



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0088911
(43) 공개일자 2020년07월23일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 27/14 (2006.01) H01J 37/08 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01J 27/14 (2013.01)
H01J 37/08 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7019636</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2018년11월14일
심사청구일자 2020년07월07일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2020년07월07일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2018/061000</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2019/118120
국제공개일자 2019년06월20일</p> <p>(30) 우선권주장
62/597,736 2017년12월12일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050</p> <p>(72) 발명자
베커, 클라우스
미국, 03833 뉴 햄프셔, 켄싱턴, 사우스 로드 223
알바라도, 다니엘
미국, 메사추세츠 01844, 메튼, 엘름 스트리트 59
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
특허법인에이아이피</p> |
|---|--|

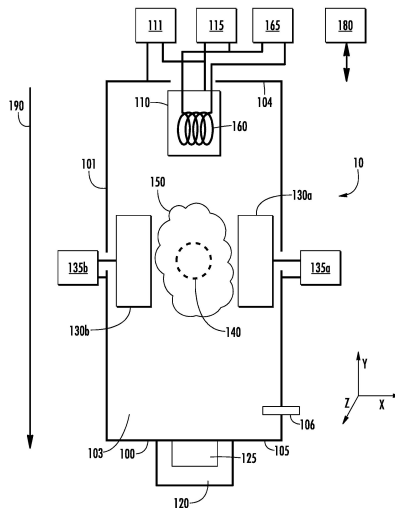
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 이온 소스 및 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스

(57) 요약

도가니를 갖는 이온 소스가 개시된다. 일부 실시예에서, 도가니는 캐소드 반대쪽의 이온 소스의 단부들 중 하나에 배치된다. 다른 실시예에서, 도가니는 측벽들 중 하나에 배치된다. 도가니에는 고체 형태일 수 있는 공급 재료가 배치된다. 특정 실시예에서, 공급 재료는 플라즈마의 이온들과 전자들에 의해 스퍼터링된다. 다른 실시예에서, 공급 재료가 증발하도록 가열된다. 도가니가 가장 낮은 벽에 배치되어 중력이 도가니에 공급 재료를 보유하도록 이온 소스가 배향될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

에스티. 피터, 미카엘

미국 01930 매사추세츠 글로스터 린데일 애버뉴 4

우리그트, 그라함

미국 01950 매사추세츠 뉴베리포트 프로스펙트 스트리트 129

명세서

청구범위

청구항 1

간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스(indirectly heated cathode ion source)에 있어서,
제 1 단부 및 제 2 단부를 연결하는 복수의 전기 전도성 측벽들을 포함하는 아크 챔버(arc chamber);
상기 아크 챔버의 제 1 단부 상에 배치된 간접적으로 가열된 캐소드; 및
상기 아크 챔버의 상기 제 2 단부 상에 배치된 도가니(crucible)를 포함하는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 복수의 전기 전도성 측벽들 중 하나 상에 배치된 전극을 더 포함하고; 상기 아크 챔버의 상기 복수의 전기 전도성 측벽들에 인가된 전압에 대비하여 전압이 상기 전극에 인가되는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 도가니에 배치된 공급 재료(feed material)를 더 포함하고, 중력이 상기 도가니에 상기 공급 재료를 보유하도록 상기 아크 챔버가 배향되는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 도가니는 공급 재료가 배치되고 가열되는 오목한 공동(recessed cavity)을 갖는 가열된 도가니를 포함하는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 필라멘트가 상기 공급 재료를 가열하는데 사용되는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 6

간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스(indirectly heated cathode ion source)에 있어서,
제 1 단부 및 제 2 단부를 연결하는 복수의 전기 전도성 측벽들을 포함하는 아크 챔버(arc chamber);
상기 아크 챔버의 제 1 단부 상에 배치된 간접적으로 가열된 캐소드; 및
제 1 측벽 반대쪽에 제 2 측벽 상에 배치된 도가니를 포함하는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 제 1 측벽 상에 배치된 전극을 더 포함하고, 상기 아크 챔버의 상기 복수의 전기 전도성 측벽들에 인가된 전압에 대비하여 전압이 상기 전극에 인가되는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 도가니에 배치된 공급 재료를 더 포함하고, 중력이 상기 도가니에 상기 공급 재료를 보유하도록 상기 아크 챔버가 배향되는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 도가니는 공급 재료가 배치되고 가열되는 오목한 공동을 갖는 가열된 도가니를 포함하는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 필라멘트가 상기 공급 재료를 가열하는데 사용되는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 11

제 6 항에 있어서, 상기 제 2 측벽 상에 배치된 제 2 도가니를 더 포함하는, 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스.

청구항 12

이온 소스에 있어서,
플라즈마가 생성되는 복수의 벽들을 갖는 아크 챔버; 및
공급 재료를 홀딩하기 위해 상기 복수의 벽들 중 하나 상에 배치된 도가니를 포함하되,
중력이 상기 도가니에 상기 공급 재료를 보유하도록 상기 아크 챔버가 배향되는, 이온 소스.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 도가니는 상기 공급 재료가 배치되고 가열되는 오목한 공동을 갖는 가열된 도가니를 포함하는, 이온 소스.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 필라멘트가 상기 공급 재료를 가열하는데 사용되는, 이온 소스.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 플라즈마는 간접적으로 가열된 캐소드 또는 RF 이온 소스를 이용하여 생성되는, 이온 소스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예는 이온 소스에 관한 것으로, 보다 상세하게는 고체 공급 재료용 도가니(crucible)를 갖는 이온 소스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 프로세싱 장비에 사용되는 이온을 생성하기 위해 다양한 유형의 이온 소스들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 간접적으로 가열된 캐소드(IHC : indirectly heated cathode) 이온 소스는 캐소드 뒤에 배치된 필라멘트에 전류를 공급함으로써 작동한다. 필라멘트는 열이온 전자들(thermionic electrons)을 방출하고, 이 열이온 전자들은 캐소드를 향해 가속되고 캐소드를 가열하여 결국 캐소드가 이온 소스의 아크 챔버 내로 전자들을 방출하게 한다. 캐소드는 아크 챔버의 일단에 배치된다. 리펠러(repeller)가 전형적으로 캐소드 반대쪽의 아크 챔버의 단부에 배치된다. 캐소드와 리펠러는 전자들을 반발시키기 위해 바이어스되고 전자들을 아크 챔버의 중심으로 다시 향하게 할 수 있다. 일부 실시예에서, 자기장은 아크 챔버 내의 전자를 추가로 국한하기 위해 사용된다.

