



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월14일
(11) 등록번호 10-1843701
(24) 등록일자 2018년03월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 65/04 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
H05B 41/38 (2006.01) H05G 2/00 (2006.01)
B82Y 10/00 (2017.01)
- (52) CPC특허분류
H01J 65/04 (2013.01)
G03F 7/70033 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7008150(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년04월02일
심사청구일자 2017년03월24일
- (85) 번역문제출일자 2017년03월24일
- (65) 공개번호 10-2017-0038934
- (43) 공개일자 2017년04월07일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7030553
원출원일자(국제) 2007년04월02일
심사청구일자 2013년12월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2007/008175
- (87) 국제공개번호 WO 2007/120521
국제공개일자 2007년10월25일
- (30) 우선권주장
11/395,523 2006년03월31일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20050167618 A1*
US20040264512 A1*
US20070228288 A1
JP평성08299951 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
에너지텍 테크놀로지 아이엔씨.
미국, 매사추세츠 01801, 워번, 컨스터튜셔널 웨이 7
- (72) 발명자
스미스, 도널드, 케이.
미국, 매사추세츠 02478, 벨몬트, 빌리지 힐 로드 10
- (74) 대리인
강신섭, 문용호, 이용우

전체 청구항 수 : 총 90 항

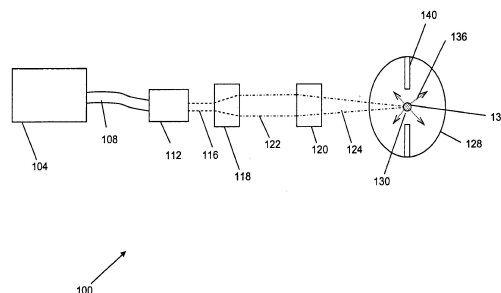
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 **레이저 구동 광원**

(57) 요약

빛을 생산하는 장치는 챔버 및 상기 챔버 내의 가스를 이온화하는 점화원을 포함한다. 상기 장치는 또한 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 에너지를 제공하는 적어도 하나의 레이저를 포함한다. 상기 레이저는 상기 이온화된 가스에 실질적으로 연속적 양의 에너지를 제공하여 실질적으로 연속적인 고 휘도 광을 생성할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

H05B 41/382 (2013.01)

H05G 2/001 (2013.01)

H05G 2/003 (2013.01)

H05G 2/008 (2013.01)

B82Y 10/00 (2013.01)

Y02B 20/204 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

광 벌브로서:

레이저 유지 플라즈마(laser sustained plasma)를 수용하는 가압 챔버로서, 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 레이저 에너지를 상기 가압 챔버 내 이온화된 매체에 제공하여 크기가 90% 미만으로 변화하는 광을 생성함으로써, 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는 광을 방출하는 상기 가압 챔버를 포함하고,

동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광 벌브.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 광은, 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광 벌브.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 제공되는 상기 실질적으로 연속인 레이저 에너지는 상기 레이저 유지 플라즈마 내의 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는, 상기 방출된 고 휘도 광의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분한, 광 벌브.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 광은, 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광 벌브.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 가압 챔버로부터 방출된 광 출력은 실질적으로 연속인, 광 벌브.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마에 제공된 상기 레이저 에너지의 평균 전력에 대한, 상기 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 2 내지 3인, 광 벌브.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 내면은 반사형인, 광 벌브.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마는 10,000K 내지 20,000K의 온도를 갖는 고온 플라즈마를 포함하는, 광 벌브.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 광은 고 휘도 광을 포함하는, 광 벌브.

청구항 10

광원으로서:

레이저 유지 플라즈마(laser sustained plasma)를 수용하는 가압 챔버로서, 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 레이저 에너지를 상기 가압 챔버 내 이온화된 매체에 제공하여 크기가 90% 미만으로 변화하는 광을 생성함으로써, 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는 광을 방출하는, 상기 가압 챔버를 포함하고, 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 광은, 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 제공되는 상기 실질적으로 연속인 레이저 에너지는 상기 레이저 유지 플라즈마 내의 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는, 상기 방출된 광의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분한, 광원.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 광은, 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 가압 챔버로부터 방출된 광 출력은 실질적으로 연속인, 광원.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 플라즈마에 제공된 상기 레이저 에너지의 평균 전력에 대한, 상기 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 2 내지 3인, 광원.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 내면은 반사형인, 광원.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 가압 챔버는 내면이 반사형인 포물면 형상 및 방출되는 광 및 레이저 에너지에 대해 투과성인 윈도우를 포함하는, 광원.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 가압 챔버는 포물면 형상 및 반사형 내면을 갖고,

상기 포물면 형상 및 반사형 내면은 협동하여 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 광의 상당량을 상기 가압 챔버 내 윈도우의 바깥 방향으로 반사 시키는, 광원.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 광원은 윈도우를 더 포함하고,

상기 윈도우를 통해 상기 플라즈마를 유지시키는 레이저가 상기 가압 챔버로 들어가는, 광원.

청구항 20

제 10 항에 있어서,

상기 광은 고휘도 광을 포함하는, 광원.

청구항 21

광원으로서:

a) 반사 표면을 포함하는 가압 챔버;

b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 점화원;

c) 반사기로서, 상기 반사기를 향하는 제 1 세트의 소정 파장의 전자기 에너지를 반사하고, 상기 반사기를 향하는 제 2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지를 통과시키는, 상기 반사기; 및

d) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 레이저 유지 플라즈마를 생산하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 상기 가압 챔버 외부의 적어도 하나의 레이저를 포함하고,

동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 레이저는 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 상기 반사기로 배향하고, 상기 반사기는 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 상기 가압 챔버의 반사 표면으로 반사 시키며, 상기 반사 표면은 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지의 일부를 상기 플라즈마로 배향하는, 광원.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 고 휘도 광은 상기 가압 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되고, 상기 상기 반사기를 향해 반사되며, 상기 광원의 출력 방향으로 반사기를 통과하는, 광원.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 광원의 출력에 대해 이격된 현미경, 자외선 현미경, 웨이퍼 검사 시스템, 레티클 검사 시스템, 또는 리소그래피 시스템을 포함하여, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 수신하는, 광원.

청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 가압 챔버는 윈도우를 포함하는, 광원.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 반사 표면, 반사기 및 윈도우 중 하나 또 그 이상은 소정 파장의 전자기 에너지를 필터링하는 물질을 포함하는, 광원.

청구항 27

제 21 항에 있어서,

상기 가압 챔버는 밀봉된 챔버인, 광원.

청구항 28

제 21 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 상기 반사 표면은 곡면 형상, 포물면 형상, 타원 형상, 구면 형상 또는 비구면 형상을 포함하는, 광원.

청구항 29

제 21 항에 있어서,

상기 레이저가 이동하는 전자기 에너지의 경로를 따라 배치되는 광학 소자를 더 포함하는, 광원.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 광학 소자는 상기 레이저로부터 상기 플라즈마까지 큰 입체각에 걸쳐 전자기 에너지를 제공하도록 적용되는, 광원.

청구항 31

제 21 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 상기 반사 표면은 상기 레이저로부터 상기 플라즈마까지 큰 입체각에 걸쳐 전자기 에너지를 제공하도록 적용되는, 광원.

청구항 32

제 21 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 상기 반사 표면은 상기 플라즈마에 의해 생성되는, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 큰 입체각에 걸쳐 수집하도록 적용되는, 광원.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 큰 입체각은 3 스테라디안(steradian)보다 큰, 광원.

청구항 34

제 32 항에 있어서,

상기 큰 입체각은 5 스테라디안(steradian)보다 큰, 광원.

청구항 35

제 21 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공함으로써, 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 제공되는 상기 실질적으로 연속인 레이저 에너지는, 상기 레이저 유지 플라즈마 내 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 방출된 상기 고 휘도 광의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분한, 광원.

청구항 37

제 21 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 38

제 21 항에 있어서,

상기 가압 챔버로부터 방출된 광 출력은 실질적으로 연속인, 광원.

청구항 39

제 21 항에 있어서,

상기 플라즈마에 제공된 상기 레이저의 전자기 에너지의 평균 전력에 대한, 상기 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 2 내지 3인, 광원.

청구항 40

제 21 항에 있어서,

상기 레이저는 연속과 광섬유 레이저인, 광원.

청구항 41

광원으로서:

- a) 반사 표면을 포함하는 가압 챔버;
- b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 점화원;
- c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 레이저 유지 플라즈마를 생산하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 상기 가압 챔버 외부의 적어도 하나의 레이저; 및
- d) 상기 전자기 에너지가 상기 적어도 하나의 레이저로부터 상기 가압 챔버의 상기 반사 표면까지 이동하는 경로를 따라 위치되는 반사기를 포함하고,

동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 42

제 41 항에 있어서,

상기 반사기는 그를 향해 배향되는 제 1 세트의 소정 파장의 전자기 에너지를 반사하며, 제 2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지가 상기 반사기를 통과시키도록 적용되는, 광원.

청구항 43

제 41 항에 있어서,

상기 고 휘도 광은 실질적으로 연속인 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 제공되는 상기 실질적으로 연속인 레이저 에너지는, 상기 레이저 유지 플라즈마 내 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는, 방출된 상기 고 휘도 광의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분한, 광원.

청구항 45

제 41 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 46

제 41 항에 있어서,

상기 가압 챔버로부터 방출된 광 출력은 실질적으로 연속인, 광원.

청구항 47

제 41 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 제공된 상기 레이저의 전자기 에너지의 평균 전력에 대한, 상기 레이저 유지 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 2 내지 3인, 광원.

청구항 48

광을 생성하는 방법으로서,

- a) 점화원을 사용하여 반사 표면을 갖는 가압 챔버 내의 가스를 이온화하는 단계; 및
 - b) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스로 700nm 내지 2000nm의 파장 범위 내에 있는 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함하고,
- 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10기압에서 200기압 사이인, 광을 생성하는 방법.

청구항 49

제 48 항에 있어서,

- a) 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 포함하는 상기 레이저 에너지를 반사기를 향해 배향하는 단계;
- b) 상기 제1 세트의 파장의 전자기 에너지를 상기 가압 챔버의 상기 반사 표면을 향해 반사하는 단계; 및
- c) 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 상기 플라즈마를 향해 배향하는 단계를 포함하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 50

제 49 항에 있어서,

상기 반사기를 향해 반사되는, 상기 가압 챔버의 상기 반사 표면을 향해 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광의 일부를 배향하는 단계를 더 포함하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 51

제 48 항에 있어서,

상기 레이저 에너지의 특성을 변경하는 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하여, 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마를 향해 큰 입체각에 걸쳐 배향하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 52

제 48 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 상기 반사 표면은 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마까지 큰 입체각에 걸쳐 제공하도록 적용되는, 광을 생성하는 방법.

청구항 53

제 48 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 상기 반사 표면은 상기 플라즈마에 의해 생성된, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 큰 입체각에 걸쳐 수집하도록 적용되는, 광을 생성하는 방법.

청구항 54

제 48 항에 있어서,

상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마를 향해 2π 스테라디안의 입체 각도에 걸쳐 배향하도록 상기 레이저 에너지의 특성을 변경하는 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하는 단계를 더 포함하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 55

제 48 항에 있어서,

상기 레이저 에너지를 제공하는 단계는 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 56

제 48 항에 있어서,

상기 레이저 에너지를 제공하는 단계는 연속인 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 57

제 48 항에 있어서,

상기 레이저 에너지를 제공하는 단계는 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함하는, 광을 생성하는 방법.

청구항 58

광을 생성하는 방법으로서,

- a) 점화원을 사용하여 반사 표면을 갖는 가압 챔버 내의 가스를 이온화하는 단계; 및
- b) 700nm 내지 2000nm의 파장 범위 내에 있는 레이저로부터의 전자기 에너지를, 상기 전자기 에너지를 상기 가

압 챔버 내 이온화된 가스로 반사하는 반사기를 향해 배향하여, 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하는 단계를 포함하고,

동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10기압에서 200기압 사이인, 광을 생성하는 방법.

청구항 59

제 58 항에 있어서,

상기 레이저로부터의 전자기 에너지는 상기 반사기에 의해 상기 가압 챔버의 반사 표면으로 반사되는, 광을 생성하기 위한 방법.

청구항 60

제 59 항에 있어서,

상기 가압 챔버의 반사 표면으로 배향된 전자기 에너지는 상기 플라즈마를 향해 반사되는, 광을 생성하기 위한 방법.

청구항 61

제 58 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광의 일부가 상기 가압 챔버의 반사 표면으로 배향되고, 상기 반사기를 향해 반사되며, 이후에 상기 반사기를 통과하는, 광을 생성하기 위한 방법.

청구항 62

제 58 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광의 일부가 상기 가압 챔버의 반사 표면으로 배향되고, 상기 반사기를 향해 반사되며, 이후에 상기 반사기에 의해 반사되는, 광을 생성하기 위한 방법.

청구항 63

제 58 항에 있어서,

상기 전자기 에너지는 실질적으로 연속인 레이저 에너지인, 광을 생성하기 위한 방법.

