



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0077041
(43) 공개일자 2017년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>G03F 7/20</i> (2006.01)	(71) 출원인 캐논 가부시끼가이샤
(52) CPC특허분류 <i>G03F 7/70591</i> (2013.01) <i>G03F 7/20</i> (2013.01)	(72) 발명자 오쿠보 도루
(21) 출원번호 10-2016-0172663	(74) 대리인 장수길, 이중희
(22) 출원일자 2016년12월16일 심사청구일자 없음	
(30) 우선권주장 JP-P-2015-254866 2015년12월25일 일본(JP)	

전체 청구항 수 : 총 14 항

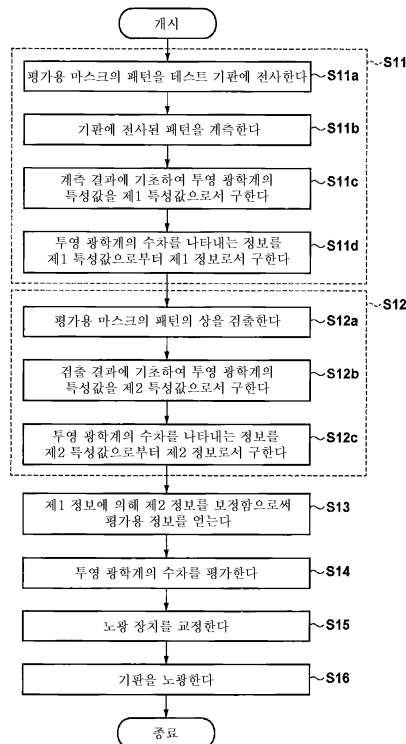
(54) 발명의 명칭 평가 방법, 노광 방법, 및 물품의 제조 방법

(57) 요약

노광 장치에 있어서의 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 방법은, 마스크의 복수의 패턴 요소를 상기 노광 장치의 상기 투영 광학계에 의해 기관에 전사하는 전사 공정과, 상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제1 특성값을 상기 전사 공정에서의 전사 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



요소의 상기 제1 특성값의 평균값을 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제1 정보로서 구하는 제1 공정과, 상기 투영 광학계에 의해 투영된 상기 복수의 패턴 요소의 상을 검출하는 검출 공정과, 상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제2 특성값을 상기 검출 공정에서의 검출 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제2 특성값의 평균값, 및 상기 복수의 패턴 요소의 각각에 관한 상기 제2 특성값과 당해 제2 특성값의 평균값의 차를 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제2 정보로서 구하는 제2 공정과, 상기 제1 정보와 상기 제2 정보에 기초하여, 상기 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 공정을 포함한다.

(52) CPC특허분류

G03F 7/70141 (2013.01)

G03F 7/70258 (2013.01)

G03F 7/70275 (2013.01)

G03F 7/70483 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

노광 장치에 있어서의 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 방법이며,
 마스크의 복수의 패턴 요소를 상기 노광 장치의 상기 투영 광학계에 의해 기관에 전사하는 전사 공정과,
 상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제1 특성값을 상기 전사 공정에서의 전사 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제1 특성값의 평균값을 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제1 정보로서 구하는 제1 공정과,
 상기 투영 광학계에 의해 투영된 상기 복수의 패턴 요소의 상을 검출하는 검출 공정과,
 상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제2 특성값을 상기 검출 공정에서의 검출 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제2 특성값의 평균값, 및 상기 복수의 패턴 요소의 각각에 관한 상기 제2 특성값과 상기 제2 특성값의 평균값의 차를 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제2 정보로서 구하는 제2 공정과,
 상기 제1 정보와 상기 제2 정보에 기초하여, 상기 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 평가 공정에서는, 상기 제2 특성값의 평균값을 상기 제1 특성값의 평균값으로 보정하여 얻어지는 상기 제2 정보에 기초하여, 상기 투영 광학계의 수차를 평가하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 복수의 패턴 요소는, 라인이 신장되는 방향이 서로 상이한 복수의 라인 요소를 각각 포함하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,
 상기 복수의 라인 요소는, 라인이 신장되는 방향이 서로 45도씩 상이한 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,
 상기 제1 공정에서는, 라인이 신장되는 방향에 따라서 각 패턴 요소의 상기 제1 특성값에 가중치 부여하고, 상기 복수의 패턴 요소에 대하여 가중치 부여된 상기 제1 특성값의 평균값을 상기 제1 정보로서 구하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 제1 특성값 및 상기 제2 특성값의 각각은, 상기 투영 광학계의 포커스값을 포함하고,
 상기 평가 공정에서는, 상기 투영 광학계의 상면 만곡 및 비점 수차 중 적어도 한쪽을 평가하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 특성값 및 상기 제2 특성값의 각각은, 상기 투영 광학계의 광축과 수직인 방향에 있어서 상기 투영 광학계에 의해 상기 복수의 패턴 요소의 각각이 결상되는 위치와 목표 위치의 어긋남량을 포함하고,

상기 평가 공정에서는, 상기 투영 광학계의 왜곡 수차를 평가하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 특성값 및 상기 제2 특성값의 각각은, 상기 광축에 수직한 제1 방향에 있어서의 상기 어긋남량과, 상기 광축에 수직 또한 상기 제1 방향과 상이한 제2 방향에 있어서의 상기 어긋남량을 포함하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전사 공정은 1회만 행하여지는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 검출 공정은 복수 회 행해지고,

상기 제2 공정에서는, 복수 회의 상기 검출 공정에서 얻어진 복수의 검출 결과를 평균화한 결과에 기초하여 상기 제2 정보를 구하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 노광 장치의 조명 조건이 변경된 경우,

변경 후의 조명 조건에서 상기 검출 공정 및 상기 제2 공정을 새롭게 행함으로써 변경 후의 조명 조건에서의 상기 제2 특성값을 구하고, 변경 후의 조명 조건에서의 상기 제2 특성값으로부터 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제3 정보를 구하는 공정과,

변경 전의 조명 조건에서 구해진 상기 제2 정보와, 변경 후의 조명 조건에서 구해진 상기 제3 정보의 차에 기초하여, 변경 전의 조명 조건에서 구해진 상기 제1 정보를 보정하는 공정과,

보정한 상기 제1 정보에 의해 상기 제3 정보를 보정한 결과에 기초하여, 변경 후의 조명 조건에서의 상기 투영 광학계의 수차를 평가하는 공정을 행하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

청구항 12

기판을 노광하는 노광 방법이며,

제1항에 기재된 평가 방법을 사용하여 투영 광학계의 수차를 평가하는 공정과,

상기 투영 광학계의 수차의 평가 결과에 기초하여 상기 노광 장치를 교정하는 공정과,

교정된 상기 노광 장치를 사용하여 상기 기판을 노광하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 노광 방법.

청구항 13

제12항에 기재된 노광 방법을 사용하여 기판을 노광하는 공정과,

상기 공정에서 노광이 행하여진 상기 기판을 현상하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 물품의 제조 방법.

청구항 14

노광 장치에 있어서의 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 방법이며,

상기 투영 광학계에 의한 마스크의 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제1 특성값을, 상기 복수의 패턴 요소를 상기 노광 장치의 상기 투영 광학계에 의해 기관에 전사한 전사 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제1 특성값의 평균값을 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제1 정보로서 구하는 제1 공정과,

상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제2 특성값을, 상기 투영 광학계에 의해 투영된 상기 복수의 패턴 요소의 상을 검출한 검출 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제2 특성값의 평균값, 및 상기 복수의 패턴 요소의 각각에 관한 상기 제2 특성값과 상기 제2 특성값의 평균값의 차를 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제2 정보로서 구하는 제2 공정과,

상기 제1 정보와 상기 제2 정보에 기초하여, 상기 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 평가 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노광 장치에 있어서의 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 방법, 노광 방법, 및 물품의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스 등의 제조 공정(리소그래피 공정)에서 사용되는 장치의 하나로서, 마스크의 패턴을 기관에 전사하는 노광 장치가 있다. 노광 장치에서는, 최근의 회로 패턴의 미세화에 수반하여, 투영 광학계의 수차를 고정밀도로 평가할 것이 요구되고 있다. 특허문헌 1 및 2에는, 마스크의 패턴을 기관에 실제로 전사한 전사 결과, 및 활상 소자를 사용하여 공중상 계측을 행한 결과 중 어느 한쪽에만 기초하여 투영 광학계의 수차를 평가하는 것이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2003-215423호 공보
 (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2001-166497호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 전사 결과에만 기초하여 투영 광학계의 수차를 평가하는 경우, 복수의 기관에 마스크의 패턴을 각각 전사한 결과를 사용하는 것이, 투영 광학계의 수차를 고정밀도로 평가함에 있어서 바람직하다. 그러나, 복수의 기관에 마스크의 패턴을 각각 전사하고, 각 기관에 전사된 패턴을 계측하는 것은 번잡하며, 상응하는 시간이 걸릴 수 있다. 한편, 공중상 계측의 결과에만 기초하여 투영 광학계의 수차를 평가하는 경우, 공중상 계측의 결과에는 전사 결과에 대하여 오차가 발생할 수 있기 때문에, 투영 광학계의 수차를 고정밀도로 평가하는 것이 곤란해질 수 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 예를 들어, 노광 장치에 있어서의 투영 광학계의 수차를 용이하게 또한 고정밀도로 평가하기 위하여 유리한 기술을 제공한다.

