



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월21일
(11) 등록번호 10-1214136
(24) 등록일자 2012년12월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05G 2/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7029674
(22) 출원일자(국제) 2006년05월08일
 심사청구일자 2011년05월06일
(85) 번역문제출일자 2007년12월18일
(65) 공개번호 10-2008-0043740
(43) 공개일자 2008년05월19일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2006/051428
(87) 국제공개번호 WO 2006/123270
 국제공개일자 2006년11월23일
(30) 우선권주장
 102005023060.1 2005년05월19일 독일(DE)

(56) 선행기술조사문헌
WO2005025280 A2*
Proceedings of the SPIE, V5751 N1, P260-271*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 15 항

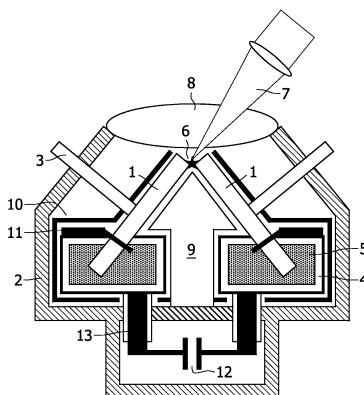
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 EUV 방사용 가스 방전원

(57) 요 약

본 발명은 전공 챔버에서 적어도 대략 원형상의 주변부를 가진 적어도 2개의 전극이 회전가능하게 장착되고, 일 공간 위치에 있는 전극은 가스 방전의 점화를 위해 작은 간격을 갖고 있고 도전성 액상 재료 저장소에 연결되어, 전극의 회전 중에 도전성 액상 재료의 액막이 전극의 원형 주변부 상에 형성될 수 있고, 전극에는 저장소를 통해 전류가 흐를 수 있는, 특히 EUV 방사 및/또는 소프트 X-레이 방사용 가스 방전원에 관한 것이다. 본 발명의 가스 방전원에서, 상기 전극이 연결 요소를 통해 상기 저장소에 연결되고, 이 연결에 따라 상기 전극과 상기 연결 요소 사이에서 각 전극의 원형 주변부의 일부 위에 간극이 형성되고, 상기 전극의 회전 중에, 상기 연결 요소에 형성된 적어도 하나의 공급 채널을 통해 상기 저장소로부터 상기 간극 내로 상기 도전성 액상 재료가 흘러 들어올 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

진공 챔버(2)에서 원형 주변부를 갖는 적어도 2개의 전극(1)이 회전을 위해 회전가능하게 장착되는 EUV 방사 및 소프트 X-레이 방사 중 적어도 하나를 위한 가스 방전원으로서 - 일 공간 위치에 있는 상기 전극들(1)은 가스 방전(6)의 점화를 위해 미세 간격을 가지며, 각각의 경우에 액상의, 도전성 재료(5)를 위한 저장소(15)에 연결되어, 회전 중에 도전성 재료(5)의 액막(22)이 상기 전극들(1)의 상기 원형 주변부 상에 형성될 수 있고, 상기 전극들(1)에는 상기 저장소(15)를 통해 전류가 흐를 수 있도록 함 -,

