(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년10월24일
(11) 등록번호 10-2036205
(24) 등록일자 2019년10월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05G 2/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7019703
(22) 출원일자(국제) 2012년11월20일
심사청구일자 2017년11월17일
(85) 번역문제출일자 2014년07월15일
(65) 공개번호 10-2014-0107460
(43) 공개일자 2014년09월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/066121
(87) 국제공개번호 WO 2013/089991
국제공개일자 2013년06월20일
(30) 우선권주장
13/328,628 2011년12월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009076521 A*
JP2011003887 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.
네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
(72) 발명자
바움가르트 피터 엠.
미국 캘리포니아 92127 샌디에고 쏜민트 코트 17075
알고트스 제이. 마틴
미국 캘리포니아 92127 샌디에고 쏜민트 코트 17075
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

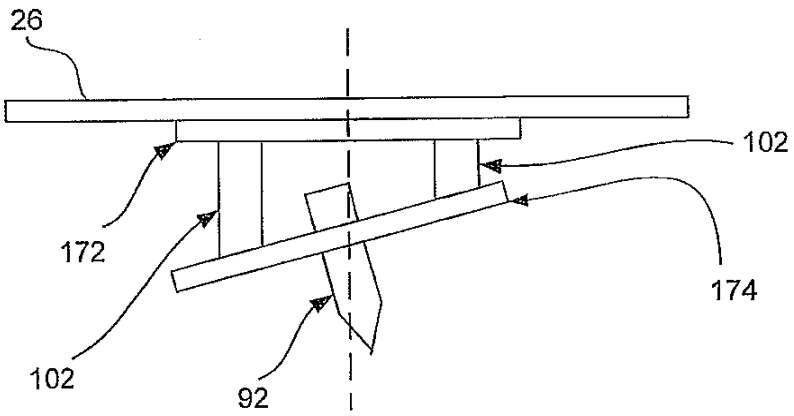
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 권영학

(54) 발명의 명칭 **방울 생성기 조향 시스템**

(57) 요 약

EUV 시스템의, 방울 생성기를 위한 조향 시스템이 개시되어 있다. 이러한 조향 시스템에 의해 방울 생성기의 방울 방출점의 위치를 제어할 수 있다. 이러한 가변 부재의 측방향 전환을 제한하는 제1 서브시스템 및 가변 부재의 상대 경사를 제어하는 제2 서브시스템을 갖는 결합 시스템을 통해, 방울 생성기를 유지하는 가변 부재가 EUV 시스템의 고정 소자에 결합되어 있다. 제1 및 제2 서브시스템은 고도의 정밀하고 반복가능한 위치지정을 허용하는 하나의 플렉셔 또는 플렉셔의 조합을 포함하는 것이 바람직하다.

대 표 도 - 도3b



(72) 발명자

고빈다라주 압히람

미국 캘리포니아 92127 샌디에고 쏜민트 코트 17075

라즈야구루 치라그

미국 캘리포니아 92127 샌디에고 쏜민트 코트 17075

명 세 서

청구범위

청구항 1

프레임에 결합되도록 구성된 제1 부재;

방울 생성기를 수용하도록 구성된 제2 부재; 및

상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 결합 시스템을 포함하고,

상기 결합 시스템은 상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 측방향 이동을 제한하도록 구성된 제1 결합 서브시스템, 및 상기 제1 부재에 대한 상기 제2 부재의 경사를 제어하도록 구성된 제2 결합 서브시스템을 포함하고,

상기 제2 결합 서브시스템은 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 복수의 제2 결합 서브시스템 소자를 포함하고, 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 적어도 하나의 제1 플렉셔를 포함하는, 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 결합 서브시스템은 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 복수의 제1 결합 서브시스템 소자를 포함하는, 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1 결합 서브시스템 소자의 각각은 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는, 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 부재는 판형상을 갖고 있는, 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 부재는 판형상을 갖고 있고, 상기 제2 부재는 판형상을 갖고 있는, 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제1 플렉셔는 카트휠 플렉셔인, 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 상기 적어도 하나의 제1 플렉셔에 결합된 적어도 하나의 제2 플렉셔를 포함하는, 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 적어도 하나의 제2 플렉셔는 평행사변형 플렉셔인, 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 상기 제1 부재 및 상기 제1 플렉셔에 결합된 적어도 하나의 선형 모터를 포함하는, 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 상기 적어도 하나의 제1 플렉셔에 결합된 적어도 하나의 제2 플렉셔를 포함하는, 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 적어도 상기 제2 부재 및 상기 적어도 하나의 제2 플렉셔에 결합된 압전 소자를 포함하는, 장치.

청구항 14

프레임에 결합되도록 구성된 판형상의 제1 부재;

방울 생성기를 수용하도록 구성된 판형상의 제2 부재; 및

상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 결합 시스템을 포함하고,

상기 결합 시스템은,

상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 측방향 이동을 제한하도록 구성되어 있고, 각각 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는 복수의 제1 결합 서브시스템 소자를 포함하는 제1 결합 서브시스템, 및

상기 제1 부재에 대해 상기 제2 부재의 경사를 제어하도록 구성된 제2 결합 서브시스템을 포함하고,

상기 제1 결합 서브시스템은, 상기 제1 부재에 결합된 스텝퍼 모터, 상기 스텝퍼 모터에 결합된 제1 플렉셔, 상기 제1 플렉셔에 결합된 제2 플렉셔, 및 상기 제2 플렉셔 및 상기 제2 부재에 결합된 압전 구동기의 선형 조합부를 각각 포함하는 복수의 제1 결합 서브시스템 소자를 포함하는, 장치.

청구항 15

프레임에 결합되도록 구성된 제1 부재;

방울 생성기를 수용하도록 구성된 제2 부재; 및

상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 결합 시스템을 포함하고,

상기 결합 시스템은 상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 측방향 이동을 제한하도록 구성된 제1 결합 서브시스템, 및 상기 제1 부재에 대한 상기 제2 부재의 경사를 제어하도록 구성된 제2 결합 서브시스템을 포함하고,

상기 제1 결합 서브시스템과 제2 결합 서브시스템의 각각은 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는, 장치.

청구항 16

재료의 타겟을 액체 상태로 생성하도록 구성된 소스;

조사 영역에서 EUV 광을 생성하도록 상기 재료의 상태를 상기 액체 상태로부터 플라즈마 상태로 변경하기 위해 상기 타겟을 조사하도록 구성된 레이저; 및

상기 EUV 광을 상기 조사 영역으로부터 가공품으로 전달하도록 구성된 광학 시스템을 포함하고,

상기 소스는,

타겟 생성기;

상기 타겟 생성기에 결합된 타겟 생성기 조향 시스템으로서, 상기 조사 영역에 대해 고정되도록 구성된 제1 부재 및 상기 타겟 생성기를 수용하도록 구성되고 상기 조사 영역에 대해 이동가능하도록 구성된 제2 부재를 포함하는 타겟 생성기 조향 시스템; 및

상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합하는 결합 시스템을 포함하고,

상기 결합 시스템은 상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 측방향 이동을 제한하도록 구성된 제1 결합 서브시스템, 및 상기 제1 부재에 대한 상기 제2 부재의 경사를 제어하도록 구성된 제2 결합 서브시스템을 포함하고,

상기 제2 결합 서브시스템은 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 복수의 제2 결합 서브시스템 소

자를 포함하고, 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 적어도 하나의 제1 플렉셔를 포함하는, 장치.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 제1 부재는 판형상을 갖고 있고, 상기 제2 부재는 판형상을 갖고 있으며 상기 제1 부재에 평행하게 배열되는, 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전체 내용이 여기에 언급되어 통합된, 사건 번호 032573-00010, "DROPLET GENERATOR STEERING SYSTEM" 표제의, 2011년 12월 16일 출원된 미국 특허 번호 13/328,628에 대해 우선권을 주장한다.

[0002] 본 발명은 타겟 재료를 전환함으로써 생성된 플라즈마로부터 EUV 광을 제공하는 극자외선("EUV") 광원에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 극자외선 광, 예를 들어, 약 50 nm 이하의 파장을 갖고 약 13.5 nm의 파장에서 광을 포함하는 전자기파(또한 소프트 x-선으로도 부른다)가 실리콘 웨이퍼와 같은 기판에 극히 작은 특징부(feature)를 생성하도록 포토리소그래피 공정에서 사용될 수 있다.

