



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0088680
(43) 공개일자 2025년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 65/04 (2006.01) G01N 21/21 (2006.01)
H01J 61/02 (2006.01) H01J 61/33 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 65/04 (2013.01)
G01N 21/211 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7021123
(22) 출원일자(국제) 2023년05월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년06월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2023/022197
(87) 국제공개번호 WO 2023/224891
국제공개일자 2023년11월23일
(30) 우선권주장
63/344,412 2022년05월20일 미국(US)
17/890,813 2022년08월18일 미국(US)

(71) 출원인
케이엘에이 코퍼레이션
미국 캘리포니아 밀피타스 원 테크놀로지 드라이브 (우: 95035)
우시오덴키 가부시기가이샤
일본국 도쿄도 치요다구 마루노우치 1쵸메 6반 5
고
(72) 발명자
쿠마르 수미트
미국 95111 캘리포니아주 산 호세 카스 드라이브
3684
비텐베르크, 조슈아
미국 94536 캘리포니아주 프리몬트 #14 란초 아로
요 파크웨이 405
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

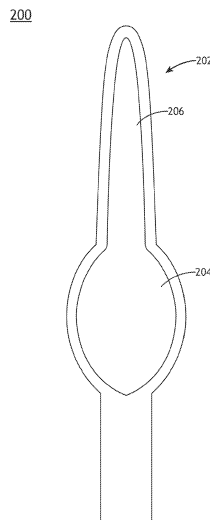
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 발명의 명칭 원추형 포켓 레이저 지속 플라즈마 램프

(57) 요약

검사 튜의 광대역 플라즈마 소스에서 사용하기 위한 플라즈마 램프가 개시된다. 플라즈마 램프는 가스를 격납하고 플라즈마 전구 내에 플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 전구를 포함한다. 플라즈마 전구는 플라즈마에 의해 방출되는 광대역 복사선의 적어도 일부분 및 펄스 레이저로부터의 조명에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성된다. 플라즈마 전구는 원추형 포켓을 포함한다. 원추형 포켓은 플라즈마로부터 상승하는 플러임을 방해하도록 구성된다.

대표도 - 도2a



(52) CPC특허분류

H01J 61/025 (2013.01)

H01J 61/33 (2013.01)

G01N 2021/213 (2013.01)

(72) 발명자

왕 마크 에스

미국 94582 캘리포니아주 샌 라몬 사턴리프 웨이
5545

싱 라지케샤르

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 원 테크놀로지
드라이브

가게바야시 요시오

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 원 테크놀로지
드라이브

노자키 신이치로

미국 95035 캘리포니아주 밀피타스 원 테크놀로지
드라이브

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 램프에 있어서,

가스를 격납(contain)하고 플라즈마 전구 내에 플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 전구 - 상기 플라즈마 전구는 상기 플라즈마에 의해 방출되는 광대역 복사선의 적어도 일부분 및 펄스 레이저로부터의 조명에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성됨 -

를 포함하고,

상기 플라즈마 전구는 원추형 포켓을 포함하고, 상기 원추형 포켓은 수렴 섹션 및 발산 원추형 섹션 중, 적어도 하나를 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 원추형 포켓은 상기 플라즈마로부터 상승하는 플럼(plume)을 방해하도록 구성되는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 원추형 포켓은 상기 플라즈마로부터 상기 플라즈마 전구의 하나 이상의 벽으로의 열 전달을 억제하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 플라즈마 전구는 바디를 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 원추형 포켓은 상기 플라즈마 전구의 상단 부분 상에 상기 플라즈마의 충돌 전에 상기 플라즈마로부터 상승하는 상기 플럼을 방해(disrupt)하기 위해 상기 바디와 통합되는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 바디는 타원형 섹션을 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 원추형 섹션은 불균일한 형상을 갖는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 원추형 섹션의 벽은 균일하지 않은 것인, 플라즈마 램프.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 원추형 섹션은 좁아지는 원추형 섹션과 통합된 직선 섹션을 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 원추형 섹션은 좁아지는 원추형 섹션과 통합된 넓어지는 원추형 섹션을 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 11

제1항에 있어서,
하나 이상의 금속 막대(metal rods)
를 더 포함하는, 플라즈마 램프.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 전구는 무전극(electrodeless)인 것인, 플라즈마 램프.

청구항 13

제1항에 있어서,
상기 전구 내에 배치된 하나 이상의 전극 - 상기 하나 이상의 전극은 상기 전구 내에서의 플라즈마 생성을 개시하도록 구성됨 -
을 포함하는, 플라즈마 램프.

청구항 14

제1항에 있어서, 가스 격납 구조물(gas containment structure) 내에 격납된 상기 가스는 Xe, Ar, Ne, Kr, He, N₂, H₂O, O₂, H₂, D₂, F₂, CF₆ 중 적어도 하나, 또는 Xe, Ar, Ne, Kr, He, N₂, H₂O, O₂, H₂, D₂, F₂, 및 CF₆ 중 적어도 2개의 혼합물을 포함하는, 플라즈마 램프.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 플라즈마 전구의 유리 재료는 용융 실리카 유리 재료를 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 16

플라즈마 램프에 있어서,
가스를 격납하고 플라즈마 전구 내에 플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 전구 - 상기 플라즈마 전구는 상기 플라즈마에 의해 방출되는 광대역 복사선의 적어도 일부분 및 펄스 레이저로부터의 조명에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성됨 -
를 포함하고,
상기 플라즈마 전구는 다단계 테이퍼드 포켓을 포함하고, 상기 다단계 테이퍼드 포켓은 일련의 좁아지는 단계형 섹션을 포함하는 것인, 플라즈마 램프.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 다단계 테이퍼드 포켓은 상기 플라즈마로부터 상승하는 플럼을 방해하도록 구성된 것인, 플라즈마 램프.

청구항 18

레이저 지속 플라즈마 광 소스(laser-sustained plasma light source)에 있어서,
일 체적의(a volume of) 가스를 격납하도록 구성된 플라즈마 전구;
광학 펌프를 생성하여 플라즈마 전구 내에 플라즈마를 지속시키도록 구성된 레이저 펌프 소스; 및
상기 플라즈마로부터 방출되는 광대역 광의 적어도 일부분을 수집하도록 구성된 광 수집기 엘리먼트 - 상기 플라즈마 전구는 상기 플라즈마에 의해 방출되는 광대역 복사선의 적어도 일부분 및 펄스 레이저로부터의 조명에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성되고, 상기 플라즈마 전구는 원추형 포켓을 포함하고, 상기 원추형 포켓은 수렴 섹션 또는 발산 원추형 섹션 중 적어도 하나를 포함함 -
를 포함하는, 레이저 지속 플라즈마 광 소스.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 원추형 포켓은 상기 플라즈마로부터 상승하는 플럼을 방해하도록 구성되는 것인, 레이저 지속 플라즈마 광 소스.

청구항 20

특성화 시스템(characterization system)에 있어서,

레이저 지속 광 소스로서,

일 체적의 가스를 격납하도록 구성된 플라즈마 전구,

광학 펌프를 생성하여 상기 플라즈마 전구 내에 플라즈마를 지속시키도록 구성된 레이저 펌프 소스,

상기 플라즈마로부터 방출되는 광대역 광의 적어도 일부분을 수집하도록 구성된 광 수집기 엘리먼트 - 상기 플라즈마 전구는 상기 플라즈마에 의해 방출되는 광대역 복사선의 적어도 일부분 및 펌프 레이저로부터의 조명에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성되고, 상기 플라즈마 전구는 원추형 포켓을 포함하고, 상기 원추형 포켓은 수렴 섹션 또는 발산 원추형 섹션 중 적어도 하나를 포함함 -

를 포함하는, 상기 레이저 지속 광 소스;

상기 레이저 지속 광 소스로부터의 광대역 광을 하나 이상의 샘플로 지향시키도록 구성된 조명 광학기 세트;

상기 하나 이상의 샘플로부터 나오는 광을 수집하도록 구성된 수집 광학기 세트; 및

검출기 어셈블리

를 포함하는, 특성화 시스템.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 원추형 포켓은 상기 플라즈마로부터 상승하는 플럼을 방해하도록 구성되는 것인, 특성화 시스템.

청구항 22

방법에 있어서,

펌프 조명을 생성하는 단계;

플라즈마 전구의 바디 내에 플라즈마를 유지하기 위해 상기 펌프 조명의 일부분을 상기 플라즈마 전구로 지향시키는 단계;

수렴 섹션 및 발산 원추형 섹션 중 적어도 하나를 포함하는 원추형 포켓을 이용하여, 상기 플라즈마로부터 상기 플라즈마 전구의 하나 이상의 벽으로의 열 전달을 감소시키기 위해 상기 플라즈마로부터 상승하는 플럼의 일부분 방해하는 단계; 및

상기 플라즈마로부터 방출되는 광대역 광의 일부분을 수집하고 상기 광대역 광의 일부분을 하나 이상의 하류 응용(downstream applications)으로 지향시키는 단계

를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호참조

[0002] 본 출원은, 2022년 5월 20일 제출되고 발명의 명칭이 TAPERED POCKET LASER-SUSTAINED PLASMA LAMP인 미국 가출원 일련 번호 제63/344,412호의 35 U.S.C. § 119(e) 하의 우선권을 주장하며, 이는 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 일반적으로 광대역 플라즈마 램프에 관한 것이며, 더 구체적으로, 플라즈마 전구 내의 대류 환경을 제어하기 위한 원추형 포켓을 갖는 플라즈마 전구가 장착된 광대역 플라즈마 램프에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 훨씬 작은 디바이스 피치를 갖는 집적 회로에 대한 요구가 증가되는 것이 계속됨에 따라, 이 훨씬 축소된 디바이스의 검사를 위해 사용되는 향상된 조명 소스에 대한 필요성이 커지는 것이 계속된다. 하나의 그러한 조명 소스는 고전력 광대역 광을 생성할 수 있는 레이저 지속 광대역 플라즈마(broadband plasma; BBP) 소스를 포함한다. 레이저 지속형 BBP 광원은, 아르곤 또는 제논과 같은 가스를, 플라즈마 상태로 여기시키고, 결국 광을 방출하기 위해, 레이저 복사선을 가스 격납 용기(gas containment vessel) 내에 격납된 가스 체적으로 포커싱함으로써 동작한다.