[0003] 특정 실시예에서, 전극들은 아크 챔버의 하나 이상의 측벽들 상에 배치된다. 이들 전극들은 이온들 및 전자들의 위치를 제어하기 위해, 아크 챔버의 중심 근처에서 이온 밀도를 증가시키기 위해 양으로 또는 음으로 바이어스될 수 있다. 추출 개구가 아크 챔버의 중심에 근접한 다른 측면을 따라 배치되며, 이를 통해 이온들이 추출될 수 있다.

[0004] 특정 실시예에서, 도펀트 종들로서 고체 형태의 공급 재료를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, IHC 이온 공급 소스와 고체 공급 재료를 사용하는 것과 관련된 이슈들이 있다. 예를 들어, 이온 소스와 함께 사용되는 기화기는 1200 섭씨보다 높은 온도에서 작동하기가 어렵다. 더구나, 기화기를 아크 챔버와 연결하는 튜브들에서 열 차폐 및 응결에 이슈들이 있을 수 있다. 이러한 이슈들로 인해 증기압이 1200 섭씨로 너무 낮기 때문에 기화

기에서 많은 고체들을 사용하지 못할 수 있다.

[0005] 따라서, 이러한 제한없이 고체 공급 재료와 함께 사용될 수 있는 이온 소스가 유익할 것이다. 더구나, 이온 소스가 고체 공급 재료에 의해 오염되지 않으면 유리할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 도가니를 갖는 이온 소스가 개시된다. 일부 실시예에서, 도가니는 캐소드 반대쪽의 이온 소스의 단부들 중 하나에 배치된다. 다른 실시예에서, 도가니는 측벽들 중 하나에 배치된다. 도가니에는 고체 형태일 수 있는 공급 재료가 배치된다. 특정 실시예에서, 공급 재료는 플라즈마 내의 이온들과 전자들로 스퍼터링된다. 다른 실시예에서, 공급 재료는 그것이 증발하도록 가열된다. 이온 소스는 도가니가 가장 낮은 벽에 배치되어 중력이 도가니에 공급 재료를 보유하도록 배향될 수 있다.

[0007] 일 실시예에 따라, 간접적으로 가열된 캐소드(IHC) 이온 소스가 개시된다. IHC 이온 소스는 아크 챔버로서, 제 1 단부 및 제 2 단부를 연결하는 복수의 전기 전도성 측벽들을 포함하는, 상기 아크 챔버; 상기 아크 챔버의 상기 제 1 단부 상에 배치된 간접적으로 가열된 캐소드; 및 상기 아크 챔버의 상기 제 2 단부 상에 배치된 도가니를 포함한다. 특정 실시예에서, 이온 소스는 복수의 전기 전도성 측벽들 중 하나 상에 배치된 전극을 포함하되; 상기 아크 챔버의 상기 복수의 전기 전도성 측벽들에 인가된 전압에 대비하여 상기 전극에 전압이 인가된다. 일부 실시예에서, 공급 재료가 상기 도가니에 배치되며, 상기 아크 챔버는 중력이 상기 공급 재료를 도가니에 보유하도록 배향된다. 특정 실시예에서, 도가니는 공급 재료가 배치되는 오목한(recessed) 공동을 갖는 타겟 홀더를 포함한다. 특정 실시예에서, 도가니는 공급 재료가 배치되고 가열되는 오목한 공동을 갖는 가열된 도가니를 포함한다. 일부 실시예에서, 작은 오프닝(opening)을 갖는 커버가 상기 오목한 공동의 최상부에 배치된다. 특정 실시예에서, 상기 공급 재료를 가열하기 위해 필라멘트가 사용된다.

[0008] 다른 실시예에 따라, 간접적으로 가열된 캐소드(IHC) 이온 소스가 개시된다. IHC 이온 소스는 아크 챔버로서, 제 1 단부 및 제 2 단부를 연결하는 복수의 전기 전도성 측벽들을 포함하는, 상기 아크 챔버; 상기 아크 챔버의 상기 제 1 단부 상에 배치된 간접적으로 가열된 캐소드; 및 제 1 측벽의 반대쪽의 제 2 측벽 상에 배치된 도가니를 포함한다. 특정 실시예에서, 이온 소스는 상기 제 1 측벽 상에 배치된 전극을 포함하되; 상기 아크 챔버의 상기 복수의 전기 전도성 측벽들에 인가된 전압에 대비하여 상기 전극에 전압이 인가된다. 일부 실시예에서, 공급 재료가 상기 도가니에 배치되며, 상기 아크 챔버는 중력이 상기 공급 재료를 도가니에 보유하도록 배향된다. 특정 실시예에서, 도가니는 공급 재료가 배치되는 오목한 공동을 갖는 타겟 홀더를 포함한다. 특정 실시예에서, 도가니는 공급 재료가 배치되고 가열되는 오목한 공동을 갖는 가열된 도가니를 포함한다. 일부 실시예에서, 작은 오프닝을 갖는 커버가 상기 오목한 공동의 최상부에 배치된다. 특정 실시예에서, 상기 공급 재료를 가열하기 위해 필라멘트가 사용된다. 특정 실시예에서, 제 2 도가니가 상기 제 2 측벽 상에 배치된다.

