



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월18일
 (11) 등록번호 10-1940162
 (24) 등록일자 2019년01월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H05G 2/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-7032594
 (22) 출원일자(국제) 2012년05월10일
 심사청구일자 2017년05월02일
 (85) 번역문제출일자 2013년12월09일
 (65) 공개번호 10-2014-0036219
 (43) 공개일자 2014년03월25일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2012/037363
 (87) 국제공개번호 WO 2012/170144
 국제공개일자 2012년12월13일
 (30) 우선권주장
 13/156,188 2011년06월08일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004501491 A*
 (뒷면에 계속)
 전체 청구항 수 : 총 19 항

(73) 특허권자
 에이에스엘 네델란드 비.브이.
 네델란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
 (72) 발명자
 포덴코프 아이고르 브이.
 미국 캘리포니아 92127 샌디에고 쏘민트 코트 17075
 플레우로프 블라디미르 비.
 미국 캘리포니아 92127 샌디에고 쏘민트 코트 17075
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 유미특허법인

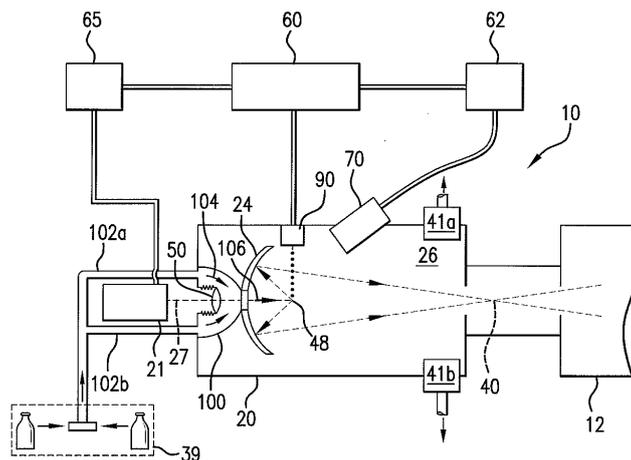
심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 **레이저 생성 플라즈마 광원 내의 완충가스 흐름 안정화를 위한 시스템 및 방법**

(57) 요약

광학부재, 타겟 재료, 및 상기 타겟 재료를 조사하기 위해 빔 경로를 따라 상기 광학부재를 통과하는 레이저 빔을 포함하는 극자외선(EUV) 광원이 개시된다. 본 EUV 광원은 또한 상기 빔 경로를 따라 상기 타겟 재료를 향해 지향된 가스 흐름을 발생시키는 시스템을 더 포함하고, 상기 시스템은 일 체적을 둘러싸는 데이퍼링 부재, 및 복수의 가스 라인을 포함하고, 각각의 가스 라인에 상기 체적으로 가스 스트림을 출력한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

파블로 윌리엄 엔.

미국 캘리포니아 92127 샌디에고 슌민트 코트
17075

에르쇼프 알렉산더 아이.

미국 캘리포니아 92127 샌디에고 슌민트 코트
17075

(56) 선행기술조사문헌

JP2010161092 A*

KR1020090040434 A*

KR1020100057851 A*

WO2010112171 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

극자외선(EUV) 광원으로로서,

광학부재;

타겟 재료;

개구를 가진 EUV 미러;

상기 타겟 재료를 조사하기 위해 빔 경로를 따라 상기 광학부재를 통과하는 레이저 빔으로서, 상기 광학부재는 상기 빔 경로를 따라 상기 레이저 빔의 초점을 형성하기 위한 포커싱 광학부재를 나타내는, 레이저 빔; 및

상기 빔 경로를 따라 상기 타겟 재료를 향하도록 상기 개구를 통해 지향되는 가스 흐름을 발생시키는 시스템을 포함하되, 상기 가스 흐름은 실질적으로 무난류(turbulent-free)이며,

상기 시스템은 체적을 둘러싸는 테이퍼링(tapering) 부재 및 복수의 가스 라인을 가지고, 상기 테이퍼링 부재는 좁은 단부가 상기 개구를 향하여 배치되고 넓은 단부가 상기 좁은 단부의 반대편에 배치되어 상기 개구를 향하는 상기 체적의 일부에 실질적으로 무난류의 흐름을 생성하게 되고, 상기 체적의 적어도 상기 일부는 상기 EUV 미러와 상기 광학부재 사이에 배치되며, 상기 광학부재는 상기 체적 내에서 상기 빔 경로를 따라 상기 넓은 단부와 상기 좁은 단부 사이에 배치되고, 상기 복수의 가스 라인의 각각의 가스 라인은 상기 테이퍼링 부재의 상기 넓은 단부로부터 상기 체적으로 가스를 유입시키는, EUV 광원.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 테이퍼링 부재는 내측벽을 가지고, 상기 내측벽으로부터 돌출된 복수의 흐름 가이드를 더 포함하는, EUV 광원.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 광학부재는 윈도우인, EUV 광원.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 광학부재는 상기 빔을 상기 빔 경로 상의 초점으로 집중시키는 렌즈인, EUV 광원.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 테이퍼링 부재는 상기 빔 경로를 둘러싸는, EUV 광원.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 가스 흐름은 수소(경수소), 수소(중수소), 및 수소(삼중수소)로 이루어진 가스 그룹에서 선택된 가스를 포함하는, EUV 광원.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 테이퍼링 부재는 상기 레이저 빔 내로 뺄지 않는, EUV 광원.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 가스 흐름은 40 sclm(standard cubic liters per minute)을 초과하는 흐름 크기를 가지는, EUV 광원.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항에 있어서, 타겟 재료 방울의 스트림을 발생시키는 방울 발생기를 더 포함하는, EUV 광원.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 광학부재는 150mm 보다 큰 직경을 가진 렌즈인, EUV 광원.

청구항 12

극자외선(EUV) 광원으로서,

광학부재;

타겟 재료;

개구를 가진 EUV 미러;

상기 타겟 재료를 조사하기 위해 빔 경로를 따라 상기 광학부재를 통과하는 레이저 빔으로서, 상기 광학부재는 상기 빔 경로를 따라 상기 레이저 빔의 초점을 형성하기 위한 포커싱 광학부재를 나타내는, 레이저 빔; 및

상기 빔 경로를 따라 상기 타겟 재료를 향하도록 상기 개구를 통해 지향되는 가스 흐름을 발생시키는 시스템을 포함하되, 상기 가스 흐름은 실질적으로 무난류이며,

상기 시스템은 체적을 둘러싸는 내측벽을 가진 테이퍼링 부재, 상기 체적으로 가스 스트림을 출력하는 적어도 하나의 가스 라인, 및 상기 내측벽으로부터 돌출된 복수의 흐름 가이드를 포함하고,

상기 테이퍼링 부재는 좁은 단부가 상기 개구를 향하여 배치되고 넓은 단부가 상기 좁은 단부의 반대편에 배치되어 상기 개구를 향하는 상기 체적의 일부에 실질적으로 무난류의 흐름을 생성하게 되고, 상기 체적의 적어도 상기 일부는 상기 EUV 미러와 상기 광학부재 사이에 배치되며, 상기 광학부재는 상기 체적 내에서 상기 빔 경로를 따라 상기 넓은 단부와 상기 좁은 단부 사이에 배치되고, 상기 가스 스트림은 상기 테이퍼링 부재의 상기 넓은 단부로부터 상기 체적으로 유입되는, EUV 광원.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 광학부재는 윈도우인, EUV 광원.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 광학부재는 상기 빔을 상기 빔 경로 상의 초점으로 집중시키는 렌즈인, EUV 광원.

청구항 15

제 12 항에 있어서, 상기 가스 흐름은 40 sclm(standard cubic liters per minute)를 초과하는 흐름 크기를 가지는, EUV 광원.