[0006] BBP 광 소스 내의 고온 플라즈마로부터 기원하는 플럼은 섭씨 수천 도의 온도를 갖는다. 더 낮은 밀도의 고온 플럼은 가스를 통해 상방으로 상승하고, 가속하며, 램프의 내부 표면 상에 충돌한다. 전형적으로, 고온 플럼은 램프의 방전 챔버의 상부 표면에 직접 충돌하도록 상승한다. 이 플라즈마 대류 플럼 현상은 충분히 생각하기 어려운 국부적 핫 스팟(hot spot) 영역을 생성한다. 플라즈마 램프는 일반적으로 열 전도성이 불량한 용융 실리카로 형성된다. 그 결과, 용융 실리카로 형성된 플라즈마 램프는 열을 효과적으로 분산하지 못하여 열 관리를 어렵게 만든다. 따라서, 이전 접근법들의 단점을 극복하는 플라즈마 램프 설계를 제공하는 것이 유리할 것이다.

발명의 내용

[0007] 플라즈마 램프가 개시된다. 실시예들에서, 플라즈마 램프는 가스를 격납(contain)하고 플라즈마 전구 내에 플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 전구를 포함한다. 실시예들에서, 플라즈마 전구는 플라즈마에 의해 방출되는 광대역 복사선의 적어도 일부분 및 펌프 레이저로부터의 조명에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성된다. 실시예들에서, 플라즈마 전구는 원추형 포켓을 포함하고, 원추형 포켓은 수렴 섹션 또는 발산 원추형 섹션 중 적어도 하나를 포함하고, 플라즈마로부터 상승하는 플럼을 방해하도록 구성된다. 실시예들에서, 플라즈마 램프는 레이저 지속 플라즈마(laser-sustained plasma; LSP) 광대역 광 소스 내에 통합된다. 실시예들에서, LSP 광대역 광 소스는 검사 시스템 또는 계측 시스템과 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 특성화 시스템 내에 통합된다.

[0008] LSP 광대역 광 소스 내의 플라즈마 전구와 플라즈마 사이의 열 전달을 감소시키는 방법이 개시된다. 실시예들에서, 방법은 펌프 조명을 생성하는 단계를 포함한다. 실시예들에서, 방법은 플라즈마 전구의 바디 내에 플라즈마를 유지하기 위해 펌프 조명의 일부분을 플라즈마 전구로 지향시키는 단계를 포함한다. 실시예들에서, 방법은, 플라즈마 전구의 원추형 포켓을 이용하여, 플라즈마로부터 플라즈마 전구의 하나 이상의 벽으로의 열 전달을 감소시키기 위해 플라즈마로부터 상승하는 플럼의 일부분을 방해하는 단계를 포함한다. 실시예들에서, 방법은 플라즈마로부터 방출된 광대역 광의 일부분을 수집하고 광대역 광의 일부분을 하나 이상의 하류 응용(downstream applications)으로 지향시키는 단계를 포함한다.

[0009] 이전의 일반적 설명 및 다음의 상세한 설명 둘 다가 예시적이고 설명을 위한 것에 불과하며 반드시 본 개시를 제한하는 것은 아니라는 점이 이해되어야 한다. 본 명세서에 포함되어 이의 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 개시의 내용을 예시한다. 다같이, 설명과 도면은 본 개시의 원리를 설명하도록 돕는다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 개시의 다수의 이점이 첨부 도면에 대한 참조에 의해 당업자에 의해 더 잘 이해될 수 있다.

도 1은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 원추형 포켓 플라즈마 램프가 장착된 LSP 광대역 광 소스(100)의 개략도를 예시한다.

도 2a 내지 도 2d는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 원추형 포켓을 갖는 플라즈마 전구의 일련의 간략화된 개략도를 예시한다.

도 2e는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 다단계 테이퍼드 포켓을 갖는 플라즈마 전구의 간략화된 개략도를 예시한다.

도 3은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 하나 이상의 전극을 갖는 플라즈마 전구의 간략화된 개략도를 예시한다.

도 4a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 플라스마 램프의 플라스마 전구에 대한 다양한 유형의 형상의 단면도를 예시한다.

도 4b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 도 4a에 도시된 플라스마 전구의 수직 거리를 따라 획득된 일련의 내부 표면 온도 곡선을 도시하는 그래프를 예시한다.

도 5는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1 내지 도 4b 중 임의의 도면에 예시된 LSP 광대역 광 소스를 구현하는 광학 특성화 시스템의 간략화된 개략도이다.

도 6는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1 내지 도 4b 중 임의의 도면에 예시된 LSP 광대역 광 소스를 구현하는 광학 특성화 시스템의 간략화된 개략도이다.

도 7은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 레이저 지속 플라스마 소스에서 플라스마 전구와 플라스마 사이의 열 전달을 감소시키는 방법을 도시하는 흐름도를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이제, 첨부한 도면에 예시된, 개시되는 주제에 대한 참조가 상세히 이루어질 것이다. 본 개시는 특히, 특정 실시예들 및 이들의 특정 피쳐들과 관련하여 구체적으로 도시되고 설명되었다. 여기에 서술되는 실시예에는 한정하는 것이 아니라 예시적인 것으로 간주된다. 본 개시의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 형태 및 상세에서의 다양한 변경들 및 수정들이 이루어질 수 있다는 점이 당업자들에게 쉬이 명백해야 한다.
- [0012] 본 개시의 실시예들은 광대역 플라스마 검사 튜의 광 소스 내에서 이용되는 플라스마 램프 내의 대류 환경을 제어하는데 적합한 플라스마 전구 설계를 갖는 플라스마 램프에 관한 것이다. 대류 제어는 플라스마의 개선된 대류 플럼에 의한 과도한 가열로부터 플라스마 전구의 방전 챔버의 벽을 보호한다. 이러한 제어는 가스 흐름의 유입을 허용하기 위해 넓은 목을 갖는 원추형 포켓 형상(예컨대, 수렴 및/또는 발산 원추형 섹션을 갖는 포켓 형상)으로 방전 챔버의 상부 부분을 성형함으로써 달성된다. 본 개시의 실시예들은 플럼이 플라스마 전구의 내부 표면과 접촉하는 영역을 더 확산시키는 플라스마 전구 설계에 관한 것이다. 예를 들어, 깊은 포켓의 원추형 형상은 플라스마 전구의 벽과 플라스마로부터의 추가 거리를 제공하고, 전구 벽과 접촉하기 전에 흐름이 파괴되고 무질서해지는 것을 보장한다. 흐름은 확산되고 플럼과 전구 벽 사이의 접촉 영역을 감소시키며, 벽으로의 열 전달을 감소시킴으로써 벽의 동작 온도를 감소시킨다.
- [0013] 도 1은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, LSP 광대역 광 소스(100)의 개략도를 예시한다. LSP 소스(100)는 플라스마 램프(102)를 포함한다. 플라스마 램프(102)는 가스를 격납하고 플라스마 전구(104) 내에 플라스마(106)를 생성하도록 구성된 플라스마 전구(104)를 포함한다. 실시예들에서, 플라스마 전구(104)는 원추형 포켓(108)을 포함한다. 원추형 포켓(108)은 플라스마(106)로부터 상승하는 플럼을 방해하도록 구성된다. 플라스마 전구(104)는, 펌프 소스(110)로부터의 조명(109) 및 플라스마(106)에 의해 방출되는 광대역 복사선(112)에 적어도 부분적으로 투명한 재료로 형성된다.
- [0014] 펌프 소스(110)는, 플라스마 전구(104) 내에 플라스마(106)를 지속시키기 위한, 광학 펌프로서 작용하는 조명(109)을 생성하도록 구성된다. 예를 들어, 펌프 소스(110)는, 플라스마(106)를 펌핑하는 데 적합한 레이저 조명의 빔을 방출할 수 있다. 실시예들에서, 광 수집기 엘리먼트(114)가 플라스마(106)를 점화하고/점화하거나 지속시키기 위해 광학 펌프(109)의 일 부분을 플라스마 전구(104)에 격납된 가스로 지향시키도록 구성된다. 펌프 소스(110)는, 플라스마를 점화하고/점화하거나 지속시키는 데 적합한 당업계에 공지된 임의의 펌프 소스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 펌프 소스(110)가 하나 이상의 레이저(예를 들어, 펌프 레이저)를 포함할 수 있다. 펌프 빔이 가시, IR 복사선, NIR 복사선, 및/또는 UV 복사선을 포함하지만 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 파장 또는 파장 범위의 복사선을 포함할 수 있다. 광 수집기 엘리먼트(114)(예를 들어, 거울)는, 플라스마(106)로부터 방출된 광대역 복사선(112)의 일부분을 수집하도록 구성된다. 플라스마(106)로부터 방출된 광대역 복사선(112)은, 하나 이상의 하류 응용(downstream applications)(예를 들어, 검사, 계측, 또는 리소그래피)에서의 사용을 위해 하나 이상의 추가 광학기(예를 들어, 콜드 미러(cold mirror)(116))를 통해 수집될 수 있다. LSP 광 소스(100)는, 하나 이상의 하류 응용 전에 광대역 복사선(112)을 컨디셔닝하기 위한 필터(118) 또는 균질화기(homogenizer)(120)와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 임의의 수의 추가 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 광 수집기 엘리먼트(114)는, 플라스마(106)에 의해 방출된 가시, NUV, UV, DUV, 및/또는 VUV 복사선 중 하나 이상을 수집하고 광대역 광(112)을 하나 이상의 하류 광학 엘리먼트로 지향시킬 수 있다. 예를 들어, 광 수집기 엘리먼트(114)는, 적외선, 가시, NUV, UV, DUV, 및/또는 VUV 복사선을 검사 튜, 계측 튜, 또는 리소그래피 튜와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 광학 특성화 시스템의 하류 광학 엘리먼트

에 전달할 수 있다. 이 점에서, 광대역 광(112)이 검사 툴, 계측 툴, 또는 리소그래피 툴의 조명 광학기에 결합될 수 있다.