상기 전극들(1)은 각각의 경우에 연결 요소(14)를 통해 상기 저장소(15)에 연결되고, 이에 따라 상기 전극(1)과 상기 연결 요소(14) 사이에 간극(19)이 형성되고, 상기 간극(19)이 각각의 전극(1)의 상기 원형 주변부의 일부를 넘어 상기 간극(19)의 너비보다 긴 길이까지 연장하고, 상기 전극(1)의 회전 중에, 상기 연결 요소(14)에 형성된 적어도 하나의 공급 채널(16)을 통해 상기 저장소(15)로부터 상기 간극(19) 내로 상기 액상의, 도전성 재료(5)가 침투하는 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 연결 요소(14)는 상기 간극(19)이 상기 전극(1)의 회전 방향으로 점점 가늘어지도록(taper) 설계된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 연결 요소(14)는 상기 액상의, 도전성 재료(5)를 위한 적어도 하나의 반환 채널(17)을 더 구비하고, 상기 반환 채널은 상기 간극(19) 내로 개구된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 반환 채널(17)은 정화 필터 또는 정화 안티챔버(antechamber)를 통해 상기 저장소(15)에 이르는 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 간극(19)은 상기 액상의, 도전성 재료(5)가 상기 간극(19) 내로 흘러 들어가도록 또는 모세관력에 의해 상기 간극(19) 내에 유지되도록 크기가 정해지는 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 간극(19)은 상기 간극의 단부쪽으로 점점 가늘어지는 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 간극(19)은 적어도 상기 간극(19)의 너비를 고려하여 크기가 정해지고, 상기 전극(1)의 상기 미세 간격의 영역에서 상기 도전성 재료(5)의 상기 액막(22)이 상기 가스 방전(6)에 필요한 상기 도전성 재료(5)의 중발량이 각각의 방전 펄스에 대해 최소화되게 하는 두께를 갖도록 모양이 정해지는 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 저장소(15)는 상기 연결 요소(14) 내에 형성된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 저장소(15)는 공급선을 통해 상기 연결 요소(14) 내의 상기 공급 채널(16)에 연결된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 연결 요소(14)는 온도 제어 유체가 흐를 수 있는 추가의 채널을 구비하는 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전극들(1)은 상기 회전 방향에 수직한 단면에서 상기 원형 주변부 상에 계단형 윤곽을 갖고, 상기 두 개의 전극(1)의 윤곽들은 전극들이 상기 미세 간격의 영역에서 서로 결합하도록 상호 보완적인 방식으로 설계된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 도전성 재료(5)가 상기 전극(1)의 회전 방향에 반대되는 방향으로 상기 간극(19)으로부터 흘러 나가는 것을 막는 자기 소자가 구비된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 자기 소자의 자기력을 증가시키기 위하여 상기 전극들(1) 및 상기 연결 요소(14) 중 적어도 하나의 영역들에 강자성 재료가 포함된 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 도전성 재료(5)의 상기 액막(22)의 두께를 제어하기 위해 상기 전극들(1) 중 적어도 하나의 전극의 상기 원형 주변부 상에 자기 소자가 제공되는 가스 방전원.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 진공 챔버(2)는 상기 전극들(1)의 상기 미세 간격의 영역에서 상기 액막(22)의 재료를 증발시키기 위해 에너지를 갖는 방사선을 유입할 수 있는 개구부를 구비한 것을 특징으로 하는 가스 방전원.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 특히 EUV 방사 및/또는 소프트 X-레이 방사용 가스 방전원에 관한 것으로, 여기서, 진공 챔버에서 적어도 대략 원형상의 주변부를 가진 적어도 2개의 전극이 회전가능하게 장착되고, 일 공간 위치에 있는 전극들은 가스 방전의 점화를 위해 작은 간격을 갖고 있고 도전성 액상 재료 저장소에 연결되어, 전극의 회전 중에 도전성 액상 재료의 액막이 전극의 원형 주변부 상에 형성될 수 있고, 전극에는 저장소를 통해 전류가 흐를 수 있다.

[0002] 본 발명의 가스 방전원은, 바람직하게는 예컨대 EUV 리소그래피나 계측 분야와 같이, 대략 1 내지 20 nm의 파장 범위를 갖는 극자외선 방사(EUV radiation) 또는 소프트 X-레이 방사를 필요로 하는 응용 분야에서 이용된다.

