(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월15일
(11) 등록번호 10-2111070
(24) 등록일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F21V 8/00 (2016.01) *G02B 17/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 6/0085 (2013.01)
G02B 17/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0162575
(22) 출원일자 2016년12월01일
심사청구일자 2018년05월31일
(65) 공개번호 10-2017-0069146
(43) 공개일자 2017년06월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-240736 2015년12월10일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010141071 A*
KR100842001 B1*
JP2007316132 A
JP2010045347 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고
(72) 발명자
니시카와라 도모후미
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인
이만금, 장수길, 이중희, 정연태

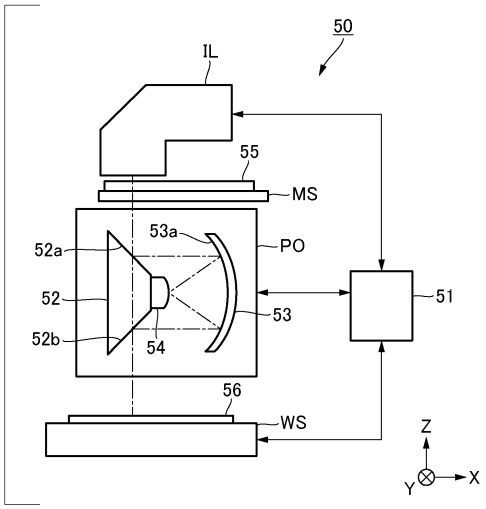
전체 청구항 수 : 총 16 항 심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 **광학 장치, 그것을 구비한 노광 장치 및 물품 제조 방법**

(57) 요 약

복수의 액추에이터 유닛을 사용하여 광학 소자를 변형시키는 광학 장치가 제공된다. 각각의 액추에이터 유닛은 광학 소자에 설치된 자성 부재와 자성 부재에 비접촉식으로 대향하여 배치된 코일을 포함한다. 광학 장치는 광학 소자를 보유지지하도록 구성되고 코일이 배치되는 기준 플레이트와 코일을 냉각시키도록 구성되는 냉각 유닛을 포함한다. 냉각 유닛의 냉각 능력은 코일이 배치되는 위치에 따라 상이하다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

광학 소자를 변형시키는 광학 장치이며,

상기 광학 소자에 설치된 제1 자성 부재와 상기 제1 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 제1 코일을 포함하는 제1 액추에이터 유닛과;

상기 광학 소자에 설치된 제2 자성 부재와 상기 제2 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 제2 코일을 포함하는 제2 액추에이터 유닛과;

상기 제1 코일 및 상기 제2 코일을 냉각시키도록 구성되는 냉각 유닛을 포함하고,

상기 제1 액추에이터 유닛의 구동력은 상기 제2 액추에이터 유닛의 구동력보다 크고,

상기 제1 코일을 냉각하기 위한 상기 냉각 유닛의 제1 냉각 능력은 상기 제2 코일을 냉각하기 위한 상기 냉각 유닛의 제2 냉각 능력보다 크게 구성되는, 광학 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 냉각 유닛의 상기 제1 냉각 능력은 상기 제1 코일로부터의 발열량에 의해 결정되고, 상기 냉각 유닛의 상기 제2 냉각 능력은 제2 코일로부터의 발열량에 의해 결정되는, 광학 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

제1 코일 및 제2 코일 각각으로부터의 발열량은 상기 광학 소자의 두께를 포함하는 파라미터에 대응하는, 광학 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 광학 소자를 보유지지하도록 구성되고 상기 제1 코일 및 제2 코일이 배치되는 기준 플레이트를 더 포함하고;

상기 제1 코일의 발열량은, 상기 광학 소자를 보유지지하는 상기 기준 플레이트의 부분과 상기 제1 코일이 배치되는 위치 사이의 거리를 포함하는 파라미터에 대응하고,

상기 제2 코일의 발열량은, 상기 광학 소자를 보유지지하는 상기 기준 플레이트의 부분과 상기 제2 코일이 배치되는 위치 사이의 거리를 포함하는 파라미터에 대응하는, 광학 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 냉각 유닛은 상기 제1 코일에 연결되는 제1 전열체와 상기 제2 코일에 연결되는 제2 전열체를 포함하고,

상기 제1 전열체의 형상은 상기 제2 전열체의 형상과 다른, 광학 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 전열체의 직경은 상기 제2 전열체의 직경보다 큰, 광학 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 전열체와 상기 제2 전열체 각각은 막대 형상을 가지는, 광학 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 코일 및 상기 제2 코일 중 적어도 하나의 근방의 온도를 계측하도록 구성되는 계측 유닛과;

상기 냉각 유닛의 냉각 능력을 제어하도록 구성되는 제어부를 더 포함하며,

상기 제어부는 상기 계측 유닛의 계측 결과에 기초하여 상기 냉각 능력을 제어하는, 광학 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 냉각 유닛은 상기 제1 코일에 연결된 제1 전열체를 포함하고,

상기 제1 전열체는 상기 제1 코일로부터 전해진 방열량 조절하는 제1 방열부와 상기 제1 코일로부터 전해진 열을 균일하게 방출하는 제2 방열부에 연결되고,

상기 제어부는 상기 계측 결과에 기초하여 상기 제1 방열부로부터의 방열량을 제어하는, 광학 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 계측 유닛은 상기 제1 코일 근방의 온도를 계측하도록 구성되는, 광학 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 광학 소자를 보유지지하도록 구성되고 상기 제1 코일 및 제2 코일이 배치되는 기준 플레이트를 더 포함하고;

상기 냉각 유닛은 상기 기준 플레이트 내부에 형성되어 그 안으로 냉매가 흐르는 유로를 포함하는, 광학 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 광학 소자는 표면에 반사면을 갖는 미러이며, 상기 광학 장치는 상기 미러의 이면에 배치되는, 광학 장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 광학 장치를 포함하는 노광 장치.