[0009] 다른 실시예들에 따라, 이온 소스가 개시된다. 이온 소스는 플라즈마가 생성되는 복수의 벽들을 갖는 아크 챔버; 및 공급 재료를 홀딩하기 위해 복수의 벽들 중 하나 상에 배치된 도가니를 포함하되; 상기 아크 챔버는 중력이 상기 도가니에 상기 공급 재료를 보유하도록 배향된다. 특정 실시예에서, 도가니는 공급 재료가 배치되는 오목한 공동을 갖는 타겟 홀더를 포함한다. 특정 실시예에서, 도가니는 공급 재료가 배치되고 가열되는 오목한 공동을 갖는 가열된 도가니를 포함한다. 일부 실시예에서, 상기 공급 재료를 가열하기 위해 필라멘트가 사용된다. 특정 실시예에서, 플라즈마는 RF 이온 소스의 간접적으로 가열된 캐소드를 사용하여 생성된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 개시의 더 나은 이해를 위해, 본 출원에 참고로 통합된 첨부된 도면을 참조한다 :

도 1은 일 실시예에 따른 도가니를 갖는 간접적으로 가열된 캐소드 (IHC) 이온 소스이다.

도 2는 일 실시예에 따른 도가니이다.

도 3은 다른 실시예에 따른 도가니이다.

도 4는 다른 실시예에 따른 도가니를 갖는 간접적으로 가열된 캐소드(IHC) 이온 소스이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 기술한 바와 같이, 기화기는 응결 및 낮은 증기압으로 인해 매우 높은 온도에서 문제가 있을 수 있다.
- [0012] 도 1은 이러한 문제를 극복하는 도가니를 갖는 IHC 이온 소스(10)를 도시한다. IHC 이온 소스(10)는 2 개의 대향 단부들 및 이들 단부들에 연결된 측벽들(101)을 포함하는 아크 챔버(100)를 포함한다. 아크 챔버(100)는 또한 바닥 벽 및 최상부 벽을 포함한다. 아크 챔버(100)의 벽들은 전기 전도성 재료로 구성될 수 있고 서로 전기적으로 연결될 수 있다. 아크 챔버(100)의 제 1 단부(104)에서 캐소드(110)가 아크 챔버(100)에 배치된다. 필라멘트(160)는 캐소드(110) 뒤에 배치된다. 필라멘트(160)는 필라멘트 파워 서플라이(power supply)(165)와 연결된다. 필라멘트 파워 서플라이(165)는 필라멘트(160)를 통해 전류를 통과시키도록 구성되어, 필라멘트(160)는 열이온 전자를 방출한다. 캐소드 바이어스 파워 서플라이(115)는 캐소드(110)에 대비하여 필라멘트(160)를 음으로 바이어스하므로, 이러한 열이온 전자들은 필라멘트(160)로부터 캐소드(110)를 향해 가속되고 전자들이 캐소드(110)의 후면에 부딪힐 때 캐소드(110)를 가열한다. 캐소드 바이어스 파워 서플라이(115)는 필라멘트가 캐소드(110)의 전압보다 더 음의 전압 예를 들어, 200V 내지 1500V을 갖도록 필라멘트(160)를 바이어스할 수 있다. 캐소드(110)는 그런 다음 전면의 열이온 전자를 아크 챔버(100) 내로 방출한다.
- [0013] 따라서, 필라멘트 파워 서플라이(165)는 필라멘트(160)에 전류를 공급한다. 캐소드 바이어스 파워 서플라이(115)는 필라멘트가 캐소드(110)보다 음이 되도록 필라멘트(160)를 바이어싱하여, 전자들이 필라멘트(160)로부터 캐소드(110)를 향해 끌려 당겨진다. 특정 실시예에서, 캐소드(110)는 예를 들어, 바이어스 파워 서플라이(111)에 의해 아크 챔버(100)에 대비하여 바이어스될 수 있다. 다른 실시예에서, 캐소드(110)는 아크 챔버(100)의 측벽들과 동일한 전압이 되도록 아크 챔버(100)에 전기적으로 연결될 수 있다. 이들 실시예에서, 바이어스 파워 서플라이(111)가 이용되지 않을 수 있고, 캐소드(110)가 아크 챔버(100)의 측벽들에 전기적으로 연결될 수 있다. 특정 실시예에서, 아크 챔버(100)는 전기 접지(electrical ground)에 연결된다.
- [0014] 이 실시예에서, 도가니(120)는 캐소드(110)에 반대쪽에 아크 챔버(100)의 제 2 단부(105) 상의 아크 챔버(100)에 배치된다. 도가니(120)는 전기 전도성 재료로 만들어 질 수 있고, 아크 챔버(100)의 측벽들에 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0015] 특정 실시예에서, 자기장(190)이 아크 챔버(100)내에 생성된다. 이 자기장은 한 방향을 따라 전자를 국한하기 위한 것이다. 자기장(190)은 전형적으로 제 1 단부(104)로부터 제 2 단부(105)까지의 측벽들(101)에 평행하게 이어진다. 예를 들어, 전자들은 캐소드(110)로부터 도가니(120)까지의 방향 (즉, y 방향)에 평행한 열(column)에 국한될 수 있다. 따라서, 전자는 y 방향으로 이동하는 임의의 전자기력을 경험하지 않는다. 그러나, 다른 방향으로의 전자의 움직임은 전자기력을 경험할 수 있다.
- [0016] 도 1에 도시된 실시예에서, 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)은 아크 챔버(100)의 각각의 대향 측벽들(101) 상에 배치되고, 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)은 아크 챔버(100) 내에 있다. 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)은 측벽들(101)과 전기적으로 절연되도록 구성될 수 있다. 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)은 각각의 파워 서플라이에 의해 바이어싱될 수 있다. 특정 실시예에서, 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)은 공통 파워 서플라이와 연결될 수 있다. 그러나, 다른 실시예들에서, IHC 이온 소스(10)의 출력을 튜닝하는 능력 및 최대 가요성을 허용하기 위해, 제 1 전극(130a)은 제 1 전극 파워 서플라이(135a)와 연결될 수 있고 제 2 전극(130b)은 제 2 전극 파워 서플라이(135b)와 연결될 수 있다.
- [0017] 제 1 전극 파워 서플라이(135a) 및 제 2 전극 파워 서플라이(135b)는 아크 챔버(100)의 측벽들에 대비하여 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)을 개별적으로 바이어싱하는 역할을 한다. 특정 실시예에서, 제 1 전극 파워 서플라이(135a) 및 제 2 전극 파워 서플라이(135b)는 아크 챔버(100)의 측벽들(101)에 대비하여 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)을 양으로 또는 음으로 바이어스 할 수 있다. 특정 실시예에서, 전극들 중 적어도 하나는 아크 챔버(100)의 측벽들(101)에 대비하여 40 내지 500 볼트로 바이어스될 수 있다.
- [0018] 캐소드(110), 도가니(120) 및 전극 각각은 금속 또는 흑연과 같은 전기 전도성 재료로 만들어진다.
- [0019] 최상부 벽(103)으로 지칭되는 아크 챔버(100)의 다른 측면 상에 배치된 추출 개구(140)가 있을 수 있다. 도 1에서, 추출 개구(140)는 X-Y 평면 (페이지와 평행)에 평행 한 측면 상에 배치된다. 더구나, IHC의 이온 소스(10)는 이온화될 가스가 아크 챔버(100)로 유입되는 가스 유입구(106)를 포함한다.
- [0020] 제어기(180)는 이들 파워 서플라이들에 의해 공급된 전압 또는 전류가 수정될 수 있도록 하나 이상의 파워 서플

