



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년10월29일  
(11) 등록번호 10-0991067  
(24) 등록일자 2010년10월25일

(51) Int. Cl.  
*H01L 21/027* (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2008-0066324  
(22) 출원일자 2008년07월09일  
심사청구일자 2008년07월09일  
(65) 공개번호 10-2009-0006003  
(43) 공개일자 2009년01월14일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2007-00180152 2007년07월09일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020020040569 A  
JP2002359186 A  
JP2000077295 A  
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자  
캐논 가부시끼가이샤  
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고  
(72) 발명자  
마에다 히로노리  
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방  
2고 캐논가부시끼가이샤나이  
(74) 대리인  
장수길, 박충범

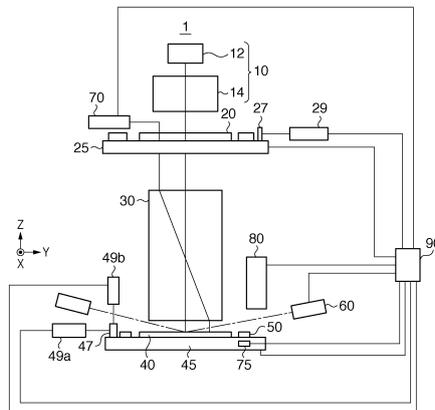
심사관 : 설관식

**(54) 위치검출장치의 조정방법, 노광장치 및 디바이스 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 위치를 변경 가능한 제1광학 부재 및 제2광학 부재를 포함하는 광학계를 구비하여 물체의 위치를 검출하는 위치검출장치의 조정방법에 있어서, 상기 광학계의 광축에 수직인 방향에 있어서의 상기 제1광학 부재의 복수의 위치의 각각에 대해서, 광학계를 통해서 광전 변환 소자에 입사하는 광의 검출 신호의 비대칭성을 나타내는 값을 산출하는 산출 공정; 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 값이 둔감한 상기 물체의 상기 광축의 방향의 위치를 특정하는 특정 공정; 및 상기 특정 공정에서 특정된 상기 물체의 위치에서, 상기 값에 의거해서, 상기 제2광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 조정하는 조정 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 조정방법을 제공한다.

**대표도 - 도1**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

위치를 변경 가능한 제1광학 부재 및 제2광학 부재를 포함하는 광학계를 구비하여 피검물체의 위치를 검출하는 위치검출장치의 조정방법에 있어서,

상기 광학계의 광축에 수직인 방향에 있어서의 상기 제1광학 부재를 위치 결정하기 위한 서로 다른 복수의 위치를 설정하는 설정 공정;

상기 설정 공정에서 설정된 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 피검물체를 상대적으로 상기 광축의 방향으로 이동시키면서, 상기 광학계를 통하여 광전 변환 소자에 입사하는 광을 검출하는 검출 공정;

상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 검출 공정에서 검출된 광의 검출 신호의 비대칭성을 나타내는 평가치를 산출하는 산출 공정;

상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 산출 공정에서 산출된 상기 평가치가 둔감한 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치를 특정하는 특정 공정; 및

상기 특정 공정에서 특정된 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치에서, 상기 평가치에 의거해서, 상기 제2광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 조정하는 조정 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 조정방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 특정 공정에서 특정된 상기 피검물체의 상기 광축에 수직인 방향의 위치와는 다른 상기 피검물체의 위치에서, 상기 평가치에 의거해서, 상기 제1광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 조정하는 조정 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조정방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제1광학 부재는 상기 피검물체를 조명하기 위한 광을 사출하는 광원 및 상기 광학계의 동공면에 삽입된 개구 조리개 중의 한쪽을 포함하고,

상기 제2광학 부재는 상기 광학계의 수차를 조정하는 광학 부재를 포함하며,

상기 설정 공정에서는, 상기 광원 및 상기 개구 조리개 중의 한쪽의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 설정함으로써 서로 다른 복수의 광축 어긋남(optical axis shift)을 설정하고,

상기 제2광학부재의 위치를 조정하는 조정 공정에서는, 상기 광학 부재를 상기 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 상기 광학계의 수차를 조정하고,

상기 제1광학부재의 위치를 조정하는 조정 공정에서는, 상기 광원 및 상기 개구 조리개 중 한쪽을 상기 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 상기 광학계의 광축 어긋남을 조정하는 것을 특징으로 하는 조정방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제2광학부재의 위치를 조정하는 조정 공정에서는, 해당 광학 부재가 상기 평가치에 의거해서 구동부에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 조정방법.

### 청구항 5

제2항에 있어서, 상기 제1광학 부재는 상기 광학계의 수차를 조정하는 광학 부재를 포함하고,

상기 제2광학 부재는, 상기 피검물체를 조명하기 위한 광을 사출하는 광원, 및 상기 광학계의 동공면에 삽입된 개구 조리개 중 한쪽을 포함하며,

상기 설정 공정에서는, 상기 광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 설정함으로써 서로 다른 복수의 수차를 설정하고,

상기 제2광학부재의 위치를 조정하는 조정 공정에서는, 상기 광원 또는 상기 개구 조리개 중 한쪽을 상기 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 상기 광학계의 광축 어긋남을 조정하며,

상기 제1광학부재의 위치를 조정하는 조정 공정에서는, 해당 광학 부재를 상기 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 상기 광학계의 수차를 조정하는 것을 특징으로 하는 조정방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 제2광학부재의 위치를 조정하는 조정 공정에서는, 상기 광원 및 상기 개구 조리개 중 한 쪽이 상기 평가치에 의거해서 구동부에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 조정방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 검출 신호의 콘트라스트를 기준으로서 이용해서, 상기 특정 공정에서 특정된 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치로 상기 피검물체를 이동시키는 이동 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조정방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 검출 신호의 콘트라스트가 최대가 되는 위치를 기준으로서 이용해서, 상기 특정 공정에서 특정된 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치로 상기 피검물체를 이동시키는 이동 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조정방법.

**청구항 9**

제3항에 있어서, 상기 피검물체는, 해당 피검물체를 조명하는 광의 파장을  $\lambda$ 라 할 때,  $\lambda/4$ 의 홀수배의 단차를 가지는 것을 특징으로 하는 조정방법.

**청구항 10**

제5항에 있어서, 상기 피검물체는, 상기 피검물체를 조명하는 광의 파장을  $\lambda$ 라 할 때,  $\lambda/8$ 의 홀수배의 단차를 가지는 것을 특징으로 하는 조정방법.

**청구항 11**

광원으로부터의 광속을 이용해서 레티클을 조명하는 조명 광학계;  
 상기 레티클의 패턴을 기관 위에 투영하는 투영 광학계; 및  
 위치를 변경 가능한 제1광학 부재 및 제2광학 부재를 포함하는 광학계를 구비하고 상기 레티클의 위치 및 상기 기관의 위치의 적어도 한쪽을 검출하는 위치검출장치를 구비하고,  
 상기 위치검출장치는,  
 상기 광학계의 광축에 수직인 방향으로 상기 제1광학 부재를 위치 결정하기 위해 서로 다른 복수의 위치를 설정하는 설정부;  
 상기 설정부에 의해 설정된 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 레티클의 위치 및 상기 기관의 위치 중의 적어도 한쪽을 나타내는 마크를 상대적으로 상기 광축의 방향으로 이동시키면서, 상기 광학계를 통하여 광전 변환 소자에 입사하는 광을 검출하는 검출부;  
 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 검출부에 의해 검출된 광의 검출 신호의 비대칭성을 나타내는 평가치를 산출하는 산출부;  
 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 산출부에 의해 산출된 상기 평가치가 둔감한 상기 마크의 상기 광축의 방향의 위치를 특정하는 특정부; 및  
 상기 특정부에 의해 특정된 상기 마크의 상기 광축의 방향의 위치에서 상기 평가치에 의거해서 상기 제2광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 조정하는 조정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

**청구항 12**

제11항에 기재된 노광장치를 이용해서 기관을 노광하는 공정; 및  
 노광된 기관에 대해서 현상 처리를 수행하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 위치검출장치의 조정방법, 노광장치 및 디바이스 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 포토리소그래피 기술을 이용해서 반도체 디바이스를 제조함에 있어서, 레티클(마스크) 위에 형성된 회로 패턴을 투영 광학계에 의해 예컨대 웨이퍼 위에 투영해서 회로 패턴을 전사하는 투영 노광장치가 종래부터 사용되어 왔다.

[0003] 투영 노광장치에 대해서는, 반도체 디바이스의 미세화에 수반해서, 보다 높은 해상력으로 레티클의 패턴을 웨이퍼에 노광하는 것이 요구되고 있다. 투영 노광장치가 전사할 수 있는 최소의 선폭(해상도)은 노광 광의 파장에 비례하고, 투영 광학계의 개구수(NA)에 반비례한다. 이를 감안해서, 노광광의 단파장화 및 투영 광학계의 고NA화가 진행되고 있다.

[0004] 노광 광원은 현재 초고압 수은 램프(i선(파장: 약 365nm))로부터 KrF 엑시머 레이저(파장: 약 248 nm) 및 ArF 엑시머 레이저(파장: 약 193nm)로 이행되고 있고, 심지어 F<sub>2</sub> 레이저(파장: 약 157nm)의 실용화도 진행되고 있다. 게다가, 파장 10 nm 내지 15 nm 정도의 극단 자외선(Extreme Ultra Violet: ELW)광의 채용도 전망되고 있다.

[0005] 또, 투영 광학계와 웨이퍼와의 사이의 공간의 적어도 일부를 액체(예를 들어, 1보다 큰 굴절률을 가진 액체)로 채움으로써 투영 광학계의 NA 증대를 도모하는 액침 노광도 제안되어 있다. 액침 노광은 웨이퍼 측에서의 투영 광학계의 NA를 증가시킴으로써 해상도를 향상시키고 있다.

[0006] 이러한 해상도의 향상에 수반해서, 투영 노광장치에 대해서는 웨이퍼에 몇 개의 패턴을 중첩시키는 정밀도인 중첩 정밀도(오버레이 정밀도)를 향상시키는 것도 요구되고 있다. 일반적으로, 오버레이 정밀도는 해상도의 1/5 정도일 필요가 있다. 반도체 디바이스의 미세패턴화에 따라, 오버레이 정밀도의 향상이 더욱더 중요해지고 있다. 소망하는 오버레이 정밀도를 얻기 위해서는 레티클과 웨이퍼를 고정밀도로 위치맞춤(얼라인먼트(alignment))할 필요가 있다. 이 목적을 위해서, 투영 노광장치는 복수의 얼라인먼트 검출계(즉, 위치검출장치)를 포함하고 있다.

[0007] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계는 크게 축외(off-axis) 검출계와 TTL-AA(Through the Lens Auto Alignment) 검출계의 2종류로 구분된다. 축외 검출계는 투영 광학계를 이용하는 일없이 웨이퍼 위의 얼라인먼트 마크를 검출한다. TTL-AA 검출계는 투영 광학계를 개재해서 비노광광의 얼라인먼트 파장을 이용해서 웨이퍼 위의 얼라인먼트 마크를 검출한다.

[0008] 근래에는 반도체 디바이스의 생산 모드가 소품종 대량생산형으로부터 다품종 소량생산형으로 이행되고 있다. 이러한 경향에 따라, 각종 조건 하에서의 웨이퍼 프로세스(예를 들어, 재질, 두께, 막 두께, 및 선 폭 등)에 있어서 검출 오차를 최소로 할 수 있는 얼라인먼트 검출계가 요구되고 있다. 예를 들어, 얼라인먼트 검출계가 TIS(Tool Induced Shift)를 포함하고 있으면, 대칭성의 단차 구조를 가지는 얼라인먼트 마크를 검출해도 검출 오차가 발생해 버린다. 검출 오차는 TIS를 일으키는, 얼라인먼트 검출계의 광학계에 잔존하는 수차(특히, 편심에 기인한 코마 수차)나, 이러한 광학계의 광축의 기울기(광축 어긋남(optical axis shift))에 의해 발생한다. 따라서, 각종 조건 하에서의 웨이퍼 프로세스에 있어서 검출 오차를 최소로 할 수 있는 얼라인먼트 검출계를 제공하기 위해서는, 얼라인먼트 검출계의 광학계의 코마 수차 및 광축 어긋남을 저감시키는 것이 필요하다.

[0009] 이러한 상황 하에, 조정용 마크를 검출했을 때 얻어지는 비대칭성 파형이 대칭으로 되도록 얼라인먼트 검출계의 광학 부재를 이동함으로써(광학 중심을 조정함으로써) 광축 어긋남을 저감시키는 얼라인먼트 검출계의 조정방법이 제안되어 있다. 이 기술의 상세에 대해서는 일본국 공개특허 평9-167738호 공보를 참조할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

[0010] 그러나, 종래의 조정방법은 얼라인먼트 검출계의 광학계의 코마 수차와 광축 어긋남이 전체로서 상쇄되도록 조정을 수행하고 있어, 얼라인먼트 검출계의 광학계의 코마 수차와 광축 어긋남을 저감시키는(이들을 0에 가깝게 하는) 것은 아니었다.

[0011] 조정용 마크를 검출했을 때 얻어진 과정은 코마 수차의 영향뿐만 아니라, 광축 어긋남의 영향으로 인해 비대칭성으로 되어 있다. 몇몇 경우, 얼라인먼트 광학계의 광학 부재를 이동해서 광축 어긋남을 조정한 경우에도, 코마 수차의 영향과 광축 어긋남의 영향이 단지 서로 상쇄될 뿐이므로, 실제로는 검출 오차를 발생시키는 코마 수차나 광축 어긋남이 잔존하게 된다. 그 결과, 종래의 조정방법에 의해 조정된 얼라인먼트 검출계는 어떤 조건 하에서의 웨이퍼 프로세스에 있어서는 검출 오차를 최소로 할 수 있지만, 각종 조건의 웨이퍼 프로세스에 있어서 검출 오차를 최소로 할 수는 없다. 즉, 종래의 조정방법에 의해 조정된 얼라인먼트 검출계의 검출 정밀도(얼라인먼트 정밀도)는 웨이퍼 프로세스마다 다르다.

[0012] 본 발명은, 얼라인먼트 검출계 등의 위치검출장치에 있어서, 광학계의 코마 수차와 광축 어긋남을 독립적으로 고정밀도로 조정함으로써, 각종 조건의 웨이퍼 프로세스에 있어서 검출 오차를 저감시킬 수 있는 조정방법을 제공한다.

**과제 해결수단**

[0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 위치를 변경 가능한 제1광학 부재 및 제2광학 부재를 포함하는 광학계를 구비하여 피검물체의 위치를 검출하는 위치검출장치의 조정방법에 있어서, 상기 광학계의 광축에 수직인 방향에 있어서의 상기 제1광학 부재를 위치 결정하기 위한 서로 다른 복수의 위치를 설정하는 설정 공정; 상기 설정 공정에서 설정된 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 피검물체를 상대적으로 상기 광축의 방향으로 이동시키면서, 상기 광학계를 통하여 광전 변환 소자에 입사하는 광을 검출하는 검출 공정; 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 검출 공정에서 검출된 광의 검출 신호의 비대칭성을 나타내는 평가치를 산출하는 산출 공정; 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 산출 공정에서 산출된 상기 평가치가 둔감한 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치를 특정하는 특정 공정; 및 상기 특정 공정에서 특정된 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치에서, 상기 평가치에 의거해서, 상기 제2광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 조정하는 조정 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 조정방법이 제공된다.