배경 기술

[0003] DE 103 42 239에는 일반적인 가스 방전원이 개시되어 있다. 본 발명처럼, 이 문헌은 전극 시스템에서 펄스 전류에 의해 EUV나 소프트 X-레이 방사원인 고온 플라즈마가 발생되는 가스 방전 작동 방사원에 관한 것이다. 이 문헌에 개시된 가스 방전원은 두 개의 회전 가능 디스크형 전극을 포함하며, 이 전극은 액체 금속을 포함하는 온도 제어 욕조에 부분적으로 담구어져 있다. 전극을 회전시키면, 전극의 원형 주변부가 액체 금속으로 젖게 되고, 따라서, 전극이 회전하여 용해물 밖으로 나오게 되면, 전극의 주변부 표면에 금속 액막이 형성된다. 전극 표면 상의 금속 액막의 두께는 통상 0.5 내지 40 μm 로서 액체 금속 온도, 전극 회전 속도, 전극과 액체 금속의 물성과 같은 파라미터에 영향을 받을 수 있다. 또한, 금속 액막 두께는 스트리핑 기구에 의한 규정된 방식에 따라 기계적으로 설정될 수도 있다. 두 개의 전극은 일 공간 위치에서 전극이 가스 방전의 점화를 위한 작은 간극을 갖도록 배치된다. 이 위치의 영역에서는 전극의 주변부에 위치한 액체 금속은 가스 방전을 점화하기 위하여 펄스 에너지 빔의 작용에 의해 증발된다. 전극의 회전 때문에, 가스 방전에 의해 영향을 받는 전극 표면은 끊임없이 재생되며, 따라서 전극의 기재는 마모되지 않는다. 더욱이, 금속 용해물 속에서의 전극의 회전은 그 용해물과의 열적 접촉을 의미하는 것이며, 이와 같은 열적 접촉을 통해 가스 방전에 의해 가열된 전극은 그 열 에너지를 용해물 쪽으로 방산시킬 수가 있다. 따라서 회전 전극은 별도의 냉각을 필요로 하지 않는다. 필요한 것은 그 용해물을 적당한 수단을 이용하여 원하는 온도, 즉 금속의 용융 온도 이상으로 유지해야 한다는 것이다. 이와 같은 일반적인 가스 방전원의 다른 이점은 전극과 금속 용해물 간에는 전기 저항이 매우 작다는 것이다. 그 결과, 방사선 생성에 적합한 초고온 플라즈마를 발생시키는 가스 방전의 경우에 필요한 것으로 전극에 매우 큰 전류를 쉽게 흘려 보낼 수 있다. 이처럼, 전류를 공급하는 회전 커패시터 뱅크가 필요치 않다. 오히려, 금속 용해물, 및 이에 따른 전극 밖으로부터 하나 또는 그 이상의 공급선을 통해 고정적으로 전류가 공급될 수 있다. 이와 같은 가스 방전원 구성 때문에 전극 수명이 길어지며, 전극이 간단히 냉각될 수 있고, 또 방사선 생성 효율도 높아질 수가 있는 것이다.

[0004] 그러나, 가스 방전원의 동작 중에 회전 전극을 액체 금속을 포함하는 두 개의 욕조 속에 담구어야 하기 때문에, 이 욕조를 위한 저장소는 항상 입체각의 많은 부분을 수직 하방으로 가리게 된다. 그러므로 이와 같은 방사원은 하방 방사선 방출을 위해서는 이용될 수 없다. 더욱이, 욕조 밖의 전극이 플라즈마를 점화하기 위해 일지점에서 충분히 서로 가까워 지도록 두 개의 저장소가 서로 매우 근접하여 배치되어야 한다. 그렇게 되면 방전에 노출된 소량의 금속 재료라도 일정 시간이 지난 후에 욕조 간에 회로 단락을 일으킬 수가 있다. 더욱이, 욕조 내에서 회전하는 전극은 액체 금속에서 물결을 일으키고 되고, 이 물결이 재료를 뒤게 하여 회로 단락을 일으킬 수가 있다.

발명의 상세한 설명

[0005] 본 발명의 목적은 상기 단점 모두를 극복할 수 있는 일반적인 가스 방전원을 개발하는 것이다.

J.Pankert 등: "Integrating Philips'extreme UV source in the alpha-tools", SPIE의 학회지 - Proceedings of the SPIE - The International Society for Optical Engineering SPIE-Int. Soc. Opt. Eng USA, 5751권, 1호, 2005년 5월 6일, 279-290 페이지, XP002398185 ISSN: 0277-786X, 그리고 V. M. Borisov 등: "EUV sources using Xe and Sn discharge plasmas", JOURNAL OF PHYSICS D. APPLIED PHYSICS, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, 37권, 23호, 2004년 12월 7일, 3254-3265 페이지, XP002328702 ISSN: 0022-3727, 은 두 개의 회전하는 전극 바퀴들이 이들 사이에 가스 방전의 점화를 위한 작은 간격을 형성하도록 배열된 가스 방전원을 개시한다. 전극의 원형 주변부 위에 액막을 형성하는 적어도 하나의 바퀴에 액체 금속이 적용된다. 외부의 레이저는 액체 금속의 증기를 발생시키고 동시에 방전을 점화하는 데에 사용된다. Pankert 등에 의한 문헌에서는, 작은 노즐을 통해 전극 바퀴에 액체 금속이 제공된다. 양 문헌에서 전류는 예를 들면, Borisov 등에 의해 개시되었듯이 슬라이딩 접촉에 의해, 전극 바퀴에 직접 공급된다.

