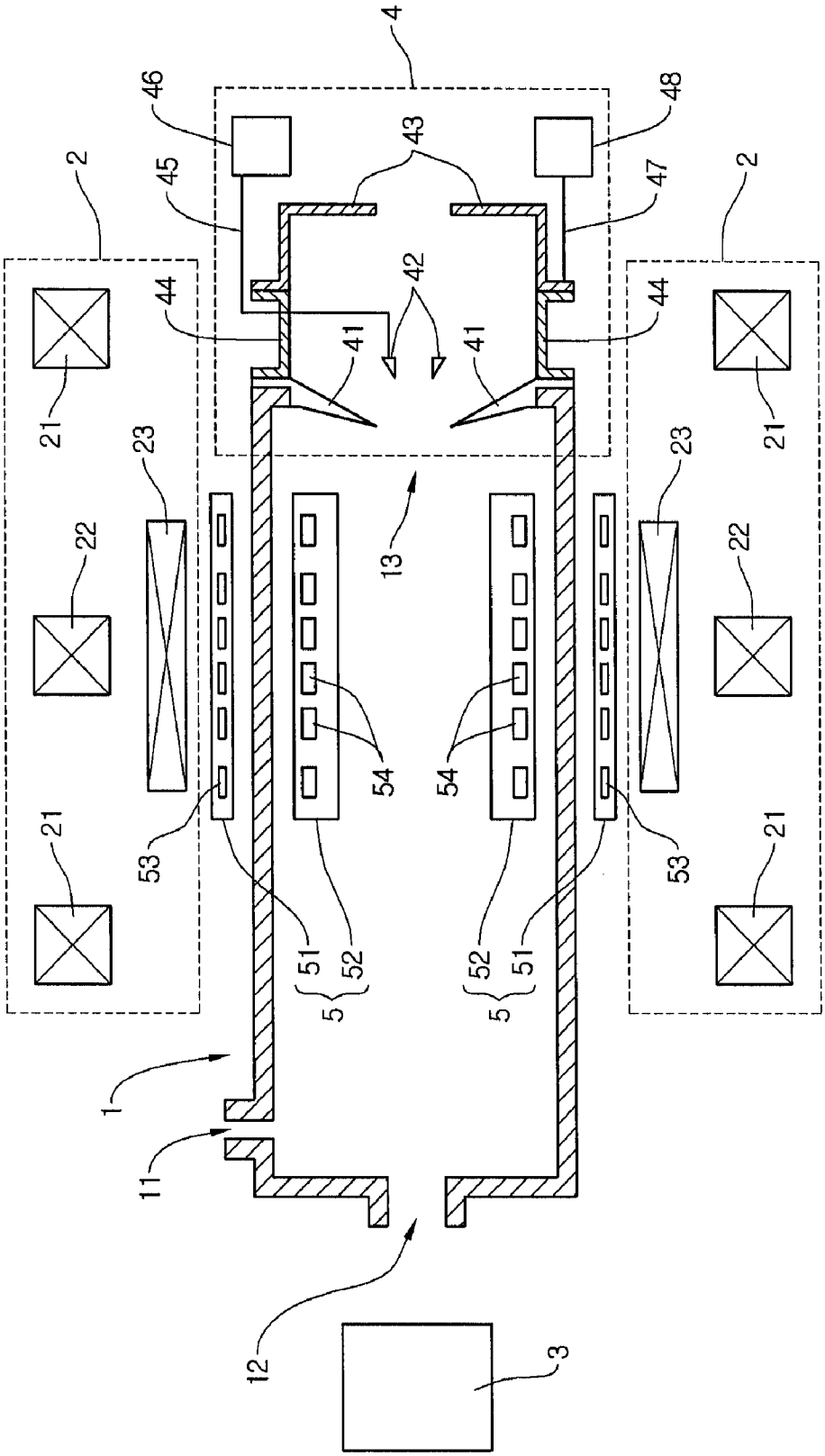
[청구항 5] 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 단계;
상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 단계;
상기 플라즈마 챔버 내부 또는 외부에 위치하는 하나 이상의 자기장 조절 재료를 이용하여 상기 플라즈마 챔버 내의 자기장의 크기를 조정하는 단계;
상기 플라즈마 챔버 내에 플라즈마를 발생시키는 단계; 및
상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기 플라즈마 챔버로부터 인출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법.