청구항 14

물품 제조 방법이며, 상기 방법은,

광학 장치를 갖는 노광 장치를 사용하여 기판을 노광하는 단계와,

노광된 상기 기판을 현상하는 단계를 포함하고,

상기 광학 장치는 광학 소자를 변형시키기 위한 것으로서,

상기 광학 소자에 설치된 제1 자성 부재와 상기 제1 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 제1 코일을 포함하는 제1 액추에이터 유닛과;

상기 광학 소자에 설치된 제2 자성 부재와 상기 제2 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 제2 코일을 포함하는 제2 액추에이터 유닛과;

상기 제1 코일 및 상기 제2 코일을 냉각시키도록 구성되는 냉각 유닛을 포함하고,

상기 제1 액추에이터 유닛의 구동력은 상기 제2 액추에이터 유닛의 구동력보다 크고,

상기 제1 코일을 냉각하기 위한 상기 냉각 유닛의 제1 냉각 능력은 상기 제2 코일을 냉각하기 위한 상기 냉각 유닛의 제2 냉각 능력보다 크게 구성되는, 물품 제조 방법.

청구항 15

복수의 액추에이터 유닛을 사용하여 광학 소자를 변형시키는 광학 장치이며, 각각의 액추에이터 유닛은 상기 광학 소자에 설치된 자성 부재와, 상기 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 코일을 포함하고, 상기 광학 장치는,

상기 광학 소자를 보유지지하도록 구성되고, 상기 코일이 배치되는 기준 플레이트와,

상기 코일을 냉각시키도록 구성되는 냉각 유닛을 포함하며,

상기 냉각 유닛의 냉각 능력은 상기 코일이 배치되는 위치에 따라 상이하고,

상기 냉각 유닛의 냉각 능력은 상기 코일로부터의 발열량에 의해 결정되고,

상기 코일로부터의 발열량은, 상기 광학 소자의 두께, 또는 상기 광학 소자를 보유지지하는 상기 기준 플레이트의 부분과 상기 코일이 배치되는 위치 사이의 거리를 포함하는 파라미터에 대응하는, 광학 장치.

청구항 16

물품 제조 방법이며, 상기 방법은,

광학 장치를 갖는 노광 장치를 사용하여 기판을 노광하는 단계와,

노광된 상기 기판을 현상하는 단계를 포함하고,

상기 광학 장치는 복수의 액추에이터 유닛을 사용하여 광학 소자를 변형시키는 광학 장치이며, 각각의 액추에이터 유닛은 상기 광학 소자에 설치된 자성 부재와, 상기 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 코일을 포함하고, 상기 광학 장치는,

상기 광학 소자를 보유지지하도록 구성되고, 상기 코일이 배치되는 기준 플레이트와,

상기 코일을 냉각시키도록 구성되는 냉각 유닛을 포함하며,

상기 냉각 유닛의 냉각 능력은 상기 코일이 배치되는 위치에 따라 상이하고,

상기 냉각 유닛의 냉각 능력은 상기 코일로부터의 발열량에 의해 결정되고,

상기 코일로부터의 발열량은, 상기 광학 소자의 두께, 또는 상기 광학 소자를 보유지지하는 상기 기준 플레이트의 부분과 상기 코일이 배치되는 위치 사이의 거리를 포함하는 파라미터에 대응하는, 광학 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광학 장치, 그것을 구비한 노광 장치 및 물품 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광학계의 광학 소자의 제조 오차, 조립 오차 등에 의해 발생하는 수차(aberration)를 보정할 수 있는 광학 장치가 알려져 있다. 이 광학 장치는 반사면의 형상을 변형 가능한 미러를 포함하고, 예를 들어 투영 광학계를 개입시켜 광을 물체에 투영하는 장비(노광 장치 또는 레이저 가공 장비 등)에 이용된다. 광학 장치를 투영 광학계의 광로 내에 배치하고, 미러의 형상을 조정함으로써, 수차 등을 보정할 수 있다. 미러의 형상의 조정은, 미러의 이면에 배치된 복수의 구동 유닛에 의해 행하여지지만, 구동 유닛으로부터의 발열에 의해 미러의 형상을 원하는 형상으로 변형하는 것이 곤란한 경우가 있다. 따라서, 일본 특허 공개 공보 번호 2007-316132는 구동 유닛(전자석 유닛)을 냉각하는 냉각 유닛을 구비한 광학 장치(반사 장치)를 개시하고 있다.

[0003] 복수의 구동 유닛은 미러의 가변형성 등에 의해 발열량이 서로 상이하다. 일본 특허 공개 공보 번호 2007-316132에 개시된 광학 장치는, 모든 구동 유닛을 균일하게 냉각하기 위하여, 가장 발열량이 큰 구동 유닛에 대응하도록 냉각 유닛의 냉각 능력을 설정하고 있다. 이것은 냉각 유닛의 대형화 및 비용 증가를 초래한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 예를 들어 광학계의 성능 개선에 있어서 유리한 광학 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 양태에 따르면, 복수의 액추에이터 유닛을 사용하여 광학 소자를 변형시키는 광학 장치가 제공되고, 각각의 액추에이터 유닛은 상기 광학 소자에 설치된 자성 부재와 상기 자성 부재와 비접촉식으로 대향하여 배치되는 코일을 포함하고, 상기 광학 장치는 상기 광학 소자를 보유지지하도록 구성되고 상기 코일이 배치되는 기준 플레이트와 상기 코일을 냉각시키도록 구성되는 냉각 유닛을 포함하며, 상기 냉각 유닛의 냉각 능력은 상기 코일이 배치되는 위치에 따라 상이하다.

[0006] 본 발명의 추가적인 특징은 첨부 도면을 참조하여 이하의 예시적인 실시예의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 제1 실시형태에 따른 광학 장치를 적용한 노광 장치의 구성을 도시하는 개략도이다.

도 2a는 광학 장치의 기본 구성을 도시하는 단면도이다.

도 2b는 미러 이면에 있어서의 자석의 배치를 나타내는 개략도이다.

도 2c는 냉각 플레이트에 결합되는 전열체와 냉매의 유로를 도시하는 개략도이다.

