(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월11일
(11) 등록번호 10-1907365
(24) 등록일자 2018년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/24 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/24 (2013.01)
G03F 7/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7009198(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년03월13일
심사청구일자 2018년03월30일
(85) 번역문제출일자 2018년03월30일
(65) 공개번호 10-2018-0035950
(43) 공개일자 2018년04월06일
(62) 원출원 특허 10-2016-7034212
원출원일자(국제) 2013년03월13일
심사청구일자 2016년12월06일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/057062
(87) 국제공개번호 WO 2014/034161
국제공개일자 2014년03월06일
(30) 우선권주장
JP-P-2012-188116 2012년08월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004128325 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고
(72) 발명자
가토 마사키
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고 가부시키가이샤 니콘 내
기토 요시아키
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고 가부시키가이샤 니콘 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인태평양

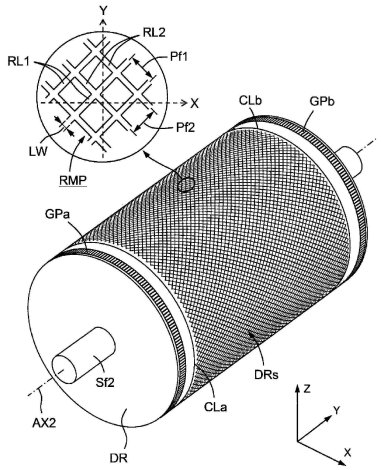
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 **기판 처리 장치**

(57) 요 약

광학적인 처리가 실시되는 투과성을 가지는 가요성의 기판을, 소정의 곡률로 만곡한 상태, 또는 평탄한 상태로 지지하기 위한 면을 구비한 기재와, 그 기재의 표면 상에 형성되며, 광학적인 처리에 사용되는 광(노광용의 자외선, 얼라이먼트용의 가시광 등)에 대한 반사율이 50% 이하인 막체를 마련한다.

대 표 도 - 도10



(72) 발명자

호리 마사카즈

일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고 가부시키가이샤 니콘 내

기우치 도루

일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고 가부시키가이샤 니콘 내

(56) 선행기술조사문헌

JP평성05205997 A

JP2012203286 A

JP2009187038 A

JP2011508960 A

명 세 서

청구범위

청구항 1

광투과성을 가지는 시트 기판의 표면에 형성된 마크 또는 패턴을 검출하는 검출 장치를 구비하는 기판 처리 장치로서,

상기 시트 기판을 만곡시킨 상태 또는 평탄한 상태로 지지하기 위한 면을 가진 기재(基材)와, 상기 기재의 상기 면 상(上)에 소정의 두께로 형성되며, 상기 시트 기판의 이면과 접촉하는 지지면을 형성하는 막체(膜體)를 가지는 기판 지지 장치와,

상기 시트 기판에 제1 광을 조사하여, 상기 마크 또는 상기 패턴으로부터의 광을 검출하는 제1 검출계(檢出係)와,

상기 시트 기판에 상기 제1 광과 다른 파장의 제2 광을 조사하여, 상기 마크 또는 상기 패턴으로부터의 광을 검출하는 제2 검출계를 구비하며,

상기 막체는, 상기 기판 지지 장치의 상기 지지면의 상기 제1 광에 대한 반사율이, 상기 제2 광에 대한 반사율보다도 작게 되도록 설정된 두께를 가지는 다층막으로 구성되는 기판 처리 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기판 지지 장치의 상기 기재는, 철 또는 알루미늄을 포함하는 금속 재료로 만들어지며,

상기 막체로서의 상기 다층막은, 상기 기재의 상기 면 상(上)에 2층 이상으로 형성되며, 상기 제1 광에 대한 상기 지지면에서의 반사율이 20%이하가 되도록 막 두께가 설정되는 기판 처리 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 다층막은, 상기 기재의 상기 면 상(上)에 형성되는 기초층과, 상기 기초층의 위에 형성되어 상기 지지면이 되는 톱(top)층과의 2층 구조이며,

상기 기초층의 두께를 상기 톱층의 두께보다도 두껍게 한 기판 처리 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 기초층은 크롬(Cr), 동(Cu), 알루미늄(Al), 은(Ag), 또는 금(Au) 중 어느 하나이며,

상기 톱층은 산화 크롬(Cr_2O_3, CrO), 산화티탄(TiO), 산화 지르코늄, 산화 하프늄(Hafnium), 또는 다이아몬드 라이크 카본(DLC) 중 어느 하나인 기판 처리 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 기초층은 크롬(Cr)으로 이루어지며,

상기 톱층은 두께가 30nm~150nm인 산화 크롬(Cr_2O_3, CrO)으로 이루어지는 기판 처리 장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 기초층은 동(Cu)으로 이루어지며,

상기 톱층은 두께가 0.5㎛ 이상인 다이아몬드 라이크 카본(DLC)으로 이루어지는 기판 처리 장치.

청구항 7

청구항 3 내지 청구항 6 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 막체로서의 상기 다층막의 상기 기초층에는, 상기 제1 검출계 또는 상기 제2 검출계에 의해서 검출되는 기준 패턴이 미소 단차에 의해서 형성되는 기판 처리 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 제1 광의 중심 파장을 λ1, m을 제로를 포함하는 임의의 정수(整數), 상기 기준 패턴의 미소 단차의 양을 ΔDP로 했을 때,

λ1·(m+1/8)/2≤ΔDP≤λ1·(m+7/8)/2의 범위, 또는

λ1·(m+1/4)/2≤ΔDP≤λ1·(m+3/4)/2의 범위로 설정되는 기판 처리 장치.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 제1 광은 자외 파장역의 광이고,

상기 제2 광은 가시역 ~ 적외역의 파장대의 광인 기판 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 가요성의 기판의 일부를 만곡(灣曲)한 상태, 혹은 평탄한 상태로 지지하는 기판 지지 장치와, 그 지지 장치에 의해 지지되는 가요성의 기판을 처리하는 기판 처리 장치(노광 장치)에 관한 것이다.

[0002] 본원은, 2012년 8월 28일에 출원된 일본특허출원 제2012-188116호에 근거하여 우선권을 주장하고, 그 내용을 여기에 원용한다.

배 경 기 술

[0003] 최근, 플랫 패널 디스플레이로서, 액정 방식이나 플라즈마 방식 외에, 유기 EL방식이 주목되고 있다. 액티브·매트릭스(active·matrix) 방식의 유기 EL(AMOLED) 디스플레이의 경우, 각 화소를 구동하는 박막 트랜지스터(TFT), 구동 회로, 각종 신호 라인 등을 포함하는 백·플레이트(back·plate) 상에, 유기 EL에 의한 화소 발광층이나 투명 전극층 등을 포함하는 톱·플레이트(top·plate)가 적층된다.

[0004] 유기 EL에 의한 디스플레이 제조에 있어서, 보다 저비용으로 양산성이 높은 방식의 하나로서, 가요성(플렉시블)의 수지재나 플라스틱, 혹은 금속박을 두께가 200㎛ 이하인 장척(長尺) 모양의 시트(필름)로서 형성하고, 그 위에, 디스플레이의 백·플레이트나 톱·플레이트를, 롤·투·롤(Roll to Roll) 방식으로 직접 만드는 것이 제안되어 있다(특허 문헌 1).

[0005] 특허 문헌 1에는, 각 화소용의 TFT를 구성하는 전극층, 반도체층, 절연막 등, 및, 화소 발광층, 배선층을 형성하기 위한 유동성 재료를, 잉크젯 방식 등의 인쇄기에 의해 가요성의 장척 시트(PET(Poly-Ethylene Terephthalate) 필름 등) 상에 연속적으로 형성함으로써, 염가로 디스플레이를 제조하는 방법이 개시되어 있다.

[0006] 또 특허 문헌 1에서는, 절연층을 사이에 두고 상하로 적층되는 TFT의 게이트 전극층과 드레인/소스 전극층과의 상대적인 위치 관계나 각 전극의 형상 등을 정밀하게 완성하기 위해, 자외선의 조사에 의해서 표면의 친발액성(親撥液性)을 개질하는 자기(自己) 조직화 단분자층(SAM)을 형성하고, 자외선에 의한 패턴 노광 장치를 사용하여, 각 전극층의 형상을, 보다 정밀하게 완성하는 고안이 제안되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) [특허 문헌 1] 국제공개 제2010/001537호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 상기의 특허 문헌 1의 노광 장치는, 평면 마스크의 패턴을 투영 광학계를 매개로 하여, 평탄하게 지지되는 가요성의 장척의 시트 기판 상에 투영 노광한다.

[0009] 이것에 대해서, 롤·투·롤 방식에 의해, 연속적으로 반송되는 가요성의 시트 기판에 마스크의 패턴을 반복하여 노광하는 경우에는, 시트 기판의 반송 방향을 주사(走査) 방향으로 하고, 마스크를 원통 모양의 회전 마스크로 한 주사형 노광 장치로 하는 것에 의해, 생산성의 비약적인 향상을 기대할 수 있다.

[0010] 연속적으로 반송되는 가요성의 시트 기판은, 얇은 기판으로서, 에어 베어링 방식의 평탄, 혹은 만곡한 패드면 등에 의해 지지된다. 혹은, 시트 기판은 회전 드럼(지름이 큰 롤러)의 원통 모양의 외주면의 일부에 감겨져, 만곡한 상태로 지지된다.

[0011] ITO 등의 투명층이 형성된 투명도가 높은 PET 필름, PEN(Poly-Ethylene Naphthalate) 필름, 매우 얇은 유리 등에, 노광 장치를 이용하여 패터닝하는 경우, 그 기판의 표면에 도포된 광 감응층(感應層)(예를 들면, 포토레지스트, 감광성 실란(silane) 커플링재 등)에 투사(投射)되는 패턴 노광광(露光光)은, 기판의 아래의 패드면이나 회전 드럼의 외주면에까지 도달한다.

[0012] 그 때문에, 패드면이나 회전 드럼의 외주면에서 반사한 광 성분(되돌림광)은, 기판의 이면측으로부터 표면측(투영 광학계의 쪽)으로 되돌아와, 광 감응층에 형성되는 패턴의 상질(像質)을 열화(劣化)시키거나 하는 경우가 있다. 기판의 뒤측에 위치하는 패드면이나 회전 드럼의 외주면의 반사율을 낮게 억제할 수 있으면, 그 되돌림광에 의한 영향은 무시할 수 있다.

[0013] 그렇지만, 노광 장치의 캘리브레이션(calibration)이나 기판의 위치 맞춤을 위해, 평탄한 패드면이나 회전 드럼의 외주면의 일부에, 기준 마크나 기준 패턴을 마련하고, 그것을 광학적인 얼라이먼트 현미경 등을 매개로 하여 검출할 때에는, 패드면이나 회전 드럼의 외주면의 반사율이 낮기 때문에, 기준 마크나 기준 패턴을 양호한 콘트라스트로 검출하는 것이 곤란하게 된다고 하는 문제 등도 생긴다.

[0014] 본 발명의 형태는, 기판을 지지하는 부재로부터의 반사광(되돌림광)에 의한 영향을 저감한 기판 지지 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0015] 또, 본 발명의 형태는, 기판을 지지하는 장치의 지지면의 일부에 형성된 기준 마크나 기준 패턴, 또는, 기판에 형성된 마크나 패턴으로부터의 반사광(되돌림광)을, 얼라이먼트 현미경 등에 의한 광학적인 관찰 장치에 의해서 양호하게 검출할 수 있는 기판 지지 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0016] 게다가, 본 발명의 형태는, 그러한 기판 지지 장치에 의해서 지지되는 기판에, 고정밀한 광 패터닝을 실시하는 노광 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 제1 형태에 따르면, 광학적인 처리(예를 들면, 노광 처리나 얼라이먼트시의 계측 처리)가 실시되는 투과성을 가지는 가요성의 기판을 만곡(灣曲)한 상태, 또는 평탄한 상태로 지지하기 위한 면을 구비한 기재(基材)와, 그 기재의 면 상에 형성되며, 광학적인 처리에 사용되는 광에 대한 반사율이 50% 이하인 막체(膜體)를 구비한 기판 지지 장치가 제공된다.

[0018] 본 발명의 제2 형태에 따르면, 광학적인 처리(예를 들면, 노광 처리나 얼라이먼트시의 계측 처리)가 실시되는 투과성을 가지는 가요성의 기판을 만곡한 상태, 또는 평탄한 상태로 지지하기 위한 면을 구비한 기재와, 그 기재의 면 상에 형성되며, 광학적인 처리에 사용되는 광에 대한 반사율이 50% 이하인 막체와, 그 막체의 위에 미

소(微小) 단차로 형성되는 기준 패턴을 구비한 기판 지지 장치가 제공된다.

[0019] 본 발명의 제3 형태에 따르면, 제1 형태 또는 제2 형태에 의한 기판 지지 장치를 이용하여, 패턴 노광을 행하는 노광 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 제1 형태, 제2 형태에 의하면, 투과성이 적은 기판에 패턴을 노광할 때, 노이즈가 되는 불필요한 노광(불필요 패턴의 겹침 현상 등)을 저감할 수 있는 지지 장치를 제공할 수 있다.

[0021] 본 발명의 제3 형태에 의하면, 정밀한 패턴 노광이 가능한 노광 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 제1 실시 형태에 의한 노광 장치의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1의 노광 장치의 주요부의 배치를 나타내는 사시도이다.

도 3은 도 1, 도 2의 노광 장치의 투영 광학계의 구성을 나타내는 도면이다.

도 4는 조명 영역과 투영 영역의 배치 관계를 나타내는 모식도이다.

도 5는 기판을 지지하는 회전 드럼과 엔코더 헤드의 배치를 나타내는 도면이다.

도 6은 기판 상에서의 얼라이먼트계와 투영 영역과의 배치 관계를 나타내는 도면이다.

도 7은 회전 드럼 상에 지지되는 기판의 구조를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 8은 제1 실시 형태에 의한 회전 드럼의 표면 구조를 나타내는 단면도이다.

도 9는 회전 드럼의 표면 재료의 두께에 의한 반사율 특성을 나타내는 도면이다.

도 10은 제2 실시 형태에 의한 회전 드럼의 표면 구조를 나타내는 사시도이다.

도 11은 제2 실시 형태에 의한 회전 드럼의 표면 구조를 나타내는 단면도이다.

도 12는 제3 실시 형태에 의한 패턴 묘화(描畵) 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

도 13은 도 12의 장치에 의한 기판의 묘화 형태를 설명하는 도면이다.

도 14는 제4 실시 형태에 의한 회전 드럼의 표면 구조를 나타내는 사시도이다.

도 15는 제5 실시 형태에 의한 회전 드럼의 표면 구조의 단면을 나타내는 도면이다.

도 16은 제6 실시 형태에 의한 패턴 노광 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] [제1 실시 형태]

[0024] 도 1은, 본 실시 형태에 의한 플렉시블 기판용의 투영형 노광 장치(EX)의 전체 구성을 나타내는 도면이다. 노광 장치(EX)는, 전(前)공정의 프로세스 장치로부터 반송되어 오는 가요성의 시트 모양의 기판(P)의 광 감응층(感應層)에 대해서, 디스플레이용의 회로 패턴이나 배선 패턴에 대응한 자외선의 패터닝 광을 조사한다.

[0025] 자외선은, 예를 들면 수은 방전 등의 휘선인 g선(436nm), h선(405nm), i선(365nm), 혹은 KrF, XeCl, ArF 등의 엑시머 레이저(각각, 파장 248nm, 308nm, 193nm), 또는, 반도체 레이저 광원, LED 광원, 고조파 레이저 광원 등으로부터의 파장 400nm 이하의 광을 포함한다.

[0026] 도 1의 노광 장치(EX)는, 온도 조절 챔버(EVC) 내에 마련된다. 노광 장치(EX)는, 패시브(passive) 또는 액티브(active)한 방진(防振) 유닛(SU1, SU2)을 매개로 하여 제조 공장의 바닥면에 설치된다. 노광 장치(EX) 내에는, 전공정으로부터 보내져 오는 기판(P)을 후공정으로 소정의 속도로 보내기 위한 반송 기구가 마련된다.

[0027] 반송 기구는, 기판(P)의 Y방향(장척(長尺) 방향과 직교한 폭 방향)의 중심을 일정 위치로 제어하는 엣지 포지션 컨트롤러(EPC), 닙(nip)된 구동 롤러(DR4), 기판(P) 상에서 패턴 노광되는 부분을 원통면 모양으로 지지하면서, 회전 중심선(AX2)의 둘레로 회전하여 기판(P)을 반송하는 회전 드럼(DR), 회전 드럼(DR)에 감기는 기판(P)에 소

정의 텐션을 부여하는 텐션 조정 롤러(RT1, RT2), 및, 기판(P)에 소정의 늘어짐(여유)(DL)을 부여하기 위한 2조(組)의 구동 롤러(DR6, DR7) 등으로 구성된다.

[0028] 게다가, 노광 장치(EX) 내에는, 회전 중심선(AX1)의 둘레로 회전하는 원통 모양의 원통 마스크(DM)와, 원통 마스크(DM)의 외주면에 형성된 투과형의 마스크 패턴의 일부분의 상(像)을, 회전 드럼(DR)에 의해서 지지되는 기판(P)의 일부분에 투영하는 복수의 투영 광학계(PL1, PL2, …)와, 마스크 패턴의 일부분의 투영상(投影像)과 기판(P)을 상대적으로 위치 맞춤(얼라이먼트)하기 위한 얼라이먼트계(AM)가 마련되어 있다.

[0029] 얼라이먼트계(AM)는, 기판(P)에 미리 형성된 얼라이먼트 마크 등을 검출하는 얼라이먼트 현미경을 포함한다.