[0004] EUV 광을 생산하는 방법은 타겟 재료를 액체 상태로부터 플라즈마 상태로 전환하는 단계를 포함한다. 이러한 타겟 재료는 EUV 범위에서 하나 이상의 방사선을 갖는 적어도 하나의 원소, 예를 들어, 크세논, 리튬 또는 주석을 포함하는 것이 바람직하다. 이러한 하나의 방법에서, 자주 레이저 생성 플라즈마("LPP")로 불리는 소망의 플라즈마가 레이저 광선을, 소망의 방사선 원소를 갖는 타겟 재료에 조사함으로써 생성될 수 있다.

[0005] 하나의 LPP 기술은 타겟 재료 방울의 스트림을 생성하는 단계 및 이러한 방울의 적어도 일부에 레이저 광 펄스를 조사하는 단계를 포함한다. 보다 이론적인 면에서, LPP 광원은 크세논(Xe), 주석(Sn) 또는 리튬(Li)과 같은 적어도 하나의 EUV 발광 원소를 갖는 타겟 재료에 레이저 에너지를 가함으로써 EUV 방사선을 생성하고, 수십의 eV의 전자 온도를 갖는 고도로 이온화된 플라즈마를 생성한다.

[0006] 이러한 이온의 여기 제거 및 재조합 동안 생성된 강력한 방사선이 플라즈마로부터 모든 방향으로 방사된다. 하나의 일반적인 배열에서, 거의 법선 입사 미러(자주 "콜렉터 미러"로 부른다)가 이러한 광을 모으고 중간 위치, 예를 들어, 초점에 지향시키도록(일부 배열에서, 초점맞추기) 위치되어 있다. 그 다음, 이렇게 모아진 광은 이러한 중간 위치로부터 스캐너 광학부의 세트로 그리고 궁극적으로 웨이퍼로 전달될 수 있다.

[0007] 양적인 면에서, 중간 위치에서 약 100W를 생성하는 목표를 가지고 현재 개방중인 하나의 배열은 초당 약 10,000 - 200,000 주석 방울을 연속으로 조사하기 위해 방울 생성기와 동기화되는 펄싱된, 포커싱된 10-12kW CO_2 구동 레이저를 사용하는 것을 고려하고 있다. 이러한 목적을 위해, 비교적 높은 반복율(예를 들어, 10-200kHz 이상)에서 안정한 스트림의 방울을 생산할 필요가 있다. 또한 비교적 긴 시간 동안 타이밍 및 위치 면에서 높은 정확도 및 양호한 반복도를 갖고 조사 사이트에 방울을 전달할 필요가 있다. 위치 정확도 및 반복도를 보장하기 위해, 예를 들어, 레이저 타겟팅 및 타이밍에 있어서 다른 시스템 변화를 보상하기 위해 임의의 범위의 위치로부터 방울을 방출할 수 있는 고정밀도 조향 시스템을 제공할 필요가 있다. 이와 관련하여, 용어 "조향"은 적어도 2차원에서, 즉, 2개의 각도 자유도를 갖고 방출점의 위치를 변화시키는 개념을 포함한다. 또한 높은 대역폭을 갖고, 히스테리시스가 거의 또는 전혀 없는 높은 강성을 나타내는 조향 시스템을 제공하는 것이 바람직하다.

[0008] 이러한 기준을 충족시키는 조향 시스템의 설계는 방울 생성기 자체가 예를 들어, 30Kg 정도로 비교적 거대할 수 있다는 것을 고려해야 한다. 이러한 조향 시스템은 또한 예를 들어, 적어도 +/- 2도의 구동 범위를 갖는 비교적 큰 범위의 각도에서 동작하는 것이 바람직하다. 또한, 설계에 고려할 것은 플라즈마 위치에서의 방울의 위치 제어에 대한 약 1 미크론 필요조건이다. 이것은 조향 시스템을 위해 마이크로-라디안 레벨의 정밀도를 필요로 한다.

[0009] 이러한 것들을 염두에 두고, 발명자는 방울 생성기를 조향하기 위한 시스템을 개발하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0010] 다음은 본 실시예의 기본적인 이해를 위해 하나 이상의 실시예의 단순화된 요약을 제공한다. 이러한 요약은 모든 실시예를 포함하는 것은 아니고, 모든 실시예의 핵심 요소를 식별하거나 임의의 또는 모든 실시예의 범위를 기술하기 위한 것은 아니다. 다음은 단지 나중에 제공되는 보다 상세한 설명에 대해 미리 단순한 형태로 하나 이상의 실시예의 일부 개념을 제공하기 위한 것이다.

[0011] 하나의 특징에서, 본 발명은 프레임에 결합되도록 구성된 제1 부재, 방울 생성기를 수용하도록 구성된 제2 부재, 및 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 결합 시스템을 포함하고, 상기 결합 시스템은 상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 측방향 이동을 제한하도록 구성된 제1 결합 서브시스템, 및 상기 제1 부재에 대한 상기 제2 부재의 경사를 제어하도록 구성된 제2 결합 서브시스템을 포함하는 장치이다. 상기 제1 결합 서브시스템은 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 복수의 제1 결합 서브시스템 소자를 포함할 수 있다. 상기 제1 결합 서브시스템 소자의 각각은 스트링 플렉셔일 수 있는 적어도 하나의 플렉셔를 포함할 수 있다. 실질상 판형상인 제1 부재의 경우에, 스트링 플렉셔는 실질상 제1 부재와 평행한 방위를 가질 수 있다.

[0012] 상기 제2 결합 서브시스템은 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 복수의 제2 결합 서브시스템 소자를 포함할 수 있다. 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 카트휠 플렉셔일 수 있는 적어도 하나의 제1 플렉셔를 포함할 수 있다. 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 또한 상기 적어도 하나의 제1 플렉셔에 결합된 적어도 하나의 제2 플렉셔를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 제2 플렉셔는 또한 평행사변형 플렉셔일 수 있다. 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 또한 상기 제1 부재 및 상기 제1 플렉셔에 결합된 적어도 하나의 선형 모터를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 또한 상기 적어도 하나의 제1 플렉셔에 결합된 적어도 하나의 제2 플렉셔를 포함할 수 있다. 상기 제2 결합 서브시스템 소자의 각각은 또한 적어도 상기 제2 부재 및 상기 적어도 하나의 제2 플렉셔에 결합된 압전 소자를 포함할 수 있다.

[0014] 다른 특징에서, 본 발명은 프레임에 결합되도록 구성된 판형상의 제1 부재, 방울 생성기를 수용하도록 구성된 판형상의 제2 부재, 및 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 결합 시스템을 포함하고, 상기 결합 시스템은, 상기 제1 부재와 상기 제2 부재 사이의 측방향 이동을 제한하도록 구성되어 있고, 각각 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는 복수의 제1 결합 서브시스템 소자를 포함하는 제1 결합 서브시스템, 및 상기 제1 부재에 대해 상기 제2 부재의 경사를 제어하도록 구성된 제2 결합 서브시스템을 포함할 수 있고, 상기 제1 결합 서브시스템은, 상기 제1 부재에 결합된 스텝퍼 모터, 상기 스텝퍼 모터에 결합된 제1 플렉셔, 상기 제1 플렉셔에 결합된 제2 플렉셔, 및 상기 제2 플렉셔 및 상기 제2 부재에 결합된 압전 구동기의 선형 조합부를 각각 포함하는 복수의 제1 결합 서브시스템 소자를 포함할 수 있는 장치이다.

[0015] 또 다른 특징에서, 본 발명은 프레임에 결합되도록 구성된 제1 부재, 방울 생성기를 수용하도록 구성된 제2 부재, 및 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합시키는 결합 시스템을 포함하고, 상기 결합 시스템은 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는 장치이다.

[0016] 또 다른 특징에서, 본 발명은 재료의 타겟을 액체 상태로 생성하도록 구성된 소스, 및 조사 영역에서 EUV 광을 생성하도록 상기 재료의 상태를 상기 액체 상태로부터 플라즈마 상태로 변경하기 위해 상기 타겟을 조사하도록 구성된 레이저를 포함하는 장치이다. 상기 장치는 또한 상기 EUV 광을 상기 조사 영역으로부터 가공품으로 전달하도록 구성된 광학 시스템을 포함한다. 상기 소스는 타겟 생성기; 상기 타겟 생성기에 결합된 타겟 생성기 조향 시스템으로서, 상기 조사 영역에 대해 고정되도록 구성된 제1 부재 및 상기 타겟 생성기를 수용하도록 구성되고 상기 조사 영역에 대해 이동가능하도록 구성된 제2 부재를 포함하는 타겟 생성기 조향 시스템; 및 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합하고 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는 결합 시스템을 포함한다.