라이들과 연통할 수 있다. 제어기(180)는 마이크로 제어기, 개인용 컴퓨터, 특수 용도 제어기, 또는 다른 적절한 프로세싱 유닛과 같은 프로세싱 유닛을 포함할 수 있다. 제어기(180)는 또한 반도체 메모리, 자기 메모리 또는 다른 적절한 메모리와 같은 비 일시적 저장 엘리먼트를 포함할 수 있다. 이 비 일시적 저장 엘리먼트는 제어기(180)가 본 출원에 설명된 기능을 수행할 수 있게 하는 명령 및 다른 데이터를 포함할 수 있다.

[0021] 인듐, 알루미늄, 안티모니 또는 갈륨과 같은 공급 재료(125)는 도가니(120) 내에 배치될 수 있다. 공급 재료(125)는 도가니(120)에 배치될 때 고체 형태일 수 있다. 그러나, 특정 실시예에서, 재료(125)는 용융되어 액체가 될 수 있다. 따라서, 특정 실시예에서, 이온 소스(10)는 도가니(120)가 최저 측면(즉, 지면에 가장 가까운 측면) 상에 위치하여 용융된 공급 재료가 도가니(120)로부터 아크 챔버(100)로 흐르지 않고 오히려 도가니(120)에 잔존하도록 구성된다. 다시 말해서, 이온 소스(10)는 공급 재료(125)가 중력에 의해 도가니(120)에 보유되도록 배향된다.

[0022] 작동 동안, 필라멘트 파워 서플라이(165)는 필라멘트(160)를 통해 전류를 통과시키고, 이는 필라멘트(160)가 열 이온 전자를 방출하게 한다. 이러한 전자들은 필라멘트(160)보다 더 양(positive)일 수 있는 캐소드(110)의 후면에 부딪치고, 캐소드(110)가 열을 발생시키게 하고, 이는 결국 캐소드(110)가 아크 챔버(100)로 전자들을 방출하게 한다. 이 전자들이 가스 유입구(106)를 통해 아크 챔버(100) 내로 공급되는 가스 분자들과 충돌한다. 캐리어 가스, 예컨대, 아르곤, 또는 에칭 가스, 예컨대, 불소는 적절하게 위치한 가스 유입구(106)를 통해 챔버(100)로 도입될 수 있다. 캐소드(110)로부터의 전자들, 가스 및 양의 전위의 조합이 플라즈마(150)를 생성한다. 플라즈마(150)는 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)에 의해 생성된 전기장에 의해 국한되고 조작될 수 있다. 또한, 특정 실시예에서, 전자들 및 양이온들은 자기장(190)에 의해 다소 국한될 수 있다. 특정 실시예에서, 플라즈마(150)는 추출 개구(140)에 근접한 아크 챔버(100)의 중심 근처에 국한된다. 특정 실시예에서, 플라즈마(150)는 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)에 인가된 전압의 평균에 가까운 전압에서 바이어스될 수 있다. 플라즈마(150)에 의한 화학적 에칭 또는 스퍼터링은 공급 재료(125)를 가스 상(gas phase)으로 변환시키고 이온화를 야기한다. 이어서, 이온화된 공급 재료는 추출 개구(140)를 통해 추출될 수 있고 이온 빔을 준비하는데 사용될 수 있다.

[0023] 특정 실시예에서, 캐소드(110)의 전압은 플라즈마(150)의 전압보다 더 작은 양의 전압이다. 예를 들어, 일 실시예에서, 캐소드(110)는 아크 챔버(100)의 측면들과 동일한 전압일 수 있다. 제 1 전극(130a)는 150V에서 바이어스될 수 있지만, 한편 제 2 전극(130b)은 0V 또는 20V에서 바이어스될 수 있다. 따라서, 캐소드(110)에 의해 생성된 전자들은 플라즈마(150)를 향해 끌어 당겨진다. 일부 실시예에서, 이들 방출된 전자들 또는 다른 입자들은 또한 공급 재료(125)에 부딪쳐서 스퍼터링을 야기할 수 있다.

[0024] 플라즈마(150)는 도가니(120) 보다 더 양의 전압으로 유지되기 때문에, 공급 재료(125)로부터 스퍼터링되거나 달리 방출된 음의 이온들 및 중성 원자들은 플라즈마(150)를 향해 끌어 당겨진다.