도 3은 제1 실시형태에 따른 광학 장치의 냉각 유닛의 구성을 도시하는 개략도이다.

도 4는 제2 실시형태에 따른 광학 장치의 냉각 유닛의 구성을 도시하는 개략도이다.

도 5는 제3 실시형태에 따른 광학 장치의 냉각 유닛의 구성을 도시하는 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 본 발명의 실시형태를 첨부의 도면을 참조하여 설명한다.

[0009] (제1 실시형태)

[0010] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 광학 장치를 적용한 노광 장치의 구성을 도시하는 개략도이다. 노광 장치(50)는 조명 광학계(IL)와, 투영 광학계(PO)와, 마스크(55)를 보유지지하여 이동가능한 마스크 스테이지(MS)와, 기판(56)을 보유지지하여 이동가능한 기판 스테이지(WS)와, 제어부(51)를 갖는다. 이하에서 설명되는 도면에서, 상하 방향(연직 방향)에서 Z축을 규정하고, Z축에 수직인 평면 내에서 서로 직교하는 X축 및 Y축을 규정한다. 조명 광학계(IL)는 광원 및 슬릿(모두 도시하지 않음)을 포함한다. 조명 광학계(IL)는 광원으로부터 출사된 광을 예를 들어 XY 방향으로 긴 원호 형상으로 정형하고, 슬릿 광을 마스크(55)에 조명한다. 마스크 스테이지(MS) 및 기판 스테이지(WS)는 각각 마스크(55) 및 기판(56)을 보유지지하고, 투영 광학계(PO)를 개입시켜 광학적으로 서로 실질적으로 공액인 위치(투영 광학계(PO)의 물체면 및 상면의 위치)에 배치된다. 투영 광학계(PO)는 미리결정된 투영 배율로 마스크(55)에 형성된 패턴을 기판(56)에 투영한다. 제어부(51)는 마스크 스테이지(MS) 및 기판 스테이지(WS)를 투영 광학계(PO)의 물체면과 평행한 방향(예를 들어, Y 방향)으로 투영 광학계(PO)의 투영 배율에 대응하는 속도비로 주사한다. 따라서, 마스크(55)에 형성된 패턴을 기판(56)에 전사할 수 있다.

[0011] 투영 광학계(PO)는 평면 거울(52)과, 오목 거울(53)과, 볼록 거울(54)을 포함한다. 조명 광학계(IL)로부터 출사되고, 마스크(55)를 투과한 노광광은 평면 거울(52)의 제1면(52a)에 의해 광로가 절곡되어, 오목 거울(53)의 제1면(53a)에 입사한다. 제1면(53a)은 반사면이며, 입사한 노광광은 제1면(53a)에 의해 반사되어 볼록 거울(54)에 입사한다. 입사한 광은 볼록 거울(54)에 의해 반사되어, 제1면(53a)에 입사한다. 제1면(53a)에 의해

다시 반사된 노광광은 평면 거울(52)의 제2면(52b)에 의해 광로가 절곡되어, 기판 상에 집중된다. 상기 구성을 갖는 투영 광학계(PO)에서는, 볼록 거울(54)의 표면이 광학적인 퓨필(pupil)의 역할을 한다. 제1 실시형태에 따른 광학 장치에서, 오목 거울(53)의 제1면(53a)을 변형시키고, 투영 광학계(PO)에 있어서의 광학 수차를 정확하게 보정한다.

[0012] 도 2a 내지 도 2c는 광학 장치의 기본 구성을 도시하는 개략도이다. 도 2a는 광학 장치(100)의 단면도이다. 도 2b는 미러 이면에 있어서의 자석의 배치를 나타낸 개략도이다. 도 2c는 냉각 플레이트에 결합되는 전열체와 냉매의 유로를 도시하는 개략도이다. 도 2a에 도시하는 바와 같이, 광학 장치(100)는 미러 고정부(102)와, 액추에이터 유닛(103)과, 자석 고정부(106)와, 기준 플레이트(121)와, 센서(123)와, 전열체(124)와, 냉각 플레이트(125)(냉각 유닛)와, 도시하지 않은 제어부를 포함한다. 광학 장치(100)는 사이에 개재된 미러 고정부(102)에 의해 미러(101)를 그 이면으로부터 보유지지한다. 미러(101)는 박경이며, 그 반사면이 사용되는 광의 파장에 적합한 코팅으로 처리된다. 그 재료로서는, 열 왜곡에 의한 형상 오차의 발생을 억제하기 위하여 저열 팽창 광학 유리를 이용한다. 미러는 외경이 약 0.1m 내지 2m 및 두께가 몇 mm 내지 몇 cm일 수 있으며, 본 실시형태에서는 외경이 1m 및 두께가 1cm인 미러를 사용한다.

[0013] 기준 플레이트(121)는 미러 고정부(102)와, 코일 고정부(122)와, 센서(123)를 보유지지한다. 그 재료로는, 액추에이터 등으로부터의 발열의 영향을 억제하기 위하여 저열 팽창 재료를 이용한다. 미러 고정부(102)는 미러(101)와 동축이 되도록 미러(101)를 고정하고 기준 플레이트(121)의 중심에 배치된다. 미러 고정부(102)의 형상은 원통형이며, 그 재료로서는 기준 플레이트(121)와 마찬가지로 저열 팽창 재료를 이용한다. 본 실시형태에서는, 기준 플레이트(121) 및 미러 고정부(102)는 동일한 재료로 형성된다.