[0015] 도 2a 내지 2d는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 플라즈마 램프(102)의 플라즈마 전구(104)에서 사용하기 위한 일련의 원추형 포켓 설계를 예시한다. 도 2a 내지 도 2d에 도시된 바와 같이, 본 개시의 원추형 포켓은 플라즈마로부터 상승하는 플럼의 방해(disruption)를 제공하기 위해 수렴 원추형 섹션 또는 수렴 원추형 섹션과 발산 원추형 섹션의 조합에 의해 형성될 수 있다.

[0016] 도 2a는 원추형 포켓(202)을 갖는 원추형 포켓 플라즈마 전구(200)를 예시한다. 원추형 포켓 플라즈마 전구(200)는 또한 바디(204)를 포함한다. 예를 들어, 바디(204)는 타원형 섹션을 포함할 수 있다. 실시예들에서, 원추형 포켓(202)은 플라즈마 전구(200)의 상단 부분 상의 플라즈마의 충돌 전에 플라즈마로부터 상승하는 플럼을 방해하기 위해 바디(204)와 통합된다. 이 실시예에서, 원추형 포켓(202)은 불균일한 형상을 갖는 원추형 섹션(206)을 포함한다(예컨대, 포켓을 가로지르는 직경은 수직 위치의 함수에 따라 변한다). 플라즈마 전구의 형상은 원추형 형상으로 엄격하게 제한되지 않는다는 점에 유의한다. 오히려, 도 2a에 도시된 바와 같이, 완전한 원추형 섹션으로부터 약간 벗어날 수 있고, 원하는 대로 내측 및/또는 외측 곡률을 포함할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 도 2b에 도시된 바와 같이, 원추형 포켓 전구(210)는 원추형 포켓(212)을 포함할 수 있고, 원추형 포켓(212)을 형성하는 플라즈마 전구(210)의 부분의 벽(214)은 불균일한 두께를 가질 수 있다(예컨대, 벽의 두께는 수직 위치의 함수에 따라 변한다). 대안적인 실시예에서, 도 2c에 도시된 바와 같이, 원추형 포켓 전구(220)는 좁아지는 원추형 섹션(226)(예컨대, 수렴 원추형 섹션)과 통합된 직선 섹션(224)으로 형성된 원추형 포켓(222)을 포함할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 도 2d에 도시된 바와 같이, 원추형 포켓 전구(230)는 좁아지는 원추형 섹션(236)(예컨대, 수렴 원추형 섹션)과 통합된 넓어지는 원추형 섹션(234)(예컨대, 발산 원추형 섹션)으로 형성된 원추형 포켓(232)을 포함할 수 있다. 대안적인 실시예에서, 도 2e에 도시된 바와 같이, 전구는 다단계 테이퍼드 포켓(240)을 포함할 수 있고, 일련의 단계(244)로 형성된 테이퍼드 포켓(242)을 포함할 수 있다. 단계(244)는 일련의 직선 섹션으로 형성될 수 있으며, 각각의 연속적인 섹션은 그 아래의 섹션보다 더 작은 직경을 갖는다.

[0017] 플라즈마 전구(200 내지 240)는 전극 없이 도시된다. 이 도시는 본 개시의 범위에 대한 제한으로서 해석되어서는 안된다는 점에 유의해야 한다. 오히려, 실시예들에서, 플라즈마 전구(200 내지 240) 각각은 전극을 갖거나 갖지 않고 제조될 수 있다. 도 3은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 전극(302)을 포함하는 원추형 포켓 플라즈마 전구(300)를 예시한다. 실시예들에서, 원추형 포켓 플라즈마 전구(300)는 하나의 전극 또는 다수의 전극(예컨대, 상단 및 하단 전극)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 전극은 금속 로드를 포함할 수 있다.

[0018] 일반적으로 도 2a 내지 도 3을 참조하면, 플라즈마 전구(102, 200, 210, 220, 230, 240, 및 300)는 플라즈마(106) 및/또는 펌프 광(109)에 의해 생성된 광대역 광(112)에 적어도 부분적으로 투명한, 당업계에 공지된 임의의 재료로 형성될 수 있다. 실시예들에서, 플라즈마 전구의 하나 이상의 송신 부분은 VUV 복사전, DUV 복사전, UV 복사전, NUV 복사전 및/또는 플라즈마 전구(104) 내에서 생성된 가시 광에 적어도 부분적으로 투명한 당업계에 공지된 임의의 재료로 형성될 수 있다. 또한, 플라즈마 전구의 하나 이상의 투과 부분은 펌프 소스(110)로부터의 IR 복사전, 가시 광 및/또는 UV 광에 적어도 부분적으로 투명한 당업계에 공지된 임의의 재료로 형성될 수 있다. 실시예들에서, 플라즈마 전구의 하나 이상의 송신 부분은 펌프 소스(110)(예컨대, IR 소스)로부터의 복사전과 플라즈마(106)에 의해 방출되는 복사전(예컨대, VUV, DUV, UV, NUV 복사전 및/또는 가시 광) 둘 다에 투명한 당업계에 공지된 임의의 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 플라즈마 전구 중 하나 이상은 용융 실리카 유리로 형성될 수 있다.

[0019] 플라즈마 전구는, 펌프 조명의 흡수시 플라즈마를 생성하는 데 적합한 당업계에 공지된 임의의 선택된 가스(예를 들어, 아르곤, 제논, 수은 등)를 격납할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)로부터 일 체적의 가스 내로의 펌프 조명(109)의 포커싱은, 플라즈마(106)를 생성하고/생성하거나 지속시키기 위해 에너지가 가스 격납 구조물 내의 가스 또는 플라즈마에 의해 (예를 들어, 하나 이상의 선택된 흡수 라인을 통해) 흡수되게 하고, 이에 의해 가스 종(gas species)을 "펌핑"한다. 소스(100)는 다양한 가스 환경에서 플라즈마(106)를 개시하고/개시하거나 지속시키기 위해 이용될 수 있다. 실시예들에서, 플라즈마(106)를 개시하고/개시하거나 유지하기 위해 사용되는 가스는 불활성 가스(예를 들어, 희가스 또는 비-희가스(non-noble gas)) 또는 비-불활성 가스(예를 들어, 수은)를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 플라즈마(106)를 개시하고/개시하거나 유지하기 위해 사용되는 가스는 가스들의 혼합물(예를 들어, 불활성 가스들의 혼합물, 비-불활성 가스와 불활성 가스의 혼합물, 또는 비-불활성 가스들의 혼합물)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 소스(100)에서의 구현에 적합한 가스는 Xe, Ar, Ne,

Kr, He, N₂, H₂O, O₂, H₂, D₂, F₂, CH₄, CF₆, 하나 이상의 금속 할로젠화물, 할로젠, Hg, Cd, Zn, Sn, Ga, Fe, Li, Na, Ar: Xe, ArHg, KrHg, XeHg, 및 이들의 임의의 혼합물을 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 본 개시는 플라스마 전구 내에 플라스마를 지속시키는 데 적합한 임의의 가스까지 확장되도록 해석되어야 한다.

[0020] 도 4a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 플라스마 램프의 플라스마 전구에 대한 다양한 유형의 형상의 단면도를 예시한다. 다양한 형상이 플럼 유동을 향상시키고 플라스마로부터의 열 에너지를 플라스마 전구의 내부 표면적의 더 큰 부분 위에 혼합하고 확산시키는 포켓들의 진행을 도시한다. 플라스마 전구(402)는 포켓을 포함하지 않으며, 베이스라인 "제어" 플라스마 전구를 나타낸다.

