

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2014-0098077 (43) 공개일자 2014년08월07일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01J 37/08 (2006.01) H01J 37/04 (2006.01) H01J 27/02 (2006.01) (21) 출원번호 10-2014-7012965 (22) 출원일자(국제) 2011년11월25일 심사청구일자 2014년05월14일 (85) 번역문제출일자 2014년05월14일 (86) 국제출원번호 PCT/KR2011/009083 (87) 국제공개번호 WO 2013/077483 국제공개일자 2013년05월30일		(71) 출원인 한국기초과학지원연구원 대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동) (72) 발명자 이병섭 대전광역시 중구 태평로 80 삼부아파트 2동 102호 원미숙 부산광역시 연제구 거제천로 233 월드메르디앙아파트 110동 806호 (뒷면에 계속) (74) 대리인 김영철, 김 순 영

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 가변형 이온 가이드 및 이를 포함하는 전자 맴돌이 공명 이온원 장치

(57) 요약

가변형 이온 가이드는, 일 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성된 가변형 챔버; 상기 가변형 챔버의 길이를 조절하는 것에 의하여 위치가 결정되도록 상기 가변형 챔버에 연결되는 하나 이상의 가이드 전극; 및 상기 가변형 챔버의 한쪽 끝에 연결되는 인출 전극을 포함할 수 있다. 상기 가변형 이온 가이드를 이용하여, 상기 가변형 이온 가이드와 함께 플라즈마 챔버, 자석부 및 마이크로파 발생부 등을 포함하는 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치를 구성할 수도 있다. 상기 가변형 이온 가이드 및 ECR 이온원 장치에 의하면, 이온 인출을 위한 전극의 형태 및 전극에 형성된 구멍의 크기 및 위치를 적절히 조절함으로써 양질의 빔을 인출할 수 있으며 높은 전류의 빔을 다양하게 인출할 수 있다.

(72) 발명자

윤장희

부산광역시 북구 화명신도시로 70 코오롱하늘채 1
차아파트 108동 2004호

최세용

경기도 안양시 동안구 학의로 98 셋별아파트 202동
2302호

옥정우

부산광역시 금정구 식물원로75번길 33 경보아파트
1917호

박진용

부산광역시 수영구 황령산로 39 남천전원빌라 B동
201호

김병철

부산광역시 금정구 수림로75번길 61, 303호

특허청구의 범위

청구항 1

일 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성된 가변형 챔버;

상기 가변형 챔버의 길이를 조절하는 것에 의하여 위치가 결정되도록 상기 가변형 챔버에 연결되는 하나 이상의 가이드 전극; 및

상기 가변형 챔버의 한쪽 끝에 연결되는 인출 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 하나 이상의 가이드 전극은,

제1 홀을 포함하는 제1 전극; 및

상기 제1 홀 내에 위치하며 제2 홀을 포함하는 제2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제2 전극은 상기 일 방향상의 위치, 상기 제2 홀의 크기 및 상기 일 방향에 대한 표면 경사각 중 하나 이상을 조절할 수 있는 가변형 전극인 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 하나 이상의 가이드 전극은,

하나 이상의 제3 홀을 포함하는 제3 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1 전극, 상기 제2 전극 및 상기 제3 전극 중 하나 이상은 상기 가변형 챔버에 탈착 가능하게 연결되는 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 가변형 챔버는 절연 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 가변형 챔버는, 냉각 물질이 주입되는 하나 이상의 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변형 이온 가이드.

청구항 8

플라즈마가 발생되는 플라즈마 챔버;

상기 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 자석부;

상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 마이크로파 발생부; 및

상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기

플라즈마 챔버로부터 인출하는 가변형 이온 가이드를 포함하되,

상기 가변형 이온 가이드는,

한쪽 끝이 상기 플라즈마 챔버에 연결되며 이온 진행 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성된 가변형 챔버;

상기 가변형 챔버의 길이를 조절하는 것에 의하여 위치가 결정되도록 상기 가변형 챔버에 연결되는 하나 이상의 가이드 전극; 및

상기 가변형 챔버의 다른쪽 끝에 연결되는 인출 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 하나 이상의 가이드 전극은,