[0006] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 일 측면으로서의 평가 방법은, 노광 장치에 있어서의 투영 광학계의

수차를 평가하는 평가 방법이며, 마스크의 복수의 패턴 요소를 상기 노광 장치의 상기 투영 광학계에 의해 기관에 전사하는 전사 공정과, 상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제1 특성값을 상기 전사 공정에서의 전사 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제1 특성값의 평균값을 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제1 정보로서 구하는 제1 공정과, 상기 투영 광학계에 의해 투영된 상기 복수의 패턴 요소의 상을 검출하는 검출 공정과, 상기 투영 광학계에 의한 상기 복수의 패턴 요소의 각각의 투영 위치에 관한 제2 특성값을 상기 검출 공정에서의 검출 결과에 기초하여 구하고, 상기 복수의 패턴 요소의 상기 제2 특성값의 평균값, 및 상기 복수의 패턴 요소의 각각에 관한 상기 제2 특성값과 당해 제2 특성값의 평균값의 차를 상기 투영 광학계의 수차를 나타내는 제2 정보로서 구하는 제2 공정과, 상기 제1 정보와 상기 제2 정보에 기초하여, 상기 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명의 또 다른 목적 또는 기타의 측면은, 이하, 첨부 도면을 참조하여 설명되는 바람직한 실시 형태에 의해 밝혀질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1a, 도 1b는, 노광 장치를 도시하는 개략도이다.
 도 2는, 투영 광학계의 수차의 평가 방법 및 노광 방법을 도시하는 흐름도이다.
 도 3a, 도 3b는, 평가용 마스크를 도시하는 도면이다.
 도 4는, 선 폭과 기관의 높이의 관계를 도시하는 도면이다.
 도 5의 A 내지 도 5의 G는, 투영 광학계의 수차를 평가하기 위하여 얻어진 특성을 도시하는 도면이다.
 도 6의 A 내지 도 6의 J는, 투영 광학계의 수차를 평가하기 위하여 얻어진 특성을 도시하는 도면이다.
 도 7은, 조명 조건의 변경을 수반하는 투영 광학계의 수차의 평가 방법 및 노광 방법을 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서, 동일한 부재 내지 요소에 대해서는 동일한 참조 번호를 부여하고, 중복되는 설명은 생략한다.

[0010] <제1 실시 형태>

[0011] 본 실시 형태에서는, 노광 장치(100)에 있어서의 투영 광학계의 수차를 평가하는 평가 방법에 대하여 설명한다. 먼저, 노광 장치(100)에 대하여 도 1a를 참조하면서 설명한다. 도 1a는, 제1 실시 형태의 노광 장치(100)를 도시하는 개략도이다. 노광 장치(100)는 예를 들어, 마스크(2)를 조명하는 조명 광학계(1)와, 마스크(2)를 보유 지지하여 이동 가능한 마스크 스테이지(3)와, 마스크(2)의 패턴을 기관(5)에 투영하는 투영 광학계(4)와, 기관(5)을 보유 지지하여 이동 가능한 기관 스테이지(6)와, 제어부(7)를 포함할 수 있다. 제어부(7)는 예를 들어 CPU나 메모리 등을 포함하고, 노광 장치(100)의 각 부를 제어한다(노광 처리를 제어한다).

[0012] 조명 광학계(1)는 거기에 포함되는 마스크 블레이드 등의 차광 부재(슬릿 규정 부재)에 의해, 광원으로부터 사출된 광을, 예를 들어 X 방향으로 긴 원호형의 슬릿광으로 정형하고, 그 슬릿광으로 마스크(2)의 일부를 조명한다. 조명 광학계(1)로부터 사출되는 슬릿광의 단면(1a)(XY 단면)은 도 1b에 도시한 바와 같이, 축(11)을 중심으로 한 곡률 R, 슬릿 길이 L 및 슬릿 폭 d에 의해 규정되는 형상을 가질 수 있다.

[0013] 투영 광학계(4)는 등배 결상 광학계, 확대 결상 광학계 및 축소 결상 광학계 중 어느 하나의 광학계로서 구성될 수 있다. 본 실시 형태에서는, 투영 광학계(4)를 등배 결상 광학계로 하여 구성한 예에 대하여 설명한다. 투영 광학계(4)는 예를 들어, 제1 평면 미러(41), 제2 평면 미러(42), 오목면 미러(43) 및 볼록면 미러(44)를 포함할 수 있다. 조명 광학계(1)로부터 사출되어, 마스크(2)를 투과한 광은, 제1 평면 미러(41), 및 오목면 미러(43)의 상부에서 각각 반사되어서 볼록면 미러(44)에 입사한다. 그리고, 볼록면 미러(44)에서 반사된 광은, 오목면 미러(43)의 하부, 및 제2 평면 미러(42)에서 각각 반사되어서 기관(5)에 입사한다. 이에 의해, 마스크(2)의 패턴이 기관(5)에 투영된다. 즉, 마스크(2)의 패턴의 상이 기관(5)에 결상된다.

[0014] 마스크(2) 및 기관(5)은 마스크 스테이지(3) 및 기관 스테이지(6)에 의해 각각 보유 지지되어 있고, 투영 광학계(4)를 통하여 광학적으로 공액인 위치(투영 광학계(4)의 물체면 및 상면) 각각에 배치된다. 마스크 스테이지(3) 및 기관 스테이지(6)는 적어도 투영 광학계(4)의 광축(10)과 수직인 방향(예를 들어 Y 방향)으로 서로 동기

하면서 투영 광학계(4)의 투영 배율에 따른 속도비로 상대적으로 주사된다. 이에 의해, 기관 상에서 슬릿광을 Y 방향으로 주사하면서, 마스크(2)의 패턴을 기관 상에 전사할 수 있다. 또한, 마스크 스테이지(3) 및 기관 스테이지(6)는 마스크(2) 및 기관(5)을 각각 높이 방향(Z 방향)으로도 이동 가능하도록 구성될 수 있다.

[0015] 여기서, 노광 장치(100)는 기관(5)의 높이를 검출하는 제1 검출부(8)와, 투영 광학계(4)에 의해 투영된 마스크(2)의 패턴의 상을 검출하는(소위, 공중상 계측을 행하는) 제2 검출부(9)를 포함할 수 있다. 제1 검출부(8)는 기관(5)에 광을 비스듬히 조사하는 사입사형이며, 기관(5)의 표면에 광을 조사하는 조사계(8a)와, 기관(5)에서 반사된 광을 수광하는 수광계(8b)를 포함할 수 있다. 또한, 제2 검출부(9)는 예를 들어 CCD 센서나 CMOS 센서 등의 촬상 소자(이미지 센서)를 포함하고, 당해 촬상 소자의 촬상면이 기관(5)의 면과 동일한 높이가 되도록 기관 스테이지(6)에 설치될 수 있다. 그리고, 제2 검출부(9)는 마스크(2)의 패턴의 상을 검출할 때에는, 투영 광학계(4)로부터 사출된 광이 제2 검출부(9)에 입사하도록 기관 스테이지(6)에 의해 이동된다.

[0016] 이와 같이 구성된 노광 장치(100)에서는, 최근의 회로 패턴의 미세화에 수반하여, 투영 광학계(4)의 수차를 고정밀도로 평가할 것이 요구되고 있다. 종래에는, 마스크(2)의 패턴 기관(5)에의 전사 결과 및 공중상 계측의 결과 중 어느 한쪽에만 기초하여 투영 광학계(4)의 수차 평가가 행하여지고 있었다. 전사 결과에만 기초하여 투영 광학계(4)의 수차를 평가하는 경우, 복수의 기관(5)에 마스크(2)의 패턴을 각각 전사한 결과를 사용하는 것이, 투영 광학계(4)의 수차를 고정밀도로 평가함에 있어서 바람직하다. 그러나, 복수의 기관(5)에 마스크(2)의 패턴을 각각 전사하고, 각 기관(5)에 전사된 패턴을 계측하는 것은 번잡하며, 상응하는 시간이 걸릴 수 있다. 특히, 기관(5)에 전사된 패턴의 선 폭 등을 계측하는 공정은 다른 공정과 비교하여 평가 시간이 많이 걸릴 수 있기 때문에, 기관의 매수를 증가시키는 것은 평가 시간의 점에서 바람직하지 않다. 한편, 공중상 계측의 결과에만 기초하여 투영 광학계(4)의 수차를 평가하는 경우, 공중상 계측의 결과에는 전사 결과에 대한 오차가 발생할 수 있기 때문에, 투영 광학계(4)의 수차를 고정밀도로 평가하는 것이 곤란해질 수 있다.