[0014] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 광원으로부터의 광속을 이용해서 레티클을 조명하는 조명 광학계; 상기 레티클의 패턴을 기관 위에 투영하는 투영 광학계; 및 위치를 변경 가능한 제1광학 부재 및 제2광학 부재를 포함하는 광학계를 구비하여 상기 레티클의 위치 및 상기 기관의 위치의 적어도 한쪽을 검출하는 위치검출장치를 구비하고, 상기 위치검출장치는 상기 광학계의 광축에 수직인 방향에 있어서의 상기 제1광학 부재를 위치 결정하기 위한 서로 다른 복수의 위치를 설정하는 설정부; 상기 설정부에 의해 설정된 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 레티클의 위치 및 상기 기관의 위치 중의 적어도 한쪽을 나타내는 마크를 상대적으로 상기 광축의 방향으로 이동시키면서, 상기 광학계를 개재해서 광전 변환 소자에 입사하는 광을 검출하는 검출부; 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 검출부에 의해 검출된 광의 검출 신호의 비대칭성을 나타내는 평가치를 산출하는 산출부; 상기 복수의 위치의 각각에 대해서, 상기 산출부에 의해 산출된 상기 평가치가 둔감한 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치를 특정하는 특정부; 및 상기 특정부에 의해 특정된 상기 피검물체의 상기 광축의 방향의 위치에서 상기 평가치에 의거해서 상기 제2광학 부재의 상기 광축에 수직인 방향의 위치를 조정하는 조정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치가 제공된다.

[0015] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 노광장치를 이용해서 기관을 노광하는 공정; 및 노광된 기관에 대해서 현상 처리를 수행하는 공정을 포함하는 디바이스 제조방법이 제공된다.

**효과**

[0016] 본 발명에 의하면, 얼라인먼트 검출계 등의 위치검출장치에 있어서, 광학계의 코마 수차와 광축 어긋남을 독립적으로 고정밀도로 조정함으로써, 각종 조건의 웨이퍼 프로세스에 있어서 검출 오차를 저감시킬 수 있는 조정방법을 제공하는 것이 가능해진다.

[0017] 본 발명의 추가의 특징은 첨부 도면을 참조한 이하의 예시적인 실시형태의 설명으로부터 명백해질 것이다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0018] 이하, 첨부 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시형태에 대해서 설명한다. 또, 각 도면에 있어서, 동일

한 부재에 대해서는 동일한 참조 번호를 붙이고, 중복하는 설명은 생략한다.

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 측면에 따른 노광장치(1)의 구성을 나타낸 개략 블록도이다. 본 실시형태에 있어서, 노광장치(1)는 레티클(20)과 웨이퍼(40)를 주사 방향으로 동기 주사시키면서 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40) 위에 노광에 의해 전사하는 투영 노광장치(스캐너)이다. 단, 노광장치(1)는 레티클(20)을 고정하면서 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40) 위에 노광에 의해 전사하는 투영 노광장치(스테퍼)여도 무방하다.
- [0020] 노광장치(1)는 도 1에 나타난 바와 같이 조명 장치(10), 레티클(20)을 지지하는 레티클 스테이지(25), 투영 광학계(30) 및 웨이퍼(40)를 지지하는 웨이퍼 스테이지(45)를 구비한다. 또, 노광장치(1)는 스테이지 기준판(50), 포커스 검출계(60), 레티클 얼라인먼트 검출계(70), (75), 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80) 및 제어부(90)를 구비한다. 이하의 설명에서는, 투영 광학계(30)의 광축에 평행한 방향을 Z축 방향으로 정의하고, Z축 방향에 수직인 평면상에서 레티클(20)과 웨이퍼(40)의 주사 방향을 Y축 방향으로 정의하며, Z축 방향 및 Y축 방향에 수직인 방향(비주사 방향)을 X축 방향으로 정의한다. 또, X축, Y축, 및 Z축 주위의 회전 방향을 각각  $\theta X$ 방향,  $\theta Y$ 방향 및,  $\theta Z$ 방향으로 정의한다.
- [0021] 조명 장치(10)는 전사용의 회로 패턴이 형성된 레티클(20)을 조명하고, 광원(12)과 조명 광학계(14)를 포함한다.
- [0022] 광원(12)은 예를 들어 파장 약 248 nm의 KrF 엑시머 레이저나 파장 약 193 nm의 ArF 엑시머 레이저 등의 엑시머 레이저이다. 단, 광원(12)은 엑시머 레이저로 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 파장 약 157 nm의 F<sub>2</sub> 레이저 등이어도 무방하다.
- [0023] 조명 광학계(14)는 광원(12)으로부터의 광속을 이용해서 레티클(20)을 조명하는 광학계이다. 조명 광학계(14)는 본 실시형태에서는 레티클(20) 위의 소정의 조명 영역을 균일한 조도 분포를 나타내는 광속(노광광)으로 조명한다.
- [0024] 레티클(20)은 회로 패턴을 구비하여, 레티클 스테이지(25)에 의해 지지 및 구동된다. 레티클(20)에 의해 발생된 회절광은 투영 광학계(30)를 통하여 웨이퍼(40) 위에 투영된다.
- [0025] 레티클 스테이지(25)는 레티클(20)을 지지한다. 본 실시형태에서는, 투영 광학계(30)의 광축에 수직인 평면상, 즉 X-Y 평면 상에서 2차원적으로 미세하게 이동할 수 있고, 또한  $\theta Z$ 방향으로 미세하게 회전될 수 있다. 또, 레티클 스테이지(25)는 적어도 1축을 중심으로 구동가능하지만, 6축을 중심으로 구동가능한 것이 바람직하다. 레티클 스테이지(25)는 리니어 모터 등의 레티클 스테이지 구동 기구에 의해 구동된다.
- [0026] 레티클 스테이지(25) 위에는 미러(27)가 배열되고, 상기 미러(27)에 대향하여 미러(27)의 X축 방향 및 Y축 방향의 위치를 측정하는 레이저 간섭계(29)가 배열되어 있다. 레티클 스테이지(25)에 의해 지지된 레티클(20)의 2차원 방향의 위치 및 회전각은 레이저 간섭계(29)에 의해 실시간에 측정된다. 레이저 간섭계(29)에 의해 얻어진 측정 결과는 제어부(90)에 출력된다.
- [0027] 투영 광학계(30)는 복수의 광학 소자를 포함하여, 레티클(20)의 패턴을 소정의 투영 배율  $\beta$ 로 웨이퍼(40)에 투영하는 광학계이다. 투영 광학계(30)는 본 실시형태에서는 축소 투영 광학계이며, 예를 들어, 1/4배 또는 1/5배의 투영 배율을 가진다.
- [0028] 웨이퍼(40)는 레티클(20)의 패턴이 투영(전사)되는 기판이다. 단, 웨이퍼 (40) 대신에 유리판이나 그 외의 기판을 이용하는 것도 가능하다. 웨이퍼(40)에는 레지스트(감광제)가 도포되어 있다.
- [0029] 웨이퍼 스테이지(45)는 웨이퍼(40)를 지지 및 구동한다. 웨이퍼 스테이지(45)는 본 실시형태에서는 웨이퍼 척을 개재해서 웨이퍼(40)를 유지하는 Z 스테이지와, Z 스테이지를 지지하는 X-Y스테이지 및 Y스테이지를 지지하는 베이스를 가진다. 웨이퍼 스테이지(45)는 리니어 모터 등의 웨이퍼 스테이지 구동 기구에 의해 구동된다.
- [0030] 웨이퍼 스테이지(45) 위에는 미러(47)가 배치되어 있다. 또, 미러(47)에 대향하는 위치에는 미러(47)의 X축 방향 및 Y축 방향의 위치를 측정하는 레이저 간섭계(49a) 및 미러(47)의 Z축 방향의 위치를 측정하는 레이저 간섭계(49b)가 배열되어 있다. 웨이퍼 스테이지(45)의 X축 방향의 위치, Y축 방향의 위치, 및  $\theta Z$ 방향의 위치는 레이저 간섭계(49a)에 의해 실시간에 측정된다. 또, 웨이퍼 스테이지(45)의 Z축 방향,  $\theta X$ 방향, 및  $\theta Y$ 방향의 위치는 레이저 간섭계(49b)에 의해 실시간에 측정된다. 레이저 간섭계(49a) 및 (49b)에 의해 얻어진 측정 결과는 제어부(90)에 출력된다.
- [0031] 또, 웨이퍼 스테이지(45) 위의 코너에는 스테이지 기준판(50)이 배치되어 있다. 도 2는 웨이퍼 스테이지(45)

위의 스테이지 기준판(50)의 구성을 나타낸 도면이다. 스테이지 기준판(50)은 웨이퍼(40)의 표면과 거의 같은 높이가 되도록 배치된다. 스테이지 기준판(50)은 도 2에 나타낸 바와 같이 레티클 얼라인먼트 검출계(70)(또는 레티클 얼라인먼트 검출계(75))에 의해서 검출된 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)를 가진다. 또한, 스테이지 기준판(50)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 의해 검출된 웨이퍼 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(54)를 가진다.

- [0032] 스테이지 기준판(50)은 웨이퍼 스테이지(45) 위의 하나의 코너에 배열되어 있어도 되고, 또는, 스테이지 기준판(50)은 웨이퍼 스테이지(45) 위의 복수의 코너에 배열되어 있어도 된다. 또, 스테이지 기준판(50)은 복수의 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52) 및 복수의 웨이퍼 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(54)를 가지고 있어도 무방하다. 또한, 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)와 웨이퍼 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(54) 사이에는 미리 소정의 위치 관계(X축 방향 및 Y축 방향을 따라)로 설정된다. 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)와 웨이퍼 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(54)는 공통의 마크여도 무방하다.
- [0033] 포커스 검출계(60)는 웨이퍼(40)의 포커스(Z축 방향의 위치)를 검출하는 기능을 가진다. 본 실시형태에서는 웨이퍼(40)의 표면에 검출광을 투사하는 투사계와 웨이퍼(40)의 표면에서 반사한 검출광을 수광하는 수광계를 포함한다. 포커스 검출계(60)에 의해 얻어진 검출 결과는 제어부(90)에 출력된다.
- [0034] 레티클 얼라인먼트 검출계(70)는 레티클 스테이지(25) 근방에 배열되어 있다. 레티클 얼라인먼트 검출계(70)는 레티클 스테이지(25)에 의해 지지된 레티클(20) 위의 레티클 기준 마크(도시 생략)를 검출한다. 또, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)는 투영 광학계(30)를 통하여 웨이퍼 스테이지(45) 위에 배열된 스테이지 기준판(50)의 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)도 검출한다.
- [0035] 레티클 얼라인먼트 검출계(70)는 실제로 웨이퍼(40)를 노광하는 광원(12)과 동일한 광원을 이용해서 레티클 기준 마크 및 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)를 조사하고, 이들 마크에 의해 반사된 광속을 광전 변환 소자(예를 들어, CCD 카메라)를 이용해서 검출한다. 레티클(20) 위의 레티클 기준 마크와 스테이지 기준판(50) 위의 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)와의 위치 및 포커스를 조정함으로써, 레티클 스테이지(25)와 웨이퍼 스테이지(45)의 상대적인 위치 관계를 원하는 바대로 조정할 수 있다. 레티클 얼라인먼트 검출계(70)에 의해 얻어진 검출 결과는 제어부(90)에 출력된다.
- [0036] 레티클 얼라인먼트 검출계(75)는 투과형의 것으로, 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)가 투과형의 마크인 경우에 사용된다. 레티클 얼라인먼트 검출계(75)는 광원(12)과 동일한 광원을 이용해서 레티클 기준 마크 및 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)를 조사하고, 이들 마크에 의해 투과된 광속을 광량 센서에 의해 검출한다. 레티클 얼라인먼트 검출계(75)는 웨이퍼 스테이지(45)를 X축 방향(또는 Y축 방향) 및 Z축 방향으로 구동시키면서 투과광의 광량을 검출한다. 이것에 의해, 레티클(20) 위의 레티클 기준 마크와 스테이지 기준판(50) 위의 레티클 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(52)와의 위치 및 포커스를 조정할 수 있다. 그 결과, 레티클 스테이지(25)와 웨이퍼 스테이지(45)의 상대적인 위치 관계를 조정할 수 있다. 레티클 얼라인먼트 검출계(75)에 의해 얻어진 검출 결과는 제어부(90)에 출력된다.
- [0037] 이와 같이 해서, 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 혹은 (75)의 어느 쪽을 이용해도 레티클 스테이지(25)와 웨이퍼 스테이지(45)의 상대적인 위치 관계를 원하는 바대로 조정할 수 있다.
- [0038] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 위치를 변경 가능한 제1광학 부재 및 제2광학 부재(예를 들어, 후술하는 조명 광원(801), 개구 조리개(803), 또는 광학 부재(810) 등)를 포함한 광학계를 포함하여, 피검물체(예를 들어, 얼라인먼트 마크)의 위치를 검출한다. 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 웨이퍼(40) 위의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42) 및 스테이지 기준판(50) 위의 웨이퍼 얼라인먼트 검출계용 기준 마크(54)에 검출 광속을 투사하는 광투사계와 이들 마크에 의해 반사된 광속을 수광하는 수광계를 포함한다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 의해 얻어진 검출 결과는 제어부(90)에 출력된다.
- [0039] 제어부(90)는 CPU 및 메모리(도시 생략)를 포함하여, 노광장치(1)의 동작을 제어한다. 제어부(90)는 레티클 스테이지(25), 레이저 간섭계(29), 웨이퍼 스테이지(45), 및 레이저 간섭계(49a), (49b)와 전기적으로 접속되어 있다. 또, 제어부(90)는 포커스 검출계(60), 레티클 얼라인먼트 검출계(70)(또는 레티클 얼라인먼트 검출계(75)), 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)와 전기적으로 접속되어 있다.
- [0040] 제어부(90)는 레이저 간섭계(29)에 의해 얻어진 계측 결과에 의거해서 레티클 스테이지(25)(즉, 레티클 스테이지 구동 기구)를 제어하여, 레티클 스테이지(25)에 의해 지지된 레티클(20)을 위치 결정한다. 또, 제어부(90)는 레이저 간섭계(49a) 및 (49b)에 의해 얻어진 계측 결과에 의거해서 웨이퍼 스테이지(45)(즉, 웨이퍼 스테이

지 구동 기구)를 제어하여, 웨이퍼 스테이지(45)에 의해 지지된 웨이퍼(40)를 위치 결정한다. 또, 제어부(90)는 포커스 검출계(60)에 의해 얻어진 검출 결과에 의거해서 웨이퍼 스테이지(45)에 의해 지지된 웨이퍼(40)의 Z축 방향의 위치(포커스 위치) 및 경사각을 조정한다. 또, 제어부(90)는 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 또는 (75)에 의해 얻어진 검출 결과에 의거해서 레티클 스테이지(25)와 웨이퍼 스테이지(45)를 위치 맞춤(얼라인먼트)한다. 또, 제어부(90)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 의해 얻어진 검출 결과에 의거해서 웨이퍼 스테이지(45)를 X축 방향 및 Y축 방향으로 구동하여, 웨이퍼(40)의 X축 방향 및 Y축 방향의 위치를 조정한다. 또한, 제어부(90)는 후술하는 레티클 얼라인먼트 검출계(70)(또는 (75))나 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80) 등의 위치검출장치의 조정 처리를 제어한다(즉, 조정방법을 실행한다).

[0041] 이하, 도 3을 참조해서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 대해 상세하게 설명한다. 도 3은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 구체적인 구성을 나타낸 개략 단면도이다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 본 실시형태에서는 조명 광원(801), 릴레이 광학계(802), 개구 조리개(803), 조명계(804), 편광 빔 분할기(805),  $\lambda/4$  위상판(806), 및 대물렌즈(807)를 포함한다. 상기 조명 광원(801)은, 예를 들어, 파이버를 포함한다. 또, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 릴레이 렌즈(808), 제1결상 광학계(809), 코마 수차를 조정하기 위한 광학 부재(810), 제2결상 광학계(811), 광전 변환 소자(812), 및 구동부(813) 내지 (815)를 포함한다. 구동부(813)는 제어부(90)의 제어 하에 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계(본 실시형태에서는 예를 들어 릴레이 광학계(802)나 조명계(804) 등)의 광축에 수직인 방향으로 조명 광원(801)(상세하게는, 조명 광원(801)의 광속 사출구)을 구동한다. 구동부(814)는 제어부(90)의 제어 하에 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계(본 실시형태에서는 예를 들어 릴레이 광학계(802)나 조명계(804) 등)의 광축에 수직인 방향으로 개구 조리개(803)(상세하게는 개구 조리개(803)의 개구)를 구동한다. 구동부(815)는 제어부(90)의 제어 하에 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계(본 실시형태에서는 예를 들어 릴레이 렌즈(808), 제1결상 광학계(809)나 제2결상 광학계(811) 등)의 광축에 수직인 방향으로 광학 부재(810)를 구동한다. 또한, 구동부(813) 내지 (815)의 각각에는 당업자에게 공지된 어떠한 구성도 적용될 수 있다. 또, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 조명 광원(801) 내지 조명계(804)를 포함하는 광학계의 광축과 편광 빔 분할기(805) 내지 광전 변환 소자(812)를 포함하는 광학계의 광축을 포함하지만, 이하에서는 이들을 일괄해서 광축이라 칭한다.