제1 홀을 포함하는 제1 전극; 및

상기 제1 홀 내에 위치하며 제2 홀을 포함하는 제2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제2 전극은 상기 일 방향상의 위치, 상기 제2 홀의 크기 및 상기 일 방향에 대한 표면 경사각 중 하나 이상을 조절할 수 있는 가변형 전극인 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

청구항 11

제 9항에 있어서,

상기 하나 이상의 가이드 전극은,

하나 이상의 제3 홀을 포함하는 제3 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제1 전극, 상기 제2 전극 및 상기 제3 전극 중 하나 이상은 상기 가변형 챔버에 탈착 가능하게 연결되는 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

청구항 13

제 8항에 있어서,

상기 가변형 챔버는 절연 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

청구항 14

제 8항에 있어서,

상기 가변형 챔버는, 냉각 물질이 주입되는 하나 이상의 채널을 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 맵돌이 공명 이온원 장치.

명 세 서

기술 분야

실시예들은 가변형 이온 가이드 및 이를 포함하는 전자 맵돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance) 이온원 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 이온원 장치가 필요한 여러 응용 장치에 있어 상대적으로 저렴한 비용으로 요구되는 이온을 발생시킬 수 있는 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치가 사용되고 있다. 일 예로, 대한민국 등록 특허공보 10-0927995호에는 자기장 및 마이크로파를 이용한 ECR 현상에 의하여 이온을 발생시키는 ECR 이온원 장치가 개시된다. ECR 이온원 장치는 높은 에너지의 이온을 발생시킬 수 있어 의료 및 재료 연구 목적으로 방사성 동위 원소를 생성하기 위한 싸이클로트론 장치 및 중이온 선형 가속기 등의 이온 주입원으로도 사용되고 있다.
- [0003] 그러나, ECR 이온원 장치에서 높은 강도의 이온 빔을 실현하기 위해서는 실험을 통하여 최적의 이온 빔 인출 조건을 얻어야 한다. 이온 빔 인출 조건을 조절하기 위하여 플라즈마 챔버 내부의 이온 가이드를 조정하는 방법이 있으나, 플라즈마 챔버 내의 이온 가이드를 조정하는 과정에서 플라즈마 챔버의 고진공을 훼손할 우려가 있다. 또한, 이온 가이드를 전극으로도 사용하는 경우 고전압의 리드가 플라즈마 챔버 안쪽에 삽입되어야 하므로 절연에 있어 주의가 필요하다. 또한, 플라즈마 챔버의 크기가 상대적으로 작기 때문에 이온 가이드의 형태 변형에 제한이 있으며, 이온 가이드의 교환이 불편하여 ECR 이온원 장치의 증착 장비 등으로의 응용에 있어 다양한 조건을 실현하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 본 발명의 일 측면에 따르면, 이온 인출을 위한 전극을 플라즈마 챔버 외부에 위치시키며, 상기 전극을 가변형 및/또는 교체형으로 설치하여 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 영역에 부합하도록 인출 조건을 조절하는 것이 가능한 가변형 이온 가이드 및 이를 포함하는 ECR 이온원 장치를 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 실시예에 따른 가변형 이온 가이드는, 일 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성된 가변형 챔버; 상기 가변형 챔버의 길이를 조절하는 것에 의하여 위치가 결정되도록 상기 가변형 챔버에 연결되는 하나 이상의 가이드 전극; 및 상기 가변형 챔버의 한쪽 끝에 연결되며 상기 가이드 전극과 전기적으로 분리되는 인출 전극을 포함할 수 있다.
- [0006] 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치는, 플라즈마가 발생하는 플라즈마 챔버; 상기 플라즈마 챔버 내에 자기장을 인가하는 자석부; 상기 플라즈마 챔버 내에 마이크로파를 인가하는 마이크로파 발생부; 및 상기 자기장 및 상기 마이크로파에 의한 전자 맴돌이 공명에 의하여 상기 플라즈마로부터 발생된 이온을 상기 플라즈마 챔버로부터 인출하는 가변형 이온 가이드를 포함할 수 있다.
- [0007] 상기 ECR 이온원 장치에 있어서, 상기 가변형 이온 가이드는, 한쪽 끝이 상기 플라즈마 챔버에 연결되며 이온 진행 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성된 가변형 챔버; 상기 가변형 챔버의 길이를 조절하는 것에 의하여 위치가 결정되도록 상기 가변형 챔버에 연결되는 하나 이상의 가이드 전극; 및 상기 가변형 챔버의 다른쪽 끝에 연결되며 상기 가이드 전극과 전기적으로 분리되는 인출 전극을 포함할 수도 있다.