[0017] 따라서, 본 실시 형태에 따른 투영 광학계의 수차의 평가 방법은, 전사 결과에 기초하여 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 정보를 구함과 함께, 공중상 계측의 결과 각각에 기초해서도 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 정보를 구한다. 그리고, 공중상 계측의 결과에 기초하여 구한 당해 정보를, 전사 결과에 기초하여 구한 당해 정보에 의해 보정하고, 보정한 결과에 기초하여 투영 광학계(4)의 수차를 평가한다. 이에 의해, 마스크(2)의 패턴을 전사하는 기관(5)의 매수(즉, 마스크(2)의 패턴을 기관(5)에 전사하는 횟수)를 저감시킬 수 있음과 함께, 투영 광학계(4)의 수차를 용이하게 또한 고정밀도로 평가할 수 있다. 이하에, 전사 결과 및 공중상 계측의 결과 양쪽에 기초하여 투영 광학계(4)의 수차를 평가하는 방법에 대하여 설명한다.

[0018] [실시예 1]

[0019] 실시예 1에서는, 노광 장치(100)에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차로서 상면 만곡 및 비점 수차를 평가하는 방법에 대해서, 도 2를 참조하면서 설명한다. 여기에서는, 투영 광학계(4)의 수차의 평가 방법과 아울러, 투영 광학계(4)의 수차의 평가 결과에 기초하여 노광 장치(100)를 교정하고, 교정한 노광 장치(100)를 사용하여 기관을 노광하는 노광 방법에 대해서도 설명한다. 도 2는, 투영 광학계(4)의 수차의 평가 방법 및 노광 방법을 도시하는 흐름도이다. 여기서, 실시예 1에서는, 투영 광학계(4)에 있어서의 마스크(2)의 패턴의 투영 위치에 관한 특성값으로서, 투영 광학계(4)의 포커스값(이하에서는, 간단히 「포커스값」이라 칭한다)이 사용될 수 있다.

[0020] 먼저, S11에서는, 투영 광학계(4)의 특성값(포커스값)을 평가용 마스크(2')의 패턴을 기관 상에 전사한 전사 결과에 기초하여 제1 특성값으로서 구하고, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 정보를 제1 특성값으로부터 제1 정보로서 구한다. S11의 공정에서는, 마스크(2)로서 평가용 마스크(2')가 사용되고, 기관(5)으로서 테스트 기관(5')(평가용 기관, 또는 더미 기관이라고도 한다)이 사용될 수 있다. 또한, S11의 공정은, 1회만 행하여지면 충분하지만, 복수 회 반복되어도 된다.

[0021] 여기서, 평가용 마스크(2')에 대해서 설명한다. 예를 들어, 본 실시예에서 사용되는 평가용 마스크(2')는, 예를 들어, 도 3a에 도시한 바와 같이, 주사 방향과 상이한 방향(예를 들어 X 방향)에 있어서의 복수의 위치(X 위치 P1 내지 P5)의 각각에 있어서, 2개 이상의 패턴(2a)이 주사 방향으로 배열되도록 배치되어 있다. 평가용 마스크(2')에 있어서의 X 위치 P1 내지 P5는, 투영 광학계(4)로부터 사출되는 슬릿광의 단면(1a)에 있어서의 X 방향의 위치 P1 내지 P5(도 5의 A 참조)에 대응한다. 도 5의 A는, 슬릿광의 단면(1a)을 도시하는 도면이다. 그리고, 복수의 패턴(2a)의 각각은, 라인이 신장되는 방향이 서로 상이한 복수의 라인 요소를 복수의 패턴 요소(2b)로서 포함할 수 있다.

[0022] 본 실시예에 있어서의 각 패턴(2a)은 도 3b에 도시한 바와 같이, 라인이 신장되는 방향이 서로 45도씩 상이한 4

종류의 라인 요소를 복수의 패턴 요소(2b)로서 포함할 수 있다. 도 3b에 도시하는 H 라인 요소(2b_H)는, 슬릿광의 주사 방향과 수직인 방향(X 방향)으로 신장하는 라인 요소이며, V 라인 요소(2b_V)는, H 라인 요소(2b_H)에 대하여 반시계 방향으로 90도 회전한 라인 요소이다. 또한, S 라인 요소(2b_S)는, H 라인 요소(2b_H)에 대하여 반시계 방향으로 45도 회전한 라인 요소이며, T 라인 요소(2b_T)는, V 패턴에 대하여 반시계 방향으로 45도 회전한 라인 요소이다.

[0023] 이하에, S11의 공정 상세에 대하여 설명한다. S11의 공정은, 예를 들어, S11a 내지 S11d의 공정을 포함할 수 있다. S11a에서는, 평가용 마스크(2')를 사용하여 노광 장치(100)에 의해 테스트 기관(5')을 주사 노광함으로써, 평가용 마스크(2')에 있어서의 복수의 패턴(2a)(복수의 패턴 요소(2b))을 당해 테스트 기관 상에 전사한다. 예를 들어, S11a의 공정에서는, 평가용 마스크(2')를 사용하여, 기관 스테이지(6)에 의해 테스트 기관(5')의 높이(Z 방향의 위치)를 바꾸면서, 테스트 기관(5)의 주사 노광이 행하여진다. 즉, 디포커스량을 바꾸면서 테스트 기관(5')의 주사 노광이 행하여진다. 이에 의해, 테스트 기관(5')에는, X 위치 P1 내지 P5의 각각에 대해서, 디포커스량이 서로 상이하게 전사된 복수의 패턴(2a)(복수의 패턴 요소(2b))이 주사 방향으로 배열하여 형성될 수 있다. 여기서, S11a의 공정에서는, 테스트 기관(5')을 주사 노광하는 노광 공정 외에, 예를 들어, 기관 상에 감광재(레지스트)를 도포하는 도포 공정이나, 주사 노광이 행하여진 테스트 기관(5')을 현상하는 현상 공정 등도 행하여질 수 있다.

[0024] S11b에서는, 테스트 기관(5')에 전사된 각 패턴 요소(2b)의 선 폭을, 예를 들어 노광 장치(100)의 외부의 계측 장치 등에 의해 계측한다. S11c에서는, S11b에서의 계측 결과에 기초하여, 패턴 요소(2b)의 선 폭과 노광 시의 테스트 기관(5')의 높이의 관계를, X 위치마다 각 패턴 요소(2b)에 대하여 구한다. 그리고, X 위치마다 각 패턴 요소(2b)에 대하여 구해진 당해 관계에 기초하여, X 위치마다의 포커스값을 각 패턴 요소(2b)에 대하여 제1 특성값으로서 구한다. 예를 들어, X 위치 P1에 있어서의 H 라인 요소(2b_H)에 주목하면, 그들의 계측 결과로부터, 도 4에 도시한 바와 같이, H 라인 요소(2b_H)의 선 폭과 각 H 라인 요소(2b_H)의 노광 시에 있어서의 테스트 기관(5')의 높이의 관계를 구할 수 있다. 그리고, 선 폭이 최대가 될 때의 테스트 기관(5')의 높이가 포커스값에 대응하는 점에서, 도 4에 도시하는 선 폭과 테스트 기관(5')의 높이의 관계에 기초하여, X 위치 P1에 있어서의 H 라인 요소(2b_H)에 관한 포커스값을 구할 수 있다. 이와 같이 포커스값을 구하는 공정을, 각 X 위치 P1 내지 P5 및 각 패턴 요소(2b)에 대하여 행함으로써, 도 5의 B에 도시한 바와 같이, X 위치와 포커스값의 관계를 각 패턴 요소(2b)에 대하여 얻을 수 있다.

[0025] S11d에서는, S11c에서 구한 복수의 패턴 요소(2b)에 관한 포커스값(제1 특성값)의 평균값을, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 제1 정보로서, 수학적 식 1에 의해 X 위치마다 구한다. 이에 의해, 도 5의 C에 도시한 바와 같이, X 위치와 포커스값의 평균값의 관계를 얻을 수 있다. 수학적 식 1에서는, X 위치 P_n(n=1 내지 5)에 있어서의 H 라인 요소(2b_H), V 라인 요소(2b_V), S 라인 요소(2b_S), T 라인 요소(2b_T)의 포커스값을 각각 F_{nH}, F_{nV}, F_{nS}, F_{nT}라 나타내고, 그들의 평균값을 F_n이라 나타내고 있다. 또한, 각 패턴 요소에 있어서의 베스트 포커스값에 부가되는 가중치를 각각 w_{nH}, w_{nV}, w_{nS}, w_{nT}라 나타내고 있다. 여기서, 본 실시예에서는, 포커스값의 평균값으로서, 각 패턴 요소(2b)의 포커스값의 가중 평균값을 구하는 예에 대하여 설명하였다. 가중 평균값은, 예를 들어, 패턴 요소(2b)의 선 폭을 계측한 계측 장치에 있어서의 수차 등에 기인하여 각 패턴 요소(2b)의 라인이 신장되는 방향에 따른 오차가 계측 결과에 발생하는 경우에 사용되는 것이 바람직하다. 따라서, 당해 오차가 발생하지 않는 경우에는, 포커스값의 평균값으로서, 예를 들어 각 패턴 요소(2b)의 포커스값의 단순 평균값을 구해도 된다.