[0017] 또 다른 특징에서, 본 발명은 재료의 타겟을 액체 상태로 생성하도록 구성된 소스; 조사 영역에서 EUV 광을 생성하도록 상기 재료의 상태를 상기 액체 상태로부터 플라즈마 상태로 변경하기 위해 상기 타겟을 조사하도록 구

성된 레이저; 및 상기 EUV 광을 상기 조사 영역으로부터 가공품으로 전달하도록 구성된 광학 시스템을 포함하는 장치를 사용하여 제조된 제품이다. 상기 소스는 타겟 생성기; 상기 타겟 생성기에 결합된 타겟 생성기 조향 시스템으로서, 상기 조사 영역에 대해 고정되도록 구성된 제1 부재 및 상기 타겟 생성기를 수용하도록 구성되고 상기 조사 영역에 대해 이동가능하도록 구성된 제2 부재를 포함하는 타겟 생성기 조향 시스템; 및 상기 제1 부재를 상기 제2 부재에 기계 결합하고 적어도 하나의 플렉셔를 포함하는 결합 시스템을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 특징에 따른 레이저 생성 플라즈마 EUV 광원 시스템을 위한 전체 넓은 개념의 개략도로서 스케일링하지 않은 도면이다.

도 2는 소스 재료의 방울을 생성하기 위한 방울 생성기의 개략도로서, 스케일링하지 않은 도면이다.

도 3a 및 도3b는 방울 생성기 및 이러한 방울 생성기용 조향 시스템의 개념도이다.

도 4는 본 발명의 하나의 특징에 다른 방울 생성기용 조향 시스템의 실시예의 개념도이다.

도 5는 본 발명의 하나의 특징에 따른 방울 생성기용 조향 시스템의 실시예의 사시도이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 하나의 특징에 따른 방울 생성기용 조향 시스템의 하나의 실시예에 따라 사용될 수 있는 플렉쳐 엘리먼트의 정면도, 평면도 및 등각도이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 하나의 특징에 따른 방울 생성기용 조향 시스템의 하나의 실시예에 따라 사용될 수 있는 제2 타입의 플렉쳐 엘리먼트의 정면도 및 등각도이다.

도 8a 및 도8b는 본 발명의 하나의 특징에 따른 방울 생성기용 조향 시스템의 하나의 실시예에 따라 사용될수 있는 제3 타입의 플렉쳐 엘리먼트의 정면도 및 등각도이다.

도 9는 감추어진 구성요소를 보다 가시적으로 하기 위해 하나의 컴포넌트가 제거되고 유사한 구성요소가 반복된 도 5에 도시된 본 발명의 하나의 특징에 따른 방울 생성기용 조향 시스템의 실시예의 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 다양한 실시예가 이제 도면을 참조하여 설명되는데, 동일한 부재 번호는 동일한 부재를 나타내도록 사용되었다. 다음의 설명에서, 설명을 위해, 다수의 특정 상세한 설명이 하나 이상의 실시예의 온전한 이해를 위해 제공되었다. 그러나, 하술된 실시예는 하술된 특정 상세한 설명을 채택하지 않고 실시될 수 있다는 것은 일부 또는 모든 예에서 알 수 있다. 다른 예에서, 주지된 구조 및 장치가 하나 이상의 실시예의 설명을 위해 블록도 형태로 도시되어 있다.

[0020] 먼저, 도 1에서, 본 발명의 실시예의 하나의 특징에 따른, 예를 들어, 레이저 생성 플라즈마 EUV 광원(20)과 같은 EUV 광원예의 개략도가 도시되어 있다. 도시된 바와 같이, EUV 광원(20)은 예를 들어, 10.6㎛에서 방사선을 생성하는 펄싱된 가스 방전 CO_2 레이저 소스일 수 있는 펄싱되거나 연속인 레이저 소스(22)를 포함할 수 있다. 이러한 펄싱된 가스 방전 CO_2 레이저 소스는 고전력 및 고펄스 반복율에서 동작하는 DC 또는 RF 여기를 가질 수 있다. 예를 들어, MO-PA1-PA2-PA3 구성을 갖는 적합한 CO_2 레이저 소스가 여기에 전체 내용이 언급되어 통합된, LPP EUV LIGHT SOURCE DRIVE LASER SYSTEM 표제의, 2008년 10월 21일에 발행된 미국 특허 번호 7,439,530에 개시되어 있다.

[0021] 적용에 따라, 다른 타입의 레이저 역시 적합할 수 있다. 예를 들어, 고체 상태 레이저, 엑시머 레이저, 분자 플루오르 레이저, 예를 들어, 미국 특허 6,625,191, 6,549,551, 및 6,567,450에 도시된 바와 같은 MOPA 구성된 엑시머 레이저 시스템, 단일 챔버를 갖고 있는 엑시머 레이저, 2개 보다 많은 챔버를 갖는 엑시머 레이저, 예를 들어, 오실레이터 챔버 및 2개의 증폭 챔버(증폭 챔버를 병렬로 또는 직렬로 갖고 있다), 마스터 오실레이터/전력 오실레이터(MOPO) 배열부, 전력 오실레이터/전력 증폭기(POPA) 배열부, 또는 하나 이상의 CO_2를 제공하는 고체 상태 레이저 또는 분자 플루오르 증폭기 또는 오실레이터 챔버가 적합할 수 있다. 다른 설계가 적합할 수 있다.

[0022] EUV 광원(20)은 또한 액체 방울 또는 연속 액체 스트림의 형태로 타겟 재료를 전달하기 위한 타겟 전달 시스템(24)을 포함하고 있다. 이러한 타겟 재료는 주석 또는 주석 화합물로 구성될 수 있지만 다른 재료가 사용될 수도 있다. 타겟 전달 시스템(24)은 타겟 재료를 챔버(26)의 내부로 조사 영역(28)으로 도입하고, 이러한 조사

영역(28)에서 타겟 재료가 조사되어 플라즈마를 생성할 수 있다. 일부 경우에, 전하가 타겟 재료에 배치되어 타겟 재료가 조사 영역(28)으로 또는 조사 영역(28)으로부터 조향될 수 있다. 여기에서 사용되는 바와 같이 조사 영역은 타겟 재료 조사가 일어날 수 있는 영역이고, 아무런 조사가 실제 일어나지 않을 때조차 조사 영역이라는 것에 유의해야 한다.

[0023] 도 1에서, 광원(20)은 또한 콜렉터(30)와 같은 하나 이상의 광학 소자를 포함할 수 있다. 콜렉터(30)는 광이 통과하여 조사 영역(28)에 도달할 수 있도록 하는 애퍼처를 갖는, 장형 타원형태로, 열 유도 층간 확산을 효과적으로 차단하도록 각 인터페이스에 배치된 추가 얇은 배리어층을 갖는 Mo/Si 다층으로 코팅된 SiC 기판과 같은 법선 입사 반사기일 수 있다. 이러한 콜렉터(30)는 예를 들어, 조사 영역(28)에서 제1 초점을 갖고 소위 중간 포인트(40, 또한 중간 초점(40)으로 부른다)에서 제2 초점을 갖는 타원형상을 가질 수 있는데, 이러한 중간 포인트(40)에서 EUV 광은 EUV 광원(20)으로부터 출력될 수 있고 예를 들어, 주지된 바와 같이 실리콘 웨이퍼 가공품(52)을 처리하기 위해 광을 사용하는 집적 회로 리소그래피 툴(50)에 입력될 수 있다. 이러한 실리콘 웨이퍼 가공품(52)은 그 다음 집적 회로 장치를 얻기 위해 주지된 방식으로 추가 처리된다.

[0024] EUV 광원(20)은 또한 예를 들어, 레이저 빔 위치지정 시스템(도시되지 않음)을 따라 레이저 발사 제어 시스템(65)을 포함할 수 있는 EUV 광원 제어기 시스템(60)을 포함할 수 있다. EUV 광원(20)은 또한, 타겟 방울의 절대 또는 비교 위치, 예를 들어, 조사 영역(28)에 상대적인 비교 위치를 나타내는 출력을 생성하고 이러한 출력을 타겟 위치 검출 피드백 시스템(62)에 제공하는 하나 이상의 방울 이미저(70)를 포함할 수 있는 타겟 위치 검출 시스템을 포함할 수 있다. 타겟 위치 검출 피드백 시스템(62)은 타겟 에러를 계산할 수 있는 타겟 위치 및 트라젝토리를 계산하도록 이러한 출력을 사용할 수 있다. 이러한 타겟 에러는 방울 단위로, 또는 평균적으로, 또는 다른 방식으로 계산될 수 있다. 이러한 타겟 에러는 광원 제어기(60)로의 입력으로서 제공될 수 있다. 이에 응답하여, 광원 제어기(60)는 레이저 위치, 방향, 또는 타이밍 보정 신호와 같은 제어 신호를 생성하고 이러한 제어 신호를 레이저 빔 위치지정 제어기(도시되지 않음)에 제공할 수 있다. 이러한 레이저 빔 위치지정 시스템은 이러한 제어 신호를 사용하여 예를 들어, 챔버(26) 내의 레이저 빔 포점의 위치 및/또는 초점 파워를 변경하기 위해 레이저 타이밍 회로를 제어하고 및/또는 레이저 빔 위치 및 형상화 시스템(도시되지 않음)을 제어할 수 있다.