청구항 16

제 12 항에 있어서, 상기 광학부재는 150mm보다 큰 직경을 가진 렌즈인, EUV 광원.

청구항 17

극자외선(EUV) 광 출력을 산출하는 방법으로서,

광학부재를 제공하는 단계;

타겟 재료를 제공하는 단계;

개구를 가진 EUV 미러를 제공하는 단계;

상기 타겟 재료를 조사하기 위해 빔 경로를 따라 상기 광학부재를 통해 레이저 빔을 통과시키는 단계로서, 상기 광학부재는 상기 빔 경로를 따라 상기 레이저 빔의 초점을 형성하기 위한 포커싱 광학부재를 나타내는, 단계;

및

체적을 둘러싸는 내측벽을 구비한 테이퍼링 부재, 상기 체적 내로 가스 스트림을 출력하는 적어도 하나의 가스 라인, 및 상기 내측벽으로부터 돌출한 복수의 흐름 가이드를 포함하는 시스템에 의해, 상기 빔 경로를 따라 상기 타겟 재료를 향하도록 상기 개구를 통해 지향되는 가스 흐름을 발생시키는 단계를 포함하되, 상기 가스 흐름은 실질적으로 무난류이며,

상기 테이퍼링 부재는 좁은 단부가 상기 개구를 향하여 배치되고 넓은 단부가 상기 좁은 단부의 반대편에 배치되어 상기 개구를 향하는 상기 체적의 일부에 실질적으로 무난류의 흐름을 생성하게 되고, 상기 체적의 적어도 상기 일부는 상기 EUV 미러와 상기 광학부재 사이에 배치되며, 상기 광학부재는 상기 체적 내에서 상기 빔 경로를 따라 상기 넓은 단부와 상기 좁은 단부 사이에 배치되고, 상기 가스 스트림은 상기 테이퍼링 부재의 상기 넓은 단부로부터 상기 체적으로 유입되는, EUV 광 출력을 산출하는 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 광학부재는 윈도우인, EUV 광 출력을 산출하는 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서, 상기 광학부재는 상기 빔을 상기 빔 경로 상의 초점으로 집중시키는 렌즈인, EUV 광 출력을 산출하는 방법.

청구항 20

제 17 항에 있어서, 상기 가스 흐름은 40 sclm(standard cubic liters per minute)를 초과하는 흐름 크기를 가지고, 상기 광학부재는 150mm보다 큰 직경을 가진 렌즈인, EUV 광 출력을 산출하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 소스 재료로부터 생성되고, 예컨대, 대략 100nm 이하의 파장의, 예컨대, 반도체 집적회로 제조 포토 리소그래피용 극자외선(EUV) 광원 챔버 외부에서의 사용을 위한 중간 위치로 수집되고 보내지는 플라즈마로부터 EUV 광을 제공하는 EUV 광원 소스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 극자외선("EUV") 광, 예컨대, 대략 13nm 파장의 광을 포함하여 대략 5-100 nm이하의 파장을 가지는 전자기 방사선(때때로 소프트 엑스레이라고도 함)은 기관, 예컨대, 실리콘 웨이퍼 내에 초소형 피처(feature)를 만들기 위해 포토리소그래피 공정에서 사용될 수 있다.

[0003] EUV 광을 산출하는 방법은 EUV 범위 내의 방출선을 가진 원소, 예컨대, 크세논, 리튬, 또는 주석을 가진 타겟 재료를 플라즈마 상태로 변환하는 단계를 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0004] 종종 레이저 생성 플라즈마("LPP")라 불리는, 한가지 이러한 방법에서, 필요한 플라즈마는, 예컨대, 재료의 방울, 스트림(stream), 또는 클러스터(cluster) 형태의 타겟 재료를 레이저 빔으로 조사함으로써 만들어질 수 있다. 이와 관련하여, 중간 적외선 파장, 즉, 대략 9.0 μm 내지 11.0 μm 범위의 파장의 광을 출력하는 CO₂ 레이저는 LPP 프로세스에서 타겟 재료를 조사하는 구동 레이저로서 확실한 이점을 가질 수 있다. 특히, 이는 어떤 타겟 재료, 예컨대, 주석을 포함하는 재료에 대하여 참일 수 있다. 한가지 이점은 구동 레이저 입력 파워와 출력 EUV 파워 간의 비교적 높은 변환 효율을 산출하는 능력을 포함할 수 있다.

[0005] LPP 프로세스 동안, 플라즈마는 전형적으로 진공 챔버와 같은 밀봉된 용기 내에서 만들어지며 다양한 종류의 측정장비를 사용하여 감시된다. EUV 방사선을 생성하는 것과 더불어, 이러한 플라즈마 프로세스는 또한 전형적으로 열, 높은 에너지의 이온, 및 플라즈마 형성 프로세스에서 완전히 이온화되지 않은 소스 재료의 클럼프(clump)/미세방울(microdroplet) 및/또는 소스 재료 증기와 같은, 플라즈마 형성으로 인한 산개된 찌꺼기를 포함할 수 있는, 바람직하지 않은 부산물을 생성한다.

[0006] 불행히도, 플라즈마 형성 부산물은 제한하지 않는 예로서, 수직 입사 및/또는 경사 입사(grazing incidence)의

EUV 반사가 가능한 다층 미러(MLM's)를 포함하는 미러, 측정용 탐지기의 표면, 플라즈마 형성 프로세스를 이미징화하기 위해 사용되는 윈도우, 및, 예컨대, 윈도우 또는 포커싱 렌즈일 수 있는 레이저 입력 광학부재를 포함하는 다양한 플라즈마 챔버 광학 부품을 잠재적으로 손상시키거나 그 동작 효율을 감소시킬 수 있다.

[0007] 열, 높은 에너지의 이온, 및/또는 소스 재료 찌꺼기는 다양한 방법으로 광학 부품에 손상을 줄 수 있는데, 광학 부품을 가열시키는 것, 광 투과율을 감소시키는 재료로 광학 부품을 코팅하는 것, 및, 예컨대, 구조적 무결성 및/또는 광학 특성, 예컨대, 미러의 그러한 짧은 파장을 반사시키는 능력을 손상시키는 것, 광학 부품을 부식 또는 침식시키는 것, 및/또는 광학 부품 내로 확산(diffusing)하는 것을 포함한다.

[0008] 수소, 헬륨, 또는 이들의 조합과 같은 완충 가스(buffer gas)의 사용이 제안되었다. 완충 가스는 플라즈마 생성동안 챔버 내에 존재할 수 있고, 광학부재의 열화(degradation)를 줄이고 플라즈마 효율을 향상시키기 위해 플라즈마 생성 이온을 감속시키는 작용을 할 수 있다. 예를 들어, 플라즈마 생성 이온의 이온 에너지를 그 이온이 광학부재의 표면에 도달하기 전에 대략 100eV 미만으로 감소시킬 만큼 충분한 완충 가스 압력이 플라즈마와 광학부재 사이의 공간에 제공될 수 있다.

[0009] 몇몇 구현에서, 완충 가스는 하나 이상의 펌프를 사용하여 진공 챔버로 도입되거나 진공 챔버로부터 제거될 수 있다. 이는 열, 증기, 세척 반응생성물, 및/또는 입자들이 진공 챔버로부터 제거되는 것을 가능하게 한다. 배기가스는 폐기될 수 있고, 몇몇 경우에, 배기가스는, 예컨대, 여과, 냉각 등의 처리 후 재사용될 수 있다. 또한, 완충 가스 흐름은 미러, 렌즈, 윈도우, 탐지기 등의 표면과 같은 주요 표면으로부터 입자를 떨어뜨리는데 사용될 수 있다. 이와 관련하여, 회오리를 가지는 것으로 특징지어질 수 있고, 유체 소용돌이를 포함할 수 있고, 역류를 동반할 수 있는 난류는 난류가 주요 표면을 향해 지향된 흐름을 포함할 수 있으므로 바람직하지 않다. 이러한 역류 흐름은 재료를 주요 표면으로 전달함으로써 표면 증착을 증가시킬 수 있다. 또한, 난류는 타겟 재료의 방울 스트림을 다소 무작위적인 방식으로 불안정화시킬 수 있다. 일반적으로, 이러한 불안정화는 쉽게 보정될 수 없고, 결국 비교적 작은 타겟 재료 방울을 정확하게 성공적으로 조사하는 광원의 능력에 나쁜 영향을 미칠 수 있다.