[0042] 도 3을 참조하면, 조명 광원(801)에 의해 사출된 광속은 릴레이 광학계(802)를 개재해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 동공면(pupil plane)(물체면에 대해서 광학적인 푸리에 변환면)에 해당하는 위치에 배치된 개구 조리개(803)에 도달한다. 또한, 개구 조리개(803)에서의 빔 직경(LD<sub>803</sub>)은 도 4에 나타낸 바와 같이 조명 광원(801)에서의 빔 직경(LD<sub>801</sub>)보다 충분히 작아진다. 개구 조리개(803)에 도달한 광속은 조명계(804)를 개재해서 편광 빔 분할기(805)에 도광된다. 편광 빔 분할기(805)에 도광된 광속 중, 지면에 수직인 S편광 광성분은 편광 빔 분할기(805)에 의해 반사되어,  $\lambda/4$  위상판(806)을 투과해서 원형편광 광으로 변환된다.  $\lambda/4$  위상판(806)을 투과한 광속은 대물렌즈(807)를 개재해서 웨이퍼(40) 위에 형성된 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 켈러 조명한다. 여기서, 도 4는 조명 광원(801)에서의 빔 직경(LD<sub>801</sub>)과 개구 조리개(803)에서의 빔 직경(LD<sub>803</sub>)과의 관계를 나타낸 도면이다.

[0043] 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)로부터의 반사광, 회절광, 및 산란광은 대물렌즈(807)를 개재해서  $\lambda/4$  위상판(806)을 투과하여 지면에 평행한 P편광 광속으로 변환되고, 이 P편광 광속은 편광 빔 분할기(805)를 투과한다. 편광 빔 분할기(805)를 투과한 광속은 릴레이 렌즈(808), 제1결상 광학계(809), 광학 부재(810) 및 제2결상 광학계(811)를 통하여 광전 변환 소자(812) 위에 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 상을 형성한다.

[0044] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 광전 변환 소자(812)에 의해 광전 변환된 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 상의 위치에 의거해서 웨이퍼(40)의 위치를 검출한다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 웨이퍼(40) 위의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 단색광으로 검출하는 경우, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42) 위에는 레지스트(투명층)가 도포(형성)되어 있기 때문에, 간섭 패턴이 발생된다. 이것에 의해서, 광전 변환 소자(812)로부터 출력된 검출 신호(얼라인먼트 신호)에 간섭 패턴의 신호가 가산되기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 고정밀도로 검출할 수 없게 된다. 이 문제를 해결하기 위해서, 본 실시형태에서는 비교적 넓은 파장 범위를 가지는 광원을 조명 광원(801)으로서 사용하여, 광전 변환 소자(812)로부터의 검출 신호에 간섭 패턴의 신호가 가산되는 것을 방지하고 있다.

[0045] 또, 웨이퍼(40) 위의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 고정밀도로 검출하기 위해서는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 상을 명확하게 검출할 필요가 있다. 즉, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)에 대해서 포커스를 맞출 필요가 있다. 이 목적을 위해서, 본 실시형태에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는

AF 검출계(도시 생략)를 포함하고, 이러한 AF 검출계에 의해 얻어진 검출 결과에 의거해서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 베스트 포커스 위치로 구동함으로써, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 검출한다.

- [0046] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)는 본 실시형태에서는 축외 검출계이지만, TTL-AA 검출계여도 무방하다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 TTL-AA 검출계인 경우에는, 투영 광학계(30)를 개재해서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 검출하지만, 기본적인 구성은 축외 검출계의 것과 마찬가지이다.
- [0047] 여기서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에서 발생하는 코마 수차나 광축 어긋남의 조정에 대해서 설명한다. 본 실시형태에서는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 도 5에 나타난 바와 같은 실리콘(Si) 면에 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 검출하는 경우를 예로서 설명한다. 도 5는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 일례를 나타낸 개략 단면도이다.
- [0048] 우선, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차의 조정에 대해 설명한다. 예를 들어, 조명 광원(801)으로부터의 광속의 파장을  $\lambda$ 라 할 때, 도 5에 나타난 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차(DL)는  $\lambda/4$ 로 설정되는 것으로 가정하자. 또, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 조명  $\sigma$  값 0.4로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)함으로써 도 6A에 나타난 바와 같은 비대칭성 검출 파형이 얻어진 것으로 가정하자. 도 6A에 나타난 검출 파형의 비대칭성은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 코마 수차나 광축 어긋남에 연유해서 발생하지만, 본 실시예에서는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 코마 수차에 연유해서 비대칭성이 발생했다고 가정한다. 또, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 광축 방향의 위치이다.
- [0049] 도 6A에 나타난 바와 같은 비대칭성 검출 파형을 도 6B에 나타난 바와 같은 대칭성 검출 파형으로 변환하기 위해서는, 구동부(815)를 개재해서 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동하여 웨이퍼 얼라인먼트 광학계(80)의 광학계 전체의 코마 수차를 조정한다. 구체적으로는, 도 6A에 나타난 비대칭성 검출 파형이 도 6B에 나타난 대칭성 검출 파형으로 변환될 때까지, 광학 부재(810)를 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동한다.
- [0050] 이와 같이 해서, 웨이퍼 얼라인먼트 광학계(80)의 광학계의 광축에 수직인 방향으로 광학 부재(810)를 구동함으로써, 웨이퍼 얼라인먼트 광학계(80)의 코마 수차를 조정할 수 있다.
- [0051] 다음에, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 광축 어긋남의 조정에 대해 설명한다. 도 7에 나타난 바와 같이, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계에 광축 어긋남이 존재하지 않는 경우, 조명 광원(801)으로부터의 광속의 주광선은 웨이퍼(40)(웨이퍼 얼라인먼트 마크(42))에 수직으로 입사한다. 이 경우, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차가 완전하게 조정되고 있는 한, 도 6B에 나타난 바와 같은 대칭성 검출 파형이 얻어진다. 도 7은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하지 않는 경우를 나타낸 도면이다.
- [0052] 도 8에 나타난 바와 같이, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 개구 조리개(803)가 광축에 대해서 어긋나 있는 경우에는, 조명 광원(801)으로부터의 광속의 주광선은 웨이퍼(40)에 대해서 수직으로 입사하지 않고 경사지게(각도  $\theta$ 를 가지고) 입사한다. 또, 개구 조리개(803)에서의 빔 직경(LD<sub>803</sub>)의 중심 위치는 도 4에 나타난 바와 같이 조명 광원(801)에서의 빔 직경(LD<sub>801</sub>)의 중심 위치에 대해서 어긋나 있게 된다. 이 상태를 "웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재한다"고 말한다. 이 경우, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차가 완전하게 조정되고 있어도, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 의해서는 도 6A에 나타난 바와 같은 비대칭성 검출 파형이 얻어진다. 여기서, 도 8은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하는 경우를 예시한 개략 단면도이다.
- [0053] 본 실시형태에서는, 도 8에 나타난 바와 같이, 개구 조리개(803)의 위치 어긋남을 예로서 취해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 설명하고 있다. 단, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남은, 예를 들어, 조명 광원(801)의 위치 어긋남 등에 의해서도 발생한다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하면, 비대칭성 검출 파형이 생성된다. 이것에 의해, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 존재하는 경우와 같이 검출 오차가 발생해 버린다.
- [0054] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하는 경우에는, 구동부(813) 또는 (814)를 개재해서, 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 광축에 수직인 방향으로 구동해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정한다. 구체적으로는 도 6A에 나타난 비대칭성 검출 파형이 도 6B에 나타난 대칭성 검출 파형으로 변환될 때까지, 조명 광원(801) 및 개구 조리개(803)의 적어도 한쪽을 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동한다.

- [0055] 이와 같이 해서, 웨이퍼 얼라인먼트 광학계(80)의 광학계의 광축에 수직인 방향으로 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 구동함으로써, 웨이퍼 얼라인먼트 광학계(80)의 광축 어긋남을 조정할 수 있다.
- [0056] 이상, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차의 조정 및 광축 어긋남의 조정에 대해 설명했다. 그러나, 실제로는 도 6A에 나타난 바와 같은 비대칭성 검출 파형은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남이 서로 섞여 발생한다. 예를 들어, 도 6A에 나타난 바와 같은 비대칭성 검출 파형이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남에 연유해서 발생하는 것으로 가정하자. 이 경우, 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동해도, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 발생되게 된다. 따라서, 검출 파형의 비대칭성의 원인(웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차가 원인인지 혹은 광축 어긋남이 원인인지)을 확인할 필요가 있다. 즉, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남의 각각을 분리해서(독립적으로) 조정하지 않으면, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남을 고정밀도로 조정할 수 없다.
- [0057] 이하, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남의 각각을 분리해서(독립적으로) 조정하는 조정 방법에 대해 설명한다. 우선, 검출 파형의 비대칭성이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 포커스 위치에서 코마 수차를 조정하는 조정방법을 설명한다.
- [0058] 도 9는 도 6A에 나타난 검출 파형의 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 9에서는, 세로축에 파형 비대칭성(E)을 나타내고, 가로축에 포커스 위치(Z)를 나타낸다. 파형 비대칭성(E)이란, 도 6B에 나타난 검출 파형의 안쪽 및 바깥쪽 상부 피크(WU<sub>1</sub>) 및 (WU<sub>2</sub>), 소위, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 상의 에지의 음영(링킹(linking))에 기인하는 검출 파형의 비대칭성을 나타내는 평가치이다. 파형 비대칭성(E)은, 예를 들어, 도 10에 나타난 비대칭 검출 파형에 있어서, 안쪽의 왼쪽 상부 피크의 강도를 Ia, 안쪽의 오른쪽 상부 피크의 강도를 Ib, 베이스 라인의 강도를 Ic라 하면, (Ia-Ib) / Ic[%]로 정의된다. 즉, 파형 비대칭성(E)은 도 6B에 나타난 검출 파형의 상부 피크(WU<sub>1</sub>)와 (WU<sub>2</sub>) 간의 강도차이를 나타내고 있어, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남의 지표로서 역할한다. 여기서, 도 10은 검출 파형 비대칭성의 정의를 설명하기 위한 차트이다.
- [0059] 도 9에 있어서, 참조 부호 (E1)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하지 않고 코마 수차만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E2)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하는 한편, (E1)과 동일한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E3)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E2)와 같은 절대치량이지만 그 방향이 (E2)와는 반대인 광축 어긋남이 존재하고, 또한, (E1)과 동일한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.
- [0060] 종래 기술에서는, 예를 들어, 포커스 위치(A)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계의 광학계의 코마 수차를 조정하고 있었다. 포커스 위치(A)에서는, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차에 부가해서 광축 어긋남이 존재하면(E2 및 E3), 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차만이 존재하는 경우(E1)와 비교해서, 파형 비대칭성이 광축 어긋남의 영향으로 인해 변화한다.
- [0061] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차에 부가해서 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성(3)에 대해 고려하자. 이 경우, 포커스 위치(A)에서, 검출 파형이 대칭이 되도록 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정했다고 해도, 실제로는 도 11에 나타난 바와 같이, 코마 수차가 잔존한다. 도 11은 파형 비대칭성(E3)이 0이 될 때까지 코마 수차를 조정된 후의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다.
- [0062] 도 11을 참조하면, 파형 비대칭성(E3)은 포커스 위치(A)에서 0이다. 그러나, 실제로, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에는 파형 비대칭성(E3)과 (E1) 간의 차이로서의 코마 수차(C)가 잔존한다. 파형 비대칭성(E3)이 포커스 위치(A)에서 0이 되는 이유는 광축 어긋남에 연유한 파형 비대칭성과 코마 수차에 연유한 파형 비대칭성이 서로 상쇄되기(즉, 역방향으로 서로 작용하고 있기) 때문이다.
- [0063] 한편, 도 9에 나타난 포커스 위치(B)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 코마 수차를 조정하는 경우를 고려하자. 포커스 위치(B)에서는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차에 부가해서 광축 어긋남이 존재해도(E2 및 E3), 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차만이 존재하는 경우(E1)와 같은 파형 비대칭성이 얻어진다. 파형 비대칭성은 포커스 위치(B)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남의 영향을 받고 있지 않다. 즉, 포커스 위치(B)는 광축 어긋남에 대해서 둔감하다. 따라서, 포커스 위치(B)에서 검출 파형이 대칭이 되도록 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마

수차를 조정하면, 광축 어긋남의 영향을 받지 않고 코마 수차만을 고정밀도로 조정할 수 있다.

- [0064] 도 12는 포커스 위치(B)와 같이 파형 비대칭성이 광축 어긋남(텔레센트릭성(telecentricity))의 영향을 받지 않는 포커스 위치에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정한 후의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치와의 관계를 나타낸다. 또, 이하에서는 파형 비대칭성이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 포커스 위치를 코마 수차 조정 포커스 위치라 칭한다.
- [0065] 도 12에 있어서, 참조 부호 (E2a)는, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차가 완전하게 조정되어 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남만이 잔존하는 경우로 도 9에 나타난 파형 비대칭성(E2)에 대응한다. 마찬가지로, 참조 부호 (E3a)는, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차가 완전하게 조정되어 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남만이 잔존하는 경우로 도 9에 나타난 파형 비대칭성(E3)에 대응한다.
- [0066] 도 12에 나타난 파형 비대칭성(E2a) 및 (E3a)의 각각은, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 잔존하고 있지 않기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 광축 어긋남에 기인된다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남은 파형 비대칭성이 비교적 큰 포커스 위치(D)에서 조정하는 것이 바람직하다. 포커스 위치(D)는 예를 들어 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 구동(디포커스)시킴으로써 검출될 수 있다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남은 전술한 바와 같이 구동부(813) 또는 (814)를 개재해서 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동함으로써 조정될 수 있다.
- [0067] 또, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남은 구동(디포커스)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치 어긋남량을 기준으로서 이용해서 조정해도 무방하다. 위치 어긋남량을 기준으로서 이용하는 경우에는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 디포커스시켰을 때의 각 포커스 위치에서의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 검출 파형이 포커스 위치와는 무관하게 일정하게 되도록 광축 어긋남량을 조정한다. 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남량의 양쪽 모두에 기인해서 어긋나게 된다. 단, 이 경우, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차가 완전하게 조정되고 있기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남에만 기인해서 어긋나게 된다.
- [0068] 도 13은 포커스 위치(D)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정한 후의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치와의 관계를 나타낸 도면이다. 도 13을 참조하면, 파형 비대칭성의 원인인 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차 및 광축 어긋남이 완전하게 조정되고 있기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대해서 파형 비대칭성이 발생하고 있지 않다.
- [0069] 이와 같이, 코마 수차 조정 포커스 위치에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정함으로써, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남의 각각을 분리해서(독립적으로) 고정밀도로 조정할 수 있다.
- [0070] 이하, 도 14를 참조해서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 구체적인 조정방법(특히, 코마 수차 조정 포커스 위치의 특정)에 대해서 설명한다. 도 14는 본 발명의 일 측면에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0071] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차 조정 포커스 위치를 특정하기 위해서는, 서로 다른 2개의 동공 위치(개구 조리개(803)의 위치)의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성(E)을 취득할 필요가 있다. 우선, 스텝 S1002에 있어서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계에 대해서 1개의 동공 위치를 설정한다(설정 스텝). 즉, 개구 조리개(803)의 위치를 광축에 수직인 방향으로 구동해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남을 발생시킨다. 그 다음에, 스텝 S1004에 있어서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치를 상대적으로 변화시키면서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 검출 파형을 검출한다(검출 스텝). 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 구동(디포커스)과 이러한 포커스 위치에서의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 검출을 반복함으로써, 복수의 포커스 위치의 각각에서 도 6B에 나타난 바와 같은 검출 파형을 얻을 수 있다.
- [0072] 다음에, 스텝 S1006에 있어서, 스텝 S1004에서 검출된 검출 파형의 비대칭성을 나타내는 파형 비대칭성(평가지)을 산출한다(산출 스텝). 구체적으로는, 도 10을 참조해서 설명하는 파형 비대칭성의 정의에 따라 파형 비대칭성을 산출한다. 이것에 의해서, 1개의 동공 위치에 대해서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득할 수 있다.
- [0073] 그 다음에, 스텝 S1008에 있어서, 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득했는지의 여부를 판단한다. 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서, 웨이

퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하고 있지 않은 경우에는, 다른 동공 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하기 위해서 스텝 S1002로 귀환한다.

