



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월15일
 (11) 등록번호 10-0821948
 (24) 등록일자 2008년04월07일

(51) Int. Cl.

H01J 65/00 (2006.01) *H01J 61/02* (2006.01)*H01J 35/02* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0027484

(22) 출원일자 2007년03월21일

심사청구일자 2007년03월21일

(65) 공개번호 10-2007-0098533

(43) 공개일자 2007년10월05일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00098000 2006년03월31일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

KR1019990077237

KR1019980080686

전체 청구항 수 : 총 10 항

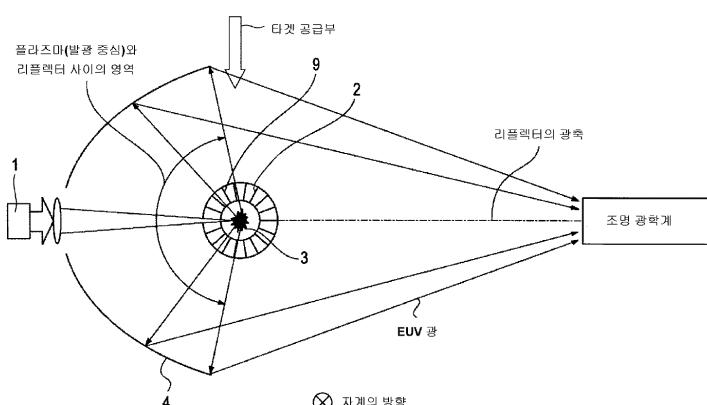
심사관 : 김성훈

(54) 광원

(57) 요약

적어도 하나의 실시 예는 플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 생성기와, 플라즈마에 의해 생성되는 빛을 반사하도록 구성된 미러와, 플라즈마와 미러 사이에 설치되며, 발광 중심을 통과하는 축을 중심으로 해서 방사상으로 배치된 복수의 관과, 플라즈마와 미러 사이에 자력선을 발생시켜, 플라즈마로부터 비산하는 하전 입자의 이동 궤적을 상기 관을 향해 만곡시키는 자장 발생기를 포함하는 광원을 지향한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 생성기와,

상기 플라즈마로부터 발하는 빛을 반사하도록 구성된 미리와,

상기 플라즈마와 상기 미리 사이에 설치되고, 발광 중심을 통과하는 축을 중심으로 해서 방사상으로 배치된 복수의 판파,

상기 플라즈마와 상기 미리 사이에 자력선을 발생시키고, 상기 자력선의 성분이 상기 플라즈마로부터 상기 판을 향해 하전 입자의 이동 궤적을 만족시키도록 구성된 자장 발생기를 구비한 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 성분은, 상기 축을 포함한 평면 내에서 상기 발광 중심으로부터의 방사 방향에 대해서 수직인 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 자력선은, 상기 복수의 판 중 적어도 2개의 판 사이의 공간에 형성되는 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 자력선은, 상기 복수의 판 중 적어도 2개의 판 사이의 공간과 상기 플라즈마 사이의 공간에 형성되는 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 자장 발생기는, 상기 축을 따라 서로 대향하는 한 쌍의 영구 자석을 포함한 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 자장 발생기는, 복수의 영구자석을 포함하고,

상기 영구 자석 중 하나는 상기 미리의 광축 상에 배치되고, 그 외의 영구 자석은 상기 광축을 중심으로 해서 방사상으로 배치되는 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 7

청구항 1에 기재된 광원과,

상기 광원 장치로부터의 빛으로 패턴이 형성된 레티클을 조명하는 조명 광학계와,

상기 패턴을 웨이퍼에 투영하는 투영 광학계를 구비한 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 8

웨이퍼에 레지스트를 도포하는 공정과,

청구항 7에 기재된 노광장치를 이용해 상기 웨이퍼에 패턴을 노광하는 공정과,

상기 노광된 웨이퍼를 현상하는 공정을 포함한 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 판은, 발광 중심으로부터의 거리 r_1 을 갖는 발광 중심에 더 가까운 단부를 갖고, 상기 적어도 하나의 판은, 발광 중심으로부터의 거리 r_2 를 갖는 발광 중심으로부터 가장 면 단부를 가지며, 여기서 적어도 2개의 판의 교점 사이의 각도는 θ 이며, r_2 에서 r_1 까지의 거리는, 플라즈마로부터 방출된 타겟 하전 입자의 선택된 곡률 반경 R 이,

$$\frac{r_1}{8} < R < 4\sqrt{r_1^2 - r_1 r_2 \cos \theta + \frac{r_2^2}{4}}$$

상기의 식을 만족하는 곡률 반경 R 을 갖도록 미리 결정되어 있는 것을 특징으로 하는 광원.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 판은, 발광 중심으로부터의 거리 r_1 을 갖는 발광 중심에 더 가까운 단부를 갖고, 상기 적어도 하나의 판은, 상기 발광 중심으로부터의 거리 r_2 를 갖는 발광 중심으로부터 가장 면 단부를 가지며, 여기서 적어도 2개의 판의 교점 사이의 각도는 θ 이고, r_2 에서 r_1 까지의 거리는, 플라즈마로부터 방출된 타겟 하전 입자의 선택된 곡률 반경 R 이,

$$\frac{(1 - \cos \theta)r_1}{4 \sin \theta} < R < 2 \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \theta}{r_2 \sin \theta}$$

상기의 식을 만족하는 곡률 반경 R 을 갖도록 미리 결정되어 있는 것을 특징으로 하는 광원.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명은 광원에 관한 것으로, 특히, EUV(Extreme Ultraviolet) 광을 발광하는 광원에 관한 것이다.
- <16> 근년, 반도체 제조장치에서는, 광원으로부터 방출된 빛의 파장이 짧아져 왔고, 차세대의 노광장치로서 EUV 광을 이용한 노광장치가 주목을 받고 있다.
- <17> EUV 노광장치에 이용되는 대표적인 EUV 광원의 하나로 레이저 플라즈마(LPP : Laser Produced Plasma) 광원이 있다. 도 10은 LPP 광원의 개략 모식도다. 이 광원에서는, 크세논 등의 타겟 재료에 고강도의 레이저 광(통상 수 kHz의 반복 주파수)을 조사해, 고온의 플라즈마를 발생시키고 있다. 이 플라즈마로부터, 파장 13nm정도의 EUV 광을 방사한다. 이 방사된 EUV 광을 다층 미러로 반사시켜, 노광장치의 조명 광학계로 안내한다. 타겟 재료로서는, 상술한 크세논 외에, 금속 등이 이용된다.
- <18> 이러한 광원에서 플라즈마를 발생시킬 때, EUV 광 이외에, 데브리(debris)라고 불리는 불필요한 물질이 플라즈마로부터 비산한다. 데브리의 입자가 다층 미러에 부착하거나 혹은 다층 미러와 충돌해, 다층 미러의 막들을 손상시킨다. 이것에 의해, 다층 미러의 반사율이 저하해 버린다.
- <19> 이러한 미러의 열화를 방지하기 위한 대책이 여러 가지 고안되어 왔다. 예를 들면, 도 11에 나타나 있는 바와 같이, 일본국 공개특허공보 특개 2005-197456(대응특허:US6,987,279호 B1)에는, 플라즈마 근방에 인가되는 자장을 이용해, 플라즈마로부터 비산하는 데브리 입자가 미러에 도달하는 것을 방지하는 것이 개시되어 있다.

<20> 이 경우, 타겟 공급부(103)로부터 노즐(104)을 통해 타겟을 공급하고, 그 타겟에 대해 구동용 레이저(101)로부터 레이저 광을 조사하고 있다. 이것이 의해, 플라즈마(112)가 발생하고, 이 플라즈마(112)로부터 EUV 광(113)을 유도한다. 코일 106 및 107로 전류를 흘림으로써 도 11의 좌우 방향으로 자계를 인가한다. 그 결과, 플라즈마(112)로부터 생성된 데브리 입자(하전 입자)가 자력선의 주위를 돌면서 위쪽 혹은 아래쪽으로 이동하고, 미러의 외측으로 안내된다. 이와 같이, 플라즈마(112)로부터 비산하는 데브리 입자가 미러에 도달하는 것을 방지한다.

<21> 그렇지만, 상술한 데브리 입자 제거 방법에서는, 상당히 강한 자계를 인가하지 않는 이상 플라즈마로부터 고속으로 비산하는 데브리 입자를 포착하는 것이 어렵다. 반대로, 자계를 감소시키면, 데브리 입자가 용이하게 미러에 도달해 벼려, 미러가 빨리 열화해 벼린다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<22> 적어도 하나의 예시적인 실시 예는, 파장 10~20nm 정도를 갖는 EUV(extreme ultraviolet) 광을 방출하는 광원을 지향한다

<23> 본 발명의 적어도 하나의 예시적인 실시 예는, 플라즈마로부터 발생하는 데브리 입자가 미러에 도달하는 것을 방지할 수 있는 광원을 지향한다.

발명의 구성 및 작용

<24> 본 발명의 적어도 하나의 예시적인 실시 예의 일 국면에 따른 광원은, 플라즈마를 생성하는 플라즈마 생성기와, 상기 플라즈마로부터 발하는 빛을 반사하는 미러와, 상기 플라즈마와 상기 미러 사이에 설치되고, 발광 중심을 통과하는 축을 중심으로 해서 방사상으로 배치된 복수의 판과, 상기 플라즈마와 상기 미러 사이에 자력선을 발생시켜, 상기 플라즈마로부터 비산하는 하전 입자의 이동 궤적을 상기 복수의 판을 향해 만곡시키는 자장 발생기를 구비하고 있다.