수학적 식 1

$$F_n = \frac{w_{nH}F_{nH} + w_{nV}F_{nV} + w_{nS}F_{nS} + w_{nT}F_{nT}}{w_{nH} + w_{nV} + w_{nS} + w_{nT}}$$

[0026]

[0027] 이어서, S12에서는, 투영 광학계(4)에 의해 투영된 평가용 마스크(2')의 각 패턴(2a)의 상을 제2 검출부(9)에 의해 검출한 결과(공중상 계측의 결과)에 기초하여, 투영 광학계(4)의 특성값(포커스값)을 제2 특성값으로서 구

한다. 그리고, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 정보를 제2 특성값으로부터 제2 정보로서 구한다. S12의 공정은, 예를 들어 노광 장치(100)(제어부(7))에 의해 자동으로 행하면 된다. 또한, S12의 공정은, 복수 회 행해지고, 복수 회의 S12의 공정에서 얻어진 복수의 검출 결과를 평균화한 결과에 기초하여 제2 특성값을 구해도 된다. 여기서, 도 2에 도시하는 흐름도에서는, S11의 공정 후에 S12의 공정이 행하여지고 있지만, S11의 공정 전에 S12의 공정이 행해져도 된다.

[0028] 이하에, S12의 공정의 상세에 대하여 설명한다. S12의 공정은, S12a 내지 S12c의 공정을 포함할 수 있다. S12a에서는, 투영 광학계(4)에 의해 투영된 평가용 마스크의 각 패턴 요소(2b)의 상을, 기판 스테이지(6)에 의해 기판(5)의 높이를 바꾸면서 제2 검출부(9)에 의해 X 위치마다 검출한다. 그리고, S12b에서는, 평가용 마스크(2')의 각 패턴 요소(2b)에 관한 포커스값을 X 위치마다 제2 특성값으로서 구한다. 이에 의해, 도 5의 D에 도시한 바와 같이, X 위치와 포커스값의 관계를 각 패턴 요소(2b)에 대하여 얻을 수 있다.

[0029] S12c에서는, S12b의 공정에서 얻어진 복수의 패턴 요소(2b)에 관한 포커스값(제2 특성값)의 평균값을, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 제2 정보로서, 예를 들어 상기 수학적 식 1을 사용하여 X 위치마다 구한다. 이에 의해, 도 5의 E에 도시한 바와 같이, X 위치와 포커스값의 평균값의 관계를 얻을 수 있다. 또한, S12c에서는, 각 패턴 요소(2b)의 포커스값(제2 특성값)과 포커스값(제2 특성값)의 평균값의 차(즉, 도 5의 D에 도시하는 특성과 도 5의 E에 도시하는 특성의 차(이하, 변동값이라 칭한다))도, 제2 정보로서 X 위치마다 구한다. 예를 들어, H 라인 요소(2b_H)에 주목하면, H 라인 요소(2b_H)에 관한 변동값을 수학적 식 2에 의해 구할 수 있다. 수학적 식 2에서는, X 위치 P_n(n=1 내지 5)에 있어서의 H 라인 요소(2b_H)의 포커스값을 f_{nH}, 복수의 패턴 요소(2b)에 관한 포커스값의 평균값을 f_n, H 라인 요소(2b_H)에 관한 변동값을 fb_{nH}라 각각 나타내고 있다. 이에 의해, 도 5의 F에 도시한 바와 같이, X 위치와 변동값의 관계를 각 패턴 요소(2b)에 대하여 얻을 수 있다.

수학적 식 2

[0030]
$$fb_{nH} = f_{nH} - f_n$$

[0031] 도 2의 흐름도로 돌아가서, S13에서는, 예를 들어 제2 정보에 있어서의 제2 특성값의 평균값이 제1 정보에 있어서의 제1 특성값의 평균값에 근접하도록, S12에서 얻어진 제2 정보를 S11에서 얻어진 제1 정보에 의해 보정한다. 이에 의해, 투영 광학계(4)의 수차를 평가하기 위하여 사용되는 정보(평가용 정보)를 얻는다.

[0032] 제2 정보를 보정하는 구체적인 방법의 하나로서는, 제2 정보에 있어서의 제2 특성값의 평균값으로서 제1 정보에 있어서의 제1 특성값의 평균값을 적용함으로써 제2 정보를 보정하는 방법이 있다. 즉, 이 방법은, 제1 정보에 있어서의 평균값(도 5의 C에 도시하는 특성)과 제2 정보에 있어서의 변동값(도 5의 F에 도시하는 특성)을 합산한 결과를 보정 후의 제2 정보로서 얻을 수 있는 방법이다. 예를 들어, H 라인 요소(2b_H)에 주목하면, 제1 정보에 있어서의 평균값과 제2 정보에 있어서의 변동값의 합산은, 수학적 식 3에 의해 행할 수 있다. 수학적 식 3에서는, X 위치 P_n(n=1 내지 5)에 있어서의 H 라인 요소(2b_H)에 관한 제1 정보에 있어서의 평균값과 제2 정보에 있어서의 변동값을 합산한 결과를 F_{0nH}, H 라인 요소(2b_H)에 있어서의 가중치를 W_{nH}로 각각 나타내고 있다. 이와 같이 제1 정보에 있어서의 평균값과 제2 정보에 있어서의 변동값의 합산하는 처리를, 각 패턴 요소(2b) 및 각 X 위치에 대하여 행함으로써, 평가용 정보를 도 5의 G에 도시하는 바와 같이 얻을 수 있다. 여기서, 변동값에 부가되는 가중치는 상술한 가중 평균을 사용하는 이유와 마찬가지로, 각 패턴 요소(2b)의 라인이 신장되는 방향에 따라서 제2 검출부(9)에 의한 검출 결과에 오차가 발생한 경우에 사용되는 것이 바람직하다.

수학적 식 3

[0033]
$$F_{0nH} = F_n + W_{nH} \times fb_{1H}$$

[0034] S14에서는, S13에서 얻어진 평가용 정보(도 5의 G)에 기초하여, 투영 광학계(4)의 수차(상면 만곡 및 비점 수차)를 평가한다. 예를 들어, 상면 만곡은, 도 5의 G에 도시한 바와 같이, 포커스값의 최댓값과 최솟값의 차

로부터 평가할 수 있다. 또한, 비점 수차는, X 위치마다, 복수의 패턴 요소(2b)에 있어서의 포커스값의 차로부터 평가할 수 있다. S15에서는, S14에서의 평가 결과에 기초하여, 노광 장치(100)를 교정한다. 노광 장치(100)의 교정은, 예를 들어, 투영 광학계(4)의 광학 소자의 위치를 조정하거나, 투영 광학계(4)의 광학 소자를 가공 또는 교환하거나 함으로써 행해질 수 있다. 또한, S16에서는, S15에서 교정된 노광 장치(100)에 의해, 회로를 형성해야 할 기관(5)에 전사되는 회로 패턴을 갖는 마스크(2)를 사용하여, 당해 기관(5)을 노광한다.

[0035] [실시예 2]

[0036] 실시예 2에서는, 노광 장치(100)에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차로서 왜곡 수차를 평가하는 방법에 대하여 설명한다. 실시예 2에 있어서도, 실시예 1과 마찬가지로, 도 2에 도시하는 흐름도에 따라, 투영 광학계(4)의 수차 평가, 노광 장치(100)의 교정, 및 기관(5)의 노광이 행하여질 수 있다. 여기서, 실시예 2에서는, 투영 광학계(4)의 특성값으로서, 투영 광학계(4)의 광축(10)과 수직인 방향(XY 방향)에 있어서 투영 광학계(4)에 의해 마스크(2)의 패턴이 투영되는 위치와 목표 위치의 어긋남량(이하에서는, 간단히 「어긋남량」이라 칭한다)이 사용될 수 있다. 또한, 실시예 2에서는, 예를 들어 복수의 십자 마크가 복수의 패턴 요소(2b)로서 슬릿광의 주사 방향으로 배열한 패턴(2a)을 주사 방향과 상이한 방향에 있어서의 복수의 위치(X 위치 P0 내지 P30)의 각각에 대하여 갖는 평가용 마스크(2")가 사용될 수 있다.

[0037] 먼저, S11에서는, 투영 광학계(4)의 특성값(어긋남량)을 평가용 마스크(2")의 패턴을 기관 상에 전사한 전사 결과에 기초하여 제1 특성값으로서 구하고, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 정보를 제1 특성값으로부터 제1 정보로서 구한다.