[0006] 상기 목적은 청구항 제1항에 따른 가스 방전원에 의해 달성된다. 상기 가스 방전원의 바람직한 실시예는 독립 청구항의 청구 대상을 구성하며 이하의 상세한 설명과 실시예의 예를 통해 설명된다.

[0007] 특히 EUV 방사 및/또는 소프트 X-레이 방사용의 본 발명의 가스 방전원은 진공 챔버에서 적어도 대략 원형상의 주변부를 가진 회전가능하게 장착된 적어도 2개의 전극을 구비한다. 일 공간 위치에 있는 전극은 가스 방전의 점화를 위해 작은 간격을 갖고 있고 도전성 액상 재료 저장소에 연결되어, 전극의 회전 중에 도전성 액상 재료

의 액막이 전극의 원형 주변부 상에 형성될 수 있고, 전극에는 저장소를 통해 전류가 흐를 수 있다. 본 발명의 가스 방전원은 상기 전극이 연결 요소를 통해 상기 저장소에 연결되고, 이 연결에 따라 상기 전극과 상기 연결 요소 사이에서 각 전극의 원형 주변부의 일부 위에 간극이 형성되고, 상기 전극의 회전 중에, 상기 연결 요소에 형성된 적어도 하나의 공급 채널을 통해 상기 저장소로부터 상기 간극 내로 상기 도전성 액상 재료가 흘러 들어오는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명의 가스 방전원에서는, 바람직하게는 전극은 대략 디스크형으로 만들어진다. 그러나 이 전극들은 회전 축에 수직한 종단면에서 대략 원형 또는 환형 단면을 갖고 있다면 서로 다른 형상을 가질 수도 있으며, 이에 의해서 전극들은 바퀴처럼 각자의 저장소를 통해 이동할 수 있다. 도전성 액상 재료의 저장소는 바람직하게는 온도 제어될 수 있으며, 따라서 바람직하게는 이용되는 주석과 같은 금속 재료는 금속 재료의 용융 온도 이상의 적당한 처리 온도로 유지될 수 있다. 온도 제어를 위해서는 예컨대 적당한 가열 소자 또는 가열 와이어가 저장소의 벽에 구비될 수 있다.

[0009] 각 전극과 관련 저장소 사이의 연결 요소 때문에 각 전극은 액체 재료의 욕조 내에서 더 이상 자유롭게 회전하지 못한다. 각 전극의 원형 주변부의 일부와 짹 요소(mating element)로서의 연결 요소, 바람직하게는 금속 블록 간의 간극에의 접촉은 제한된다.

[0010] 바람직하게는, 연결 요소는 도전성 액상 재료를 위한 적어도 하나의 반환 채널을 구비하고, 상기 반환 채널은 간극 내로 개구된다. 이런 식으로 여분의 재료는 이 반환 채널을 통해 저장소로 다시 흘러 들어갈 수 있다.

[0011] 저장소는 연결 요소의 일부를 구성할 수 있으며, 연결 요소는 그에 따라 가공되어 저장소를 구성한다. 더욱이, 연결 요소 또는 공급 채널과 선택적으로는 반환 채널은 별도로 배치된 저장소에 특수 투브를 통해 연결될 수 있다. 전극이 회전하면, 액상 재료는 전극의 회전에 따라 간극 내로 상방으로 이송되며, 이 액상 재료는 각 전극의 원형 주변부 상에 얇은 액막을 형성한다. 바람직하게는 간극 및/또는 간극의 형상은 이 액막이 가스 방전이 일어나는 위치에서, 액상 재료의 증발량이 가스 방전에 필요한 양을 초과하지 않는 최적의 두께를 갖도록 설계된다. 예컨대 이것은 간극의 폭, 즉, 연결 요소와 전극 간의 간격으로 설정될 수 있다. 간격은 전극의 회전 방향에서 가늘어질 수 있으며, 여분의 재료는 반환 채널을 통해 저장소로 다시 흘러 들어갈 수 있다. 가스 방전원의 일 실시예에서 나타낸 바와 같이 간극의 양단부에서 간극 폭이 가늘어지거나 좁아짐에 따라, 액상 재료가 대향 방향, 즉 전극 회전 방향의 반대 방향으로 간극 밖으로 빠져 나가는 일이 방지된다. 이 경우, 바람직하게는, 전극과 연결 요소 간의 마찰력을 최소화하기 위해서 간극은 두 개의 테이퍼형상의 단부 간에 예컨대 1mm 이상을 폭을 갖는다. 또한 간극은 액상 재료가 간극 내로 흘러 들어갈 수 있도록 그리고/또는 모세관력에 의해 간극 내에 유지되도록 하는 치수로 만들어질 수 있다.