<25> 본 발명의 또 다른 특징들은 첨부된 도면을 참조하면서 이하의 예시적인 실시 예의 설명으로부터 분명해질 것이다.

<26> 이하 적어도 하나의 실시 예의 설명은 사실상 예시에 지나지 않으며, 본 발명, 그것의 애플리케이션 또는 용도를 한정하도록 의도된 것은 아니다.

<27> 종래의 기술에 속하는 통상의 기술자에 의해 공지된 것처럼, 프로세스, 기술, 장치 및 재료들은 상세히 설명되지 않았지만, 예를 들면, 부착판의 제조 및 그들의 재료를 전유하는 수권의 기술의 일부로서 의도된 것이다.

<28> 여기에서 예시 및 설명한 모든 예에 있어서, 어떤 특정 값, 예를 들면, 플라즈마로부터 방출된 광의 파장 및 플라즈마의 사이즈는 예시에 지나지 않은 것으로 해석되어야 하고 한정하지 않아야 한다. 이와 같이, 예시적인 실시 예의 다른 예는 서로 다른 값을 가질 수 있다.

<29> 같은 참조번호 및 문자는 이하의 도면에서 같은 항목을 언급하므로 일단 한 번 하나의 항목이 하나의 도면에서 정의되고, 이하의 도면에 있어서는 설명되지 않는다는 점에 유념한다.

<30> 여기에서, 데브리 입자가 미러에 도달하는 것을 방지하거나 광원에서 데브리를 제거하는 것을 언급하는 경우에, 예시적인 실시 예의 입자를 사용할 때, 데브리 입자가 미러에 도달하는 경우가 감소하는 것도 생각한다.

<31> 이하, 본 발명의 예시적인 실시 예에 따른 EUV 광(예를 들면, 10nm~20nm, 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서 13nm~14nm 정도의 파장을 갖는 광)을 방출하는 EUV 광원, 특히 EUV 광원에서 데브리를 제거하는 방법에 대해 설명한다. 본 발명의 다른 예시적인 실시 예에 따른 EUV 광원을 이용한 노광장치와, 이 노광장치를 이용한 디바이스의 제조방법에 대해서도 설명한다. 본 예시적인 실시 예에 있어서의 광원은 LPP 광원이지만, DPP(Discharge Produced Plasma) 광원에도 본 발명의 예시적인 실시 예를 적용하는 것이 가능하고, 본 발명의 예시적인 실시 예에 의해 해결되는 문제와 같은 문제를 갖는 어떤 장치(특히, 광원)에도 적용 가능하다. 또, 본 예시적인 실시 예는, EUV 광에 대한 광원 장치에만 적용되지 않고, 플라즈마를 이용해 빛을 발광시키는 모든 광원 장치에 적용 가능하다.

<32> (제1 실시 예)

<33> 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 LPP 광원의 개략도이다. 본 제1 실시 예에서는, 도 1에 나타낸 것처럼, 데브리 필터가 배치되어 있는 공간에, 자장 발생기에 의해 자계를 인가한다. 본 실시 예에서는, 도 1의 지면의

앞쪽으로부터 뒤쪽으로 자계를 인가하지만, 역방향으로 인가할 수도 있다. 이하, LPP 광원에 대해 상세히 설명 한다.

- <34> LPP 광원은, YAG 레이저 등의 레이저원(1), 데브리 필터(2), 플라즈마(3)(EUV 광의 발광점), 및 리플렉터(4; 다층 미러)를 포함한다. 레이저원(1)으로부터 타겟 공급부에 의해 공급되는 타겟(크세논이나 주석 등)으로 레이저 광을 조사해, 플라즈마를 생성하고 있다. 즉, 레이저원(1) 및 타겟 공급부는, 플라즈마 생성기를 구성한다.
- <35> 이 플라즈마로부터 방출하는 EUV 광을 리플렉터(4)로 반사시켜, 예를 들면 노광장치의 조명 광학계로 안내한다. 데브리 필터(2)의 직경(도 1의 지면의 상하 방향의 크기)은 리플렉터(4)의 직경의 30% 이하(예를 들면, 다른 실시 예에서는, 20% 이하)이다. 따라서, 반사된 광을 데브리 필터(2)가 차단하는 것에 의한 광량 감소는 거의 고려하지 않아도 된다. 여기서, EUV 광의 발광점은, 플라즈마로부터 EUV 광이 발광하는 영역(이 발광점은 이상적인 점은 아니고, 1~1000 μm 의 직경, 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는 10~200 μm 의 직경을 갖는 대략 구 형상의 영역)의 중심을 의미하고 있다. 이 EUV 광의 발광 중심이란, 발광량 및 발광 위치를 고려하여 정의한 중력의 중심(발광의 중력의 중심), 발광 위치만을 고려하여 정의한 중심, 및 타겟 공급부에 의해 공급된 타겟의 이동 궤적(의 중심)과 레이저 광의 광로(의 중심)와의 교점의 어느 하나이다. 레이저 광이 리플렉터(4)의 중심을 통과하고, 타겟이 도 1의 지면의 위쪽으로부터 공급되고 있고, 예를 들면, 레이저 광과 타겟의 관계가 역일 수도 있고, 타겟의 이동 궤적이 리플렉터(4)의 광축에 대해서 대략 수직이면, 어떤 방향으로부터도 타겟이 공급될 수가 있다. 물론, 레이저 광의 전파 방향과 타겟의 공급 방향을 서로 대향시킬 수도 있다.
- <36> 데브리 필터(2)는 복수의 데브리 부착판(9)을 포함한다. 이 데브리 부착판(9)은, 발광 중심 주위에 방사상(인접하는 데브리 부착판(9)이 서로 평행하지 않음)으로, 발광점으로부터 방사되는 빛을 극력 차광하지 않게 배치되어 있다. 도 1에 있어서, 데브리 부착판(9)은, 지면과 수직으로 연장되고 발광 중심을 통과하는 직선 주위에 방사상으로 배치되어 있다. 즉, 발광점과 리플렉터(4) 사이의 영역에 배치된 2개의 데브리 부착판을 포함하는 2개의 평면의 교선이, 발광 중심을 통과하고, 리플렉터(4)의 광축에 대해서 대략 수직(교선과 광축 사이에 형성된 예각이 60°, 예를 들면, 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는, 80° 보다 크다)이다.
- <37> 이 데브리 부착판(9)은, 온도가 약 10000° 인 플라즈마 근처에 배치되기 때문에, 예를 들면, 탄탈이나 텅스텐 등의 용점이 높은(2000° 이상) 재료로 이루어진 얇은 판으로 구성될 수 있다. 물론, 데브리 부착판(9)은 용점이 높은 그 외의 재료로 이루어진 얇은 판으로 구성될 수 있다. 이러한 데브리 부착판(9)은, 평판의 판으로 구성될 수 있지만, 그리드 형상의 부재 혹은 튼튼한 막으로 구성될 수도 있다.
- <38> 도 1에 나타낸 구성에 있어서, 복수의 데브리 부착판(9)이 설치되어 있는 데브리 부착판 영역과, 그 데브리 부착판 영역과 발광점 사이의 영역과, 플라즈마 발생 영역(발광 영역)에는 도면에 도시한 방향으로 자계를 인가한다. 이 자계의 자력선은, 복수의 데브리 부착판(9)에 대해서 대략 평행(자력선과 데브리 부착판(9)에 의해 형성되는 예각이 30° 이하, 적어도 하나의 예시한 실시 예에서는 10° 이하)하다.
- <39> 다음에, 데브리 부착판(9), EUV 광의 전파 궤적, 발광점(3)으로부터 비산하는 데브리 입자의 이동 궤적에 대해 도 2를 참조해 설명한다.
- <40> 도 2에 있어서, 참조번호 7은 본 제1 실시 예가 적용되지 않는 경우의 데브리 입자 등의 오염물질의 이동 궤적, 및 발광점(3)으로부터 생성된 EUV 광의 전파 궤적을 나타내고, 참조번호 8은 본 제1 실시 예가 적용되었을 경우의 오염물질의 이동 궤적을 나타내고 있다.
- <41> 이러한 LPP 광원에 있어서, 발광점(3)으로부터 방출된 빛(EUV 광)은, 이동 궤적 7을 따라 리플렉터(4)에 도달해, 리플렉터(4)에 의해 반사된 후, 노광장치의 조명 광학계 등의 광학계에 전파된다.
- <42> 발광점(3)으로부터 비산하는 데브리 등의 오염물질은, EUV 광의 이동 궤적 7과 같은 이동 궤적을 따라 리플렉터(4)를 향해 이동한다. 그렇지만, LPP 광원 등, 플라즈마를 이용해서 광을 방출하는 장치에 있어서, 데브리의 대부분은 전하를 띠고 있다. 전하를 띤 데브리 입자(하전 입자)가 이동 궤적 7을 따라 이동하면, 자장 발생부에 의해 자계가 도 1의 지면과 수직인 방향으로 인가되기 때문에, 데브리 입자에는 진행 방향 및 자계와 수직인 성분(도 1의 지면 내의 방향의 성분)을 갖는 로렌츠(Lorentz)의 힘이 인가된다. 따라서, 데브리 입자는, 이동 궤적 8을 따라, 데브리 부착판(9)과 충돌한다. 그 결과, 데브리 입자의 대부분이 데브리 부착판(9)에 부착하거나, 혹은 데브리 입자의 운동 에너지를 대부분 잃어 버린다.
- <43> 이와 같이, 데브리 입자가 리플렉터(4)를 향해 이동하면(데브리 입자의 속도 벡터가 리플렉터(4)를 향해 이동하는 성분을 가지고 있으면), 자계의 영향을 받아 데브리 입자의 이동 궤적을 만곡시켜, 데브리 입자가 데브리 부착판(9)과 충돌한다. 이것에 의해, 리플렉터(4)에 도달해 리플렉터(4)에 부착하는 데브리 입자의 수를 줄일 수

가 있어, 리플렉터(4)의 반사율의 저하를 방지한다. 만약 데브리 입자가 데브리 부착판(9)에 부착하지 않고, 리플렉터(4)에 도달해도, 그 데브리 입자의 운동 에너지가 현격히 감소하기 때문에, 데브리 입자가 리플렉터(4)의 다층막에 주는 힘(데미지를)을 현격히 감소시킬 수가 있다. 따라서, 만약 데브리 입자가 데브리 부착판(9)에 부착하지 않았다고 해도, 본 제1 실시 예는, 리플렉터(4)의 성능 열화를 방지(억제)하는 것이 가능해진다.