[0010] 증착되는 재료와 화학적 반응성을 가지는 하나 이상의 화학종(chemical species)을 사용하여 LPP 광원 내의 광학부재로부터 증착물을 제거하는 것이 제안되었다. 예를 들어, 브롬화물, 염화물 등과 같은 할로겐 함유 화합물의 사용이 개시되어 있다. 주석이 플라즈마 타겟 재료에 포함된 때, 한가지 확실한 세척 기술은 광학 부재로부터 주석 및 주석 함유 증착물을 제거하기 위해 수소 라디칼(radical)의 사용을 포함한다. 한 메커니즘에서, 수소 라디칼은 증착된 주석과 결합하여 수소화 주석 증기를 형성한 후, 진공 챔버로부터 제거될 수 있다. 그러나, 수소화 주석 증기는 그것이, 예컨대, 난류 회오리에 의해 발생된 역류에 의해 광학부재의 표면을 향해 되돌아온다면 주석을 분해하고 재증착시킬 수 있다. 결국, 이는 광학부재의 표면으로부터 멀어지도록 지향된 난류 감소된 흐름(및 가능하다면 층형상의(laminar) 흐름)이 세척 반응생성물 분해에 의한 재증착을 줄일 수 있음을 의미한다.

[0011] 상기 내용을 고려하여, 본 출원인은 레이저 생성 플라즈마 광원 내의 완충 가스 흐름 안정화를 위한 시스템 및 방법을 개시한다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 노광기에 연결되고, 가스 흐름을 광학 부재 주변으로 하여 대체로 빔 경로를 따라 조사 영역을 향하도록 안내하고 가스를 실질적으로 난류 없는 상태로 유지하는 시스템을 구비한 EUV 광원의 간단하고 개략적인 도면을 도시한다.

도 2는 가스 흐름 시스템을 더욱 상세하게 보여주는 도 1에 도시된 EUV 광원의 확대된 부분을 도시한다.

도 3은 슈라우드(shroud)를 구비한 가스 흐름 시스템의 다른 실시예의 간단하고 개략적인 도면을 도시한다.

도 4는 테이블링 부재로부터 가스 흐름으로 뺀 흐름 가이드를 구비한 가스 흐름 시스템의 다른 실시예의 간단하고 개략적인 도면을 도시한다.

도 5는 흐름 가이드 및 가스 라인을 보여주는 도 4의 라인 5-5를 따라 보았을 때의 단면도이다.

도 5a는 대안의 배열의 흐름 가이드 및 가스 라인을 보여주는 도 4의 라인 5-5를 따라 보았을 때의 단면도이다.

도 6은 슈라우드 및 슈라우드로부터 가스 흐름으로 뺀 흐름 가이드를 구비한 가스 흐름 시스템의 다른 실시예의 간단하고 개략적인 도면을 도시한다.

도 7은 흐름 가이드를 보여주는 도 6의 라인 7-7을 따라 보았을 때의 단면도이다.

도 8은 원통형 하우징 내에 날카로운 코너를 매끄럽게 하기 위한 테이퍼링 부재를 구비한 가스 흐름 시스템의 다른 실시예의 간단하고 개략적인 도면을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 먼저 도 1을 참조하면, 일반적으로 (10)으로 지정된 EUV 포토리소그래피 장치의 선택된 부분의, 하나의 실시예의 하나의 형태에 따른, 간단하고 개략적인 단면도가 도시되어 있다. 장치(10)는, 예컨대, 레지스트(resist) 코팅된 웨이퍼, 평면 패널 워크피스 등과 같은 기판을 패터닝된 빔의 EUV 광에 노출시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0014] 장치(10)에 대하여, EUV 광을 사용하는 노광기기(12)(예컨대, 스테퍼, 스캐너, 스텝 및 스캔 시스템, 직접 기록 시스템, 접촉 및/또는 근접 마스크를 사용하는 기기 등과 같은 집적회로 리소그래피 도구)는, 예컨대, 패터닝된 빔을 산출하기 위한 레티클(reticle)과 같은 패터닝 광학부재 및 기판상에 패터닝된 빔을 투사하기 위한 하나 이상의 리덕션 프로젝션 광학부재(reduction projection optic)를 조명하기 위한 하나 이상의 광학부재를 포함하여 제공될 수 있다. 기판과 패터닝 수단 사이에 제어된 상대 이동을 발생시키기 위한 기계적 어셈블리가 제공될 수 있다.
- [0015] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "광학부재" 및 그 파생어는, 제한하지 않는 예로서, 입사광을 반사 및/또는 전달 및/또는 입사광에 작용하는 하나 이상의 구성요소를 포함하는데, 제한하지 않는 예로서, 하나 이상의 렌즈, 윈도우, 필터, 썸(wedge), 프리즘, 그리즘, 그레이딩(grading), 전송 섬유, 에탈론(etalon), 산광기(diffuser), 균질기(homogeizer), 탐지기, 다른 기기 구성요소, 조리개, 악시콘(axicon), 다층 미러, 수직 입사 미러, 경사 입사 미러, 거울식(specular) 반사기, 산란(diffuse) 반사기를 포함하는 미러, 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 그러나, 특별하게 언급되지 않았다면, 본 명세서에서 사용된 용어 "광학부재" 및 그 파생어는 EUV 출력 광 파장, 조사 레이저 파장, 측정에 적합한 파장, 또는 몇몇 다른 파장과 같이, 하나 이상의 특정한 파장 범위 내에서 단독으로 동작하거나 이점을 가지는 컴포넌트로 제한된 의미이다.
- [0016] 도 1은 장치(10)가 기판 노출을 위한 EUV 광을 산출하는 LPP 광원(20)을 포함하는 특정한 예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 광 펄스 열(train of light pulse)을 발생시키고 그 광 펄스를 광원 챔버(26)로 전달하는 시스템(21)이 제공될 수 있다. 장치(10)에 대하여, 광 펄스는 노광기기(12) 내의 기판 노출을 위한 EUV 광 출력을 산출하도록 조사 영역(48)에 있는 하나 이상의 타겟을 조명하기 위해 시스템(21)으로부터 광원 챔버(26)로 하나 이상의 빔 경로(27)를 따라 이동한다.
- [0017] 도 1에 도시된 시스템(21)에 사용하기 적합한 레이저는 펄스식 레이저 기기, 예컨대, 10kW 이상의 비교적 높은 파워에서 그리고, 예컨대, 40kHz 이상의 높은 펄스 반복율로 동작하는, 예컨대, DC 또는 RF 여기(excitation)하는, 예컨대, 9 내지 11 μ m의 범위내의 방사선을 산출하는 펄스식 가스방전 CO₂ 레이저를 포함할 수 있다. 한 특정한 구현에서, 레이저는 복수의 증폭 스테이지를 가지고, 비교적 낮은 에너지 및 높은 반복율, 예컨대, 100 kHz 동작이 가능한 Q-스위칭식 오실레이터에 의해 개시되는 시드 펄스를 가지는, 오실레이터-증폭기 구성(예컨대, 마스터 오실레이터/파워 증폭기(MOPA) 또는 파워 오실레이터/파워 증폭기(POPA))을 가진 축류(axial-flow) RF 펌프식 CO₂ 레이저일 수 있다. 이러한 오실레이터로부터, 레이저 펄스는 조사 영역(48)에 도달하기 전에 증폭, 성형, 및/또는 집중(focus)될 수 있다. 연속 펌프식 CO₂ 증폭기가 레이저 시스템(21)용으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 하나의 오실레이터 및 3개의 증폭기(O-PA1-PA2-PA3 구성)를 가지는 적합한 CO₂ 레이저 기기가 "LPP EUV 광원 구동 레이저 시스템"란 제목의, 2005년 6월 29일에 출원된 미국특허 출원번호 제11/174,299호(2008년 10월 21일에 등록된 미국특허번호 제7,439,530호)에 개시되어 있다.
- [0018] 대안으로서, 레이저는 방울이 광 캐비티의 하나의 미러로서 역할하는 소위 "셀프 타게팅(self-targeting)" 레이저 시스템으로 구성될 수 있다. 몇몇 "셀프 타게팅" 배열에서, 오실레이터는 필요하지 않을 수 있다. 셀프 타게팅 레이저 시스템은 "EUV 광원용 구동 레이저 전달 시스템"이란 제목의, 2006년 10월 13일에 출원된 미국특허 출원번호 제11/580,414호(2009년 2월 17일에 등록된 미국특허번호 제7,491,954호)에 개시되고 청구되어 있다. 적용에 따라, 예컨대, 고출력 및 고 펄스 반복율로 동작하는 엑시머 또는 분자 플루오르 레이저와 같은, 다른 종류의 레이저도 적합할 수 있다. 다른 예는 예컨대, 섬유, 막대, 판, 또는 디스크형 활성 매체를 가지는, 솔리드 스테이트 레이저를 포함하는데, 하나 이상의 챔버, 예컨대, 오실레이터 챔버 및 (병렬 또는 직렬의) 하나 이상의 증폭 챔버, 마스터 오실레이터/파워 오실레이터(MOPO) 배열, 마스터 오실레이터/파워 링 증폭기(MOPRA)