청구항 64

제 58 항에 있어서,

상기 전자기 에너지는 연속인 레이저 에너지인, 광을 생성하기 위한 방법.

청구항 65

제 58 항에 있어서,

상기 전자기 에너지는 고 펄스 레이트 레이저 에너지인, 광을 생성하는 방법.

청구항 66

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
- b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 집화원;
- c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 레이저 유지 플라즈마를 생산하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 상기 가압 챔버 외부의 적어도 하나의 레이저; 및
- d) 상기 가압 챔버 외부에 배치되는 곡선형 반사 표면으로서, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는, 상기 가압 챔버에 의해 방출되는 고 휘도 광을 수신하고, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는, 상기 가압 챔버에 의해 방

출되는 고 휘도 광을 상기 광원의 출력으로 반사하는, 상기 곡선형 반사 표면을 포함하고,
동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 67

제 66 항에 있어서,
상기 레이저가 이동하는 전자기 에너지의 경로를 따라 배치되는 광학 소자를 더 포함하는, 광원.

청구항 68

제 66 항에 있어서, 상기 가압 챔버는 상기 곡선형 반사 표면에 대해 상기 가압 챔버를 위치시키는 지지 소자를 포함하는, 광원.

청구항 69

제 66 항에 있어서,
상기 레이저의 전자기 에너지의 적어도 일부를 수신하고, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 상기 레이저 유지 플라즈마 상에 상기 전자기 에너지를 집중시키도록 상기 가압 챔버의 내부 또는 외부에 배치되는 제 2 곡선형 반사 표면을 포함하는, 광원.

청구항 70

제 66 항에 있어서,
상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 71

제 70 항에 있어서,
상기 레이저 유지 플라즈마에 제공되는 상기 실질적으로 연속인 레이저 에너지는 상기 레이저 유지 플라즈마 내의 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는, 상기 방출된 고 휘도 광의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분한, 광원.

청구항 72

제 66 항에 있어서,
상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 73

제 66 항에 있어서,
상기 가압 챔버로부터 방출된 광 출력은 실질적으로 연속인, 광원.

청구항 74

제 66 항에 있어서,
상기 레이저 유지 플라즈마에 제공된 상기 레이저의 전자기 에너지의 평균 전력에 대한, 상기 레이저 유지 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 2 내지 3인, 광원.

청구항 75

광원으로서:
a) 가압 챔버;

- b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 집화원;
- c) 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 상기 가압 챔버 외부의 적어도 하나의 레이저; 및
- d) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하는 레이저 유지 플라즈마를 생산하도록, 상기 전자기 에너지를 수신하고 이를 상기 가압 챔버 내 이온화된 가스를 향해 반사하는 곡선형 반사 표면으로서, 또한 상기 레이저 유지 플라즈마로부터 방출되는 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 수신하여 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 상기 광원의 출력으로 반사시키는 상기 곡선형 반사 표면을 포함하고, 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 76

제 75 항에 있어서,

상기 곡선형 반사 표면은 상기 전자기 에너지를 상기 플라즈마가 위치한 상기 가압 챔버 내 영역에 집중시키는, 광원.

청구항 77

제 75 항에 있어서,

상기 곡선형 반사 표면은 상기 가압 챔버 내부에 위치하는, 광원.

청구항 78

제 75 항에 있어서,

상기 곡선형 반사 표면은 상기 가압 챔버 외부에 위치하는, 광원.

청구항 79

제 75 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은 자외선을 포함하는, 광원.

청구항 80

제 75 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 81

제 80 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 제공되는 상기 실질적으로 연속인 레이저 에너지는 상기 레이저 유지 플라즈마 내의 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 상기 방출된 고 휘도 광의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분한, 광원.

청구항 82

제 75 항에 있어서,

상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은, 고 펄스 레이트 레이저 에너지를 제공함으로써 상기 레이저 유지 플라즈마에 의해 생성되는, 광원.

청구항 83

제 75 항에 있어서,

상기 가압 챔버로부터 방출된 광 출력은 실질적으로 연속인, 광원.

청구항 84

제 75 항에 있어서,

상기 레이저 유지 플라즈마에 제공된 상기 레이저의 전자기 에너지의 평균 전력에 대한, 상기 레이저 유지 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 2 내지 3인, 광원.

청구항 85

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
- b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 점화원; 및
- c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 적어도 하나의 레이저를 포함하고, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은 50nm 보다 큰 파장을 갖고, 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 86

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
- b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 점화원; 및
- c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 적어도 하나의 레이저를 포함하고, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은 300nm 의 파장을 갖고, 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 87

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
- b) 상기 가압 챔버 내에서 가스를 이온화하기 위한 점화원; 및
- c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 전자기 에너지를 제공하는, 적어도 하나의 레이저를 포함하고, 상기 가압 챔버는 10 내지 200 기압 사이의 압력을 유지할 수 있는, 광원.

청구항 88

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
- b) 상기 가압 챔버 내에서 이온화 가능한 매체를 이온화하기 위한 점화원; 및
- c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 매체에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 실질적으로 연속인 전자기 에너지를 제공하는, 적어도 하나의 레이저를 포함하고, 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은 50nm 보다 큰 파장을 갖고, 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 89

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
 - b) 상기 가압 챔버 내에서 이온화 가능한 매체를 이온화하기 위한 점화원; 및
 - c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 매체에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 실질적으로 연속인 전자기 에너지를 제공하는, 적어도 하나의 레이저를 포함하고,
- 상기 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광은 300nm 근방의 자외선 범위의 파장을 갖고, 동작 중에 상기 가압 챔버의 압력은 10 내지 200 기압 사이인, 광원.

청구항 90

광원으로서:

- a) 가압 챔버;
 - b) 상기 가압 챔버 내에서 이온화 가능한 매체를 이온화하기 위한 점화원; 및
 - c) 크기가 90% 미만으로 변화하는 고 휘도 광을 생성하도록 상기 가압 챔버 내의 상기 이온화된 매체에 700nm 에서 2000nm 까지의 범위 내의 파장을 갖는 실질적으로 연속인 전자기 에너지를 제공하는, 적어도 하나의 레이저를 포함하고,
- 상기 가압 챔버는 10 내지 200 기압 사이의 압력을 유지할 수 있는, 광원.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레이저-구동 광원을 제공하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고 휘도 광원은 다양한 적용 분야에 사용될 수 있다. 예를 들면, 고 휘도 광원은 반도체 웨이퍼 또는 웨이퍼 제조에 사용되는 물질과 관련된 특성을 검사, 시험 또는 측정하도록 사용될 수 있다. 고 휘도 광원에 의해 생산되는 전자기 에너지는, 선택적으로, 웨이퍼 제조에 사용되는 리소그래피 시스템, 마이크로 스코피 시스템, 또는 포토레지스트 경화 시스템의 조명원으로서 사용된다. 상기 광의 변수들(예를 들면, 파장, 전력 레벨 및 휘도)은 적용 분야에 따라 상이하다.

[0003] 예를 들면, 최신 기술의 웨이퍼 검사 시스템은 제논 또는 수은 아크 램프들을 사용하여 빛을 제공한다. 상기 아크 램프들은 상기 램프의 챔버 내에 치되는 제논 또는 수은 가스를 여기하기 위해 이용되는 양극 및 음극을 포함한다. 방전은 상기 양극 및 음극 사이에서 발생되어 상기 여기된 (예를 들면, 이온화된) 가스에 전력을 제공하여 상기 광원의 동작 중에 상기 이온화된 가스에 의해 방출되는 빛을 유지한다. 동작 중에, 상기 양극 및 음극은 상기 양극 및 음극 사이에 위치되는 상기 이온화된 가스로 전달되는 방전에 의해 매우 뜨거워진다. 그 결과, 상기 양극 및/또는 음극은 마모되기 쉬우며, 상기 광원을 오염시키는 입자를 방출하거나 상기 광원의 장애를 유발할 수도 있다. 또한, 이러한 아크 램프들은 몇몇 분야, 특히, 자외선 스펙트럼 분야에 있어서, 충분한 휘도를 제공하지 못한다. 더욱이, 아크의 위치는 이러한 램프에 있어서 불안정할 수 있다.

[0004] 따라서, 향상된 고 휘도 광원에 대한 필요성이 존재한다. 또한, 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 유지하는 방전에 종속하지 않는 향상된 고 휘도 광원에 대한 필요성도 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 고 휘도 광을 생성하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 고 휘도 광을 생성하는 광원을 특징으로 한다.

[0007] 일 양상에 있어서, 본 발명은 챔버를 갖는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 또한 상기 챔버 내에서 가스를 이온화하는 점화원을 포함한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 에너지를 제공하기 위한 적어도 하나의 레이저를 포함한다.

[0008] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 상기 고 휘도 광이 발원하는 영역에서 배향되는 복수의 레이저이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원은 또한 상기 이온화된 가스에 제공되는 레이저 에너지의 특성을 변경시키는 적어도 하나의 광학 소자를 포함한다. 상기 광학 소자는, 예를 들면, 렌즈 (예를 들면, 비-구면수차 렌즈, 무색 렌즈, 단일 요소 렌즈, 및 프레즈넬 렌즈) 또는 미러 (예를 들면, 피복 미러, 유전 피복 미러, 협대역 미러, 및 자외선 투과 적외선 반사 미러)일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 레이저 에너지를 상기 가스로 향하게 하는 하나 또는 그 이상의 광섬유 소자이다.

[0009] 상기 챔버는 자외선 투과 영역을 포함할 수 있다. 상기 챔버 또는 상기 챔버 내의 윈도우는 석영, 수프라실 (Suprasil)® 석영 (Heraeus Quartz America, LLC, Buford, GA), 사파이어, MgF₂, 다이아몬드, 및 CaF₂로 이루어지는 군으로부터 선택되는 물질을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 밀봉된 챔버이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 능동적으로 펌핑될 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 유전 물질 (예를 들면, 석영)을 포함할 수 있다. 상기 챔버는, 예를 들면, 유리 벌브 (glass bulb)일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 자외선 투과 유전 챔버이다.

[0010] 상기 가스는 희가스 (noble gas), Xe, Ar, Ne, Kr, He, D₂, H₂, O₂, F₂, 금속 할로겐화물, 할로젠, Hg, Cd, Zn, Sn, Ga, Fe, Li, Na, 액시머 형성 가스, 공기, 증기, 금속 산화물, 에어로졸, 유동 매체, 또는 재생 매체 중 하나 또는 그 이상일 수 있다. 상기 가스는 상기 챔버 내에서 타겟 (예를 들면, 고체 또는 액체)과 충돌하는 펄스 레이저 빔에 의해 생산될 수 있다. 상기 타겟은 금속 풀 (pool) 또는 필름일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 타겟은 이동할 수 있다. 예를 들면, 상기 타겟은 고 휘도 광이 발원하는 영역에 배향되는 액체일 수 있다.

[0011] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 광섬유 소자 내에 결합되는 다중 다이오드 레이저이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 펄스 또는 연속파 레이저를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 자외선 레이저, 다이오드 레이저, 섬유 레이저, 이트륨 레이저, CO₂ 레이저, YAG 레이저, 또는 가스 방출 레이저이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 상기 이온화된 매체에 의해 강력하게 흡수되는 적어도 하나의 파장의 전자기 에너지를 방출한다.

[0012] 상기 점화원은 전극, 자외선 점화원, 용량성 점화원, 유도성 점화원, 고주파 점화원, 마이크로웨이브 점화원, 플래시 램프, 펄스 레이저, 또는 펄스 램프이거나 이를 포함할 수 있다. 상기 점화원은 상기 챔버 내의 고체 또는 액체 타겟 상에 충돌하는 연속파 (CW) 또는 펄스 레이저일 수 있다. 상기 점화원은 상기 챔버의 외부 또는 내부에 위치될 수 있다.

[0013] 상기 광원은 상기 이온화된 가스에 의해 방출되는 전자기 방사선의 특성을 변경하는 적어도 하나의 광학 소자를 포함할 수 있다. 상기 광학 소자는, 예를 들면, 하나 또는 그 이상의 미러 또는 렌즈일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 이온화된 가스에 의해 방출되는 전자기 방사선을 공구 (예를 들면, 웨이퍼 검사 공구, 현미경, 도량형 공구, 리소그래피 공구, 또는 내시경 공구)에 전달하도록 구성된다.

[0014] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 광을 생성하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 챔버 내의 가스를 점화원을 사용하여 이온화하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한 고 휘도 광을 생성하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함한다.

[0015] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 상기 이온화된 가스에 제공되는 레이저 에너지의 특성을 변경하는 적어도 하나의 광학 소자를 통해 레이저 에너지를 배향시키는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 상기 챔버를 능동적으로 펌핑하는 단계를 포함한다. 이온화 가능 매체는 이동하는 타겟일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 광의 특성을 변경하도록 적어도 하나의 광학 소자를 통해 상기 고 휘도 광을 배향하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 상기 이온화된 매체에 의해 방출되는 상기 고 휘도 광을 공구 (예를 들면, 웨이퍼 검사 공구, 현미경, 도량형 공구, 리소그래피 공구, 또는 내시경 공

구)에 전달하는 단계를 포함한다.