<44> 또, 일부 데브리 입자가 데브리 필터(2)를 통과해도, 발광점으로부터 리플렉터(4)에 도달하는 데브리 입자의 이동 궤적을 길게 할 수가 있다. 그 때문에, 베퍼 가스(헬륨, 아르곤, 크립톤 등의 불활성 가스, 또는 그러한 혼합 가스)의 가스 분자와 데브리 입자가 충돌할 확률을 증가시킬 수가 있다. 데브리 입자가 베퍼 가스의 가스 분자와 충돌하면, 데브리 입자의 속도가 멀어지거나 혹은 데브리 입자의 이동 방향이 바뀐다. 이것에 의해, 리플렉터(4)에 이르는 데브리 입자의 수를 줄이거나, 또는 데브리 입자가 리플렉터(4)와 충돌할 때의 속도를 멀어뜨릴 수가 있다. 이와 같이 데브리 입자의 수와 속도를 멀어뜨리면, 리플렉터(4)의 열화(반사율의 저하)를 방지(억제)할 수가 있다.

<45> 여기서는, 데브리 부착판(9)의 배치와 자장과의 관계에 대해 상세히 설명한다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 데브리 필터(2)가 배치되어 있는 데브리 필터 공간 및 그 데브리 필터 공간 내부의 공간 전체에 자계가 인가된다.

<46> 여기서는, 데브리 필터(2) 내의 복수의 데브리 부착판(9)의 배치에 관한 조건에 대해 도 2를 참조하면서 설명한다. 이러한 데브리 부착판(9)은, 발광점으로부터 방출된 EUV 광을 극력 차광하지 않고, 데브리 필터(2)가 배치된 공간에 인가된 자장에 의해, 하전 입자를 포착할 수 있도록 배치되면 충분하다. 구체적으로는,以下の 조건을 만족한다.

<47> (1) 복수의 데브리 부착판의 각각은, 발광점을 포함한 평면 내에 배치되어 있다. 또는, 복수의 데브리 부착판이, 발광점을 포함한 공통의 평면에 대해서 수직(각 데브리 부착판과 공통 평면에 의해 형성된 예각이 60° 이상, 예를 들면, 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는 80° 이상)으로 배치되거나, 또는 발광점을 포함한 직선 주위에 방사상으로(데브리 부착판 사이에 형성된 예각이 30° 이하, 예를 들면 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는 10° 이하) 배치되어 있다.

<48> 예를 들면, 복수의 데브리 부착판 중(발광점을 포함한 평면 내에 배치되고 자력선과 대략 평행한 데브리 부착판 중) 서로 인접하는 제1 및 제2 데브리 부착판에 대해서 설명한다. 제1 데브리 부착판은 발광점을 포함한 제1 평면 내에 배치되고, 제2 데브리 부착판은 마찬가지로 발광점을 포함한 제2 평면 내에 배치되어 있다.

<49> 제1(제2) 데브리 부착판에는 두께가 있기 때문에, 염밀하게는, 제1(제2) 평면 내에 완전히 포함되지 않는다. 여기에서는, 제1(제2) 데브리 부착판(두께 방향과 수직인 면 중 한편, 또는 두께 방향의 중간 면)과 제1(제2) 평면에 의해 형성된 예각(혹은 법선 사이에 형성된 예각)이 30° (예를 들면, 적어도 하나의 실시 예에서는 10° 미만)미만이면 충분하다.

<50> 상술한 "공통의 평면"이란, 예를 들면 도 1 또는 2의 평면이라고 하며, 복수의 데브리 부착판은, 이 평면에 대하여 분명히 수직이다. 물론, 이 공통의 평면과 데브리 부착판이 이루는 각도는 반드시 90° 일 필요는 없고, 이들 사이에 형성된 예각이 60° 이상(예를 들면, 적어도 하나의 실시 예에서는 80° 이상)으로, 약간 다를 수 있다.

<51> (2) 복수의 데브리 부착판의 각각은, 데브리 필터(2) 내의 적어도 1개의 자력선(그 데브리 부착판 근방을 지나는 자력선)에 대해서 대략 평행할 수 있다(데브리 부착판과 자력선 사이에 형성된 각도가 30° 미만, 예를 들면 적어도 하나의 실시 예에서는 10° 미만).

<52> 이 조건(2)을 이하와 같이 넓게 해석할 수가 있다. 제1 데브리 부착판을 포함한 제1 평면과 다른(인접한) 데브리 부착판을 포함한 제2 평면과의 교선을 포함한 평면에 있어서, 발광 중심으로부터의 방사 방향과는 다른 방향으로 연장되는 자력선을 발생시킨다. 즉, 자력선이 그 평면 내에 있어서 발광 중심으로부터의 방사 방향과 수직인 성분을 가지고 있으면 충분하다. 이 조건을 만족하면, 발광점으로부터 비산하는 데브리 입자의 방향을 데브리 부착판을 향해 만곡시킬 수가 있다. 여기서, 방사 방향이란, 어떤 점(이 경우에는 발광 중심)으로부터 방사상으로 연장하는 선의 방향을 의미한다.

<53> 더 상세한 설명을 도 9a 및 도 9b를 참조해서 설명한다. 도 9a 및 도 9b에 있어서, 2점쇄선(901 및 902)은, 발광점을 포함한 소정의 축으로부터 방사상으로 배치되는 인접하는 2개의 데브리 부착판(903 및 905)을 포함한 평면을 나타내고 있다. 이들 2개의 평면은 발광 중심(907)을 포함한다. 도 9a에 있어서, 2개의 평면의 교선을 "데브리 부착판들의 교선"이라고 나타내고, 그 교선을 통과하는 평면을 "데브리 부착판들의 교선을 포함한 평면"이라고 나타내고 있다. 화살표 "EUV 광"은, EUV 광의 광로를 나타내고, 자장이 인가되지 않은 경우의 발광점으로

부터 비산하는 데브리 입자의 이동 궤적을 나타내고 있다. 1점쇄선(909)는, 상술한 "데브리 부착판들의 교선"을 포함한 소정의 평면을 나타낸다. 이 소정의 평면 내를 전파하는 EUV 광의 3개의 광로(911, 013, 915)를 도 9b에 나타내고 있다. 도 9b에 있어서, 점선 917로 나타낸 "제1 실시 예에 있어서의 자력선"은, 본 제1 실시 예에 있어서의 소정의 평면 내를 지나는 자력선의 일례이다. 물론, 자력선(917)이 약간 외측(발광점으로부터 멀어지는 방향)으로 만곡되어 있어도 된다. 이 자력선이, 이 도면에 나타낸 "수직 성분"(911a, 913a, 915a)을 포함하고 있으면, 발광점으로부터 방사상으로 비산하는 데브리 입자(하전 입자)의 이동 궤적을, 데브리 부착판들의 교선을 포함한 평면 외측으로 만곡시킬 수가 있다. 외측 방향, 즉 데브리 부착판쪽으로, 데브리 입자에 힘(로렌츠의 힘)을 가해, 데브리 입자의 이동 궤적을 만곡시키면, 데브리 입자는 데브리 부착판과 충돌한다. 그 결과, 데브리 입자의 운동 에너지를 잃을 수가 있다. 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는, 소정의 위치에 있어서의 자력선의 벡터가, 그 소정 위치에 있어서의 발광점으로부터 방사 방향에 대해서 수직인 적어도 하나의 성분을 갖고, 상술한 교선을 포함한 평면 내의 벡터 성분을 포함하고 있다. 적어도 하나의 예시적인 실시 예에 있어서, 그 소정 위치는, 인접하는 2개의 데브리 부착판 사이의 필터 공간 내에 위치하거나, 또는 그 필터 공간과 발광점 사이 및 발광점과 리플렉터 사이의 영역에 위치한다.

<54> 데브리 필터(2)가 배치된 공간 내의 자장은, 반드시 일정하지 않다. 즉, 데브리 필터(2)의 양단(도 1의 평면의 앞쪽과 뒤쪽)에 배치된 N극과 S극 사이에서, 모든 자력선은 직선이라고 할 수 없다. 따라서, 데브리 필터(2) 내의 데브리 부착판(두께 방향과 수직인 면 중 하나, 또는 두께 방향의 중간의 면)은, 2개의 자극 사이에 형성된 중심의 자력선(또는 2개의 자극의 중심을 연결하는 직선)에 대해서 대략 평행하면 충분하다. 여기서 말하는 "대략 평행"이란, 데브리 부착판과 자력선 사이에 형성된 예각이 30° 이하, 예를 들면, 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는, 10° 이하인 것을 의미한다. 즉, 데브리 부착판의 법선과 자력선 사이에 형성된 각도는, 60° 이상(예를 들면 적어도 하나의 예시적인 실시 예에서는, 80° 이상)이다.