[0012] 바람직하게는 연결 요소는 온도 제어 유체가 흐를 수 있는 채널을 더 구비한다. 이 유체는 예컨대 가열 유체, 냉각 유체, 또는 고온 오일일 수 있다. 이 유체에 의해서 연결 요소는 도전성 액상 재료의 용융점 이상의 온도로 유지될 수 있다. 물론 연결 요소의 온도를 제어하는 데는 전기적 디바이스와 같은 다른 디바이스도 이용될 수 있다.

[0013] 본 발명의 가스 방전원의 구조에 따라서 두 개의 전극은 더 이상 금속 욕조에 담그지 않아도 된다. 그러기보다는 도전성의 바람직하게는 금속 액상 재료의 저장소가 상대적으로 자유롭게 배치될 수 있기 때문에 저장소는 더 이상 하방으로의 방사선 방출을 방해하지 않는다. 결과적으로 두 개의 저장소의 명확한 공간적 분리 때문에 욕조들 간에는 더 이상 회로 단락이 생기지 않는다. 동시에, 동작 중에 액상 재료는 가스 방전에 의해 전극으로부터 증발된 재료를 연속해서 대체하고, 가스 방전에 필요한 전류 펄스를 전극에 공급하고, 가스 방전에 의해 전극 내로 유입된 열을 연결 요소를 통해 방산하기 때문에 본 발명의 일반적인 가스 방전원의 장점이 계속해서 달성된다.

[0014] 가스 방전원의 진공 챔버는 바람직하게는 적어도 10^{-4} hPa의 기본 진공을 달성하도록 설계된다. 그 결과, 예컨대 2 내지 10 kV의 고전압이 제어될 수 있는 전기적 파괴에 이르지 않고 커페시터 뱅크로부터 전극으로 인가될 수 있다. 이 전기적 파괴는 적당한 에너지 펄스, 예컨대, 레이저 펄스에 의해 유발된다. 레이저 펄스는 전극들 사이의 최접소점에서 전극들 중 어느 하나에 촛점이 맞추어진다. 그 결과, 전극 상에 위치한 액막의 일부는 증발하고 전극 간격을 교락한다(bridge over). 이에 따라 이 지점에서 전기적 파괴가 일어나 커페시터 뱅크로부터 매우 높은 전류가 흐르게 된다. 이 전류는 도전성 액상 재료의 증기, 바람직하게는 금속 증기를 금속 증기를 이온화시키는 온도로 가열하여 펀치(pinch) 플라즈마에서 원하는 EUV 방사를 방출하게 된다. 이와 같은 방사원의 동작 중에, 두 개의 전극은 액막을 계속해서 새롭게 하기 위해 계속 회전한다.

[0015] 바람직하게는, 전극은 회전 방향에 수직한 단면에서 원형 주변부 상에 계단형 윤곽을 갖고, 이 두 개의 전극의 윤곽은 전극이 가장 작은 간격의 영역에서 서로 결합하도록 상호 보완적인 방식으로 설계된다. 이와 같은 인터리빙은 가스 방전 중에 형성된 도전성 액상 재료의 방울의 일부가 전극에 의해 다시 포획되고 따라서 가스 방전 원의 진공 용기의 벽이나 광학적 부품에 도달하지 않는다는 것을 의미한다.

[0016] 본 발명의 가스 방전원은, 청구 범위에 기재된 보호 범위를 한정함이 없이, 이하에서 첨부도면을 참조로 일시에를 통해 상세히 설명할 것이다.