[0074] 한편, 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하고 있는 경우에는, 스텝 S1010에 있어서, 상기 취득한 파형 비대칭성에 의거해서, 코마 수차 조정 포커스 위치를 산출(특정)한다(특정 스텝). 구체적으로는, 2개 이상의 동공 위치 간에, 스텝 S1006에서 산출된 파형 비대칭성이 일정하게 유지되는 포커스 위치, 즉, 파형 비대칭성 특성선의 교점(도 9에 나타난 바와 같은 포커스 위치(B))을 코마 수차 조정 포커스 위치로서 특정한다.

[0075] 다음에, 스텝 S1012에 있어서, 스텝 S1010에서 특정한 코마 수차 조정 포커스 위치에서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정한다(제1조정 스텝). 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 코마 수차 조정 포커스 위치로 이동시켜, 스텝 S1006에서 산출한 파형 비대칭성이 0이 되도록 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정한다.

[0076] 그 다음에, 스텝 S1014에 있어서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정한다(제2조정 스텝). 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 코마 수차 조정 포커스 위치로부터 파형 비대칭성이 비교적 커지는 포커스 위치(예를 들어, 도 12에 나타난 포커스 위치(D))로 이동시킨다. 이 포커스 위치에서, 파형 비대칭성이 0이 되도록, 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정한다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남은 전술한 바와 같이 디포커스에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치 어긋남량을 기준으로서 이용해서 조정해도 무방하다.

[0077] 이와 같이 해서, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법은, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차 및 광축 어긋남을 완전하게(즉, 코마 수차나 광축 어긋남의 어느 것도 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 존재하지 않는 상태로) 조정할 수 있다.

[0078] 또, 본 실시형태에서는 2개의 동공 위치의 각각에 대해서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하고 있지만, 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득해도 된다. 또한, 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서 파형 비대칭성을 취득하는 공정(즉, 스텝 S1002 내지 S1006)은 코마 수차 조정 포커스 위치를 특정할 때마다 실시할 필요는 없다. 예를 들어, 도 9에 나타난 바와 같은 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득했을 경우를 고려하자. 이 경우, 같은 조명 조건 하에 설정되고 동일한 웨이퍼 위에 형성된 웨이퍼 얼라인먼트 마크는, 베스트 포커스 위치와 코마 수차 조정 포커스 위치와의 차이를 취득함으로써, 코마 수차 조정 포커스 위치로 용이하게 이동시킬 수 있다. 또한, 베스트 포커스 위치란, 검출 파형의 콘트라스트가 최대가 되는 위치를 의미한다.

[0079] 도 15는 소정의 조명 조건 하에 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명한 경우의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 15에 있어서, 포커스 위치(F)는 베스트 포커스 위치이다. 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 코마 수차 조정 포커스 위치인 포커스 위치(B)로 이동시키기 위해서는, 우선, 포커스 위치(베스트 포커스 위치)(F)를 산출하고, 이러한 포커스 위치(F)와 포커스 위치(B)와의 차이량(G)을 취득한다. 그리고, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 포커스 위치(F)로 이동시킨 후, 차이량(G)만큼 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이동시킨다. 이 동작에 의해, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 코마 수차 조정 포커스 위치인 포커스 위치(B)로 이동시킬 수 있다. 이와 같이, 베스트 포커스 위치와 코마 수차 조정 포커스 위치와의 관계를 취득함으로써, 2번째 이후의 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정 시, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 코마 수차 조정 포커스 위치로 용이하게 단시간에 이동시킬 수 있다. 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 베스트 포커스 위치로부터 코마 수차 조정 포커스 위치로 이동시켜 코마 수차를 조정하는 방법은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조립할 때나 혹은 노광장치에 탑재한 후에도 이용될 수 있다.

[0080] 또, 본 실시형태에서는  $\lambda/4$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이용해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조정하는 방법을 설명했지만, 이러한 조정방법은  $\lambda/4$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)로 특히 한정되는 것은 아니다. 파형 비대칭성이 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 코마 수차 조정 포커스 위치가 존재하는 한, 레지스트 웨이퍼나 프로세스 웨이퍼 등의 어떠한 웨이퍼도 이용할 수 있다. 단, 코마 수차를 고정밀도로 조정하기 위해서는 코마 수차에 대해서 비교적 민감도가 높은 웨이퍼를 이용하는 것이 바람직하다.

[0081] 도 16은 검출 파형의 안쪽 상부 피크(도 6B에 나타난 검출 파형의 안쪽 상부 피크(WU<sub>1</sub>)) 간의 코마 수차 조정

포커스 위치에서의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량과의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 16에서는, 세로축이 파형 비대칭성(E)을 나타내고, 가로축이 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량을 나타낸다. 도 16을 참조하면, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량이  $\lambda/4$  근방인 경우에, 파형 비대칭성(E)이 가장 크다.

[0082] 도 17은 코마수차조정 포커스위치에 있어서의 검출 파형의 바깥쪽 상부 피크(도 6B에 나타난 검출 파형의 바깥쪽 상부 피크(WU<sub>2</sub>)) 간의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량과의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 17에서는 세로축에 파형 비대칭성(E)을 나타내고, 가로축에 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량을 나타낸다. 도 17을 참조하면, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량이  $\lambda/4$  근방인 경우에, 파형 비대칭성(E)이 가장 크다.

[0083] 이와 같이, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정함에 있어서, 검출 파형의 안쪽 상부 피크나 바깥쪽 상부 피크가 얻어지는가에 무관하게  $\lambda/4$  근방의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)가 코마 수차에 대해서 가장 높은 민감도를 가진다. 따라서,  $\lambda/4$  근방의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이용하는 것에 의해 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 고정밀도로 조정하는 것이 가능해진다. 또한, 도 16 및 도 17에 나타난 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량에 대한 파형 비대칭성(E)의 관계는 주기적으로 변화되므로,  $\lambda/4$ 의 홀수배의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이용해도 코마 수차를 고정밀도로 조정할 수 있다.

[0084] 또, 본 실시형태에서는 조명  $\sigma$  값 0.4로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)한 경우의 검출 파형을 이용해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조정하는 방법을 설명하였지만, 도 6B에 나타난 바와 같이 상부 피크(WU<sub>1</sub>) 및 (WU<sub>2</sub>)를 가지는 검출 파형을 얻을 수 있는 한, 어떠한 조명  $\sigma$  값으로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)해도 무방하다.

[0085] 도 18A 내지 도 18C는 3개의 조명  $\sigma$  값으로  $\lambda/4$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)함으로써 얻어진 검출 파형의 안쪽 상부 피크 간의 파형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 18A는 조명  $\sigma$  값이 0.3인 경우를 나타내고, 도 18B는 조명  $\sigma$  값이 0.4인 경우를 나타내며, 도 18C는 조명  $\sigma$  값이 0.6인 경우를 나타내고 있다.

[0086] 도 18A 내지 도 18C에 있어서, 참조 부호 (E1)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하지 않고 코마 수차만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E2)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하는 한편, (E1)과 동등한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E3)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E2)와 같은 절대치량이지만 그 방향이 (E2)와는 반대인 광축 어긋남이 존재하고, 또한, (E1)과 동등한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.

[0087] 도 18A 내지 도 18C에 있어서의 세로축의 스케일은 동일하다. 상이한 조명  $\sigma$  값 간에 파형 비대칭성(E)이 변화하는 경우에도, 각 조명  $\sigma$  값에 대해서 코마 수차 조정 포커스 위치가 있다.

[0088] 또, 도 19A 내지 도 19C는 코마 수차나 광축 어긋남이 존재하지 않는 상태(이상 상태)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 각각의 조명  $\sigma$  값(0.3, 0.4 및 0.6)으로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)한 경우의 검출 파형을 나타낸다. 도 19A는 조명  $\sigma$  값이 0.3인 경우를 나타내고, 도 19B는 조명  $\sigma$  값이 0.4인 경우를 나타내며, 도 19C는 조명  $\sigma$  값이 0.6인 경우를 나타내고 있다.

[0089] 도 18A 내지 도 18C 및 도 19A 내지 도 19C를 참조하면, 도 6B에 나타난 바와 같은 상부 피크(WU<sub>1</sub>) 및 (WU<sub>2</sub>)를 가지는 검출 파형이 얻어지는 한, 어떠한 조명  $\sigma$  값에 대해서도 코마 수차 조정 포커스 위치가 존재하고, 이러한 코마 수차 조정 포커스 위치에서 코마 수차를 고정밀도로 조정할 수 있다.

[0090] 또, 도 20에 나타난 바와 같이, 실리콘 면에 레지스트에 의해 단차(DL)를 형성한 레지스트 웨이퍼(RW)를 이용하는 경우를 고려하자. 도 21은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 조명  $\sigma$  값 0.4로 레지스트 웨이퍼(RW)를 조명(검출)하여 얻어진 검출 파형의 안쪽 상부 피크에 있어서의 파형 비대칭성과 레지스트 웨이퍼(RW)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸다. 또, 도 22는 코마 수차나 광축 어긋남이 존재하지 않는 상태(이상 상태)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 조명  $\sigma$  값 0.4로 레지스트 웨이퍼(RW)를 조명(검출)한 경우의 검출 파형을 나타낸다.

[0091] 도 21에 있어서, 참조 부호 (E1)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하지 않고 코마 수차만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E2)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋

남이 존재하고, 또한, (E1)과 동일한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E3)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E2)와 같은 절대치량이지만 그 방향이 (E2)와는 반대인 광축 어긋남이 존재하고, 또한, (E1)과 동일한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.

- [0092] 도 21을 참조하면, 코마 수차 조정 포커스 위치가 존재한다. 따라서, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법에 대해서는 도 6B에 나타난 바와 같은 상부 피크(WU<sub>1</sub>) 및 (WU<sub>2</sub>)를 가지는 검출 파형을 얻을 수 있는 한, 도 20에 나타난 바와 같은 레지스트 웨이퍼(RW)나 프로세스 웨이퍼를 이용할 수 있다.
- [0093] 또, 본 실시형태에서는 도 6B에 나타난 검출 파형의 상부 피크(WU<sub>1</sub>) 및 (WU<sub>2</sub>) 간의 파형 비대칭성을 이용해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조정하는 방법을 설명했지만, 도 6B에 나타난 검출 파형의 하부 피크(WD1) 간의 파형 비대칭성을 이용해도 무방하다.
- [0094] 도 23은 검출 파형의 하부 피크(도 6B에 나타난 검출 파형의 하부 피크(WD<sub>1</sub>)) 간의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 또, 도 23은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 조명  $\sigma$  값 0.4로  $\lambda/8$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)(도 5 참조)를 조명(검출)한 경우를 나타내고 있다.
- [0095] 도 23에 있어서, 참조 부호 (E11)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하지 않고 코마 수차만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E21)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 존재하고, 또한, (E11)과 동일한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E31)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E21)과 같은 절대치량을 가지지만 그 방향은 (E21)과는 반대인 광축 어긋남이 존재하고, 또한, (E11)과 동일한 양의 코마 수차가 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.
- [0096] 도 23을 참조하면, 파형 비대칭성(E)이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 포커스 위치(코마 수차 조정 포커스 위치)(B)가 존재한다. 따라서, 도 23에 나타난 바와 같은 검출 파형의 하부 피크 간의 파형 비대칭성을 이용해도 코마 수차 조정 포커스 위치를 특정할 수 있다.
- [0097] 또한, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법(즉, 코마 수차 조정 포커스 위치에서의 코마 수차 조정)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조립할 때나 노광장치에 탑재한 후에도 이용할 수 있다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 노광장치에 탑재한 후에 코마 수차를 조정하는 경우에는, 제어부(90)가 파형 비대칭성에 의거해서 구동부(815)를 개재해서 광학 부재(810)를 자동적으로 구동한다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 노광장치에 탑재한 후에 광축 어긋남을 조정하는 경우에는, 제어부(90)가 파형 비대칭성에 의거해서 구동부(813) 또는 (814)를 개입시켜 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 자동적으로 구동한다. 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 노광장치에 탑재했을 경우에는 노광장치의 정기적인 유지보수나 노광장치에 고장이 발생했을 때에 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정을 실시하는 것이 바람직하다.
- [0098] 지금까지는 파형 비대칭성이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 포커스 위치(코마 수차 조정 포커스 위치)에서 코마 수차를 조정된 후에 광축 빛나감을 조정하는 조정방법에 대해 설명했지만, 파형 비대칭성이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차의 영향을 받지 않는 포커스 위치에서 광축 어긋남을 조정된 후에도 코마 수차를 조정하는 것이 가능하다.
- [0099] 검출 파형의 비대칭성이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 코마 수차의 영향을 받지 않는 포커스 위치에서 광축 어긋남을 조정하는 조정방법에 대해 설명한다. 도 24A 및 도 24B는  $\lambda/8$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)(도 5 참조)를 조명  $\sigma$  값 0.9로 조명(검출)한 경우에 얻어진 검출 파형의 일례를 나타낸 차트이다. 또, 도 24A는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차나 광축 어긋남이 존재하지 않는 경우에 얻어진 검출 파형을 나타내고, 도 24B는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차나 광축 어긋남이 존재하는 경우에 얻어진 검출 파형을 나타낸다.
- [0100] 도 25는 도 24A 및 도 24B에 나타난 검출 파형의 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 25에서는 세로축에 파형 비대칭성(E)을 나타내고, 가로축에 포커스 위치(Z)를 나타낸다. 또, 파형 비대칭성(E)은, 예를 들어, 도 24B에 나타난 검출 파형에 있어서 왼쪽 하부 피크의 강도를 Ie, 오른쪽 하부 피크의 강도를 Id, 베이스 라인의 강도를 If라 하면, (Ie-Id)/If[%]로 정의된다.
- [0101] 도 25에 있어서, 참조 부호 (E4)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 존재하지 않고, 광축 어긋남만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E5)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차

가 존재하고, 또한, (E4)와 동일한 양의 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E6)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E5)의 2배의 코마 수차가 존재하는 한편, (E4)와 동일한 양의 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.