[0038] S11a에서는, 평가용 마스크(2")를 사용하여 노광 장치(100)에 의해 테스트 기관(5")을 주사 노광함으로써, 평가용 마스크(2")의 복수의 패턴(2a)(복수의 패턴 요소(2b))을 당해 테스트 기관 상에 전사한다.

[0039] S11b에서는, 테스트 기관(5")에 전사된 각 패턴 요소(2b)의 위치(XY 방향)를 예를 들어 노광 장치(100)의 외부의 계측 장치 등에 의해 계측한다. 이에 의해, 예를 들어 도 6의 A에 도시한 바와 같이, 테스트 기관(5")에 전사된 각 패턴 요소(2b)의 위치를 나타내는 격자형의 분포(61)를 얻을 수 있다. 그리고, S11c에서는, S11b에서의 계측 결과(도 6의 A에 도시하는 분포)에 기초하여, 투영 광학계(4)에 의해 평가용 마스크(2")의 각 패턴 요소(2b)가 투영되는 위치와 목표 위치(목표 위치의 분포(62))의 어긋남량을 구한다. 당해 어긋남량은, 투영 광학계(4)의 광축(10)과 수직인 제1 방향(본 실시예에서는 X 방향), 및 투영 광학계(4)의 광축과 수직 또한 제1 방향과 상이한 제2 방향(본 실시예에서는 Y 방향) 각각에 대하여 구해질 수 있다. 이하에서는, 제1 방향(X 방향)에 있어서의 어긋남량을 Dx, 및 제2 방향(Y 방향)에 있어서의 어긋남량을 Dy라 나타낸다. 여기서, 목표 위치란, 투영 광학계(4)에 의해 평가용 마스크(2")의 각 패턴 요소(2b)가 투영되어야 할 XY 방향의 위치이다.

[0040] S11d에서는, 각 패턴 요소(2b)의 어긋남량 Dx 및 Dy의 각각(제2 특성값)에 있어서의 평균값을, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 제1 정보로서, X 위치마다 구한다. 이에 의해, 도 6의 B에 도시한 바와 같이, X 위치와 어긋남량의 평균값의 관계를, 어긋남량 Dx 및 Dy의 각각에 대하여 얻을 수 있다.

[0041] 이어서, S12에서는, 투영 광학계(4)에 의해 투영된 평가용 마스크(2")의 각 패턴(2b)의 상을 제2 검출부(9)에 의해 검출한 결과(공중상 계측의 결과)에 기초하여, 투영 광학계(4)의 특성값(어긋남량)을 제2 특성값으로서 구한다. 그리고, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 정보를 제2 특성값으로부터 제2 정보로서 구한다.

[0042] S12a에서는, 슬릿광의 단면(1a)에 있어서의 복수의 검출점의 각각에 대해서, 각 패턴 요소(2b)의 상을 제2 검출부(9)에 의해 검출한다. 복수의 검출점은, 예를 들어 도 6의 E에 도시한 바와 같이, 각 X 위치(P0 내지 P30)에 있어서 11개의 검출점(Y0 내지 Y10)이 Y 방향으로 배열하도록 배치된다. 도 6의 E는, 슬릿광의 단면에 있어서의 복수의 검출점을 도시하는 도면이다. 이와 같이 복수의 검출점이 배치되어 있는 경우, 예를 들어, Y 방향에 있어서의 검출점의 피치에 상당하는 양만큼 평가용 마스크(2")를 Y 방향으로 이동시켜서 패턴 요소(2b)의 상을 제2 검출부(9)로 검출하는 공정을 반복한다. 이에 의해, 복수의 검출점의 각각에 있어서 패턴 요소(2b)의 상을 검출할 수 있다. 그리고, S12b에서는, 제2 검출부(9)에서의 검출 결과에 기초하여 어긋남량 Dx 및 Dy를 제2 특성값으로서 X 위치마다 각각 구한다. 이에 의해, 도 6의 C 및 도 6의 D에 도시한 바와 같이, X 위치와 어긋남량(Dx, Dy)의 관계를 Y 방향에 있어서의 각 검출점에 대하여 얻을 수 있다. 도 6의 C는, X 위치와 어긋남량 Dx의 관계를 도시하는 도면이며, 도 6의 D는, X 위치와 어긋남량 Dy의 관계를 도시하는 도면이다.

[0043] S12c에서는, Y 방향에 있어서의 복수의 계측점(Y0 내지 Y10)에 있어서의 어긋남량 Dx의 평균값을, 투영 광학계(4)의 수차를 나타내는 제2 정보로서 X 위치마다 구한다. 이에 의해, 도 6의 F에 도시한 바와 같이, X 위치와 어긋남량 Dx의 평균값의 관계를 얻을 수 있다. 그리고, Y 방향에 있어서의 각 검출점에서의 어긋남량 Dx(제2 특

성값)와 어긋남량 D_x (제2 특성값)의 평균값의 차(즉, 도 6의 C에 도시하는 특성과 도 6의 F에 도시하는 특성의 차(변동값))도, 제2 정보로서 수학식 4에 의해 X 위치마다 구한다. 수학식 4에서는, X 위치 P_i ($i=0$ 내지 30)) 및 검출점 Y_j ($j=0$ 내지 10))에 있어서의 어긋남량 D_x 를 dX_{ij} , X 위치 P_i 에 있어서의 어긋남량 D_x 의 평균값을 dX_i , 어긋남량 D_x 의 변동값을 dXb_{ij} 라 하고 있다. 이에 의해, 도 6의 G에 도시한 바와 같이, X 위치와 어긋남량 D_x 의 변동값의 관계를, Y 방향에 있어서의 각 검출점에 대하여 얻을 수 있다.

수학식 4

$$dXb_{ij} = dX_{ij} - dX_i$$

[0044]

어긋남량 D_x 와 마찬가지로, S12c에서는, Y 방향에 있어서의 복수의 검출점(Y_0 내지 Y_{10})에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값을, 투영 광학계의 수차를 나타내는 제2 정보로서 X 위치마다 구한다. 이에 의해, 도 6의 F에 도시한 바와 같이, X 위치와 어긋남량 D_y 의 평균값의 관계를 얻을 수 있다. 그리고, Y 방향에 있어서의 각 검출점에서의 어긋남량 D_y (제2 특성값)와 어긋남량 D_y (제2 특성값)의 평균값의 차(즉, 도 6의 D에 도시하는 특성과 도 6의 F에 도시하는 특성의 차(변동값))도, 제2 정보로서 수학식 5에 의해 X 위치마다 구한다. 수학식 5에서는, X 위치 P_i ($i=0$ 내지 30)) 및 검출점 Y_j ($j=0$ 내지 10))에 있어서의 어긋남량 D_y 를 dY_{ij} , X 위치 P_i 에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값을 dY_i , 어긋남량 D_y 의 변동값을 dYb_{ij} 라 하고 있다. 이에 의해, 도 6의 H에 도시한 바와 같이, X 위치와 어긋남량 D_y 의 변동값의 관계를, Y 방향에 있어서의 각 검출점에 대하여 얻을 수 있다.

수학식 5

$$dYb_{ij} = dY_{ij} - dY_i$$

[0046]

도 2의 흐름도로 돌아가서, S13에서는, S12에서 얻어진 제2 정보를 S11에서 얻어진 제1 정보에 의해 보정함으로써 평가용 정보를 얻는다. 예를 들어, 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 평균값(도 6의 B에 도시하는 특성)과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 변동값(도 6의 G에 도시하는 특성)을 합산함으로써, X 방향에 대한 평가용 정보를 얻을 수 있다. 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 평균값과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 변동값의 합산은, 수학식 6에 의해 행할 수 있다. 수학식 6에서는, X 위치 P_i ($i=0$ 내지 30))에서의 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 평균값을 DX_i , 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 평균값과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 변동값을 합산한 결과를 DX_{0ij} 라 하고 있다. 이와 같이 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 평균값과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_x 의 변동값을 합산하는 처리를, 각 X 위치에 대하여 행함으로써, X 방향에 대한 평가용 정보를 도 6의 I에 도시하는 바와 같이 얻을 수 있다. 여기서, 변동값에 부가되는 가중치 $W_{x_{ij}}$ 는, X 위치 P_i 및 검출점 Y_j 의 위치에 따라서 제2 검출부(9)에 의한 검출 결과에 오차가 발생한 경우에 사용되면 된다.

수학식 6

$$DX_{0ij} = DX_i + W_{x_{ij}} \times dXb_{ij}$$

[0048]

마찬가지로, 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값(도 6의 B에 도시하는 특성)과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 변동값(도 6의 H에 도시하는 특성)을 합산함으로써, Y 방향에 대한 평가용 정보를 얻을 수 있다. 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 변동값의 합산은, 수학식 7에 의해 행할 수 있다. 수학식 7에서는, X 위치 P_i ($i=0$ 내지 30))에서의 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값을 DY_i , 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값과 제2 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 변동값을 합산한 결과를 DY_{0ij} 라 하고 있다. 이와 같이 제1 정보에 있어서의 어긋남량 D_y 의 평균값과 제2 정보에 있어서의 어긋

[0049]

남량 Dy 의 변동값을 합산하는 처리를, 각 X 위치에 대하여 행함으로써, Y 방향에 대한 평가용 정보를 도 6의 J 에 도시하는 바와 같이 얻을 수 있다. 여기서, 변동값에 부가되는 가중치 Wy_{ij} 는, X 위치 P_i 및 검출점 Y_j 의 위치에 따라서 제2 검출부에 의한 검출 결과에 오차가 발생한 경우에 사용되면 된다.