발명의 효과

- [0008] 본 발명의 일 측면에 따른 가변형 이온 가이드 및 이를 포함하는 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치에 의하면, 이온 인출을 위한 전극의 위치 및 전극 구멍의 크기 등을 조절함으로써 다양한 인출 및 증착 조건을 만족시키고 양질의 빔을 인출할 수 있으며 높은 전류의 빔을 인출할 수 있다. 이상의 ECR 이온원 장치는 엑스선 장치 및 이온 가속기 등 다양한 장치에의 산업적 응용도가 높을 뿐만 아니라, 의료 관련 분야 및 연구 분야에서도 다양하게 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 2는 다른 실시예에 따른 ECR 이온원 장치의 개략적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 이하에서, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대하여 상세히 살펴본다.
- [0011] 도 1은 일 실시예에 따른 전자 맵돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 이온원 장치의 개략도이다.
- [0012] 도 1을 참조하면, 일 실시예에 따른 ECR 이온원 장치는 플라즈마 챔버(1), 자석부(2), 마이크로파 발생부(3) 및 가변형 이온 가이드(4)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. 가변형 이온 가이드(4)에서는 생성된 이온들을 선택적으로 인출하고 이온 빔의 형태로 집적할 수 있다.
- [0013] 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) 및 가변형 이온 가이드(4)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.
- [0014] 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 가변형 이온 가이드(4)와 연결될 수 있다.
- [0015] 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.
- [0016] 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 이루어질 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.
- [0017] 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(12)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 맵돌이 공명 현상이 일어나 플라즈마로부터 다가 이온이 생성될 수 있다.
- [0018] 가변형 이온 가이드(4)는 가변형 챔버(40), 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)을 포함할 수 있다. 가변형 챔버(40)는 일 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성될 수 있다. 가변형 챔버(40)의 길이를 조절하는 것에 의하여 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)의 위치가 결정될 수 있다. 도 1에서 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42) 각각에 표시된 양 방향의 화살표는 각 전극의 위치가 변경될 수 있음을 나타낸다. 즉, 가변형 챔버(40)의 길이를 조절하는 것에 의하여 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)은 이온 진행 방향의 위치가 변경될

수 있다.

[0019] 가변형 챔버(40)는 플라즈마 챔버(1)의 이온 인출구(13)에 결합되어 이온의 진행 방향의 길이를 조절할 수 있도록 구성될 수 있다. 가변형 챔버(40)는 하나 이상의 주름관(400)으로 이루어질 수도 있다. 주름관(400)의 형태가 변형되면서 주름관(400)의 길이가 줄어들거나 늘어나는 것에 의하여 각각의 주름관(400) 사이에 연결되는 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 가변형 챔버(40)의 끝 부분에 연결된 인출 전극(42)의 위치가 조절될 수 있다. 주름관(400)의 형태 변형을 위하여, 가변형 챔버(40)는 연결부(43)를 통해 동력원(44)에 연결될 수 있다. 예컨대, 동력원(44)은 모터와 전압원으로 구성되며 가변형 챔버(40)는 연결부(43)를 통해 모터에 기계적 및/또는 전기적으로 연결될 수도 있다. 가변형 챔버(40)는 절연 물질로 이루어질 수도 있다.