<55> 자장을 주는 방법에 관해서는 여러 가지 변형이 가능하다. 예를 들면, 도 3에 나타낸 바와 같이, 데브리 부착판(데브리 필터(2))의 일부에만 자장을 인가한다. 여기에서는, 그 자장 영역(MF)을 도너츠형 혹은 도너츠의 일부와 같이 형성하고 있지만, 그 자장 영역의 형상은 이것에 한정되지 않는다. 그러나, 데브리 부착판의 일부에만 자장을 인가하더라도, 자장 영역 이외의 영역의 자장의 강도(자속 밀도)를 반드시 0으로 할 필요는 없다. 즉, 데브리 부착판 근방의 자속이, 밀도(자속 밀도)에 분포를 가질 수 있다.

<56> 도 3에 있어서는, 비자장 영역(자석들 사이에 설치되어 있지 않은 영역 혹은 낮은 자속 밀도를 갖는 영역)은 발광점에 가까운 자장 영역(자석들 사이에 있는 영역)의 측(M1, 발광점측)과, 발광점으로부터 먼 측(M2, 리플렉터 측) 모두에 설치되어 있다. 그렇지만, 비자장 영역은, 자장 영역의 발광점측과 리플렉터측(발광점과 반대측)에만 설치할 수도 있다.

<57> (3)(발광점을 포함한 평면 내에 배치된 복수의 데브리 부착판 중) 인접하는 2개의 데브리 부착판은 다음의 예시한 실시 예에서는 평행할 수 있지만, 일반적으로 서로 평행하지 않다.

<58> 도 2에 나타낸 것처럼, 인접하는 제1 데브리 부착판(제1 평면)과 제2 데브리 부착판(제2 평면)은 서로 평행(서로 기울어져 있다)하지 않다. 이를 데브리 부착판 사이에 형성된 각도는 0° (예를 들면, 적어도 하나의 예시한 실시 예에서는 3° 보다 크고)보다 크고, 60° (예를 들면, 적어도 하나의 예시한 실시 예에서는, 30° 보다 작고, 다른 예시한 실시 예에서는 10° 보다 작다)보다 작을 수 있다.

<59> 적어도 하나의 예시한 실시 예에서는, 모든 데브리 부착판(예를 들면, 211, 213, 215)이 상술한 (1)~(3)의 조건을 만족한다. 적어도 하나의 또 다른 예시한 실시 예에서는, (1)과 (2)의 조건을 만족하고, 적어도 하나의 또 다른 예시한 실시 예에서는, 적어도 데브리 부착판의 일부가 상기 조건을 만족하면 충분하다. 적어도 하나의 예시한 실시 예에서는, 반 이상, 예를 들면, 2/3 이상의 데브리 부착판이 이 조건을 만족한다. 상기의 조건과 관련하는 데브리 부착판이란, 염밀하게는, 발광점(3)과 리플렉터(4) 사이의 영역 내에 배치된 데브리 부착판만을 의미한다(도 1). 즉, 발광점(4)과 리플렉터(4) 사이의 영역 외측에 배치된 데브리 부착판은, 상기의 조건을 반드시 만족하지는 않는다.

<60> 이상과 같은 (1), (2), (3)의 조건을 만족하도록 데브리 필터(2)를 구성하면, 리플렉터(발광점으로부터 방출된 EUV 광이 처음으로 입사하는 광학 소자)의 반사율(광전파율)의 저하를 방지 혹은 감소시킬 수가 있다.

<61> 상기 제1 실시 예에 있어서, 자장은 영구자석으로 형성되지만, 전자석 혹은 그 외의 방법 및 장치에 의해 형성될 수도 있다. 즉, 자장 발생부는, 본 제1 실시 예에서 채용한 영구자석에 한정되지 않는다.

<62> 상술한 조건은 후술하는 제2 실시 예에도 적용된다.

- <63> 도 7 및 도 8은, 구성요소 간의 위치 관계를 고려하여 배치된, 발광점 701 및 801과, 데브리 부착판 703 및 803과, 리플렉터 705 및 805를 나타낸다. 도 8에서, 실제로 자장 발생부(예를 들면, 영구자석 807a 및 807b를 포함)로서 영구자석(혹은 전자석)을 배치한다. 도 7은 도 8에 나타낸 구성을 쉽게 보이게 하기 위한 설명도이다. 도 8에 나타낸 바와 같이, 한 쌍의 영구자석(807a 및 807b)은, 발광점을 포함한 축(도 9에 있어서의 데브리 부착판들의 교선)을 따라 서로 대향하도록 배치되어 있다. 복수의 데브리 부착판(예를 들면, 803)은, 연결 부재(811)에 의해 연결된다. 도 7 및 도 8에 있어서 연결 부재는 선 모양으로 형성되어 있지만, 판 모양으로 형성될 수도 있고, 혹은 그 이외의 형상을 가질 수도 있다. 그렇지만, 적어도 하나의 예시한 실시 예에 있어서, 이 연결 부재는 EUV 광을 차광하지 않게 발광점(801)과 리플렉터(805) 사이의 영역(EUV 광의 광로 중, EUV 광 범위에서)의 외측에 배치될 수 있다. 연결 부재(811)가 발광점(801)과 리플렉터(805) 사이의 영역에 배치되고, 판 모양으로 형성되는 경우에는, 그 판 모양의 연결 부재는 발광점을 포함한 평면 내에 배치될 수 있다. 이러한 연결 부재 및 자석은, 도 7 및 도 8의 위쪽으로부터 타겟이 공급되는 경우에, 중앙 훌을 가질 수 있다.
- <64> (제2 실시 예)
- <65> 이하, 본 발명의 제2 실시 예를 도 4를 참조해 설명한다.
- <66> 제1 실시 예에서 채용한 (2)의 조건에 의하면, 각각의 데브리 부착판이 각각의 데브리 부착판을 지나는 자력선에 대해서 대략 평행하면 충분하다. 그 때문에, 예를 들면, 도 4a 및 도 4b에 나타낸 바와 같이 데브리 부착판들이 배치될 수 있다. 도 4a는 리플렉터의 광축을 포함한 평면을 따라 취한 데브리 필터(2)의 단면도이고, 도 4b는, 리플렉터의 광축과 수직으로 데브리 필터(2)를 발광점측에서 본 단면도이다. 도 4b에 나타낸 바와 같이, 데브리 필터(2)가 배치된 영역에 있어서, 자력선이 방사상으로 연장되도록 자석들이 배치되어 있다. 즉, 1개의 영구자석을 리플렉터의 광축 상에 배치하고, 다른 영구자석을 데브리 부착판(9)의 외측에 배치하며, 발광점을 포함한 축을 중심으로 배치한다. 데브리(하전 입자)의 진행 방향과 자력선의 방향 사이에 형성된 각도가, 90° 에 가까워짐에 따라, 로렌츠의 힘이 증가한다. 그래서, 그 각도가 90° 에 접근하도록 자석과 데브리 부착판(9)을 배치할 수 있다. 적어도 하나의 예시한 실시 예에 있어서, 자력선(자속의 중심을 통과하는 중심 자력선 또는 상반되는 2개의 극을 갖는 자석을 연결하는 선)과 EUV 광의 궤적(데브리의 최초의 진행 방향) 사이에 형성된 각도는, 45° (예를 들면, 60° , 70°) 이상이다.
- <67> 제2 실시 예에서는, 이러한 조건을 만족하기 위해서, 데브리 필터(2)의 주위에 배치되는 자석(주변 자석)과 데브리 필터(2)의 중심에 배치되는 자석(중심 자석)이 소정의 위치관계를 갖도록 배치되어 있다. 즉, 각 주변 자석과 중심 자석에 의해 형성된 자속(중심 자력선)이, 리플렉터의 광축에 대해서 경사져 있다(자속과 광축 사이에 형성된 각도가 45° 이상 85° 미만, 적어도 하나의 예시한 실시 예에서는 80° 미만). 즉, (리플렉터의) 광축 방향에 있어서의 주변 자석의 각각의 위치가 광축 방향에 있어서의 중심 자석의 위치로부터 시프트될 수 있다. 보다 구체적으로는, 각 주변 자석은 광축 방향에 있어서, 데브리 필터(2)와 대략 정렬되고, 중심 자석은 데브리 필터(2)보다 발광점으로부터 면 위치에 배치되어 있다.
- <68> 이와 같이, 제2 실시 예에 있어서, 자력선은, 리플렉터의 광축 상에, 발광점과 다른 위치(점)로부터 방사상으로 연장할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 실시 예에 있어서는, 이 자력선의 각각은 광축으로부터 떨어져 연장한 만큼, 발광점에 가까워지도록 리플렉터의 광축에 대해서 경사져 있다(즉, 광축에 대하여 수직하지도 평행하지도 않은 부분을 갖는다).
- <69> 다음에, 자장에 의한 데브리 입자의 이동 궤적의 변화에 대해 설명한다. 이 설명은, 제1 및 제2 실시 예의 양자에 대해서는 공통이지만, 여기에서는 제1 실시 예를 예를 들어 설명한다.
- <70> 제1 실시 예에 있어서, 데브리 입자는 자장의 영향에 의한 특정 곡률을 갖는 이동 궤적을 그리게 된다. 구체적으로, 자속 밀도가 증가하면 그 이동 궤적의 곡률 반경 R은 감소하고, 자속 밀도가 감소하면 그 곡률 반경 R은 증가한다. 곡률 반경 R이 너무 커지거나 너무 작아지거나 하면, 본 발명의 실시 예의 특징의 유용성이 감소한다. 따라서, 곡률 반경 R과, 데브리 부착판의 배치 및 구성을 대해 설명한다.
- <71> 우선 곡률 반경 R이 너무 크면, 데브리 입자(하전 입자)의 이동 궤적이 거의 만곡되지 않기 때문에, 데브리 입자가 데브리 부착판들 사이를 지나갈 확률이 높아진다. 반대로, 곡률 반경 R이 너무 작으면, 데브리 입자가 데브리 부착판들의 내측(발광점측)에서 원 궤도를 그리고, 그대로 데브리 입자가 발광점과 데브리 부착판 사이에서 부유해 버린다. 따라서, 이하의 2개의 조건 (a) 및 (b)(도 5 및 도 6)에 관해서, 적절한 곡률 반경 R의 범위를 설정한다. 이하의 조건 (a) 및 (b)에서는, 자장은 일정하고, 데브리 부착판은 자장 영역 내측에 배치되어 있다(자장 영역으로부터 돌출하지 않는다).