[0014] 액추에이터 유닛(103)은 가동자인 자석(자성 부재)(104)과 당해 자석(104)과 비접촉식으로 대향하여 배치되는 고정자인 코일(105)을 포함하는 보이스 코일 모터이다. 도 2b에 도시하는 바와 같이, 자석(104)은 미러(101)의 이면에 방사상으로 배치되어 있다. 자석(104)은 자석 고정부(106)를 개재하여 미러(101)에 배치된다. 자석(104)으로서는, 예를 들어 자속 밀도가 높은 네오디뮴 자석이 이용된다. 자석 고정부(106)와 자석(104)이 접착제에 의해 서로 고정되고, 자석 고정부(106)와 미러(101)가 접착제에 의해 서로 고정된다. 자석 고정부(106)는 미러(101)에 대한 자석(104)의 열 왜곡의 영향을 저감하기 위하여 미러(101)와 동일한 저열 팽창 재료로 형성된다. 코일(105)은 대응하는 자석(104)으로부터 미소한 간극만큼 떨어진 위치에 위치되도록 코일 고정부(122)를 개재하여 기준 플레이트(121)에 고정된다. 액추에이터 유닛(103)의 배치 및 개수는 미러(101)의 목표 형상 및 필요 정밀도에 따라 결정된다.

[0015] 각 액추에이터 유닛(103)은 코일(105)에 전류를 흘림으로써 자석(104)과 코일(105)을 연결하는 축방향으로 로렌츠 힘을 발생시키며, 미러(101)의 반사면을 원하는 형상으로 변위시키는 것이 가능한 구동력 및 구동량을 가지고 있다. 코일(105)과 자석(104) 사이의 간극은 예를 들어 약 0.1mm 내지 1mm로 설정될 필요가 있다. 복수의 액추에이터 유닛(103)은, 센서(123)가 취득한 미러(101)의 형상에 관한 정보에 기초하여, 미러(101)가 목표 형상이 되도록 제어부(도시하지 않음)의 제어하에 구동된다. 이때, 미러 고정부(102)는 미러(101)를 변형되지 않도록 고정하고 있으므로, 액추에이터 유닛(103)에 의해 발생되는 힘의 차이에 의해, 미러(101)는 X 방향으로 병진하지 않고 X 방향에 수직인 축둘레로 회전하지 않는다. 예를 들어, 미러 고정부(102)는 각 액추에이터 유닛(103)이 발생시키는 힘의 차이에 의해 발생한 모멘트에 대응하는 모멘트를 발생시킨다. 이 결과, 미러(101)의 자세를 필요한 정밀도 범위 내로 유지할 수 있고, 미러(101)의 자세 제어는 불필요하게 된다.

[0016] 도 2a에 도시한 바와 같이, 복수의 센서(123)가 미러 이면과 대향하는 위치에서 기준 플레이트(121) 상에 배치되고, 기준 플레이트(121)를 기준으로 미러 이면으로부터의 거리를 계측하며, 미러(101)의 형상을 취득한다. 도 2b에 도시하는 바와 같이, 센서(123)는 방사상으로 배치되어 있지만, 배치 및 개수는 미러(101)의 목표 형상 및 필요한 정밀도에 따라 결정된다.

[0017] 각 전열체(124)는 대응하는 코일(105)을 방열부로서의 냉각 플레이트(125)에 연결하고, 코일(105)로부터 발생하는 열을 냉각 플레이트(125)에 전열한다. 전열체(124)는 열 전도성이 좋은 부재로 이루어지며, 예를 들어 구리, 알루미늄 혹은 히트 파이프 등을 사용한다. 전열체(124)의 형상은 예를 들어 막대 형상이며, 그 길이와 두께는 코일(105)로부터의 발열량과 필요한 열 저항값으로부터 결정된다. 코일(105)과 전열체(124)는 접착제에 의해 서로 결합된다. 도 2c에 도시한 바와 같이, 전열체(124)와 냉각 플레이트(125)의 결합 위치는 냉각 플레이트 상에 방사상으로 배치된다. 냉각 플레이트(125)는 내부에 유로(126)를 갖고, 도시하지 않은 온도 제어부로부터 온도가 제어된 냉매가 공급된다. 전열체(124)에 의해 회수된 코일(105)의 열은 냉각 플레이트(125)에 형성된 유로(126)에 의해 회수된다. 냉각 플레이트(125)는 구리나 알루미늄 등의 열 전도성이 좋은 재료로 형

성된다. 냉매의 유량 및 유로(126)의 형상은 코일(105)의 열을 회수하는데 필요한 열 저항값, 냉매의 압력 손실 등에 따라 결정된다. 본 실시형태에서는, 압력 손실을 저감시키기 위하여, 복수 라인의 유로(126)가 병렬로 배치되어 있다. 냉각 플레이트(125)는 조립성을 고려하여 분할되도록 구성될 수 있다.

[0018] 각각의 액추에이터 유닛(103)은 대응하는 코일(105)에 전류를 흘림으로써 구동력을 발생시키기 때문에, 구동 시에 코일(105)은 열을 방출한다. 코일(105)의 열은 공기층을 통해 코일(105)로부터 자석(104)에 전열되고, 자석(104)으로부터 미러(101)에 전열된다. 그리고, 미러(101)는 열 왜곡을 일으켜 미러(101)를 원하는 형상으로 변형하는 것이 곤란해질 수 있다. 코일 고정부(122)를 통해 코일(105)의 열을 기준 플레이트(121)에 전달하고, 기준 플레이트(121)가 전해진 열에 의해 변형되면, 그에 따라 미러(101)가 미러 고정부(102)를 통해 변형된다. 기준 플레이트(121)가 열변형되면, 센서(123)의 위치가 어긋나고, 미러(101)의 형상을 정밀하게 계측할 수 없게 된다. 본 실시형태에서는, 상술한 바와 같이, 전열체(124)를 통해 코일(105)의 열을 냉각 플레이트(125)에 의해 회수하여, 기준 플레이트(121) 및 미러(101)의 열 왜곡을 억제하고 있다.

[0019] 미러(101)의 목표 형상에 따라 각 액추에이터 유닛(103)에 요구되는 구동력, 즉 각 코일(105)로부터의 발열량이 상이하다. 미러(101) 등의 열 왜곡을 억제하기 위해서는, 가장 발열량의 큰 코일(105)에 따라, 전열체(124)의 두께를 증가시키거나, 냉각 플레이트(125)의 두께를 증가시키거나, 냉매의 유량을 증가시킬 필요가 있다. 이것은 장치의 대형화 및 비용 증가를 초래한다. 각 액추에이터 유닛(103)의 구동력은 미러(101), 미러 고정부(102), 및 기준 플레이트(121)의 구성 또는 미러(101)의 목표 형상에 기초하여 결정된다. 각 코일(105)로부터의 발열량은 구동력에 기초하여 추정될 수 있다. 광학 장치(100)의 구성은 추정된 코일(105)로부터의 발열량에 의해 결정된다.