[0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 광원(20)은 타겟 전달 제어 시스템(90)을 포함할 수 있다. 이러한 타겟 전달 제어 시스템(901)은 신호, 예를 들어, 상술된 타겟 에러, 또는 시스템 제어기(60)에 의해 제공된 타겟 에러로부터 유도된 일부 양에 응답하여 동작가능하여 조사 영역(28) 내의 타겟 방울의 위치의 에러를 보정한다. 이것은 예를 들어, 타겟 전달 메커니즘(92)이 타겟 방울을 방출하는 포인트를 재위치지정함으로써 달성될 수 있다.

[0026] 도 2는 소스 재료의 타겟을 챔버(26) 내에 전달하기 위한 타겟 전달 메커니즘(92)을 보다 상세하게 도시하고 있다. 이러한 타겟 전달 시스템(92)은 본 발명의 특징 및 장점이 타겟 전달 시스템(92)의 구체적인 상세한 구현과 관련없기 때문에 대략 설명되어 있다. 도 2에 도시된 일반화된 구현을 위해, 타겟 전달 메커니즘(92)은 주석과 같은 용융된 소스 재료를 유지하는 카트리지(143)를 포함할 수 있다. 이러한 용융된 소스 재료는 아르곤과 같은 불활성 가스를 사용함으로써 압축된 상태로 배치될 수 있다. 이러한 압력에 의해 소스 재료가 강제로 필터(145)의 세트를 통과하도록 하는 것이 바람직하다. 필터(145)로부터, 소스 재료는 개방/폐쇄 열동식 조절 밸브(147)를 통과하여 분배기(148)로 갈 수 있다. 예를 들어, 필터(145)와 분배기(148) 사이의 소스 재료를 동결하여 밸브(147)를 닫고 이러한 동결된 소스 재료를 가열하여 밸브(147)를 개방하는 펠티에 장치가 사용되어 밸브(147)를 달성할 수 있다. 도 2는 또한 타겟 전달 시스템(92)이 가변 부재(174)에 결합되어 있어 가변 부재(174)의 운동은 아래에 보다 온전하게 설명되는 방식으로 방울이 분배기(148)로부터 방출되는 포인트의 위치를 변경하는 것을 도시하고 있다.

[0027] 메커니즘(92)에 대해, 하나 이상의 변조 또는 비변조 소스 재료 분배기(148가 사용될 수 있다. 예를 들어, 오리피스로 형성된 커필러리 튜브를 갖는 변조 분배기가 사용될 수 있다. 이러한 분배기(148)는 하나 이상의 전자 구동가능한 소자, 예를 들어, 커필러리 튜브를 변형시키고 분배기(148)로부터의 소스 재료의 방출을 변조하도록 선택적으로 확장되거나 수축될 수 있는, 압전 재료로 제조된 구동기를 포함할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어 "전기 구동가능한 소자" 및 그 파생어는 전압, 전계, 자계 또는 그 조합의 영향을 받을 때 치수적 변화가 일어나는 재료 또는 구조를 의미하고 압전 재료, 전왜 재료 및 자왜 재료를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 소스 재료가 분배기(148)를 통과하는 동안 용융된 상태로 소스 재료를 유지하기 위해 히터가 사용될 수 있다. 방울 디스펜서를 변조하는 예는 표제 METHOD AND APPARATUS FOR EUV PLASMA SOURCE TARGET DELIVERY 표제의 2005년 2월 25일에 출원된 미국 특허 출원 번호 11/067,124로부터의 미국 특허 번호 7,838,854, LPP EUV PLASMA SOURCE AMTERIAL TARGET DELIVERY SYSTEM 표제의 2008년 3월 12일에 출원된 미국

특허 출원 번호 12/075,631로부터의 미국 특허 번호 7,589,337, SOURCE MATERIAL DISPENSER FOR EUV LIGHT SOURCE 표제의 2006년 2월 21일에 출원된 미국 특허 출원 번호 11/358,983에서 발견될 수 있고, 각각의 전체 내용은 여기에 언급되어 통합되어 있다. 비변조 방울 디스펜서의 예는 LASER PRODUCED PLASMA EUV LIGHT SOURCE WITH PRE-PULSE 표제의 2006년 2월 21일에 출원된 미국 특허 출원 번호 11/358,988에서 발견될 수 있고, 각각의 전체 내용은 여기에 언급되어 통합되어 있다.

[0028] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 타겟 전달 메커니즘(92)은 방울의 방출 포인트를 조정하고 방울 생성기가 방울을 방출하는 포인트를 재위치지정하여 방울이 조사 영역(28)에 진입할 경로를 제어하도록 상이한 방향으로 타겟 전달 메커니즘(92)을 기울일 수 있는 조향 메커니즘(170)에 장착될 수 있다. 도 3a 및 도3b의 개념도에서 기울기가 도면의 평면에 있지만, 당업자는 기울기가 사실상 임의의 방향이 될 수 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 본원에서는 이러한 공정을 방울 생성기를 "조향"하는 것으로 부른다. 이러한 조향이 바람직한 적용에서, 방울 생성기가 다른 컴포넌트 및 시스템 내의 기준점, 특히 조사 영역(28)에 대해 이동가능하여야 하고 기계 결합 시스템(102)이 이러한 이동을 허용하기 위해 방울 생성기와 시스템의 다른 컴포넌트 사이에 배치되어야 한다는 것은 분명하다.

[0029] 방울 생성기의 적합한 조향(그래서, 방울 생성기가 생성하는 방울의 적합한 조향)은 고도의 정밀하고 반복가능하고 히스테리시스량이 낮은 결합 시스템을 필요로 한다. 또한, 이러한 결합은 매우 민감한, 즉, 높은 대역폭을 갖는 것이 바람직하다. 언급된 바와 같이, 이러한 결합은 비교적 거대한 부하, 즉, 보통 30kg 정도의 무게를 가질 수 있는 방울 생성기(92)를 조작함에도 불구하고 이러한 필요조건을 충족하는 것이 바람직하다.

[0030] 본 실시예에 따라, 이러한 특성을 가질 수 있는 결합이 챔버(26)의 벽과 같은 시스템 내의 고정 소자에 고정 결합된 고정 부재(172) 및 타겟 전달 메커니즘(방울 생성기)(92)에 결합된 가변 부재(174)를 갖는 장치의 형태로 구현된다. 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)는 차례로 결합 시스템(176)에 의해 결합되어 있다. 이러한 결합 시스템(176)은 가변 부재(174)가 고정 부재(172)에 대해 기울어질 수 있도록 하면서, 장치축 주변의 고정 부재(174)에 대한 가변 부재(174)의 상대 회전은 물론 고정 부재(172)에 대한 가변 부재(174)의 임의의 상대 변환(예를 들어, 슬라이딩) 운동을 감소시키거나 제거하는 제1 결합 서브시스템(178)을 포함하는 것이 바람직하다. 다른 방식으로 말하면, 방출 포인트가 도 3a에 도시된 바와 같은 중위 (제로 기울기) 위치에 있을 때 실질상 편평한 판 형상의 고정 부재(172)의 평면에 있는 x축과 y축, 및 타겟 전달 메커니즘(방울 생성기)(92)의 방출 포인트를 통과하는 z축을 갖는 3차원 직교 좌표계에서, 제1 결합 서브시스템은 x 및 y 방향으로의 변환 및 z축에 대한 회전을 억제한다.

[0031] 당업자는 여기에 사용된 용어 "판"이 단순히 베이스 또는 프레임과 같이 다른 소자가 연결될 수 있는 구조적 부재를 가리키고 반드시 편평하거나 실질상 편평한 구조적 부재에 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다.