<72> (a) 발광점 근방 및 데브리 부착판이 배치된 전체 영역에 자장 영역이 배치된 경우(도 5), 아래와 같다.

<73> 도 5에서, 파선, 1점쇄선, 및 2점쇄선은, 데브리 입자의 이동 궤적을 나타낸다. 곡률 반경 R이 최소인 경우, 데브리 입자는 판선 521로 표시된 이동 궤적을 그린다. 발광점으로부터 비산하는 데브리 입자는, 이 이동 궤적을 따라 이동한 후, 발광점(523)에 가까운 데브리 부착판의 단부에 의해 포획된다. 반대로, 곡률 반경 R이 최대인 경우, 데브리 입자는, 도 5의 2점쇄선으로 나타낸 이동궤적을 그린다. 이 이동 궤적은, 발광점에 가까운 제2 데브리 부착판의 단부와 그 제2 데브리 부착판에 인접하는 제3 데브리 부착판의 외측 단부(발광점으로부터는 멀고, 리플렉터에는 가까운 단부)를 통과한다(실제로는 이 이동 궤적은 단부를 간신히 통과한다).

<74> 적어도 하나의 실시 예에 있어서, 곡률 반경 R은 이하의 조건식(1)으로 주어진 범위 내에 있다.

$$\frac{r_1}{2} < R < \sqrt{r_1^2 - r_1 r_2 \cos \theta + \frac{r_2^2}{4}} \quad (1)$$

<75>

여기서, r_1 은, 각 데브리 부착판의 발광점측 단부 P1과 발광점(523) 사이의 거리를 나타내고, r_2 는, 각 데브리 부착판의 리플렉터측 단부 P2(발광점으로부터 먼 단부)와 발광점(523) 사이의 거리를 나타내며, θ 는, 발광점을 중심으로 한 회전 방향에 있어서의 데브리 부착판들 사이에 형성된 각도를 나타낸다. 즉, θ 는, 발광점을 포함한 평면 내에 배치되는 한편 데브리 필터에 있어서의 자력선과 대략 평행한 복수의 데브리 부착판 중, 인접하는 2개의 데브리 부착판 사이에 형성된 각도(데브리 부착판의 법선에 의해 형성된 각도 중 예각)를 나타낸다.

<77>

그러나, 곡률 반경 R은 하한치보다 약간 작거나, 상한치보다 약간 커도, 본 발명의 예시한 실시 예는 여전히 유용하다. 예를 들면, (발광점으로부터의 방사 방향에 있어서 발광점으로부터 멀리 떨어진) 자장 영역 외측으로 데브리 부착판이 연장했을 경우, 조건식(1)에 의해 규정된 범위로부터 곡률 반경 R이 약간 일탈해 있어도, 본 발명의 실시 예는 여전히 유용하다. 따라서, 조건식(1)은 이하의 조건식(1-1)이나 조건식(1-2)으로 교체될 수 있다.

$$\frac{r_1}{4} < R < 2\sqrt{r_1^2 - r_1 r_2 \cos \theta + \frac{r_2^2}{4}} \quad (1-1)$$

<78>

$$\frac{r_1}{8} < R < 4\sqrt{r_1^2 - r_1 r_2 \cos \theta + \frac{r_2^2}{4}} \quad (1-2)$$

<79>

<80> (b) 발광점 근방에는 자장이 인가되지 않고, 데브리 부착판이 배치되어 있는 영역에만 자장이 인가되어 있는 경우(도 6), 아래와 같다.

<81>

도 6에 있어서, 파선은 곡률 반경 R이 최소 621인 경우의 데브리의 이동 궤적을 나타내고, 2점쇄선은, 곡률 반경 R이 최대 625인 경우의 데브리의 이동 궤적을 나타낸다.

<82>

적어도 하나의 또 다른 실시 예에 있어서, 곡률 반경 R은, 이하의 조건식(2)을 만족한다.

$$\frac{(1 - \cos \theta)r_1}{\sin \theta} < R < \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos \theta}{2r_2 \sin \theta} \quad (2)$$

<83>

<84> 여기서, r_1 , r_2 , 및 θ 는 조건 (a)의 식 (1)에서 설명한 것과 같다.

<85>

이 조건식(2)에 관해서도, 본 발명의 실시 예는 약간 하한치보다 낮거나 약간 상한치보다 높은 범위에 있어도, 여전히 유용하다. 따라서, 조건식(2)을 이하의 조건식(2-1)이나 (2-2)로 교체할 수 있다.

$$\frac{(1 - \cos \theta)r_1}{2 \sin \theta} < R < \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos \theta}{r_2 \sin \theta} \quad (2-1)$$

<86>

$$\frac{(1 - \cos \theta)r_1}{4 \sin \theta} < R < 2 \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2 \cos \theta}{r_2 \sin \theta} \quad (2-2)$$

(2-2)

<87>

상술한 조건(a), (b)에 의하면, 발광점에서 발생한 데브리 입자 중에서, 리플렉터에 도달하는 데브리 입자의 수를 줄이기 위해서는, 적어도 하나의 실시 예에서는, 데브리 부착판이 가능한 한 큰(발광점으로부터의 방사 방향에 있어서 가능한 멀리 연장한)것이 바람직하다. 그렇지만, 발광점 근방의 온도는 높기 때문에, 데브리 부착판을 발광점에 매우 근접하게 연장하는 것이 어려울 수 있다. 또, 데브리 부착판이 리플렉터에 의해 반사된 EUV 광을 차광할 수도 있기 때문에, 데브리 부착판을 거꾸로 리플렉터에 매우 근접하게 연장하는 것도 어려울 수 있다. 그러한 조건 하에서, 상기의 조건식 (1),(1-1),(1-2),(2),(2-1),(2-2)은 데브리 부착판의 크기 및 배치와 데브리 입자의 이동 궤적의 곡률 반경 R을 적절히 설정한다.

<88>

이러한 조건식을 만족하기 위해, 자장의 강도(자속 밀도)와 자장의 방향(자력선의 방향)을 제어하도록 자석의 위치와 강도를 조정한다. 물론, 자석은 전자석일 수도 있고, 그 경우, 전자석의 배치와 전류량을 조정할 수 있다.

<89>

데브리 부착판으로 흡착하고 싶은 대상으로서 기능을 하는 하전 입자(데브리 입자)에 따라 자장의 강도를 조정할 수 있다. 이 경우의 대상은, 리플렉터의 반사율의 저하를 일으키는 큰 요인이 되는 데브리 입자나, 혹은 데브리로서 발생하는 것으로 예상되는 다수의 데브리 입자를 포함한다. 구체적으로, 발광점에서 레이저 광이 조사되는 타겟으로서 주석이 공급되는 경우, 데브리 부착판은 주석 이온을 흡수할 수 있다. 타겟 재료가 크세논인 경우, 데브리 부착판은 크세논 이온을 흡수할 수 있다. 타겟 재료 외의 재료가 어떠한 이유로 발광점 근방에서 부유할 가능성도 있을 수 있으므로, 데브리 부착판은 이를 재료를 흡수할 수 있다. 예를 들면, 데브리 부착판이 주석이나 크세논 등의 타겟 재료를 공급하는 공급판의 내벽의 재료, 데브리 부착판의 재료, 혹은 버퍼 가스(아르곤 등의 불활성 가스)로서 공급되는 가스의 이온을 흡수할 수 있다. 즉, 상기의 타겟 재료, 공급판의 재료, 및 데브리 부착판의 재료 중 적어도 어느 1개에 관해서, 상기의 조건식을 만족하도록 자장의 강도를 설정하면 충분하다. 본 실시 예에 있어서는, 발광점과 데브리 필터를 둘러싸는 공간에 버퍼 가스를 공급할 필요가 없고, 버퍼 가스를 이용하지 않고도 충분한 결과를 달성할 수 있다. 그렇지만, 버퍼 가스를 공급할 수 있다. 본 실시 예에서는, 버퍼 가스의 공급을 이용해, 더 많은 데브리 입자를 데브리 부착판으로 포착하는 유용성을 증가시킬 수 있다.

<90>

또, 상기 제 1 및 제2 실시 예에 있어서는, 발광 중심을 통과하는 축(복수의 판을 통과하는 평면의 교선)을 중심으로 해서 방사상으로 판(데브리 부착판)을 배치한다. 더욱, 발광 중심을 통과하며 상기 축과 수직으로 연장하는 제2 축을 중심으로 해서 방사상으로 배치되도록 복수의 판을 추가할 수 있다. 즉, 격자모양으로 복수의 판을 배치할 수 있다.