[0030] 이상의 구성에서, 도 1 중에 정한 직교 좌표계 XYZ의 XY평면은 공장의 바닥면과 평행하게 설정되며, 기판(P)의 표면의 폭 방향('TD방향'이라고도 함)은 Y방향에 일치하도록 설정된다. 이 경우, 원통 마스크(DM)의 회전 중심선(AX1)과 회전 드럼(DR)의 회전 중심선(AX2)은, 모두 Y축과 평행하게 설정되고, 또한 Z축 방향으로 이간(離間)하여 배치된다.

[0031] 또, 본 실시 형태의 투영 광학계(PL1, PL2, …)는, 상세한 것은 후술하지만, 복수의 투영 시야(투영상(像))가 지그재그로 배치되는 멀티 렌즈 방식으로서 구성되며, 그 투영 배율은 등배(×1)로 설정된다.

[0032] 원통 마스크(DM)의 외주면(패턴면)의 직경(중심(AX1)으로부터의 반경)과, 회전 드럼(DR)의 외주면(지지면)의 직경(중심(AX2)으로부터의 반경)은, 실질적으로 동일하게 할 수 있다. 예를 들면, 원통 마스크(DM)의 직경을 30cm로, 회전 드럼(DR)의 직경을 30cm로 할 수 있다.

[0033] 또, 원통 마스크(DM)의 외주면(패턴면)의 직경(중심(AX1)으로부터의 반경)과, 회전 드럼(DR)의 외주면(지지면)의 직경(중심(AX2)으로부터의 반경)은, 반드시 동일하게 해 둘 필요는 없고, 크게 달라도 좋다. 예를 들면, 원통 마스크(DM)의 직경을 30cm로, 회전 드럼(DR)의 직경을 40 ~ 50cm 정도로 해도 괜찮다.

[0034] 또, 상기 수치는 일례로서 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

[0035] 또, 회전 드럼(DR)의 직경을 원통 마스크(DM)(패턴면)의 직경과 동일하게 하는 경우, 정확하게는, 회전 드럼(DR)의 외주면에 감겨지는 기판(P)의 두께를 고려한 것이 된다. 예를 들면, 기판(P)의 두께를 100㎛(0.1mm)로 하면, 회전 드럼(DR)의 외주면의 반경은, 원통 마스크(DM)(패턴면)의 반경에 대해서, 0.1mm만큼 작은 것으로 한다.

[0036] 게다가, 회전 드럼(DR)의 외주면의 둘레 방향의 전체 길이(둘레 길이)를, 알맞게 좋은 길이, 예를 들면 100.0cm로 하는 경우는, 회전 드럼(DR)의 외주면의 직경은 원주율 π에 의해서 100/πcm가 되기 때문에, 직경을 수 ㎛ ~ 서브 미크론의 정밀도로 가공하여 둘 필요가 있다.

[0037] 본 실시 형태에서는, 투과형의 원통 마스크(DM)를 이용하므로, 원통 마스크(DM)의 내부 공간에는 투영 광학계(PL1, PL2, …)의 각각의 시야 영역에 대응한 노광용의 조명광(자외선)을, 원통 마스크(DM)의 패턴면(외주면)을 향해서 조사하는 조명계(IU)가 마련되어 있다.

[0038] 또, 원통 마스크(DM)가 반사형인 경우는, 노광용의 조명광을 투영 광학계(PL1, PL2, …)의 일부의 광학 소자를 매개로 하여 원통 마스크(DM)의 외주면(반사형의 패턴면)을 향해서 조사하는 낙사(落斜) 조명 광학계가 마련된다.

[0039] 이상의 구성에서, 원통 마스크(DM)와 회전 드럼(DR)을 소정의 회전 속도비로 동기(同期) 회전시키는 것에 의해서, 원통 마스크(DM)의 외주면에 형성된 마스크 패턴의 상(像)이, 회전 드럼(DR)의 외주면의 일부에 감겨진 기판(P)의 표면(원통면을 따라서 만곡한 면)에 연속적으로 반복하여 주사 노광된다.

[0040] 본 실시 형태에서 사용되는 기판(P)은, 예를 들면, 수지 필름, 스테인리스강 등의 금속 또는 합금으로 이루어지는 박(호일) 등이다.

[0041] 수지 필름의 재질은, 예를 들면, 폴리에틸렌 수지, 폴리프로필렌 수지, 폴리에스테르 수지, 에틸렌 비닐 공중합체 수지, 폴리염화비닐 수지, 셀룰로오스 수지, 폴리아미드 수지, 폴리이미드 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리스티렌 수지, 초산비닐수지 중 하나 또는 둘 이상을 포함한다.

[0042] 기판(P)은, 각종의 처리 공정에서 받은 열에 의한 변형량을 실질적으로 무시할 수 있도록, 열팽창 계수가 현저하게 크지 않은 것을 선정할 수 있다. 열팽창 계수는, 예를 들면, 무기 필러(filler)를 수지 필름에 혼합하는 것에 의해서 작게 할 수 있다. 무기 필러로서는, 예를 들면, 산화 티탄, 산화 아연, 알루미나, 산화 규소 등이

사용된다.

[0043] 또, 기판(P)은, 플로트법(float法) 등에 의해 제조된 두께가 예를 들면 100㎛ 정도의 매우 얇은 유리의 단층체라도 좋고, 이 매우 얇은 유리에 상기의 수지 필름, 박 등을 접합시킨 적층체라도 괜찮다.

[0044] 또, 상기 수치는 일례로서 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

[0045] 도 2는, 도 1에 나타낸 노광 장치(EX) 중, 원통 마스크(DM), 복수의 투영 광학계(PL1, PL2, …), 회전 드럼(DR)의 배치 관계를 사시도로 나타낸 것이다.

[0046] 도 2에서, 원통 마스크(DM)와 회전 드럼(DR)과의 사이에 마련되는 투영 광학계(PL1, PL2, PL3, PL4, …)(여기에서는 4개의 투영 광학계를 도시)의 각각은, 예를 들면, 일본특허공개 평7-57986호 공보에 개시되어 있는 바와 같이, 원형 투영 시야의 절반(하프 필드(half field))을 사용하는 반사 굴절형의 등배 결상 렌즈의 2개를 Z방향으로 텐덤(tandem)으로 연결하여, 마스크 패턴을 정립(正立)의 비반전상(非反轉像)으로 하여 기판측에 등배로 투영한다.

[0047] 투영 광학계(PL1, PL2, PL3, PL4, …)는, 모두 동일 구성이며, 상세에 대해서는 후술한다.

[0048] 또, 투영 광학계(PL1, PL2, PL3, PL4, …)는, 각각 강고한 유지 칼럼(column)(PLM)에 장착되고, 일체화되어 있다. 유지 칼럼(PLM)은, 온도 변화에 대한 열팽창 계수가 작은 인바(invar) 등의 금속으로 구성되며, 온도 변화에 의한 각 투영 광학계(PL1, PL2, PL3, PL4, …) 사이의 위치적인 변동을 작게 억제할 수 있다.

[0049] 도 2에 나타내는 바와 같이, 회전 드럼(DR)의 외주면에서, 회전 중심선(AX2)이 연장하는 방향(Y방향)의 양단부에는, 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치(또는 둘레 길이 방향의 위치)를 계측하는 엔코더 시스템을 위한 스케일부(GPa, GPb)가, 둘레 방향의 전체를 따라서 고리 모양으로 각각 마련되어 있다.

[0050] 스케일부(GPa, GPb)는, 회전 드럼(DR)의 외주면의 둘레 방향으로 일정한 피치(예를 들면 20㎛)로 오목 모양 또는 볼록 모양의 격자선을 새긴 회절 격자이며, 인크리멘탈(incremental)형 스케일로서 구성된다.

[0051] 또, 상기 수치는 일례로서 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

[0052] 기판(P)은, 회전 드럼(DR)의 양단의 스케일부(GPa, GPb)를 피한 내측에 감겨지도록 구성된다. 엄밀한 배치 관계를 필요로 하는 경우, 스케일부(GPa, GPb)의 외주면과, 회전 드럼(DR)에 감긴 기판(P)의 부분의 외주면이 동일면(중심선(AX2)으로부터 동일 반경)이 되도록 설정한다. 이를 위해서는, 스케일부(GPa, GPb)의 외주면을, 회전 드럼(DR)의 기판 감음용의 외주면에 대해서, 지름 방향으로 기판(P)의 두께분(分)만큼 높게 해 두면 된다.

[0053] 회전 드럼(DR)을 회전 중심선(AX2)의 둘레로 회전시키기 위해, 회전 드럼(DR)의 양측에는 중심선(AX2)과 동축의 샤프트부(Sf2)가 마련된다. 이 샤프트부(Sf2)에는, 미도시한 구동원(모터나 감속 기어 기구 등)으로부터의 회전 토크가 부여된다.

[0054] 게다가, 본 실시 형태에서는, 회전 드럼(DR)의 양단부의 스케일부(GPa, GPb)의 각각과 대향함과 아울러, 각 투영 광학계(PL1, PL2, PL3, PL4, …)를 고정하는 칼럼(PLM)에 고정된 엔코더 헤드(EN1, EN2)가 마련된다. 도 2에서는, 스케일부(GPa)에 대향한 2개의 엔코더 헤드(EN1, EN2)만이 나타내어져 있지만, 스케일부(GPb)에도 동일한 엔코더 헤드(EN1, EN2)가 대향하여 배치된다.

[0055] 이와 같이, 엔코더 헤드(EN1, EN2)를 칼럼(PLM)에 장착하는 것에 의해, 온도 변화의 영향 등에 따라서 생기는 각 투영 광학계와 각 엔코더 헤드(EN1, EN2)와의 상대적인 위치 변동을 작게 억제할 수 있다.

[0056] 각 엔코더 헤드(EN1, EN2)는, 스케일부(GPa, GPb)를 향해서 계측용의 광 빔을 투사하고, 그 반사 광속(회절광)을 광전(光電) 검출하는 것에 의해, 스케일부(GPa, GPb)의 둘레 방향의 위치 변화에 따른 검출 신호(예를 들면, 90도의 위상차를 가진 2상(相) 신호)를 발생한다.

[0057] 그 검출 신호를 미도시한 카운터(counter) 회로에서 내삽(內揷) 보간(補間)하여 디지털 처리하는 것에 의해, 회전 드럼(DR)의 각도 변화, 즉, 그 외주면의 둘레 방향의 위치 변화를 서브 미크론의 분해능으로 계측할 수 있다.

[0058] 또, 도 2에 나타내는 바와 같이, 각 엔코더 헤드(EN1, EN2)는 설치 방위선(Le1, Le2) 상에 배치된다. 설치 방위선(Le1, Le2)은, 스케일부(GPa(GPb)) 상의 계측용 광 빔의 투사 영역을 통과하고, 도 2 중의 XZ면과 평행한 면내에 설정되며, 그 연장선이 회전 드럼(DR)의 회전 중심선(AX2)과 교차하도록 정해진 가상적인 선이다.

[0059] 상세한 것은 후술하지만, XZ면내에서 보면, 설치 방위선(Le1)은, 홀수번째의 투영 광학계(PL1, PL3)로부터 기판

(P)에 투사되는 결상 광속의 주광선과 평행하게 되도록 정해진다. 또, XZ면내에서 보면, 설치 방위선(Le2)은, 짝수번째의 투영 광학계(PL2, PL4)로부터 기판(P)에 투사되는 결상 광속의 주광선과 평행하게 되도록 정해진다.

[0060] 한편, 원통 마스크(DM)의 양단측에도, 회전 중심선(AX1)과 동축에 샤프트부(Sf1)가 마련되고, 이 샤프트부(Sf1)를 매개로 하여, 미도시한 구동원(모터등)으로부터의 회전 토크가 원통 마스크(DM)에 부여된다. 원통 마스크(DM)의 회전 중심선(AX1) 방향의 양단부 가장자리에는, 회전 드럼(DR)과 마찬가지로, 엔코더 계측의 스케일부(GPM)가 회전 중심선(AX1)을 중심으로 하는 둘레 방향의 전체에 걸쳐서, 각각 고리 모양으로 마련되어 있다.

[0061] 원통 마스크(DM)의 외주면에 형성되는 투과형의 마스크 패턴은, 양단부의 스케일부(GPM)를 피한 내측에 배치된다. 엄밀한 배치 관계를 필요로 하는 경우, 스케일부(GPM)의 외주면과, 원통 마스크(DM)의 패턴면(원통면)의 외주면이 동일면(중심선(AX1)으로부터 동일 반경)이 되도록 설정된다.

[0062] 게다가, 원통 마스크(DM)의 스케일부(GPM)의 각각과 대향하는 위치로서, 회전 중심선(AX1)으로부터 보아, 홀수번째의 투영 광학계(PL1, PL3, …)의 각 시야의 방향에는, 엔코더 헤드(EN11)가 배치되고, 회전 중심선(AX1)으로부터 보아, 짝수번째의 투영 광학계(PL2, PL4, …)의 각 시야의 방향에는, 엔코더 헤드(EN12)가 배치된다.

[0063] 이들 엔코더 헤드(EN11, EN12)도, 투영 광학계(PL1, PL2, PL3, PL4, …)를 고정하는 유지 칼럼(PLM)에 장착된다.

[0064] 게다가, 엔코더 헤드(EN11, EN12)는, 회전 드럼(DR)측의 엔코더 헤드(EN1, EN2)의 배치 상태와 마찬가지로, 설치 방위선(Le11, Le12) 상에 배치된다.

[0065] 설치 방위선(Le11, Le12)은, 원통 마스크(DM)의 스케일부(GPM) 상에서 엔코더 헤드의 계측용 광 빔이 투사되는 영역을 통과하고, 도 2 중의 XZ면과 평행한 면내에 설정되며, 그 연장선이 원통 마스크(DM)의 회전 중심선(AX1)과 교차하도록 정해진다.

[0066] 원통 마스크(DM)의 경우, 스케일부(GPM)에 새겨진 눈금이나 격자 패턴을, 디바이스(표시 패널의 회로 등)의 마스크 패턴과 함께, 원통 마스크(DM)의 외주면에 묘화(描畵), 형성하는 것이 가능한 것으로, 마스크 패턴과 스케일부(GPM)와의 상대 위치 관계를 정확하게 설정할 수 있다.

[0067] 본 실시 형태에서는, 원통 마스크(DM)를 투과형으로 예시했지만, 반사형의 원통 마스크에서도 마찬가지로, 스케일부(GPM)(눈금, 격자, 원점(原点) 패턴 등)를 디바이스의 마스크 패턴과 함께 형성하는 것이 가능하다.

[0068] 일반적으로, 반사형의 원통 마스크를 제작하는 경우는, 샤프트부(Sf1)를 가지는 금속 원기둥재를, 고정밀한 선반(旋盤)과 연마기에 의해 가공하므로, 그 외주면의 진원도(眞圓度)나 축 흔들림(편심)을 매우 작게 억제할 수 있다. 그 때문에, 외주면에 마스크 패턴의 형성과 동일 공정에 의해서, 스케일부(GPM)도 함께 형성해 두면, 고정밀한 엔코더 계측이 가능해진다.

[0069] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 원통 마스크(DM)에 형성되는 스케일부(GPM)의 외주면을 마스크 패턴면과 거의 동일한 반경으로 설정하고, 회전 드럼(DR)에 형성되는 스케일부(GPa, GPb)의 외주면을, 기판(P)의 외주면과 거의 동일한 반경으로 설정했다.

[0070] 그 때문에, 엔코더 헤드(EN11, EN12)는, 원통 마스크(DM) 상의 마스크 패턴면(조명계(IU)에 의한 조명 영역)과 동일 지름 방향 위치에서 스케일부(GPM)를 검출하고, 엔코더 헤드(EN1, EN2)는, 회전 드럼(DR)에 감긴 기판(P) 상의 투영 영역(투영상의 결상면)과 동일 지름 방향 위치에서 스케일부(GPa, GPb)를 검출할 수 있다.

[0071] 따라서, 계측 위치와 처리 위치가 회전계의 지름 방향으로 다름으로써 생기는 아베(Abbe) 오차를 작게 할 수 있다.

[0072] 다음으로, 도 3을 참조하여, 본 실시 형태의 투영 광학계(PL1 ~ PL4, …)의 구체적인 구성을 설명한다. 각 투영 광학계는 모두 동일 구성이므로, 대표하여 투영 광학계(PL1)의 구성만을 설명한다. 도 3에 나타내는 투영 광학계(PL1)는, 반사 굴절 타입의 텔레센트릭(telecentric)한 제1 결상 광학계(51)와 제2 결상 광학계(58)를 구비한다.

[0073] 제1 결상 광학계(51)는, 복수의 렌즈 소자, 포커스 보정 광학 부재(44), 상(像) 시프트 보정 광학 부재(45), 제1 편향 부재(50), 동면(瞳面)에 배치되는 제1 오목 거울(52) 등으로 구성된다.

[0074] 제1 결상 광학계(51)는, 조명계(IU)로부터의 조명광(D1)(그 주광선은 EL1)에 의해서 원통 마스크(DM)의 패턴면

(외주면) 상에 형성되는 조명 영역(IR1) 내에 나타나는 마스크 패턴의 상(像)을, 시야 조리개(43)가 배치되는 중간 상면(像面)에 결상한다.

[0075] 제2 결상 광학계(58)는, 복수의 렌즈 소자, 제2 편향 부재(57), 동면(瞳面)에 배치되는 제2 오목 거울(59), 배율 보정용 광학 부재(47) 등으로 구성된다.

[0076] 제2 결상 광학계(58)는, 제1 결상 광학계(51)에 의해서 만들어진 중간상(像) 중, 시야 조리개(43)의 개구 형상(예를 들면 사다리꼴)으로 제한된 상(像)을, 기판(P)의 투영 영역(PA1) 내에 재결상한다.