실시예

[0020] 도 1은 진공 챔버(2) 내에 두 개의 회전가능하게 장착된 디스크형 전극(1)을 가진 일반적인 가스 방전원의 구성을 도시한 것이다. 전극(1)은 회전 구동 장치에 연결된 전극 회전축(3)에 대해 회전하는 중에 액체 주석(5)을 포함하는 두 개의 저장소(4)에 담구어지도록 배치된다. 이 회전에 따라 전극(1)의 원형 주변부 상에 주석 박막이 형성된다. 일 공간 위치에서 가스 방전(6)이 점화되는 영역에서 두 개의 전극(1)은 매우 작은 간극을 형성한다. 이 점화는 전극(1)의 원형 주변부의 표면에 촛점이 맞추어진 레이저 펄스(7)에 의해 일어난다. 도 1은 또한 잔해 제거 장치(8), 전극들(1) 사이의 금속 스크린(9), 및 진공 챔버(2)의 벽쪽으로 향한 외부 스크린(10)을 보여준다. 전극(1) 상의 액체 금속의 두께를 조절하는데 이용될 수 있는 스트립퍼(11)도 도시되어 있다. 전류는 커패시터 뱅크(12)와 적당한 절연 공급선(13)을 통해 주석 육조에 공급된다.

[0021] 액체 주석(5)을 위한 두 개의 저장소(4) 구성 때문에 그와 같은 가스 방전원에서는 방사선이 하방으로 방출되지 않는다. 이와 달리, 이하에 설명되는 바와 같이 본 발명의 가스 방전원은 저장소 구성을 거의 자유롭게 할 수 있기 때문에 이러한 단점을 갖지 않는다.

[0022] 이를 위해, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 방전원의 종단면도이다. 이 도에 도시된 바와 같이, 두 개의 전극(1), 연결 요소, 저장소(15), 및 전기 공급선(13)이 연결된 커패시터 뱅크(12)가 도시되어 있다. 연결 요소는 가열 또는 냉각 채널(미도시)을 가진 금속 블록(14)으로 설계된다. 진공 챔버와 스크린은 도시되어 있지 않으며 이들은 상기 문헌에 개시된 방식으로 구체화될 수 있다.

[0023] 본 실시예에서, 두 개의 전극(1)은, 금속 블록(14)과 전극(10) 사이에 간극(19)을 형성하기 위하여, 전극(1)의 원형 주변부에 적합하는 금속 블록(14)을 통해 저장소(15)에 연결된다. 이 예에서, 저장소는 금속 블록(14) 내에 통합되어 있다. 본 예에서, 액체 주석(5)인 도전성 재료는 공급 채널(16)을 통해 간극(19)으로 이송된다. 용융점이 230°C인 주석은 저장소(15)에서 예컨대 300°C의 처리 온도로 유지된다. 전극(1)이 그 회전축(3)에 대해 회전함에 따라 주석은 간극(19)에서 회전 방향으로 위쪽으로 이송되고, 여분의 주석은 간극(19)의 상단부에서 반환 채널(17)을 통해 저장소(15)로 다시 흘러 들어온다. 전극(1)의 회전은 화살표로 나타낸다.

[0024] 액체 주석(5)이 간극(19) 밖으로 나오지 못하도록 하기 위해서, 본 예에서는 간극(19)은 입구(20)와 출구(21)에서 특별히 작게 만들어 진다. 그러나, 전극(1)과 블록(14) 간의 마찰력을 최소화하기 위해서 간극(19)은 공급 채널(16)과 반환 채널(17) 간의 1 mm 영역에서 일정한 두께를 가질 수 있다. 원칙적으로 본 발명의 가스 방전원에서 액상 도전 재료의 순환은 부가적으로 펌프에 의해 지원될 수 있다. 더욱이, 입구(20) 또는 출구(21)도 전극 표면 상의 주석막(22)의 두께가 가능한 균일하게 되고 따라서 주석막(22)이 안으로 끼어들 때에 벗겨져 유실되지 않도록 특별한 형상을 갖도록 가공된다. 주석막(22)의 두께는 출구(21)의 구성에 영향을 받을 수 있으며, 이는 방사를 발생하고 동시에 펄스 당 주석의 증발량을 최소화하는 프로세스에서는 중요하다. 전극(1)과 블록 블록(14) 사이의 좁은 간극(19)에 주석이 여전히 남아 있으면, 이 남아 있는 주석은 포획되어 다시 저장소(15)로 이송될 수 있다.

[0025] 도 2에 도시된 바와 같이, 저장 커패시터는 금속 블록(14)에 바로 연결된다. 이런 식으로 액체 주석(5)을 통해 전극(1)에의 저저항 전기 접속이 보장된다. 본 예에서 가스 방전 발생점(18)은 레이저 빔(미도시)의 촛점에 의해 정해진다. 이것은 상기 도입부에서 설명된 가스 방전원과 관련하여 이미 설명된 바와 같은 동작 모드에 해당한다.