<91>

여기서, 판들은, 발광 중심의 축으로부터 반대축까지의 일정한 두께, 혹은 발광 중심으로부터 멀리 떨어져 증가하는 두께를 가질 수 있다. 또, 방사 방향은, 어떤 점 또는 어떤 축으로부터 발산하는 방향을 의미한다. 물론, 방사방향은 항상 모든 방향 혹은 거리(각도)를 의미하지는 않는다. "방사상으로 배치한다"란, 복수의 판이 어떤 점 또는 어떤 축으로부터 발산하도록 배치되는 것을 의미한다. 그 판들은, 어떤 점 또는 어떤 축을 중심으로 한 모든 방향으로 연장할 필요가 없고, 등간격일 필요도 없지만, 적어도 하나의 실시 예에서는, 복수개(예를 들면, 3개 이상, 10개 이상)의 판을 배치할 수 있다.

<92>

본 실시 예는 광원, 특히 EUV 광원에 적용되지만, 본 발명의 실시 예는 플라즈마로부터 빛을 얻는 다른 광원에도 적용 가능하다.

<93>

본 발명의 실시 예는, 상술의 광원을 이용한 노광장치에도 적용 가능하다. 즉, 본 발명의 실시 예는 상술한 광원으로부터의 빛을 이용해 패턴(레티클 혹은 마스크 상에 형성됨)을 조명하는 조명 광학계와 그 패턴을 피노광체 상에(축소) 투영하는 투영 광학계를 포함하는 노광장치에도 적용 가능하다.

<94>

도 12는 적어도 하나의 실시 예에 따른 노광장치의 구성을 나타내는 개략 구성도이다. 도 12에 나타낸 바와 같이, 노광장치는, 본 발명의 적어도 하나의 실시 예가 적용된 광원(121)과, 패턴을 가진 반사형 레티클 R를 조명하는 조명 광학계(122)와, 패턴을 웨이퍼 W에(축소) 전사하는 투영 광학계(123)를 포함한다.

<95>

또, 본 발명의 적어도 하나의 실시 예는, 상술한 노광장치를 이용한 디바이스 제조방법에도 적용 가능하다. 이하, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 노광장치를 이용하는 반도체 디바이스의 제조 방법에 대해 설명한다.

<97> 도 13은 반도체 디바이스(예를 들면, IC 및 LSI 등의 반도체 칩, 액정 패널, 및 CCD)의 제조 순서를 나타내는 플로차트이다. 스텝 S1(회로설계)에서는, 반도체 디바이스의 회로 패턴을 설계한다. 스텝 S2(마스크 제작)에서는, 설계한 회로 패턴을 갖는 마스크(레티클 R)를 제작한다. 스텝 S3(웨이퍼 제조)에서는, (예를 들면, 실리콘으로부터) 웨이퍼(웨이퍼 W)를 제조한다. 전 공정이라고 불리는 스텝 S4(웨이퍼 프로세스)에서는, 상기 준비한 마스크와 웨이퍼를 이용해 리소그라피에 의해 웨이퍼 상에 실제의 회로를 형성한다. 후공정이라고 불리는 스텝 S5(조립)에서는, 스텝 S4에서 제조된 웨이퍼를 이용해 반도체 칩을 생성한다. 이러한 후 공정은, 예를 들면, 어셈블리 공정(다이싱, 본딩)과 패키징 공정(칩 봉입) 등을 포함한다. 스텝 S6(검사)에서, 스텝 S5에서 제조된 반도체 칩은 동작 확인 테스트 및 내구성 테스트 등의 다양한 검사를 받는다. 이러한 공정을 거쳐 반도체 디바이스가 완성되어, 출하된다(스텝 7).

<98> 도 14는 상기 웨이퍼 프로세스 S4의 상세한 플로차트를 나타낸다. 스텝 S11(산화)에서는, 웨이퍼(웨이퍼 W)의 표면을 산화시킨다. 스텝 S12(CVD)에서는, 웨이퍼의 표면에 절연막을 형성한다. 스텝 S13(전극 형성)에서는, 웨이퍼 상에 전극을 증기 증착에 의해 형성한다. 스텝 S14(이온 주입)에서는, 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝 S15(레지스트 코팅)에서는, 웨이퍼에 레지스트(감광제)를 도포한다. 스텝 S16(노광)에서는, 상기 노광장치에 의한 노광에 의해 마스크(레티클 R)의 회로 패턴을 웨이퍼에 전사한다. 스텝 S17(현상)에서는, 노광한 웨이퍼를 현상한다. 스텝 S18(에칭)에서는, 현상한 레지스트 이외의 부분을 제거한다. 스텝 S19(레지스트 박리)에서는, 에칭 후에 불필요해진 레지스터를 제거한다. 이들 스텝을 반복함으로써, 웨이퍼 상에 회로 패턴이 형성된다.

<99> 본 발명의 적어도 하나의 실시 예의 제조 방법은, 전에는 취득되지 않았던 고집적도의 반도체 디바이스를 제조 할 수 있다.

<100> 본 발명은, 예시한 실시 예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 이 예시한 실시 예에 한정되지 않는다. 이하의 청구항들의 범위는 그러한 모든 변형과 균등 구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓게 해석되어야 한다.

발명의 효과

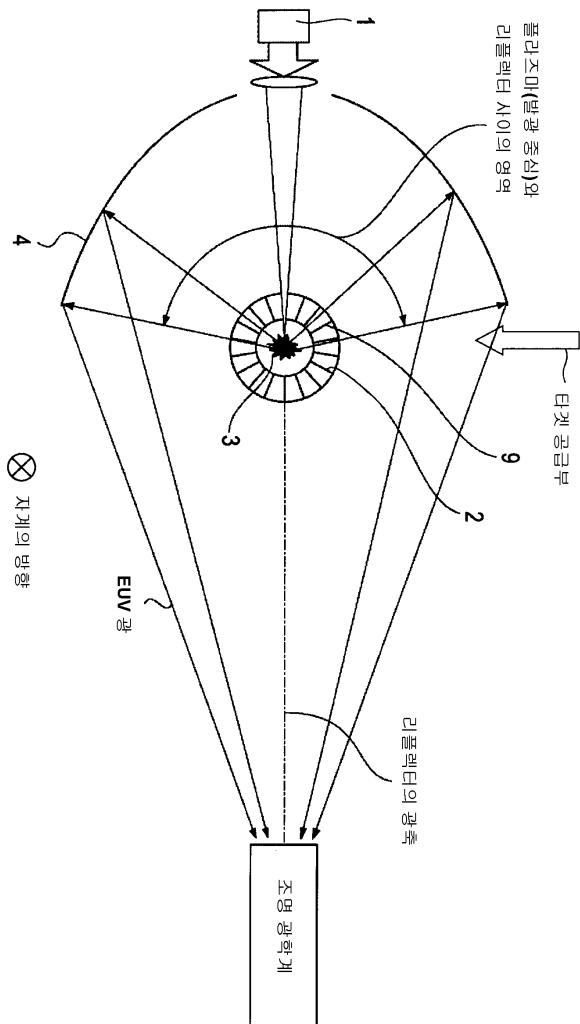
<101> 본 발명에 의하면, 플라즈마로부터 발생하는 테브리 입자가 미리에 도달하는 것을 방지할 수가 있는 광원을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

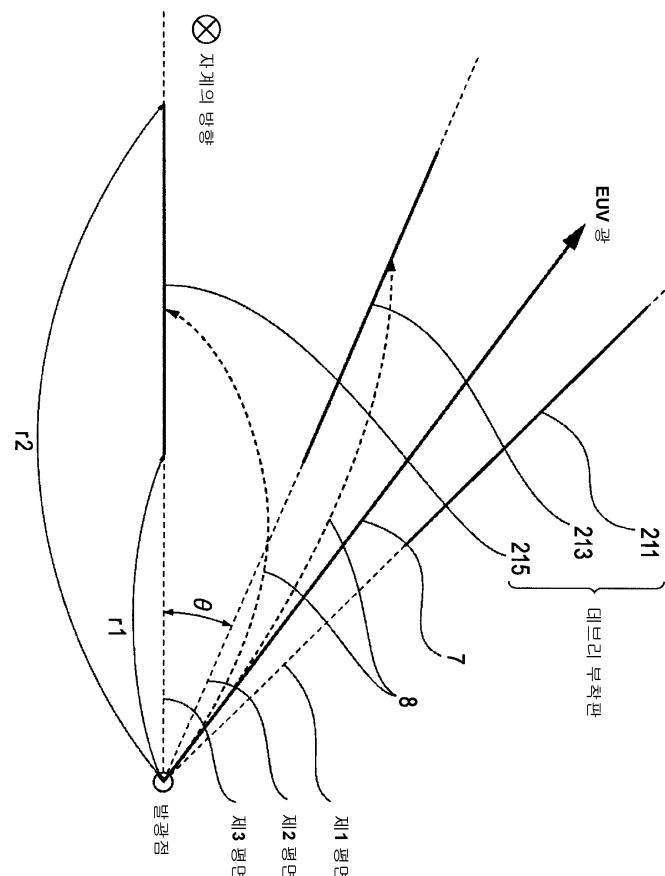
- <1> 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 광원의 개략 구성도이다.
- <2> 도 2는 제1 실시 예에 있어서의 데브리(debris) 입자의 이동 궤적을 나타내는 설명도이다.
- <3> 도 3은 제1 실시 예의 변형 예를 나타내는 설명도이다.
- <4> 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 제2 실시 예를 나타내는 개략 구성도이다.
- <5> 도 5는 데브리 입자를 포착하기 위한 자속 밀도의 계산을 나타내는 설명도이다.
- <6> 도 6은 데브리 입자를 포착하기 위한 자속 밀도의 계산을 나타내는 설명도이다.
- <7> 도 7은 제1 실시 예에 있어서의 자석의 배치를 나타내는 설명도이다.
- <8> 도 8은 제1 실시 예에 있어서의 자석의 배치를 나타내는 설명도이다.
- <9> 도 9a 및 도 9b는 제1 실시 예에 있어서의 자력선의 방향을 나타내는 설명도이다.
- <10> 도 10은 종래 기술의 설명도이다.
- <11> 도 11은 다른 종래 기술의 설명도이다.
- <12> 도 12는 노광장치의 개략 구성도이다.
- <13> 도 13은 반도체 디바이스의 제조 공정의 플로차트이다.
- <14> 도 14는 도 13에 나타낸 공정 중의 웨이퍼 프로세스의 상세 플로차트이다.