[0025] 도 1에는 2 개의 전극이 도시되어 있지만, 이들 전극 중 하나는 예컨대, 제 2 전극(130b) 및 이와 관련된 제 2 전극 파워 서플라이(135b)는 일부 실시예에서 제거될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 다른 실시예에서, 제 2 전극(130b)은 아크 챔버(100) 내에 배치되지만, 아크 챔버(100)의 측면들(101)에 전기적으로 연결된다. 따라서, 이 실시예에서, 제 2 전극 파워 서플라이(135b)가 제거될 수 있다.

[0026] 도 2는 도가니의 제 1 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 도가니는 타겟 홀더(target holder)(200)를 포함한다. 타겟 홀더(200)는 공급 재료가 배치될 수 있는 오목한 공동(recessed cavity)(210)을 포함한다. 오목한 공동(210)은 타겟 홀더(200)가 아크 챔버(100)에 부착될 때 아크 챔버(100)의 내부와 연통하는 상부 표면(201) 상에 배치된다. 타겟 홀더(200)는 전기 전도성 재료 예컨대, 흑연, 텅스텐 또는 탄탈륨으로 만들어진다. 더구나, 타겟 홀더(200)는 아크 챔버(100)의 측면들(101)에 전기적 및 기계적으로 연결된다.

[0027] 도 2의 타겟 홀더(200)가 아크 챔버(100)와 함께 사용될 때, 공급 재료(125)는 플라즈마(150) 속의 전자들 및 이온들에 의해 유도되는 스퍼터링 또는 화학적 에칭의 동작을 통해 아크 챔버(100)로 전달된다. 공급 재료(125)에 인가되는 다른 열 또는 전기적 바이어스 소스는 존재하지 않는다.

[0028] 도 3은 도가니의 제 2 실시예를 도시한다. 이 실시예에서, 도가니는 가열된 도가니(300)이다. 가열된 도가니(300)는 그것의 제 1 표면(310) 상에 오목한 공동(302)을 갖는 타겟 본체(301)를 포함한다. 오목한 공동(302)은 공급 재료(125)를 홀딩하는데 사용된다. 타겟 본체(301)는 전기 전도성 재료 예컨대, 흑연, 텅스텐 또는 탄탈륨일 수 있다.

[0029] 타겟 필라멘트(304)는 전형적으로 제 1 표면(310) 반대쪽의 제 2 표면(320) 상의 제 2 공동(315)에 배치된다.

타겟 필라멘트(304)는 타겟 필라멘트 파워 서플라이(303)와 연통한다. 타겟 필라멘트 파워 서플라이(303)는 타겟 필라멘트(304)가 열이온 전자들을 방출하도록 전류가 타겟 필라멘트(304)를 통과하도록 구성된다. 타겟 바이어스 파워 서플라이(305)는 타겟 본체(301)에 대비하여 타겟 필라멘트(304)를 음으로 바이어스하므로, 이들 열이온 전자들은 타겟 필라멘트(304)로부터 타겟 본체(301)를 향해 가속되고 전자들이 타겟 본체(301)의 제 2 공동(315)의 내부 표면에 부딪힐 때 타겟 본체(301)를 가열시킨다. 타겟 바이어스 파워 서플라이(305)는 타겟 필라멘트가 타겟 본체(301)의 전압보다 예를 들어 200V 내지 1500V 더 음의 전압을 갖도록 타겟 필라멘트(304)를 바이어싱할 수 있다. 타겟 본체(301)는 공급 재료가 기화되는 온도로 가열될 수 있다. 특정 실시예에서, 타겟 바이어스 파워 서플라이(305)에 의해 인가된 전압은 타겟 본체(301)의 온도를 제어하도록 조정 가능할 수 있다.

[0030] 따라서, 타겟 필라멘트 파워 서플라이(303)는 타겟 필라멘트(304)에 전류를 공급한다. 타겟 바이어스 파워 서플라이(305)는 타겟 필라멘트를 타겟 본체(301)보다 더 음이 되도록 타겟 필라멘트(304)를 바이어싱하여 전자들이 타겟 필라멘트(304)로부터 타겟 본체(301)를 향해 끌어 당겨지게 한다. 특정 실시예에서, 타겟 본체(301)는 아크 챔버(100)의 측벽들과 동일한 전압이 되도록 아크 챔버(100)에 전기적으로 연결될 수 있다. 전자들이 타겟 본체(301)를 가열하고 이는 공급 재료가 플라즈마를 발생시키기에 충분한 증기압에 도달할 때까지 공급 재료(125)를 가열한다. 가열된 도가니(300)는 고온에서 고체를 직접 증발시키는데 사용될 수 있다. 이는 캐리어 가스가 바람직하지 않거나 적합한 캐리어 가스가 없을 때 이용될 수 있다.

[0031] 도 3에 도시된 가열된 도가니(300)는 스퍼터링에 의존하지 않는다. 따라서, 작은 오프닝(307)을 갖는 커버(306)가 오픈한 공동(302) 위에 배치되어 공급 재료(125)를 플라즈마(150)로부터 격리시킨다. 특정 실시예에서, 오프닝은 가열된 도가니(300)로부터의 공급 재료(125)의 급격한 고갈을 피하기 위해 치수가 정해질 수 있다. 특정 실시예에서, 오프닝의 치수는 도가니의 최대 내부 치수의 25 % 미만이다. 커버(306)는 타겟 본체(301)와 동일한 재료로 구성될 수 있거나 또는 타겟 본체(301)에 사용되는 재료와 상관없이 흑연일 수 있다. 가열된 도가니(300)가 사용 중이 아니면 커버(306)의 사용이 공급 재료(125)와 플라즈마(150)의 오염을 감소시킨다. 따라서, 이온 소스(10)는 단지 하나의 공급 재료 전용이 아닌 다수의 공급 재료를 위해 여전히 사용될 수 있다.