수학식 7

$$DY_{0ij} = DY_i + Wy_{ij} \times dYb_{ij}$$

[0050]

[0051]

S14에서는, S13에서 얻어진 평가용 정보(도 6의 I 및 도 6의 J)에 기초하여, 투영 광학계(4)의 수차(왜곡 수차)를 평가한다. S15에서는, S14에서의 평가 결과에 기초하여, 노광 장치(100)를 교정한다. 또한, S16에서는, S15에서 교정된 노광 장치(100)에 의해, 회로를 형성해야 할 기관(5)에 전사되는 회로 패턴을 갖는 마스크(2)를 사용하여, 당해 기관(5)을 노광한다.

[0052]

<제2 실시 형태>

[0053]

노광 장치(100)에서는, 예를 들어, 컨벤셔널, 운대, 다이폴과 같은 유효 광원의 형상이나, 조명 광학계(1)의 NA, 운대비, 투과율 등의 조명 조건을 변경하는 경우가 있다. 그러나, 조명 조건을 변경할 때마다, 변경 후의 조명 조건에 있어서 평가용 마스크의 패턴을 테스트 기관에 전사하고, 그 전사 결과에 기초하여 투영 광학계(4)의 특성값을 얻는 것은 상응하는 수고와 시간이 걸릴 수 있다. 따라서, 조명 조건을 변경한 후에는, 도 2에 도시하는 흐름도의 S11의 각 공정을 행하지 않고, 변경 후의 조명 조건에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차를 평가하는 것이 바람직하다. 그로 인해, 본 실시 형태에서는, 변경 후의 조명 조건에 있어서 도 2에 도시하는 흐름도의 S11의 각 공정을 행하지 않고, S12의 각 공정을 새롭게 행하는 것만으로 변경 후의 조명 조건에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차 평가가 행하여진다. 이하에, 본 실시 형태에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차의 평가 방법에 대해서, 도 7을 참조하면서 설명한다. 도 7은, 서로 다른 2종류의 조명 조건의 각각에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차의 평가 방법 및 노광 방법을 도시하는 흐름도이다.

[0054]

S21에서는, 노광 장치(100)의 조명 조건을 제1 조명 조건으로 설정한다. 제1 조명 조건이란, 노광 장치(100)의 조명 조건을 변경하기 전의 조명 조건에 대응한다. S22에서는, 도 2에 도시하는 흐름도의 S11의 각 공정을 행함으로써 제1 특성값의 평균값(제1 정보)을 구한다. 이하에서는, S22에서 구한 제1 특성값의 평균값을 「평균값 A1」이라 칭한다. S23에서는, 도 2에 도시하는 흐름도의 S12의 각 공정을 행함으로써 제2 특성값의 평균값 및 제2 특성값의 변동값(제2 정보)을 구한다. 이하에서는, S23에서 구한 제2 특성값의 평균값을 「평균값 A2」, S23에서 구한 제2 특성값의 변동값을 「변동값 A2」라 칭한다. 또한, 도 7에 도시하는 흐름도에서는, S23의 공정이 S22의 공정 후에 행하여지고 있지만, S22의 공정 전에 행해져도 된다.

[0055]

S24에서는, S23에서 구한 제2 정보를 S22에서 구한 제1 정보로 보정한 결과에 기초하여 투영 광학계(4)의 수차를 평가하고, 평가 결과에 기초하여 노광 장치(100)를 교정한다. S24의 공정은, 도 2에 도시하는 흐름도의 S13 내지 S15의 각 공정에 대응한다. S25에서는, 회로를 형성해야 할 기관(5)에 전사되는 회로 패턴을 갖는 마스크(2)를 사용하여, 제1 조명 조건으로 당해 기관(5)을 노광한다. S25의 공정은, 도 2에 도시하는 흐름도의 S16의 공정에 대응하고, 회로를 형성해야 할 기관(5)의 매수에 따라서 복수 회 반복될 수 있다.

[0056]

S26에서는, 노광 장치(100)의 조명 조건을 제1 조명 조건으로부터 제2 조명 조건으로 변경한다. S27에서는, 도 2에 도시하는 흐름도의 S12의 각 공정을 행함으로써 제2 특성값의 평균값 및 제2 특성값의 변동값(제3 정보)의 제2 특성값을 새롭게 구한다. 이하에서는, S27에서 얻어진 제2 특성의 평균값을 「평균값 B」라 칭하고, S27에서 얻어진 제2 특성의 변동값을 「변동값 B」라 칭한다. S28에서는, S23에서 얻어진 제2 정보(평균값 A2)와 S27에서 얻어진 제3 정보(평균값 B)의 차에 기초하여, 변경 전의 조명 조건에서 구해진 제1 정보(평균값 A1)를 보정한다. 구체적으로는, 제2 정보(평균값 A2)와 제3 정보(평균값 B)의 차를, 제1 정보(평균값 A1)에 가산함으로써 당해 제1 정보를 보정한다.

[0057]

S29에서는, S28에서 보정한 제1 정보에 의해 S27에서 구한 제3 정보를 보정한 결과에 기초하여, 변경 후의 조명 조건(제2 조명 조건)에서의 투영 광학계의 수차를 평가하고, 평가 결과에 기초하여 노광 장치(100)를 교정한다. S29의 공정은, 도 2에 도시하는 흐름도의 S13 내지 S15의 각 공정에 대응한다. S30에서는, 회로를 형성해야 할 기관(5)에 전사되는 회로 패턴을 갖는 마스크(2)를 사용하여, 제2 조명 조건으로 당해 기관(5)을 노광한다. S30의 공정은, 도 2에 도시하는 흐름도의 S16의 공정에 대응하고, 회로를 형성해야 할 기관(5)의 매수에 따라서

복수 회 반복될 수 있다. 이와 같이 제2 실시 형태에서는, 변경 후의 조명 조건에서 평가용 마스크의 패턴을 테스트 기판에 전사하는 공정(도 2의 흐름도에 있어서의 S11)을 행하지 않고, 변경 후의 조명 조건에 있어서의 투영 광학계(4)의 수차를 용이하게 평가할 수 있다.

[0058] <물품의 제조 방법의 실시 형태>

[0059] 본 발명의 실시 형태에 따른 물품의 제조 방법은, 예를 들어, 반도체 디바이스 등의 마이크로 디바이스나 미세 구조를 갖는 소자 등의 물품을 제조하기에 적합하다. 본 실시 형태의 물품 제조 방법은, 기판에 도포된 감광제에 상기 노광 방법을 사용하여 잠상 패턴을 형성하는 공정(기판을 노광하는 공정)과, 이러한 공정에서 잠상 패턴이 형성된 기판을 현상하는 공정을 포함한다. 또한, 이러한 제조 방법은, 다른 주지의 공정(산화, 성막, 증착, 도핑, 평탄화, 에칭, 레지스트 박리, 다이싱, 본딩, 패키징 등)을 포함한다. 본 실시 형태의 물품 제조 방법은, 종래의 방법에 비하여, 물품의 성능·품질·생산성·생산 비용 중 적어도 하나에 있어서 유리하다.