[청구항 6] 제 5항에 있어서,
상기 자기장의 크기를 조정하는 단계는, 상기 자기장 조절 재료의

위치를 제어하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법.

[청구항 7] 제 5항에 있어서,
상기 자기장 조절 재료는 자성체 또는 강자성체를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치의 인출 전류를 증가시키는 방법.

[Fig. 1]


4
46
48
43
2
45
47
2
42
44
44
41
41
21
21
23
23
22
22
13
54
54
53
53
21
21
51
52
52
51
5
5
1
11
12
3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2012/008586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J 37/08(2006.01)i, H01J 27/02(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)

H01J 37/08; H05H 1/30; H05H 1/24; C23C 14/35; C23C 14/34; H05H 13/00; H05G 1/00

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: plasma, chamber, magnetic field, adjustment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2011-0061135 A (KOREA BASIC SCIENCE INSTITUTE) 09 June 2011 See paragraphs [0014]-[0030] and figure 1.	1-7
Y	KR 10-2009-0062069 A (NANO BEAM, CO., LTD.) 17 June 2009 See paragraphs [0040]-[0052] and figures 2-4.	1-7
Y	KR 10-2007-0015937 A (APPLIED MATERIALS, INC.) 06 February 2007 See page 5, line 4 - page 6, line 42 and figures 8,9.	4

☐ 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
23 JANUARY 2013 (23.01.2013)	**24 JANUARY 2013 (24.01.2013)**
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.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

International application No.
PCT/KR2012/008586

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0061135 A	09.06.2011	EP 2510760 A2	17.10.2012
		US 2012-0230472 A1	13.09.2012
		WO 2011-068350 A2	09.06.2011
		WO 2011-068350 A3	09.06.2011
KR 10-2009-0062069 A	17.06.2009	NONE	
KR 10-2007-0015937 A	06.02.2007	CN 1950538 A	18.04.2007
		CN 1950538 C0	18.04.2007
		EP 1774054 A1	18.04.2007
		JP 2008-500457 A	10.01.2008
		TW I337753A	21.02.2011
		TW I337753B	21.02.2011
		US 2005-0263389 A1	01.12.2005
		US 2005-0263390 A1	01.12.2005
		US 2010-0155223 A1	24.06.2010
		US 7527713 B2	05.05.2009
		US 7686926 B2	30.03.2010
		WO 2005-118907 A1	15.12.2005

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2012/008586

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01J 37/08(2006.01)i, H01J 27/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H01J 37/08; H05H 1/30; H05H 1/24; C23C 14/35; C23C 14/34; H05H 13/00; H05G 1/00

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: 플라즈마, 챔버, 자기장, 조절

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2011-0061135 A (한국기초과학지원연구원) 2011.06.09 문단 [0014]-[0030] 및 도면 1 참조.	1-7
Y	KR 10-2009-0062069 A (가부시키가이샤 나노빔) 2009.06.17 문단 [0040]-[0052] 및 도면 2-4 참조.	1-7
Y	KR 10-2007-0015937 A (어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드) 2007.02.06 페이지 5, 라인 4 - 페이지 6, 라인 42 및 도면 8,9 참조.	4

☐ 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
2013년 01월 23일 (23.01.2013)	**2013년 01월 24일 (24.01.2013)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
양기성
전화번호 82-42-481-8227

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2012/008586

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0061135 A	2011.06.09	EP 2510760 A2	2012.10.17
		US 2012-0230472 A1	2012.09.13
		WO 2011-068350 A2	2011.06.09
		WO 2011-068350 A3	2011.06.09
KR 10-2009-0062069 A	2009.06.17	없음	
KR 10-2007-0015937 A	2007.02.06	CN 1950538 A	2007.04.18
		CN 1950538 C0	2007.04.18
		EP 1774054 A1	2007.04.18
		JP 2008-500457 A	2008.01.10
		TW I337753A	2011.02.21
		TW I337753B	2011.02.21
		US 2005-0263389 A1	2005.12.01
		US 2005-0263390 A1	2005.12.01
		US 2010-0155223 A1	2010.06.24
		US 7527713 B2	2009.05.05
		US 7686926 B2	2010.03.30
		WO 2005-118907 A1	2005.12.15