[0077] 이상의 투영 광학계(PL1)의 구성에서, 포커스 보정 광학 부재(44)는 기판(P)상에 형성되는 마스크의 패턴상(像)(이하, '투영상'이라고 함)의 포커스 상태를 미세 조정하고, 상(像) 시프트 보정 광학 부재(45)는 투영상을 상면(像面) 내에서 미소하게 횡(横)시프트시키며, 배율 보정용 광학 부재(47)는 투영상의 배율을 ±수십 ppm 정도의 범위에서 미소(微小) 보정한다.

[0078] 게다가, 투영 광학계(PL1)에는, 제1 편향 부재(50)를 도 3 중의 Z축과 평행한 축의 둘레로 미소 회전시켜, 기판(P) 상에 결상하는 투영상을 상면(像面) 내에서 미소 회전시키는 로테이션 보정 기구(46)가 마련되어 있다.

[0079] 원통 마스크(DM) 상의 조명 영역(IR1) 내의 패턴으로부터의 결상 광속(EL2)은, 조명 영역(IR1)으로부터 법선 방향으로 출사하고, 포커스 보정 광학 부재(44), 상(像) 시프트 보정 광학 부재(45)를 통과하여, 제1 편향 부재(50)의 제1 반사면(평면 거울)(p4)에서 반사되고, 복수의 렌즈 소자를 통과하여 제1 오목 거울(52)에서 반사되며, 다시 복수의 렌즈 소자를 통과하여 제1 편향 부재(50)의 제2 반사면(평면 거울)(p5)에서 반사되어, 시야 조리개(43)에 도달한다.

[0080] 본 실시 형태에서, 도 2(또는 도 1) 중에 나타낸 원통 마스크(DM)의 회전 중심선(AX1)과 회전 드럼(DR)의 회전 중심선(AX2)을 함께 포함하는 평면을 중심면(p3)(YZ면과 평행)으로 한다. 이 경우, 제1 결상 광학계(51)의 광축(AX3)과 제2 결상 광학계(58)의 광축(AX4)은, 모두 중심면(p3)과 직교하도록 배치된다.

[0081] 본 실시 형태에서는, XZ면내에서 보았을 때, 조명 영역(IR1)을 중심면(p3)에 대해서 -X방향으로 소정량만큼 치우치게 하기 때문에, 조명 영역(IR1) 내의 중심을 통과하는 조명광(D1)의 주광선(EL1)의 연장선을, 원통 마스크(DM)의 회전 중심선(AX1)과 교차하도록 설정한다.

[0082] 그것에 의해, 조명 영역(IR1) 내의 중심점에 위치하는 패턴으로부터의 결상 광속(EL2)의 주광선(EL3)도, 중심면(p3)에 대해서 XZ면내에서 경사진 상태로 진행되고, 제1 편향 부재(50)의 제1 반사면(p4)에 도달한다.

[0083] 제1 편향 부재(50)는, Y축 방향으로 연장하는 삼각 프리즘이다. 본 실시 형태에서, 제1 반사면(p4)과 제2 반사면(p5)의 각각은, 삼각 프리즘의 표면에 형성된 경면(鏡面)(반사막의 표면)을 포함한다.

[0084] 제1 편향 부재(50)는, 조명 영역(IR1)으로부터 제1 반사면(p4)까지의 주광선(EL3)이 XZ면내에서 중심면(p3)에 대해서 경사지도록, 또한 제2 반사면(p5)으로부터 시야 조리개(43)까지의 주광선(EL3)이 중심면(p3)에 평행하게 되도록, 결상 광속(EL2)을 편향한다.

[0085] 그러한 광로를 형성하기 위해, 본 실시 형태에서는, 제1 편향 부재(50)의 제1 반사면(p4)과 제2 반사면(p5)이 교차하는 능선을 광축(AX3) 상에 배치한다. 그 능선과 광축(AX3)을 포함하여 XY면과 평행한 평면을 p6로 했을 때, 이 평면(p6)에 대해서 제1 반사면(p4)과 제2 반사면(p5)은 비대칭인 각도로 배치된다.

[0086] 구체적으로는, 제1 반사면(p4)의 평면(p6)에 대한 각도를 Θ1, 제2 반사면(p5)의 평면(p6)에 대한 각도를 Θ2로 하면, 본 실시 형태에서, 각도(Θ1+Θ2)는 90° 미만으로 설정되고, 각도 Θ1은 45° 미만, 각도 Θ2는 실질적으로 45° 로 설정된다.

[0087] 제1 반사면(p4)에서 반사하여 복수의 렌즈 소자에 입사하는 주광선(EL3)을 광축(AX3)과 평행하게 설정하는 것에 의해, 그 주광선(EL3)은 제1 오목 거울(52)의 중심, 즉 동면의 광축(AX3)과의 교점을 통과할 수 있고, 텔레센트릭한 결상 상태를 확보할 수 있다.

[0088] 이를 위해서는, 도 3에서, 조명 영역(IR1)과 제1 반사면(p4)의 사이의 주광선(EL3)의 중심면(p3)에 대한 XZ면내에서의 경사각을 Θd로 하여, 제1 반사면(p4)의 각도 Θ1을 이하의 식 (1)과 같이 설정하면 된다.

[0089] $$\Theta 1 = 45^\circ - (\Theta d/2) \quad \cdots (1)$$

[0090] 제1 결상 광학계(51)를 통과하고, 시야 조리개(43)를 통과한 결상 광속(EL2)은, 제2 결상 광학계(58)의 요소인 제2 편향 부재(57)의 제3 반사면(평면 거울)(p8)에서 반사되고, 복수의 렌즈 소자를 통과하여, 동면(瞳面)에 배

치된 제2 오목 거울(59)에 도달한다.

[0091] 제2 오목 거울(59)에서 반사된 결상 광속(EL2)은, 다시 복수의 렌즈 소자를 통과하여 제2 편향 부재(57)의 제4 반사면(평면 거울)(p9)에서 반사되고, 배율 보정용 광학 부재(47)를 통과하여, 기판(P) 상의 투영 영역(PA1)에 도달한다.

[0092] 이것에 의해서, 조명 영역(IR1) 내에 나타나는 패턴의 상(像)이 투영 영역(PA1) 내에 등배(×1)로 투영된다.

[0093] 제2 편향 부재(57)도, Y축 방향으로 연장하는 삼각 프리즘이다. 본 실시 형태에서, 제3 반사면(p8)과 제4 반사면(p9)의 각각은, 삼각 프리즘의 표면에 형성된 경면(반사막의 표면)을 포함한다.

[0094] 제2 편향 부재(57)는, 시야 조리개(43)와 제3 반사면(p8)의 사이의 주광선(EL3)이 XZ면내에서 중심면(p3)과 평행하게 되도록, 또한 제4 반사면(p9)과 투영 영역(PA1)의 사이의 주광선(EL3)이 중심면(p3)에 대해서 XZ면내에서 경사지도록, 결상 광속(EL2)을 편향한다.

[0095] 본 실시 형태에서는, XZ면내에서 보았을 때, 투영 영역(PA1)도 중심면(p3)에 대해서 -X방향으로 소정량만큼 어긋나 있기 때문에, 투영 영역(PA1) 내에 도달하는 결상 광속의 주광선(EL3)의 연장선을, 회전 드럼(DR)의 회전 중심선(AX2)과 교차하도록 설정한다. 그것에 의해, 투영 영역(PA1)에 형성되는 상평면(像平面)은, 회전 드럼(DR)의 외주면에 지지되는 기판(P)의 표면(만곡면)의 접평면(接平面)이 되고, 분해능을 유지한 충실한 투영 노광이 가능해진다.

[0096] 그러한 광로를 형성하기 위해, 본 실시 형태에서는, 제2 편향 부재(57)의 제3 반사면(p8)과 제2 반사면(p9)이 교차하는 능선을 광축(AX4) 상에 배치하고, 그 능선과 광축(AX4)을 포함하여 XY면과 평행한 평면을 p7로 했을 때, 이 평면(p7)에 대해서 제3 반사면(p8)과 제4 반사면(p9)을 비대칭인 각도로 배치한다.

[0097] 구체적으로는, 제3 반사면(p8)의 평면(p7)에 대한 각도를 Θ3, 제4 반사면(p9)의 평면(p7)에 대한 각도를 Θ4로 하면, 각도 Θ3+Θ4는 90° 미만으로 설정되고, 각도 Θ4는 45° 미만, 각도 Θ3은 실질적으로 45° 로 설정된다.

[0098] 제2 오목 거울(59)에서 반사하여 복수의 렌즈 소자로부터 사출하여 제4 반사면(p9)에 도달하는 주광선(EL3)을, 광축(AX4)과 평행하게 설정하는 것에 의해, 텔레센트릭한 결상 상태를 확보할 수 있다.

[0099] 이를 위해서는, 도 3에서, 제4 반사면(p9)과 투영 영역(PA1)의 사이의 주광선(EL3)의 중심면(p3)에 대한 XZ면내에서의 경사각을 Θs로 하면, 제4 반사면(p9)의 각도 Θ4를 이하의 식 (2)와 같이 설정하면 된다.

[0100] $$\Theta 4 = 45^\circ - (\Theta s/2) \quad \cdots (2)$$

[0101] 이상, 투영 광학계(PL1)의 구성을 설명했지만, 홀수번째의 투영 광학계(PL3, …)는, 도 3과 동일하게 구성되며, 짝수번째의 투영 광학계(PL2, PL4, …)는, 도 3의 배치를 중심면(p3)에 관해서 대칭적으로 되접어 꺾은 구성으로 되어 있다.

[0102] 또, 홀수번째, 짝수번째 중 어느 하나의 투영 광학계(PL1 ~ PL4, …)에도, 포커스 보정 광학 부재(44), 상(像) 시프트 보정 광학 부재(45), 로테이션 보정 기구(46) 및 배율 보정용 광학 부재(47)가, 결상 특성 조정 기구로서 마련되어 있다.

[0103] 이것에 의해서, 기판(P) 상에서의 투영상의 투영 조건을 투영 광학계마다 조정할 수 있다. 여기서 말하는 투영 조건은, 기판(P) 상에서의 투영 영역의 병진(竝進) 위치나 회전 위치, 배율, 포커스 중 하나 이상의 항목을 포함한다. 투영 조건은, 동기(同期) 주사시의 기판(P)에 대한 투영 영역의 위치마다 정할 수 있다. 투영상의 투영 조건을 조정하는 것에 의해서, 마스크 패턴과 비교했을 때의 투영상의 왜곡을 보정하는 것이 가능하다.

[0104] 포커스 보정 광학 부재(44)는, 2매의 쐐기 모양의 프리즘을 역방향(도 3 중에서는 X방향에 대해 역방향)으로 하여, 전체로서 투명한 평행 평판이 되도록 서로 겹치게 한 것이다. 이 1쌍의 프리즘을 서로 대향하는 면 사이의 간격을 변화시키지 않고 경사면 방향으로 슬라이드시키고, 평행 평판으로서의 두께를 변화시킴으로써, 실효적인 광로 길이를 미세 조정하고, 투영 영역(PA1)에 형성되는 패턴상의 초점 상태가 미세 조정된다.

[0105] 상(像) 시프트 보정 광학 부재(45)는, 도 3 중의 XZ면내에서 경사 가능한 투명한 평행 평판 유리와, 그것과 직교하는 방향으로 경사 가능한 투명한 평행 평판 유리로 구성된다. 그 2매의 평행 평판 유리의 각 경사량을 조정함으로써, 투영 영역(PA1)에 형성되는 패턴상을 X방향이나 Y방향으로 미소 시프트시킬 수 있다.

[0106] 배율 보정용 광학 부재(47)는, 오목 렌즈, 볼록 렌즈, 오목 렌즈의 3매를 소정 간격으로 동축에 배치하고, 전후

의 오목 렌즈는 고정하여, 사이의 볼록 렌즈를 광축(주광선(EL3)) 방향으로 이동시키도록 구성한 것이다. 이것에 의해서, 투영 영역(PA1)에 형성되는 패턴상은, 텔레센트릭한 결상 상태를 유지하면서, 등방적으로 미소량만큼 확대 또는 축소된다.

[0107] 로테이션 보정 기구(46)는, 액추에이터(도시 생략)에 의해서, 제1 편향 부재(50)를 Z축과 평행한 축 둘레로 미소 회전시킨다. 로테이션 보정 기구(46)에 의해서, 투영 영역(PA1)에 형성되는 패턴상을, 그 상면(像面) 내에서 미소 회전시킬 수 있다.

[0108] 도 4는, 본 실시 형태에서의 조명 영역(IR) 및 투영 영역(PA)의 배치를 나타내는 도면이다. 또, 도 4에서는, 투영 광학계(PL)로서, 홀수번째의 3개의 투영 광학계(PL1, PL3, PL5)와, 짝수번째의 3개의 투영 광학계(PL2, PL4, PL6)가, Y방향으로 늘어서 있는 것으로 한다.

[0109] 도 4 중의 좌측 도면은, 그 6개의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)마다, 원통 마스크(DM) 상에 설정되는 6개의 조명 영역(IR1 ~ IR6)을 -Z측으로부터 본 평면도이다. 도 4 중의 우측 도면은, 6개의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)마다, 회전 드럼(DR)에서 지지되는 기판(P) 상의 6개의 투영 영역(PA1 ~ PA6)을 +Z측으로부터 본 평면도이다. 도 4 중의 부호 Xs는, 원통 마스크(DM), 또는 회전 드럼(DR)의 이동 방향(회전 방향)을 나타낸다.

[0110] 조명계(IU)는, 원통 마스크(DM) 상의 6개의 조명 영역(IR1 ~ IR6)을 개별로 조명한다. 도 4에서, 각 조명 영역(IR1 ~ IR6)은, Y방향으로 가늘고 긴 사다리꼴 모양의 영역으로서 설명한다. 또, 도 3에서 설명한 바와 같이, 시야 조리개(43)의 개구 형상이 사다리꼴인 경우는, 각 조명 영역(IR1 ~ IR6)은, 사다리꼴 영역을 포함하는 장방형의 영역으로 해도 괜찮다.

[0111] 홀수번째의 조명 영역(IR1, IR3, IR5)은, 동일한 형상(사다리꼴 혹은 장방형)이며, Y축 방향으로 일정 간격을 두고 배치된다. 짝수번째의 조명 영역(IR2, IR4, IR6)도 Y축 방향으로 일정 간격을 두고 배치된다. 짝수번째의 조명 영역(IR2, IR4, IR6)은, 중심면(p3)에 관해서 홀수번째의 조명 영역(IR1, IR3, IR5)과 대칭적인 사다리꼴(또는 장방형)의 형상을 가진다.

[0112] 또, 도 4에 나타내는 바와 같이, 6개의 조명 영역(IR1 ~ IR6)의 각각은, Y방향에 관해서, 서로 이웃하는 조명 영역의 주변부가 일부 겹치도록 배치되어 있다.

[0113] 본 실시 형태에서, 원통 마스크(DM)의 외주면은, 패턴이 형성되어 있는 패턴 형성 영역(A3)과, 패턴이 형성되어 있지 않은 패턴 비형성 영역(A4)을 가진다.

[0114] 패턴 비형성 영역(A4)은, 패턴 형성 영역(A3)을 틀 모양으로 둘러싸도록 배치되어 있고, 특히, 각 조명 영역(IR1 ~ IR6)을 조사하는 조명 광속을 차광하는 특성을 가진다.

[0115] 패턴 형성 영역(A3)은, 원통 마스크(DM)의 회전에 따라서 방향 Xs로 이동하고, 패턴 형성 영역(A3) 중 Y축 방향의 각 부분 영역이, 6개의 조명 영역(IR1 ~ IR6) 중 어느 하나를 통과한다. 환언하면, 6개의 조명 영역(IR1 ~ IR6)은, 패턴 형성 영역(A3)의 Y축 방향의 전체 폭을 커버하도록 배치된다.

[0116] 도 4에서는, 6개의 조명 영역(IR1 ~ IR6)의 각각에 대응하여, 6개의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)가 마련된다. 그 때문에, 각 투영 광학계(PL1 ~ PL6)는, 대응하는 조명 영역(IR1 ~ IR6) 내에 나타나는 마스크 패턴의 부분적인 패턴상을, 도 4 중의 우측 도면에 나타내는 바와 같이, 기판(P) 상의 6개의 투영 영역(PA1 ~ PA6) 내에 투영한다.

[0117] 도 4 중의 우측 도면에 나타내는 바와 같이, 홀수번째의 조명 영역(IR1, IR3, IR5)에서의 패턴의 상(像)은, 각각, Y축 방향으로 일렬로 늘어서는 홀수번째의 투영 영역(PA1, PA3, PA5)에 투영된다. 짝수번째의 조명 영역(IR2, IR4, IR6)에서의 패턴의 상(像)도, 각각, Y축 방향으로 일렬로 늘어서는 짝수번째의 투영 영역(PA2, PA4, PA6)에 투영된다.

[0118] 홀수번째의 투영 영역(PA1, PA3, PA5)과 짝수번째의 투영 영역(PA2, PA4, PA6)은, 중심면(p3)에 관해서 대칭적으로 배치된다.

[0119] 6개의 투영 영역(PA1 ~ PA6)의 각각은, 회전 중심선(AX2)에 평행한 방향(Y방향)에서, 서로 이웃하는 투영 영역의 단부(사다리꼴의 삼각 부분)끼리가 서로 겹치도록 배치된다. 이것으로부터, 회전 드럼(DR)의 회전에 따라서 6개의 투영 영역(PA1 ~ PA6)에서 노광되는 기판(P)의 노광 영역(A7)은, 어디에서라도 실질적으로 동일 노광량이 된다.