[0032] 결합 시스템(176)은 또한 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)를 결합시키고 고정 부재(172)에 대해 가변 부재(174)를 기울이는 경향을 갖는 힘을 제공하는 결합 소자 및 모터 소자중 하나 또는 선형 조합을 포함하는 제2 결합 서브시스템(180)을 포함하는 것이 바람직하다. 이러한 모터 소자는 스텝퍼 모터, 압전 구동기, 또는 임의의 이러한 장치의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는, 힘을 생성하는 임의의 소자일 수 있다. 업급된바와 같이, 제1 결합 서브시스템(178) 및 제2 결합 서브시스템(180)은 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)의 상대 기울기 또는 경사를 허용하기 위해 협동하도록 구성되어 있다. 타겟 전달 메커니즘(92)이 가변 부재(174)에 견고하게 결합되는 것이 바람직하기 때문에, 고정 부재(172)에 대해 가변 부재(174)를 기울여 타겟 전달 메커니즘(92)을 조향한다. 즉, 방울 생성기 방출점의 위치를 변경한다. 이것은 도 3B에 도시되어 있다.

[0033] 도 4는 본 발명의 다른 특징에 따른 조향 시스템의 다른 개념도이다. 도시된 바와 같이, 조향 시스템은 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)의 각 주변부 둘레의 상응하는 위치에 배열된 결합 소자(178a, 178b, 178c)로 구성된 제1 결합 서브시스템(178)을 갖고 있다. 도 4의 배열에서의 제1 결합 서브시스템(178)은 3개의 결합 소자를 갖고 있지만, 당업자는 다른 수의 결합 소자가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 도 4의 배열에서, 결합 소자(178a, 178b, 178c)는 대칭되어 위치되어 있다. 도 4의 특정 배열에서, 이들은 장치의 중심축(방울 생성기를 수용하는 2개의 원형 애퍼처의 중심을 통과하는 라인) 둘레로 120도 회전 대칭되어 위치되어 있다. 당업자는 대칭 배열이 사용된다면, 다른 대칭이 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다.

[0034] 또한, 도 4에서, 조향 시스템은 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)의 각 주변부 둘레에 상응하는 위치에 배열된 결합 소자(180a, 180b, 180c)로 구성된 제2 결합 서브시스템(180)을 갖고 있다. 도 4의 배열에서 제2 결합 서브시스템(180)은 3개의 결합 소자를 갖고 있지만, 당업자는 다른 수의 결합 소자가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 도 4의 배열에서, 결합 소자(180a, 180b, 180c)는 대칭되어 위치되어 있다. 도 4의 특정

배열에서, 이들은 장치의 중심축(2개의 원형 애퍼처의 중심을 관통하는 라인) 둘레로 120도 회전 대칭되어 위치되어 있다. 당업자는 대칭 배열이 사용된다면, 다른 대칭이 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 도 4의 배열에서, 제2 결합 서브시스템(180)의 결합 소자는 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)의 주변부 둘레에 제1 결합 서브시스템(178)의 결합 소자와 교대로 위치되어 있다.

[0035] 언급된 바와 같이, 제1 결합 서브시스템(178) 및 제2 결합 서브시스템(180)을 포함하는 결합 시스템(176)은 적어도 2개의 기능을 수행한다. 하나의 기능은 동시에 기울기 운동을 허용하면서, 슬라이딩 또는 변환 이동과 같은, 고정 부재(172)와 가변 부재(174) 사이의 특정 타입의 상대 운동을 억제하는 것이다. 다른 기능은 2개의 판 사이의 기울기 운동을 유발하는 것이다. 본 발명의 하나의 장점은 이러한 2개의 기능이 2개의 별개의 서브시스템에 의해 수행될 수 있다는 것이다. 예를 들어, 제1 결합 서브시스템(178)은 다른 종류의 운동을 억제함으로써 기울기를 허용하는 기능을 수행할 수 있다. 제2 결합 서브시스템(180)은 기울기 운동을 유도하는 기능을 수행할 수 있다. 이로 인해, 동일한 결합 서브시스템이 양측 기능을 수행함으로써 유발되는 제약에 관계없이 각 기능의 성능을 최적화하는 방식으로 2개의 서브시스템의 각각을 설계하는 것이 가능하다.

[0036] 본 발명의 다른 특징에 따라, 제1 및 제2 결합 서브시스템은 결합 소자로서 플렉셔를 채용한다. 당업자는 일부 커넥터가 하나의 구조적 소자를 서로 기계적으로 결합시키는 다른 사용되는 강성 부품에 기계적으로 결합시키도록 사용된다는 것을 이해할 것이다. 핸지, 슬라이더, 유니버설 조인트 및 볼-소켓 조인트가 이러한 타입의 강성 커넥터 또는 결합기의 예이다. 이러한 커넥터에 의해 이러한 커넥터가 연결하는 부품 사이에 다양한 자유도의 운동이 가능하다. 그러나, 이러한 강성 조인트의 결합 부품 사이의 간극으로 인해 백래시에 의해 유발된 위치 에러, 즉, 구동 방향이 역전될 때 간극으로 손실되는 운동이 발생할 수 있고 결합면 사이의 접촉이 상대 운동이 지속되기 전에 다시 달성되어야 한다는 단점이 있다. 또한, 이러한 커넥터의 동작은 반드시, 마모 및 바람직하지 않은 증가된 간극에 이르는 마찰을 유발하는 커넥터의 부품의 상대 운동을 반드시 수반하고 있다. 이러한 커넥터의 운동 체인으로 인해 백래시 및 마모로부터의 복합적인 개별적인 에러가 발생하고, 이로 인해 정확도 및 반복도가 제한되는 결과를 초래한다.

[0037] 일부 적용에서, 강성 커넥터와 연관된 문제는 소위 플렉셔를 사용함으로써 회피되거나 극복될 수 있다. 플렉셔는 또한 가요성 조인트, 가요성 커플링, 플렉셔 피봇, 플렉스 커넥터, 리빙 조인트, 및 컴플라이언트 조인트를 포함하는 다양한 이름으로 알려져 있다. 상술된 강성 커플링과 달리, 가요성 조인트는 일반적으로 이들 사이에 간극을 갖는 강성 소자를 포함하지 않는다. 오히려, 플렉셔는 변형의 재료의 고유의 컴플라이언스를 사용한다. 따라서, 플렉셔는 마찰, 백래시, 및 마모를 제거한다. 이로 인해 탁월한 정확도 및 반복도를 얻을 수 있다. 또한, 이러한 플렉셔를 단일 모놀리딕 재료로부터 제조함으로써 생산이 단순해지고 제조를 저가로 할 수 있다.

[0038] 하나의 특징에서, 본 발명은 필요한 강성을 달성하는데 필요한 프리로드 포스(preload force)와 호환가능하기에 충분한 강한 필요한 범위의 운동을 제공하기에 충분한 가요성을 갖는 플렉셔를 사용함으로써 EUV 방울 생성기용 고대역폭, 고정밀, 고강성, 히스테리시스가 없는 조향 시스템을 제공한다. 동시에 이것에 의해 방울 생성기를 조향하는데 있어 바람직하지 않은 시스템 공명 주파수를 감소시키도록 거대하지 않은 조향 시스템을 제조할 수 있다.

[0039] 다른 특징에서, 본 발명은 필요한 강성(또는 등가로, 충분히 큰 기계적 공명 주파수)를 제공하면서 원치않는 자유도를 제거하도록 각각 플렉셔를 사용하는 2개이상의 결합 서브시스템을 사용한다.

[0040] 본 발명의 이러한 특징에 따라, 제1 결합 서브시스템(178)은 2개 이상, 바람직하게는 3개의 결합 소자를 포함하고, 이러한 결합 소자의 각각은 제1 플렉셔 소자(190)를 포함한다. 도 5에 도시된 실시예에서, 제1 플렉셔 소자(190)는 "스트링 플렉셔"이다. 도 5가 이해를 위해 오직 하나의 제1 결합 서브시스템 소자(178a)를 도시하고 있지만, 당업자는 도 4에 도시된 바와 같이 추가의 제1 결합 서브시스템 소자가 제공될 수 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 고정 부재(172) 및 가변 부재(174)가 실질상 평행한 판으로서 구성된 시스템에서, 제1 플렉셔 소자(190)는 고정 판 및 가변 판에 대략 평행한 방위를 갖는다. 이것은 일단부가 삼각 버팀 부재(192)에 결합된 제1 플렉셔 소자(190)로 제1 결합 서브시스템(178)이 구성되어 있는 도 5에 도시되어 있다. 이러한 삼각 버팀 부재(192)는 가변 부재(174)에 고정되어 있다. 제1 플렉셔 소자(190)의 타단부는 고정 부재(172)에 부착된 브래킷(194)에 연결되어 있다. 또한, 삼각 버팀 부재(192)에 부착된 플렉셔 소자(190)의 단부 역시 고정 부재(172)에 부착된 브래킷(196)에 부착되어 있다. 이러한 제1 플렉셔 소자(190)는 2개의 자유도를 허용하는 조인트 배열부(198) 및 제1 플렉셔 소자(190)를 프리로딩하는 스프링(200)을 통해 브래킷(196)에 부착되어 있다. 제1 결합 서브시스템(178)은 2개의 판에 평행한 평면에서의 회전은 물론, 서로에 대한 2개의 판의 변환, 즉, 병

렬 슬라이딩을 제거하거나 실질상 제거함으로써 고정 부재(172)와 가변 부재(174) 사이의 강성 접속을 제공한다. 동시에 제1 결합 서브시스템(178)에 의해 서로에 대해 판들의 상대 기울기가 가능하다.