- [0102] 도 25를 참조하면, 포커스 위치(H)에서는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남에 부가해서 코마 수차가 존재해도(E5 및 E6), 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남만이 존재하는 경우(E4)와 같은 파형 비대칭성이 얻어진다. 포커스 위치(H)에 있어서는 파형 비대칭성은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차의 영향을 받고 있지 않다. 즉, 포커스 위치(H)는 코마 수차에 대해서 둔감하다. 따라서, 포커스 위치(H)에 있어서, 검출 파형이 대칭이 되도록 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 광축에 수직인 방향으로 구동하면, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차의 영향을 받지 않고 광축 어긋남만을 고정밀도로 조절할 수 있다.
- [0103] 도 26은 파형 비대칭성이 코마 수차의 영향을 받지 않는 포커스 위치, 예컨대, 포커스 위치(H)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정한 후의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치와의 관계를 나타낸다. 또, 이하에서는 파형 비대칭성이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차의 영향을 받지 않는 포커스 위치를 광축 어긋남 조정 포커스 위치라고 칭한다.
- [0104] 도 26에 있어서, 참조 부호 (E5a)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남이 완전하게 조정되어 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차만이 잔존하는 경우로 도 25에 나타난 파형 비대칭성(E5)에 대응한다. 마찬가지로, 참조 부호 (E6a)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남이 완전하게 조정되어 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차((E5a)의 2배)만이 잔존하는 경우로 도 25에 나타난 파형 비대칭성(E6)에 대응한다.
- [0105] 도 26에 나타난 파형 비대칭성(E5a) 및 (E6a)은, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 광축 어긋남이 잔존하고 있지 않기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광학계의 코마 수차에 기인하고 있다. 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차는 파형 비대칭성이 비교적 큰 포커스 위치(I)에 대해 조정하는 것이 바람직하다. 포커스 위치(I)는, 예를 들어, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 구동(디포커스)시킴으로써 검출할 수 있다. 또, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차는, 전술한 것처럼, 구동부(815)를 개재해서 광학 부재(810)를 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동함으로써 조정할 수 있다.
- [0106] 또, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차는 구동(포커스)에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치 편차량을 기준으로서 이용해서 조정해도 된다. 위치 어긋남량을 기준으로서 이용하는 경우, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 디포커스시켰을 때의 각 포커스 위치에서의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 검출 파형이 포커스 위치와는 무관하게 일정하게 되도록 코마 수차를 조정한다. 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남의 양쪽 모두에 기인해서 어긋나게 된다. 그러나, 이 경우, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 완전하게 조정하고 있기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차에 의해서만 발생한다.
- [0107] 포커스 위치(I)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정한 후의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치와의 관계는 도 13에 나타난 것과 마찬가지로이다. 파형 비대칭성의 원인인 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차 및 광축 어긋남이 완전하게 조정되고 있기 때문에, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대해서 파형 비대칭성은 발생하지 않는다.
- [0108] 이와 같이 해서, 광축 어긋남 조정 포커스 위치에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정함으로써, 웨이퍼 얼라인먼트 광학계(80)의 코마 수차와 광축 어긋남을 분리해서(독립적으로) 조정할 수 있다.
- [0109] 이하, 도 27을 참조해서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 구체적인 조정방법(특히, 광축 어긋남 조정 포커스 위치의 특징)에 대해서 설명한다. 도 27은 본 발명의 일 측면에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0110] 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남 조정 포커스 위치를 특정하기 위해서는, 서로 다른 2개의 광학 부재(810)의 위치의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성(E)을 취득할 필요가 있다. 우선, 스텝 S1102에 있어서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 있어서의 광학 부재(810)의 위치를 설정한다(설정 스텝). 즉, 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동함으로써 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차를 발생시킨다. 그 다음에, 스텝 S1104에 있어서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치를 상대적으로 변화시키면서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 검출 파형을 검출한다(검출 스텝). 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 구동(디포커싱) 및 이 포커스 위치에서의 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 검

출을 반복함으로써, 복수의 포커스 위치에서 도 24A 및 도 24B에 나타난 바와 같은 검출 파형을 얻을 수 있다.

- [0111] 다음에, 스텝 S1106에 있어서, 스텝 S1104에서 검출된 검출 파형의 비대칭성을 나타내는 파형 비대칭성(평가치)을 산출한다(산출 스텝). 구체적으로는, 도 24A 및 도 24B를 참조해서 설명한 파형 비대칭성의 정의에 따라 파형 비대칭성을 산출한다. 이것에 의해, 1개의 광학 부재(810)의 위치에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득할 수 있다.
- [0112] 그 다음에, 스텝 S1108에 있어서, 2개 이상의 광학 부재(810)의 위치의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득했는지의 여부를 판단한다. 2개 이상의 광학 부재(810)의 위치의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하고 있지 않은 경우에는 다른 광학 부재(810)의 위치에서의 파형 비대칭성을 취득하기 위해서, 처리는 스텝 S1102로 귀환한다.
- [0113] 한편, 2개 이상의 광학 부재(810)의 위치의 각각에 대해서, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하고 있는 경우, 처리는 스텝 S1110으로 진행된다. 스텝 S1110에서는, 스텝 S1106에서 산출된 파형 비대칭성에 의거해서 광축 조정 포커스 위치를 산출(특정)한다(특정 스텝). 구체적으로는, 2개 이상의 광학 부재(810)의 위치에 있어서, 스텝 S1106에서 산출된 파형 비대칭성이 일정하게 유지되는 포커스 위치, 즉, 파형 비대칭 특성선의 교점(도 25에 나타난 바와 같은 포커스 위치(H))을 광축 어긋남 조정 포커스 위치로서 특정한다.
- [0114] 다음에, 스텝 S1112에 있어서, 스텝 S1110에서 특정된 광축 어긋남 조정 포커스 위치에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정한다(제1조정 스텝). 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 광축 어긋남 조정 포커스 위치로 이동시켜, 스텝 S1106에서 산출한 파형 비대칭성이 0이 되도록 조명 광원(801) 또는 개구 조리개(803)를 광축에 수직인 방향으로 구동해서 광축 어긋남을 조정한다.
- [0115] 그 다음에, 스텝 S1114에 있어서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정한다(제2조정 스텝). 구체적으로는, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 광축 어긋남 조정 포커스 위치로부터 파형 비대칭성이 상대적으로 높은 포커스 위치(예를 들면, 도 26에 나타난 포커스 위치(I))로 이동시킨다. 그리고, 이러한 포커스 위치에서, 파형 비대칭성이 0이 되도록, 광학 부재(810)를 광축에 수직인 방향으로 구동해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차를 조정한다. 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코마 수차는, 전술한 것처럼, 디포커스에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 위치 편차량을 기준으로해서 이용해서 조정해도 무방하다.
- [0116] 이와 같이 해서, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법에 의하면, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 코어 수차 및 광축 어긋남을 완전하게(즉, 코마 수차나 광축 어긋남이 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 존재하지 않는 상태로) 조정할 수 있다.
- [0117] 또, 본 실시형태에서는 2개의 광학 부재(810)의 위치의 각각에 대해서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득하고 있지만, 3개 이상의 광학 부재(810)의 위치에서 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득해도 무방하다. 또, 2개 이상의 광학 부재(810)의 위치의 각각에 대해서 파형 비대칭성을 취득하는 공정(즉, 스텝 S1102 내지 S1106)은 광축 어긋남 조정 포커스 위치를 특정할 때마다 실시할 필요는 없다. 예를 들어, 도 25에 나타난 바와 같은 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치에 대한 파형 비대칭성을 취득했을 경우를 고려하자. 이 경우, 동일한 조명 조건 하에 설정되고 동일한 웨이퍼 위에 형성된 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)는, 베스트 포커스 위치와 광축 어긋남 조정 포커스 위치와의 차이량을 취득함으로써, 상기 광축 어긋남 조정 포커스 위치로 용이하게 이동될 수 있다.
- [0118] 도 28은 소정의 조명 조건 하에 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명한 경우의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 28에 있어서, 포커스 위치(J)는 베스트 포커스 위치이다. 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 광축 어긋남 조정 포커스 위치인 포커스 위치(H)로 이동시키기 위해서는, 우선, 포커스 위치(베스트 포커스 위치)(J)를 산출하고 이러한 포커스 위치(J)와 (H)와의 차이량(K)을 취득한다. 그리고, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 포커스 위치(J)로 이동시킨 후, 차이량(K)만큼 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이동시킨다. 이 작동에 의해, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 광축 어긋남 조정 포커스 위치인 포커스 위치(H)로 이동시킬 수 있다. 이와 같이, 베스트 포커스 위치와 광축 어긋남 조정 포커스 위치와의 관계를 취득함으로써, 2번째 이후의 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정시, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 광축 어긋남 조정 포커스 위치로 용이하게 단시간에 이동시킬 수 있다. 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 베스트 포커스 위치로부터 광축 어긋남 조정 포커스 위치로 이동시켜 광축 어긋남을 조정하는 방법은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조립할 때나 혹은 노광장치에 탑재한 후에도 이용될 수 있다.

- [0119] 또, 본 실시형태에서는  $\lambda/8$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이용해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조정하는 방법을 설명했지만, 이러한 방법은  $\lambda/8$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 이용으로 특히 한정되는 것은 아니다. 파형 비대칭성이 코마 수차의 영향을 받지 않는 광축 어긋남 포커스 위치가 존재하는 한, 레지스트 웨이퍼나 프로세스 웨이퍼 등의 어떠한 웨이퍼를 이용해도 된다. 단, 광축 어긋남을 고정밀도로 조정하기 위해서는 광축 어긋남에 대해서 민감도가 비교적 높은 웨이퍼를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0120] 도 29는 검출 파형의 하부 피크 간(도 24A에 나타난 하부 피크부(WU<sub>2</sub>))의 광축 어긋남 조정 포커스 위치에서의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량과의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 29에서는 세로축에 파형 비대칭성(E)을 나타내고, 가로축에 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량을 나타낸다. 도 29를 참조하면, 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량이  $\lambda/8$  근방인 경우에, 파형 비대칭성(E)이 가장 크다.
- [0121] 이와 같이 해서, 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 조정함에 있어서, 검출 파형의 하부 피크에서  $\lambda/8$  근방의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)가 광축 어긋남에 대해서 가장 높은 민감도를 나타낸다. 따라서,  $\lambda/8$  근방의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이용함으로써 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 광축 어긋남을 고정밀도로 조정하는 것이 가능해진다. 또한, 도 29에 나타난 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 단차량에 대한 파형 비대칭성(E)의 관계는 주기적으로 변화하기 때문에,  $\lambda/8$ 의 홀수배의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 이용해도 광축 어긋남을 고정밀도로 조정할 수 있다.
- [0122] 또, 본 실시형태에서는 조명  $\sigma$  값 0.9로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)한 경우의 검출 파형을 이용해서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조정하는 방법을 설명하였지만, 도 24A에 나타난 바와 같이 하부 피크(WU<sub>2</sub>)를 가지는 검출 파형을 얻을 수 있는 한, 어떠한 조명  $\sigma$  값으로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)해도 무방하다.
- [0123] 도 30A 내지 도 30C는 3개의 조명  $\sigma$  값으로  $\lambda/8$ 의 단차(DL)를 가지는 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)하여 얻어진 검출 파형의 하부 피크 간의 파형 비대칭성(E)과 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 30A는 조명  $\sigma$  값이 0.9인 경우를 나타내고, 도 30B는 조명  $\sigma$  값이 0.6인 경우를 나타내며, 도 30C는 조명  $\sigma$  값이 0.4인 경우를 나타내고 있다.
- [0124] 도 30A 내지 도 30C에 있어서, 참조 부호 (E4)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 존재하지 않고 광축 어긋남만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E5)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 존재하는 한편, (E4)와 동일한 양의 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E6)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E5)의 2배의 코마 수차가 존재하는 한편, (E4)와 동일한 양의 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.
- [0125] 도 30A 내지 도 30C의 세로축을 따른 스케일은 동일하다. 상이한 조명  $\sigma$  값 간에는 파형 비대칭성(E)이 변하지만, 각각의 조명  $\sigma$  값에 대해서, 광축 어긋남 조정 포커스 위치가 존재한다.
- [0126] 또, 도 31A 내지 도 31C는 광축 어긋남이나 코마 수차가 존재하지 않는 상태(이상 상태)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 각 조명  $\sigma$  값(0.9, 0.6 및 0.4)으로 웨이퍼 얼라인먼트 마크(42)를 조명(검출)한 경우의 검출 파형을 나타낸다. 도 31A는 조명  $\sigma$  값이 0.9인 경우를 나타내고, 도 31B는 조명  $\sigma$  값이 0.6인 경우를 나타내며, 도 31C는 조명  $\sigma$  값이 0.4인 경우를 나타내고 있다.
- [0127] 도 30A 내지 도 30C 및 도 31A 내지 도 31C를 참조하면, 도 24A에 나타난 바와 같이 하부 피크(WU<sub>2</sub>)를 가지는 검출 파형이 얻어지는 한, 어떠한 조명  $\sigma$  값에 대해서도 광축 어긋남 조정 포커스 위치가 존재하며, 이러한 광축 어긋남 조정 포커스 위치에서 광축 어긋남을 고정밀도로 조정할 수 있다.
- [0128] 또, 도 20에 나타난 바와 같이, 실리콘면에 레지스트로 단차(DL)를 형성한 레지스트 웨이퍼(RW)를 이용하는 경우를 고려하자. 도 32는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 조명  $\sigma$  값 0.9로 레지스트 웨이퍼(RW)를 조명(검출)한 경우 얻어진 검출 파형의 하부 피크 간의 파형 비대칭성과 레지스트 웨이퍼(RW)의 포커스 위치(Z)와의 관계를 나타낸다. 또한, 도 33은 광축 어긋남이나 코마 수차가 존재하지 않는 상태(이상 상태)에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)가 조명  $\sigma$  값 0.9로 레지스트 웨이퍼(RW)를 조명(검출)한 경우의 검출 파형을 나타낸다.
- [0129] 도 32에 있어서, 참조 부호 (E4)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 존재하지 않고, 광축 어긋남만이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호 (E5)는 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 코마 수차가 존재하는 한편, (E4)와 동일한 양의 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다. 참조 부호

(E6)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에 (E5)의 2배의 코마 수차가 존재하는 한편, (E4)와 동일한 양의 광축 어긋남이 존재하는 경우의 파형 비대칭성을 나타낸다.

- [0130] 도 32를 참조하면, 광축 어긋남 조정 포커스 위치가 존재한다. 따라서, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법에 대해서는 도 24A에 나타난 바와 같은 하부 피크(WU<sub>2</sub>)를 가지는 검출 파형을 얻을 수 있는 한, 도 20에 나타난 바와 같은 레지스트 웨이퍼(RW)나 프로세스 웨이퍼를 이용하는 것이 가능하다.
- [0131] 또, 본 실시형태에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 조정방법(즉, 광축 어긋남 조정 포커스 위치에 있어서의 코마 수차의 조정)은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조립할 때 또는 노광장치에 탑재한 후에도 이용하는 것이 가능하다.
- [0132] 또한, 전술한 본 실시형태에 따른 조정방법은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에서처럼, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)(또는 (75))나 투영 광학계(30)에 대해서 적용될 수도 있다.
- [0133] 이하, 본 실시형태에 따른 조정방법을 레티클 얼라인먼트 검출계(70)나 투영 광학계(30)에 대해서 적용한 경우에 대해서 설명한다. 또, 투영 광학계(30)의 코마 수차를 고정밀도로 조정하기 위해서는, 후술하는 바와 같이, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차 및 광축 어긋남을 조정한 후에, 투영 광학계(30)를 조정하는 것이 필요하다.
- [0134] 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 조정방법에 대해 설명한다. 레티클 얼라인먼트 검출계(70)에 의해 사출되고 노광광의 파장과 동일한 파장을 가진 광속이 레티클(20) 위의 레티클 얼라인먼트 검출계용의 조정 마크(도시 생략)를 조명한다. 이러한 레티클 얼라인먼트 검출계용의 조정 마크로부터의 반사광, 회절광 및 산란광은 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광전 변환 소자에 의해 검출된다. 이 조작에 의해, 도 6A 및 도 6B에 나타난 바와 같은 검출 파형을 얻을 수 있다.
- [0135] 여기서, 도 9에 나타난 바와 같은 검출 파형의 비대칭성과 레티클 얼라인먼트 검출계용의 조정 마크의 포커스 위치와의 관계를 얻기 위해서, 레티클 스테이지(25)를 Z축 방향으로 구동시켜 조정 마크를 디포커스시킨다. 또, 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서, 검출 파형의 비대칭성과 조정 마크의 포커스 위치와의 관계를 취득한다. 또, 레티클 스테이지(25)를 구동시킴으로써 레티클(20) 위의 위치 조정 마크를 디포커스시키는 대신에, 레티클 스테이지(25)를 고정시키고 레티클 얼라인먼트 검출계(70)를 Z축 방향으로 구동시킴으로써 조정 마크를 디포커스시켜도 된다.
- [0136] 검출 파형 비대칭성과 레티클 얼라인먼트 검출계용의 조정 마크의 포커스 위치와의 관계가 얻어지면, 파형 비대칭성이 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 코마 수차 조정 포커스 위치로 조정 마크를 이동시킨다. 그리고, 이러한 코마 수차 조정 포커스 위치에서 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차를 조정한다. 구체적으로는, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차를 조정하기 위한 광학 부재를 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동하여, 파형 비대칭성이 0이 되도록 한다.
- [0137] 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차를 조정하면, 조정 마크를 코마 수차 조정 포커스 위치로부터 디포커스시켜, 파형 비대칭성에 의거해서, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광축 어긋남을 조정한다. 구체적으로는, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광학계의 동공면(물체면에 대한 광학적인 푸리에 변환면)에 위치하는 개구 조리개 또는 광원을 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동해서, 파형 비대칭성이 0이 되도록 조정한다.
- [0138] 이와 같이 해서, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차와 광축 어긋남을 독립해서(분리해서) 고정밀도로 조정할 수 있다. 또, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광축 어긋남은 파형 비대칭성에 의거해서 조정하거나, 또는 디포커스에 대한 조정 마크의 위치 편차량을 기준으로서 이용해서 조정해도 된다. 위치 어긋남량을 기준으로서 이용하는 경우, 조정 마크를 디포커스시켰을 때의 각 포커스 위치에서의 조정 마크의 검출 파형이 포커스 위치와 무관하게 일정하게 되도록 광축 어긋남을 조정한다.
- [0139] 이상의 설명에서는 코마 수차 조정 포커스 위치에서 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차를 조정한 후에 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광축 어긋남을 조정하였지만, 파형 비대칭성이 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 광축 어긋남 조정 포커스 위치에서 상기 광축 어긋남을 조정한 후에, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차를 조정해도 무방하다.
- [0140] 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차 및 광축 어긋남이 고정밀도로 조정되면, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광원을 이용해서 투영 광학계(30)의 코마 수차를 고정밀도로 조정하는 것이 가능해진다.