[0021] 플라스마 전구(404 및 406)는 각각 좁은 목과 넓은 목을 갖는 원통형 포켓을 포함한다. 계산 유체 역학(computational fluid dynamics; CFD) 시뮬레이션은 포켓의 "목"의 내부 직경이 주어진 포켓 길이에 대해 포켓 내부의 플럼 유동 역학에서 중요한 역할을 한다는 것을 예시한다. 전구(404)의 좁은 목은 포켓의 입구 근처의 플럼 유동을 방해하여 플럼이 소산되고 파괴되게 한다. 대조적으로, 플라스마 전구(406)의 넓은 목은 고온 플럼이 포켓의 상단에 도달할 때까지 대부분의 포켓 길이를 통해 교란되지 않고 상승할 수 있게 한다. 플라스마 전구(408)는 플라스마 전구(406)와 동일한 넓은 목을 갖는 원추형 포켓을 포함한다. 플라스마 전구(408)의 포켓의 원추형 형상은 최상부 전구 표면에 도달하기 전에 플럼 파괴를 보장한다. 원추형 형상은 또한 플라스마 전구(408)의 위로부터 강제된 제트들에 의해 보다 효과적인 냉각을 위해 더 유선형(streamlined)이 된다.

[0022] 도 4b는 전구(402 내지 408)의 수직 거리를 따라 획득된 일련의 내부 표면 온도 곡선(412 내지 418)을 각각 도시하는 그래프(410)를 예시한다. 전구의 내부 온도는 수직 거리의 함수로서 전구의 수직 축을 따라 원주방향으로 평균화된다는 점에 유의한다. 포켓이 없는 제어 전구(402)는, 플럼이 상단 표면에 정상적으로 충돌하여 영역 I에서 국부적인 핫 스팟을 생성하기 때문에 최고 내부 유리 온도를 보여준다.

[0023] 깊은 포켓을 갖는 플라스마 전구는 플럼 유동 역학의 결과로서 가장 뜨거운 영역이 상방으로 이동한 온도 분포를 나타낸다. 플라스마 전구(404)의 경우, 좁은 목을 갖는 원통형 포켓을 갖고, 플럼은 영역 I에서 포켓 경계와 상호작용하며, 곡선(414)에 도시된 바와 같은, 온도의 크기는, 곡선(412)에 도시된 바와 같은, 제어 플라스마 전구(402)에 비해 훨씬 작다. 그러나, 플라스마 전구(404)의 경우 열 에너지는 작은 표면적 위에 소산되어, 외부 강제된 대류에 의해 효과적으로 냉각되는 것이 더 어렵다는 점에 유의한다. 넓은 목을 갖는 플라스마 전구(406)의 경우, 플럼은 포켓 길이를 통해 이동하지만, 또한 영역 II에서 최상부 표면에 핫 스팟 영역을 생성한다. 최상부 곡면에서의 정상적인 플럼 충돌로 인해, 곡선(416)에 도시된 바와 같은, 플라스마 전구(406)에 대한 고온 영역 온도는 곡선(414)에 도시된 바와 같은, 플라스마 전구(404)보다 높다. 원추형 포켓을 갖는 플라스마 전구(408)의 경우, 넓은 목은 포켓 내로의 방해받지 않는 플럼의 캡처를 가능하게 하고, 원추형 형상은 온도 곡선(418)에 의해 지지되는 바와 같이 영역 II 아래의 유동을 파괴하고 소산시킨다.

[0024] 플라스마 전구(408)의 원추형 깊은 포켓 설계는 플라스마 전구 내에서 가장 효과적인 대류 제어를 제공하여, 다른 설계와 비교하여 전구 벽으로의 대류 열 전달을 감소시키고, 램프 작동을 위한 가장 안전한 조건을 가능하게 한다. 본 개시의 범위는 도 4a의 원추형 플라스마 전구(408)로 제한되지 않는다는 점에 유의한다. 오히려, 본원에서 이전에 논의된 바와 같이, 원추형 플라스마 전구(408)는 원추형 플라스마 설계의 하나의 예를 나타낸다. 본 개시의 다양한 원추형 설계는 본원에서 이전에 개술된 원추형 형상의 설계와 동일하거나 유사한 이점을 제공할 수 있다는 것이 본원에서 인식된다.

[0025] 일반적으로 도 1 내지 도 4b를 참조하면, 펌프 소스(110)는 플라스마를 지속시키기 위한 광학 펌프로써 역할을 할 수 있는 당업계에 공지된 임의의 레이저 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 펌프 소스(110)는, 전자기 스펙트럼의 적외, 가시 및/또는 자외 부분에서 복사선을 방출할 수 있는 당업계에 공지된 임의의 레이저 시스템을 포함할 수 있다.

[0026] 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 연속파(continuous wave; CW) 레이저 복사선을 방출하도록 구성된 레이저 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 펌프 소스(110)는 하나 이상의 CW 적외선 레이저 소스를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 플라스마(106)에 실질적으로 일정한 전력으로 레이저 광을 제공하도록 구성된 하나 이상의 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 변조된 레이저 광을 플라스마(106)에 제공하도록 구성된 하나 이상의 변조된 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 펄스형 레이저 광을 플라스마에 제공하도록 구성된 하나 이상의 펄스형 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 하나 이상의 다이오드 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 이온 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 하나 이상의 주파수 변환 레이저 시스템을 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 디스크 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 파이버 레이저

를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 광대역 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 하나 이상의 논-레이저 시스템을 포함할 수 있다.

[0027] 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 2개 이상의 광 소스를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 펌프 소스(110)는 2개 이상의 레이저를 포함할 수 있다. 예를 들어, 펌프 소스(110)(또는 "소스")는 다중 다이오드 레이저를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 2개 이상의 레이저 각각은 소스(100) 내의 가스 또는 플라즈마의 상이한 흡수 라인에 튜닝된 레이저 복사선을 방출할 수 있다.

[0028] 광 수집기 엘리먼트(114)가 플라즈마 생산의 분야에 알려진 임의의 광 수집기 엘리먼트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광 수집기 엘리먼트(114)는 하나 이상의 타원형 반사기, 하나 이상의 구형 반사기, 및/또는 하나 이상의 포물선형 반사기를 포함할 수 있다. 광 수집기 엘리먼트(114)는 플라즈마 기반 광대역 광 소스의 분야에 알려진 플라즈마(106)로부터 임의의 파장의 광대역 광을 수집하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광 수집기 엘리먼트(114)는 플라즈마(106)로부터 적외, 가시, UV, NUV, VUV 및/또는 DUV 광을 수집하도록 구성될 수 있다.

[0029] 도 5는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1 내지 도 4b 중 임의의 도면(또는 이들의 임의의 조합)에 예시된 LSP 광대역 광 소스(100)를 구현하는 광학 특성화 시스템(500)의 개략도이다.

[0030] 본원에서 시스템(500)은 당업계에 공지된 임의의 이미징, 검사, 계측, 리소그래피, 또는 다른 특성화/제조 시스템을 포함할 수 있다는 점에 주목된다. 이 점에서, 시스템(500)은 샘플(507)에 대한 검사, 광학 계측, 리소그래피, 및/또는 이미징을 수행하도록 구성될 수 있다. 샘플(507)은 웨이퍼, 레티클/포토마스크 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 샘플을 포함할 수 있다. 시스템(500)은 본 개시 전반에 걸쳐 설명된 LSP 광대역 광 소스(100)의 다양한 실시예 중 하나 이상을 통합할 수 있다는 점에 주목된다.

[0031] 실시예들에서, 샘플(507)은 샘플(507)의 이동을 용이하게 하도록 스테이지 어셈블리(512) 상에 배치된다. 스테이지 어셈블리(512)는 X-Y 스테이지, R- θ 스테이지 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 스테이지 어셈블리를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 스테이지 어셈블리(512)는 샘플(507) 상의 포커스를 유지하기 위해 검사 또는 이미징 동안 샘플(507)의 높이를 조정할 수 있다.

[0032] 실시예들에서, 조명 광학기 세트(503)는 광대역 광 소스(100)로부터의 조명을 샘플(507)로 지향시키도록 구성된다. 조명 광학기 세트(503)는 당업계에 공지된 임의의 수 및 유형의 광학 컴포넌트를 포함할 수 있다. 실시예들에서, 조명 광학기 세트(503)는 하나 이상의 렌즈(502), 빔 스플리터(504), 및 대물 렌즈(506)와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 하나 이상의 광학 엘리먼트를 포함한다. 이 점에서, 조명 광학기 세트(503)는 LSP 광대역 광 소스(100)로부터의 조명을 샘플(507)의 표면 상으로 포커싱하도록 구성될 수 있다. 하나 이상의 광학 엘리먼트는 하나 이상의 거울, 하나 이상의 렌즈, 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 격자, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 빔 스플리터 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 광학 엘리먼트 또는 광학 엘리먼트의 조합을 포함할 수 있다.