[0020] 도 3은 제1 실시형태에 따른 광학 장치의 냉각 유닛의 구성을 도시하는 개략도이다. 도 2a을 참고하여 위에서 설명한 요소와 동일한 요소에는 동일한 부호를 부여하고, 그 설명을 반복하지 않는다. 광학 장치(300)는 미러 고정부(102)의 근방에서의 냉각 유닛의 구성에 있어서 도 2a에 도시된 구성과 상이하다. 즉, 미러 고정부(102)(미러(101)의 중심)의 근방에 배치되는 액추에이터 유닛(103a)에 포함된 냉각 유닛과 미러(101)의 중심으로부터 이격된 위치에 배치되는 액추에이터 유닛(103b)에 포함된 냉각 유닛은 구성이 상이하다. 액추에이터 유닛(103a)은 코일(105a)과 자석(104a)을 포함하고, 액추에이터 유닛(103b)은 코일(105b)과 자석(104b)을 포함한다. 코일(105a) 및 코일(105b)은 각각 전열체에 연결된다. 코일(105a)은 전열체(124a)에 연결되고, 코일(105b)은 전열체(124a)보다 직경이 작은 전열체(124b)에 연결된다. 전열체(124b)는 냉각 플레이트(125)에 연결된다. 전열체(124a)는 단부에 펠티에(Peltier) 소자(301)가 고정되고, 펠티에 소자(301)의 방열면에 히트 싱크(303)가 배치되어 있다. 펠티에 소자(301)의 온도는 전열체(124a)와 코일(105a)의 연결부 주변에 배치된 온도 센서(계측 유닛)(302)의 계측 결과에 기초하여 제어부(도시하지 않음)에 의해 제어된다. 구체적으로는, 온도 센서(302)의 값이 기준 온도(예를 들어, 환경 온도인 23℃)가 되도록 펠티에 소자에 흐르는 전류값이 제어부(도시하지 않음)에 의해 제어된다. 이상과 같이, 액추에이터 유닛(103b)의 냉각 유닛은 전열체(124b)와, 코일(105b)로부터 전열체(124b)를 통해 전해진 열을 균일하게 방열하는 방열부로서의 냉각 플레이트(125)를 포함한다. 한편, 액추에이터 유닛(103a)의 냉각 유닛은 전열체(124a)와, 코일(105a)로부터 전열체(124a)를 통해 전해진 열의 방열량을 조절할 수 있는 방열부로서의 펠티에 소자(301)를 포함한다. 히트 싱크(303)는 수냉식 또는 공냉식일 수 있다. 대안적으로, 히트 싱크 대신에, 방열을 위해 펠티에 소자(301)의 방열면을 냉각 플레이트(125)에 연결할 수 있다.

[0021] 본 실시형태에서는, 미러(101)의 중심부에 미러 고정부(102)를 연결함으로써 미러(101)를 고정하고 있다. 이 경우, 미러 고정부(102)(미러를 보유지지하는 부분)에 가까운 액추에이터 유닛(103a)은 미러 고정부(102)로부터 이격된 위치의 액추에이터 유닛(103b)의 것보다 큰 구동력을 필요로 한다. 예를 들어, 일차원의 외팔보(cantilever beam)의 하중(구동력)은, 휨량이 일정한 경우, 지지점으로부터의 거리의 3제곱에 반비례하여 작아진다. 미러(101)의 두께는 미러를 지지하는 미러 고정부(102)의 주변이 가장 두껍고, 미러 고정부(102)로부터 이격됨에 따라 얇아져 간다. 따라서, 미러 고정부(102) 주변의 액추에이터 유닛(103a)은 미러(101)를 목표 형상으로 변형하기 위하여 큰 구동력을 필요로 하고, 코일(105a)로부터의 발열량은 코일(105b)로부터의 발열량보다 크다. 발열량이 커지는 코일은, 예를 들어 미러의 두께, 미러 고정부(102)와 코일이 배치되는 위치 사이의 거리를 포함하는 파라미터에 기초하여 추정할 수 있다.

[0022] 본 실시형태에서는, 전열체(124a)의 직경을 전열체(124b)의 직경보다 크게 설정하고, 또한 전열체(124a)의 단부에 펠티에 소자(301)를 배치함으로써, 미러(101)의 외주부의 코일(105b)보다 코일(105a)에 대한 냉각 능력을 강화하고 있다. 코일(105a)보다 미러 고정부(102)로부터 더 이격된 위치에서, 발열량이 상대적으로 작은 코일

(105b)은 전열체(124a)보다 직경이 작은 전열체(124b) 및 냉각 플레이트(125)에 의해 냉각된다.

[0023] 미러(101)의 목표 형상에 따라 코일로부터의 발열량은 변동하지만, 발열량이 큰 미러 고정부(102) 주변의 코일(105a)은 발열량의 변동폭도 크다. 본 실시형태에서는, 피드백 제어에 의해 펠티에 소자(301)의 전류값을 제어하고 있으므로, 코일(105a)로부터의 발열량에 따라 냉각 능력(방열량)을 제어(조절)할 수 있다. 펠티에 소자(301)는 코일(105a)에 가까운 전열체(124a)의 온도에 기초하여 제어부(도시하지 않음)에 의해 제어되고 있으므로, 코일(105a)을 효율적으로 냉각할 수 있다. 만일 펠티에 소자(301) 대신에 일정 온도(23°)의 냉매가 공급되는 히트 싱크를 사용하면, 히트 싱크와 코일(105a) 사이의 열저항(전열체(124a) 등)의 영향에 의해 코일(105a)의 냉각 효율은 저하된다. 본 실시형태에서는, 펠티에 소자(301)의 냉각 부하를 저감시키기 위하여, 전열체(124a)는 미러(101)의 외주부의 전열체(124b)보다 큰 두께로 설정되어, 코일(105a)과 펠티에 소자(301) 사이의 열 저항값을 저하시킨다.