[0032] 더구나, 타겟 본체(301)가 타겟 필라멘트(304)에 대비하여 바이어스되어 있지만, 타겟 본체(301)는 이온 소스(10)의 벽에 대비하여 바이어스되지 않는다. 공급 재료(125)에 인가되는 다른 전기 바이어스 소스는 존재하지 않는다.

[0033] 도 1의 이온 소스(10)는 도 1의 타겟 홀더(200)와 또는 도 3의 가열된 도가니(300)와 함께 사용될 수 있다. 양쪽 실시예들에서, 도 1에 도시된 바와 같이 중력이 공급 재료를 도가니에 보유하도록 도가니가 도면상에 장착되는 것이 바람직하다. 특정 실시예에서, 도 1에 도시된 바와 같이, 타겟 홀더(200)의 최상부 표면은, 제 2 단부(105)와 동일 평면에 있을 수 있다(flush). 다른 실시예에서, 타겟 홀더(200)는 단순히 제 2 단부(105) 상에 놓일 수 있다. 유사하게, 특정 실시예에서, 가열된 도가니(300)의 최상부 표면은 제 2 단부(105)와 동일 평면에 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 가열된 도가니(300)는 단순히 제 2 단부(105) 상에 놓일 수 있다.

[0034] 이 실시예에서, 도가니(120)는 전통적으로 리펠러가 설치되는 아크 챔버(100)의 단부 상에 배치된다는 것에 유의한다. 더구나, 본 실시예에서는 어떠한 리펠러도 사용되지 않는다.

[0035] 테스트 동안에, 도 2의 타겟 홀더(200)가 인듐을 함유하는 이온 빔을 생성하는데 사용되었다. 타겟 홀더(200)에 고체 인듐이 배치되고 이온 소스(10)가 작동되었다. 인듐은 용융되었지만 이온 소스(10)를 오염시키지 않았다. 다시 말해서, 액체 인듐은 도가니(120) 내에 잔존한다. 제 2 테스트 동안, 도 2의 타겟 홀더(200)는 알루미늄 공급 재료를 흘릴하도록 만들어졌다. 다시, 알루미늄이 용융되었지만 이온 소스(10)를 오염시키지 않았다.

[0036] 도 1은 IHC 이온 소스(10)의 실시예를 도시하고, 캐소드(110)는 아크 챔버(100)에 전기적으로 연결되고, 한편 제 1 전극(130a) 및 제 2 전극(130b)는 각각 제1 전극 파워 서플라이(135a) 및 제2 전극 파워 서플라이(135b)를 이용하여 아크 챔버(100)에 대비하여 개별적으로 바이어스된다. 도 4는 다른 실시예에 따른 IHC 이온 소스(11)를 도시한다. 유사한 컴포넌트에는 동일한 참조 지정자가 부여되었다. 본 실시예에서, IHC 이온 소스(11)는 아크 챔버(100)에 전기적으로 연결된 캐소드(110)를 갖는다. 그러나, 바이어스 파워 서플라이(111)는 아크 챔버(100)의 측벽들(101)에 대비하여 캐소드(110)를 바이어스하는데 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 더구나, 제 2 전극(130b)은 제거되었다. 자기장(190)이 또한 사용될 수 있다.

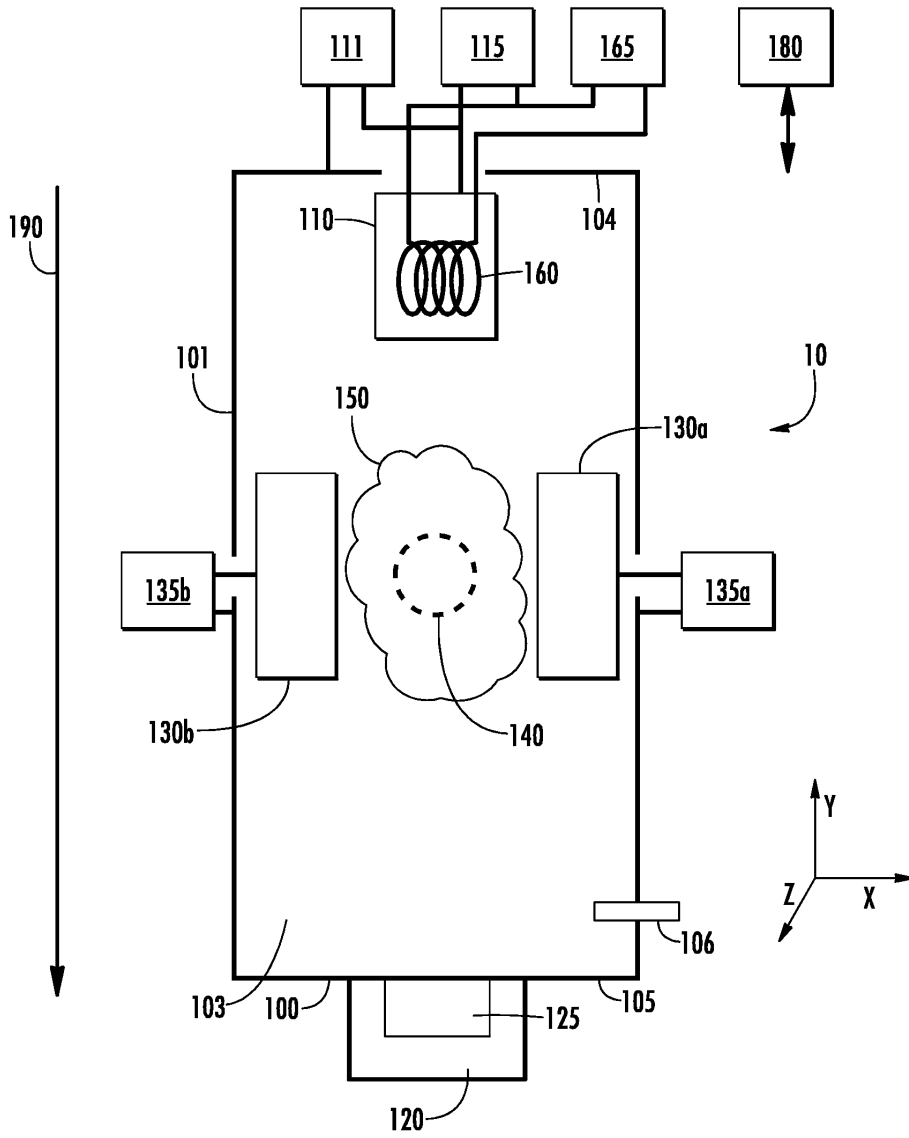
[0037] 이 실시예에서, 제 1 전극(130a) 만이 아크 챔버(100)에 대비하여 바이어스된다. 제 1 전극(130a)은 제 1 전극 파워 서플라이(135a)를 사용하여 아크 챔버(100)에 대비하여 40 내지 500 볼트에서 양으로 바이어스될 수 있다. 또한, 측벽들(101) 중 하나가 지면에 가장 근접하도록 아크 챔버(100)가 회전되었다. 구체적으로, 제 1 전극