- [0016] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 챔버, 및 상기 챔버 내의 이온화 가능 매체를 이온화하는 점화원을 포함한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 매체에 실질적으로 연속 에너지를 제공하는 적어도 하나의 레이저를 포함한다.
- [0017] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 연속과 레이저 또는 고 펄스 레이트(high pulse rate) 레이저이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 상기 이온화된 매체에 펄스 에너지를 제공하여 상기 고 휘도 광이 실질적으로 연속적이 되도록 하는 고 펄스 레이트 레이저이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광의 크기는 동작 중에 약 90% 이상 변화하지 않는다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 에너지를 실질적으로 연속적으로 제공하여 에너지가 상기 이온화된 매체에 제공되지 않는 경우 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화한다.
- [0018] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원은 상기 이온화된 매체에 제공되는 레이저 에너지의 특성을 변경하는 적어도 하나의 광학 소자(예를 들면, 렌즈 또는 미러)를 포함할 수 있다. 상기 광학 소자는, 예를 들면, 비-구면수차 렌즈, 무색 렌즈, 단일 요소 렌즈, 프레즈넬 렌즈, 피복 미러, 유전 피복 미러, 협대역 미러, 또는 자외선 투과 적외선 반사 미러일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 레이저 에너지를 상기 이온화 가능 매체로 배향시키는 하나 또는 그 이상의 광섬유 소자이다.
- [0019] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 자외선 투과 영역을 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버 또는 상기 챔버 내의 윈도우는 석영 물질, 수프라실 석영 물질, 사파이어 물질, MgF₂ 물질, 다이아몬드 물질, 또는 CaF₂ 물질을 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 밀봉된 챔버이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 능동적으로 펌핑될 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 유전 물질(예를 들면, 석영)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는, 예를 들면, 유리 벌브이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 자외선 투과 유전 챔버이다.
- [0020] 상기 이온화 가능 매체는 고체, 액체 또는 기체일 수 있다. 상기 이온화 가능 매체는 희가스(noble gas), Xe, Ar, Ne, Kr, He, D₂, H₂, O₂, F₂, 금속 할로젠화물, 할로젠, Hg, Cd, Zn, Sn, Ga, Fe, Li, Na, 엑시머 형성 가스, 공기, 증기, 금속 산화물, 에어로졸, 유동 매체, 재생 매체 또는 증발 타겟 중 하나 또는 그 이상일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 이온화 가능 매체는 상기 챔버 내의 타겟이며, 상기 점화원은 상기 타겟에 충돌하는 펄스 레이저 빔을 제공하는 펄스 레이저이다. 상기 타겟은 금속 폴 또는 필름일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 타겟을 이동할 수 있다.
- [0021] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 적어도 하나의 레이저는 광섬유 소자 내에 결합되는 다중 다이오드 레이저이다. 상기 적어도 하나의 레이저는 상기 이온화된 매체에 의해 강력하게 흡수되는 적어도 하나의 파장의 전자기 에너지를 방출할 수 있다.
- [0022] 상기 점화원은 전극, 자외선 점화원, 용량성 점화원, 유도성 점화원, 고주파 점화원, 마이크로웨이브 점화원, 플래시 램프, 펄스 레이저, 또는 펄스 램프이거나, 이를 포함할 수 있다. 상기 점화원은 상기 챔버의 외부 또는 내부에 위치될 수 있다.
- [0023] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원은 상기 이온화된 매체에 의해 방출되는 전자기 방사선의 특성을 변경하는 적어도 하나의 광학 소자(예를 들면, 미러 또는 렌즈)를 포함한다. 상기 광학 소자는 상기 이온화된 매체에 의해 방출되는 상기 전자기 방사선을 공구(예를 들면, 웨이퍼 검사 공구, 현미경, 도량형 공구, 리소그래피 공구, 또는 내시경 공구)에 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0024] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 빛을 생성하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 챔버 내의 이온화 가능 매체를 점화원을 사용하여 이온화하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한 고 휘도 광을 생성하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 매체에 실질적으로 연속적인 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함한다.
- [0025] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 상기 이온화 가능 매체에 제공되는 상기 레이저 에너지를 변경하는 적어도 하나의 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한 상기 챔버를 능동적으로 펌핑하는 단계를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 이온화 가능 매체는 이동 타겟이다. 상기 이온화 가능 매체는 고체, 액체, 또는 기체를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 상기 빛의 특성을 변경하도록 적어도 하나의 광학 소자를 통해 상기 고 휘도 광을 배향하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 또한 상기 이온화된 매체에 의해 방출되는 상기 고 휘도 광을 공구까지 전

달하는 단계를 포함한다.

- [0026] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 챔버를 갖는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 상기 챔버 내의 이온화 가능 매체를 이온화하는 제 1 점화 수단을 포함한다. 상기 광원은 또한 상기 챔버 내의 상기 이온화된 매체에 실질적으로 연속인 레이저 에너지를 제공하는 수단을 포함한다.
- [0027] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 반사 표면을 포함하는 챔버를 갖는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 또한 상기 챔버 내의 가스를 이온화하는 점화원을 포함한다. 상기 광원은 또한 반사기를 포함하는바, 상기 반사기는 그를 향해 배향된 제 1 세트의 소정 파장의 전자기 에너지의 적어도 대부분을 반사시키며, 제 2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지의 실질적으로 대부분이 그를 통과하도록 한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 전자기 에너지를 제공하도록 상기 챔버의 외부에 적어도 하나의 레이저(예를 들면, 연속파 광섬유 레이저)를 포함한다. 상기 연속파 레이저는 펄스 레이저에서처럼 짧은 폭발이 아니라 연속적으로 또는 실질적으로 연속적으로 방사선을 방출한다.
- [0028] 몇몇 실시예에 있어서, 적어도 하나의 레이저는 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 상기 반사기를 통해 상기 챔버의 반사 표면(예를 들면, 내면)을 향해 배향하며, 상기 반사 표면은 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지의 적어도 일부를 상기 플라즈마를 향해 배향한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광의 적어도 일부는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되고, 상기 반사기를 향해 반사되고, 공구를 향해 상기 반사기에 의해 반사된다. 몇몇 실시예에 있어서, 적어도 하나의 레이저는 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 상기 반사기를 향해 배향하며, 상기 반사기는 상기 제 1 파장의 전자기 에너지의 적어도 일부를 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 반사시키며, 상기 반사 표면은 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지의 일부를 상기 플라즈마를 향해 배향한다.
- [0029] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광의 적어도 일부는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되며, 상기 반사기를 향해 반사되며, 상기 광원의 출력을 향해 상기 반사기를 통과한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원은 상기 광원의 출력에 대해 이격된 현미경, 자외선 현미경, 웨이퍼 검사 시스템, 레티클 검사 시스템, 또는 리소그래피 시스템을 포함하여, 상기 고 휘도 광을 수신한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광의 일부는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되며, 상기 반사기를 향해 반사되며, 제2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지를 포함하는 전자기 에너지는 상기 반사기를 통과한다.
- [0030] 상기 광원의 상기 챔버는 윈도우를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 밀봉된 챔버이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 상기 반사 표면은 곡면 형상, 포물면 형상, 타원 형상, 구면 형상 또는 비구면 형상을 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버는 반사 내면을 갖는다. 몇몇 실시예에 있어서, 코팅 또는 필름은 상기 챔버의 외부에 위치되어 상기 반사 표면을 형성한다. 몇몇 실시예에 있어서, 코팅 또는 필름은 상기 챔버의 내부에 위치되어 상기 반사 표면을 형성한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 반사 표면은 상기 챔버의 내면과 구별되는 구조 또는 광학 소자이다.
- [0031] 상기 광원은 상기 레이저가 이동하는 전자기 에너지의 경로를 따라 배치되는 광학 소자를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광학 소자는 상기 레이저로부터 상기 플라즈마까지 큰 입체각에 걸쳐 전자기 에너지를 제공하도록 적용된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 상기 반사 표면은 상기 레이저로부터 상기 플라즈마까지 큰 입체각에 걸쳐 전자기 에너지를 제공하도록 적용된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 반사 표면은 상기 플라즈마에 의해 생성되는 상기 고 휘도 광을 큰 입체각에 걸쳐 수집하도록 적용된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 반사 표면, 반사기 및 윈도우 중 하나 또는 그 이상은 소정 파장의 전자기 에너지(예를 들면, 적외선 파장의 전자기 에너지)를 필터링하는 물질을 포함(예를 들면, 피복되었거나 포함)한다.
- [0032] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 반사 표면을 갖는 챔버를 포함하는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 또한 상기 챔버 내의 가스를 이온화하는 점화원을 포함한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스로 전자기 에너지를 제공하도록 상기 챔버의 외부에 위치하는 적어도 하나의 레이저를 포함한다. 상기 광원은 또한 상기 전자기 에너지가 상기 적어도 하나의 레이저로부터 상기 챔버의 상기 반사 표면까지 이동하는 경로를 따라 위치되는 반사기를 포함한다.
- [0033] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 반사기는 그를 향해 배향되는 제 1 세트의 소정 파장의 전자기 에너지를 적어도 대부분 반사하며, 제 2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지의 적어도 대부분이 상기 반사기를 통과하도록 한다.
- [0034] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 빛을 생성하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 반사 표면을 갖는 챔버 내의 가스를 점화원을 사용하여 이온화하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를

생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스로 레이저 에너지를 제공하는 단계를 포함한다.

- [0035] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 포함하는 상기 레이저 에너지를 상기 반사기를 통해 상기 챔버의 상기 반사표면을 향해 배향하는 단계를 포함하며, 상기 반사 표면은 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지의 적어도 일부를 상기 플라즈마를 향해 반사한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 상기 반사기를 향해 반사되고 상공구를 향해 상기 반사기에 의해 반사되는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 상기 고 휘도 광의 적어도 일부를 배향하는 단계를 포함한다.
- [0036] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 포함하는 상기 레이저 에너지를 상기 반사기를 향해 배향하는 단계를 포함하며, 상기 반사기는 상기 제 1 파장의 전자기 에너지의 적어도 일부를 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 반사하며, 상기 반사 표면은 상기 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지의 일부를 상기 플라즈마를 향해 배향한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 상기 반사기를 향해 반사되는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 상기 고 휘도 광의 일부를 배향하는 단계를 포함하며, 상기 제 2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지를 포함하는 전자기 에너지는 상기 반사기를 통과한다.
- [0037] 상기 방법은 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마를 향해 큰 입체각에 걸쳐 배향하도록 상기 레이저 에너지의 특성을 변경하는 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마를 향해 약 0.012 스테라디안(steradian)의 입체 각도에 걸쳐 배향하도록 상기 레이저 에너지의 특성을 변경하는 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마를 향해 약 0.048 스테라디안의 입체 각도에 걸쳐 배향하도록 상기 레이저 에너지의 특성을 변경하는 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방법은 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마를 향해 약 2π (6.28) 스테라디안의 입체 각도에 걸쳐 배향하도록 상기 레이저 에너지의 특성을 변경하는 광학 소자를 통해 상기 레이저 에너지를 배향하는 단계를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 상기 반사 표면은 상기 레이저 에너지를 상기 플라즈마까지 큰 입체각에 걸쳐 제공하도록 적용된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 반사 표면은 상기 플라즈마에 의해 생성된 상기 고 휘도 광을 큰 입체각에 걸쳐 수집하도록 적용된다.
- [0038] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 빛을 생성하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 반사 표면을 갖는 챔버 내에 가스를 점화원을 사용하여 이온화하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스를 향해 제 1 세트의 파장의 전자기 에너지를 실질적으로 대부분 반사하는 반사기를 향해 레이저로부터 전자기 에너지를 배향하는 단계를 포함한다.
- [0039] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 레이저로부터 나오는 상기 전자기 에너지는 먼저 상기 반사기에 의해 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 반사된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향된 상기 전자기 에너지는 상기 플라즈마를 향해 반사된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광의 일부는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되고, 상기 반사기를 향해 반사되며, 상기 반사기를 통과한다.
- [0040] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 레이저로부터 나오는 상기 전자기 에너지는 먼저 상기 반사기를 통과하고 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 이동한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되는 상기 전자기 에너지는 상기 플라즈마를 향해 반사된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광의 일부는 상기 챔버의 상기 반사 표면을 향해 배향되며, 상기 반사기를 향해 반사되고, 상기 반사기에 의해 반사된다.
- [0041] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 반사 표면을 갖는 챔버를 포함하는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 또한 상기 챔버 내의 가스를 이온화하는 수단을 포함한다. 상기 광원은 또한 상기 반사기를 향해 배향되는 제 1 세트의 소정 파장의 전자기 에너지의 적어도 대부분을 반사시키고 제 2 세트의 소정 파장의 전자기 에너지가 상기 반사기를 통과하도록 하는 수단을 포함한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 전자기 에너지를 제공하는 수단을 포함한다.
- [0042] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 밀봉된 챔버를 포함하는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 또한 상기 챔버 내의 가스를 이온화하는 점화원을 포함한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스에 전자기 에너지를 제공하도록 상기 밀봉된 챔버의 외부에 위치하는 적어도 하나의 레이저를 포함한다. 상기 광원은 또한 상기 밀봉된 챔버에 의해 방출되는 상기 고 휘도 광의 적어도 일부를 수신하며 상기 고 휘도 광을 상기 광원의 출력을 향해 반사시키도록 상기 밀봉된 챔버의 외부에 배치되는 곡선형 반사 표면을 포함한다.
- [0043] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원은 레이저가 이동하는 상기 전자기 에너지의 경로를 따라 배치되는 광학 소자

를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 밀봉된 챔버는 상기 곡선형 반사 표면에 대해 상기 밀봉된 챔버를 위치시키는 지지 소자를 포함한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 밀봉된 챔버는 석영 벌브이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원은 상기 레이저 전자기 에너지의 적어도 일부를 수신하고 상기 고 휘도 광을 생성하는 상기 플라즈마 상에 상기 전자기 에너지를 집중시키도록 상기 밀봉된 챔버의 내부 또는 외부에 배치되는 제 2 곡선형 반사 표면을 포함한다.