배열, 또는 하나 이상의 엑시머, 분자 플루오르, 또는 CO₂ 증폭기 또는 오실레이터 챔버를 시딩(seed)하는 솔리드 스테이트 레이저를 가진 다른 레이저 구성이 적합할 수도 있다. 다른 설계가 적합할 수도 있다.

[0019] 몇몇 예에서, 타겟은 먼저 프리 펄스(pre-pulse)에 의해 조사된 후, 메인 펄스에 의해 조사될 수 있다. 프리 펄스 및 메인 펄스 시드는 단일 오실레이터 또는 2개의 개별 오실레이터에 의해 생성될 수 있다. 몇몇 설정에서, 하나 이상의 공통의 증폭기가 프리 펄스 시드 및 메인 펄스 시드를 모두 증폭시키기 위해 사용될 수 있다. 다른 배열에 대하여, 별개의 증폭기가 프리 펄스 및 메인 펄스 시드를 증폭시키기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 시드 레이저는 무선주파수(RF) 방전에 의해 펌핑되는 낮은 대기압, 예컨대, 0.05-0.2atm의 CO₂를 포함하는 밀봉된 가스를 가지는 CO₂ 레이저일 수 있다. 이러한 배열을 통해, 시드 레이저는 10.5910352 μm의 파장을 가지는 10P(20) 라인과 같은 우세선(dominant line) 중 하나로 자가 조절(self-tune)할 수 있다. 몇몇 경우에, 시드 펄스 파라미터를 제어하는 Q 스위칭이 채용될 수 있다.

[0020] 증폭기는 각각 자신의 챔버, 활성 매체, 및 여기 소스, 예컨대, 펌핑 전극을 구비한 2개(이상)의 증폭 유닛을 가질 수 있다. 예컨대, 시드 레이저가 상기 서술된 바와 같이 CO₂를 포함하는 이득 매체를 가지는 경우에, 증폭 유닛으로 사용하기에 적합한 레이저는 DC 또는 RF 여기에 의해 펌핑되는 CO₂ 가스를 담고 있는 활성 매체를 포함할 수 있다. 하나의 특정한 구현에서, 증폭기는 대략 10-25미터의 전체 이득 길이를 가지고, 예컨대, 10kW 이상의 비교적 높은 파워로 협력하여 동작하는 3 내지 5개와 같은 복수의 축류 RF 펌프식(연속식 또는 펄스식) CO₂ 증폭 유닛을 포함할 수 있다. 다른 종류의 증폭 유닛은 (가스 매체를 위한) 판 구조 또는 동축 구조를 가질 수 있다. 몇몇 경우에, 솔리드 스테이트 활성 매체가 막대 또는 디스크 형상의 이득 모듈, 또는 섬유 기반의 이득 매체를 사용하여 채용될 수 있다.

[0021] 레이저 시스템(21)은 레이저 소스 시스템(21)과 조사 영역(48) 사이에서 빔을 늘리고, 방향조절하고(steering), 및/또는 성형하는 것과 같은, 빔 조절을 위한 하나 이상의 광학부재를 구비한 빔 조절 유닛을 포함할 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 미러, 프리즘, 렌즈, 공간 필터(spatial filter) 등을 포함할 수 있는 방향조절 시스템이 레이저 초점을 광원 챔버(26) 내의 상이한 위치로 방향조절하기 위해 제공 및 배치될 수 있다. 하나의 설정에서, 방향조절 시스템은 제1 미러를 2차원으로 독립적으로 이동시킬 수 있는 틸트-틸트 액츄에이터 상에 설치된 제1 평면 미러 및 제2 미러를 2차원으로 독립적으로 이동시킬 수 있는 틸트-틸트 액츄에이터 상에 설치된 제2 평면 미러를 포함할 수 있다. 이러한 배열을 통해, 방향조절 시스템은 빔 진행 방향과 실질적으로 수직인 방향으로 초점을 제어가능하게 이동시킬 수 있다.

[0022] 빔을 조사 위치(48)로 집중시키고 빔 축을 따라 초점의 위치를 조절하기 위해 포커싱 어셈블리가 제공될 수 있다. 포커싱 어셈블리에 대하여, 초점을 빔 축을 따라 이동시키기 위해 빔 축을 따르는 방향으로 이동하기 위한 스테퍼 모터, 서보 모터, 압전 변환기(piezoelectric transducer) 등과 같은 (도 2에 도시된) 액츄에이터(52)에 연결될 수 있는 포커싱 렌즈 또는 미러와 같은 광학부재(50)가 사용될 수 있다. 하나의 배열에서, 광학부재(50)는 광학 등급의 ZnSe로 이루어지고 대략 135mm의 투명한 조리개를 가지는 177mm 렌즈일 수 있다. 이러한 배열을 통해, 대략 120mm의 직경을 가진 빔이 수월하게 집중될 수 있다. 빔 조절 시스템에 관한 더욱 세부적인 사항은 "고 반복률 레이저 생성 플라즈마 EUV 광원"이란 제목의, 2004년 3월 17일에 출원된 미국특허출원번호 제10/803,526호(2006년 8월 8일에 등록된 미국특허 제7,087,914호); "EUV 광원"이란 제목의, 2004년 7월 27일에 출원된 미국특허출원번호 제10/900,839호(2007년 6월 16일에 등록된 미국특허 제7,164,144호); 및 "극자외선 광원용 빔 전달 시스템"이란 제목의, 2009년 12월 15일에 출원된 미국특허출원번호 제12/638,092호에 제공되어 있다.