- [0141] 이하, 투영 광학계(30)의 조정방법에 대해 설명한다. 코마 수차 및 광축 어긋남이 완전하게 조정된 레티클 얼라인먼트 검출계(70)로부터 사출되어 노광광과 동일 파장의 광속은 레티클(20) 및 투영 광학계(30)를 투과해서 스테이지 기준판(50) 위의 투영 광학계용의 조정 마크(도시 생략)를 조명한다. 이러한 투영 광학계용의 조정 마크로부터의 반사광, 회절광 및 산란광은 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 광전 변환 소자에 의해 검출된다. 이 조작에 의해, 도 6A 및 도 6B에 나타난 바와 같은 검출 파형을 얻을 수 있다. 또, 얻어진 검출 파형이 비대칭성인 경우, 이러한 검출 파형의 비대칭성은, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 코마 수차 및 광축 어긋남이 완전하게 조정되고 있기 때문에, 투영 광학계(30)의 코마 수차 또는 광축 어긋남에 기인해서 발생되고 있었다.
- [0142] 여기서, 도 9에 나타난 바와 같은 검출 파형의 비대칭성과 투영 광학계용의 조정 마크의 포커스 위치와의 관계를 얻기 위해서, 웨이퍼 스테이지(45)를 Z축 방향으로 구동시켜 조정 마크를 디포커스시킨다. 또, 2개 이상의 동공 위치의 각각에 대해서, 검출 파형의 비대칭성과 조정 마크의 포커스 위치와의 관계를 취득한다. 또, 웨이퍼 스테이지(45)를 구동시킴으로써 스테이지 기준판(50) 위의 조정 마크를 디포커스시키는 대신에, 웨이퍼 스테이지(45)를 고정해서 레티클 얼라인먼트 검출계(70)를 Z축 방향으로 구동시킴으로써 스테이지 기준판(50) 위의 조정 마크를 디포커스시켜도 무방하다.
- [0143] 검출 파형의 비대칭성과 투영 광학계용의 조정 마크의 포커스 위치와의 관계가 얻어지면, 파형 비대칭성이 투영 광학계(30)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 코마 수차 조정 포커스 위치에 조정 마크를 이동시킨다. 그리고, 이러한 코마 수차 조정 포커스 위치에서 투영 광학계(30)의 코마 수차를 조정한다. 구체적으로는, 투영 광학계(30)의 코마 수차를 조정하기 위한 광학 부재를 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동해서, 파형 비대칭성이 0이 되도록 한다.
- [0144] 투영 광학계(30)의 코마 수차가 조정되면, 조정 마크를 코마 수차 조정 포커스 위치로부터 디포커스시키고, 파형 비대칭성에 의거해서 투영 광학계(30)의 광축 어긋남을 조정한다. 투영 광학계(30)의 광축 어긋남은, 투영 광학계(30)의 광학 부재를 구동하는 대신에, 투영 광학계(30)의 동공면(물체면에 대한 광학적인 푸리에 변환면)과 공역인 위치에 삽입된 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 개구 조리개 또는 광원을 구동함으로써 조정한다. 즉, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)의 개구 조리개 또는 광원을 광축에 대해서 수직인 방향으로 구동해서, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)와 투영 광학계(30)와의 전체 광축 어긋남이 0이 되도록 한다.
- [0145] 이와 같이 해서, 투영 광학계(30)의 코마 수차와 레티클 얼라인먼트 검출계(70)와 투영 광학계(30)의 전체 광축 어긋남을 독립해서(분리해서) 고정밀도로 조정할 수 있다. 또, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)와 투영 광학계(30)의 전체 광축 어긋남은 파형 비대칭성에 의거해서 조정하거나, 디포커스에 대한 조정 마크의 위치 편차량을 기준으로 해서 이용함으로써 조정해도 된다.
- [0146] 또, 상기 설명에서는, 코마 수차 조정 포커스 위치에서 투영 광학계(30)의 코마 수차를 조정한 후에, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)와 투영 광학계(30)의 전체 광축 어긋남을 조정하였지만, 파형 비대칭성이 투영 광학계(30)의 광축 어긋남의 영향을 받지 않는 광축 어긋남 조정 포커스 위치에서 광축 어긋남을 조정한 후에, 투영 광학계(30)의 코마 수차를 조정해도 된다.
- [0147] 이상 설명한 바와 같이, 투영 광학계(30)를 고정밀도로 조정하기 위해서는, 코마 수차 및 광축 어긋남이 완전하게 조정된 레티클 얼라인먼트 검출계(70)로부터의 광속으로 투영 광학계(30)를 조정할 필요가 있다. 코마 수차 및 광축 어긋남이 완전하게 조정되어 있지 않은 레티클 얼라인먼트 검출계(70)로부터의 광속으로 투영 광학계(30)를 조정하면, 검출 파형의 비대칭성이 투영 광학계(30)에 기인하는지, 레티클 얼라인먼트 검출계(70)에 기인하는지 판단할 수 없다. 따라서, 투영 광학계(30)의 코마 수차를 고정밀도로 조정할 수 없게 되어 버린다.
- [0148] 또, 전술한 바와 같은 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 투영 광학계(30)의 조정방법은 레티클 얼라인먼트 검출계(70)와 투영 광학계(30)를 조립할 때, 또는 노광장치에 탑재한 후에도 이용할 수 있다.
- [0149] 본 실시형태에 따른 조정방법은, 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80) 등의 위치검출장치에 있어서 광학계의 코마 수차와 광축 어긋남을 독립해서(분리해서) 고정밀도로 조정할 수 있다. 따라서, 본 실시형태에서 조정된 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 이용함으로써, 각종 조건 하에서의 웨이퍼 프로세스에 있어서 검출 오차를 저감시켜, 레티클(20)과 웨이퍼(40)를 고정밀도로 위치맞춤할 수 있다. 그 결과, 노광장치(1)는 높은 중첩 정밀도로 노광을 실시할 수 있다.
- [0150] 노광장치(1)의 동작에 있어서, 우선, 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 조정한다. 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)의 각각의 코마 수차 및 광축 어긋남은, 전술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 조정방법을 이용해서, 고정밀도로(완전하게) 조정된다. 이때, 코마 수

차 및 광축 어긋남이 고정밀도로 조정된 레티클 얼라인먼트 검출계(70)를 이용해서 투영 광학계(30)의 코마 수차를 조정해도 무방하다.

[0151] 다음에, 코마 수차 및 광축 어긋남이 고정밀도로 조정된 각각의 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)를 이용해서, 레티클(20)과 웨이퍼(40)의 위치 맞춤(얼라인먼트)을 실시한다. 이때, 레티클 얼라인먼트 검출계(70) 및 웨이퍼 얼라인먼트 검출계(80)에는 코마 수차나 광축 어긋남이 존재하고 있지 않기 때문에, 레티클(20)과 웨이퍼(40)는 고정밀도로 위치 맞춤된다.

[0152] 다음에, 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 노광에 의해 전사한다. 광원(12)으로부터 사출된 광속은 조명 광학계(14)를 개재해서 레티클(20)을 조명한다. 레티클(20)의 패턴을 반영하는 광 성분은 투영 광학계(30)를 통하여 웨이퍼(40) 위에 결상한다. 이때, 레티클(20)과 웨이퍼(40)는 고정밀도로 위치 맞춤 되고 있기 때문에, 높은 중첩 정밀도로 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 노광에 의해 전사할 수 있다. 또, 투영 광학계(30)도 고정밀도로 조정되고 있으므로, 우수한 결상 성능을 달성한다. 따라서, 노광장치(1)는 높은 처리량으로 경제성 좋고 고품위인 디바이스(예를 들어, 반도체 소자, LCD 소자, 촬상 소자(CCD 등), 박막 자기 헤드 등)를 제공할 수 있다. 또, 이들 디바이스는 노광장치(1)를 이용해서 레지스트(감광제)가 도포된 기판(예컨대, 웨이퍼, 유리판 등)을 노광하는 공정과, 노광된 기판을 현상하는 공정과, 그 외의 주지의 공정에 의해 제조된다.

[0153] 이상, 본 발명은 예시적인 실시형태를 참조해서 설명하였지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시형태로 제한되지 않는 것임은 물론이다. 이하의 특허청구범위의 범주는 그러한 변형과 등가의 구성 및 기능을 모두 망라하도록 최광의 해석에 따라 필요가 있다.

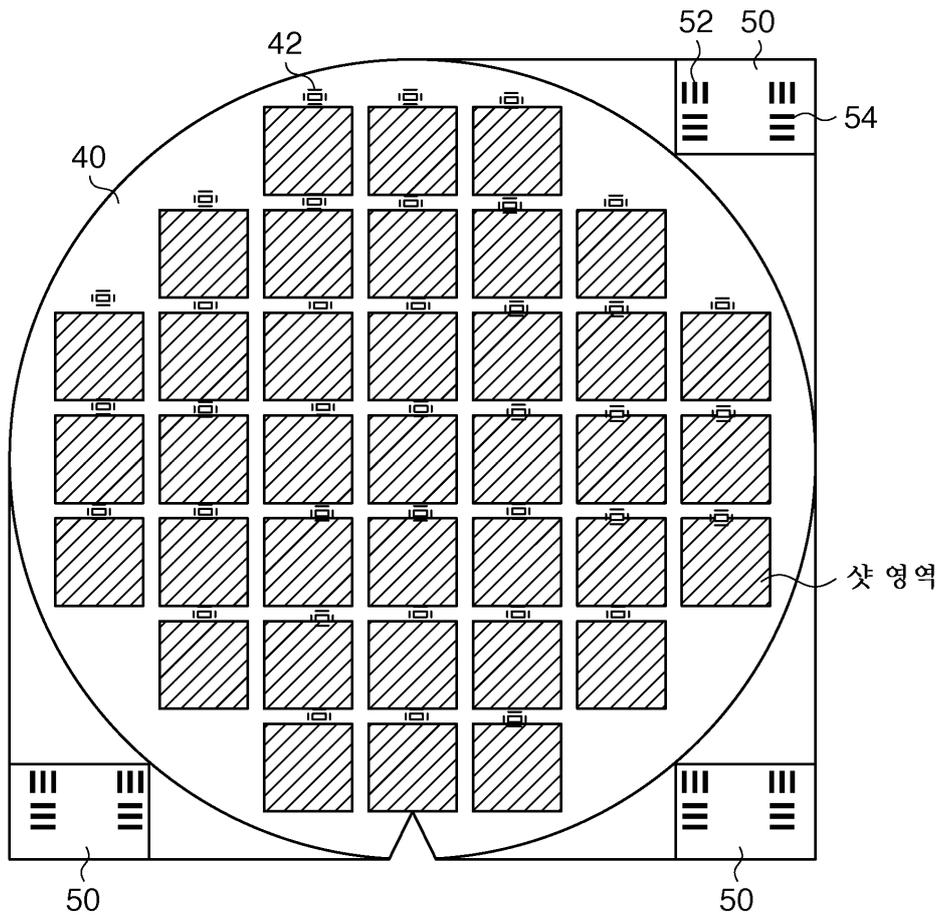
**도면의 간단한 설명**

- [0154] 도 1은 본 발명의 일 측면에 따른 노광장치를 나타낸 개략 블록도;
- [0155] 도 2는 도 1에 나타난 노광장치의 웨이퍼 스테이지 위에 배치되는 스테이지 기준판의 구성을 나타낸 도면;
- [0156] 도 3은 도 1에 나타난 노광장치의 웨이퍼 얼라인먼트 검출계의 구체적인 구성을 나타낸 개략 단면도;
- [0157] 도 4는 도 1에 나타난 노광장치의 웨이퍼 얼라인먼트 검출계에 있어서, 조명 광원에서의 빔 직경과 개구 조리개에서의 빔 직경과의 관계를 나타낸 도면;
- [0158] 도 5는 웨이퍼 얼라인먼트 마크의 일례를 나타낸 개략 단면도;
- [0159] 도 6A 및 도 6B는 도 5에 나타난 웨이퍼 얼라인먼트 마크를 웨이퍼 얼라인먼트 검출계가 검출했을 경우의 검출 파형의 일례를 나타낸 차트로서, 도 6A는 비대칭성 검출 파형을 나타낸 차트이고, 도 6B는 대칭성 검출 파형을 나타낸 차트;
- [0160] 도 7은 도 3에 나타난 웨이퍼 얼라인먼트 검출계가 광축 어긋남을 가지지 않는 경우를 나타낸 개략 단면도;
- [0161] 도 8은 도 3에 나타난 웨이퍼 얼라인먼트 검출계가 광축 어긋남을 가지는 경우를 나타낸 개략 단면도;
- [0162] 도 9는 도 6A 및 도 6B에 나타난 검출 파형의 피형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크의 포커스 위치와의 관계를 나타낸 그래프;
- [0163] 도 10은 검출 파형의 비대칭성의 정의를 설명하기 위한 차트;
- [0164] 도 11은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계의 코마 수차를 조정한 후의 파형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크의 포커스 위치와의 관계를 나타낸 그래프;
- [0165] 도 12는 코마 수차 조정 포커스 위치에서 웨이퍼 얼라인먼트 검출계의 코마 수차를 조정한 후의 파형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트 검출계에 대한 웨이퍼 얼라인먼트 마크의 포커스 위치와의 관계를 나타낸 그래프;
- [0166] 도 13은 웨이퍼 얼라인먼트 검출계의 광축 어긋남을 조정한 후의 파형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트 마크의 포커스 위치와의 관계를 나타낸 그래프;
- [0167] 도 14는 본 발명의 일 측면에 따른 웨이퍼 얼라인먼트 검출계의 조정방법을 설명하기 위한 순서도;
- [0168] 도 15는 소정의 조명 조건 하에서 웨이퍼 얼라인먼트 마크를 조명한 경우의 파형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트 마크의 포커스 위치와의 관계를 나타낸 그래프;
- [0169] 도 16은 검출 파형의 안쪽 상부 피크 간의 코마 수차 조정 포커스 위치의 파형 비대칭성과 웨이퍼 얼라인먼트