[0020] 하나 이상의 가이드 전극(41)은 플라즈마 챔버(1) 내에 생성된 이온과 플라즈마를 집적하고 이온을 가속하는 역할을 할 수 있다. 하나 이상의 가이드 전극(41)은 가변형 챔버(40)에 연결되며, 가변형 챔버(40)의 길이를 조절하는 것에 의하여 이온 진행 방향상의 위치가 결정될 수 있다. 하나 이상의 가이드 전극(41)은 가변형 챔버(40)에 탈착 가능하게 연결될 수도 있다. 예컨대, 가변형 챔버(40)의 각각의 주름관(400)을 분리함으로써 각 주름관(400) 사이의 가이드 전극(41)을 가변형 챔버(40)로부터 분리할 수 있다. 따라서, 가이드 전극(41)을 용이하게 교체할 수 있으며, 달성하고자 하는 인출 조건에 따라 적절한 가이드 전극(41)을 이용할 수 있다. 각각의 가이드 전극(41)은 이온을 통과시키기 위한 홀을 포함할 수 있다. 또한, 각각의 가이드 전극(41)은 가이드 전극(41)의 표면이 이온 진행 방향에 대하여 경사진 원뿔의 형상일 수 있다. 그러나 이는 예시적인 것으로서, 가이드 전극(41)은 하나 이상의 홀을 포함하는 평판 형상일 수도 있으며, 또는 이온을 가속하여 인출하기 위한 다른 적당한 형상일 수도 있다.

[0021] 인출 전극(42)은 가이드 전극(41)에 의하여 가속된 이온들을 인출하여 이온 빔의 형태로 출력하는 역할을 할 수 있다. 인출 전극(42)은 가변형 챔버(40)의 한쪽 끝에 연결될 수 있다. 예컨대, 가변형 챔버(40)의 한쪽 끝 부분은 플라즈마 챔버(1)의 인출구(13)에 연결될 수 있으며, 이때 인출 전극(42)은 가변형 챔버(40)의 다른쪽 끝에 연결될 수 있다. 하나 이상의 가이드 전극(41)과 마찬가지로, 가변형 챔버(40)의 길이를 조절하는 것에 의하여 인출 전극(42)의 위치가 조절될 수 있다. 인출 전극(42)은 이온을 빔 형태로 집속하기 위한 전극으로서, 이온의 집속 및 출력을 위한 적당한 형상을 가질 수 있으며 특정 형상에 한정되지 않는다.

[0022] 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)은 리드(45)를 통하여 전원(46)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전원(46)은 리드(45)를 통하여 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)에 전압을 인가할 수 있으며, 인가된 전압에 의하여 플라즈마 챔버(1) 내의 이온을 집적하고 가속하여 이온 빔 형태로 출력할 수 있다. 도 1에서 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)은 모두 동일한 전원(46)에 전기적으로 연결되는 것으로 도시되었으나, 각각의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)에 인가되는 전압은 서로 상이할 수도 있다. 예컨대, 인출 전극(42)은 접지 소스에 전기적으로 연결되어 접지 상태로 유지될 수도 있다. 또한, 하나 이상의 가이드 전극(41) 중 일부에만 전압이 인가될 수도 있으며 각각의 가이드 전극(41)에 인가되는 전압이 서로 상이할 수도 있다.

[0023] 이상에서 설명한 ECR 이온원 장치는, 가변형 챔버(40)를 이용함으로써 이온 인출을 위한 하나 이상의 가이드 전극(41) 및 인출 전극(42)의 위치를 적절히 조절할 수 있으며 가이드 전극(41)을 용이하게 교체할 수 있다. 이상과 같이 구성된 가변형 이온 가이드(4)를 사용함으로써 다양한 인출 조건 및 증착 조건을 만족하여 양질의 빔을 인출할 수 있으며 높은 전류의 빔을 인출할 수 있다. 상기 ECR 이온원 장치는 엑스선 장치 및 이온 가속기 등 다양한 장치에의 산업적 응용도가 높을 뿐만 아니라, 의료 관련 분야 및 연구 분야에서도 다양하게 활용될 수 있다.