[0026] 두 개의 전극(1)이 회전함에 따라, 주석이 전극 회전 방향에서 전극(1)의 표면에 의해 실리고, 전극이 바깥쪽으로 회전함에 따라 이 주석은 좁은 간극(19)의 효과에 의해 다시 박막(22)쪽으로 벗겨진다. 이와 같이 실리고 벗겨지는 효과는 예컨대 저장소(5) 내의 액체 주석의 목적하는 순환을 위해 이용될 수 있으며, 그 결과, 전극(1)에서 주석으로 그리고 주석에서 저장소로의 열 방산이 개선된다. 어떤 경우에도 좁은 간극(19)의 영역에서 전극(1)에서 주석 육조로의 열 방산은 도 1의 일반적인 가스 방전원의 경우보다 훨씬 좋다.

[0027] 더욱이, 주석이 간극(19) 내로 이송함에 따라 생기는 펌프 효과도 주석 공급을 계속적으로 정화하는데 이용될 수 있다. 예컨대, 도 2에 도시된 반환 채널(17)은 우회로를 통해 저장소(15)에 이를 수 있으며, 반환 채널(17)을 통해 전극(1)의 회전과 출구(21)에서의 간극(19)의 협소함으로 인해 생기는 병목 효과 때문에 주석에 압력이 가해진다. 예컨대, 반환 채널은 필터 또는 가장 단순한 경우로서 예컨대 주석 위에 또는 산화물을 보유하고 있는 안티챔버(antichamber)를 거쳐서 지나갈 수 있다.

[0028] 도 3은 본 발명의 가스 방전원에서 사용될 수 있는 2개의 상이한 구성의 디스크형 전극(1)의 단면을 보여준다. 이 도는 금속 블록(14)과 전극(1)의 구성의 측면을 단면도로서 보여준다. 전극(1)의 원형 주변부의 윤곽은 좌측도에서 보는 바와 같이 한편에서는 직사각형일 수 있다. 그러나 이것은 한 가지 가능한 예일 뿐이다. 우측도에서 보는 바와 같이 윤곽이 계단형이면 유리할 수도 있다. 이 경우에 대향 전극이 거울상 형태로 제조되면, 도 2에 도시된 구성에서 인터리브식(interleaved) 방전 간극이 생긴다. 이와 같은 인터리빙에 의해, 가스 방전 중에 생길 수 있는 주석 방울의 일부는 전극에 의해 다시 포획되고 따라서 진공 챔버 내의 벽이나 다른 부분에 도달하지 않는다.

[0029] 본 발명에 따른 가스 방전원에서는 중력에 의해 예컨대 액체 주석(5)이 전극(1)과 금속 블록(14) 사이의 간극(19) 밖으로 흘러 나갈 수가 있다. 이것은 자기력에 의해 무접촉식으로 방지될 수 있다. 이를 위해서는, 교류 전자기장이 표피 효과로 인해 얇은 주석층에만 와상(eddy) 전류를 발생할 수 있다는 사실을 이용한다. 이 와상 전류는 인가 자기장(B)와 함께, 적당한 기하학적 구성이 주어지면 중력에 대항하는 로렌츠 힘을 발생한다. 이와 같은 자기력은 전극(1)의 표면 상의 주석막(22)의 두께를 제어하여 플라즈마 발생을 위한 최적값을 설정하는데 이용될 수도 있다. 주석이 흘러 나가는 것을 방지하는 자기력을 증가시키기 위해서는, 전극의 특정 영역과 연결 요소 또는 금속 블록에 강자성 물질이 구비될 수 있다. 자기장 자체는 예컨대 코일과 AC 전류에 의해 발생될 수 있다.

[0030] 주석이 간극(19) 밖으로 흘러 나가는 것을 방지할 수 있는 다른 방법은 도 2에 도시된 저장소(15) 내의 주석의 충전 수위(filling level)을 적당히 설정하는 것이다. 여기서, 도 2에 도시된 바와 같이, 중력이 어느 정도의 압력으로 작용하도록 액체 수위가 전극(1)의 입구(21)의 영역에서 간극(19)의 하부 영역보다 상당히 위에 있다. 그러나 압력차가 사라지도록 원칙적으로 충전 수위는 입구(21) 높이보다 낮아질 수 있다.