[0024] 본 실시형태에서는, 펠티에 소자(301)를 사용하고 있지만, 펠티에 소자(301) 대신에 온도 피드백 방식을 이용하는 히트 싱크를 사용해도 된다. 이 경우, 각 히트 싱크에 흐르는 냉매의 온도를 온도 센서(302)에 기초하여 피드백 제어하게 된다. 본 실시형태에서는, 광학 소자(101)는 미러이지만, 투과성 광학 소자이어도 된다. 이 경우, 액추에이터 유닛(103), 냉각 플레이트(125), 및 펠티에 소자(301)는 광학 소자의 광을 투과하지 않는 비유효 영역에 배치된다. 액추에이터 유닛(103a)은 직접 냉각되어도 되고, 전열체(124a)는 필수적이지 않다.

[0025] 이상과 같이, 본 실시형태에 따른 광학 장치(300)는 각 코일로부터의 발열량에 기초하여 적절한 냉각 유닛의 구성을 가지며 장치 사이즈 및 비용면에서 유리하다. 본 실시형태에 따르면, 광학계의 성능 개선의 관점에서 유리한 광학 장치를 제공할 수 있다.

[0026] (제2 실시형태)

[0027] 도 4는 제2 실시형태에 따른 광학 장치의 냉각 유닛의 구성을 도시하는 개략도이다. 제1 실시형태에서 설명한 요소와 동일한 요소에는 동일한 참조 부호를 부여하고, 그 설명을 반복하지 않는다. 본 실시형태에 따른 광학 장치(400)는, 미러 고정부(102)의 주변에 배치된 전열체(124a)가 냉각 플레이트(125)를 관통하고 있다는 점에서, 제1 실시형태에 따른 광학 장치와 상이하다.

[0028] 이 실시형태에 따르면, 코일(105a)의 열은 전열체(124a)를 통해 펠티에 소자(301) 및 히트 싱크(303) 외에 냉각 플레이트(125)에 전열되어 회수된다. 따라서, 본 실시형태에서는, 제1 실시형태에 비해 펠티에 소자(301)의 냉각 부하를 저감할 수 있기 때문에, 소형 펠티에 소자(301)를 선택할 수 있다. 또한, 펠티에 소자(301)의 제어 전류를 저하시킴으로써 에너지 절약을 실현할 수 있다. 제1 실시형태와 동일한 장점이 달성될 수 있다.

[0029] (제3 실시형태)

[0030] 도 5는 제3 실시형태에 따른 광학 장치의 냉각 유닛의 구성을 도시하는 개략도이다. 상기 실시형태에서 설명한 요소와 동일한 요소에는 동일한 참조 부호를 부여하고, 그 설명을 반복하지 않는다. 본 실시형태에 따른 광학 장치(500)는, 냉각 플레이트를 포함하지 않는 점 및 기준 플레이트(501)의 구성에 있어서, 상기 실시형태에 따른 광학 장치와 상이하다. 본 실시형태에 따른 기준 플레이트(501)는 냉매가 흐르는 유로(502)를 갖는다. 유로(502)는 전열체(124a 및 124b)의 근방에 배치된다. 유로의 직경과 길이는 코일로부터의 발열량과 필요한 열저항값에 따라 결정된다. 본 실시형태에서는, 유로(502)는 복수 라인이 병렬로 배치되는 구성을 포함한다. 병렬 구성을 이용하여 각 유로의 길이를 짧게 함으로써, 압력 손실을 저감시킬 수 있으며, 냉매의 온도 상승에 의한 냉각 능력의 악화를 저감시킬 수 있다. 본 실시형태의 전열체(124a) 및 전열체(124b)의 직경은 전열체와 기준 플레이트(501) 사이의 간극(503)이 약 10㎛ 내지 1㎜ 범위가 되도록 설정되어 있다.

[0031] 코일(105a) 및 코일(105b)에서 발생한 열은 각각 전열체(124a 및 124b)에 전열되고, 간극(503)의 공기층을 통해 기준 플레이트(501)에 전열되며, 유로(502)에 회수된다. 이 경우, 간극(503)에 열 전도율이 좋은 열전도 부재를 삽입함으로써, 냉각 효과를 향상시킬 수 있다. 발열량이 큰 코일(105a)에 연결되는 전열체(124a)는 그 단부에 펠티에 소자(301)를 갖고, 이는 유로(502)의 냉각 능력을 보충하며, 코일(105b)에 비해 냉각 능력이 강화된다.

[0032] 본 실시형태는, 상기 실시형태와 비교하여, 별개의 냉각 플레이트(125)를 채용하지 않기 때문에, 장치 사이즈 및 장치 구성에 있어서 유리하다. 특히, 기준 플레이트(501) 내에 유로(502)가 형성되어 있기 때문에, 기준 플레이트(501)의 온도는 냉매의 온도와 실질적으로 동일하다. 광학 장치(500)가 놓여 있는 환경 온도가 변동해도, 기준 플레이트(501)의 온도 변동은 억제된다. 본 실시형태에 따른 광학 장치에서도, 제1 실시형태 및 제2 실시형태와 마찬가지의 효과를 달성할 수 있다. 상기 실시형태의 기준 플레이트는 본 실시형태에 따른

기준 플레이트(501)로 대체될 수 있다.

[0033] 상기 실시형태에서는 노광 장치에 적용하는 예를 설명했지만, 상기 실시형태에 따른 광학 장치를 적용 가능한 장치의 예는 EUV 광의 조사에 의해 기판 상에 포토 레지스트의 잠상 패턴을 형성하는 리소그래피 장치가 있다. 또한, 광학 장치는 레이저 가공 장비, 안저 촬영 장비, 망원경 등에도 적용 가능하다.