[0120] 그런데, 앞의 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 실시 형태의 노광 장치(EX)에는, 기판(P) 상에 형성된 얼라이먼트 마크, 혹은 회전 드럼(DR) 상에 형성된 기준 마크나 기준 패턴을 검출하여, 기판(P)과 마스크 패턴을 위치 맞춤

하거나, 베이스 라인이나 투영 광학계를 캘리브레이션 하거나 하기 위한 얼라이먼트계(AM)가 마련되어 있다. 그 얼라이먼트계(AM)에 대해서, 이하, 도 5와 도 6을 참조하여 설명한다.

[0121] 도 5는, 회전 드럼(DR), 엔코더 헤드(EN1, EN2), 및 얼라이먼트계(AM1)의 배치를, XZ면내에서 본 도면이다. 도 6은, 회전 드럼(DR), 기판(P) 상에 설정되는 6개의 투영 영역(PA1 ~ PA6), 및 5개의 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 배치를, XY면내에서 본 도면이다.

[0122] 도 5에서, 먼저 설명한 바와 같이, 엔코더 헤드(EN1, EN2)가 배치되는 설치 방위선(Le1, Le2)은, 회전 중심선(AX2)을 포함하고 YZ면과 평행한 중심면(p3)에 대해서, 대칭적으로 경사져 설정된다.

[0123] 설치 방위선(Le1, Le2)의 중심면(p3)에 대한 경사각은, 도 3에서 설명한 투영 영역(PA1)(또는 도 4에서 나타낸 홀수번째의 투영 영역(PA1, PA3, PA5)과 짝수번째의 투영 영역(PA2, PA4, PA6))의 중심에 도달하는 주광선(EL3)의 중심면(p3)으로부터의 경사각 Θs와 동일하게 되도록 설정된다.

[0124] 도 5에서, 얼라이먼트계(AM1)는, 기판(P) 또는 회전 드럼(DR) 상의 마크나 패턴에 얼라이먼트용의 조명광을 조사하기 위한 조명 유닛(GC1), 그 조명광을 기판(P) 또는 회전 드럼(DR)으로 안내하는 빔 스플리터(GB1), 조명광을 기판(P) 또는 회전 드럼(DR)에 투사함과 아울러, 마크나 패턴에서 발생한 광을 입사하는 대물 렌즈계(GA1), 대물 렌즈계(GA1)와 빔 스플리터(GB1)를 매개로 하여 수광(受光)한 마크나 패턴의 상(像)(명시야상(明視野像), 암시야상(暗視野像), 형광상(螢光像) 등)을 2차원 CCD, CMOS 등으로 촬상하는 촬상계(GD1) 등으로 구성된다.

[0125] 또, 조명 유닛(GC1)으로부터의 얼라이먼트용의 조명광은, 기판(P) 상의 광 감응층에 대해서 거의 감도를 가지지 않는 파장역의 광, 예를 들면 파장 500 ~ 800nm 정도의 광이다.

[0126] 얼라이먼트계(AM1)에 의한 마크나 패턴의 관찰 영역(촬상 영역)은, 기판(P)이나 회전 드럼(DR) 상에서, 예를 들면, 200㎛각(角) 정도의 범위로 설정된다.

[0127] 얼라이먼트계(AM1)의 광축, 즉, 대물 렌즈계(GA1)의 광축은, 회전 중심선(AX1)으로부터 회전 드럼(DR)의 지름 방향으로 연장하는 설치 방위선(La1)과 동일 방향으로 설정된다. 이 설치 방위선(La1)은, 중심면(p3)으로부터 각도 Θj만큼 경사져 있고, 홀수번째의 투영 광학계(PL1, PL3, PL5)의 주광선(EL3)의 경사각 Θs에 대해서, Θj > Θs가 되도록 설정된다.

[0128] 게다가, 본 실시 형태에서는, 설치 방위선(La1)의 위에서, 회전 드럼(DR)의 스케일부(GPa, GPb)의 각각과 대향하는 위치에, 엔코더 헤드(EN1, EN2)와 동일한 엔코더 헤드(EN3)가 마련되어 있다. 이것에 의해서, 얼라이먼트계(AM1)가 관찰 영역(촬상 영역) 내에서, 마크나 패턴의 상(像)을 샘플링한 순간의 회전 드럼(DR)의 회전 각도 위치(또는 둘레 방향 위치)를 정밀하게 계측할 수 있다.

[0129] 또, XZ면내에서 보았을 때, 중심면(p3)과 직교하는 X축의 방향에도, 회전 드럼(DR)의 스케일부(GPa, GPb)의 각각과 대향하는 엔코더 헤드(EN4)가 마련된다.

[0130] 얼라이먼트계(AM)는, 도 5의 얼라이먼트계(AM1)와 동일한 구성의 것이, 도 6에 나타내는 바와 같이, 5개 마련되어 있다. 도 6에서는, 알기 쉽게 하기 위해, 5개의 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 각 대물 렌즈계(GA1 ~ GA5)만의 배치를 나타낸다.

[0131] 각 대물 렌즈계(GA1 ~ GA5)에 의한 기판(P)(또는 회전 드럼(DR)의 외주면) 상의 관찰 영역(촬상 영역)(Vw)은, 도 6과 같이, Y축(회전 중심선(AX2))과 평행한 방향으로, 소정의 간격으로 배치된다. 각 관찰 영역(촬상 영역)(Vw)의 중심을 통과하는 각 대물 렌즈계(GA1 ~ GA5)의 광축은, 모두 XZ면과 평행하게 배치된다.

[0132] 앞의 도 2에서 나타낸 바와 같이, 회전 드럼(DR)의 양단측에는, 스케일부(GPa, GPb)가 마련되고, 그들의 내측에는, 오목 모양의 홈, 혹은 볼록 모양의 림(rim)에 의한 좁은 폭의 규제대(規制帶)(CLa, CLb)가 전체 둘레에 걸쳐서 새겨진다.

[0133] 기판(P)의 Y방향의 폭은, 그 2개의 규제대(CLa, CLb)의 Y방향의 간격 보다도 작게 설정된다. 기판(P)은 회전 드럼(DR)의 외주면 중, 규제대(CLa, CLb) 사이에 끼인 내측의 영역에 밀착하여 지지된다.

[0134] 기판(P) 상에는, 앞의 도 4 중의 우측 도면에 나타낸 바와 같이, 6개의 투영 영역(PA1 ~ PA6)의 각각에 의해서 노광되는 노광 영역(A7)이, X방향으로 소정의 간격을 두고 배치된다.

[0135] 기판(P)의 각 노광 영역(A7)에, 이미 패턴이 형성되어 있고, 그 위에 새로운 패턴을 서로 겹쳐 노광하는 경우가 있다. 이 경우, 기판(P) 상의 노광 영역(A7)의 주위에, 위치 맞춤을 위한 복수의 마크(얼라이먼트 마크)(Ks1 ~

Ks5)가, 예를 들면 십자의 형상으로 형성된다.

[0136] 도 6에서, 마크(Ks1)는, 노광 영역(A7)의 -Y측의 주변 영역에, X방향으로 일정한 간격으로 마련되고, 마크(Ks5)는, 노광 영역(A7)의 +Y측의 주변 영역에, X방향으로 일정한 간격으로 마련된다. 마크(Ks2, Ks3, Ks4)는, X방향으로 서로 이웃하는 2개의 노광 영역(A7)의 사이의 여백 영역에, Y방향으로 간격을 두고 일렬로 마련된다.

[0137] 이들의 얼라이먼트 마크 중, 마크(Ks1)는, 대물 렌즈계(GA1)(얼라이먼트계(AM1))의 촬상 영역(Vw) 내에서, 기판(P)이 보내어지고 있는 동안, 순차 포착되도록 설정된다. 마크(Ks5)는, 대물 렌즈계(GA5)(얼라이먼트계(AM5))의 촬상 영역(Vw) 내에서, 기판(P)이 보내어지고 있는 동안, 순차 포착되도록 설정된다.

[0138] 마크(Ks2, Ks3, Ks4)는, 각각, 대물 렌즈계(GA2)(얼라이먼트계(AM2)), 대물 렌즈계(GA3)(얼라이먼트계(AM3)), 대물 렌즈계(GA4)(얼라이먼트계(AM4))의 각 촬상 영역(Vw) 내에서 포착되도록, Y방향의 위치가 정해져 있다.

[0139] 이상과 같은 구성에서, 기판(P) 상의 노광 영역(A7)과 원통 마스크(DM) 상의 마스크 패턴을 상대적으로 위치 맞춤하여 노광할 때에는, 각 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 촬상 영역(Vw) 내에, 대응하는 마크(Ks1 ~ Ks5)가 들어가는 타이밍으로, 촬상 데이터를 샘플링함과 아울러, 그 때의 회전 드럼(DR)의 각도 위치(둘레 방향 위치)를, 엔코더 헤드(EN3)로부터 읽어내어 기억한다.

[0140] 각 촬상 데이터를 화상 해석하는 것에 의해서, 각 촬상 영역(Vw)을 기준으로 한 각 마크(Ks1 ~ Ks5)의 XY방향의 어긋남량이 구해진다.

[0141] 각 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 촬상 영역(Vw)과, 각 투영 영역(PA1 ~ PA6)과의 상대적인 위치 관계, 이른바 베이스 라인이, 미리 캘리브레이션 등에 의해서 정확하게 구해지고 있는 경우, 구해진 각 마크(Ks1 ~ Ks5)의 XY방향의 어긋남량과, 엔코더 헤드(EN3)에서 읽어내어 기억된 회전 드럼(DR)의 각도 위치(둘레 방향 위치)에 근거하여, 기판(P) 상의 노광 영역(A7)과 각 투영 영역(PA1 ~ PA6)과의 위치 관계(동적으로 변화하는 위치 관계)를, 노광 위치에 배치된 2개의 엔코더 헤드(EN1, EN2)의 각 계측값으로부터 정확하게 추정할 수 있다.

[0142] 여기서, 2개의 엔코더 헤드(EN1, EN2)의 각 계측값과, 원통 마스크(DM)측의 엔코더 헤드(EN11, EN12)에 의한 계측값을 순차 비교하여, 동기 제어를 행하는 것에 의해, 마스크 패턴을 기판(P)의 노광 영역(A7) 상에 정밀하게 서로 겹쳐 노광할 수 있다.

[0143] 이상과 같은 노광에서, 기판(P)이 100㎛ 정도로 얇고, 기초층으로서 ITO 등의 투명막이 형성되어 있는 것이 있다.

[0144] 이러한 기판(P)을 이용하는 경우, 그것을 지지하는 회전 드럼(DR)의 외주면의 반사율이 비교적으로 높거나, 그 표면에 수 미크론 폭 정도의 미세한 흠이 다수 있거나 하면, 노광용 조명광이 회전 드럼(DR)의 외주면에서 반사하거나, 산란, 회절하거나 하여, 기판(P)의 이면측으로부터 표측(表側)으로 되돌아와, 광 감응층에, 본래의 마스크 패턴에는 없는 노이즈가 되는 노광을 부여해 버린다.

[0145] 그 때문에, 회전 드럼(DR)의 외주면 중, 적어도 기판(P) 상의 노광 영역(A7)과 접촉하는 부분은, 그 표면이 국소적으로 서브 미크론 정도의 평탄성을 가지며, 반사율이 균일하게 낮게 되도록 할 수 있다. 반사율은, 예를 들면, 노광용 조명광에 대해서 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 또는 5% 이하로 할 수 있고, 바람직하게는 20% 이하로 할 수 있다.

[0146] 또, 상기 수치는 일례로서 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.

[0147] 이하, 도 7, 도 8을 이용하여, 회전 드럼(DR)의 외주면의 구조에 대해 설명한다. 도 7은, 회전 드럼(DR)의 외주면에 밀착하여 지지되는 기판(P)의 구성과, 노광용의 결상 광속(EL2)(조명광(IE0))과, 얼라이먼트용의 조명광(ILa)의 각각에 대한 반사의 모습을 나타내는 도면이다. 도 8은, 회전 드럼(DR)의 외주면의 단면 구조를 나타내는 도면이다.

[0148] 도 7에서, 주광선(EL3)을 따라서 진행되는 결상 광속(EL2)(조명광(IE0))은, 두께 Tp인 기판(P)의 표면에 형성된 광 감응층(Pb3)에 투사된다. 광 감응층(Pb3)의 기초층(Pb2)이 ITO 등의 광 투과성이 높은 재질이면, 기초층(Pb2)을 투과한 조명광(IE1)은, 원래의 조명광(IE0)에 대해서, 거의 감쇠하지 않고, 그 아래의 기판(P)의 모재(Pb1)를 향한다.

[0149] 기판(P)의 모재(Pb1)가 PET, PEN 등의 투명 수지 필름으로서, 또한, 두께가 100㎛ 이하로 얇기 때문에, 조명광(IE0)(IE1)의 파장역이 350nm 이상인 경우, 모재(Pb1)는 그 조명광(IE1)에 대해서 비교적으로 큰 투과율(80% 이상)을 가진다.

[0150] 그 때문에, 모재(Pb1)를 투과한 조명광(IE1)은, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)까지 도달한다. 외주 표면(DRs)의 반사율이 제로가 아니라고 하면, 모재(Pb1)를 투과한 조명광(IE1)에 의해서, 외주 표면(DRs)으로부터는 반사광(산란광, 회절광도 포함함)(IE2)이 발생하고, 모재(Pb1), 기초층(Pb2)의 순서로, 광 감응층(Pb3)의 쪽으로 되돌아온다. 반사광(IE2)은, 본래의 패터닝용의 결상 광속(EL2)은 아니기 때문에, 노이즈가 되어 광 감응층(Pb3)에 불필요한 노광을 부여한다.

[0151] 그 노이즈 중의 하나는, 예를 들면, 결상 광속(EL2)에 의해서 만들어지는 패턴상의 디포커스상(defocus像)이다.

[0152] 앞의 도 3과 같은 투영 광학계(PL1(~PL6))의 경우, 노광용 조명광의 파장(λ)과 개구수(NA)에 의해서, 해상도(R)와 초점 심도(深度)(DOF)가 대체로 정해진다. 예를 들면, 파장 365nm(i선)의 조명광을 사용하고, 해상도(R)로서 선폭 3㎛를 결상 가능한 투영 광학계에서는, k팩터를 0.35 정도로 한 경우, 그 초점 심도(DOF)는 70㎛ 정도가 된다.

[0153] 기판(P)의 모재(Pb1)의 두께가 100㎛이라고 하면, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에는, 결상 광속(EL2)이 약간의 디포커스 상태로 투사되며, 외주 표면(DRs)에서 반사한 반사광(IE2)은, 광 감응층(Pb3)의 면에서는, 더 디포커스한 상(像) 광속이 된다.

[0154] 따라서, 광 감응층(Pb3)에는, 포커스가 맞는 결상 광속(EL2)에 의한 패턴상과 함께, 그 패턴상 자체의 흐릿한 상(像)도 함께 겹쳐 투사되게 된다. 즉, 원하지 않은 불필요한 패턴상(흐릿한 상 등)이, 광 감응층(Pb3)에 겹쳐진다고 하는 문제가 생길 수 있다.

[0155] 한편, 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)에 의한 마크 검출에 대해서는, 예를 들면, 기판(P)의 모재(Pb1) 상에 형성되는 얼라이먼트용의 마크(Ks1 ~ Ks5)의 재질로서, 고반사율의 물질, 예를 들면 알루미늄(Al) 등을 사용하는 경우는, 그들의 마크(Ks1 ~ Ks5)에 조사되는 조명광(ILa)에 의한 반사광(ILb)의 강도가 비교적으로 크기 때문에, 양호한 마크 관찰, 검출이 가능하다.

[0156] 그렇지만, 마크(Ks1 ~ Ks5)의 반사율이 별로 높지 않은 경우, 마크(Ks1 ~ Ks5)의 주위의 투명 영역을 통과한 조명광(ILa)이 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 도달하고, 여기서 반사한 광이, 마크(Ks1 ~ Ks5)로부터의 반사광(ILb)과 함께 촬상 소자에서 촬상되기 때문에, 마크(Ks1 ~ Ks5)의 상(像) 콘트라스트가 저하하는 경우가 있다.

[0157] 이상으로부터, 본 실시 형태에서의 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)은, 노광용의 조명광(IE0)에 대해서 약 50, 45, 40, 35, 30, 25, 20, 15, 10, 또는 5% 이하의 반사율을 가지도록 형성된다.

[0158] 그 때문에, 본 실시 형태의 회전 드럼(DR)에서는, 철제(SUS), 또는 알루미늄제(Al)의 원통 모양의 기재(DR1)의 표면에, 크롬(Cr)이나 동(Cu)에 의한 기초층(DR2)(두께 Td2)를 도금한다. 그 기초층(DR2)의 표면을 광학 연마하여, 국소적인 표면 거칠기를 충분히 작게 한 후, 그 위에 산화 크롬(Cr_2O_3) 또는 다이아몬드 라이크 카본(DLC)에 의한 톱층(DR3)(두께 Td3)을 형성한다.

[0159] 기초층(DR2)의 두께 Td2는, 수백nm ~ 수 ㎛ 정도의 범위에서 임의로 설정할 수 있지만, 톱층(DR3)의 두께 Td3는, 외주 표면(DRs)의 반사율을 조정하기 위해, 어떤 조건 범위가 존재한다.

[0160] 여기서, 기초층(DR2)을 크롬(Cr)으로 하고, 톱층(DR3)을 산화 크롬(Cr2O3)으로 한 경우, 톱층(DR3)의 두께 Td3를 파라미터로 한 외주 표면(DRs)의 반사율의 파장 특성(분광 반사율)을, 도 9를 참조하여 설명한다.