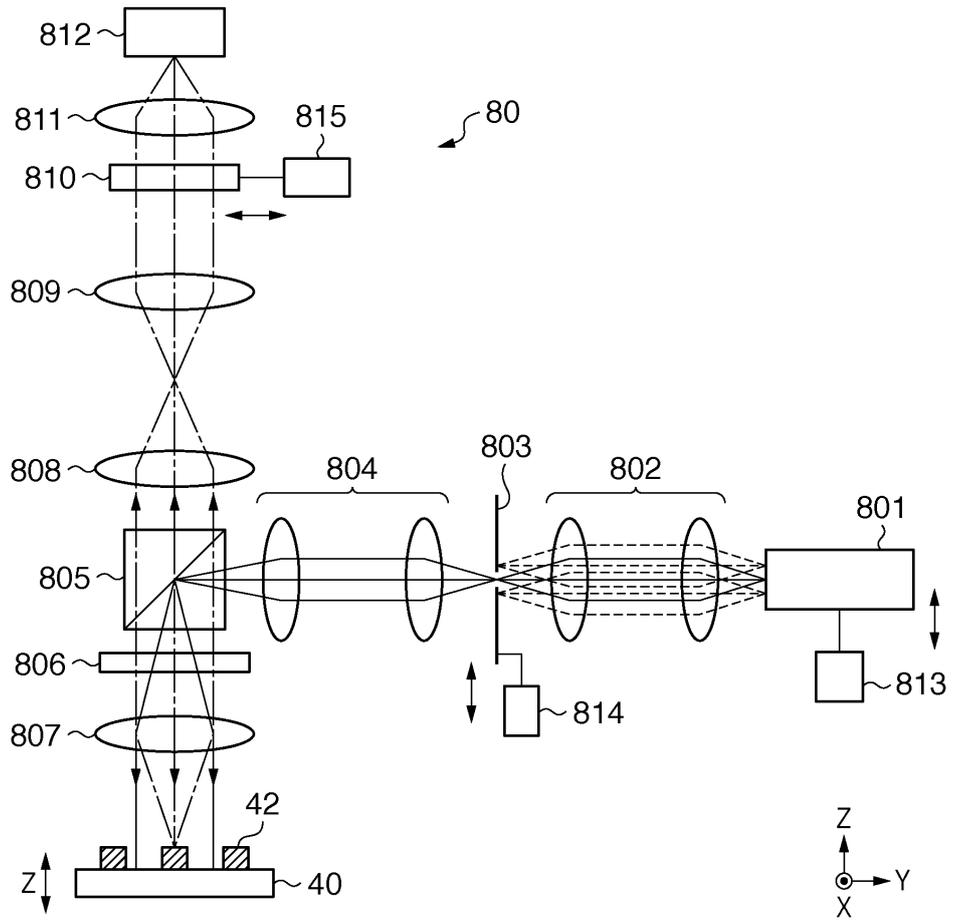




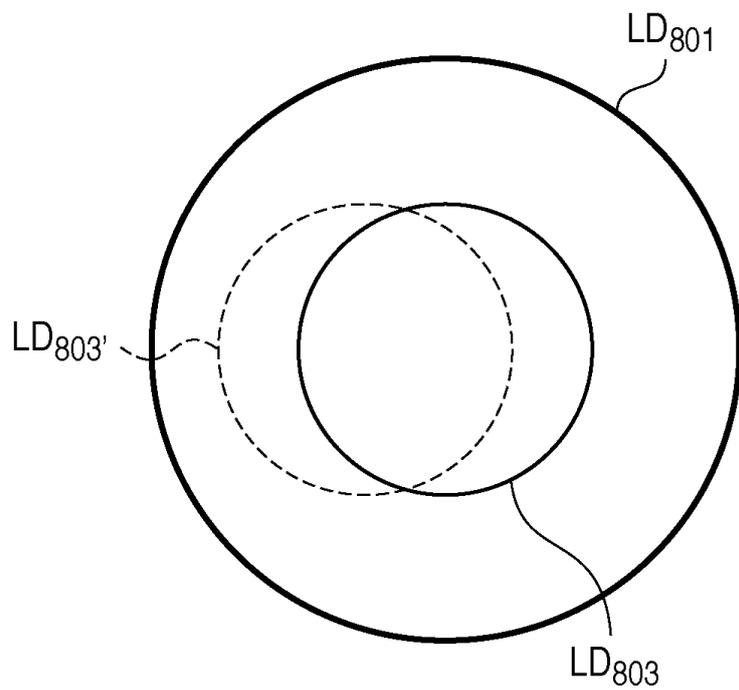
도면2



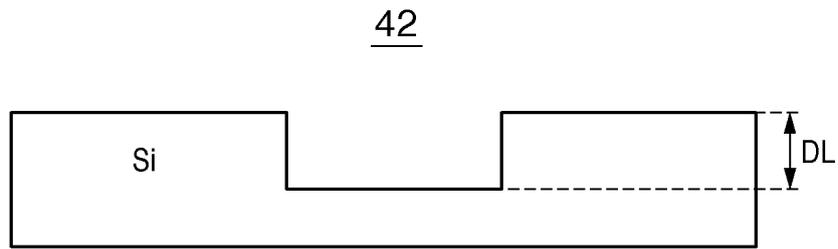
도면3



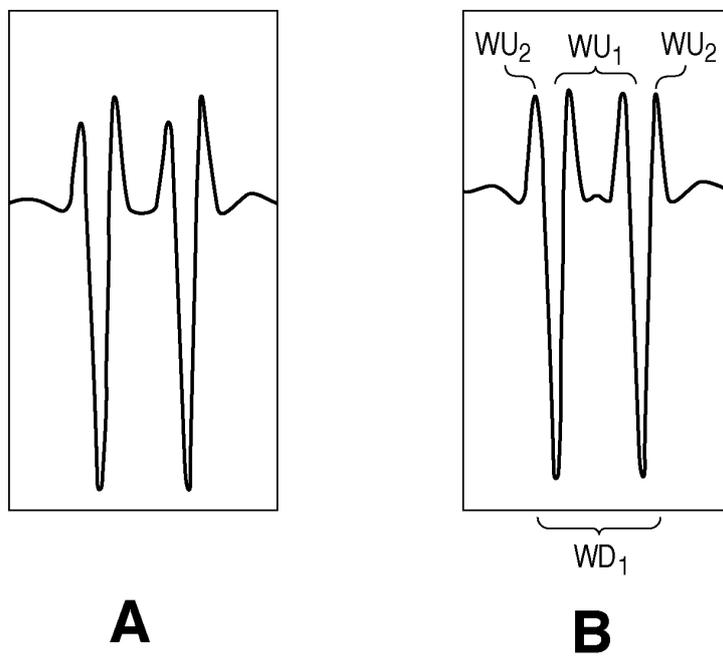
도면4



도면5

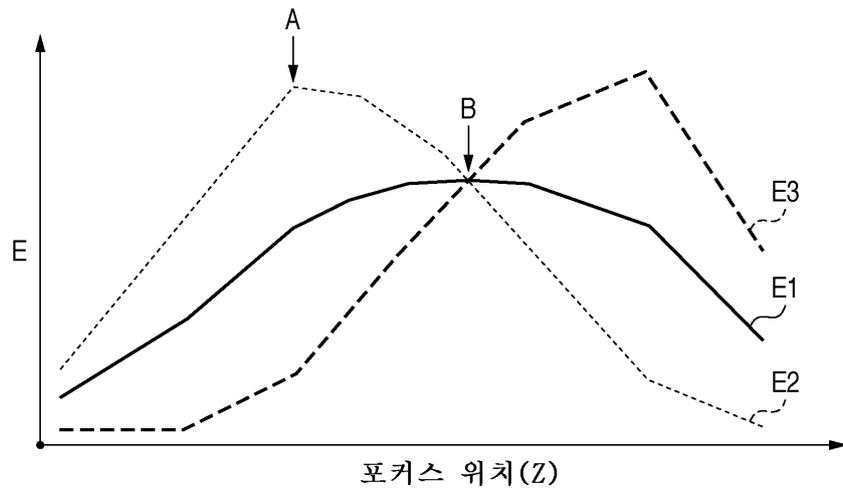


도면6

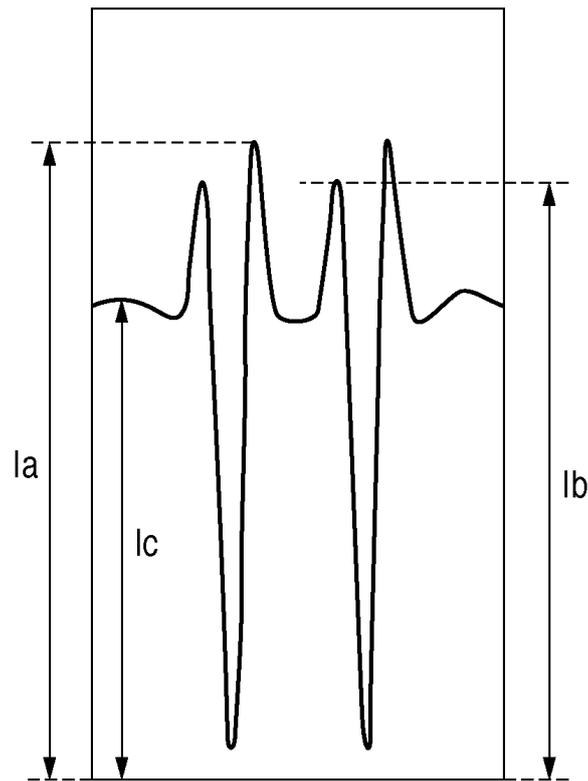




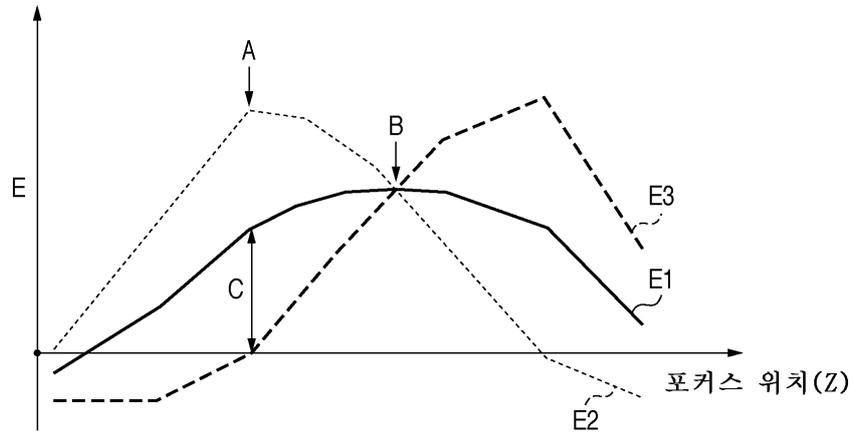
도면9



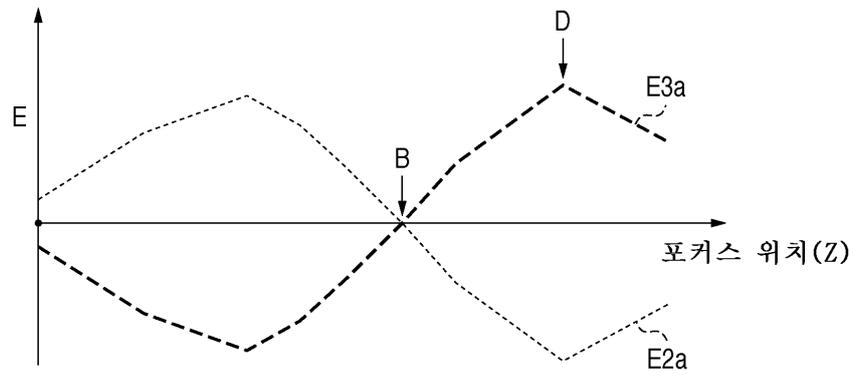
도면10



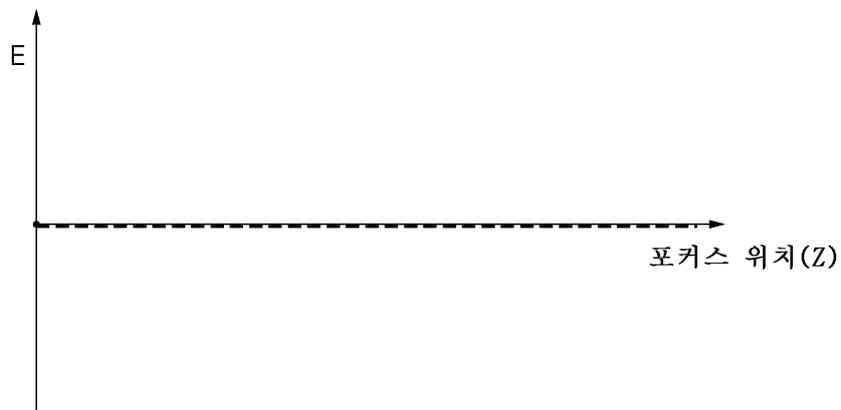
도면11



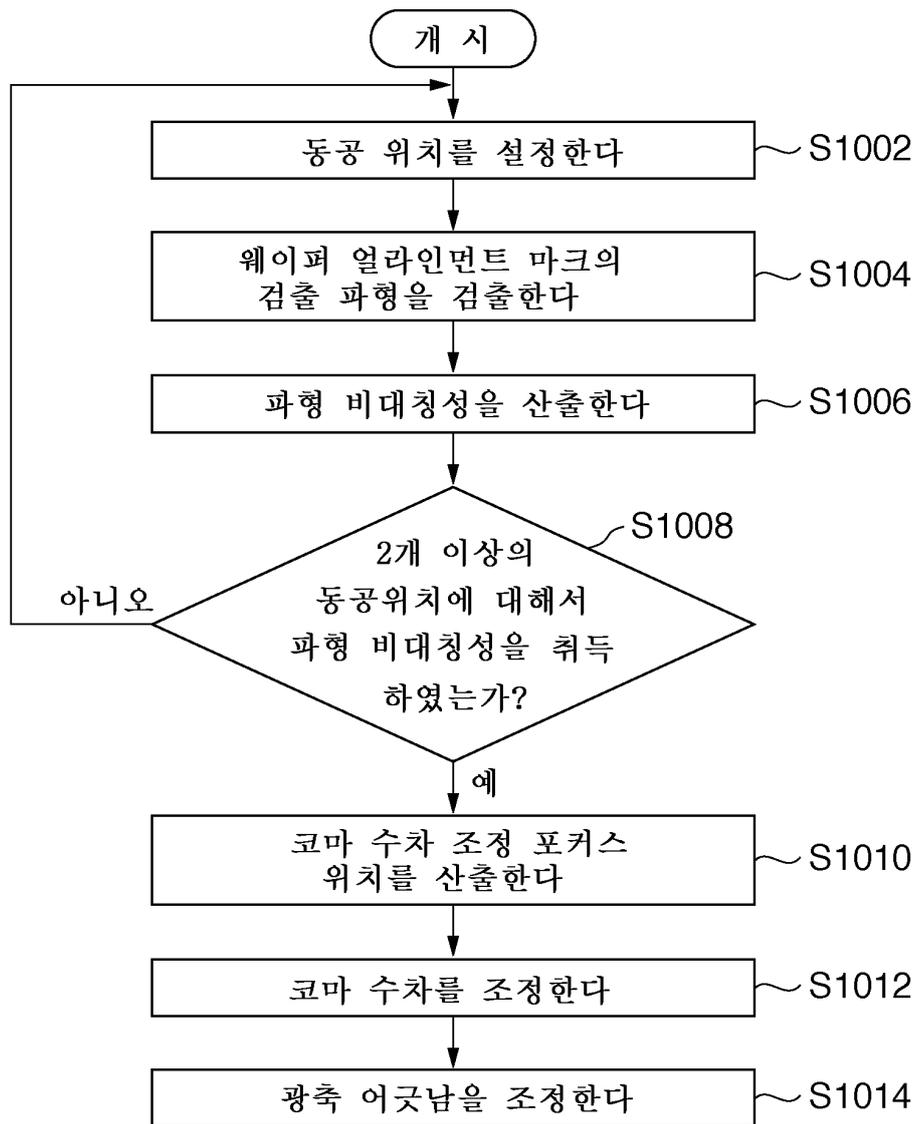
도면12



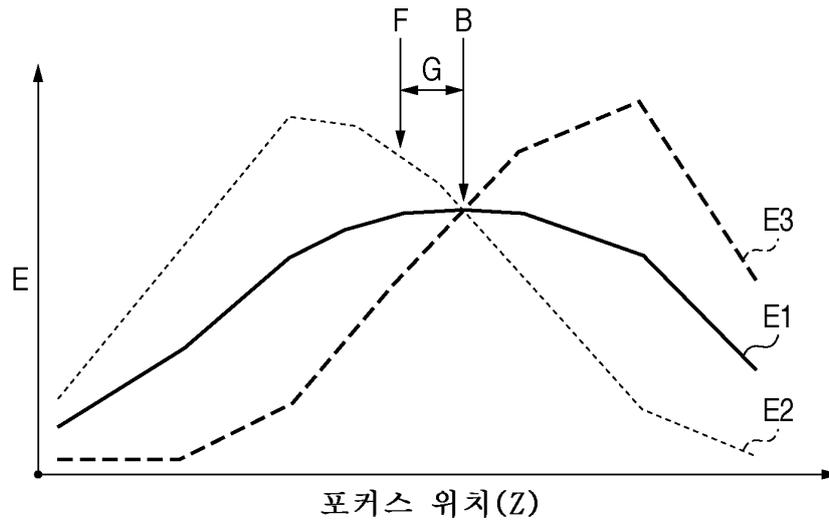
도면13