[0034] (물품 제조 방법)

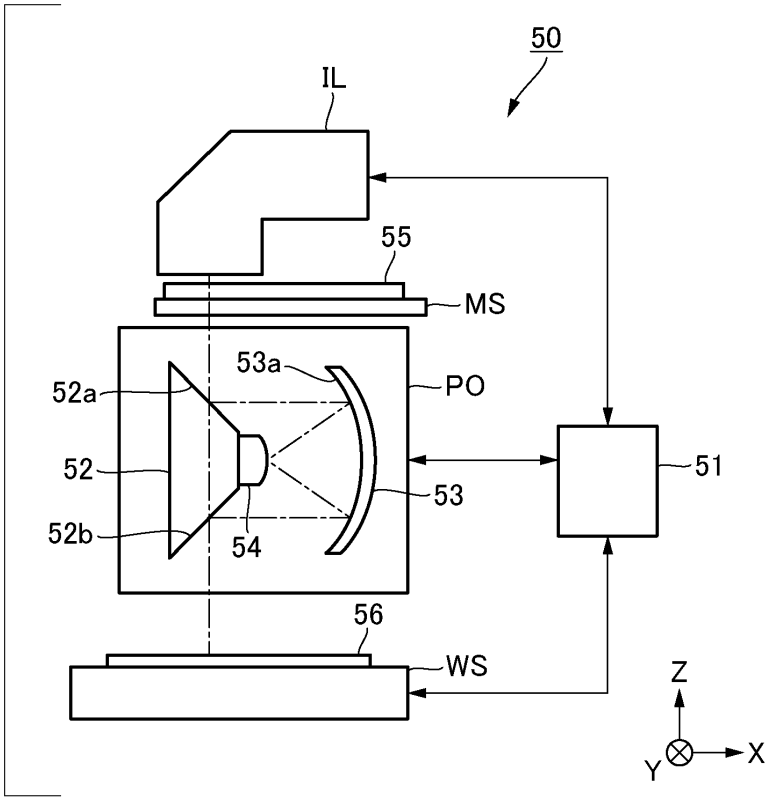
[0035] 본 발명의 실시형태에 관한 물품 제조 방법은 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스 또는 미세 구조를 갖는 소자 등의 물품을 제조하기에 적합할 수 있다. 물품 제조 방법은 기판에 도포된 포토 레지스트에 상기 노광 장치를 이용하여 잠상 패턴을 형성하는 단계(예를 들어, 기판 노광 단계)와, 이러한 단계에서 잠상 패턴이 형성된 기판을 현상하는 단계를 포함한다. 또한, 물품 제조 방법은 다른 주지의 단계(산화, 성막, 증착, 도핑, 평탄화, 에칭, 레지스트 박리, 다이싱, 본딩, 패키징 등)를 포함할 수 있다. 본 실시형태에 따른 장치 제조 방법은 종래 기술에 따른 물품 제조 방법에 비하여 물품의 성능, 품질, 생산성, 및 생산 비용 중 적어도 하나에서 유리하다.

[0036] 본 발명을 예시적인 실시형태를 참고하여 설명하였지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시형태로 한정되지 않음을 이해해야 한다. 이하의 청구항의 범위는 이러한 모든 변형 및 동등한 구조와 기능을 포함하도록 최광의로 해석되어야 한다.

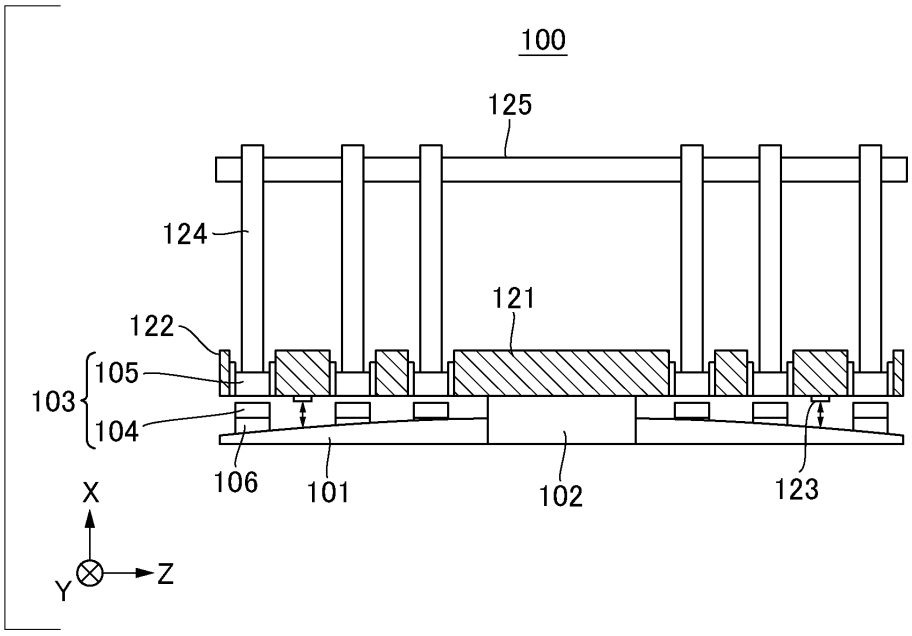
[0037] 본 출원은 그 전체가 본원에 참조로 통합되는 2015년 12월 10일에 출원된 일본 특허 출원 번호 2015-240736의 이점을 향유한다.