[0161] 도 9는, 산화 크롬의 굴절률 n을 2.2, 흡수 계수 k를 0으로 한 경우의 시뮬레이션 결과의 그래프이며, 세로축은 외주 표면(DRs)의 반사율(%), 가로축은 파장(nm)을 나타낸다. 도 9에는, 산화 크롬에 의한 톱층(DR3)의 두께 Td3를, 0 ~ 150nm의 사이에서, 30nm씩 변화시킨 6개의 분광 반사율의 특성이 나타내어져 있다.

[0162] 예를 들면, 산화 크롬의 톱층(DR3)의 두께 Td3를 30nm 정도로 하면, 350nm ~ 500nm의 파장 대역의 전체에 걸쳐서, 반사율을 20% 이하(시뮬레이션 상에서는 15% 이하)로 할 수 있다. 이 경우, 파장 436nm(g선 노광광)에 대해서 약 7%의 반사율로, 얼라이먼트용의 조명광(ILa)의 파장을 500nm 정도로 하면, 그것에 대해서도 약 12%의 반사율이 된다.

[0163] 또, 노광광(조명광(IE0))의 파장을 405nm(h선 근방의 블루레이용의 반도체 레이저 등)로 하면, 산화 크롬의 톱층(DR3)의 두께 Td3를 120nm 정도로 하는 것에 의해, 노광광의 파장으로 극소값을 가지면서 500nm 부근의 얼라이먼트용의 조명광(ILa)에 대해서는, 40% 정도의 반사율로 할 수 있다.

[0164] 반대로, 산화 크롬의 톱층(DR3)의 두께 Td3를, 60nm, 또는 150nm 정도로 하면, 파장대가 350 ~ 436nm의 노광광(조명광(IE0))에 대한 반사율은 50% 정도로 높게 되고, 파장 500nm의 얼라이먼트용 조명광(ILa)에 대한 반사율은 40% 이하가 된다.

[0165] 또, 산화 크롬의 톱층(DR3)의 두께 Td3를 90nm 정도로 하면, 파장 350nm 보다도 짧은 파장대역의 자외광에 대해서는, 외주 표면(DRs)의 반사율은 30% 이하로 감소할 수 있음과 아울러, 파장 500nm의 얼라이먼트용 조명광(ILa)에 대한 외주 표면(DRs)의 반사율은 60% 정도로 증가할 수 있다.

[0166] 도 9의 시뮬레이션 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 산화 크롬에 의한 톱층(DR3)의 두께 Td3를 컨트롤하는 것에 의해서, 얼라이먼트용 조명광과 노광용 조명광에 대한 외주 표면(DRs)의 반사율을 수% ~ 50% 정도의 사이에서, 임의로 설정 가능하고, 산화 크롬에 의한 톱층(DR3)을 마련하지 않고(Td3=0nm), 순수한 크롬에 의한 기초층(DR2)만의 경우의 반사율 보다도 낮게 설정하는 것이 가능하다.

[0167] 앞의 도 7에서 설명한 바와 같이, 노광용 조명광(IE0)이나 얼라이먼트용 조명광(ILa)에 대한 외주 표면(DRs)의 반사율을, 대체로 극력(極力) 낮게 억제하고 싶은 경우는, 예를 들면, 산화 크롬에 의한 톱층(DR3)의 두께 Td3를 30nm로 함으로써, 파장 350nm ~ 500nm의 전역에서, 거의 15% 이하의 반사율을 얻을 수 있다.

[0168] 도 9의 시뮬레이션은, 회전 드럼(DR)의 기재(DR1) 상에 크롬층을 형성하고, 그 위에 제어된 두께로 산화 크롬층을 형성하여 반사율을 조정하는 예였지만, 이 조합에 한정되는 것은 아니다.

[0169] 예를 들면, 기초층(DR2)의 재질은, 크롬(Cr) 외에, 알루미늄(Al)이나 동(Cu), 은(Ag), 금(Au) 등이라도 괜찮다.

[0170] 기초층(DR2) 상의 톱층(DR3)의 재질로서는, 앞의 산화 크롬, 비교적 반사율을 컨트롤할 수 있는 고(高)굴절률의 유전체, 산화 티탄(TiO), 산화 지르코늄, 산화 하프늄(Hafnium), 다이아몬드 라이크 카본(DLC) 등의 산화물이나 질화물 등의 금속계 화합물을 동일하게 이용할 수 있다.

[0171] 또, 통상, 노광용의 조명광(IE0)은, 파장 436nm(g선) 이하의 자외선이며, 얼라이먼트용의 조명광(ILa)에는, 광감응층(Pb3)을 감광시키지 않는 가시역 ~ 적외역의 파장대의 광을 사용한다.

[0172] 이 때문에, 동(Cu)과 같이, 자외역의 광에 대해서 반사율이 낮고, 빨강의 파장역의 광에 대해서 반사율이 높게 되는 금속 재료로 기초층(DR2)을 형성함으로써, 얼라이먼트용의 조명광(ILa)과 노광용의 조명광(IE0)의 각각에 대한 반사율에 차이를 내는 것도 가능하다.

[0173] 기초층(DR2)으로서, 동(Cu)을 도금에 의해 두껍게 퇴적시킨 후에, 톱층(DR3)으로서 다이아몬드 라이크 카본(DLC)을, 0.5㎛ 두께와 2㎛ 두께로 형성하여, 파장 355nm의 자외선(노광광)에 대한 반사율 Re와, 파장 450nm ~ 650nm의 가시역의 광(얼라이먼트 광)에 대한 반사율 Rv를 측정했다. 그 결과는, 표 1과 같았다.

[0174] [표 1]

DLC두께	0.5㎛	2㎛
반사율Re	약15%	약20%
반사율Rv	약15%	약15%

[0175]

[0176] 이와 같이, 적어도, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)의 노광용 조명광(IE0)에 대한 반사율을 억제함으로써, 노광시에 불필요한 패턴상(흐릿한 상)이 겹쳐진다고 하는 문제를 없애는 것이 가능해진다.

[0177] [제2 실시 형태]

[0178] 앞의 제1 실시 형태의 노광 장치는, 이른바 멀티 렌즈 방식이기 때문에, 복수의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)의 각 투영 영역(PA1 ~ PA6)에 형성되는 마스크 패턴상이, 결과적으로 Y방향(또는 X방향)으로 양호하게 서로 이어져 있음과 아울러, 기판(P) 상의 기초의 패턴과 양호하게 위치 맞춤(서로 겹침)되어 있을 필요가 있다.

[0179] 그 때문에, 복수의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)에 의한 이음 정밀도를 허용 범위내로 억제하기 위한 캘리브레이션이 필요하게 된다. 또, 각 투영 광학계(PL1 ~ PL6)의 투영 영역(PA1 ~ PA6)에 대한 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 관찰(촬상) 영역(Vw)과의 상대적인 위치 관계는, 베이스 라인 관리에 의해서 정밀하게 구해져 있을 필요가 있다.

그 베이스 라인 관리를 위해서도, 캘리브레이션이 필요하게 된다.

[0180] 복수의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)에 의한 이음 정밀도를 확인하기 위한 캘리브레이션, 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 베이스 라인 관리를 위한 캘리브레이션에서는, 기판(P)을 지지하는 회전 드럼(DR)의 외주면의 적어도 일부에, 기준 마크나 기준 패턴을 마련할 필요가 있다.

[0181] 평면의 유리 플레이트를 평탄한 기판 홀더에 재치(載置)하고, 그 기판 홀더를 2차원적으로 이동시켜, 투영 노광을 행하는 종래의 노광 장치에서는, 기판 홀더의 외주부에서 유리 플레이트에 의해서 덮이지 않는 부분에, 캘리브레이션용의 기준 마크나 기준 패턴을 마련하고, 캘리브레이션시에는, 그 기준 마크나 기준 패턴을 투영 광학계나 얼라이먼트계의 대물 렌즈의 아래로 이동시키고 있다.

[0182] 그렇지만, 앞의 제1 실시 형태의 노광 장치와 같이, 대부분의 가동 시간 중, 회전 드럼(DR)의 외주면의 일부(투영 영역(PA1 ~ PA6)의 위치)에 기판(P)이 감긴 상태에서는, 그러한 기준 마크나 기준 패턴을, 회전 드럼(DR)의 외주면에서 기판(P)과 접촉하는 부분에 마련하지 않을 수 없다.

[0183] 여기서 본 실시 형태에서는, 도 10에 나타내는 바와 같이, 외주면에 기준 마크나 기준 패턴을 마련한 회전 드럼(DR)을 이용하는 경우에 대해 설명한다.

[0184] 도 10은, 회전 중심선(AX2)과 동축의 샤프트부(Sf2)와 일체로 선반 가공된 회전 드럼(DR)의 사시도이고, 앞의 도 2, 도 6에서 나타낸 구성과 마찬가지로, 엔코더 계측용의 스케일부(GPa, GPb)와, 규제대(CLa, CLb)가 마련되어 있다.

[0185] 또 본 실시 형태에서는, 회전 드럼(DR)의 외주면의 규제대(CLa, CLb) 사이에 끼인 전체 둘레에, Y축에 대해 +45도로 경사진 복수의 선 패턴(RL1)과, Y축에 대해 -45도로 경사진 복수의 선 패턴(RL2)을, 일정한 피치(주기)(Pf1, Pf2)로 반복하여 새긴 메쉬(mesh) 모양의 기준 패턴(기준 마크로서도 이용 가능)(RMP)이 마련된다.

[0186] 회전 드럼(DR)의 회전에 의해서, 그 외주면, 즉 규제대(CLa, CLb) 사이에 끼인 전체 둘레는, 반드시 기판(P)과 접촉하게 되므로, 기준 패턴(RMP)은, 기판(P)과 회전 드럼(DR)의 외주면이 접촉한 장소에 의한 마찰력이나 기판(P)의 장력 등의 변화가 생기지 않도록, 전면(全面) 균일한, 경사 패턴(경사 격자 모양 패턴)으로 했다.

[0187] 기판(P)의 반송 방향(X방향)과 기판(P)의 폭 방향(Y방향)의 각각에 대해서, 선 패턴(RL1, RL2)을 경사지게 함으로써, 마찰력이나 장력 등의 방향성을 완화하고 있다.

[0188] 그렇지만, 선 패턴(RL1, RL2)은, 반드시 경사 45도일 필요는 없고, 선 패턴(RL1)을 Y축과 평행하게 하고, 선 패턴(RL2)을 X축과 평행하게 한 종횡(縱橫)의 메쉬 형상 패턴으로 해도 괜찮다.

[0189] 게다가, 선 패턴(RL1, RL2)을 90도로 교차시킬 필요는 없고, 인접하는 2개의 선 패턴(RL1)과, 인접하는 2개의 선 패턴(RL2)에 의해 둘러싸인 직사각형 영역이, 정방형(또는 장방형) 이외의 능형(菱形)이 되는 각도로, 선 패턴(RL1, RL2)을 교차시켜도 좋다.

[0190] 또, 도 10에서 나타낸 선 패턴(RL1, RL2)의 피치(Pf1, Pf2)는, 얼라이먼트계의 베이스 라인(투영 광학계(PL)의 투영 영역(PA)과 촬상 영역(Vw)과의 상대 위치 관계)의 예상되는 변동량, 혹은, 멀티 렌즈 방식의 복수의 투영 광학계(PL1 ~ PL6)사이의 예상되는 변동량을 고려하고, 그 예상되는 변동량의 최저 2배 이상이면 좋다.

[0191] 예를 들면, 예상되는 변동량의 최대값이 10㎛인 경우, 피치(Pf1, Pf2)는, 선 패턴(RL1, RL2)의 선폭(LW)(5 ~ 20㎛)에 따라 다르지만, 30 ~ 50㎛정도이면, 정확한 캘리브레이션이 가능해진다.

[0192] 각 선 패턴(RL1, RL2)의 선폭(LW)은, 각 선 패턴(RL1, RL2)을 새긴 묘화 장치의 정밀도(분해능)나, 에칭 조건 등에 의해서 가늘게 할 수 있는 한계가 정해지지만, 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)에 의해서 안정적으로 화상 해석할 수 있는 범위로, 가능한 한 가늘게 해 두는 것이 좋다.

[0193] 또, 각 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 촬상(관찰) 영역(Vw)에서, 기준 패턴(RMP)을 검출하여, 베이스 라인 계측 등을 행하는 경우, 선 패턴(RL1, RL2)의 피치(Pf1, Pf2)를 50㎛ 정도로 해 둔다. 그러면, 선 패턴(RL1, RL2)의 교점 부분은, Y방향, X방향으로, 70㎛ 정도의 피치로 나타나고, 촬상(관찰) 영역(Vw)이 200㎛각(角)의 범위이면, 특정의 하나의 교점 부분을 양호하게 포착하여, 위치 어긋남의 화상 해석을 행할 수 있다.

[0194] 도 11은, 도 10 중의 원 내에 나타낸 X축을 따라서, 선 패턴(RL1, RL2)에 의한 기준 패턴(RMP)의 일부를 파단한 단면도이다.

[0195] 본 실시 형태에서도, 앞의 제1 실시 형태의 도 8과 마찬가지로, 철 또는 알루미늄의 원통 모양의 기재(DR1)의

표면에, 크롬 또는 동의 기초층(DR2)이 도금에 의해 두껍게 퇴적된다. 그 후, 기초층(DR2)의 표면을 광학 연마하여 평탄성을 높이고 나서, 기초층(DR2)의 전체 둘레에 포토레지스트를 도포하여, 묘화 장치에 의해, 기초층(DR2)에 선 패턴(RL1, RL2)에 의한 기준 패턴(RMP)을 노광한다.

[0196] 이 때, 스케일부(GPa, GPb)의 격자선도 함께 묘화하는 것에 의해, 기준 패턴(RMP)과 스케일부(GPa, GPb)와의 상대적인 위치 관계(특히 둘레 방향의 위치 관계)를 일정하게 할 수 있다.

[0197] 그 후, 포토레지스트의 현상(現像)에 의해, 선 패턴(RL1, RL2)에 대응한 부분의 레지스터를 제거하고, 노출된 기초층(DR2)(크롬 또는 동)을 소정의 깊이까지 에칭하고 나서, 그 표면에, 톱층(DR3)(산화 크롬, 또는 DLC)을 소정의 두께로 퇴적한다.

[0198] 톱층(DR3)의 두께는, 산화 크롬의 경우이면, 앞의 도 9의 특성에 기초하여 설정된다. 최종적으로 형성된 톱층(DR3)에 의한 선 패턴(RL1, RL2)(오목부)의 단차량 ΔDP는, 계측에 의해 설계값과 비교되고, 소정의 허용 범위내인 것이 확인된다.

[0199] 이러한 선 패턴(RL1, RL2)에 의한 기준 패턴(RMP)은, 그 표면의 노광용 조명광에 대한 반사율을, 앞의 제1 실시형태와 마찬가지로, 20% 이하로 억제하는 것도 가능하다. 이것으로부터, 기준 패턴(RMP)에서 노광용 조명광이 반사해도, 광 감응층(Pb3)에 불필요한 패턴으로서 노광될 정도의 에너지는 아니기 때문에, 실질적으로 문제가 되지 않는다.

[0200] 또, 선 패턴(RL1, RL2)은, 도 11과 같이, 에칭에 의해서 오목부로서 형성했지만, 네거티브형 포토레지스트를 사용하여, 선 패턴(RL1, RL2)을 볼록부로서 형성해도 괜찮다.

[0201] 그런데, 선 패턴(RL1, RL2)에 의한 기준 패턴(RMP)은, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 요철로서 형성되기 때문에, 그 요철의 단차량을 특정의 조건으로 해 두면, 기준 패턴(RMP) 전체가, 노광용의 조명광과 얼라이먼트용의 조명광 쌍방에 대해서, 반사 강도를 억제하는 위상 패턴으로 하는 것이 가능하다.

[0202] 이를 위해서는, 도 11에 나타낸 단차량 ΔDP를, 이하와 같은 조건으로 설정하면 된다.

[0203] 여기서, 노광용 조명광(IE0)의 중심 파장을 λ1, 얼라이먼트용의 조명광(ILa)의 중심 파장을 λ2로 하고, m을 제로를 포함하는 임의의 정수(m=0, 1, 2, …)로 하면, 노광용의 조명광(IE0)의 중심 파장 λ1에 관해서는,

[0204] $$\lambda 1\cdot(m+1/8)/2 \leq \Delta DP \leq \lambda 1\cdot(m+7/8)/2 \quad \cdots (3)$$

[0205] 의 범위에서, 단차량 ΔDP를 설정하면 된다. 또,

[0206] $$\lambda 1\cdot(m+1/4)/2 \leq \Delta DP \leq \lambda 1\cdot(m+3/4)/2 \quad \cdots (4)$$

[0207] 의 범위에서, 단차량 ΔDP를 설정할 수 있다.

[0208] 한편, 얼라이먼트용의 조명광(ILa)의 중심 파장 λ2에 관해서도, 상기의 식 (3), (4)에서의 파장 λ1을 λ2로 치환하여, 단차량 ΔDP의 범위를 결정할 수 있다.

[0209] 그 때, 노광용 조명광의 파장 λ1에 관해서 구해지는 단차량 ΔDP의 범위와, 얼라이먼트용 조명광의 파장 λ2에 관해서 구해지는 단차량 ΔDP의 범위를 비교하고, 쌍방의 범위가 겹치는 곳, 혹은 근접하고 있는 곳을, 최적인 단차량 ΔDP로 설정하면, 노광용의 조명광과 얼라이먼트용의 조명광 쌍방에 대해서, 기준 패턴(RMP)으로부터 생기는 반사광의 강도를 저감할 수 있다.