[0031] 주석이 간극(19) 밖으로 흘러 나가는 것을 방지할 수 있는 또 다른 방법은 적당한 표면 특성을 가진 물질을 이용하는 것이다. 예컨대, 전극(1)의 표면이 가스 방전이 일어나는 영역에서 충분히 젖을 수 있어야 한다. 만일 금속 블록(14)의 표면이 전극(1)에 대향하는 간극(19)의 표면을 형성하는 영역에서 젖을 수 없으면, 모세관력(capillary force)은 주석이 간극(19) 밖으로 흘러 나가는 것을 막을 수 없다.

[0032] 참조 부호 목록

1	전극
2	진공 챔버
3	회전축
4	저장소
5	액체 주석
6	가스 방전
7	레이저 펄스
8	잔해 제거 장치
9	금속 스크린
10	스크린
11	스트리퍼
12	커패시터 뱅크
13	전기 공급선
14	가열/냉각 채널을 가진 금속 블록
15	저장소
16	공급 채널
17	반환 채널
18	발생점
19	간극
20	입구
21	출구
22	주석막

도면의 간단한 설명

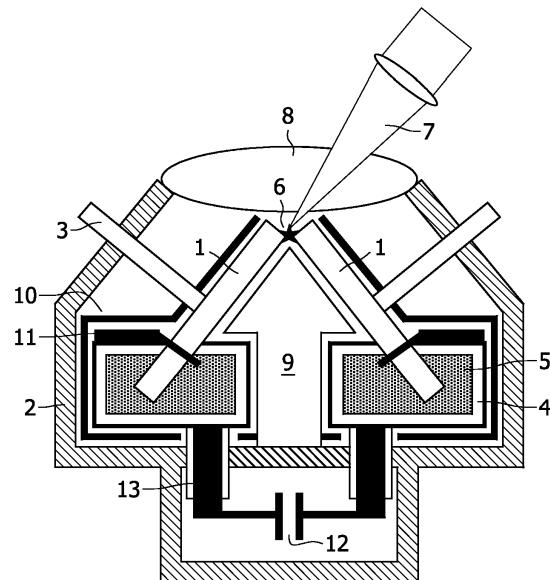
[0017] 도 1은 일반적인 가스 방전원의 개략적 종단면도.

[0018] 도 2는 본 발명의 가스 방전원에서 연결 요소와 저장소를 구비한 전극 구성의 예를 단면적으로 도시한 도.

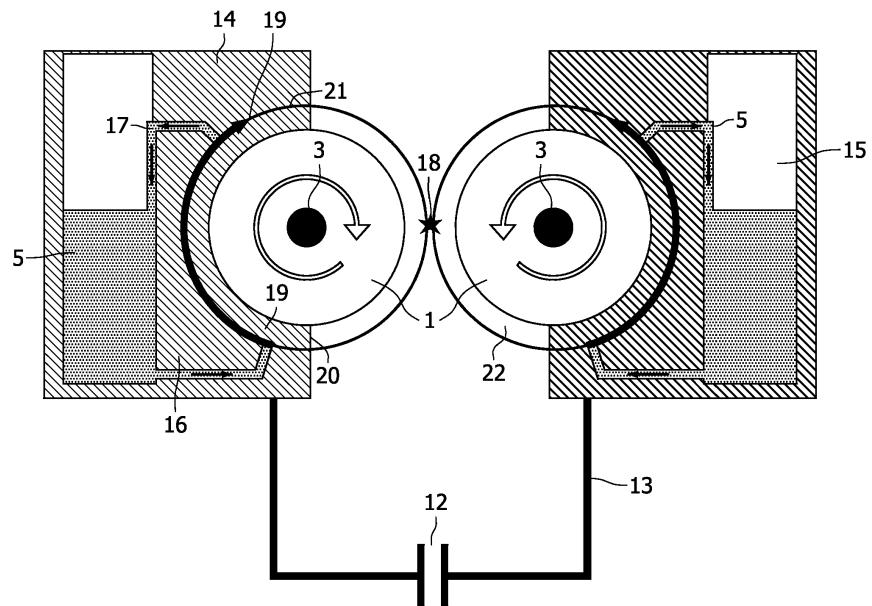
[0019] 도 3은 본 발명의 가스 방전원에서 전극의 원형 주변부의 윤곽에 대한 두 가지 예를 도시한 도.

도면

도면1



도면2



도면3