[0060] <다른 실시 형태>

[0061] 본 발명의 실시 형태(들)는, 상기 실시 형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위해 기억 매체(더 완전하게는 '비-일시적 컴퓨터-판독가능 기억 매체'라고 칭하기도 함)에 기록된 컴퓨터 실행가능 명령(예를 들어, 하나 이상의 프로그램)을 판독 및 실행하고 그리고/또는 상기 실시 형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위한 하나 이상의 회로(예를 들어, 주문형 집적 회로(ASIC))를 포함하는 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해, 그리고 예를 들어 상기 실시 형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위해 기억 매체로부터의 컴퓨터 실행가능 명령을 판독 및 실행하고 그리고/또는 상기 실시 형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위해 하나 이상의 회로를 제어함으로써 상기 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해 실행되는 방법에 의해 실현될 수도 있다. 컴퓨터는 하나 이상의 프로세서(예를 들어, 중앙 처리 유닛(CPU), 마이크로 처리 유닛(MPU))를 포함할 수 있고 컴퓨터 실행가능 명령을 판독 및 실행하기 위해 별도의 컴퓨터 또는 별도의 프로세서의 네트워크를 포함할 수 있다. 컴퓨터 실행가능 명령은 예를 들어 네트워크 또는 기억 매체로부터 컴퓨터에 제공될 수 있다. 기억 매체는 예를 들어 하드 디스크, 랜덤-액세스 메모리(RAM), 리드 온리 메모리(ROM), 분산형 컴퓨팅 시스템의 스토리지, 광학 디스크(예를 들어, 콤팩트 디스크(CD), 디지털 다기능 디스크(DVD), 또는 블루레이 디스크(BD)TM), 플래시 메모리 장치, 메모리 카드 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

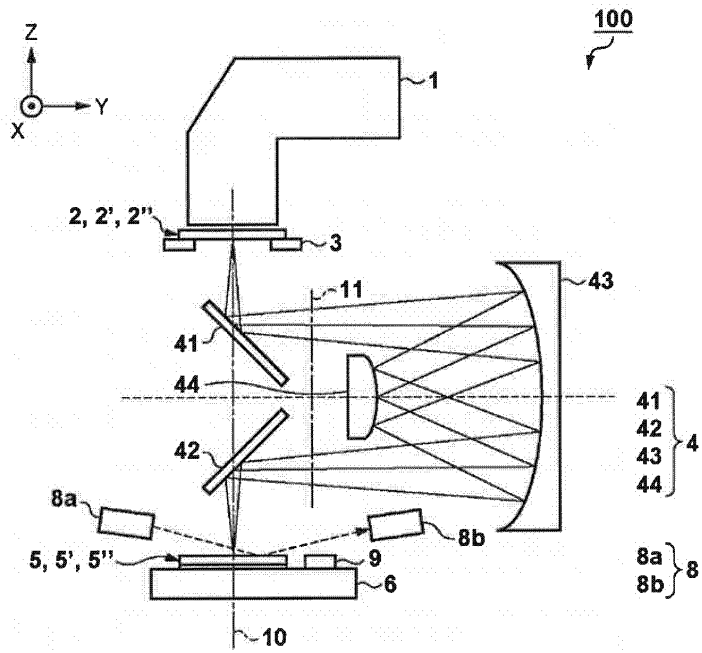
[0062] (기타의 실시예)

[0063] 본 발명은, 상기의 실시 형태의 1개 이상의 기능을 실현하는 프로그램을, 네트워크 또는 기억 매체를 개입하여 시스템 혹은 장치에 공급하고, 그 시스템 혹은 장치의 컴퓨터에 있어서 1개 이상의 프로세서가 프로그램을 읽어 실행하는 처리에서도 실현 가능하다. 또한, 1개 이상의 기능을 실현하는 회로(예를 들어, ASIC)에 의해서도 실현 가능하다.

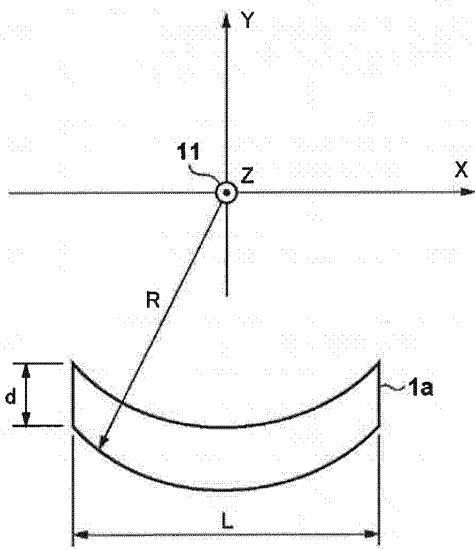
[0064] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 설명했지만, 본 발명은 이들 실시 형태에 한정되지 않는 것은 물론이며, 그 요지의 범위 내에서 다양한 변형 및 변경이 가능하다.