[0023] 또한 도 1에 도시된 바와 같이, EUV 광원(20)은, 예컨대, 궁극적으로 플라즈마를 산출하고 노광기기(12) 내의 레지스트 코팅된 웨이퍼와 같은 기판을 노출시키기 위한 EUV 방출선을 발생시키기 위해, 시스템(21)으로부터 하나 이상의 광 펄스, 예컨대, 0 또는 1 이상의 프리 펄스와 그 후의 하나 이상의 메인 펄스와 방울이 상호작용하는 챔버 내부의 조사 영역(48)으로 주석과 같은 타겟 재료의 방울을 전달하는 타겟 재료 전달 시스템(90)을 포함할 수 있다. 다양한 방울 분사 구성 및 그와 관련된 장점에 관한 더욱 상세한 사항은 "레이저 생성 플라즈마 EUV 광원"이란 제목의, 2010년 3월 10일에 출원된 미국특허출원번호 제12/721,317호(2010년 11월 25일에 공개된 U.S. 2010/0294953 A1); "레이저 생성 플라즈마 EUV 광원 내의 타겟 재료 전달 시스템 및 방법"이란 제목의, 2008년 6월 19일에 출원된 미국특허출원번호 제12/214,736호(2009년 9월 17일에 공개된 U.S. 2009/0230326 A1); "변조된 교란파를 사용하여 만들어진 방울 스트림을 가지는 레이저 생성 플라즈마 EUV 광원"이란 제목의, 2007년 7월 13일에 출원된 미국특허출원번호 제11/827,803호(2009년 1월 15일에 공개된 U.S. 2009/0014668A1);

"프리펄스를 가진 레이저 생성 플라즈마 EUV 광원"이란 제목의, 2006년 2월 21일에 출원된 미국특허출원번호 제 11/358,988호(2006년 11월 16일에 공개된 US 2006/0255298A1); "EUV 플라즈마 소스 타겟 전달 방법 및 장치"란 제목의, 2005년 2월 25일에 출원된 미국특허출원번호 제11/067,124호(2008년 7월 29일에 등록된 미국특허 제 7,405,416호); "LPP EUV 플라즈마 소스 재료 타겟 전달 시스템"이란 제목의, 2005년 6월 29일에 출원된 미국특허출원번호 제11/174,443호(2008년 5월 13일에 등록된 미국특허 제7,372,056호)에서 찾을 수 있다.

[0024] 타겟 재료는 주석, 리튬, 크세논, 또는 이들의 조합을 포함하는 재료를 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. EUV 방출 원소, 예컨대, 주석, 리튬, 크세논 등은 액체 방울, 및/또는 액체 방울 내에 포함된 고체 입자 형태일 수 있다. 예를 들어, 원소 주석은 순수한 주석으로; 주석 화합물, 예컨대, SnBr₄, SnBr₂, SnH₄로; 주석 합금, 예컨대, 주석-갈륨 합금, 주석-인듐 합금, 주석-인듐-갈륨 합금, 또는 이들의 조합으로 사용될 수 있다. 사용되는 재료에 따라, 타겟 재료는 상온 또는 거의 상온(예컨대, 주석 합금, SnBr₄), 높은 온도(예컨대, 순수한 주석), 또는 상온보다 낮은 온도(예컨대, SnH₄)를 포함한 다양한 온도로 조사 영역(48) 내에 존재할 수 있으며, 예컨대, SnBr₄와 같은 몇몇 경우에 비교적 휘발성일 수 있다. LPP EUV 광원 내의 이러한 재료의 사용에 관한 더욱 상세한 내용은 "EUV 광원용 대안 연료"란 제목의 2006년 4월 17일에 출원된 미국특허출원번호 제 11/406,216호(2008년 12월 16일에 등록된 미국특허 제7,465,946)에 제공되어 있다.

[0025] 도 1을 계속 참조하면, 장치(10)는 또한 챔버(26)내로의 전달을 위한 광 펄스를 발생시키기 위해 하나 이상의 이득 모듈(예컨대, RF 제너레이터 램프) 및/또는 시스템(21) 내의 다른 레이저 기기로 파워 입력을 트리거링(triggering)하고, 그리고/또는 빔 조절 유닛 내의 광학부재의 이동을 제어하기 위한 구동 레이저 제어 시스템(65)을 구비한 EUV 제어기(60)를 포함할 수 있다. 장치(10)는 또한, 예컨대, 조사 영역(48)에 대한 하나 이상의 방울의 위치를 지시하는 출력을 제공하는 하나 이상의 방울 이미저(droplet imager)(70)를 구비한 방울 위치 탐지 시스템을 포함할 수 있다. 이미저(70)는 이러한 출력을, 예컨대, 방울 위치 및 궤적을 계산할 수 있는 방울 위치 탐지 피드백 시스템(62)으로 제공할 수 있고, 그 방울 위치 및 궤적으로부터 방울 오차가, 예컨대, 방울마다 또는 평균으로 계산될 수 있다. 그 다음, 방울 오차는, 예컨대, 광원 챔버(26) 내의 조사 영역(48)로 전달되는 광 펄스의 초점 위치 및/또는 초점 파워를 변경하기 위해, 빔 조절 유닛 내의 광학부재의 이동을 제어하고, 그리고/또는 소스 타이밍 회로를 제어하기 위해 시스템(21)에 위치, 방향, 및/또는 타이밍 보정 신호를 제공할 수 있는 제어기(60)로의 입력으로서 제공될 수 있다. 또한, EUV 광원(20)에 대하여, 타겟 재료 전달 시스템(90)은, 예컨대, 바람직할 조사 영역(48)에 도달하는 방울 내의 오차를 보정하기 위해 방출위치, 방출시간, 및/또는 방울 변조를 수정하기 위해, 제어기(60)로부터의 신호(몇몇 구현에서 앞서 서술된 방울 오차, 또는 그로부터 유도되는 몇몇 값을 포함할 수 있다)에 응답하여 동작가능한 제어 시스템을 가질 수 있다.

[0026] 도 1을 계속 참조하면, 장치(10)는 또한, 예컨대, 물리브덴과 실리콘의 교대층, 몇몇 경우에, 하나 이상의 고온 확산 장벽층, 평탄화 층, 캐핑(capping) 층, 및/또는 식각 정지(etch stop) 층과 함께 등급화된 다층 코팅을 가지는 장축 타원체(즉, 장축을 중심으로 회전된 타원체)의 형태인 반사면을 구비한 수직입사 수집기 미러와 같은 광학부재(24)를 포함할 수 있다. 도 1은 시스템(21)에 의해 발생된 광 펄스가 통과하여 조사 영역(48)에 도달할 수 있게 하는 조리개를 포함하도록 형성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 광학부재(24)는 조사 영역(48) 내에 또는 그 부근에 제1 초점, 및 EUV 광이 EUV 광원(20)으로부터 출력될 수 있고 EUV 광을 사용하는 노광기기(12), 예컨대, 예컨대, 집적회로 리소그래피 도구로 입력될 수 있는 위치인, 소위 중간 영역(40)에 제2 초점을 가지는, 예컨대, 장축 타원체 미러일 수 있다. 온도 제어 시스템(35)은 광학부재(24)를 선택적으로 가열 및/또는 냉각시키기 위해 광학부재(24)의 후측 또는 그 부근에 설치될 수 있다. 예를 들어, (도 2에 도시된) 온도 제어 시스템(35)은 열전달 유체를 흐르게 할 수 있는 통로가 형성되어 있는 도전성 블록을 포함할 수 있다. 다른 광학부재가 EUV 광을 사용하는 기기로서의 후속 전달을 위한 중간 위치로 광을 수집 및 지향시키는 장축 타원체 미러를 대신하여 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 예컨대, 이러한 광학부재는 그 장축에 대하여 회전된 포물선이거나, 중간 위치로 링 형상의 단면을 가지는 빔을 전달하도록 구성될 수 있다. 예컨대, "EUV 광학부재"란 제목의, 2006년 8월 16일에 출원된 미국특허출원번호 제11/505,177호(2010년 11월 30일에 등록된 미국특허 제7,843,632호)를 참조할 수 있다.