[0033] 실시예들에서, 수집 광학기 세트(505)는 샘플(507)로부터 반사되고, 산란되고, 회절되고/회절되거나 방출되는 광을 수집하도록 구성된다. 실시예들에서, 포커싱 렌즈(510)와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 수집 광학기 세트(505)가 샘플(507)로부터의 광을 검출기 어셈블리(514)의 센서(516)로 지향시키고/지향시키거나 포커싱할 수 있다. 센서(516) 및 검출기 어셈블리(514)는 당업계에 공지된 임의의 센서 및 검출기 어셈블리를 포함할 수 있다는 점에 주목된다. 예를 들어, 센서(516)는 전하 결합 디바이스(charge-coupled device; CCD) 검출기, 상보형 금속 산화물 반도체(complementary metal-oxide semiconductor; CMOS) 검출기, 시간 지연 적분(time-delay integration; TDI) 검출기, 광증배관(photomultiplier tube; PMT), 애벌란시 광다이오드(avalanche photodiode; APD) 등을 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 센서(516)가 라인 센서 또는 전자 충격 라인 센서를 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0034] 실시예들에서, 검출기 어셈블리(514)가 하나 이상의 프로세서(520) 및 메모리 매체(522)를 포함하는 제어기(518)에 통신가능하게 결합된다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(520)는 메모리(522)에 통신 가능하게 결합될 수 있으며, 하나 이상의 프로세서(520)는 메모리(522) 상에 저장된 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성된다. 실시예들에서, 하나 이상의 프로세서(520)가 검출기 어셈블리(514)의 출력을 분석하도록 구성된다. 실시예들에서, 프로그램 명령어들의 세트는 하나 이상의 프로세서(520)가 샘플(507)의 하나 이상의 특성을 분석하게 하도록 구성된다. 실시예들에서, 프로그램 명령어들의 세트는, 샘플(507) 및/또는 센서(516)에 대한 포커스를 유지하기 위해 하나 이상의 프로세서(520)가 시스템(500)의 하나 이상의 특성을 수정하게 하도록 구성된다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(520)는, LSP 광대역 광 소스(100)로부터의 조명을 샘플(507)의 표면 상으로

포커싱하기 위해 대물 렌즈(506) 또는 하나 이상의 광학 엘리먼트를 조정하도록 구성될 수 있다. 다른 예시에 의해, 하나 이상의 프로세서(520)는, 샘플(507)의 표면으로부터의 조명을 수집하고 수집된 조명을 센서(516) 상에 포커싱하기 위해 대물 렌즈(506) 및/또는 하나 이상의 광학 엘리먼트(502)를 조정하도록 구성될 수 있다.

- [0035] 시스템(500)은 암시야 구성(dark-field configuration), 명시야 배향(bright-field orientation) 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 광학 구성으로 구성될 수 있다는 점에 주목된다.
- [0036] 도 6은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 반사계측 및/또는 타원계측 구성으로 배열된 광학 특성화 시스템(600)의 간략화된 개략도를 예시한다. 도 1 내지 도 5와 관련하여 설명된 다양한 실시예 및 컴포넌트가 도 6의 시스템까지 확장되도록 해석될 수 있고, 그 반대도 마찬가지라는 점에 주목된다. 시스템(600)은 당업계에 공지된 임의의 유형의 계측 시스템을 포함할 수 있다.
- [0037] 실시예들에서, 시스템(600)은 LSP 광대역 광 소스(100), 조명 광학기 세트(616), 수집 광학기 세트(618), 검출기 어셈블리(628), 및 제어기(518)를 포함한다.
- [0038] 이 실시예들에서, LSP 광대역 광 소스(100)로부터의 광대역 조명이 조명 광학기 세트(616)를 통해 샘플(607)로 지향된다. 실시예들에서, 시스템(600)은 샘플(607)로부터 나오는 조명을 수집 광학기 세트(618)를 통해 수집한다. 조명 광학기 세트(616)는 광대역 빔을 수정하고/수정하거나 컨디셔닝하는 데 적합한 하나 이상의 빔 컨디셔닝 컴포넌트(620)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 빔 컨디셔닝 컴포넌트(620)는 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 빔 스플리터, 하나 이상의 확산기, 하나 이상의 균질화기, 하나 이상의 아포다이저(apodizer), 하나 이상의 빔 성형기, 또는 하나 이상의 렌즈를 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0039] 실시예들에서, 조명 광학기 세트(616)는 샘플 스테이지(612) 상에 배치된 샘플(607) 상으로 빔을 포커싱하고/포커싱하거나 지향시키기 위해 제1 포커싱 엘리먼트(622)를 이용할 수 있다. 실시예들에서, 수집 광학기 세트(618)는 샘플(607)로부터의 조명을 수집하기 위한 제2 포커싱 엘리먼트(626)를 포함할 수 있다.
- [0040] 실시예들에서, 검출기 어셈블리(628)는 샘플(607)로부터 나오는 조명을 수집 광학기 세트(618)를 통해 캡처하도록 구성된다. 예를 들어, 검출기 어셈블리(628)는 샘플(607)로부터 (예를 들어, 정반사(specular reflection), 확산 반사 등을 통해) 반사되거나 산란되는 조명을 수신할 수 있다. 다른 예시에 의해, 검출기 어셈블리(628)는 샘플(607)에 의해 생성되는 조명(예를 들어, 빔의 흡수와 연관된 발광(luminescence) 등)을 수신할 수 있다. 검출기 어셈블리(628)가 당업계에 공지된 임의의 센서 및 검출기 어셈블리를 포함할 수 있다는 점에 주목된다. 예를 들어, 센서가 CCD 검출기, CMOS 검출기, TDI 검출기, PMT, APD 등을 포함할 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0041] 수집 광학기 세트(618)는, 하나 이상의 렌즈, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 편광기, 또는 하나 이상의 위상 플레이트(phase plate)를 포함하지만 이에 제한되지 않는, 제2 포커싱 엘리먼트(626)에 의해 수집된 조명을 지향시키고/지향시키거나 수정하기 위한 임의의 수의 수집 빔 컨디셔닝 엘리먼트(630)를 더 포함할 수 있다.
- [0042] 시스템(600)은, 하나 이상의 조명 각도를 갖는 분광 타원계, (회전 보상기를 사용하여) 뮐러(Mueller) 행렬 엘리먼트를 측정하기 위한 분광 타원계, 단파장 타원계, 각도 분해 타원계(예를 들어, 빔 프로파일 타원계), 분광 반사계, 단파장 반사계, 각도 분해 반사계(예를 들어, 빔 프로파일 반사계), 이미징 시스템, 동공 이미징 시스템, 스펙트럴 이미징 시스템, 산란계와 같은, 그러나 이에 제한되지 않는, 당업계에 공지된 임의의 유형의 계측 툴로서 구성될 수 있다.
- [0043] 본 개시의 다양한 실시예들에서의 구현에 적합한 검사/계측 툴들의 설명은, 2011년 6월 7일에 발행된 "Split Field Inspection System Using Small Catadioptric Objectives"라는 명칭의 미국 특허 제7,957,066호; 2018년 3월 18일에 발행된 "Beam Delivery System for Laser Dark-Field Illumination in a Catadioptric Optical System"이라는 명칭의 미국 특허 제7,345,825호; 1999년 12월 7일에 발행된 "Ultra-broadband UV Microscope Imaging System with Wide Range Zoom Capability"이라는 명칭의 미국 특허 제5,999,310호; 2009년 4월 28일에 발행된 "Surface Inspection System Using Laser Line Illumination with Two Dimensional Imaging"이라는 명칭의 미국 특허 제7,525,649호; 2016년 1월 5일에 발행된 "Dynamically Adjustable Semiconductor Metrology System"이라는 명칭의 미국 특허 제9,228,943호, 1997년 3월 4일에 발행된 Piwonka-Corle 등에 의한, "Focused Beam Spectroscopic Ellipsometry Method and System"이라는 명칭의 미국 특허 제5,608,526호; 및 2001년 10월 2일에 발행된 "Apparatus for Analyzing Multi-Layer Thin Film Stacks on Semiconductors"라는 명칭의 미국 특허 제6,297,880호에 제공되고, 이들 특허 각각은 그 전체가 참조에 의해 본원에 포함된다.