도면

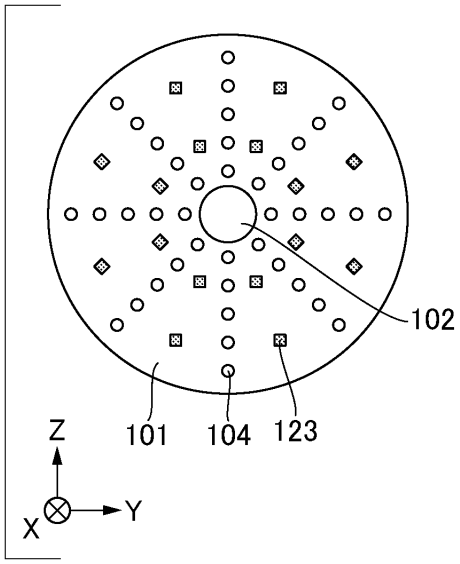
도면1



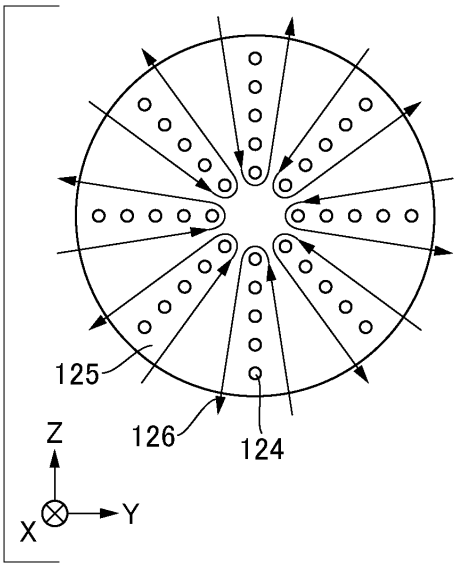
도면2a


100
125
124
121
122
105
103
104
106
101
102
123
X
Y
Z

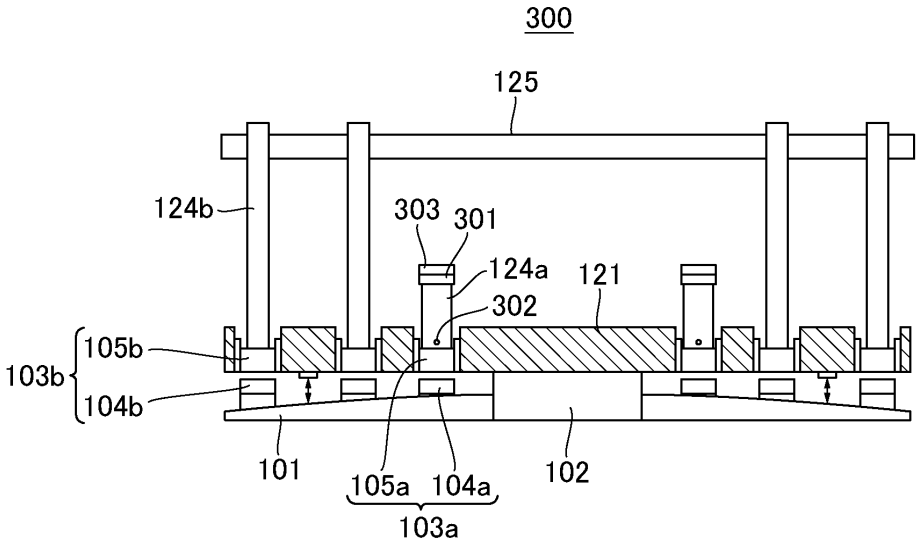
도면2b


102
101
104
123
Z
X
Y

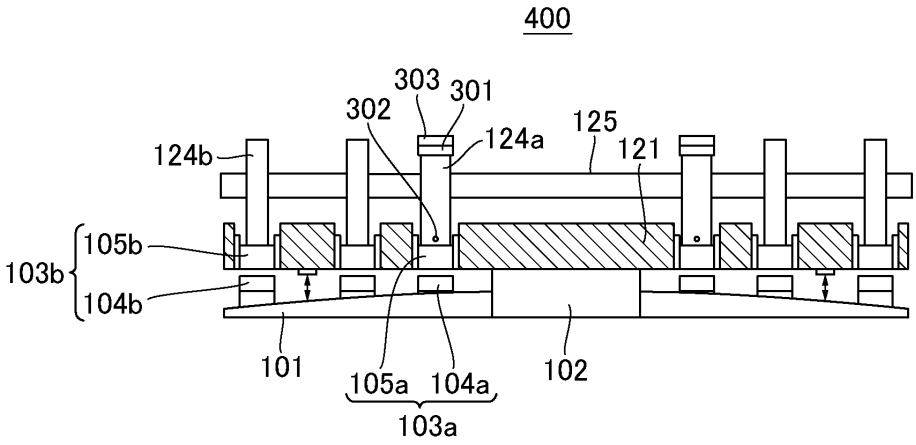
도면2c


125
126
124
Z
Y
X

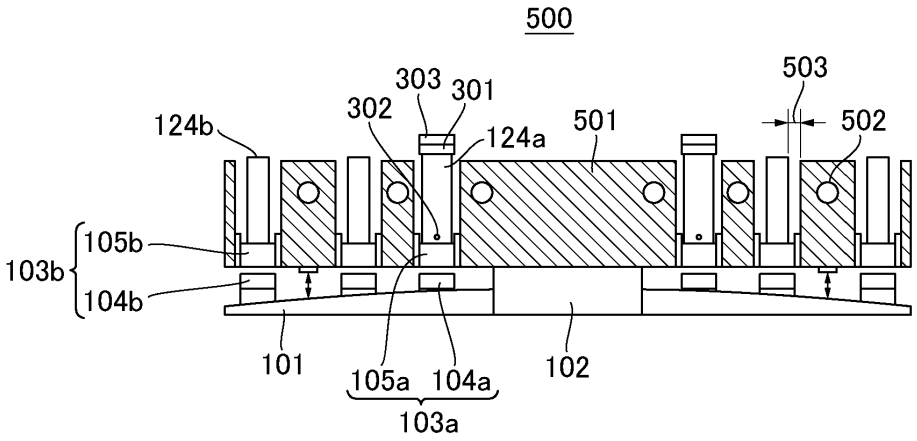
도면3


300
125
124b
303
301
124a
121
302
105b
103b
104b
101
105a
104a
102
103a

도면4


400
303
301
302
124a
125
121
124b
105b
103b
104b
101
105a
104a
102
103a

도면5


500
503
303
301
302
501
502
124b
124a
105b
103b
104b
101
105a
104a
102
103a