[0044] 다른 양상에 있어서, 본 발명은 밀봉된 챔버 및 상기 챔버 내의 가스를 이온화하는 점화원을 포함하는 광원을 특징으로 한다. 상기 광원은 또한 전자기 에너지를 제공하도록 상기 밀봉된 챔버의 외부에 위치하는 적어도 하나의 레이저를 포함한다. 상기 광원은 또한 고 휘도 광을 생성하는 플라즈마를 생산하도록 상기 챔버 내의 상기 이온화된 가스를 향해 상기 전자기 에너지의 적어도 일부를 수신 및 반사시키는 곡선형 반사 표면을 포함하며, 상기 곡선형 반사 표면은 또한 상기 플라즈마에 의해 방출되는 상기 고 휘도 광의 적어도 일부를 수신하며 상기 고 휘도 광을 상기 광원의 출력을 향해 반사한다.

[0045] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 곡선형 반사 표면은 상기 플라즈마가 위치되는 상기 챔버 내의 영역 상에 상기 전자기 에너지를 집중시킨다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 곡선형 반사 표면은 상기 챔버 내에 위치된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 곡선형 반사 표면은 상기 챔버의 외부에 위치된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광은 자외선이며, 자외선을 포함하거나 실질적으로 자외선이다.

[0046] 본 발명의 전술한 및 기타 목적, 양상, 특징 및 이점들은 이하의 상세한 설명 및 청구범위를 참조하면 더욱 명료해질 것이다.

발명의 효과

[0047] 본 발명에 의하면 고 휘도 광을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 본 발명 자체뿐만 아니라, 본 발명의 전술한 및 기타 목적, 특징 및 이점들은, 반드시 축적에 맞추어지지 않는, 첨부 도면을 참조한 이하의 상세한 설명을 통해 더욱 명료하게 이해될 것이다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원의 개략적인 블록 다이어그램이다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원의 일부의 개략적인 블록 다이어그램이다.

도 3은 본 발명에 따른 광원을 사용하는, 플라즈마에 제공되는 레이저 전력의 기능으로서의 자외선 휘도를 보여주는 그래프이다.

도 4는 본 발명에 따른 광원을 사용하는, 수은으로부터 생성되는 플라즈마를 통해 레이저 에너지를 전달하는 것을 보여주는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원의 개략적인 블록 다이어그램이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원의 개략적인 블록 다이어그램이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원의 개략적인 블록 다이어그램이다.

도 8a는 본 발명에 따라, 레이저로부터 나오는 전자기 에너지가 플라즈마까지 제 1 입체각에 걸쳐 제공되는 광원의 개략적 블록 다이어그램이다.

도 8b는 본 발명에 따라, 레이저로부터 나오는 전자기 에너지가 플라즈마까지 더 큰 입체각에 걸쳐 제공되는 도 8a의 광원의 개략적 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 도 1은 본 발명을 구현하는, 빛을 생성하는 광원(100)의 개략적 블록 다이어그램이다. 상기 광원(100)은 이온화 가능 매체(도시하지 않음)를 수용하는 챔버(128)를 포함한다. 상기 광원(100)은 플라즈마(132)를 생성하는 상기 이온화 가능 매체를 갖는 상기 챔버(128)의 영역(130)에 에너지를 제공한다. 상기 플라즈마(132)는 상기 플라즈마(132)로부터 발원하는 고 휘도 광(136)을 생성 및 방출한다. 상기 광원(100)은 또한 레이저 빔을 생성하는 적어도 하나의 레이저 광원(104)을 포함하며, 상기 레이저 빔은 상기 챔버(128) 내에 위치되는 상기 플라즈마(132)에 제공되어 상기 고 휘도 광(136)을 개시 및/또는 유지한다.

- [0050] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 레이저 광원(104)에 의해 생성되는 적어도 하나의 파장의 전자기 에너지는 상기 이온화 가능 매체에 의해 강력하게 흡수되어 상기 레이저 공급원(104)으로부터 상기 이온화 가능 매체까지의 에너지 전달 효율을 최대화하는 것이 바람직하다.
- [0051] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 플라즈마(132)는 고 휘도 광원을 달성하기 위해 작은 치수를 가지는 것이 바람직하다. 휘도는 단위 표면적 당 광원에 의해 단위 입체각으로 복사되는 전력이다. 광원에 의해 생산되는 빛의 휘도는 적절한 해상도로 사물(예를 들면, 웨이퍼의 표면의 특징들)을 관측 또는 측정하도록 시스템(예를 들면, 도량형 공구) 또는 작업자의 능력을 결정한다. 상기 레이저 광원(104)은 고 휘도 레이저 빔으로 상기 플라즈마를 구동 및/또는 유지하는 것이 바람직하다.
- [0053] *크기가 작은 플라즈마(132)를 생성하고 상기 플라즈마(132)를 고 전력 레이저 빔으로 제공하는 것은 동시에 고 휘도 광(136)을 유도한다. 상기 광원(100)은 상기 레이저 광원(104)에 의해 도입되는 전력의 대부분이 소 체적 고온 플라즈마(132)로부터 복사되기 때문에 고 휘도 광(136)을 생산한다. 상기 플라즈마(132) 온도는 복사 및 다른 과정에 의해 균형이 이루어질 때까지 상기 레이저 빔에 의해 가열됨으로써 상승할 것이다. 레이저 유지 플라즈마(132)에서 달성되는 고온은 짧은 파장의 전자기 에너지, 예를 들면, 자외선 에너지에서의 복사를 증가시킨다. 일 실험예에 있어서, 약 10,000K 및 20,000K 사이의 온도가 관측된다. 일반적인 경우, 상기 플라즈마(132)의 복사는 플랑크(Planck)의 복사 법칙에 따라 전자기 스펙트럼에 걸쳐 분배된다. 최대 복사의 파장은 빈(Wien)의 변위 법칙에 따라 흑체의 온도에 반비례한다. 상기 레이저 유지 플라즈마가 흑체가 아니더라도, 이는 유사하게 거동하며, 약 300nm 파장에서 자외선 범위에 있는 가장 높은 휘도는 약 10,000K 및 약 15,000K 사이의 온도를 갖는 레이저 유지 플라즈마인 것으로 예상된다. 그러나, 대부분의 일반적인 아크 램프는 이들 온도에서 동작할 수 없다.
- [0054] 따라서, 본 발명의 몇몇 실시예에 있어서, 광원(100)의 동작 중에 상기 플라즈마(132)의 온도를 유지하여 충분히 밝은 빛(136)이 생성되고 상기 방출된 광이 동작 중에 실질적으로 연속적이 되도록 보장하는 것이 바람직하다.
- [0055] 본 실시예에 있어서, 상기 레이저 광원(104)은 광섬유 소자(108)을 통해 레이저 빔을 출력하는 다이오드 레이저이다. 상기 광섬유 소자(108)는 레이저 빔이 서로에 대해 실질적으로 평행하게 진행하도록 도움으로써 상기 다이오드 레이저의 출력 조절을 돕는 콜리메이터(112)로 상기 레이저 빔을 제공한다. 상기 콜리메이터(112)는 상기 레이저 빔(116)을 빔 확장기(118)로 배향한다. 상기 빔 확장기(118)는 레이저 빔(116)의 크기를 확대하여 레이저 빔(122)을 생산한다. 상기 빔 확장기(118)는 또한 상기 레이저 빔(122)을 광학 렌즈(120)로 배향한다. 상기 광학 렌즈(120)는 상기 플라즈마(132)가 존재하는 (또는, 플라즈마(132)가 생성 및 유지되는 것이 바람직한) 상기 챔버(128)의 영역(130)으로 향하는 작은 직경의 레이저 빔(124)을 생산하기 위해 상기 레이저 빔(122)을 집중시키도록 구성된다.
- [0056] 본 실시예에 있어서, 상기 광원(100)은 또한 두 개의 전극(예를 들면, 상기 챔버(128) 내에 위치되는 양극 및 음극)으로 도시되는 점화원(140)을 포함한다. 상기 점화원(140)은 상기 챔버(128)(예를 들면, 상기 챔버(128)의 영역(130)) 내에 방전을 일으켜 상기 이온화 가능 매체를 점화시킨다. 상기 레이저는 상기 이온화된 매체에 레이저 에너지를 제공하여 상기 고 휘도 광(136)을 생성하는 상기 플라즈마(132)를 유지 및 생성한다. 상기 광원(100)에 의해 생성되는 광(136)은 상기 챔버로부터, 예를 들면, 웨이퍼 검사 시스템(도시하지 않음)으로 향한다.
- [0057] 선택적 레이저 광원은 본 발명의 바람직한 실시예에 따라 구현된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 콜리메이터(112), 상기 빔 확장기(118), 상기 렌즈(120) 중 어느것도 필요하지 않을 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 추가의 또는 선택적 광학 소자가 사용될 수 있다. 상기 레이저 광원은, 예를 들면, 적외선(IR) 레이저 광원, 다이오드 레이저 광원, 광섬유 레이저 광원, 이트륨 레이저 광원, CO2 레이저 광원, YAG 레이저 광원, 또는 가스 방전 레이저 광원일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 레이저 광원(104)은 펄스 레이저 광원(예를 들면, 고 펄스 레이트 레이저 광원) 또는 연속파 레이저 광원이다. 광섬유 레이저들은 레이저 다이오드들을 사용하여 상기 출력(예를 들면, 레이저 빔)을 생산하도록 레이저 광선을 쏘는 특수 도핑된 광섬유를 펌핑한다. 몇몇 실시예에 있어서, 다중 레이저들(예를 들면, 다이오드 레이저들)은 하나 또는 그 이상의 광섬유 소자(예를 들면, 광섬유 소자(108))에 결합된다. 다이오드 레이저들은 하나 또는 통상적으로는 많은 다이오드들로부터 빛을 취해서 상기 빛을 광섬유를 통해 상기 출력으로 향하게 한다. 몇몇 실시예에 있어서, 광섬유 레이저 광원들 및 직접 반도체 레이저 광원들은 그들이 상대적으로 저렴하고, 작은 형태 인자 또는 패키지 크기를 가지며 상대적으로 높은 효율을 갖기 때문에 상기 레이저 광원(104)으로서 사용되는 것이 바람직하다.