[0210] 즉, 노광용 조명광의 중심 파장 λ1과 얼라이먼트용 조명광의 중심 파장 λ2의 쌍방에 대해서, 상기의 식 (3), 식 (4)을 만족하거나, 혹은 근사하는 단차량 ΔDP를 설정하면 좋다.

[0211] 이상, 제1 실시 형태나 제2 실시 형태에서는, 회전 드럼(DR)이 되는 원통 모양의 기재(DR1)의 외주면에, 비교적으로 두꺼운 기초층(DR2)과 톱층(DR3)을 적층하여, 반사율을 조정했지만, 그것 이상의 층수의 적층 구조로 해도 괜찮다.

[0212] 예를 들면, 회전 드럼(DR)의 경량화를 위해, 기재(DR1)를 Al(알루미늄) 블록으로부터 깎아내고, 그 기재(DR1)의 외주면에, 평면도(진원도나 표면 거칠기) 가공을 위한 비교적으로 단단한 크롬(Cr)을 두껍게 도금한 후, 또, 그 위에, 앞의 도 8이나 도 11에서 나타낸 기초층(DR2)으로서의 동(Cu)의 도금을 실시하며, 그 위에 톱층(DR3)으로서, DLC를 소정의 두께로 적층시켜도 좋다.

[0213] 그 경우, 기준 패턴(RMP)(선 패턴(RL1, RL2))이나 스케일부(GPa, GPb)의 격자선은, 단단한 크롬층, 또는 그 위

의 동의 기초층(DR2)에 대해서 새겨진다.

[0214] [제3 실시 형태]

[0215] 앞의 실시 형태의 노광 장치는, 원통 마스크(DM)를 사용하여 기판(P)에 마스크 패턴을 주사(走査) 노광하는 것이었지만, 마스크를 이용하지 않는 노광 장치, 이른바 패턴 제너레이터와 같은 노광 장치이라도, 회전 드럼(DR)을 사용하여 기판(P)을 지지하면서, 패턴 노광할 수 있다. 그러한 노광 장치의 예를 도 12, 도 13을 참조하여 설명한다.

[0216] 도 12는, 본 실시 형태에 의한 노광 장치(패턴 묘화 장치)의 주요부를, XZ면내에서 본 정면도이며, 도 13은, 도 12의 구성을 XY 면내에서 본 상면도이다.

[0217] 본 실시 형태에서는, 도 13에 나타내는 바와 같이, 회전 드럼(DR)의 외주면에 밀착, 지지되는 기판(P) 상의 노광 영역(A7)을, Y방향(회전 중심선(AX2)이 신장하는 방향)으로 고속으로 스캔하는 레이저 스폿광(spot光)(예를 들면, 4㎛ 지름)의 직선적인 주사선(LL1, LL2, LL3, LL4)에 의해서, 패턴 묘화를 행한다. 주사선(LL1 ~ LL4)의 각각은, Y방향의 주사 길이가 비교적으로 짧기 때문에, 중심면(p3)에 대해서 대칭적으로 지그재그 배치된다.

[0218] 각 주사선(LL1 ~ LL4) 중, 홀수번째의 주사선(LL1, LL3)은, 중심면(p3)에 대해서, -X측에 배치되고, 짝수번째의 주사선(LL2, LL4)은, 중심면(p3)에 대해서, +X측에 배치된다.

[0219] 이것은, 도 12에 나타내는 바와 같이, 각 주사선(LL1 ~ LL4)을 따라서 스폿 광을 주사하는 홀수번째의 묘화 모듈(UW1, UW3)과, 짝수번째의 묘화 모듈(UW2, UW4)을, 공간적인 간섭을 피하여, 중심면(p3)에 대해서 대칭적으로 배치하기 위함이다.

[0220] 본 실시 형태에서는, 회전 드럼(DR)의 샤프트부(Sf2)에, 엔코더 계측용의 스케일 원반(圓盤)(SD)을 개별로 장착한다. 스케일 원반(SD)의 외주면에 새겨지는 스케일부(GPa(및 GPb)는, 설치 방위선(Le1) 상에 배치되는 엔코더 헤드(EN1)와, 설치 방위선(Le2) 상에 배치되는 엔코더 헤드(EN2)에 의해서 계측된다.

[0221] 또, 앞의 도 5, 도 6과 같은 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)가 배치되는 설치 방위선(La1)의 위치에도, 스케일부(GPa(및 GPb)를 읽어내는 엔코더 헤드(EN3)가 배치된다.

[0222] 도 12에 나타내는 바와 같이, 4개의 묘화 모듈(UW1 ~ UW4)은, 모두 동일 구성이므로, 대표하여 묘화 모듈(UW1)에 대해서, 상세한 구성을 설명한다.

[0223] 묘화 모듈(UW1)은, 외부의 자외 레이저 광원(연속 또는 펄스)으로부터의 빔(LB)을 입사하여, 빔(LB)의 기판(P)으로의 투사/비(非)투사를 고속으로 스위칭 하는 AOM(Acousto-Optic Modulator)(80), AOM(80)로부터의 빔(LB)을 기판(P) 상의 주사선(LL1)을 따라서 스캔하기 위한 회전 폴리곤(polygon) 미러(82), 절곡 미러(84), f-Θ 렌즈(86), 및, 광전 소자(88) 등을 구비한다.

[0224] f-Θ 렌즈(86)를 매개로 하여 기판(P)에 투사되는 빔(BS1)은, Y방향의 스캔 중, 묘화해야 할 패턴의 CAD 정보에 근거하여 On/Off 되는 AOM(80)에 의해서 변조(變調)되고, 기판(P)의 광 감응층 상에 패턴을 묘화해 간다. 주사선(LL1)을 따른 빔(BS1)의 Y방향 주사와, 회전 드럼(DR)의 회전에 의한 기판(P)의 X방향의 이동을 동기시킴으로써, 노광 영역(A7) 중의 주사선(LL1)에 대응한 부분에 패턴이 노광된다.

[0225] 이러한 묘화 방식이기 때문에, 도 12와 같이, XZ면내에서 보았을 때, 기판(P)에 도달하는 빔(BS1)의 축선은, 설치 방위선(Le1)과 일치한 방향으로 되어 있다. 이것은, 짝수번째의 묘화 모듈(UW2)로부터 투사되는 빔(BS2)에 관해서도 마찬가지로, 기판(P)에 도달하는 빔(BS2)의 축선은, 설치 방위선(Le2)과 일치한 방향으로 되어 있다.

[0226] 이와 같이, 4개의 주사선(LL1 ~ LL4)에 의해서, 노광 영역(A7)에 패턴을 묘화하는 경우, 각 주사선(LL1 ~ LL4)의 사이의 이음부의 정밀도가 중요하게 된다. 도 13의 경우, 노광 영역(A7)은, 먼저 처음에, 홀수번째의 주사선(LL1, LL3)에 대응한 영역의 노광이 개시되고, 그 위치로부터 기판(P)이 둘레 길이 방향으로 거리 ΔXu만큼 진행한 위치로부터, 짝수번째의 주사선(LL2, LL4)에 대응한 영역의 노광이 개시된다.

[0227] 따라서, 각 주사선(LL1 ~ LL4)의 스폿광에 의한 묘화 개시점과 묘화 종료점을 정확하게 설정하는 것에 의해, 노광 영역(A7) 내의 전체에 형성되는 패턴을 양호하게 이을 수 있다.

[0228] 이상과 같은, 패턴 묘화 장치에서도, 앞의 제1 실시 형태의 도 8에서 나타낸 구조의 회전 드럼(DR), 혹은, 제2 실시 형태의 도 10, 도 11에서 나타낸 구조의 회전 드럼(DR)을 이용하는 것에 의해, 노이즈가 되는 불필요한 패턴의 겹침 현상을 저감하여, 고정밀한 패터닝이 달성된다.

[0229] 이상, 각 실시 형태를 설명했지만, 기판(P)의 지지 장치로서는, 원통 모양의 회전 드럼(DR) 이외에도, 평탄한 지지면을 가지는 것, 기판(P)의 반송 방향으로 큰 곡률로 원통 모양으로 만곡한 지지면을 가지는 것이라도 괜찮다. 혹은, 그들의 지지 장치의 지지면에 에어 베어링에 의한 기체층이 형성되고, 그 기체층에 의해서 기판을 미소량 부상시켜 지지하는 지지 장치라도, 발명을 마찬가지로 적용할 수 있다.

[0230] 또, 앞의 각 실시 형태에서는, 기초층(DR2), 톱층(DR3)의 금속계 박막으로서, Cu(동), Cr(크롬), Cr_2O_3(3가(價)의 산화 크롬)을 들었지만, 이것에 한정되지 않고, CrO(2가의 산화 크롬)이라도 괜찮다. 예를 들면, 기재(DR1)(SUS, Al 등)의 위에 성막(成膜)하는 기초층(DR2)을 Cu로 하고, 기초층(DR2)의 위에 퇴적시키는 톱층(DR3)로서, CrO를 도금, 증착, 스패터로 성막해도 괜찮다.

[0231] 또, 앞의 각 실시 형태의 톱층(DR3)으로서 성막되는 다이아몬드 라이크 카본(DLC)은, 탄소 원자로 구성되고, 비정질 구조, 및 또는 결정질을 포함하는 아모퍼스(amorphous) 구조로서, 탄소 원자간의 결합으로서, 그라파이트의 sp^2 결합과 다이아몬드의 sp^3 결합이 혼재한 구조이다.

[0232] DLC는 경질막으로서 성막되지만, 수소 함유량의 다소(多少)와, 포함되는 결정질의 전자 궤도가 다이아몬드 근처인지 그라파이트 근처인지에 따라서, 그 성질이 구별된다.

[0233] [제4 실시 형태]

[0234] 그런데, 앞의 도 10에서 나타낸 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 형성되는 기준 패턴(RMP)의 형태는, 기판(P)을 투과한 노광광의 조사에 의해서, 그 기준 패턴(RMP)으로부터 강한 미광(迷光)(불필요한 반사광)이 발생하지 않는 것이면, 어떤 형상이라도 좋다.

[0235] 도 14는, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 형성되는 기준 패턴(RMP)의 변형예를 제4 실시 형태로서 나타내는 사시도이고, 도 10 중의 회전 드럼(DR)의 부재와 동일 부재에는, 동일 부호를 붙이고 있다.

[0236] 도 14에서, 회전 드럼(DR)의 샤프트부(Sf2)가 연장하는 방향(Y축 방향)의 양단면(兩端面)에는, 앞의 도 12, 도 13과 마찬가지로, 엔코더 계측용의 스케일 원반(SD)이 복수의 나사(FB)에 의해서 체결되어 있다. 본 실시 형태에서는, 스케일 원반(SD)의 외주면에 형성되는 스케일부(GPa, GPb)의 직경(또는 중심선(AX2)으로부터의 반경)은, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)의 직경(또는 중심선(AX2)으로부터의 반경)과 동일하게 되도록 설정된다.

[0237] 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에는, 회전 중심선(AX2)과 평행한 방향(Y축 방향)을 따라서 직선적으로 연장하는 선 패턴(RLa)과, 둘레 방향을 따라서 직선적으로 연장하는(XZ면과 평행한 면내에서 주회(周回)하는) 2개의 선 패턴(RLb, RLc)이, 기준 패턴(RMP)으로서 형성된다.

[0238] 선 패턴(RLa)은, 도 14의 경우는, 둘레 방향으로 45° 간격으로 배치된다. 2개의 선 패턴(RLb, RLc)은, 회전 중심선(AX2)과 평행한 방향(Y축 방향)으로, 일정한 간격을 두고 배치된다. 선 패턴(RLa)의 둘레 방향의 각도 간격 η는 45° 에 한정되지 않고, 어떠한 각도라도 괜찮다.

[0239] 그 일정한 간격은, 앞의 도 6에 나타낸 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 각 촬상 영역(Vw)의 Y축 방향의 간격에 대응하고 있다. 즉, 선 패턴(RLa)과 2개의 선 패턴(RLb, RLc)과의 교차부(ALA)가, 회전 드럼(DR)의 회전에 따라서, 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 각 촬상 영역(Vw) 내에 차례차례로 나타나도록, 각 선 패턴(RLa, RLb, RLc)이 배치되고, 교차부(ALA)의 선 패턴부가 기준 패턴(RMP)으로서 검출된다.

[0240] 앞의 도 6에서 나타내는 바와 같이, 기판(P) 상에는 마크(Ks1 ~ Ks5)가 형성되므로, 2개의 선 패턴(RLb, RLc) 중 적어도 일방은, 마크(Ks1 ~ Ks5)의 Y축 방향의 위치와 겹치지 않도록 어긋나 배치된다.

[0241] 일례로서, 2개의 선 패턴(RLb, RLc)의 각 선폭(LW)을 15㎛, Y축 방향의 간격 거리를 150㎛로 설정하고, 마크(Ks1 ~ Ks5)의 각각이, 그 2개의 선 패턴(RLb, RLc)의 사이에 위치하도록 설정하면, 각 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)는, 그 촬상 영역(Vw) 내에서, 마크(Ks1 ~ Ks5)와 함께 선 패턴(RLb, RLc)을 검출하는 것이 가능해진다.

[0242] 게다가, 도 6에서 나타낸 기판(P) 상의 이송 방향으로 서로 이웃하여 배치되는 2개의 노광 영역(A7)의 사이의 여백부(마크(Ks2 ~ Ks4)가 배치되는 투명 영역)를 소정의 치수 이상으로 해 두면, 그 여백부의 아래에, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 형성된 선 패턴(RLa, RLb, RLc)에 의한 교차부(ALA)를 확실히 배치시키는 것도 가능하다.

[0243] 예를 들면, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)의 직경을 Rdd로 하면, 외주 표면(DRs)을 따른 선 패턴(RLa)의 둘레

방향의 간격 거리 LK는, 먼저 설명한 선 패턴(RLa)의 둘레 방향의 각도 간격 η를 이용하면,

[0244] $LK=\pi \cdot Rdd \cdot (\eta/360)$ … (5)

[0245] 으로 나타내어진다.

[0246] 2개의 노광 영역(A7) 사이의 여백부의 기판(P)의 길이 방향(이송 방향)에 관한 치수를 LU로 하면, LU>LK의 조건을 만족하도록 설정하면, 기판(P)의 여백부 내에, 적어도 1개의 선 패턴(RLa)을 배치시킬 수 있다.

[0247] 이상, 본 실시 형태에서는, 기준 패턴(RMP)을, 기판(P)의 긴 길이 방향(이송 방향)과 짧은 길이 방향(Y축 방향)의 각각의 방향으로 직선적으로 연장하는 선 패턴(RLa, RLb, RLc)으로 구성하므로, 얼라이먼트계(AM1 ~ AM5)의 각 촬상 영역(Vw) 내에 나타나는 교차부(ALA)의 이차원적인 위치를, 촬상 소자의 수평 주사선이나 수직 주사선을 따른 방향으로 직접 계측할 수 있고, 화상 처리의 연산 시간이 단축되는 이점이 있다.

[0248] [제5 실시 형태]

[0249] 그런데, 도 14와 같은 선 패턴(RLa, RLb, RLc)을 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 형성하면, 기판(P) 상의 노광 영역(A7)에 형성되는 배선 패턴이나 화소 패턴의 배열 방향과 일치하고 있다.

[0250] 이것으로부터, 예를 들면 외주 표면(DRs)의 노광광에 대한 반사율을 기초층(DR2), 톱층(DR3)(앞의 도 8 참조)에 의해서 작게 해도, 선 패턴(RLa, RLb, RLc)의 단차 엣지부에서 생긴 약간의 산란광 등이 선 패턴(RLa, RLb, RLc)의 방향으로 분포하고, 기판(P) 상의 노광 영역(A7)에 형성되는 배선 패턴이나 화소 패턴의 배열 방향과 일치하여, 문제가 될 가능성도 있다.

[0251] 그래서, 본 실시 형태에서는, 도 15에 나타내는 바와 같이, 선 패턴(RLa, RLb, RLc)의 단차 엣지부에서 생길 수 있는 약간의 산란광 등을 저감하기 위해, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)에 형성되는 선 패턴(RLa, RLb, RLc)을 선폭(LW)의 오목부로 하고, 그 오목부 내에 자외선(노광광)을 흡수하는 재료(PI)를 충전한다.

[0252] 재료(PI)는, 자외선 흡수제를 함유한 도료(건조 후에는 경화하는 것)이며, 단차 엣지에서 발생하는 산란광이나 회절광을 흡수하고, 기판(P)의 표측(表側)에 도달하는 산란광이나 회절광의 양을 저하시킨다. 자외선 흡수제는, 일례로서, BASF-SE사(社)로부터 상품명 Uvinul(등록상표), 또는 TINUVIN(등록상표)로서 시판되고 있고, 자외 파장역의 노광광은 흡수하지만, 가시 파장역의 얼라이먼트용 조명광은 거의 흡수하지 않는 특성을 가진다.

[0253] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 기준 패턴(RMP)을 구성하는 선 패턴을 오목부로 형성하고, 그 오목부에 자외선 흡수 물질을 충전하도록 했으므로, 노광광의 조사에 의해서 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)으로부터 반사하는 미광을, 더 저감시킬 수 있다.

[0254] 또, 외주 표면(DRs)의 오목부에 자외선 흡수 물질을 충전하는 수법은, 앞의 도 10, 도 11에 나타낸 선 패턴(RL1, RL2)에 대해서도 마찬가지로 적용 가능하다. 또, 그러한 자외선 흡수제를 함유한 도료는, 기판(P)과 접촉하는 외주 표면(DRs)에 생긴 흠이나 리세스(recess) 등의 부정(不整) 부분의 보수에도 이용할 수 있다.