도면

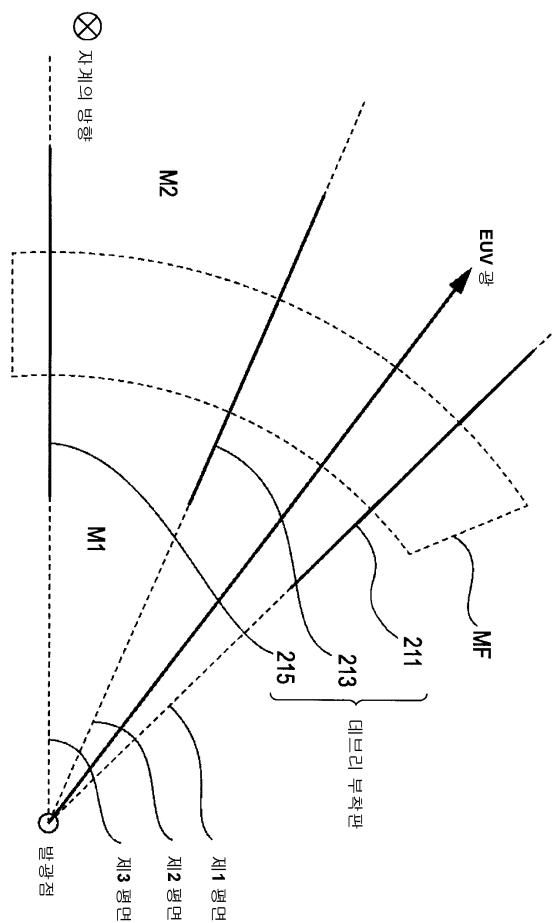
도면1



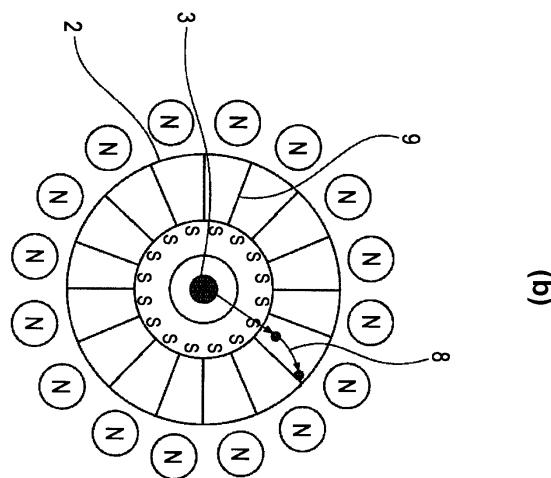
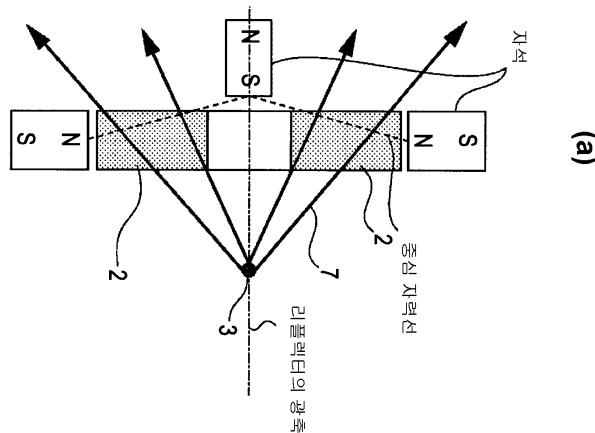
도면2