- [0058] 효율적이며 비용 효과적인 고 전력 레이저들(예를 들면, 광섬유 레이저들 및 직접 다이오드 레이저들)은 최근 약 700nm 내지 약 2000nm의 근접 적외선(NIR) 파장 영역에서 사용 가능하다. 이러한 파장 영역에서의 에너지는 벌브(bulb), 윈도우 및 챔버들을 제조하도록 통상적으로 사용되는 특정 물질들(예를 들면, 유리, 석영 및 사파이어)을 통해 쉽게 전달된다. 따라서, 이전에도 가능했던 700nm 내지 2000nm의 레이저들을 사용하여 동작하는 광원들을 생산하는 것이 보다 실용적이다.
- [0059] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 레이저 광원(104)은 고 휘도 광(136)을 생산하기에 충분한 상기 광원(100)에 실질적으로 연속적 레이저 에너지를 제공하는 고 펄스 레이트 레이저 광원이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 방출된 고 휘도 광(136)은 예를 들면 상기 고 휘도 광의 크기(예를 들면, 휘도 또는 전력)가 동작 중에 약 90% 이상 변화하지 않는 실질적으로 연속적이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 평균 전력에 대한 상기 플라즈마에 전달된 레이저 에너지의 피크 전력의 비율은 약 2 내지 3이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 플라즈마(132)에 제공된 실질적으로 연속인 에너지는 상기 이온화된 매체의 냉각을 최소화하여 상기 방출된 광(136)의 바람직한 휘도를 유지하기에 충분하다.
- [0060] 본 실시예에 있어서, 상기 광원(100)은 복수의 광학 소자(예를 들면, 빔 확장기(118), 렌즈(120), 및 광섬유 소자(108)를 포함하여 상기 챔버(132)로 전달되는 레이저 빔의 특성(예를 들면, 직경 및 배향)을 변경한다. 상기 레이저 빔의 다양한 특성은 하나 또는 그 이상의 광학 소자(예를 들면, 미러(mirror) 또는 렌즈)로 변경될 수 있다. 예를 들면, 하나 또는 그 이상의 광학 소자들은 레이저 빔 직경, 방향, 발산, 수렴 및 배향 중 일부 또는 전체를 변경하도록 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 광학 소자들은 상기 레이저 빔의 파장을 변경 및/또는 상기 레이저 빔 내의 특정 파장의 전자기 에너지를 필터링한다.
- [0061] 본 발명의 다양한 실시예들 내에 사용될 수 있는 렌즈들은 비-구면수차 렌즈(aplanatic lens), 무색 렌즈(achromatic lens), 단일 요소 렌즈(single element lens) 및 프레즈넬 렌즈(fresnel lens)를 포함한다. 본 발명의 다양한 실시예들 내에 사용될 수 있는 미러들은 피복 미러(coated mirror), 유전 피복미러(dielectric coated mirror), 협폭 미러(narrow band mirror), 및 자외선 투과 적외선 반사 미러(ultraviolet transparent infrared reflecting mirror)를 포함한다. 예를 들면, 자외선 투과 적외선 반사 미러들은 자외선 에너지가 상기 미러를 통과하여 공구(tool)(예를 들면, 웨이퍼 검사 공구, 현미경, 리소그래피 공구, 또는 내시경 공구)까지 전달되도록 하는 동안 레이저 빔으로부터의 적외선 에너지를 필터링하는 것이 바람직한 본 발명의 몇몇 실시예에 있어서 사용된다.
- [0062] 본 실시예에 있어서, 상기 챔버(128)는 상기 이온화 가능 매체(예를 들면, 고체, 액체 또는 기체)를 초기에 수용하는 밀봉된 챔버이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버(128)는 하나 또는 그 이상의 기체가 가스 입구(도시하지 않음)를 통해 상기 챔버(128) 내로 유입되도록 능동적으로 펌핑될 수 있으며, 가스는 상기 가스 출구(도시하지 않음)를 통해 상기 챔버(128)를 여기서시킬 수 있다. 상기 챔버는 예를 들면 유전 물질, 석영 물질, 수프라실 석영, 사파이어, MgF₂, 다이아몬드 또는 CaF₂ 중 하나 또는 그 이상으로 제조되거나 이를 포함할 수 있다. 이러한 형태의 물질은, 예를 들면, 이러한 형태의 사용되는 이온화 가능 매체 및/또는 상기 챔버(128)로부터 생성 및 출력되는 것이 바람직한 파장의 광(136)을 토대로 선택될 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버(128)의 영역은 예를 들면 자외선 에너지에 대해 투과성이다. 석영을 사용하여 제조되는 챔버들(128)은 약 2 마이크로 정도 길이의 파장의 전자기 에너지가 상기 챔버의 벽을 통과하도록 할 것이다. 사파이어 챔버 벽들은 약 4 마이크로 정도 길이의 전자기 에너지가 상기 벽들을 통과하도록 허용한다.
- [0063] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버(128)는 고압 및 고온을 유지할 수 있는 밀봉된 챔버인 것이 바람직하다. 예를 들면, 일 실시예에 있어서, 상기 이온화 가능 매체는 수은 증기이다. 동작 중에 수은 증기를 수용하기 위해, 상기 챔버(128)는 약 10 내지 약 200 기압 사이의 압력을 유지할 수 있고 약 섭씨 900도에서 동작할 수 있는 밀봉된 석영 벌브이다. 상기 석영 벌브는 또한 상기 챔버(128) 벽들을 통해 상기 광원(100)의 플라즈마(132)에 의해 생성되는 자외선(136)의 전달을 허용한다.
- [0064] 다양한 이온화 가능 매체가 본 발명의 선택적 실시예들 내에 사용될 수 있다. 예를 들면, 상기 이온화 가능 매체는 희가스, Xe, Ar, Ne, Kr, He, D₂, H₂, O₂, F₂, 금속 할로겐화물, 할로겐, Hg, Cd, Zn, Sn, Ga, Fe, Li, Na, 엑시머 형성 가스, 공기, 증기, 금속 산화물, 에어로졸, 유동 매체, 또는 재생 매체 중 하나 또는 그 이상일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 챔버(128) 내의 고체 또는 액체 타겟(target)(도시하지 않음)은 상기 챔버(128) 내에서 이온화 가능 가스를 생성하도록 사용된다. 상기 레이저 광원(104, 또는 선택적 레이저 광원)은 상기 이온화 가능 가스를 생성하도록 상기 타겟에 에너지를 제공하도록 사용될 수 있다. 상기 타겟은 예를 들면 금속 폴 또는 필름일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 타겟은 상기 챔버 내에서 이동하는 고체 또는

액체(예를 들면, 상기 챔버(128)의 영역(130)을 통해 이동하는 액체 방울 형태)이다. 몇몇 실시예에 있어서, 제 1 이온화 가능 가스는 먼저 상기 챔버(128) 내로 유입되어 상기 플라즈마(132)를 점화시키고, 별도의 제 2 이온화 가능 가스가 유입되어 상기 플라즈마를 유지한다. 본 실시예에 있어서, 상기 제 1 이온화 가능 가스는 상기 점화원(140)을 이용하여 용이하게 점화되는 가스이며, 상기 제 2 이온화 가능 가스는 특정 파장의 전자기 에너지를 생산하는 가스이다.

[0065] 본 실시예에 있어서, 상기 점화원(140)은 상기 챔버(128) 내에 위치되는 한 쌍의 전극이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 전극들은 상기 챔버(128)의 동일한 측면에 위치된다. 단일 전극은 예를 들면 고주파 점화원 또는 마이크로웨이브 점화원과 함께 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 통상의 아크 램프 벌브에서 사용가능한 전극들은 점화원(예를 들면, Ushio(캘리포니아 사이프러스 소재)에 의해 제조되는 모델 USH-200DP 석영 벌브)이다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 전극들은 그들이 상기 챔버(128) 내의 고 휘도 플라즈마를 유지하도록 요구되지 않기 때문에 통상의 아크 램프 벌브에서 사용되는 전극들보다 작은 크기 및/또는 더 큰 간격을 갖는다.

[0066] 바람직한 형태 및 구조들의 점화원들이 구현되지만, 이들 또한 본 발명의 범주에 들어간다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 점화원(140)은 상기 챔버(128)의 외부에 위치되거나, 상기 챔버(128)의 부분적으로 내부 및 부분적으로 외부에 위치된다. 상기 광원(100) 내에 사용될 수 있는 선택적 형태의 점화원들(140)은 자외선 점화원, 용량성 방전 점화원, 유도성 점화원, 고주파 점화원, 마이크로웨이브 점화원, 플래시 램프, 펄스 레이저 및 펄스 램프를 포함한다. 일 실시예에 있어서, 아무런 점화원(140)도 요구되지 않으며, 그 대신, 상기 레이저 광원(104)이 상기 이온화 가능 매체를 점화시키고 상기 플라즈마(132)를 생성하고 상기 플라즈마(132) 및 그에 의해 방출되는 고 휘도 광(136)을 유지하도록 사용된다.

[0067] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원(100)의 동작 중에 상기 챔버(128)의 온도 및 상기 챔버(128)의 내용물을 유지하여 상기 챔버(128) 내의 가스 및 증기 압력이 원하는 레벨에 유지되도록 보장하는 것이 바람직하다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 점화원(140)은 상기 광원(100)의 동작 중에 동작될 수 있는바, 이는 상기 점화원(140)이 상기 레이저 광원(104)에 의해 제공되는 에너지에 추가하여 상기 플라즈마(132)에 에너지를 제공하는 경우이다. 이러한 방식에 있어서, 상기 점화원(140)은 상기 챔버(128)의 온도 및 상기 챔버(128)의 내용물을 유지(또는 적절한 레벨로 유지)하도록 사용된다.

[0068] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원(100)은 본 명세서 어딘가에 설명된 바와 마찬가지로 상기 플라즈마(132, 예를 들면, 이온화된 가스)에 의해 방출되는 전자기 에너지(예를 들면, 고 휘도 광(136))의 특성을 변경하는 적어도 하나의 광학 소자(예를 들면, 적어도 하나의 미러 또는 렌즈)를 포함한다.

[0069] 도 2는 본 발명의 원리를 구현하는 광원(200)의 일부의 개략적인 블록 다이어그램이다. 상기 광원(200)은 이온화 가능 가스를 수용하는 챔버(128)를 포함하며 상기 챔버(128) 내의 압력을 유지하는 윈도우(204)를 갖는바, 이는 전자기 에너지가 상기 챔버(128)로 들어가고 상기 챔버(128)를 빠져나가도록 한다. 본 실시예에 있어서, 상기 챔버(128)는 상기 이온화 가능 가스(예를 들면, 수은 및 제논)를 점화시켜 플라즈마(132)를 생산하는 점화원(도시하지 않음)을 갖는다.

[0070] 레이저 광원(104, 도시하지 않음)은 렌즈(208)를 통해 배향되어 레이저 빔(220)을 생산하는 레이저 빔(216)을 제공한다. 상기 렌즈(208)는 레이저 빔(214)을 생산하도록 상기 레이저 빔(220)을 반사시키는 박막 반사기(212)의 표면(224) 상에 상기 레이저 빔(220)을 집중시킨다. 상기 반사기(212)는 상기 플라즈마(132)가 위치되는 영역(130) 상에 상기 레이저 빔(214)을 배향시킨다. 상기 레이저 빔(214)은 상기 플라즈마(132)에 에너지를 제공하여 상기 챔버(128)의 영역(130) 내의 플라즈마(132)로부터 방출되는 고 휘도 광(136)을 유지 및/또는 생성한다.

[0071] 본 실시예에 있어서, 상기 챔버(128)는 포물면(paraboloid) 형상 및 반사형(reflective) 내면(228)을 갖는다. 상기 포물면 형상 및 반사 표면은 협동하여 상기 윈도우(204)를 향하고 그로부터 나오는 고 휘도 광(136)의 상당량을 반사시킨다. 본 실시예에 있어서, 상기 반사기(212)는 상기 방출된 빛(136, 예를 들면, 적어도 하나 또는 그 이상의 파장의 자외선)에 대해 투과성이다. 이러한 방식에 있어서, 상기 방출된 빛(136)은 상기 챔버(128)로부터 전달되어, 예를 들면, 도량형 공구(도시하지 않음)을 향한다. 일 실시예에 있어서, 상기 방출된 광(136)은 공구로 향하기 전에 먼저 추가의 광학 소자를 향해 배향되거나 그를 통해 배향된다.

[0072] 도면을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따라, 광원을 사용하여 자외선을 생성하도록 실험이 수행되었다. Hamamatsu(뉴저지 브리지워터 소재)에 의해 제조되는 모델 L6724 석영 벌브는 상기 챔버 내의 이온화 가능 매체로서 제논을 사용하는 실험을 위해 상기 광원의 챔버(예를 들면, 도 1의 광원(100)의 챔버

(128))로서 사용되었다. Ushio(캘리포니아 사이프러스 소재)에 의해 제조되는 모델USH-200P 석영 벌브는 상기 챔버 내의 상기 이온화 가능 매체로서 수은을 사용하는 실험을 위해 상기 광원의 챔버로서 사용되었다. 도 3은 상기 플라즈마에 제공되는 레이저 전력(와트)의 기능으로서 상기 챔버 내에 위치되는 플라즈마에 의해 생산되는 고 휘도 광의 자외선 휘도의 도표(300, plot)를 도시한다. 상기 실험에 사용되는 레이저 광원은 1.09미크론, 100와트 CW 레이저이었다. 상기 도표(300)의 Y-축은 와트/mm² 스테라디언(sr) 단위의 자외선 휘도(약 200 내지 약 400mm 사이)이다. 상기 도표(300)의 X-축은 상기 플라즈마에 제공되는 와트 단위의 레이저 빔 전력이다. 곡선(304)은 상기 챔버 내의 상기 이온화 가능 매체로서 제논을 사용하여 생성된 플라즈마에 의해 생산되는 고 휘도 광의 자외선 휘도이다. 제논을 사용하는 실험에 있어서의 플라즈마는 약 1mm 내지 약 2mm 사이의 길이 및 약 0.1mm의 직경을 갖는다. 상기 플라즈마의 길이는 상기 레이저 빔의 수렴 각도를 조절함으로써 제어되었다. 더 큰 각도(즉, 더 큰 수의 개구)는 수렴하는 빔이 초점에 더 가까운 경우 그가 상기 플라즈마를 유지할 수 있는 강도에 도달하기 때문에 플라즈마가 더 짧아지게 한다. 곡선(308)은 상기 챔버 내의 상기 이온화 가능 매체로서 수은을 사용하여 생성되는 플라즈마에 의해 생산되는 고 휘도 광의 자외선 휘도이다. 수은을 사용하는 실험에 있어서의 플라즈마는 약 1mm의 길이 및 약 0.1mm의 직경을 갖는다.