[0027] 도 1을 계속 참조하면, 가스(39)는 도시된 바와 같이 라인(102a,b)을 통해 광원 챔버(26)로 주입될 수 있다. 또한, 도시된 바와 같이, 가스(39)는 대체로 빔 경로(27)를 따라 화살표(106) 방향으로 조사 영역(48)을 향한 흐름을 위한, 광학부재(24) 내에 형성된 조리개를 통해, 화살표(104) 방향으로 광학부재(50) 주변으로 지향될 수 있다. 이러한 배열을 통해, 가스(39)의 흐름은 조사 위치로부터 광학부재(24)를 향하는 방향으로의 플라즈마 생성 찌꺼기의 흐름/확산을 감소시킬 수 있고, 몇몇 경우에, 유익하게도 광학부재(24)로부터, 수소화 주석과

같은, 세척 반응 부산물을 운반할 수 있고, 이는 소스 재료가 분해되어 광학부재의 표면에 소스 재료가 재증착되는 것을 방지한다.

[0028] 몇몇 구현에서, 가스(39)는 수소, 헬륨, 아르곤, 또는 이들의 조합과 같은 이온 감속 완충 가스, 할로젠을 포함하는 가스, 및/또는 세척 종(species)을 생성하기 위해 반응하는 세척 가스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 가스는 수소 라디칼 세척 종을 생성하기 위해 반응하는 수소 또는 수소 함유 분자를 포함할 수 있다. 아래에 더 상세하게 서술된 바와 같이, 가스(39)와 동일한 또는 상이한 성분일 수 있는 가스는 흐름 패턴 및/또는 가스 압력을 제어하기 위해 다른 위치에서 챔버(26)로 주입될 수 있고, 가스는 펌프(41a,b)와 같은 하나 이상의 펌프를 통해 광원 챔버(26)로부터 제거될 수 있다. 이러한 가스는 플라즈마 방전동안 광원 챔버(26) 내에 자유롭게 존재할 수 있고, 광학부재 열화의 감소, 및/또는 플라즈마 효율 증가를 위해 플라즈마 생성 이온을 감속시키도록 작용한다. 대안으로서, (도시되지 않은) 고속 이온 손상을 줄이기 위해 자기장이 단독으로 또는 완충 가스와 조합하여 사용될 수 있다. 또한, 완충 가스의 배기/보충은 온도를 제어하기 위해, 예컨대, 광원 챔버(26) 내의 열을 제거하거나 광원 챔버(26) 내의 하나 이상의 구성요소를 냉각시키기 위해 사용될 수 있다. 하나의 배열에서, 최단 거리, d만큼 조사 영역(48)으로부터 떨어져 있는 광학부재(24)에 대하여, 완충 가스는 플라즈마 생성 이온의 운동 에너지를 이온이 광학부재(24)에 도달하기 전에 대략 100eV 미만의 수준으로 감소시키기 위해, 플라즈마와 광학부재(24) 사이의 흐름이 상기 최단 거리에 걸쳐 작용하기에 충분한 가스 밀도 수준을 형성할 수 있다. 이는 플라즈마 생성 이온으로 인한 광학부재(24)의 손상을 제거 또는 줄일 수 있다.

[0029] 펌프(41a,b)는 터보펌프 및/또는 루츠 블로어(roots blower)일 수 있다. 몇몇 예에서, 배기가스는 장치(10)로 다시 재순환될 수 있다. 예를 들어, (도시되지 않은) 폐회로 흐름 시스템이 배기 가스를 장치로 다시 보내기 위해 채용될 수 있다. 폐회로는 하나 이상의 필터, 열교환기, 분해기, 예컨대, 수소화 주석 분해기, 및/또는 펌프를 포함할 수 있다. 폐회로 흐름 경로에 관한 더욱 세부적인 사항은 "레이저 생성 플라즈마 EUV 광원용 가스 관리 시스템"이란 제목의 2010년 2월 2일에 등록된 미국특허 제7,655,925호, 및 "소스 수집 장치 리소그래픽 장치, 및 기기 제조 방법"이란 제목의 2010년 9월 24일에 출원된 출원번호 PCT/EP10/64140에서 찾을 수 있다.

[0030] 도 2에 가장 잘 도시된 바와 같이, 체적(150)을 둘러싸는 테이퍼링(tapering) 부재(100)가 제공될 수 있다. 또한 도시된 바와 같이, 복수의 가스 라인(102a,b)이 체적(150)으로 가스 스트림을 출력하도록 배열될 수 있다. 체적(150) 내에서, 흐름은 광학부재(24) 내에 형성된 개구(152)를 통과하고 대체로 빔 경로(27)를 따르고 화살표(106) 방향으로 중간 영역(48)을 향해 흐르는, 실질적으로 난류 없는 흐름을 만들어내는 테이퍼링 부재(100)에 의해 광학부재(50)(도시된 실시예에서는, 포커싱 렌즈) 주변으로 안내된다. 몇몇 가스 흐름을 위해, 테이퍼링 부재의 작동가능한 표면은 매끄럽게 광택처리되거나, 버(burr)를 제거하거나 날카로운 가장자리를 부수도록 준비될 수 있고, 대략 100마이크로미터(μm)를 초과하지 않는, 바람직하게는 대략 10마이크로미터(μm)를 초과하지 않는 표면 거칠도, R_a 를 가진다.

[0031] 하나의 배열에서, 상기 빔 경로를 따라 상기 타겟 재료를 향해 지향된 가스 흐름을 발생시키는 시스템은 빔 경로(27)를 따라 진행되는 레이저 빔을 차단하지 않으면서 150mm보다 큰 직경을 가진 렌즈(즉, 광학부재(50)) 주변으로 지향되는, 40 sclm(standard cubic liters per minute)을 초과하는 크기를 가지는 수소 가스의 흐름일 수 있다. 여기서 사용된 바와 같이, 용어 "수소" 및 그 파생어는 상이한 수소 동위원소(즉, 수소(경수소), 수소(중수소), 수소(삼중수소))를 포함하고, 용어 "수소 가스"는 동위원소의 조합(즉, H_2 , DH, TH, TD, D_1 , 및 T_2)을 포함한다.

[0032] 도 3은 광학부재(50)(도시된 실시예에 대하여, 포커싱 렌즈) 주변으로 지향되고 레이저 빔 경로(27)를 따라 조사 영역(48)을 향하는 가스 흐름을 발생시키는 시스템의 다른 예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 본 시스템은 체적(150)을 둘러싸는 테이퍼링 부재(100) 및 체적(150)으로 가스 스트림을 출력하도록 배열된 복수의 가스 라인(102a,b)을 포함할 수 있다. 도 3에 도시된 배열에 대하여, 슈라우드(shroud)(200)는 광학부재(24)의 개구(152) 내에 배치될 수 있고, 그로부터 조사 영역(48)을 향해 뺄도록 설치될 수 있다. 슈라우드(200)는 조사 영역(48)을 향하는 방향으로 점점 가늘어질 수 있고, 몇몇 경우에 원통형일 수 있다. 슈라우드(200)는 조사 영역(48)에서부터 찌꺼기가 광학부재(50)상에 증착할 수 있는 체적(150)내로의 찌꺼기 흐름을 감소시키는 기능을 하고, 그리고/또는 체적(150)으로부터 조사 영역(48)을 향하도록 가스 흐름을 방향조절 또는 안내하는 기능을 할 수 있다. 빔 경로(27)를 따른 슈라우드(200)의 길이는 수 센티미터에서 10 센티미터 이상까지 다양할 수 있다. 그 사용에 있어서, 가스는 가스 라인(102a,b)에 의해 체적(150)으로 주입될 수 있다. 체적(150) 내에서, 흐름은 개구(152)와 슈라우드(200)를 통과하는 실질적으로 난류 없는 흐름을 만들어내는 테이퍼링 부재(100)에 의해

광학부재(50) 주변으로 안내된다. 그 다음, 슈라우드(200)로부터, 가스는 대체로 빔 경로(27)를 따라, 화살표(106) 방향으로 조사 영역(48)을 향해 흐를 수 있다.