(130a)에 반대쪽의 측벽들이 지면에 가장 가깝다.

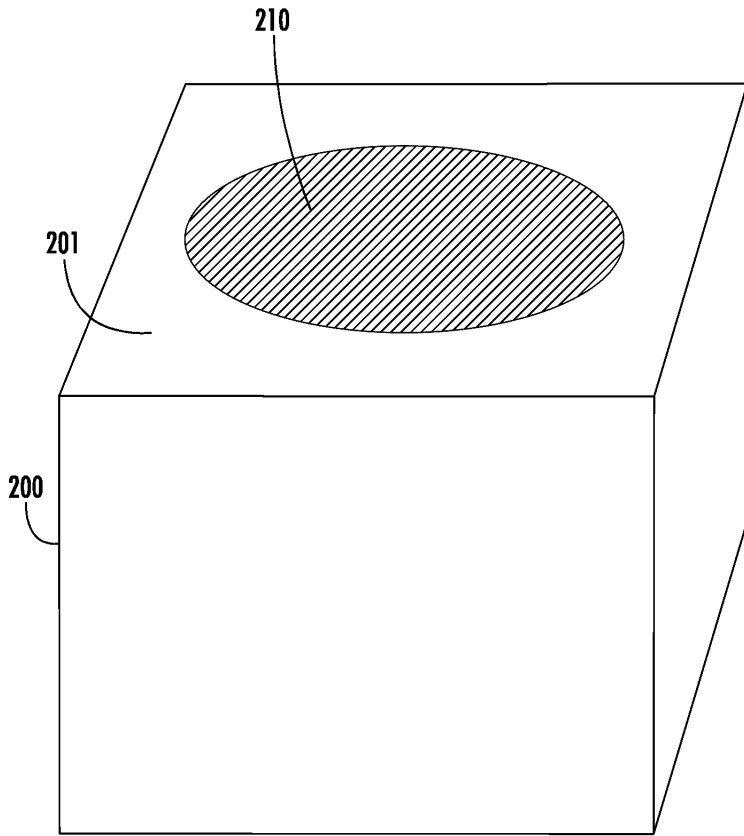
- [0038] 이 실시예에서, 도가니(120)는 제 1 전극(130a)의 반대쪽 측벽 상에 배치된다. 더구나, 특정 실시예에서, 이 측벽은 도 4에 도시된 바와 같이 복수의 도가니들(120)을 지지하기에 충분한 길이를 가질 수 있다. 예를 들어, 이 측벽을 따라 2개 이상의 도가니(120)가 설치될 수 있다. 도 2 및 도 3에 도시된 도가니 중 하나가 이 실시예에서 사용될 수 있다. 특정 실시예에서, 타겟 홀더(200)의 최상부 표면은 도 4에 도시된 바와 같이 측벽(101)과 동일 평면에 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 타겟 홀더(200)는 단순히 측벽들(101) 상에 놓일 수 있다. 유사하게, 특정 실시예에서, 가열된 도가니(300)의 최상부 표면은 측벽(101)과 동일 평면에 있을 수 있다. 다른 실시예에서, 가열된 도가니(300)는 단순히 측벽(101) 상에 놓일 수 있다.
- [0039] 도 2의 복수의 타겟 홀더(200)가 사용되는 경우, 모든 타겟 홀더(200)는 오염을 방지하기 위해 동일한 공급 재료를 함유하는 것이 바람직할 수 있다. 다수의 타겟 홀더(200)의 사용은 플라즈마(150)에서 고체 재료의 농도를 증가시킬 수 있다. 따라서, 다수의 도가니를 사용함으로써 원하는 이온들의 더 높은 빔 전류가 가능할 수 있다.
- [0040] 도 3의 복수의 가열된 도가니(300)가 사용되는 경우, 가열된 도가니(300)의 각각에 상이한 공급 재료를 배치하는 것이 가능하다. 예를 들어, 2 개의 가열된 도가니(300)는 상이한 공급 재료로 채워질 수 있다. 제 1 공급 재료가 사용될 때, 제 1 도가니(300)의 타겟 필라멘트(304)가 작동되고, 한편 제 2 도가니의 타겟 필라멘트(304)는 사용 금지된다. 이러한 방식으로, 제 1 가열된 도가니로부터의 증기는 아크 챔버(100)로 유입될 수 있지만, 제 2 가열된 도가니로부터의 어떠한 공급 재료도 아크 챔버(100)로 유입되지 않는다. 나중에, IHC 이온 소스(11)는 그런 다음 제 2 가열된 도가니에 타겟 필라멘트(304)를 작동시키고 제 1 가열된 도가니에서 타겟 필라멘트를 사용 금지시킴으로써 제 2 가열된 도가니(300)로부터 공급 재료를 이용하여 이온 빔을 생성할 수 있다.
- [0041] 도 1 및 도 4는 도가니(120)가 캐소드(110) 및 제 1 전극(130a)이 배치된 측면과 다른 아크 챔버(100)의 측면 상에 배치될 수 있는 것을 예시하는 특정 실시예를 도시한다.
- [0042] 상기 개시는 간접적으로 가열된 캐소드 이온 소스를 갖는 도가니의 사용을 설명하지만, 본 개시는 이 실시예에 한정되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 이온 소스는 임의 유형의 이온 소스 예컨대, RF 이온 소스, 버나스(Bernas) 이온 소스 또는 임의의 다른 유형일 수 있다.
- [0043] 또한, 특정 실시예에서, 도 4에 도시된 실시예는 리펠러와 함께 사용될 수 있다. 특정 실시예에서, 도 4의 캐소드는 아크 챔버의 측벽들에 대비하여 양으로(positively) 바이어스될 수 있다. 하나의 특정 실시예에서, 캐소드는 바이어스 파워 서플라이(111)를 사용하여 측벽들에 대비하여 바이어스 되며, 리펠러가 존재한다. 본 실시예에서, 제 1 전극(130a) 및 제 1 전극 파워 서플라이(135a)는 제거될 수 있다.
- [0044] 본 출원에서 전술한 실시예는 많은 장점을 가질 수 있다. 첫째, 본 시스템은 종래 기술과 관련된 이슈없이 고체 공급 재료가 도펀트 재료로서 사용될 수 있게 한다. 둘째, 도가니를 지면에 가장 가까운 벽에 위치시킴으로써, 공급 재료는 심지어 액체 형태 일 때에도 도가니에 보유된다. 이러한 방식으로, 이온 소스는 공급 재료의 액체 형태에 의해 오염되거나 손상되지 않는다. 셋째, 이온 빔에서 도펀트의 농도는 종래의 기화기와 비교하여 이 도가니를 사용하여 훨씬 더 클 수 있다. 한 실험에서, 이온 빔의 도펀트 농도는 종래의 기화기와 비교하여 두 배를 초과하였다. 또한, 특정 실시예에서, 복수의 도가니가 단일 아크 챔버 내에 배치될 수 있다. 이는 고농도의 공급 재료가 이온화될 수 있게 한다. 다른 실시예에서, 이는 도가니를 변경할 필요없이 상이한 공급 재료가 단일 아크 챔버와 함께 사용될 수 있게 한다.
- [0045] 본 개시는 본 출원에서 설명된 특정 실시예들에 의해 그 범위가 한정되지 않아야 한다. 실제로, 본 출원에 기술된 것들에 추가하여, 본 개시의 다른 다양한 실시예 및 변형은 전술한 설명 및 첨부 도면으로부터 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 이러한 다른 실시예들 및 수정들은 본 개시의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된다. 또한, 비록 특정 목적을 위한 특정 환경에서의 특정한 구현의 맥락에서 본 개시 내용이 설명되었지만, 당업자는 그 이용 가능성이 이에 한정되지 않으며 본 발명은 여러 가지 목적으로 여러 가지 환경에서 유리하게 구현된다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 이하에 개시되는 청구항들은 본 출원에서 설명되는 본 발명의 전체 효과와 취지에서 해석되어야 한다.