[0024] 도 2는 다른 실시예에 따른 ECR 이온원 장치의 개략적인 단면도이다. 도 2에 도시된 실시예의 설명에 있어서, 도 1를 참조하여 기술한 실시예로부터 당업자에게 용이하게 이해될 수 있는 부분에 대해서는 설명을 생략하며, 도 1에 도시된 실시예와의 차이점에 대하여 설명한다.

[0025] 도 2를 참조하면, 본 실시예에 따른 ECR 이온원 장치에서 가변형 이온 가이드(4)는 가변형 챔버(40), 하나 이상의 가이드 전극 및 인출 전극(42)을 포함할 수 있다. 여기서, 하나 이상의 가이드 전극은 제1 전극(411) 및 제2 전극(412)을 포함할 수 있다. 또한, 하나 이상의 가이드 전극은 제3 전극(413)을 더 포함할 수도 있다. 제1 전극(411), 제3 전극(413) 및 인출 전극(42)은 리드(45)를 통하여 전원(46)에 전기적으로 연결될 수 있다. 그러나, 제1 전극(411), 제3 전극(413) 및 인출 전극(42) 각각에 인가되는 전압은 서로 상이할 수 있으며, 또는 이들 전극 중 일부에만 전압이 인가될 수도 있다. 이는 도 1을 참조하여 기술한 실시예로부터 용이하게 이해될 수 있으므로 자세한 설명을 생략한다.