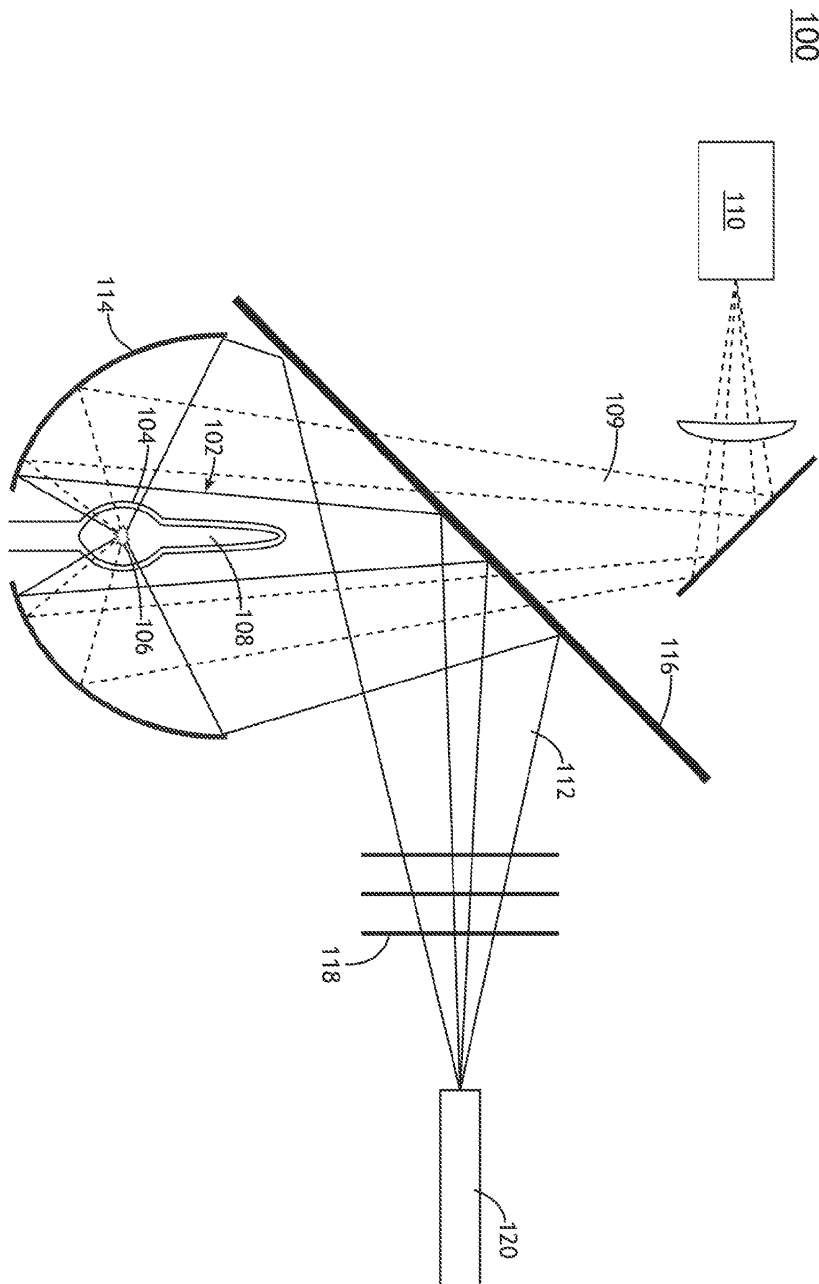
- [0044] 도 7은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 레이저 지속 플라스마 소스에서 플라스마 전구와 플라스마 사이의 열 전달을 감소시키는 방법(700)을 도시하는 흐름도를 예시한다. 단계(702)에서, 펌프 조명이 생성된다. 단계(704)에서, 펌프 조명의 일부분이 플라스마 전구의 바디 내에 플라스마를 유지하기 위해 플라스마 전구로 지향된다. 단계(706)에서, 플라스마로부터 플라스마 전구의 하나 이상의 벽으로의 열 전달을 감소시키기 위해, 플라스마 전구의 원추형 포켓을 이용하여 플라스마로부터 상승하는 플럼의 일부분이 방해된다. 단계(708)에서, 플라스마로부터 방출된 광대역 복사선의 일부분이 수집된 후 하나 이상의 하류 응용으로 지향된다.
- [0045] 위에서 설명된 방법의 실시예 각각이 본원에서 설명되는 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수 있다는 점이 또한 고려된다. 또한, 위에서 설명된 방법의 실시예 각각이 본원에서 설명된 시스템 중 임의의 시스템에 의해 수행될 수 있다.
- [0046] 당업자는, 본원에서 설명된 컴포넌트들, 동작들, 디바이스들, 객체들, 및 이들을 수반한 논의가 개념적 명확성을 위해 예시들로서 사용되는 점 및 다양한 구성 수정들이 고려된다는 점을 인식할 것이다. 결론적으로, 본원에서 사용된 바와 같이, 제시된 특정 예시 및 수반된 논의가 이의 더 일반적인 클래스를 나타내기 위해 의도된다. 일반적으로, 임의의 특정 예시의 사용은 그의 클래스를 대표하고자 하는 것이며, 특정 컴포넌트, 동작, 디바이스, 및 객체가 포함되지 않는 것이 한정하는 것으로 간주되어서는 안된다.
- [0047] 본원에서의 실질적으로 임의의 복수 및/또는 단수 용어들의 사용과 관련하여, 당업자는 맥락 및/또는 응용에 적절함에 따라 복수로부터 단수로 그리고/또는 단수로부터 복수로 변환할 수 있다. 다양한 단수형/복수형 순열은 명확하게 하기 위해 여기에 명시적으로 서술되지 않는다.
- [0048] 본원에서 설명된 주제는 때에 따라, 다른 컴포넌트 내에 포함되거나, 다른 컴포넌트와 연결된 상이한 컴포넌트를 예시한다. 이러한 도시된 아키텍처는 단지 예시적인 것이며, 동일 기능을 달성하는 사실상 많은 다른 아키텍처가 구현될 수 있다는 것을 이해하여야 할 것이다. 개념적 의미에서, 동일한 기능을 달성하기 위한 컴포넌트의 임의의 배열이 원하는 기능이 달성되도록 효율적으로 "연관된다". 따라서, 특정 기능을 달성하기 위해 조합된 본원의 임의의 2개의 컴포넌트가 아키텍처 또는 중간 컴포넌트에 관계없이 원하는 기능이 달성되도록 서로 "연관된 것"으로서 보여질 수 있다. 마찬가지로, 그리 연관된 임의의 2개의 컴포넌트는 또한, 원하는 기능을 달성하기 위해 서로에 "연결된" 또는 "결합된" 것으로 볼 수 있고, 그리 연관될 수 있는 임의의 2개의 컴포넌트는 원하는 기능을 달성하도록 서로에 "결합가능한" 것으로 볼 수 있다. 결합가능한 것의 구체적 예는, 물리적으로 결합가능한 그리고/또는 물리적으로 상호작용하는 컴포넌트, 및/또는 무선 상호작용가능한 그리고/또는 무선 상호작용하는 컴포넌트, 및/또는 논리적으로 상호작용하는 그리고/또는 논리적으로 상호작용가능한 컴포넌트를 포함하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 또한, 본 발명이 첨부된 청구범위에 의해 정의된다는 점이 이해되어야 한다. 당해 기술 분야에서의 숙련자라면, 일반적으로, 여기에서 그리고 구체적으로 첨부된 청구항에서 사용되는 용어(예컨대, 첨부된 청구항의 본문)는 일반적으로 "개방형(open)" 용어로서 의도됨을 이해할 것이다(예컨대, 용어 "포함하는"은 "포함하지만 이에 한정되는 것은 아님"으로서 해석되어야 하고, 용어 "갖는"은 "적어도 갖는"으로서 해석되어야 하고, 용어 "포함한다"는 "포함하지만 이에 한정되는 것은 아니다"로서 해석되어야 하며, 등등). 당해 기술 분야에서의 숙련자라면 또한, 특정 수의 도입 청구항 인용이 의도되는 경우, 이러한 의도는 명시적으로 청구항에 인용될 것이고 이러한 인용이 없다면 이러한 의도가 없다는 것을 더 알 것이다. 예를 들어, 이해를 돕기 위한 것으로서, 다음의 첨부된 청구항은 청구항 인용을 도입하기 위해 도입 문구 "적어도 하나의" 및 "하나 이상의"의 사용을 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 어구의 사용은, 동일 청구항이 서두 어구 "하나 이상" 또는 "적어도 하나" 및 "a" 또는 "an" 과 같은 부정관사 (예를 들어, "a" 및/또는 "an" 은 "적어도 하나" 또는 "하나 이상" 을 의미하도록 해석되어야 한다)를 포함할 때에도, 부정관사 "a" 또는 "an" 에 의한 청구항 기재의 도입이 이렇게 도입된 청구항 기재를 포함하는 임의의 특정 청구항을 하나의 이러한 기재만을 포함하는 실시형태들로 한정한다는 것을 내포하는 것으로 해석되어서는 안되며; 청구항 기재를 도입하는 데 사용되는 정관사의 사용에 대해서도 동일하게 유효하다. 또한, 특정 수의 도입된 청구항 인용이 명시적으로 인용되더라도, 당업자는, 일반적으로 그러한 인용이 적어도 인용된 수를 의미하는 것(예를 들어, 다른 수식어가 없는 "2개의 인용"의 단순한 인용은 일반적으로 적어도 2개의 인용, 또는 2개 이상의 인용을 의미함)으로 해석되어야 함을 인식할 것이다. 또한, "A, B, 및 C 등"의 적어도 하나와 유사한 관례가 사용되는 경우에, 일반적으로 이러한 구성은 당업자가 그 관례를 이해할 의미로 의도된다(예컨대, "A, B, 및 C 등의 적어도 하나를 갖는 시스템"은 A 단독, B 단독, C 단독, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 그리고/또는 A, B, 및 C를 함께 갖는 시스템, 등을 포함할 것이지만 이에 한정되는 것은 아님). "A, B, 또는 C 등"의 적어도 하나와 유사한 관례가 사용되는 경우에, 일반적으로 이러한 구성은 당업자가 그 관례를 이해할 의미로 의도된다(예컨대, "A, B, 또는 C 등의 적어도 하나를 갖는

시스템"은 A 단독, B 단독, C 단독, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 그리고/또는 A, B, 및 C를 함께 갖는 시스템, 등을 포함할 것이지만 이에 한정되는 것은 아님). 또한 당업자라면, 사실상 임의의 분리형 단어(disjunctive word) 및/또는 둘 이상의 대체 용어를 제시하는 문구는, 명세서, 청구항 또는 도면 어디에서든, 용어 중의 하나, 용어 중의 어느 하나, 또는 용어 전부를 포함하는 가능성을 고려하는 것으로 이해하여야 함을 알 것이다. 예를 들어, 문구 "A 또는 B"는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

[0050] 본 개시 및 그 수반되는 많은 이점들이 이전의 설명에 의해 이해될 것으로 믿어지며, 개시된 주제를 벗어나지 않거나 또는 그 모든 재료 이점들을 희생하지 않고 컴포넌트들의 형태, 구성 및 배열에서 다양한 변경들이 이루어질 수 있다는 점이 명백해질 것이다. 설명된 형태는 예시적일 뿐이며, 그러한 변경들을 망라하고 포함하는 것이 다음의 청구범위의 의도이다. 또한, 첨부된 청구범위에 의해 본 발명이 정의된다는 것이 이해되어야 한다.