[0073] 도면을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광원을 사용하여 자외선을 생성하도록 다른 실험이 수행되었다. Ushio(캘리포니아 사이프러스 소재)에 의해 제조되는 모델USH-200DP 석영 벌브는 상기 챔버(예를 들면, 도 1의 광원(100)의 챔버(128) 내의 상기 이온화 가능 매체로서 수은을 사용하는 실험을 위한 상기 광원의 챔버로서 사용되었다. 상기 실험에서 사용되는 광원은 SPI 레이저 PLC(캘리포니아 로스가토스 소재)의 1.09미크론 100와트 이트륨 도핑된 광섬유 레이저이었다. 도 4는 수은으로부터 생성되는 상기 챔버 내에 위치되는 플라즈마를 통한 레이저 에너지의 전달 대 상기 플라즈마에 제공되는 전력량(와트)의 도표(400)를 도시한다. 상기 도표(400)의 Y축(412)은 비-차원 단위의 전달 계수이다. 상기 도표(400)의 X축은 플라즈마로 제공되는 레이저 빔 전력(와트)이다. 상기 도표(400)의 곡선은 상기 레이저 광원을 사용하여 달성된 1mm의 흡수 길이를 도시한다. 100와트에서 관측된 0.34의 전달값은 약 1mm의 1/e 흡수 길이에 대응한다.

[0074] 도 5는 본 발명의 원리를 채용하는 광원(500)의 일부의 개략적인 블록 다이어그램이다. 상기 광원(500)은 반사 표면(540)을 갖는 챔버(528)를 포함한다. 상기 반사 표면(540)은, 예를 들면, 포물면형, 타원형, 곡선형, 구면형, 또는 비구면형일 수 있다. 본 실시예에 있어서, 상기 광원(500)은 상기 챔버(528) 내의 이온화 가능 가스(예를 들면, 수은 또는 제논)를 점화시켜 플라즈마(532)를 생산하는 점화원(도시하지 않음)을 갖는다.

[0075] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 반사 표면(540)은 반사 내면 또는 외면일 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 피복물 또는 필름은 상기 챔버의 내측 또는 외측에 위치되어 상기 반사 표면(540)을 형성한다.

[0076] 레이저 광원(도시하지 않음)은 반사기(512)의 표면을 향하는 레이저 빔(516)을 제공한다. 상기 반사기(512)는 상기 레이저 빔(520)을 상기 챔버(528)의 반사 표면(540)을 향하여 배향시킨다. 상기 반사 표면(540)은 상기 레이저 빔(520)을 반사시켜 상기 레이저 빔을 상기 플라즈마(532)를 향하게 한다. 상기 레이저 빔(516)은 상기 플라즈마(532)에 에너지를 제공하여 상기 챔버(528)의 영역(530) 내의 플라즈마(532)로부터 방출되는 고 휘도 광(536)을 유지 및/또는 생성한다. 상기 플라즈마(532)에 의해 방출되는 고 휘도 광(536)은 상기 챔버(528)의 반사 표면(540)을 향한다. 상기 고 휘도 광(536)의 적어도 일부는 상기 챔버(528)의 반사 표면(540)에 의해 반사되어 상기 반사기(512)로 향한다. 상기 반사기(512)는 상기 고 휘도 광(536, 예를 들면, 적어도 하나 또는 그 이상의 파장의 자외선)에 대해 실질적으로 투과성이다. 이러한 방식에 있어서, 상기 고 휘도 광(536)은 상기 반사기(512)를 통과하여, 예를 들면, 도량형 공구(도시하지 않음)를 향한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광(536)은 그가 공구로 향하기 전에 먼저 윈도우 또는 추가의 광학 소자를 향하거나 그를 통해 배향된다.

[0077] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원(500)은 상기 챔버(528)의 오목 영역 내에 위치되는 별도의 밀봉된 챔버(예를 들면, 도 7의 밀봉된 챔버(728))를 포함한다. 상기 밀봉된 챔버는 상기 플라즈마(532)를 생성하도록 사용되는 상기 이온화 가능 가스를 수용한다. 선택적 실시예에 있어서, 상기 밀봉된 챔버는 상기 챔버(528)를 수용한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 밀봉된 챔버는 또한 상기 반사기(512)를 수용한다.

[0078] 도 6은 본 발명의 원리를 채용하는 광원(600)의 일부의 개략적인 블록 다이어그램이다. 상기 광원(600)은 반사 표면(640)을 갖는 챔버(628)를 포함한다. 상기 반사 표면(640)은, 예를 들면, 포물면형, 타원형, 곡선형, 구면형, 또는 비구면형일 수 있다. 본 실시예에 있어서, 상기 광원(600)은 상기 챔버(628) 내의 영역(630) 내의 이온화 가능 가스(예를 들면, 수은 또는 제논)를 점화시켜 플라즈마(632)를 생산하는 점화원(도시하지 않음)을 갖는다.

[0079] 레이저 광원(도시하지 않음)은 반사기(612)를 향하는 레이저 빔(616)을 제공한다. 상기 반사기(612)는 상기 레

이저 빔(616)에 대해 실질적으로 투과성이다. 상기 레이저 빔(616)은 상기 반사기(612)를 통과하여 상기 챔버(628)의 반사 표면(640)을 향한다. 상기 반사 표면(640)은 상기 레이저 빔(616)을 반사시켜 상기 챔버(628)의 영역(630) 내의 플라즈마(632)를 향하게 한다. 상기 레이저 빔(616)은 상기 챔버(628)의 영역(630) 내의 플라즈마(632)로부터 방출되는 고 휘도 광(636)을 유지 및/또는 생성하도록 상기 플라즈마(632)에 에너지를 제공한다. 상기 플라즈마(632)에 의해 방출되는 고 휘도 광(636)은 상기 챔버(628)의 반사 표면(640)을 향한다. 상기 고 휘도 광(636)의 적어도 일부는 상기 챔버(628)의 반사 표면(640)에 의해 반사되어 상기 반사기(612)의 표면(624)을 향한다. 상기 반사기(612)는 상기 고 휘도 광(636, 예를 들면, 적어도 하나 또는 그 이상의 파장의 자외선)을 반사시킨다. 이러한 방식에 있어서, 상기 고 휘도 광(636, 예를 들면, 가시광선 및/또는 자외선)은 예를 들면 도량형 공구(도시하지 않음)를 향한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광(636)은 그가 공구로 향하기 전에 먼더 윈도우 또는 추가의 광학 소자를 향하거나 그를 통해 배향된다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 고 휘도 광(636)은 자외선을 포함한다. 자외선은 예를 들면 약 50nm 내지 400nm의 가시광선보다 짧은 파장을 갖는 전자기 에너지이다.

[0080] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 광원(600)은 상기 챔버(628)의 오목 영역 내에 위치되는 별도의 밀봉된 챔버(예를 들면, 도 7의 밀봉된 챔버(728))를 포함한다. 상기 밀봉된 챔버는 상기 플라즈마(632)를 생성하도록 사용되는 상기 이온화 가능 가스를 수용한다. 선택적 실시예에 있어서, 상기 밀봉된 챔버는 상기 챔버(628)를 수용한다. 몇몇 실시예에 있어서, 상기 밀봉된 챔버는 또한 상기 반사기(612)를 수용한다.

[0081] 도 7은 본 발명을 구현하는, 빛을 생성하는 광원(700)의 개략적인 블록 다이어그램이다. 상기 광원(700)은 이온화 가능 매체(도시하지 않음)를 수용하는 밀봉된 챔버(728, 예를 들면, 밀봉된 석영 벌브)를 포함한다. 상기 광원(700)은 플라즈마(732)를 생성하는 상기 이온화 가능 매체를 갖는 상기 챔버(728)의 영역(730)에 에너지를 제공한다. 상기 플라즈마(732)는 그로부터 발원하는 고 휘도 광(736)을 생성 및 방출한다. 상기 광원(700)은 또한 상기 챔버(728) 내에 위치되는 상기 플라즈마(732)에 제공되는 레이저 빔을 생성하여 상기 고 휘도 광(736)을 개시 및/또는 유지하는 적어도 하나의 레이저 광원(704)을 포함한다.

[0082] 본 실시예에 있어서, 상기 레이저 광원(704)은 광섬유 소자(708)를 통해 레이저 빔을 출력하는 다이오드 레이저이다. 상기 광섬유 소자(708)는 레이저 빔이 서로에 대해 실질적으로 평행하게 진행하도록 도움으로써 상기 다이오드 레이저의 출력 조절을 돕는 콜리메이터(712)로 상기 레이저 빔을 제공한다. 상기 콜리메이터(712)는 상기 레이저 빔(716)을 빔 확장기(718)로 향하게 한다. 상기 빔 확장기(718)는 레이저 빔(716)의 크기를 확대하여 레이저 빔(722)을 생산한다. 상기 빔 확장기(718)는 또한 상기 레이저 빔(722)을 광학 렌즈(720)를 향하게 한다. 상기 광학 렌즈(720)는 보다 작은 직경의 레이저 빔(724)을 생성하기 위해 상기 레이저 빔(722)을 집중시키도록 구성된다. 상기 레이저 빔(724)은 곡선형 반사 표면(740)의 베이스(724) 내에 위치되는 개구 또는 윈도우(722)를 통과하여 상기 챔버(728)를 향한다. 상기 챔버(728)는 상기 레이저 빔(724)에 대해 실질적으로 투과성이다. 상기 레이저 빔(724)은 상기 챔버(728)를 통과하여 상기 플라즈마(732)가 존재하는 (또는 상기 플라즈마(732)가 상기 레이저(724)에 의해 생성 및 유지되는 것이 바람직한) 상기 챔버(728)의 영역(730)을 향한다.

[0083] 본 실시예에 있어서, 상기 이온화 가능 매체는 상기 레이저 빔(724)에 의해 점화된다. 선택적 실시예에 있어서, 상기 광원(700)은, 예를 들면, 상기 챔버(728, 예를 들면, 챔버(728)의 영역(730)) 내에 방전을 일으켜 이온화 가능 매체를 점화시키는 점화원(예를 들면, 한 쌍의 전극 또는 자외선 에너지원)을 포함한다. 그 후, 상기 레이저 광원(704)은 상기 이온화된 매체에 레이저 에너지를 제공하여 상기 고 휘도 광(736)을 생성하는 상기 플라즈마(732)를 유지한다. 상기 챔버(728)는 상기 고 휘도 광(736, 또는 상기 고 휘도 광(736) 내의 소정 파장의 전자기 방사선)에 대해 실질적으로 투과성이다. 상기 광원(700)에 의해 생성되는 상기 광(736, 예를 들면, 가시광선 및/또는 자외선)은 상기 챔버(728)로부터 나와서 상기 반사 표면(740)의 내면(744)을 향한다.

[0084] 본 실시예에 있어서, 상기 광원(700)은 복수의 광학 소자(예를 들면, 빔 확장기(718), 렌즈(720), 및 광섬유 소자(708))를 포함하여 상기 챔버(732)까지 전달되는 레이저 빔의 특성(예를 들면, 직경 및 배향)을 변경한다. 상기 레이저 빔의 다양한 특성은 하나 또는 그 이상의 광학 소자(예를 들면, 미러 또는 렌즈)로 변경될 수 있다. 예를 들면, 하나 또는 그 이상의 광학 소자는 레이저 빔 직경, 방향, 발산, 수렴 및 배향 중 일부 또는 전체를 변경하도록 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에 있어서, 광학 소자들은 상기 레이저 빔의 파장을 변경 및/또는 상기 레이저 빔 내의 특정 파장의 전자기 에너지를 필터링한다.

[0085] 본 발명의 다양한 실시예에 사용될 수 있는 렌즈들은 비-구면수차 렌즈, 무색 렌즈, 단일 요소 렌즈, 및 프레즈넬 렌즈를 포함한다. 본 발명의 다양한 실시예들 내에 사용될 수 있는 미러들은 피복 미러, 유전 피복 미러, 협폭 미러, 및 자외선 투과 적외선 반사 미러를 포함한다. 예를 들면, 자외선 투과 적외선 반사 미러들은 자외선

에너지가 상기 미러를 통과하여 공구(예를 들면, 웨이퍼 검사 공구, 현미경, 리소그래피 공구, 또는 내시경 공구)까지 전달되도록 하는 동안 레이저 빔으로부터의 적외선 에너지를 필터링하는 것이 바람직한 본 발명의 몇몇 실시예에 있어서 사용된다.

[0086] 도 8a 및 도 8b는 본 발명을 구현하는, 빛을 생성하는 광원(800)의 개략적인 블록 다이어그램이다. 상기 광원(800)은 이온화 가능 매체(도시하지 않음)를 수용하는 챔버(828)를 포함한다. 상기 광원(800)은 플라즈마를 생성하는 이온화 가능 매체를 갖는 상기 챔버(828)의 영역(830)에 에너지를 제공한다. 상기 플라즈마는 그로부터 발원하는 고 휘도 광을 생성 및 방출한다. 상기 광원(800)은 또한 상기 챔버(828) 내에 위치되는 플라즈마에 제공되는 레이저 빔을 생성하는 적어도 하나의 레이저 광원(804)을 포함하여 상기 고 휘도 광을 개시 및/또는 유지한다.