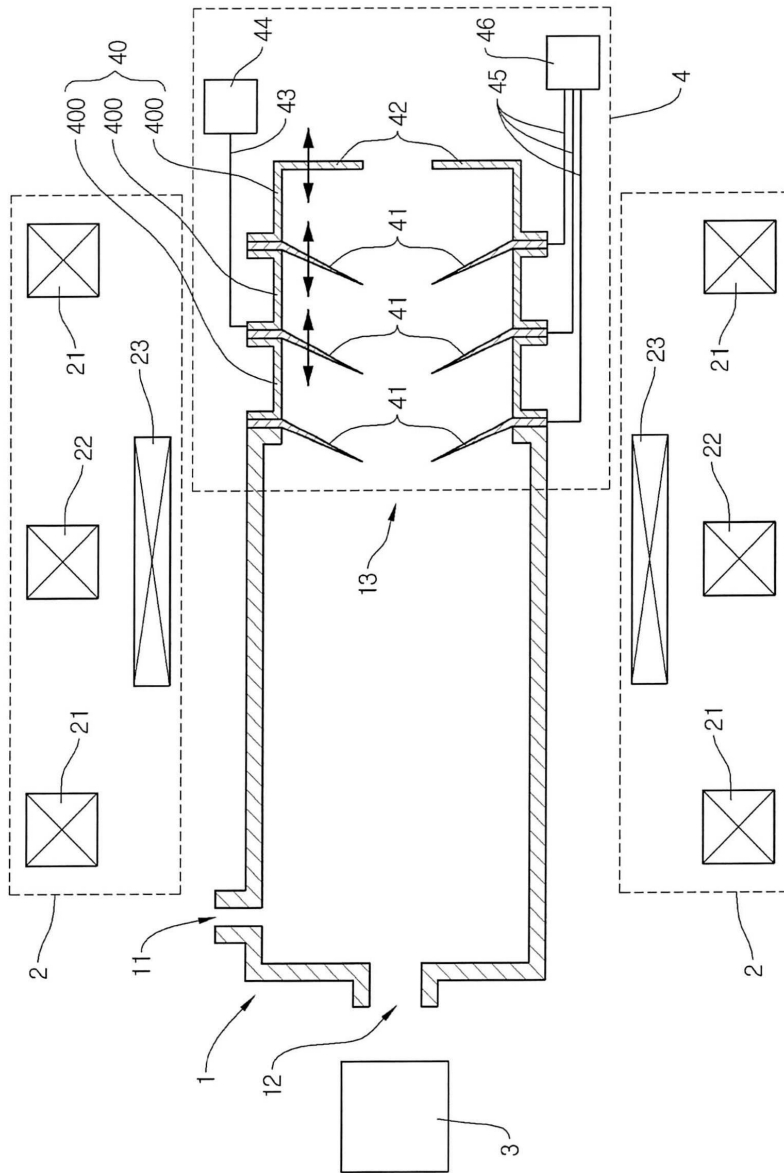
- [0026] 제1 전극(411)은 이온이 통과하기 위한 홀(4110)을 포함할 수 있다. 또한, 제2 전극(412)은 이온이 통과하기 위한 홀(4120)을 포함할 수 있다. 제2 전극(412)은 제1 전극(411)의 홀(4110) 내에 위치할 수 있으며, 따라서 제2 홀(4120)의 크기는 제1 홀(4110)의 크기에 비해 작을 수 있다. 제1 전극(411) 및 제2 전극(412)은 각 전극의 표면이 이온 진행 방향에 대하여 경사진 원뿔의 형상일 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 제2 전극(412)은 이온 진행 방향상의 위치, 제2 홀(4120)의 크기 및/또는 표면 경사각(θ)을 조절할 수 있는 가변형 전극일 수 있다. 예컨대, 제2 전극(412)은 복수 개의 판이 겹쳐진 형태로 되어 있으며 각 판 사이의 각도를 조절함으로써 제2 홀(4120)의 크기 및 제2 전극(412)의 표면 경사각(θ)을 조절할 수 있도록 구성될 수도 있다. 제2 전극(412)의 가변을 위하여, 제2 전극(412)은 연결부(47)를 통해 동력원(48)에 연결될 수 있다. 예컨대, 동력원(48)은 모터와 전압원으로 구성되며 제2 전극(412)은 연결부(47)를 통해 모터에 기계적 및/또는 전기적으로 연결될 수도 있다.
- [0028] 제3 전극(413)은 이온의 집속 및 가속을 위한 또 다른 전극으로서, 하나 이상의 홀(4130)을 포함하는 평판 형상일 수 있다. 그러나 이는 예시적인 것으로서, 제3 전극(413)은 제1 전극(411) 및 제2 전극(412)과 마찬가지로 표면이 이온 진행 방향에 대하여 경사진 원뿔 형상일 수도 있으며, 또는 이온의 집속 및 가속을 위한 다른 상이한 형상일 수도 있다.
- [0029] 일 실시예에서는, 가변형 챔버(40)는 냉각 물질이 주입되는 하나 이상의 채널(401)을 포함할 수도 있다. 제1 전극(411)을 양(+) 전극 등으로 활용하여 이온에 가속을 가할 수 있는데, 이때 마이크로파 및 플라즈마로 인하여 온도 상승이 발생할 수 있다. 이를 보완하기 위하여, 가변형 챔버(40)에 냉각 물질이 주입되는 하나 이상의 채널(401)을 형성하고, 제1 전극(411)은 하나 이상의 채널(401)과 인접한 가변형 챔버(40)의 표면에 접촉시켜 제1 전극(411)을 냉각할 수 있다. 이때, 냉각 효율을 향상시키기 위해서는 제1 전극(411)과 가변형 챔버(40)의 접촉 표면을 증가시킬 수도 있다.
- [0030] ECR 이온원 장치에 있어서 이온 밀도가 가장 높은 영역은 플라즈마 챔버(1)에서 이온 진행 방향상의 중심부가 아니라 중심부에서 다소 바깥쪽으로 이동된 영역이다. ECR 이온원 장치로부터 가능한 많은 이온을 인출하기 위해서는, 이온 밀도가 상대적으로 높은 곳에서 인출이 이루어질 수 있어야 한다. 전술한 실시예에 따른 ECR 이온원 장치에서는, 가변형 이온 가이드에서 제2 전극(412)이 가변됨에 따라 이온이 인출되는 구멍의 위치 및 폭이 변경되므로 인출 조건을 변화시킬 수 있다. 따라서, 다양한 인출 조건 및 증착 조건을 만족시키고 양질의 빔을 인출할 수 있으며 높은 전류의 빔을 인출할 수 있다.
- [0031] 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

- [0032] 실시예들은 가변형 이온 가이드 및 이를 포함하는 전자 맴돌이 공명(Electron Cyclotron Resonance) 이온원 장치에 관한 것이다.

도면

도면1



도면2