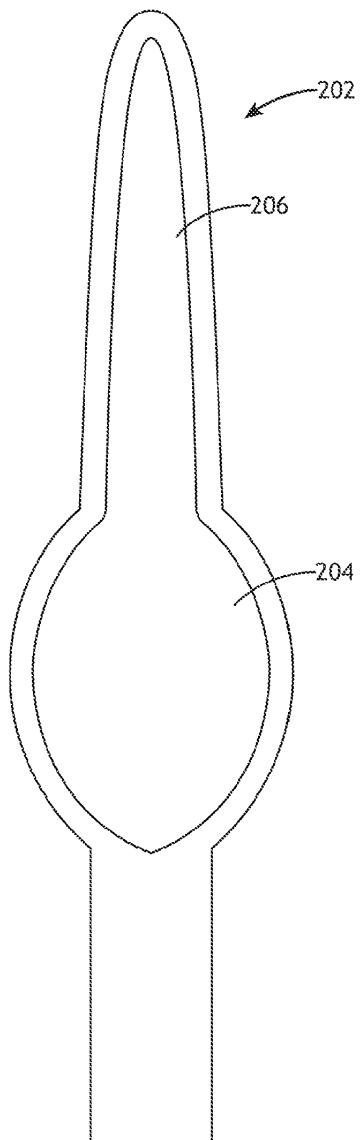
도면

도면1



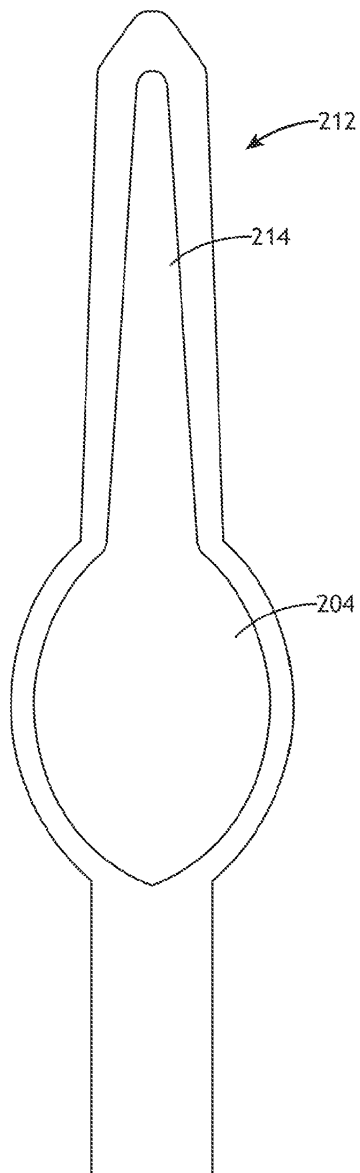
도면2a

200



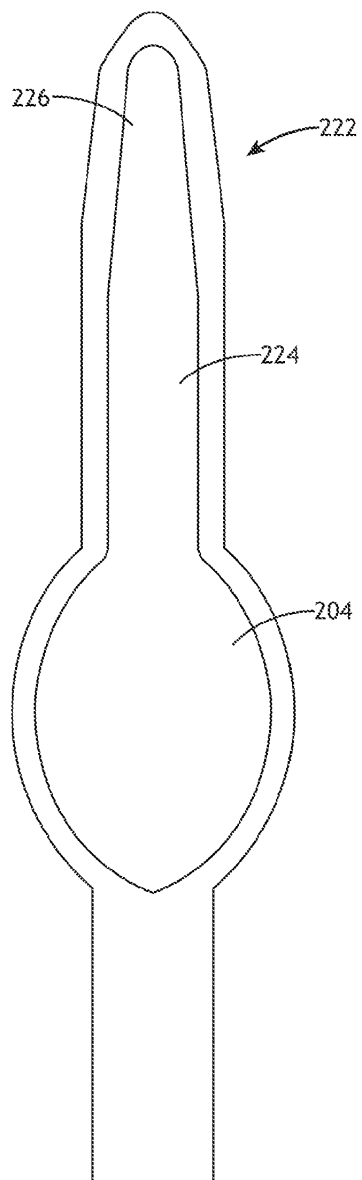
도면2b

210



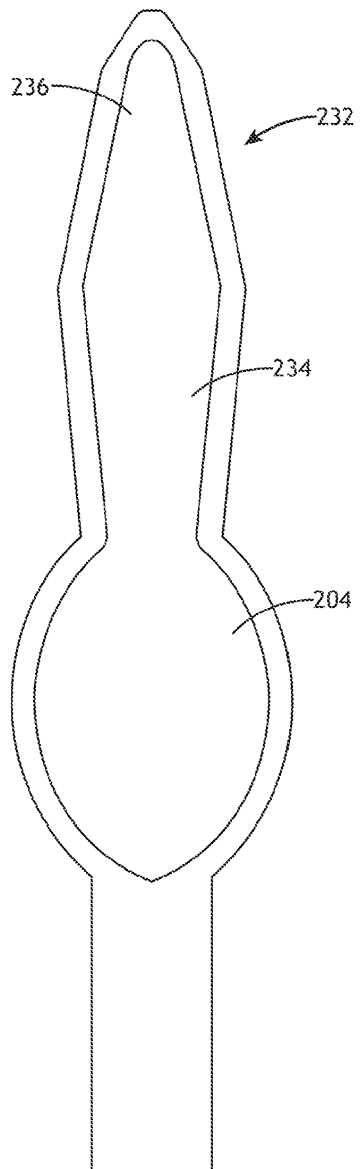
도면2c

220



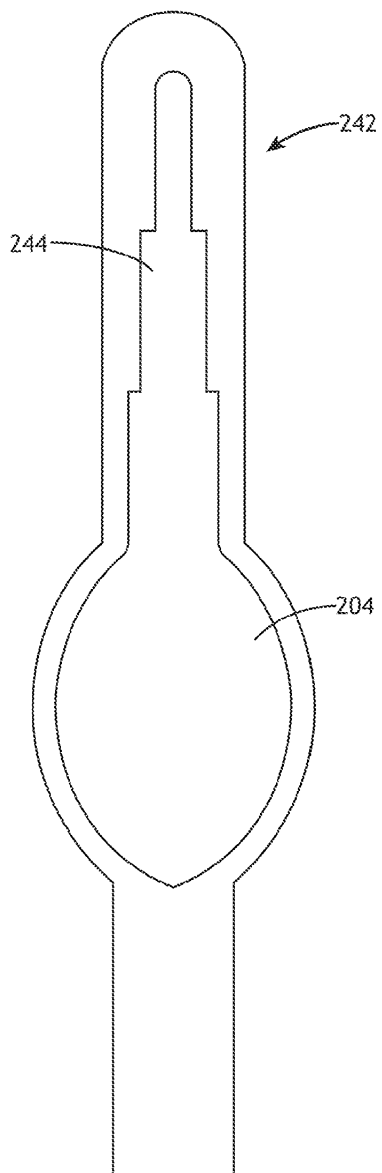
도면2d

230