[0033] 도 4는 레이저 빔 경로(27)를 따라 조사 영역(48)을 향하고 광학부재(50)(도시된 실시예에 대하여, 포커싱 렌즈) 주변으로 지향된 가스 흐름을 발생시키는 시스템의 다른 예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 본 시스템을 체적(150)을 둘러싸는 테이퍼링 부재(100) 및 체적(150)으로의 가스 스트림을 출력하도록 배열된 복수의 가스 라인(102a,b)을 포함할 수 있다. 도 4 및 5에 도시된 배열에 대하여, 복수의 흐름 가이드(300a-h)가 테이퍼링 부재(100)에 부착되거나 테이퍼링 부재(100)와 함께 일체로 형성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 각각의 흐름 가이드(300a-h)는 테이퍼링 부재(100)의 내측벽으로부터 체적(150) 내로 돌출할 수 있다. 8개의 흐름 가이드가 도시되어 있으나, 흐름 가이드가 채용된 때 8개보다 많거나 단지 하나의 흐름 가이드가 사용될 수도 있음을 이해해야 한다. 또한, 몇몇 배열(즉, 도 1)에서 흐름 가이드가 사용되지 않을 수도 있음을 이해해야 한다. 흐름 가이드는 테이퍼링 부재(100)의 표면 부근의 흐름에만 영향을 주도록, 예컨대, 1-5 센티미터 정도로 비교적 짧을 수 있고, 또는 더 길 수도 있고, 몇몇 경우에 광학부재(50)로부터 나오는 포커싱 광 콘(cone) 또는 그 부근까지 뻗을 수도 있다. 몇몇 배열에서, 흐름 가이드는 광 콘과 부합하도록 성형될 수 있다. 도 5a는 비교적 긴 직사각형의 흐름 가이드(300a'-c')가 채용된 다른 실시예를 도시한다. 이 흐름 가이드는 테이퍼링 부재 둘레에 균일하게 분포될 수도 있고, 또는 분포가 균일하지 않을 수도 있다. 몇몇 경우에, 균일한 분포는 도 2에 도시된 액츄에이터(52)와 같은 비대칭적인 흐름 장애물 주변의 흐름을 수용 및/또는 평탄화하기 위해 수정될 수 있다.

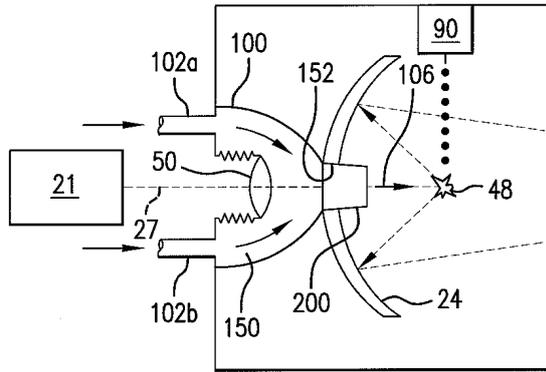
[0034] 도 4 및 5를 교차 참조하면, 복수의 가스 라인(102a-h)이 체적(150) 내로 가스를 출력하도록 배열될 수 있음을 알 수 있다. 8개의 가스 라인이 도시되어 있으나, 8개보다 많거나 단지 하나의 가스 라인이 사용될 수도 있음을 이해해야 한다. 가스 라인은, 가스 라인(102a'-c')에 대하여 도 5a에 도시된 바와 같이, 테이퍼링 부재 둘레에 균일하게 분포될 수도 있고, 또는 분포가 균일하지 않을 수도 있다. 복수의 가스 라인이 채용된 때, 각각의 가스 라인을 통한 흐름은 다른 가스 라인과 동일할 수도 있고 상이할 수도 있다. 몇몇 경우에, 도 2에 도시된 액츄에이터(52)와 같은 비대칭적인 흐름 장애물을 수용하고 그리고/또는 둘레의 흐름을 매끄럽게 하기 위해, 가스 라인의 균일한 분포가 수정될 수 있고, 그리고/또는 가스 라인간의 상대적인 흐름 속도가 수정될 수 있다. 그 사용에 있어서, 가스는 가스 라인(102a-h)에 의해 체적(150) 내로 주입될 수 있다. 체적(150) 내에서, 흐름은 테이퍼링 부재(100) 및 개구(152)를 통과하는 실질적으로 난류 없는 흐름을 만들어내는 흐름 가이드(300a-h)에 의해 광학부재(50) 주변으로 안내되고, 그 다음 대체로 빔 경로(27)를 따라 조사 영역(48)을 향해 화살표(106) 방향으로 흐른다.

[0035] 도 6은 광학부재(50')(도시된 실시예에 대하여, 윈도우) 둘레로 지향되고 레이저 빔 경로(27)를 따라 조사 영역(48)을 향하는 가스 흐름을 발생시키는 시스템의 다른 예를 도시한다. 도시된 시스템에 대하여, 윈도우는 레이저 시스템(21)으로부터의 레이저가 밀봉된 챔버(26)로 입력될 수 있게 하기 위해 제공될 수 있다. 렌즈(400)는 조사 영역에 있는 초점으로 레이저를 집중시키기 위해 챔버(26)의 외부에 배치될 수 있다. (도시되지 않은) 몇몇 배열에서, 렌즈(400)는 하나 이상의 포커싱 미러에 의해 대체될 수 있고, 예컨대, 오프축(off-axis) 포물선 미러가 채용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 본 시스템은 체적(150)을 둘러싸는 테이퍼링 부재(100), 및 체적(150)으로 가스 스트림을 출력하도록 배열된 복수의 가스 라인(102a,b)을 포함할 수 있다. 도 6에 도시된 배열에 대하여, 슈라우드(200')가 광학부재(24)의 개구 내에 배치될 수 있고, 그로부터 조사 영역(48)을 향해 뻗도록 설치될 수 있다. 슈라우드(200')는 조사 영역(48)을 향하는 방향으로 점점 가늘어질 수 있고, 몇몇 경우에 원통형일 수 있다. 슈라우드(200')는 조사 영역(48)으로부터, 찌꺼기가 광학부재(50') 상에 증착될 수 있는 체적(150)으로의 찌꺼기 흐름을 감소시키는 기능을 할 수 있고, 그리고/또는 체적(150)으로부터 조사 영역(48)을 향해 가스 흐름을 지향시키거나 안내하는 기능을 할 수 있다. 빔 경로(27)를 따른 슈라우드(200')의 길이는 수 센티미터에서 10 센티미터 이상까지 다양할 수 있다.