[0041] 제2 결합 서브시스템(180)은 2개 이상의 직렬 결합된 플렉셔 및 하나 이상의 기동 장치로 이루어진 것이 바람직하다. 본 명세서의 여기와 다른 곳에서, 용어 "직렬 결합"은 소자가 각각 그 다음 소자에 직렬 순서로 배열되어 있어서 전체 효과가 실질상 추가성을 갖는 선형 구성을 가리킨다. 또한, 용어 "기동 장치"는 기동력을 생성할 수 있는 임의의 장치를 가리키고 선형 모터, 선형 구동기, 스텝핑 모터, 및 압전 소자를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.

[0042] 특정 구성에서, 제2 결합 서브시스템(180)의 각 결합 소자는 선형 결합된 소자를 포함한다. 다시, 도 5는 이해를 위해 오직 하나의 제2 결합 서브시스템 소자(180a)를 도시하고 있지만, 당업자는 도 4에 제안된 바와 같이 추가 제2 결합 서브시스템 소자가 제공될 수 있다는 것을 쉽게 이해할 것이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제2 결합 서브시스템 소자(180a)는 선형 모터(202), 제2 플렉셔 소자(204), 제3 플렉셔 소자(206), 및 (도 5의 제2 플렉셔 소자(206) 위에; 도 5의 가변 부재(174)에 의해 가려져 있지만 도 9에서는 보이는) 압전 구동기(208)를 포함할 수 있다. 이것은 하나의 가능한 구성이다. 동일하거나 다른 소자가 상이한 순서로 사용될 수도 있다는 것을 당업자는 쉽게 이해할 것이다. 도 5에 도시된 구성에서, 선형 모터(202)는 고정 부재(172)에 강성 결합되어 있고 압전 구동기(208)는 가변 부재(174)에 강성 결합되어 있어 각각 거칠고 정밀한 운동을 제공한다. 선형 모터(202)는 제2 및 제3 플렉셔 소자(204, 206)를 통해 압전 구동기(208)에 기계적으로 연결되어 있다. 특정 실시예에서, 제2 플렉셔 소자(204)는 아래에 보다 상세하게 도시되고 설명되는 바와 같이 소위 "카트휠" 플렉셔일 수 있다. 제3 플렉셔 소자(206)는 아래에 보다 상세하게 도시되고 설명되는 바와 같이, "더블" 또는 "평행사변형" 플렉셔일 수 있다.

[0043] 제2 결합 서브시스템(180)에 의해 고정 부재(172)에 상대적인 가변 부재(174)의 x 및 y 회전 및 z 변환의 제어가 가능하다. 제2 플렉셔 소자(204)에 의해 고정 부재(172)에 상대적인 가변 부재(174)의 일부 측방향 상대 이동이 가능하여서 장치의 축 근방이지만 고정 부재(172) 아래의(즉, 방울 생성기의 방출점쪽으로) 공간의 고정된 포인트 둘레로 회전운동될 수 있다. 동시에, 제2 플렉셔 소자(204)는 방울 생성기의 장축(z)을 따른 변환에 대한 강성을 제공하고 선형 모터(202)와 가변 부재(174) 사이에 작은 오정렬을 허용한다.

[0044] 제3 플렉셔 소자(206)에 의해 압전 구동기(208)는 압전 기동기(28)에 임의의 측방향 모멘트를 가하지 않고 가변 부재(174)에 힘을 가할 수 있다. 이것은 상대 취성으로 인해 압전 트랜스듀서에 바람직하다. 제1 플렉셔 소자(190) 및 제3 플렉셔 소자(206)의 특정 재료, 치수 및 형태가 3가지 타입의 플렉셔에 대해 선택되는 것이 바람직하여 바람직한 범위의 운동이 강성 및 기계적 피로 필요조건을 충족시키면서 달성될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0045] 예를 들어, 스트링 플렉셔가 제1 플렉셔 소자(190)로서 사용될 때, 도 6a, 도 6b 및 도 6c에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 이러한 도면의 제1 플렉셔 소자는 상하좌우로 굽힘을 허용하는 2개의 좁아진 부분을 갖고 있다. 제1 플렉셔 소자(190)의 전체 치수는 특정 적용에 따라 변할 것이다. 다수의 재료중 하나가 제1 플렉셔 소자(190)를 만드는데 사용될 수도 있다. 하나의 예로서, 제1 플렉셔 소자(190)는 열처리된 스테인레스 강으로 제조될 수도 있다.

[0046] 추가 예로서, 카트휠 플렉셔가 제2 플렉셔 소자(204)로서 사용될 때, 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 이러한 도면의 제2 플렉셔 소자(204)는 2개의 가요성 리프가 이들의 중간점에서 교차하고 있다. 도 7a 및 도 7b의 예는 3개의 섹션으로 구성된 제2 플렉셔 소자(204)를 도시하고 있고, 이들 섹션의 각각은 카트휠 플렉셔를 포함하고 있지만, 당업자중 하나는 하나, 두개, 또는 임의의 다른 수의 섹션이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 제2 플렉셔 소자(204)의 전체 치수는 특정 적용에 따라 변할 것이다. 다수의 재료중 하나가 이러한 제2 플렉셔 소자(204)를 만드는데 사용될 수도 있다. 하나의 예로서, 제2 플렉셔 소자(204)가 스테인레스강으로 구성될 수도 있다.

[0047] 제3 예로서, 평행사변형 플렉셔가 제3 플렉셔 소자(206)로서 사용될 때, 도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다. 도시된 바와 같이, 이러한 도면의 제3 플렉셔 소자(206)는 하부가 플랫폼으로서 기능하고 상부가 캔틸레버된 빔으로서 기능하는 대략 박스 형상을 갖고 있다. 이러한 플랫폼 및 빔은 서로 일체화되고, 캔틸레버된 빔이 도면의 상하에 대응하는 방향으로 구부러질 수 있도록 하는 일련의 내부 리지 및 갭을 통해 상호작용한다. 도 8a 및 도 8b의 예는 제3 플렉셔 소자(206)를 위한 특별한 구성을 도시하고 있지만 당업자는 다른 플렉셔 구성이 사용될 수 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 제3 플렉셔 소자(206)의 전체 치수는 특정 적용에 따라 변할 것이다. 다수의 재료중 하나가 제3 플렉셔 소자(206)를 만들기 위해 사용될 수도 있다. 하나

의 예로서, 제3 플렉셔 소자(206)는 열처리된 스테인레스강으로서 제조될 수도 있다.