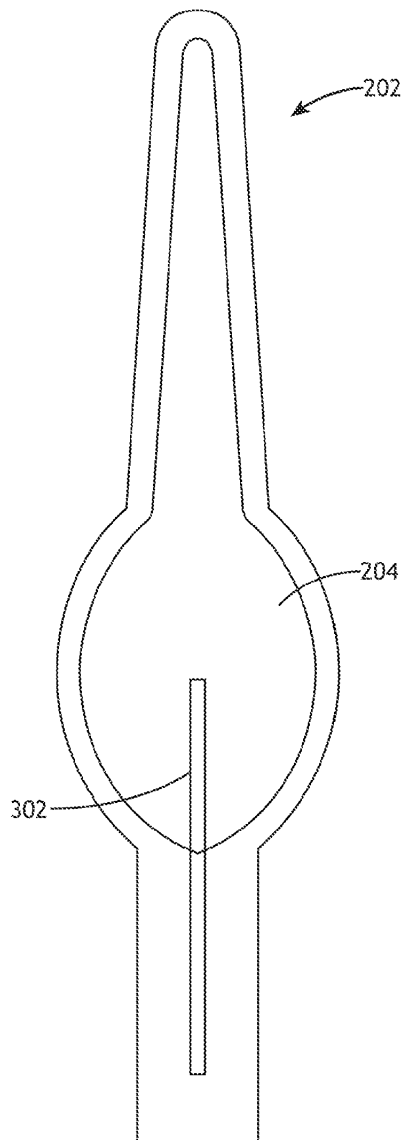
도면2e

240

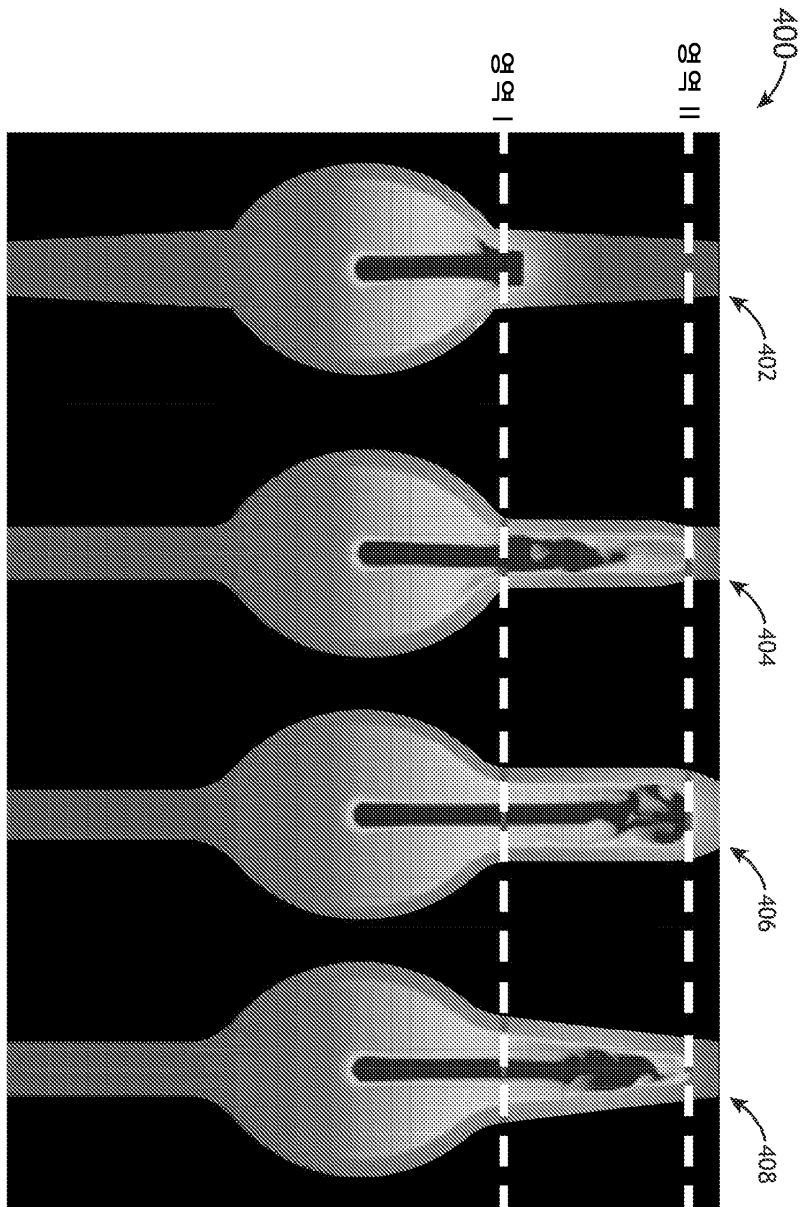


도면3

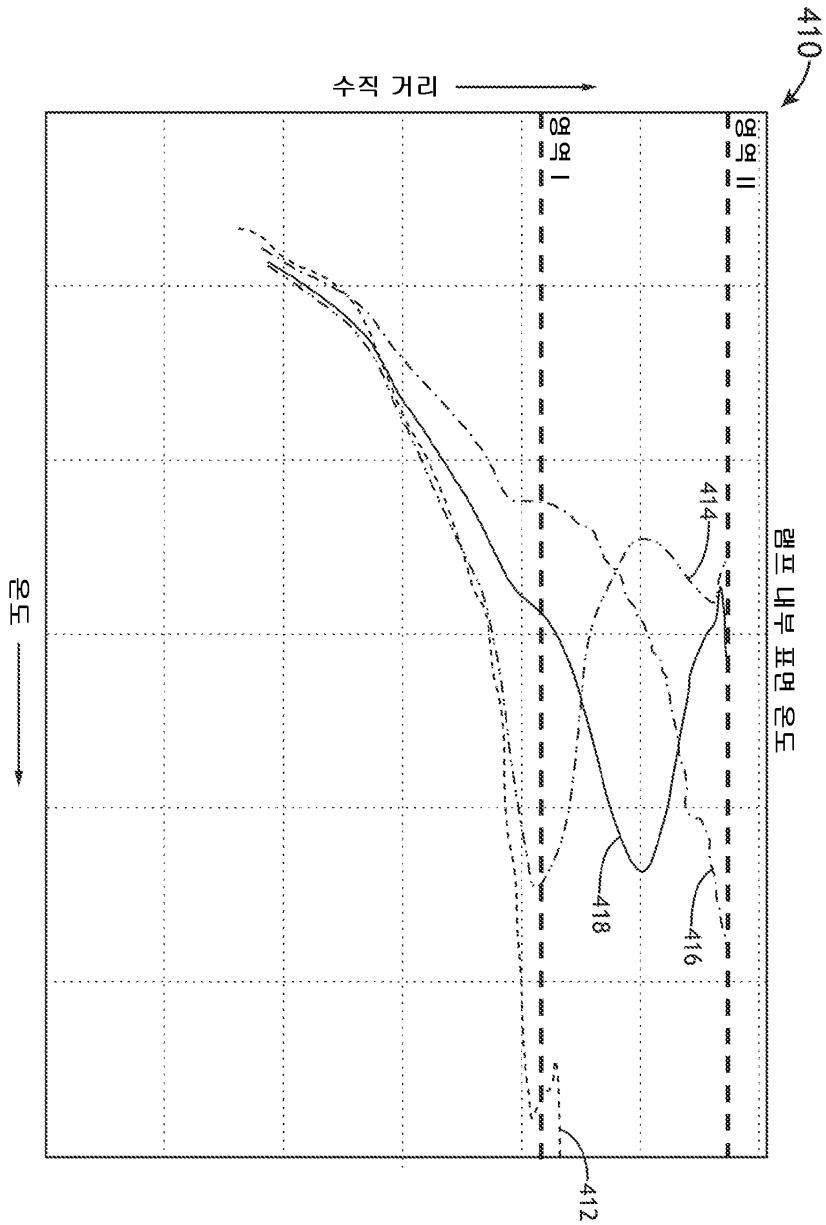
300



도면4a

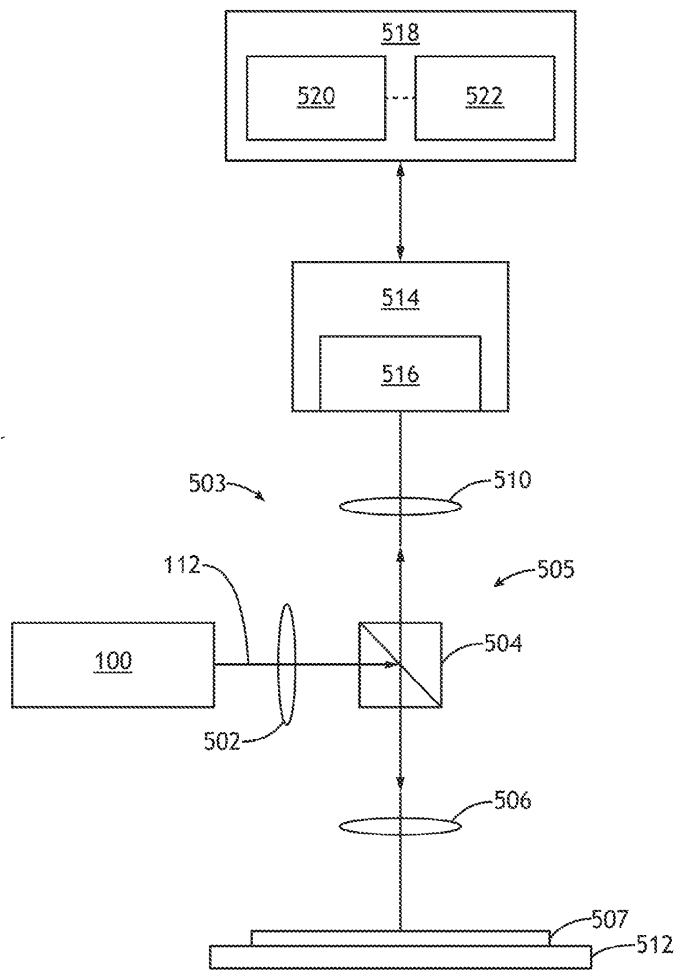


도면4b



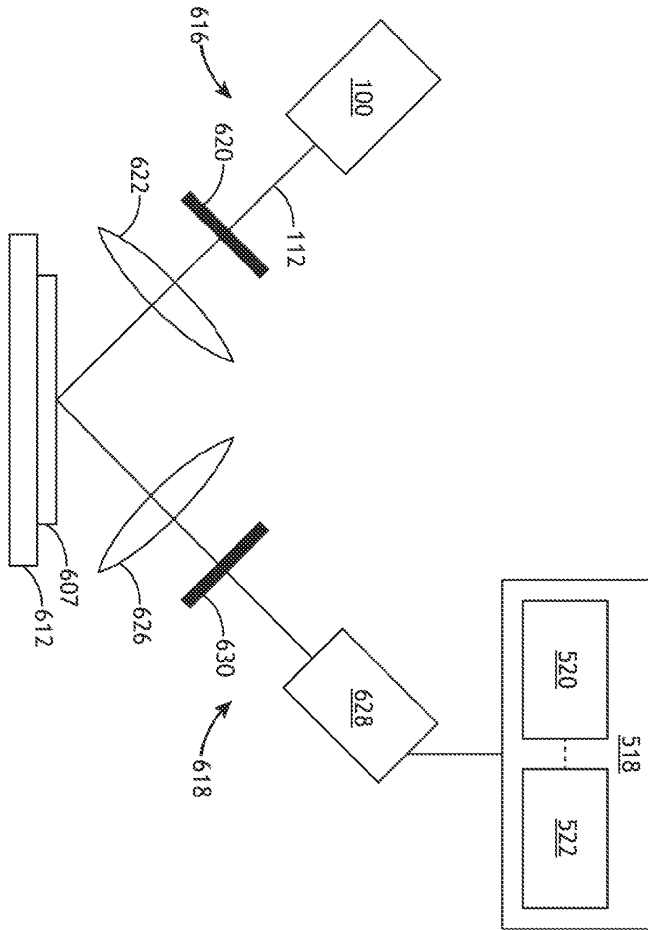
도면5

500



도면6

600



도면7