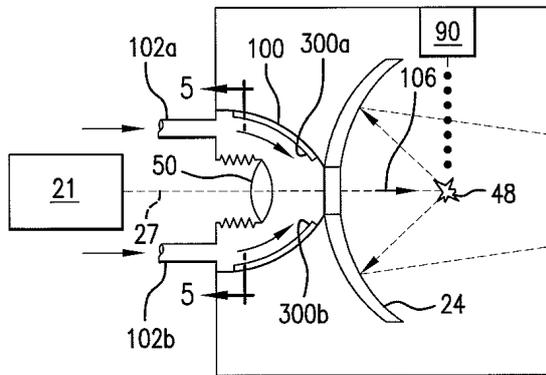
[0036] 도 6 및 7에 도시된 배열에 대하여, 복수의 흐름 가이드(402a-d)는 슈라우드(200)에 부착되거나, 슈라우드(200)와 일체로 형성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 각각의 흐름 가이드(402a-d)는 슈라우드(200)의 내측벽으로부터 돌출될 수 있다. 4개의 흐름 가이드가 도시되어 있으나, 흐름 가이드가 채용된 때, 4개보다 많거나 단지 하나의 흐름 가이드가 사용될 수도 있음을 이해해야 한다. 또한, 몇몇 배열(즉, 도 3)에서, 흐름 가이드가 사용되지 않을 수도 있음을 이해해야 한다. 흐름 가이드는 렌즈(400)로부터 나온 수렴하는 광 콘보다 전형적으로 단지 약간 더 크게 설계된 슈라우드(200)의 표면 부근의 흐름에만 영향을 주도록 1-5 센티미터 정도로 비교적 짧을 수 있다. 몇몇 배열에서, 흐름 가이드는 광 콘과 부합하도록 성형될 수 있다. 흐름 가이드는 슈라우드 둘레에 균일하게 분포될 수도 있고, 또는 분포가 균일하지 않을 수도 있다.

- [0037] 그 사용에 있어서, 가스는 가스 라인(102a,b)에 의해 체적(150)으로 주입될 수 있다. 체적(150) 내에서, 흐름은 실질적으로 난류가 없도록 유지하는 슈라우드(200) 및 흐름 가이드(402a-d)를 통과하는, 실질적으로 난류 없는 흐름을 만들어내는 테이퍼링 부재(100)에 의해 광학부재(50') 주변으로 안내된다. 그 다음 슈라우드(200)로부터, 가스는 대체로 빔 경로(27)를 따라 조사 영역(48)을 향해 화살표(106) 방향으로 흐름을 수 있다.
- [0038] 도 8은 광학부재(50)(도시된 실시예에 대하여, 포커싱 렌즈) 주변으로 지향되고 빔 경로(27)를 따라 조사 영역(48)을 향하는 가스 흐름을 생성하는 시스템의 다른 예를 도시한다. 도시된 바와 같이, 본 시스템은 체적(150)을 둘러싸고 비교적 날카로운 코너(502)를 가진 원통형 하우징(500)을 포함한다. 가스 흐름 시스템에 대하여, 테이퍼링 부재(100')는 코너(502) 부근의 가스 흐름을 매끄럽게 하도록 설치될 수 있다. 또한, 도 8은 챔버(26) 내의 다른 위치에서 가스가 주입될 수 있음을 보여준다. 도시된 바와 같이, 화살표(506) 방향으로 광원 챔버(26)의 표면을 따라 가스 흐름을 제공하기 위해, 광학부재(24)의 둘레에 매니폴드(manifold)(504)가 제공될 수 있다.
- [0039] 도 2-8의 하나 이상의 가스 흐름 시스템 특징이 결합될 수도 있음을 이해해야 한다. 예를 들어, 흐름 가이드(300a)(도 4)는 슈라우드(200)(도 3), 또는 흐름 가이드(402a-d) 등을 가진 슈라우드(200')와 함께 사용될 수도 있다.
- [0040] 35 U.S.C. § 112를 충족시키기 위해 요구되는 세부사항으로 본 특허출원에 서술되고 도시된 특정한 실시예가 하나 이상의 앞서 서술된 목적, 해결되어야 할 문제, 또는 앞서 서술된 실시예의 목적 또는 임의의 다른 이유들을 완전히 달성할 수 있으나, 당업자들은 앞서 서술한 실시예들이 단지 본 출원에 의해 넓게 고려된 본 발명의 예시, 설명, 및 대표하는 것일 뿐임을 이해해야 한다. 아래의 청구항에서 단수인 요소에 대한 언급은 명백하게 그렇게 언급되지 않았다면, 그러한 청구항 요소가 "오직 하나"로 해석되어야 함을 의미하도록 의도된 것이 아니라, "하나 이상"으로 해석되어야 한다. 당업자들이 알고 있거나 추후에 알게 될 앞서 언급된 실시예의 임의의 요소에 대한 모든 구조적 및 기능적 동등물은 본 청구항에 의해 완전히 포함되는 것으로 의도되었다. 본 출원에서 명세서 및/또는 청구항에 사용된 임의의 용어 및 명세서 및/또는 청구항에서 명확하게 주어진 의미들은 그러한 용어에 대한 임의의 사전적 의미 또는 다른 일반적으로 사용되는 의미와 관계없이 그러한 의미를 가진다. 명세서에서 하나의 실시예로서 서술된 기기 또는 방법은 반드시 본 출원에서 서술된 각각의 모든 문제를 다루거나 해결하는 것으로 의도된 것은 아니며, 이는 본 청구항에 의해 포함된다. 본 명세서 내의 요소, 성분, 또는 방법 단계는 그 요소, 성분, 또는 방법 단계가 청구항에 명백하게 언급되어 있는지 여부에 관계없이 대중에게 제공하도록 의도된 것이 아니다. 첨부된 청구항 내의 청구항 요소는 그 요소가 구문 "~하는 수단"을 사용하여 명백하게 언급되어 있지 않다면 또는 방법 청구항의 경우에 그 요소가 "동작"을 대신하여 "단계"로 언급되어 있지 않다면, 35 U.S.C. § 112 6절의 규정 하에서 해석되지 않아야 한다.

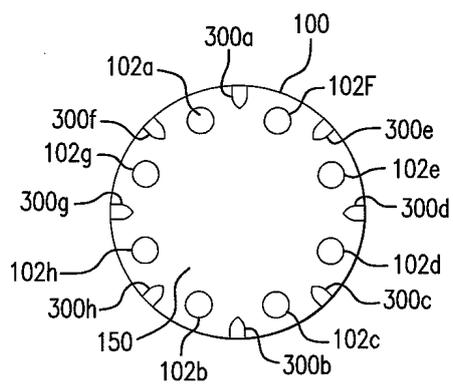
도면3



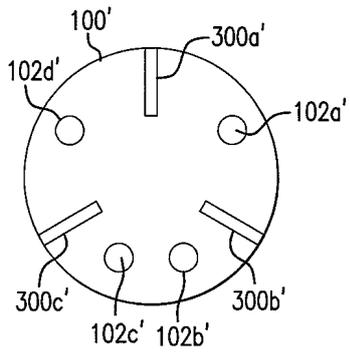
도면4



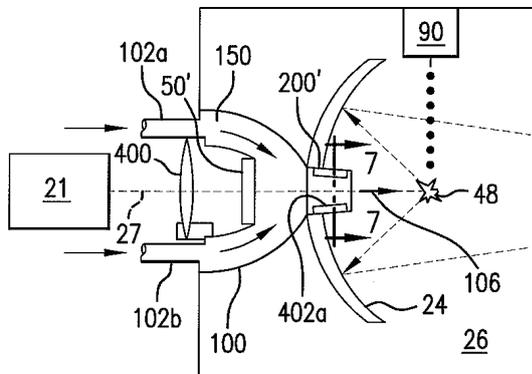
도면5



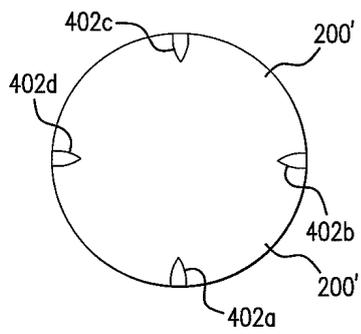
도면5a



도면6



도면7



도면8