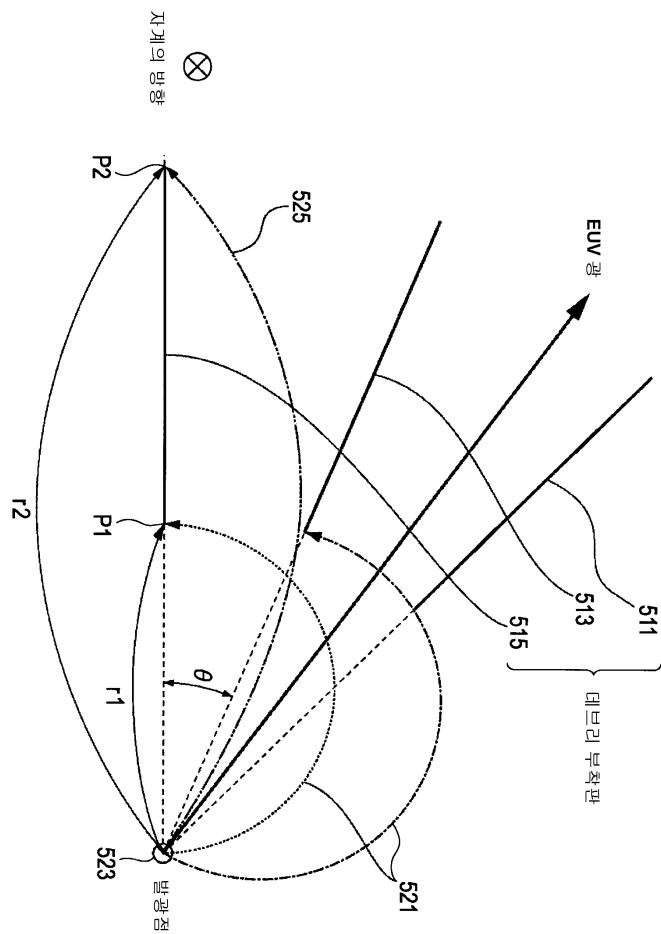
도면3



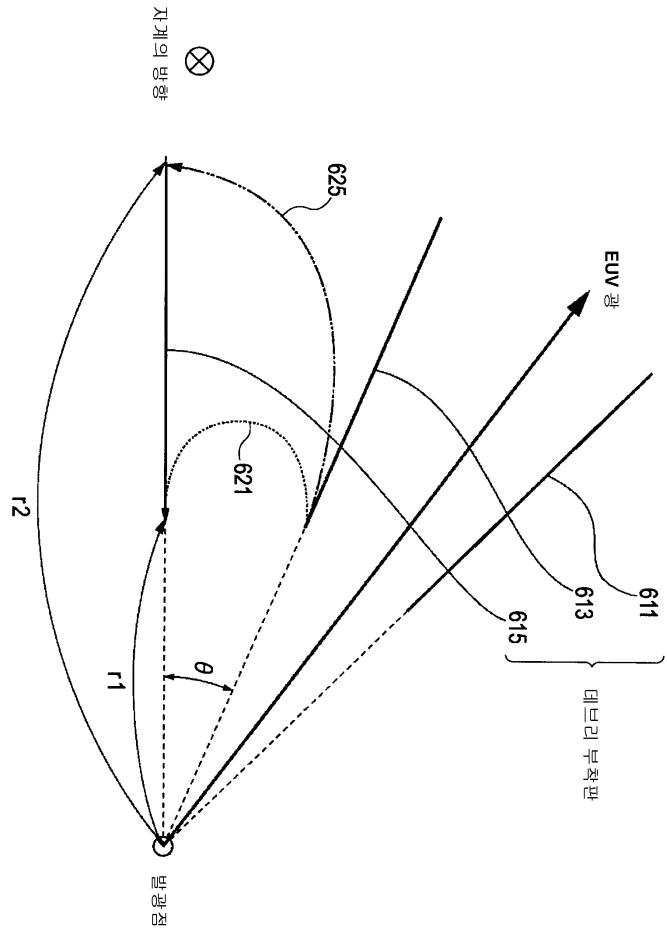
도면4



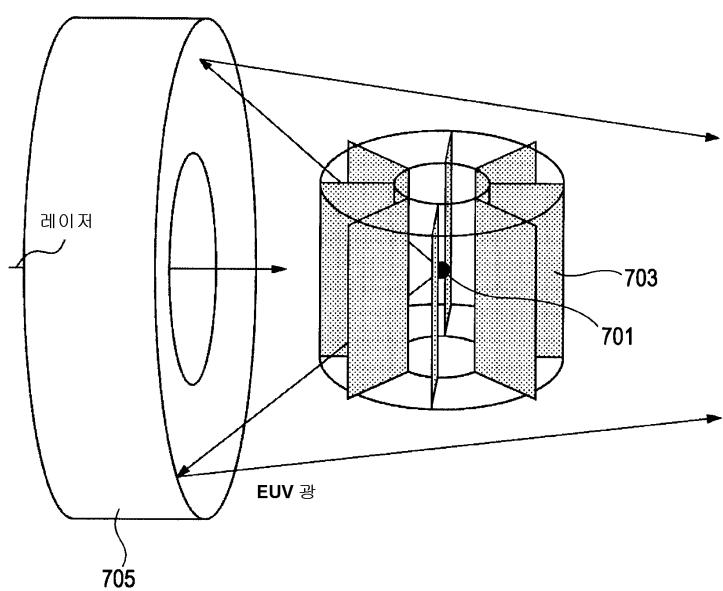
도면5



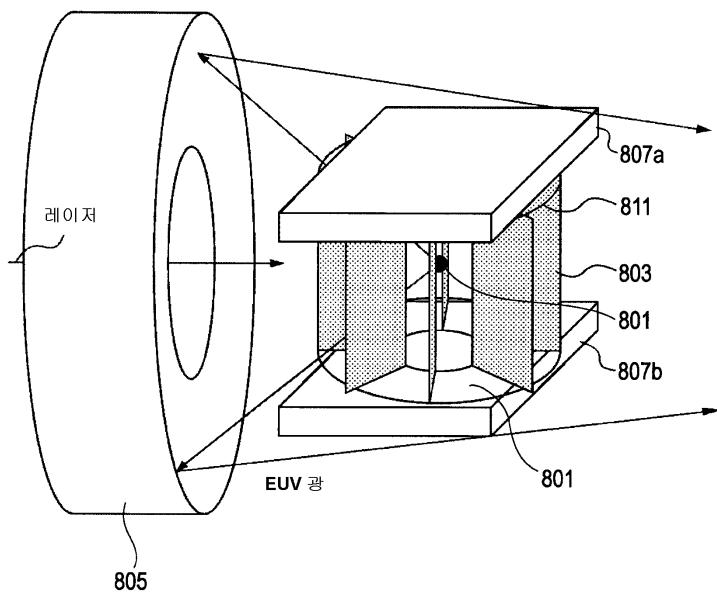
도면6



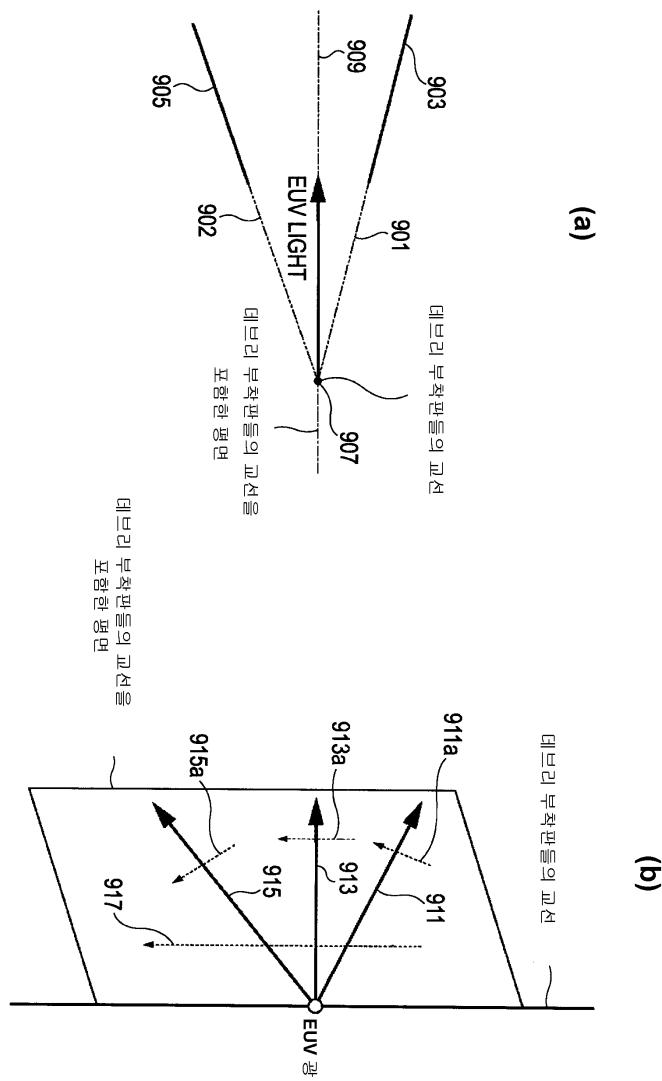
도면7



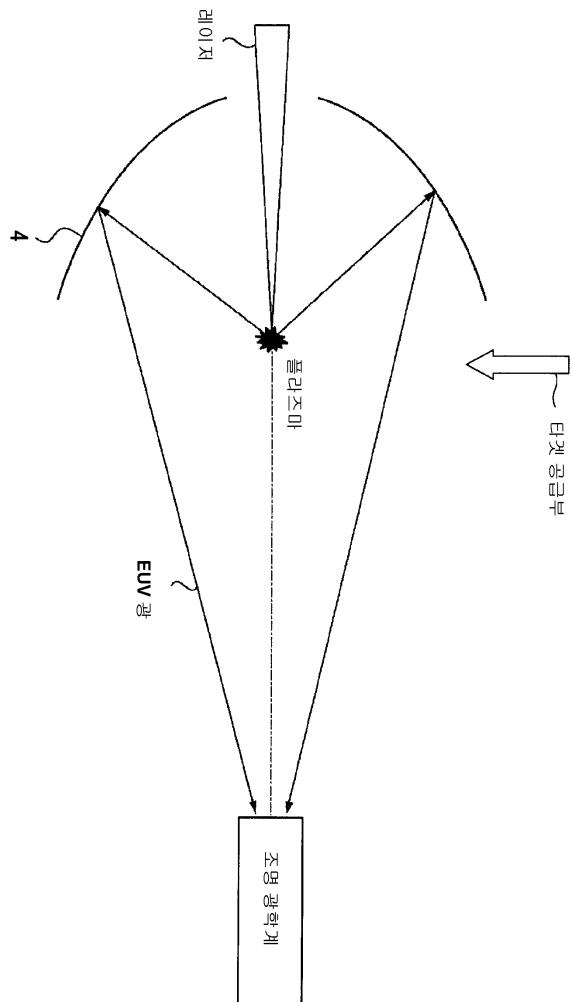
도면8



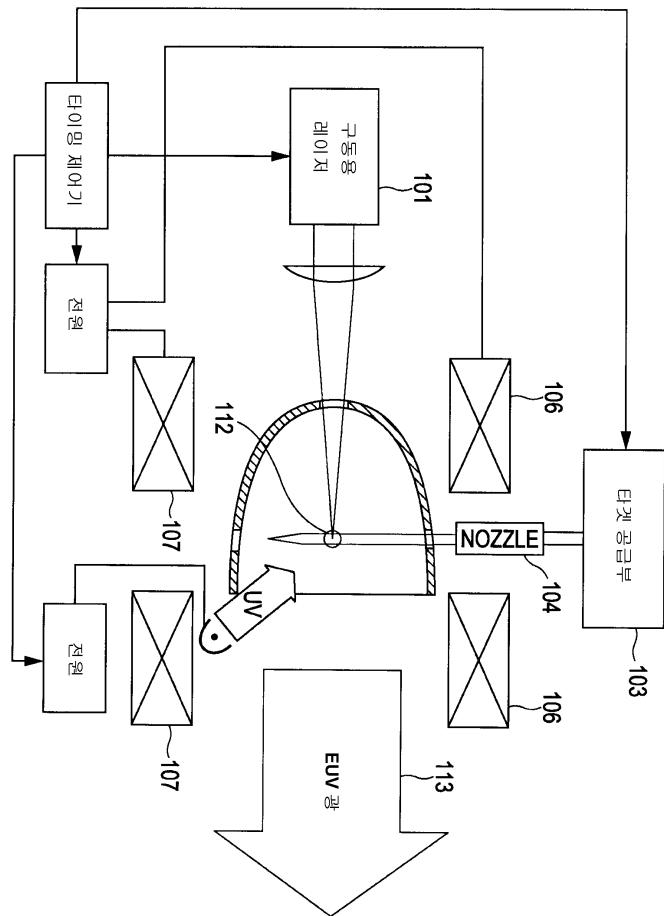
도면9



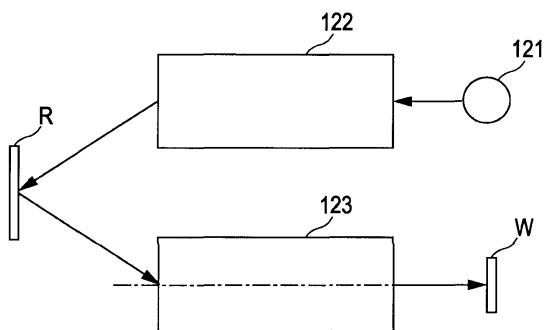
도면10



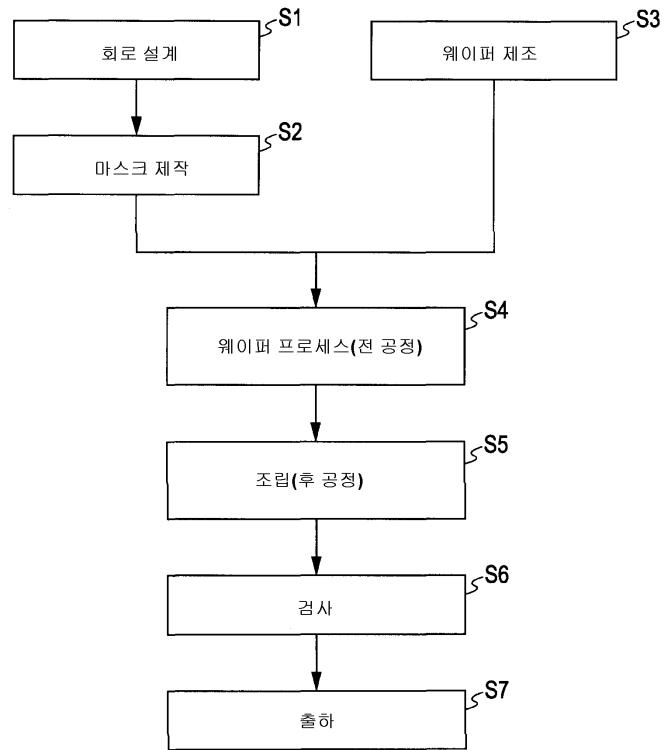
도면11



도면12



도면13



도면14