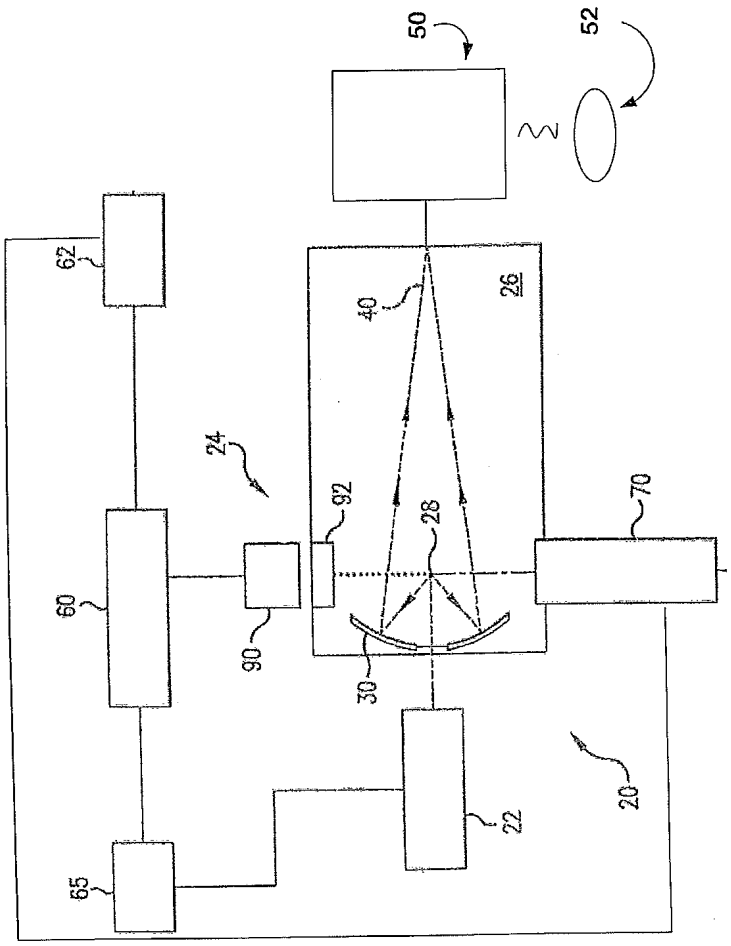
[0048] 도 9는 제1 결합 서브시스템(178)이 고정 부재(172)의 각 주변부 둘레의 상응하는 위치에 배열된 결합 소자(178a, 178b, 178c)를 포함하는 것으로 도시되어 있다(가변 부재(174)는 압전 구동기(208)를 보다 더 잘 볼 수 있도록 하기 위해 도면에서 생략되었다). 도 9의 도면에서 제1 결합 서브시스템(178)이 3개의 결합 소자를 갖고 있지만, 당업자는 다른 수의 결합 소자가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 도 9의 도면에서, 결합 소자(178a, 178b, 178c)는 대칭되어 위치되어 있다. 도 9의 특정 배열에서, 이들은 장치의 중심축(방울 생성기를 수용하는 2개의 원형 애퍼처의 중심을 관통하는 라인) 둘레에 120도 회전 대칭되어 위치되어 있다. 당업자는 대칭 배열이 사용된다면 다른 대칭구조가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 각 결합 소자는 도 5와 관련하여 설명된 바와 같이 연결된 제1 플렉셔 소자(190)를 포함하는 것으로 도시되어 있다.

[0049] 도 9에 도시된 실시예는 또한 고정 부재(172)의 각 주변부 주변의 상응하는 위치에 배열된 결합 소자(180a, 180b, 180c)로 구성된 제2 결합 서브시스템(180)을 포함하는 본 발명에 따른 방울 생성기의 실시예를 도시하고 있다. 도 9의 도면의 제2 결합 서브시스템(180)이 3개의 결합 소자를 갖고 있지만, 다른 수의 결합 소자가 사용될 수도 있다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 또한, 도 9의 도면에서, 결하 소자(180a, 180b, 180c)는 대칭으로 위치되어 있다. 도 9의 특정 배열에서, 이들은 장치의 중심축(2개의 원형 애퍼처의 중심을 관통하는 라인) 둘레에 120도 회전 대칭되어 위치되어 있다. 당업자는 대칭 배열이 사용된다면, 다른 대칭구조가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 도 9의 배열에서, 제2 결합 서브시스템(180)의 결합 소자의 위치는 고정 부재(172)의 주변부 둘레의 제1 결합 서브시스템(178)의 결합 소자와 교대로 위치되어 있다. 또한, 각 결합 소자는 도 5에 관련하여 도시된 바와 같이 연결된 선형 모터, 제2 플렉셔 소자, 제3 플렉셔 소자, 및 압전 구동기(208)를 포함하는 것으로 도시되어 있다.

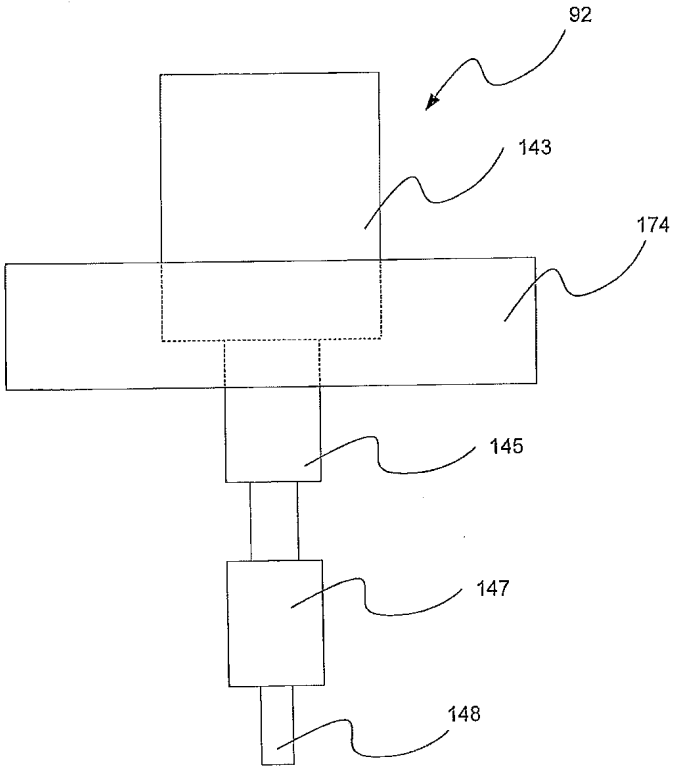
[0050] 상술된 것은 하나 이상의 실시예를 포함하고 있다. 물론, 상술된 실시예를 기술하는 목적을 위해 모든 가능한 조합의 구성요소 또는 방법을 설명하는 것이 가능하지 않지만 당업자는 다양한 실시예의 많은 추가 조합이 가능하다는 것을 인식할 수 있다. 따라서, 기술된 실시예는 첨부된 청구항의 범위 및 정신에 있는 이러한 모든 대안, 수정 및 변경을 포함하도록 의도되어 있다. 또한, 용어 "포함하다"가 상세한 설명 또는 청구범위에 사용되어 있는데, 이러한 용어는 청구범위의 "구비하다"와 유사한 방식으로 포함하는 의미를 갖고 있다. 또한, 상술된 특징 및/또는 실시예의 요소가 단수로 기술되거나 청구될 수 있지만, 명확히 단수로 한정하지 않으면 복수로 생각될 수 있다. 또한, 임의의 특징 및/또는 실시예의 모두 또는 일부는 달리 언급되지 않으면 임의의 다른 특징 및/또는 실시예의 모두 또는 일부와 함께 사용될 수 있다.