도면

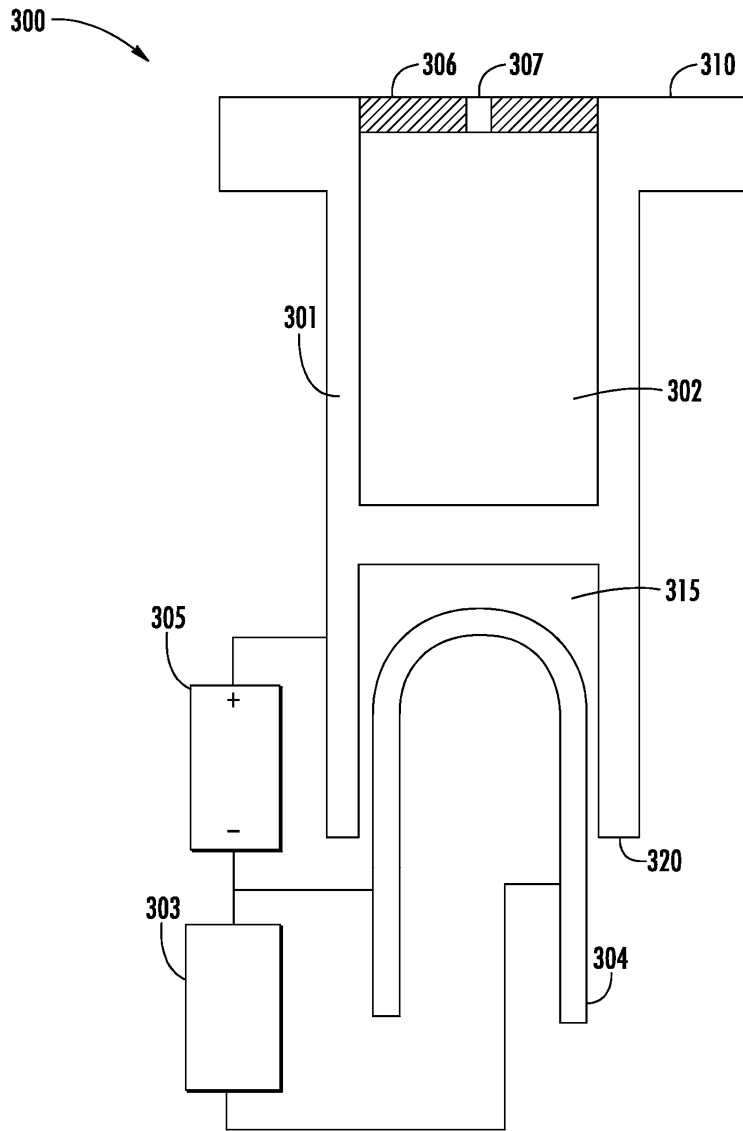
도면1



도면2



도면3



도면4