[0087] 몇몇 실시예에 있어서, 상기 플라즈마는 고 휘도 광원을 달성하기 위해 작은 크기를 갖는 것이 바람직하다. 휘도는 단위 표면적 당 광원에 의해 단위 입체각으로 복사되는 전력이다. 광원에 의해 생산되는 빛의 휘도는 적절한 해상도로 사물(예를 들면, 웨이퍼의 표면의 특징들)을 관측 또는 측정하도록 시스템(예를 들면, 도량형 공구) 또는 작업자의 능력을 결정한다. 상기 레이저 광원(804)은 고 휘도 레이저 빔으로 상기 플라즈마를 구동 및/또는 유지하는 것이 바람직하다.

[0088] 크기가 작은 플라즈마를 생성하고 상기 플라즈마를 고 전력 레이저 빔으로 제공하는 것은 동시에 고 휘도 광을 유도한다. 상기 광원(800)은 상기 레이저 광원(804)에 의해 도입되는 전력의 대부분이 소 체적 고온 플라즈마로부터 복사되기 때문에 고 휘도 광을 생산한다. 상기 플라즈마 온도는 복사 및 다른 과정에 의해 균형이 이루어질 때까지 상기 레이저 빔에 의해 가열됨으로써 상승할 것이다. 레이저 유지 플라즈마에서 달성되는 고온은 짧은 파장의 전자기 에너지, 예를 들면, 자외선 에너지에서의 복사를 증가시킨다. 일 실시예에 있어서, 약 10,000K 및 20,000K 사이의 온도가 관측된다. 일반적인 경우, 상기 플라즈마의 복사는 플랑크(Planck)의 복사 법칙에 따라 전자기 스펙트럼에 걸쳐 분배된다. 최대 복사의 파장은 빈(Wien)의 변위 법칙에 따라 흑체의 온도에 반비례한다. 상기 레이저 유지 플라즈마가 흑체가 아니더라도, 이는 유사하게 거동하며, 약 300nm 파장에서 자외선 범위에 있는 가장 높은 휘도는 약 10,000K 및 약 15,000K 사이의 온도를 갖는 레이저 유지 플라즈마인 것으로 예상된다. 그러나, 일반적인 아크 램프는 이들 온도에서 동작할 수 없다.

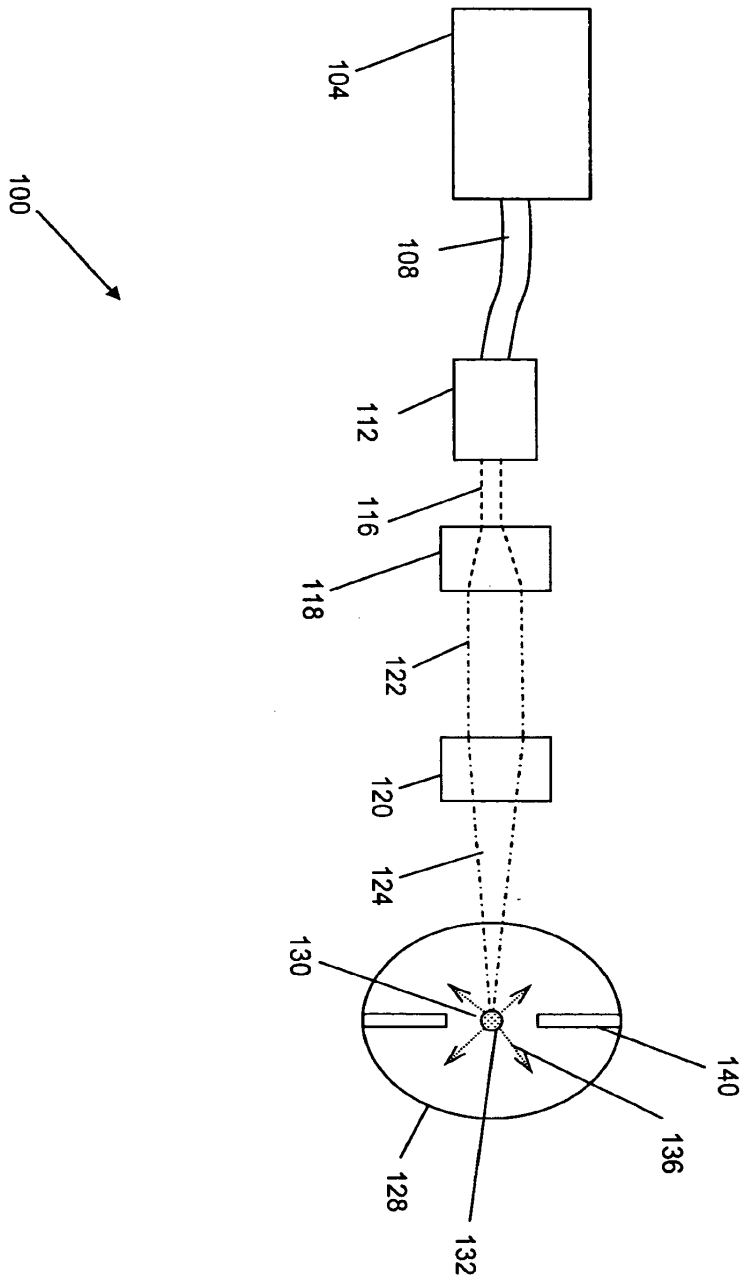
[0089] 본 발명의 몇몇 실시예에 있어서, 작은 크기의 플라즈마를 달성하도록 상기 레이저 에너지를 상기 챔버(828) 내의 플라즈마에 큰 입체각에 걸쳐 전달하는 것이 바람직하다. 다양한 방법 및 광학 소자들이 레이저 에너지를 큰 입체각에 걸쳐 전달하도록 사용될 수 있다. 본 발명의 본 실시예에 있어서, 빔 확장기 및 광학 렌즈들의 변수들은 상기 레이저 에너지가 상기 챔버(828) 내의 플라즈마로 전달되는 상기 입체각의 크기를 변경하도록 변화된다.

[0090] 도 8a를 참조하면, 상기 광원(804)은 광섬유 소자(808)를 통해 레이저 빔을 출력하는 다이오드 레이저이다. 상기 광섬유 소자(808)는 레이저 빔이 서로에 대해 실질적으로 평행하게 진행하도록 도움으로써 상기 다이오드 레이저의 출력 조절을 돕는 콜리메이터(812)로 상기 레이저 빔을 제공한다. 상기 콜리메이터(812)는 상기 레이저 빔(816)을 광학 렌즈(820)로 향하게 한다. 상기 광학 렌즈(820)는 레이저 빔(816)을 집중시켜 보다 작은 직경의 레이저 빔(824)을 생성한다. 상기 레이저 빔(824)은 상기 플라즈마(832)가 존재하는 상기 챔버(828)의 영역(830)을 향한다.

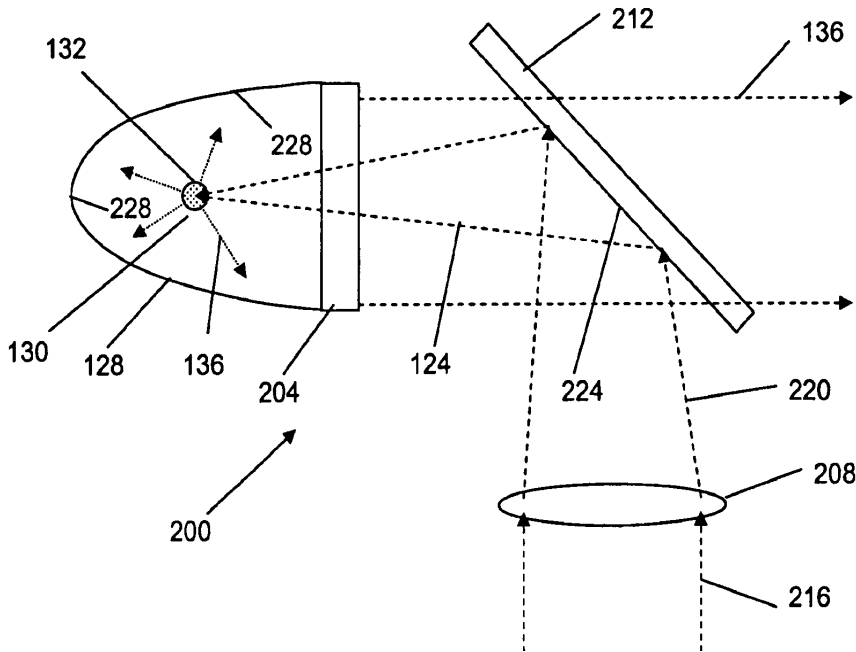
[0091] 본 실시예에 있어서, 상기 광원(800)은 또한 두 개의 전극(예를 들면, 상기 챔버(828) 내에 위치되는 양극 및 음극)으로 도시되는 점화원(840)을 포함한다. 상기 점화원(840)은 상기 챔버(828, 예를 들면, 상기 챔버(828)의 영역(830)) 내에 방전을 일으켜 이온화 가능 매체를 점화시킨다. 상기 레이저는 상기 이온화된 매체에 레이저 에너지를 제공하여 상기 고 휘도 광(836)을 생성하는 상기 플라즈마(832)를 유지 및 생성한다. 상기 광원(800)에 의해 생성되는 상기 광(836)은 상기 챔버로부터 나와서, 예를 들면, 웨이퍼 검사 시스템(도시하지 않음)을 향한다.

[0092] 도 8b는 상기 레이저 에너지가 입체각(874)에 걸쳐 상기 챔버(828)까지 전달되는 본 발명의 실시예를 도시한다. 본 발명의 본 실시예는 빔 확장기(854)를 포함한다. 상기 빔 확장기(854)는 상기 레이저 빔(816)의 크기를 확대하여 레이저 빔(858)을 생산한다. 상기 빔 확장기(854)는 상기 레이저 빔(858)을 광학 렌즈(862)로 향하게 한다. 상기 빔 확장기(854) 및 상기 광학 렌즈(862)의 조합은 도 8a의 레이저 빔(824)의 입체각(878)보다 큰 입체각(874)을 갖는 레이저 빔(866)을 생산한다. 도 8b의 더 큰 입체각(874)은 도 8a의 플라즈마의 크기보다 작은 플라즈마(884)를 생성한다. 본 실시예에 있어서, X축 및 Y축을 따른 도 8b의 플라즈마(884)의 크기는 도 8a의 플라즈마(832)의 크기보다 작다. 이러한 방식에 있어서, 상기 광원(800)은 도 8a의 빛(836)과 비교하여 도 8b의