[0255] [제6 실시 형태]

[0256] 다음으로, 마스크가 없는 방식의 패턴 노광 장치에, 앞의 도 2, 도 7, 도 10, 도 14에서 설명한 기판 지지 장치를 적용하는 경우의 구성을, 도 16에 근거하여 설명한다.

[0257] 도 16에서, 기판 지지 장치는 앞의 각 실시 형태와 마찬가지로, 텐션 조정 롤러(TR1, TR2), 샤프트부(Sf2)에 의해 축 지지됨과 아울러 기판(P)을 감는 회전 드럼(DR), 스케일 원반(SD), 엔코더 헤드(EN1, EN3) 등으로 구성된다. 얼라이먼트계(AM1(및 AM2 ~ AM5))도, 마찬가지로 대물 렌즈계(GA1), 빔 스플리터(GB1), 조명 유닛(GC1), 및 촬상계(GD1)로 구성된다.

[0258] 노광 유닛은, 노광용 조명광(노광광)을 발생하는 광원(100), 다수의 가동 마이크로 미러가 2차원으로 배열된 DMD(Digital Micromirror Device, 등록상표)(104)를 균일한 조도로 균일하게 조명하는 조명계(101), 미러(103), DMD(104)의 각 마이크로 미러에서 반사한 노광광을 집광하는 렌즈계(105), 다수의 마이크로 렌즈를 2차원으로 배열한 MLA(Micro-Lens Array)(106), 회전 드럼(DR)에 감겨진 기판(P)의 면과 공역(共役)인 시야 조리개(107), MLA(106)의 각 마이크로 렌즈에 의해서 시야 조리개(107)의 개구 내에 형성되는 광 스폿을 기판(P) 상에 투영하기 위한 렌즈계(108, 109)로 구성되는 투영 광학계(PL)를 구비한다.

[0259] 또, 본 실시 형태의 투영 광학계(PL) 내의 동면(瞳面)에는, 도 16의 지면과 직교하는 방향(Y축 방향)으로 삽탈 가능한 빔 스플리터(110)가 마련된다.

[0260] 이 빔 스플리터(110)가 삽입되면, MLA(106)로부터의 노광광이, 투영 광학계(PL)의 렌즈계(108), 빔 스플리터(110), 렌즈계(109)를 매개로 하여, 기판(P)의 표면, 또는 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs) 상에 투사되었을 때에, 기판(P)의 표면 또는 외주 표면(DRs)에서 반사하여 되돌아오는 반사광의 일부를, 집광 렌즈나 광전 소자 등을 포함하는 모니터계(112)로 안내할 수 있다.

[0261] 이 모니터계(112)는, 기판(P)의 표면 또는 외주 표면(DRs)으로부터의 반사광(노광광)의 광량을 계측하여, 기판(P)에 대해서 적정한 노광량(조도)이 부여되고 있는지 아닌지를 판단하기 위한 광량 모니터, 혹은, 반사광(노광광)에 근거하여, 기판(P) 상의 마크(Ks1 ~ Ks5)나 외표면(DRs) 상의 기준 패턴(RMP)에 관한 광 정보(광학상(光學像), 회절광 등)를 수집하는 얼라이먼트 모니터로서 구성된다.

이와 같이 본 실시 형태에서의 모니터계(112)는 청구범위에 기재된 제1 검출계에 대응하며, 얼라이먼트계(AM1(및 AM2 ~ AM5))는 청구범위에 기재된 제2 검출계에 대응한다.

[0262] 도 16과 같은 마스크가 없는 타입의 패턴 노광 장치에서는, 패턴 묘화 데이터(CAD 데이터), 엔코더 헤드(EN1(또는 EN3))로부터의 계측 신호에 근거하는 기판(P)의 이송 위치의 정보, 혹은 얼라이먼트계(AM1(AM2 ~ AM5))에서 계측되는 기판(P)의 마크(Ks1 ~ Ks5)의 위치 정보에 근거하여, DMD(104)의 각 마이크로 미러의 각도가 고속으로 전환된다.

[0263] 이것에 의해서, 각 마이크로 미러에서 반사한 노광광이 MLA(106)의 대응한 마이크로 렌즈에 입사하는 상태와, 입사하지 않은 상태로 전환되므로, 기판(P) 상에는 묘화 데이터를 따른 패턴이 노광(묘화)된다.

[0264] 도 16에 나타낸 본 실시 형태의 패턴 노광 장치도, 앞의 도 2, 도 4에 나타낸 바와 같은 조건으로, 회전 중심선(AX2)과 평행한 방향(Y축 방향)으로, 복수의 노광 유닛을 마련함으로써, Y축 방향의 폭이 큰 기판(P)의 노광 처리에 대응할 수 있다. 그 경우, 도 16 중의 시야 조리개(107)의 개구 형상은, 도 4 중의 각 노광 영역(PA1 ~ PA6)의 형상과 동일한 사다리꼴 모양으로 하고, 그 사다리꼴 모양의 개구 내에, MLA(106)에서 만들어지는 다수의 광 스폿이 일정 피치로 늘어서도록 하는 것이 좋다.

[0265] 또, MLA(107)의 사출측에 형성되는 다수의 광 스폿의 집광점에 의해서 규정되는 포커스면이, 회전 드럼(DR)의 외주 표면(DRs)과 마찬가지로 원통 모양으로 만곡하도록, 예를 들면 도 16 중의 MLA(106)의 경우는, 그 각 마이크로 렌즈 중, X방향으로 늘어서는 마이크로 렌즈 사이에서 초점 거리를 약간 다르게 해도 좋다.

부호의 설명

[0266]

DM - 원통 마스크 DR - 회전 드럼

DRs - 회전 드럼의 외주 표면 DR1 - 회전 드럼의 기재(基材)

DR2 - 회전 드럼의 기초층 DR3 - 회전 드럼의 톱층

P - 가요성의 기판

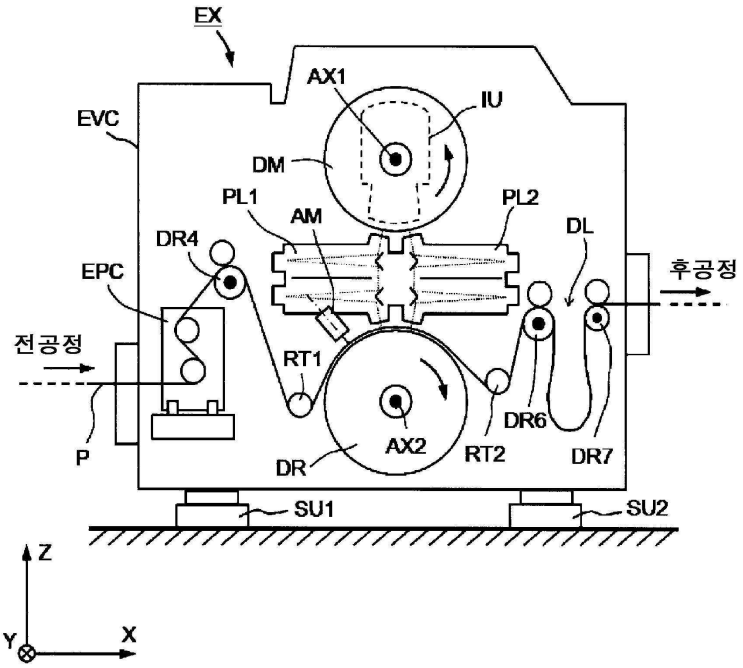
PL1, PL2, PL3, PL4 - 투영 광학계

AM1 ~ AM5 - 얼라이먼트계 RMP - 기준 패턴

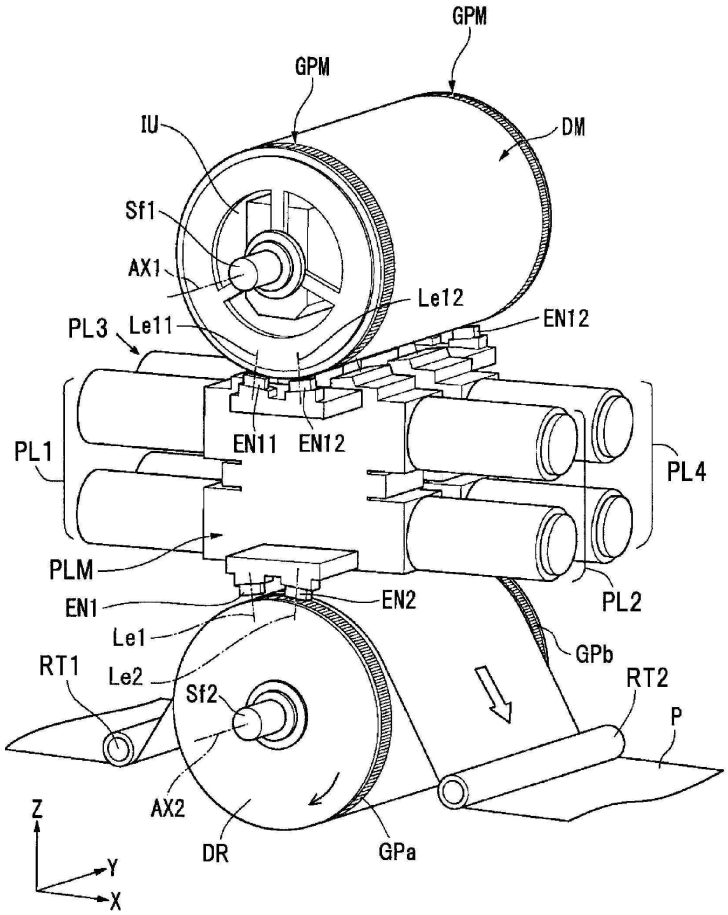
RL1, RL2, RLa, RLb, RLc - 선 패턴 UW1 ~ UW4 - 묘화 모듈

도면

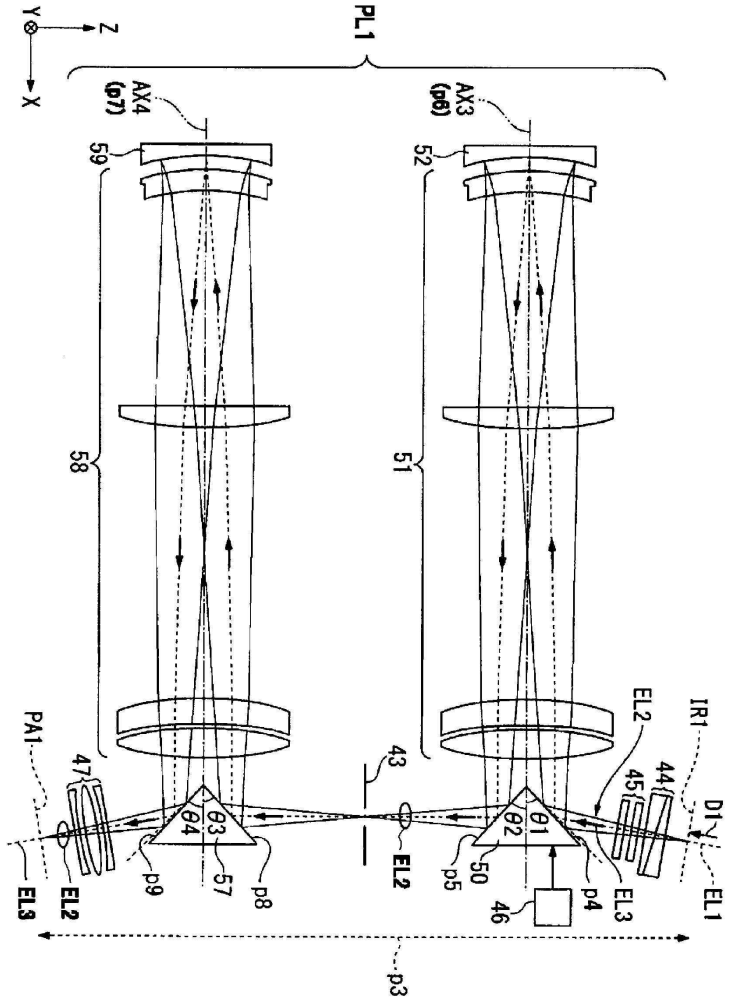
도면1


EX
AX1
IU
EVC
DM
PL1
PL2
AM
DR4
DL
후공정
EPC
전공정
RT1
DR6
P
AX2
RT2
DR7
DR
SU1
SU2
Z
Y
X

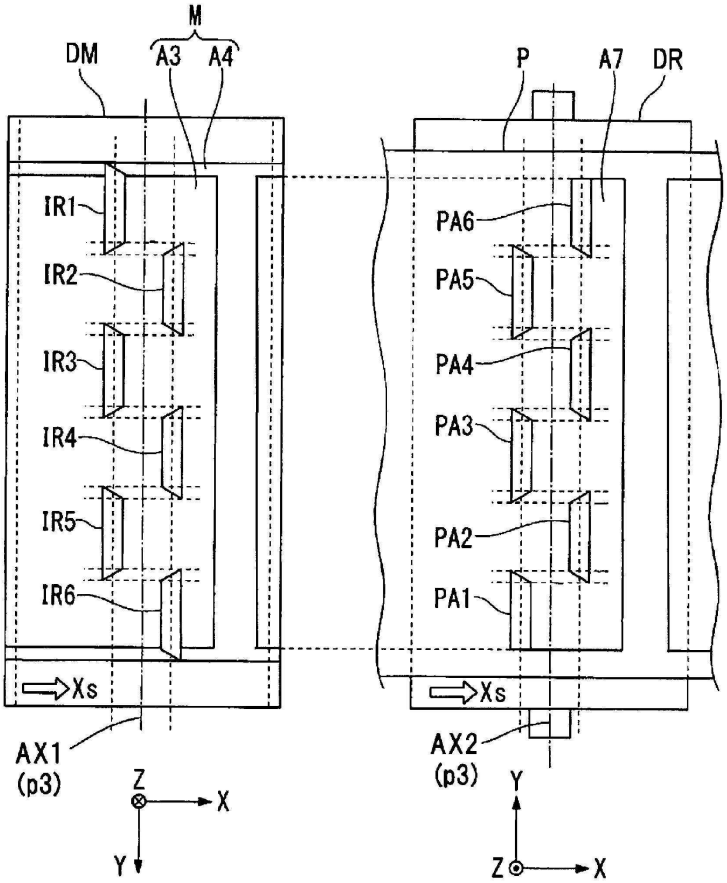
도면2


GPM
GPM
IU
DM
Sf1
AX1
Le12
EN12
PL3
Le11
EN11
EN12
PL1
PL4
PLM
EN1
EN2
PL2
Le1
GPb
RT1
Le2
Sf2
RT2
P
AX2
DR
GPa
Z
Y
X

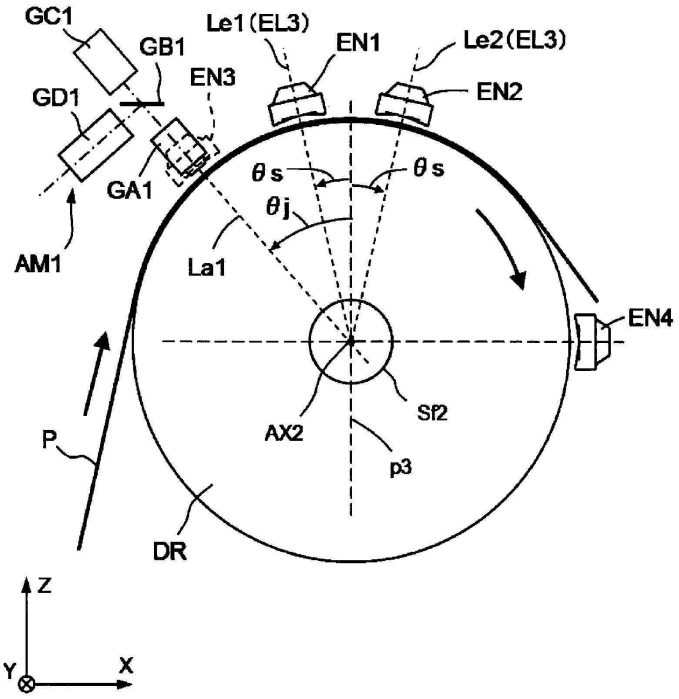
도면3


PL1
AX4
(p7)
AX3
(p6)
59
52
58
51
43
47
44
45
46
50
57
PA1
IR1
D1
EL1
EL2
EL3
p3
p4
p5
p8
p9
θ1
θ2
θ3
θ4
Z
Y
X