도면

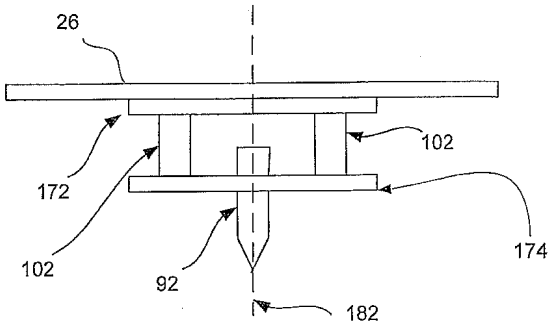
도면1



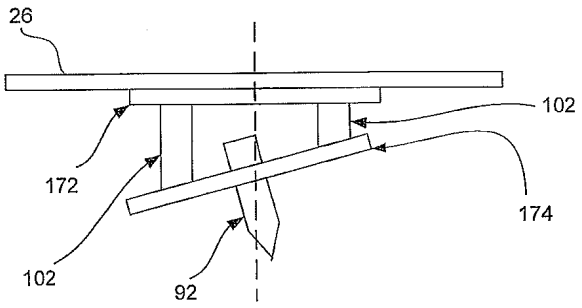
도면2



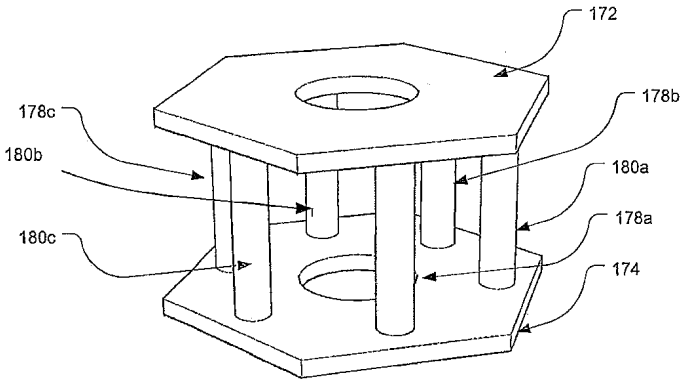
도면3a



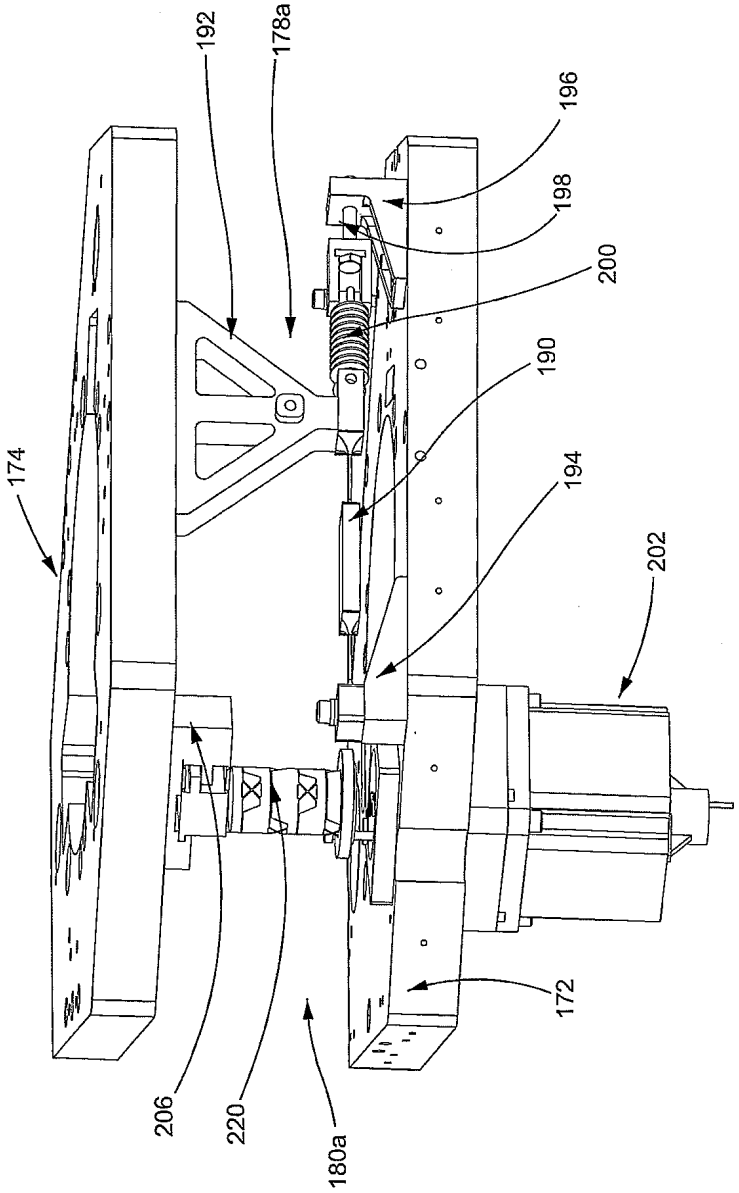
도면3b



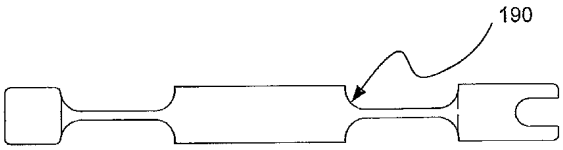
도면4


172
178b
180a
178a
174
178c
180b
180c

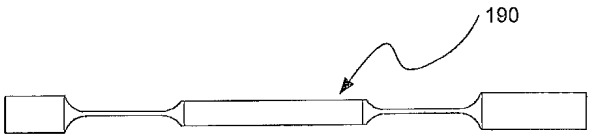
도면5


192
178a
196
198
200
190
194
202
174
172
206
220
180a

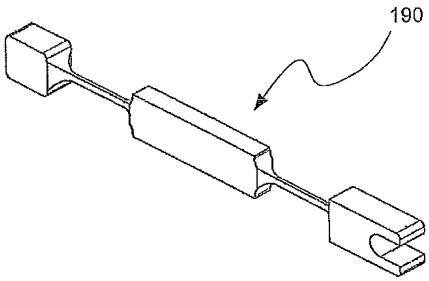
도면6a



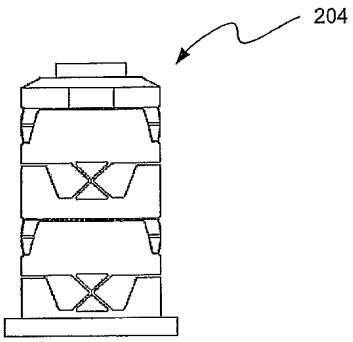
도면6b



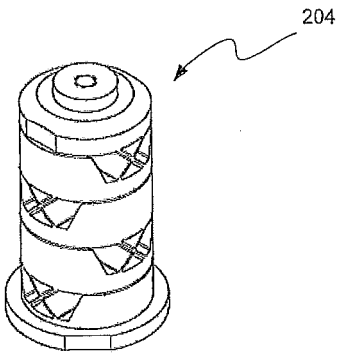
도면6c



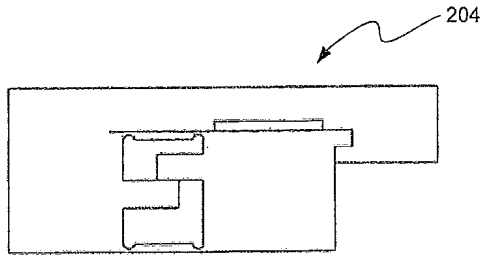
도면7a



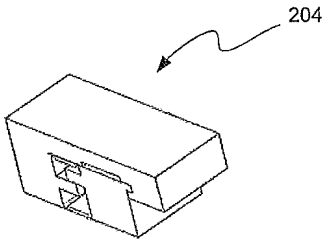
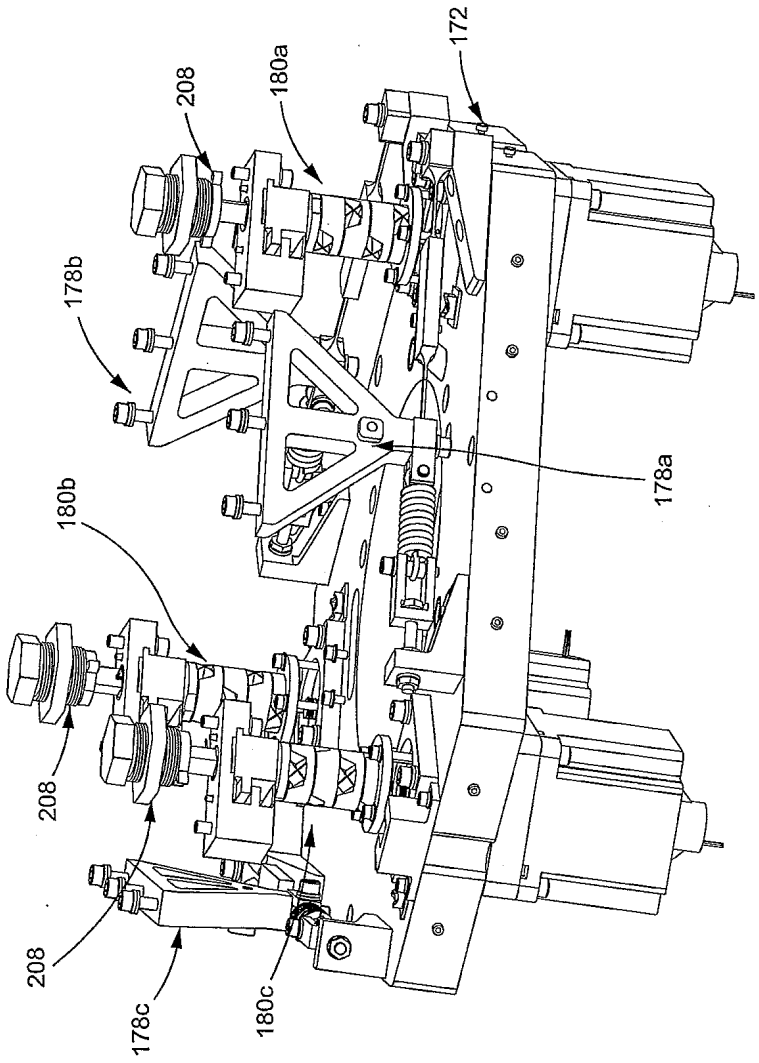
도면7b



도면8a



도면8b



도면9