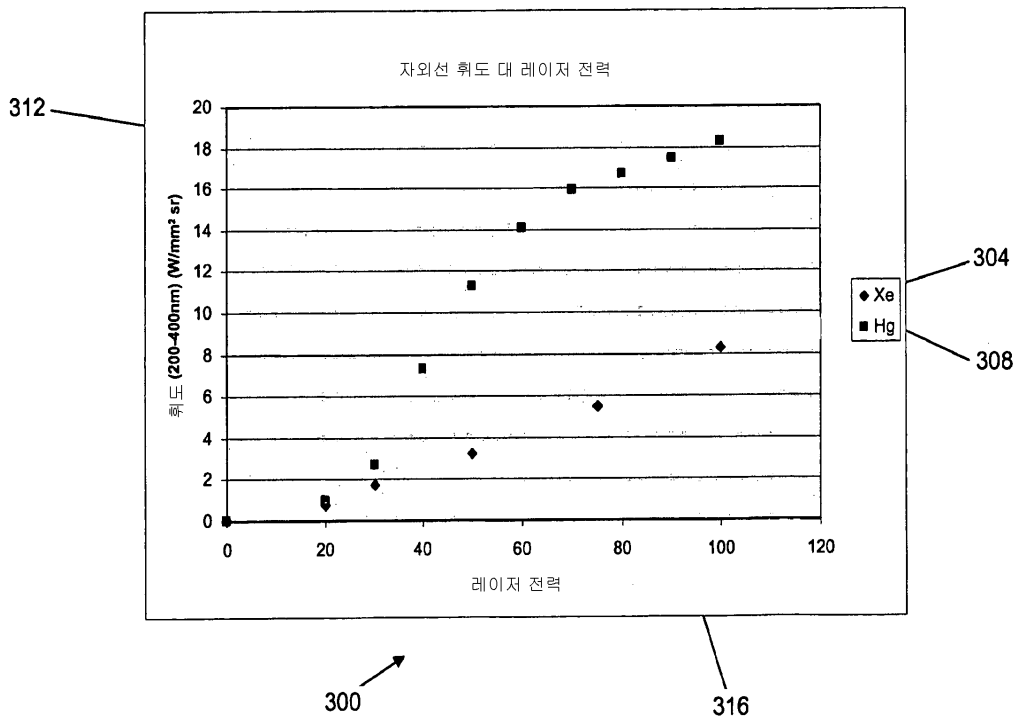
도면
도면1



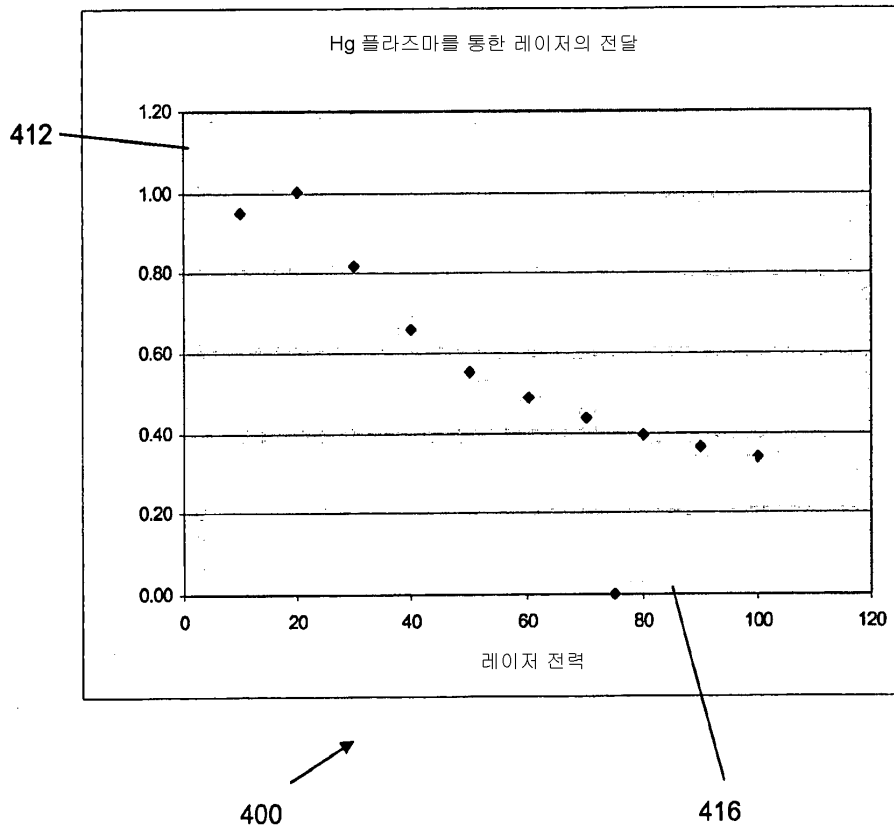
도면2



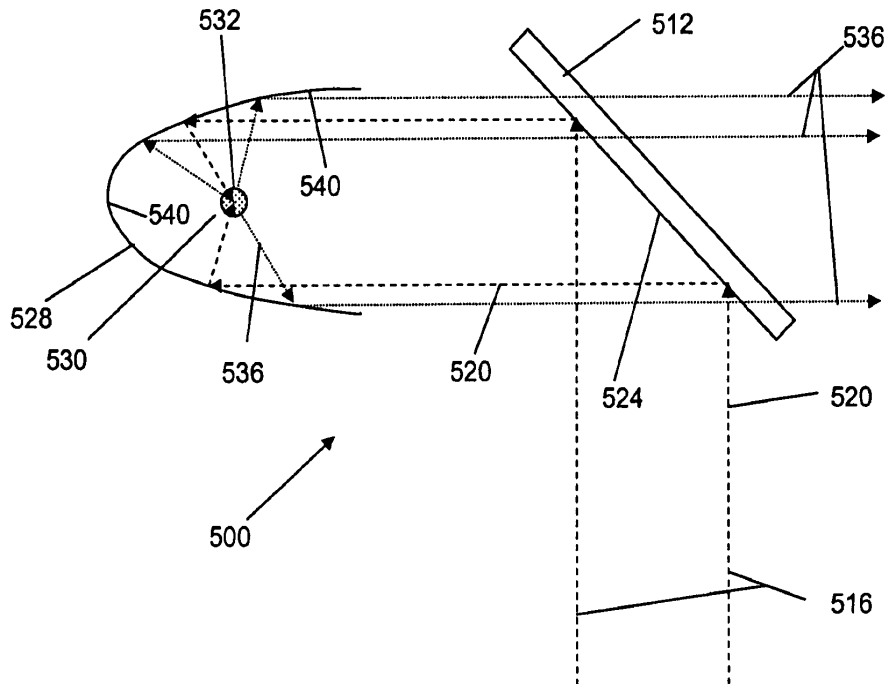
도면3



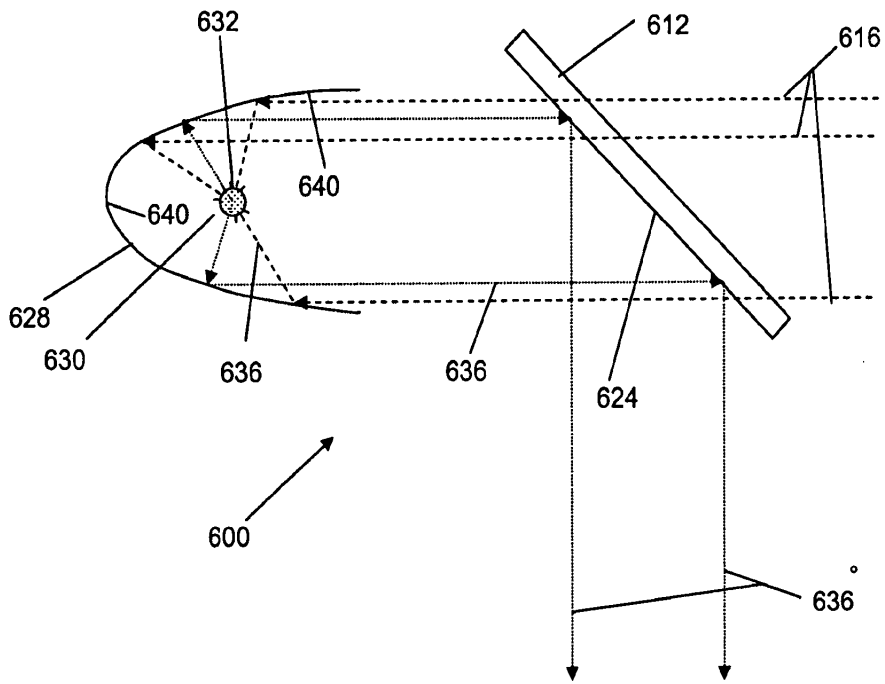
도면4



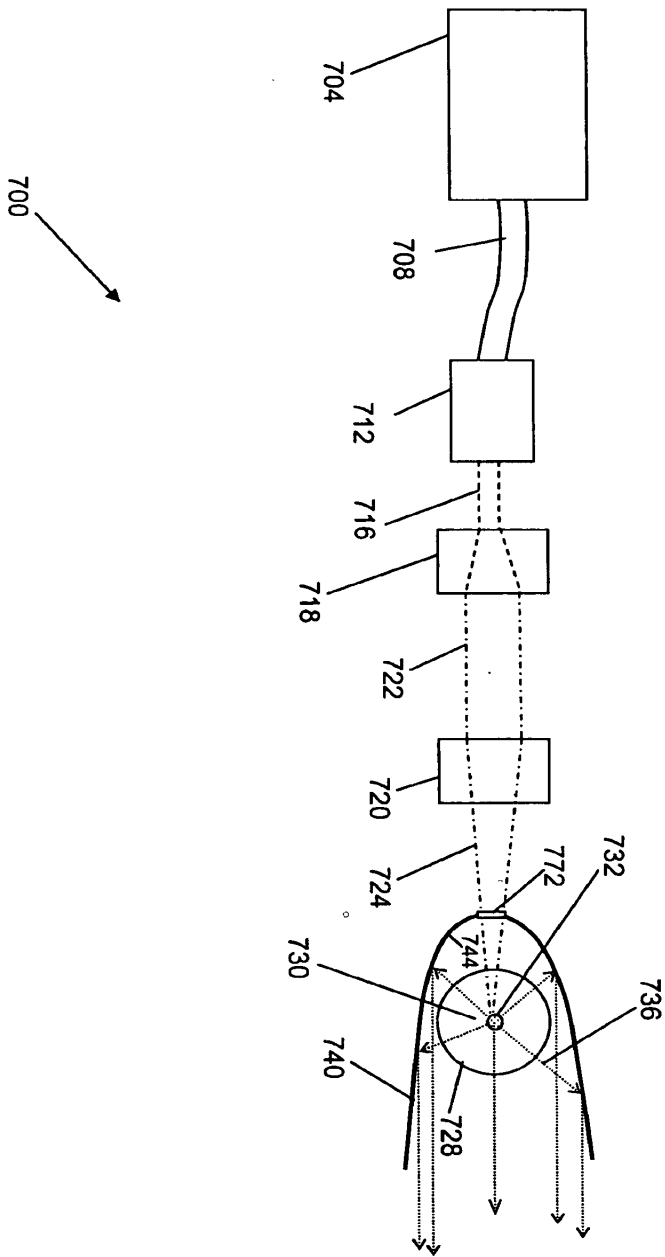
도면5



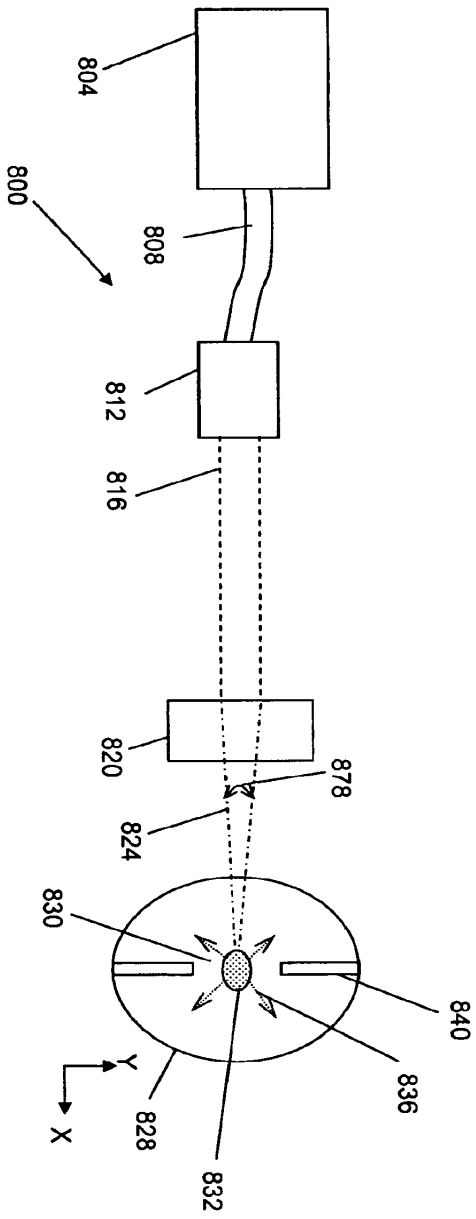
도면6



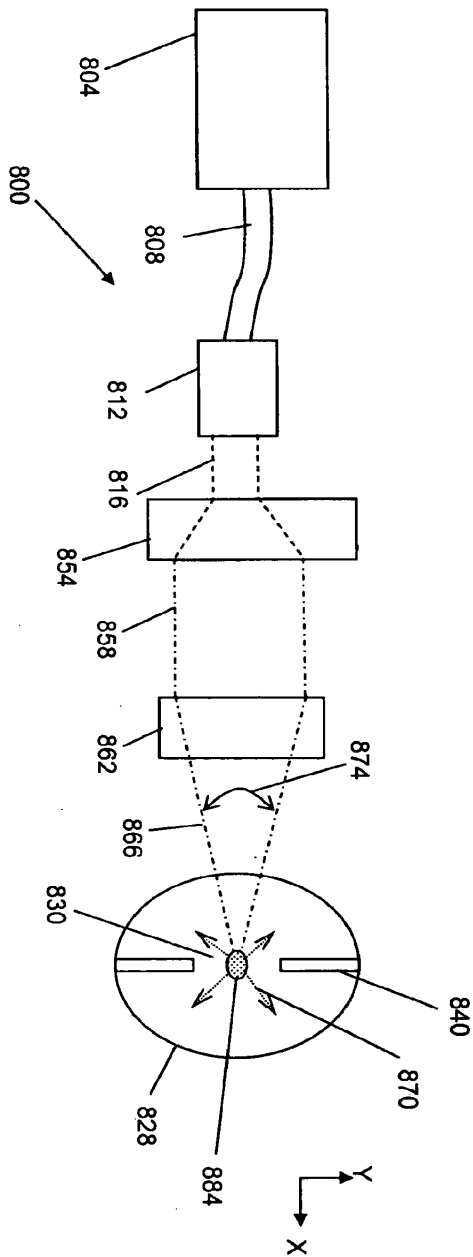
도면7



도면8a



도면8b



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 21, 41, 47, 66

【변경전】

플라즈마

【변경후】

레이저 유지 플라즈마

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 69, 74, 75, 84

【변경전】

플라즈마

【변경후】

레이저 유지 플라즈마

【직권보정 3】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 69

【변경전】

상기 레이저 전자기 에너지

【변경후】

상기 레이저의 전자기 에너지

【직권보정 4】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 49

【변경전】

상기 제 1 파장

【변경후】

상기 제1 세트의 파장

【직권보정 5】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 39, 47, 74, 84

【변경전】

상기 레이저 에너지

【변경후】

상기 레이저의 전자기 에너지