도면

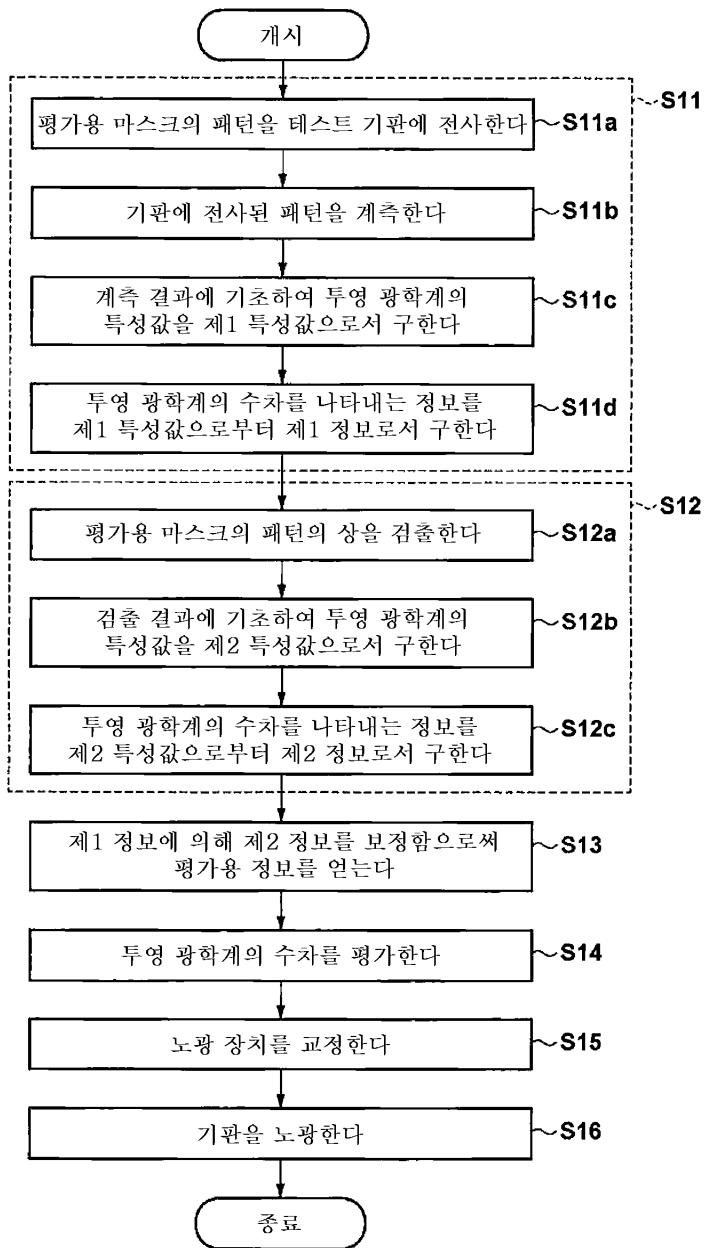
도면1a



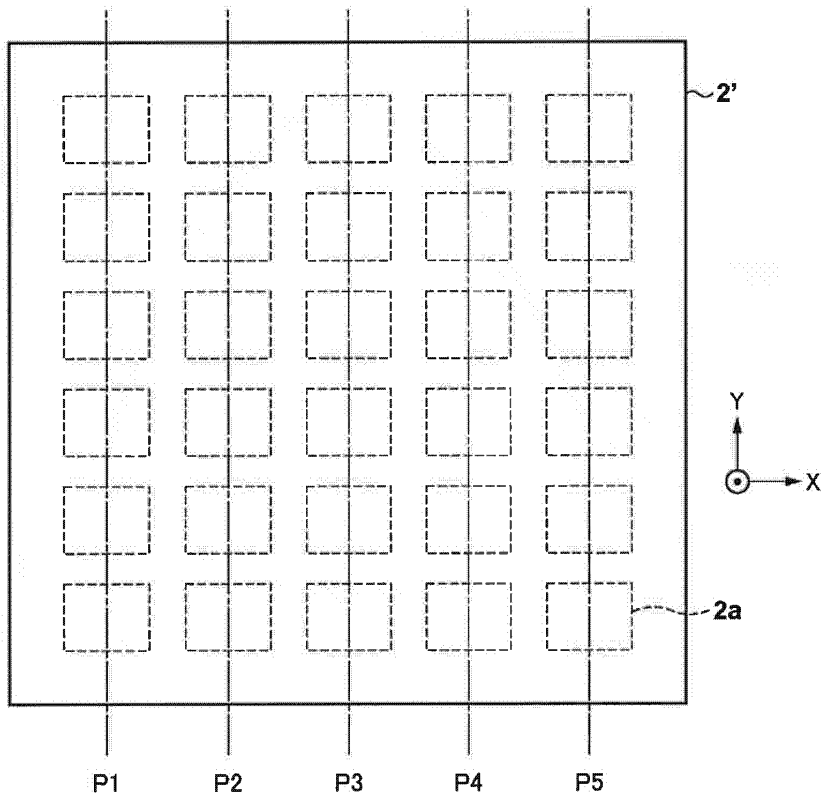
도면1b



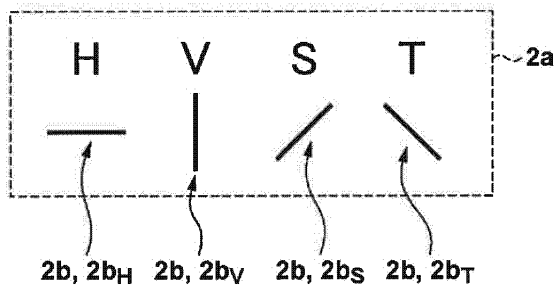
도면2



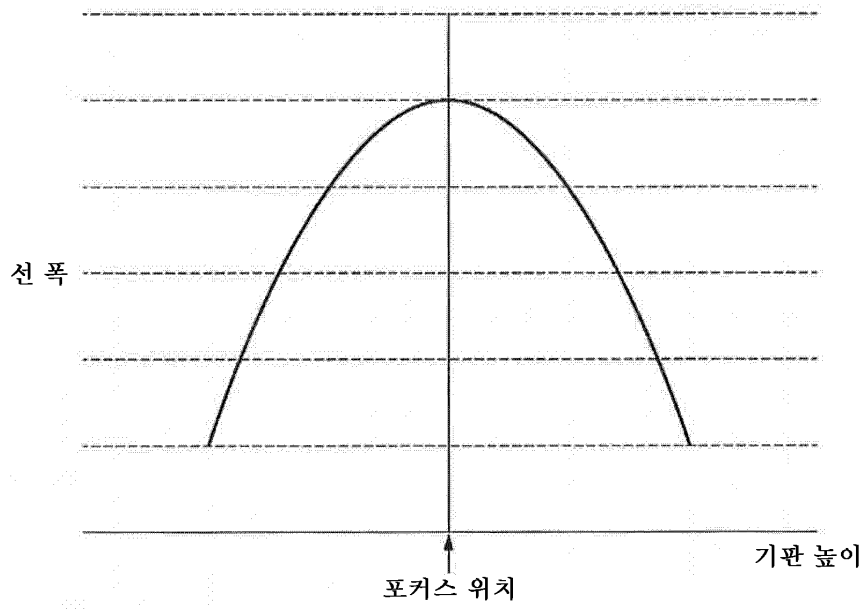
도면3a



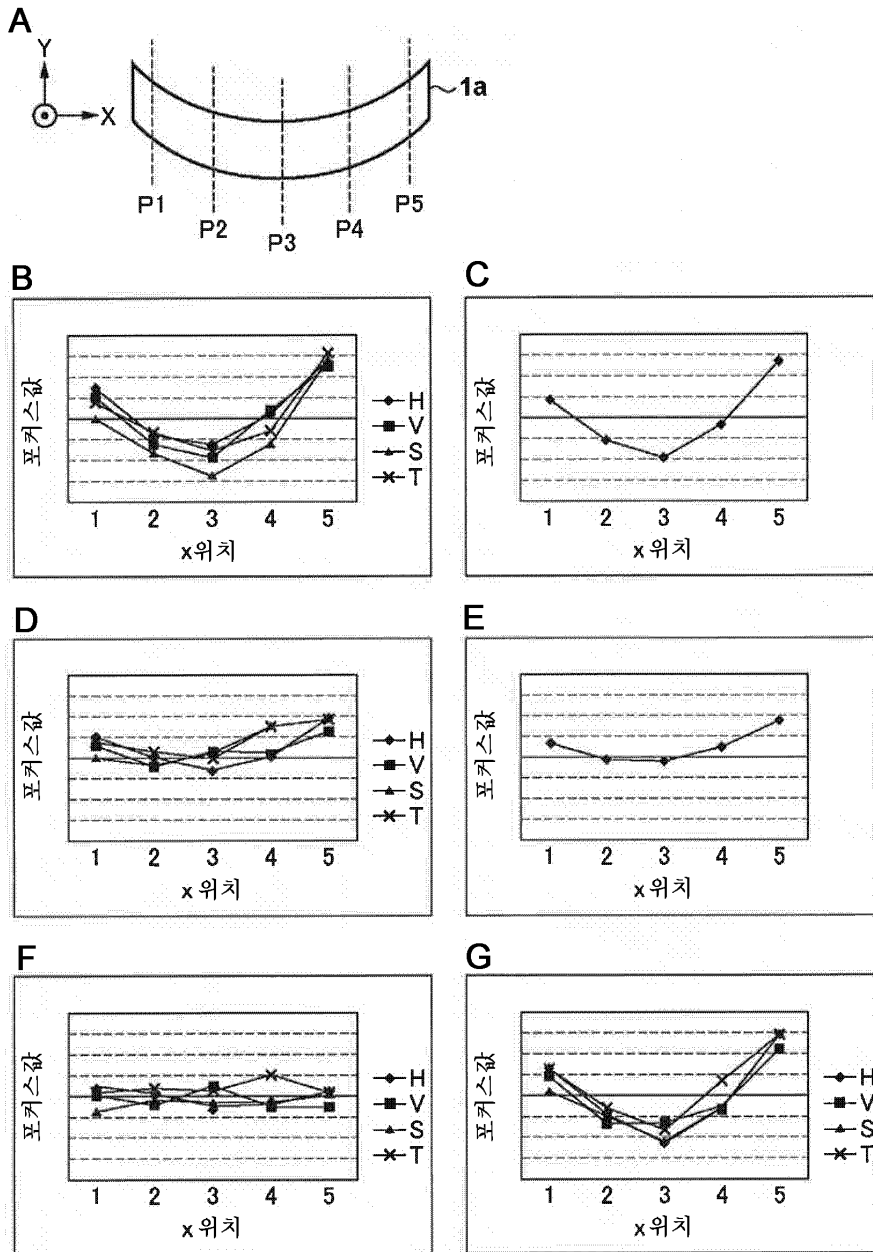
도면3b



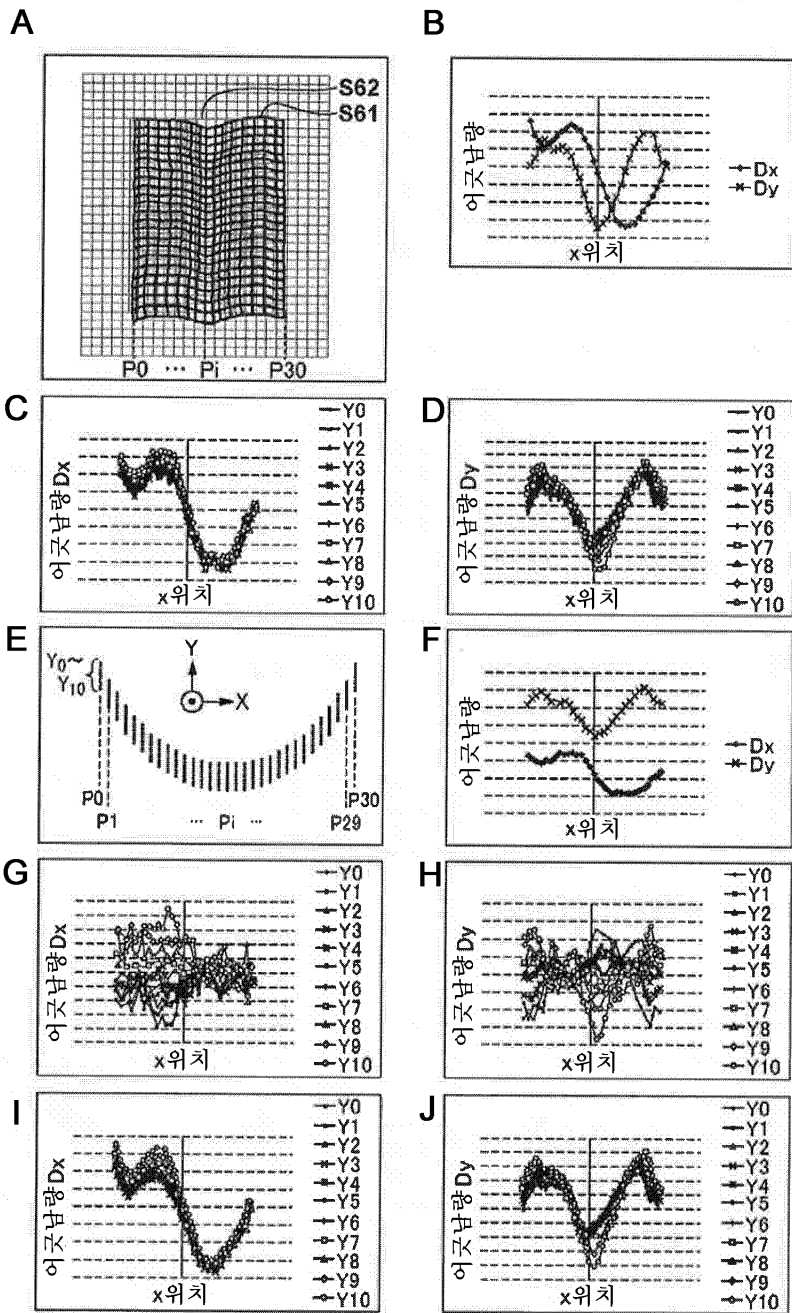
도면4



도면5



도면6



도면7