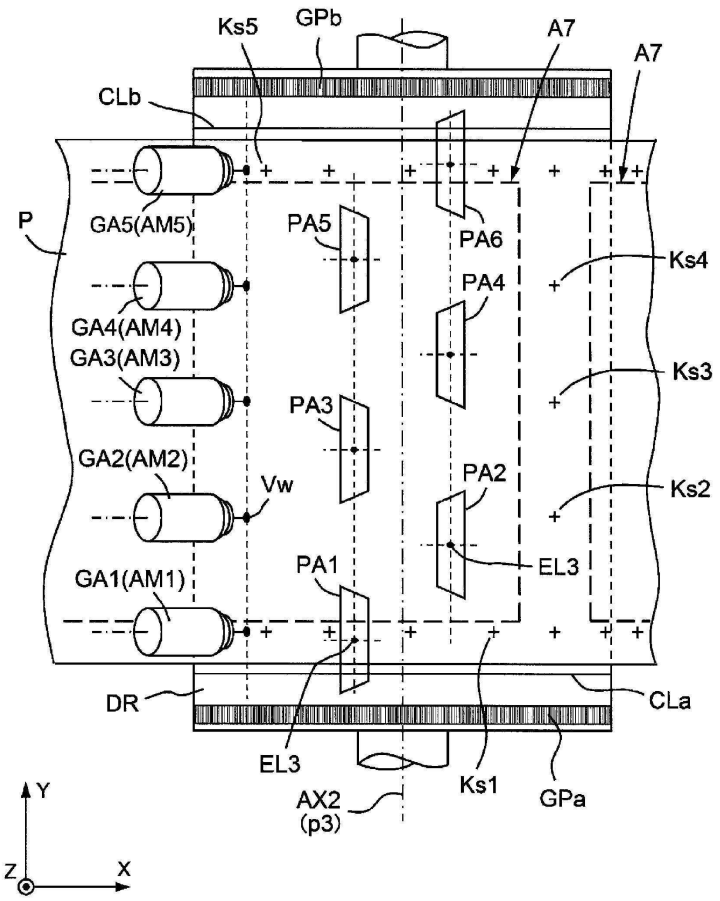
도면4


M
DM
A3
A4
P
A7
DR
IR1
IR2
IR3
IR4
IR5
IR6
PA6
PA5
PA4
PA3
PA2
PA1
Xs
Xs
AX1
(p3)
AX2
(p3)
Z
X
Y
Y
Z
X

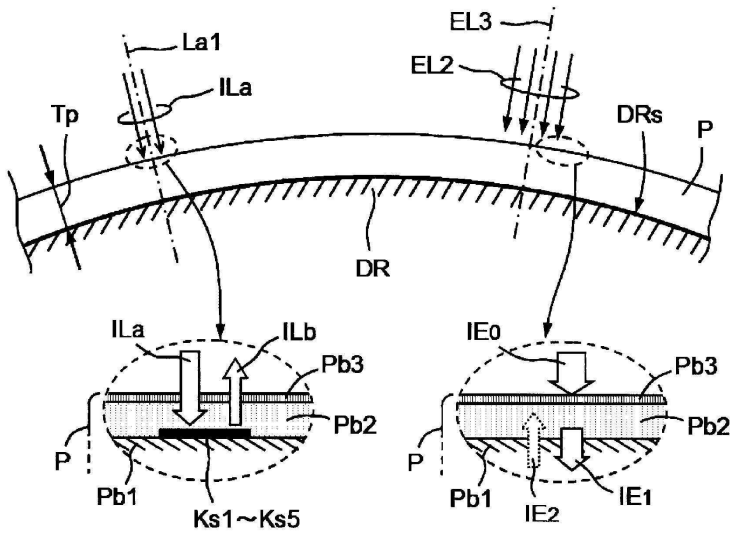
도면5


GC1
GB1
Le1 (EL3)
EN1
Le2 (EL3)
EN3
EN2
GD1
GA1
θs
θs
θj
AM1
La1
EN4
Sf2
AX2
p3
P
DR
Z
Y
X

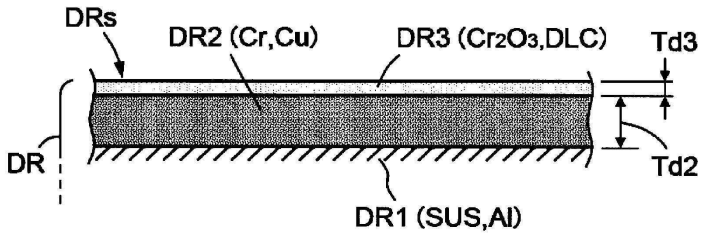
도면6


Ks5
GPb
A7
A7
CLb
P
GA5(AM5)
PA5
PA6
Ks4
PA4
GA4(AM4)
GA3(AM3)
Ks3
PA3
GA2(AM2)
Vw
PA2
Ks2
EL3
PA1
GA1(AM1)
DR
CLa
EL3
Ks1
GPa
AX2
(p3)
Y
Z
X

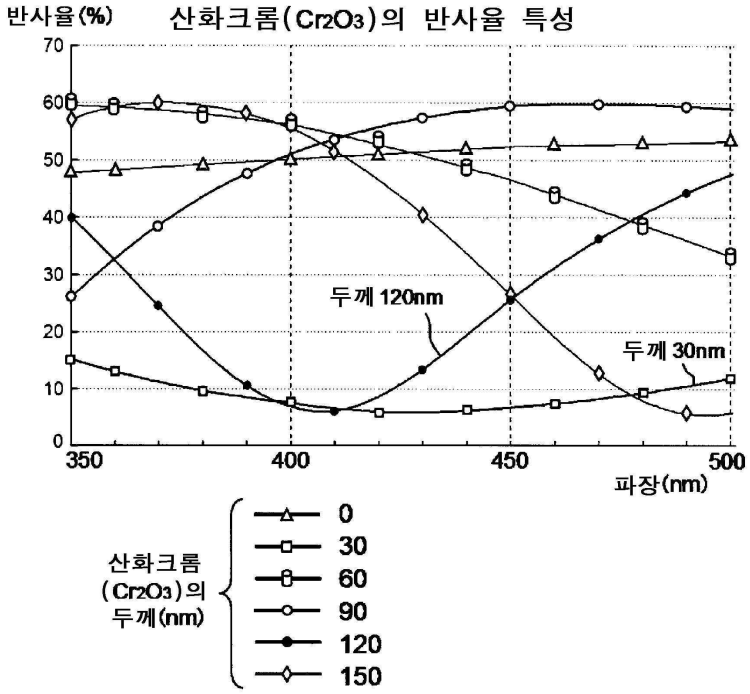
도면7


La1
EL3
EL2
ILa
Tp
DRs
P
DR
ILa
ILb
Pb3
Pb2
P
Pb1
Ks1~Ks5
IE0
Pb3
Pb2
P
Pb1
IE2
IE1

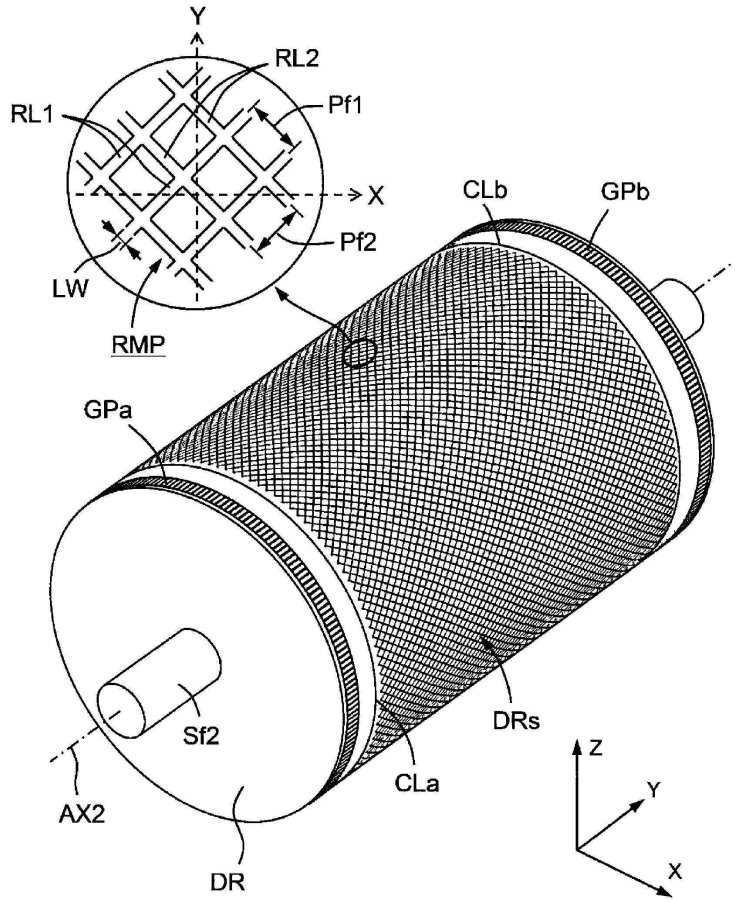
도면8


DRs
DR2 (Cr,Cu)
DR3 (Cr2O3,DLC)
Td3
Td2
DR
DR1 (SUS,Al)

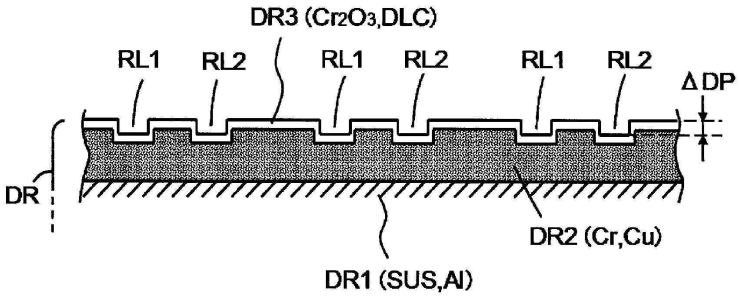
도면9


반사율(%)
산화크롬(Cr2O3)의 반사율 특성
70
60
50
40
30
20
10
0
350
400
450
500
파장(nm)
두께 120nm
두께 30nm
산화크롬
(Cr2O3)의
두께(nm)
0
30
60
90
120
150

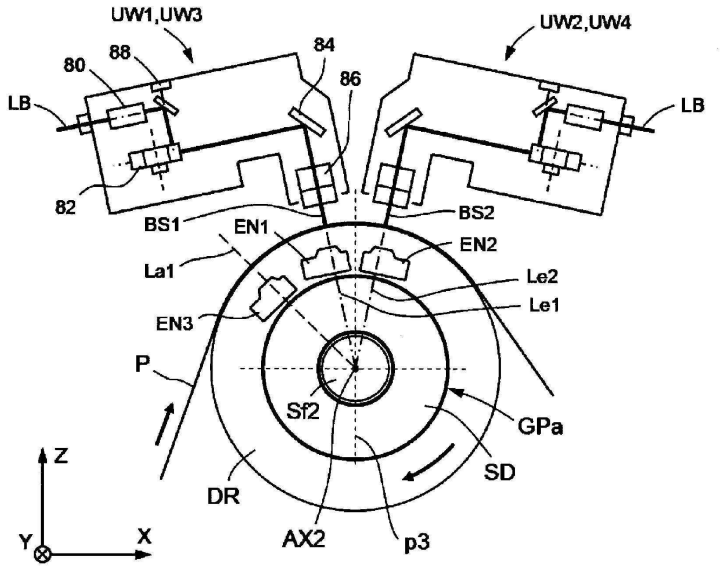
도면10


Y
RL2
RL1
Pf1
X
CLb
GPb
Pf2
LW
RMP
GPa
Sf2
DRs
Z
Y
CLa
AX2
X
DR

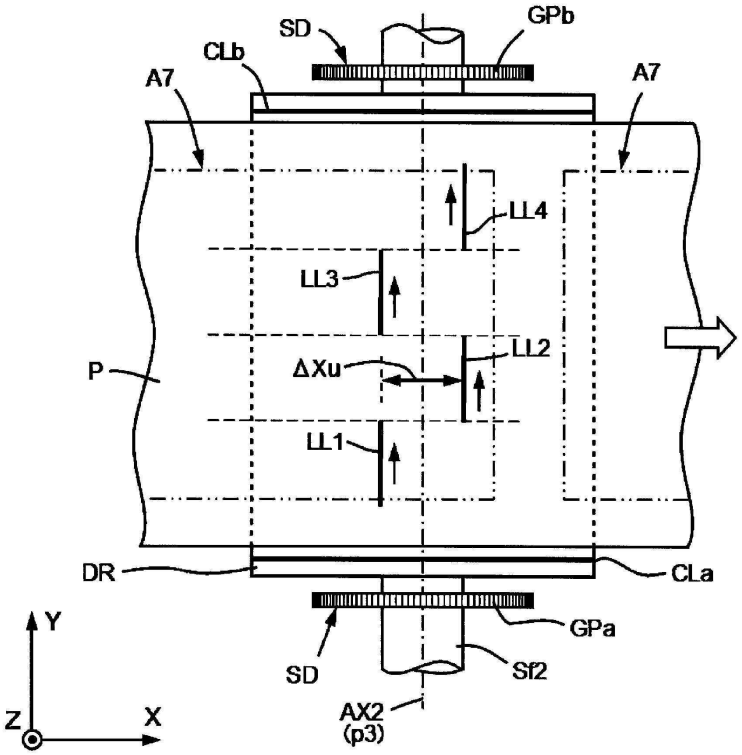
도면11


DR3 (Cr2O3,DLC)
RL1
RL2
RL1
RL2
RL1
RL2
ΔDP
DR
DR2 (Cr,Cu)
DR1 (SUS,Al)

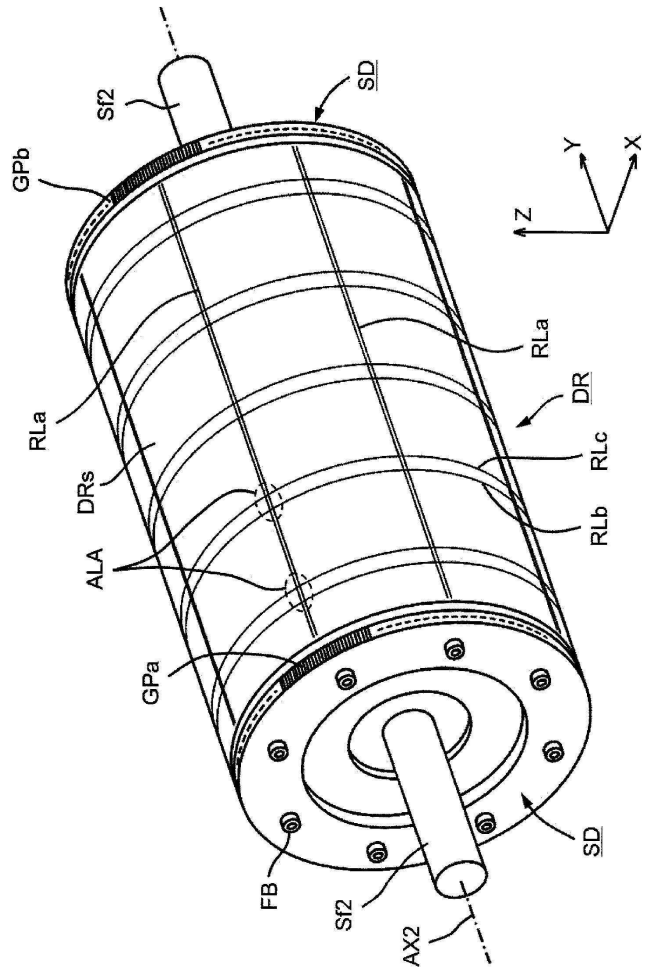
도면12


UW1,UW3
UW2,UW4
80
88
84
86
LB
LB
82
BS1
BS2
EN1
EN2
La1
Le2
Le1
EN3
P
Sf2
GPa
SD
DR
AX2
p3
Z
Y
X

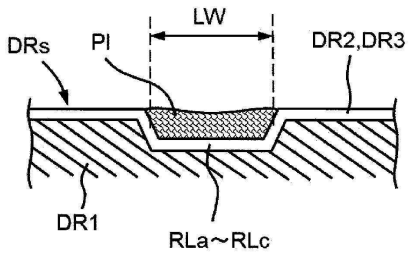
도면13


SD
GPb
CLb
A7
A7
LL4
LL3
LL2
ΔXu
P
LL1
DR
CLa
GPa
SD
Sf2
AX2
(p3)
Y
Z
X

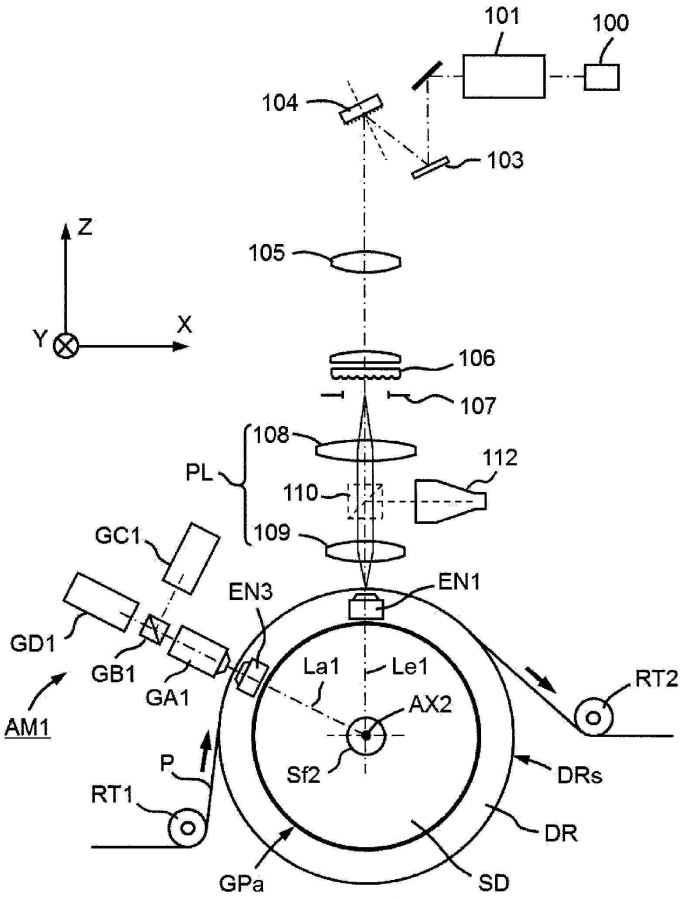
도면14


Sf2
SD
GPb
Y
X
Z
RLa
DR
RLa
RLc
DRs
RLb
ALA
GPa
SD
FB
Sf2
AX2

도면15


LW
DRs
PI
DR2,DR3
DR1
RLa~RLc

도면16


101
100
104
103
Z
105
Y
X
106
107
108
PL
112
110
109
GC1
EN3
EN1
GD1
GB1
GA1
La1
Le1
RT2
AM1
AX2
P
Sf2
DRs
RT1
DR
GPa
SD