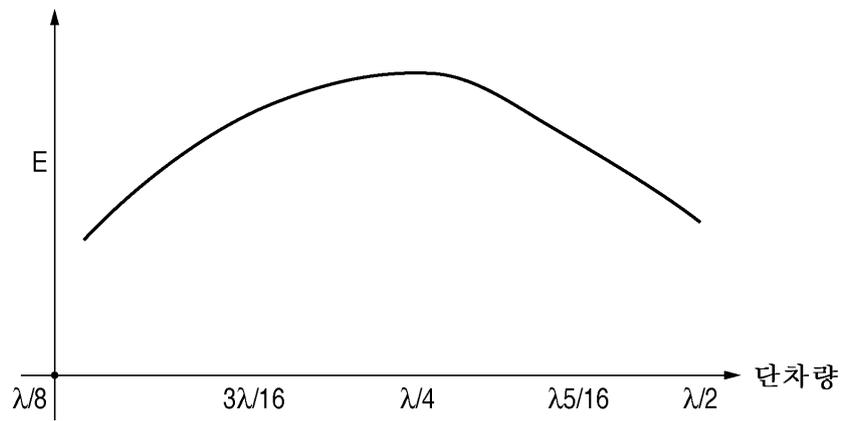
도면14



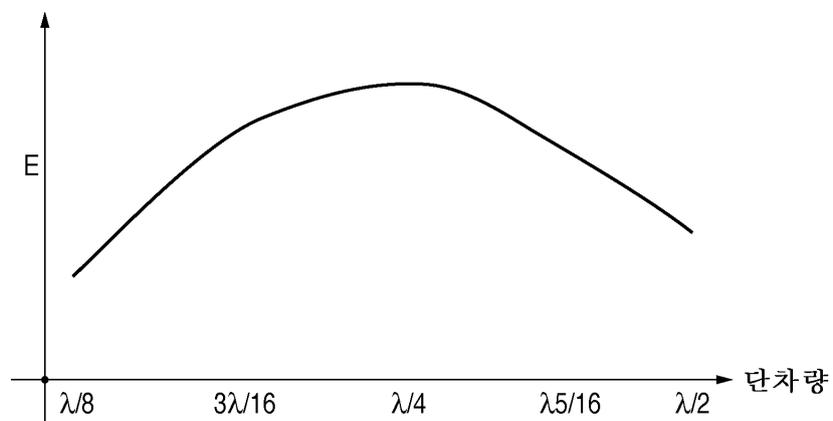
도면15



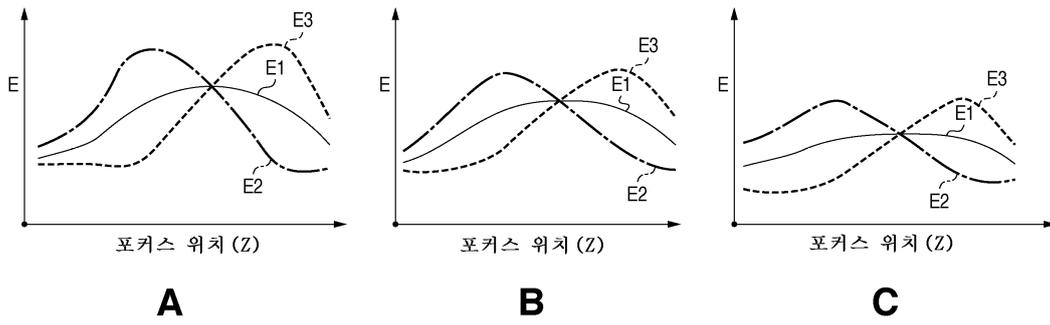
도면16



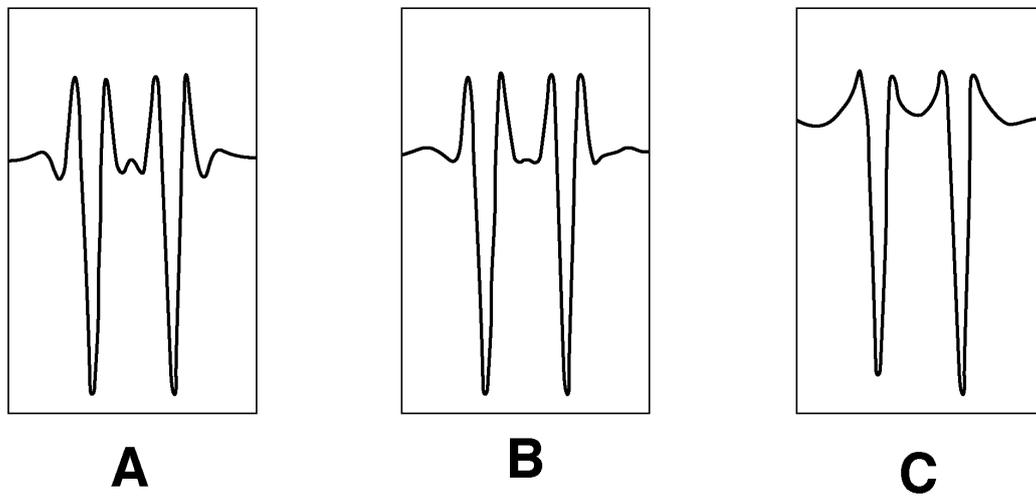
도면17



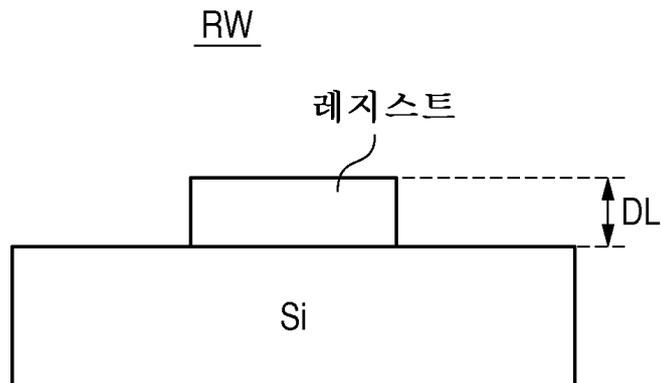
도면18



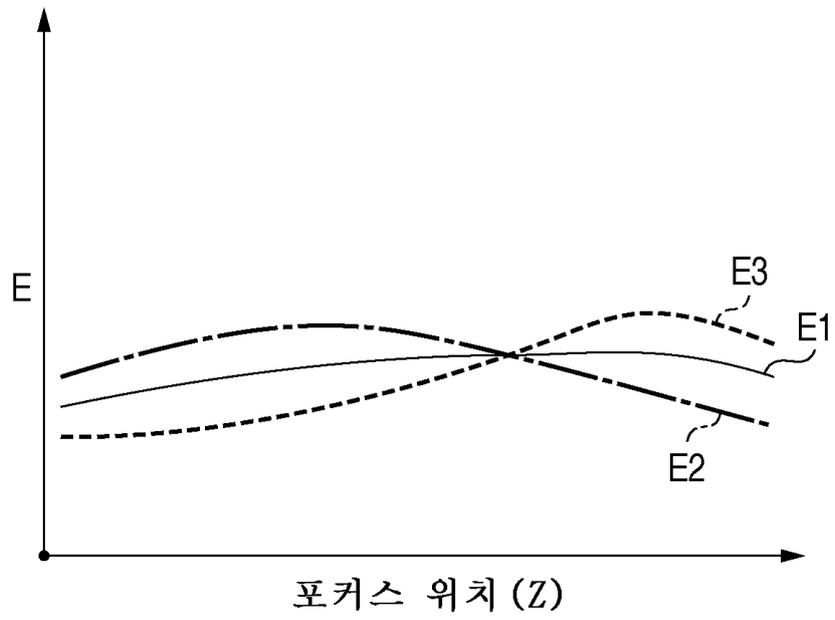
도면19



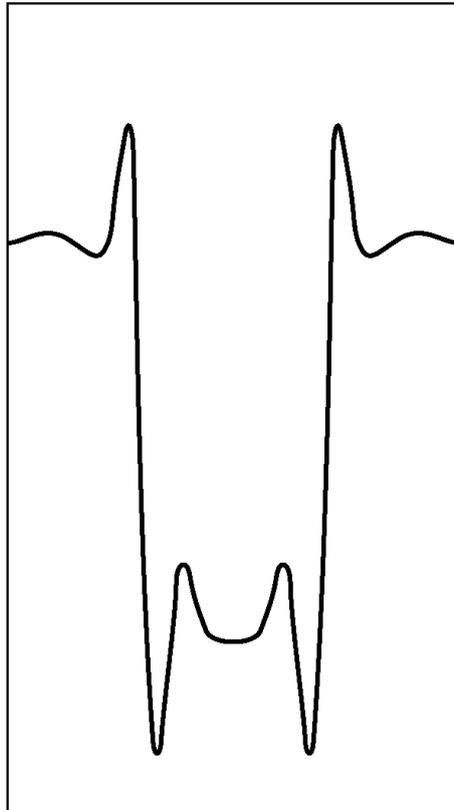
도면20



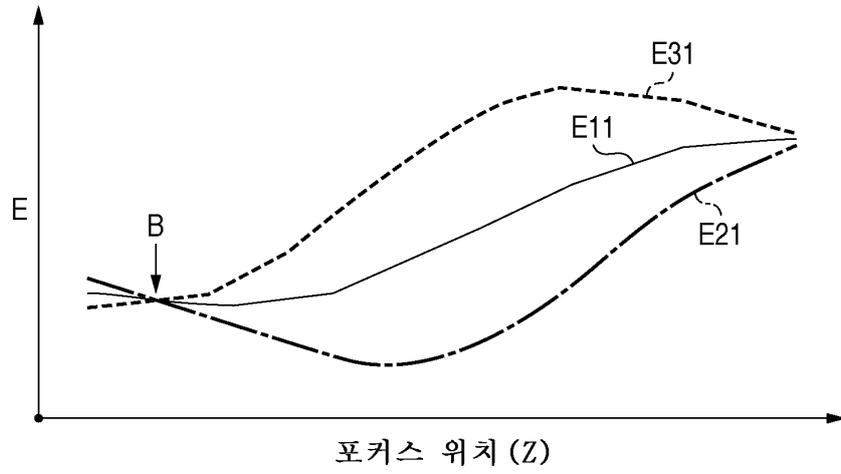
도면21



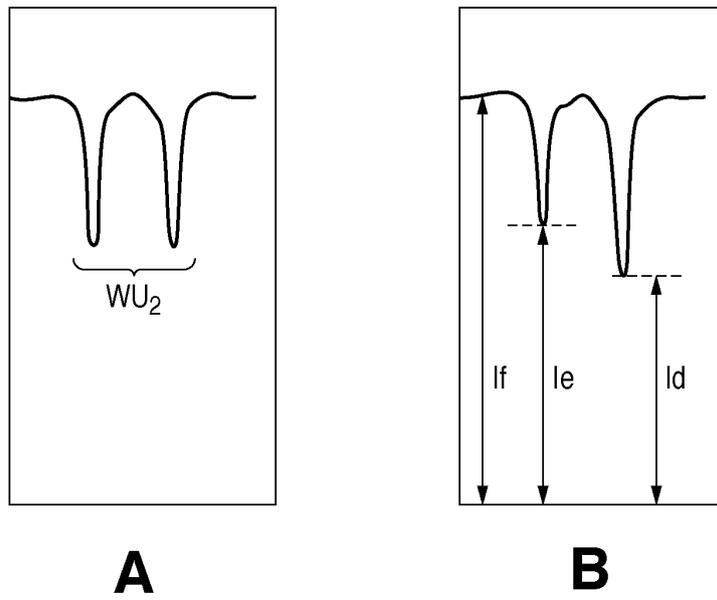
도면22



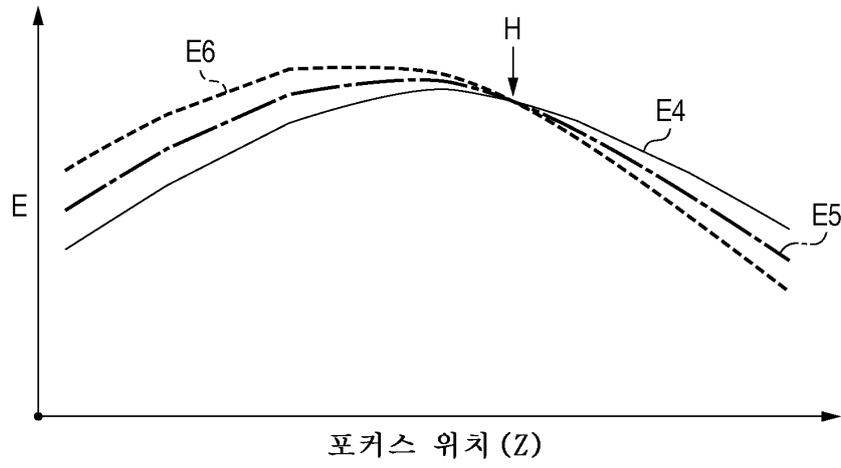
도면23



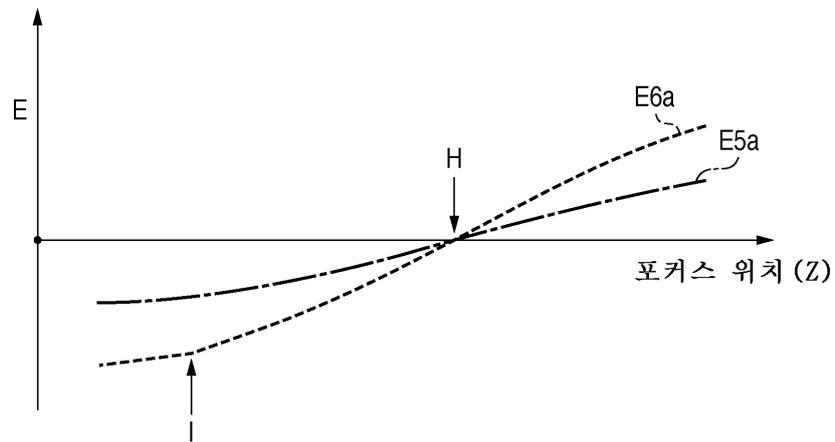
도면24



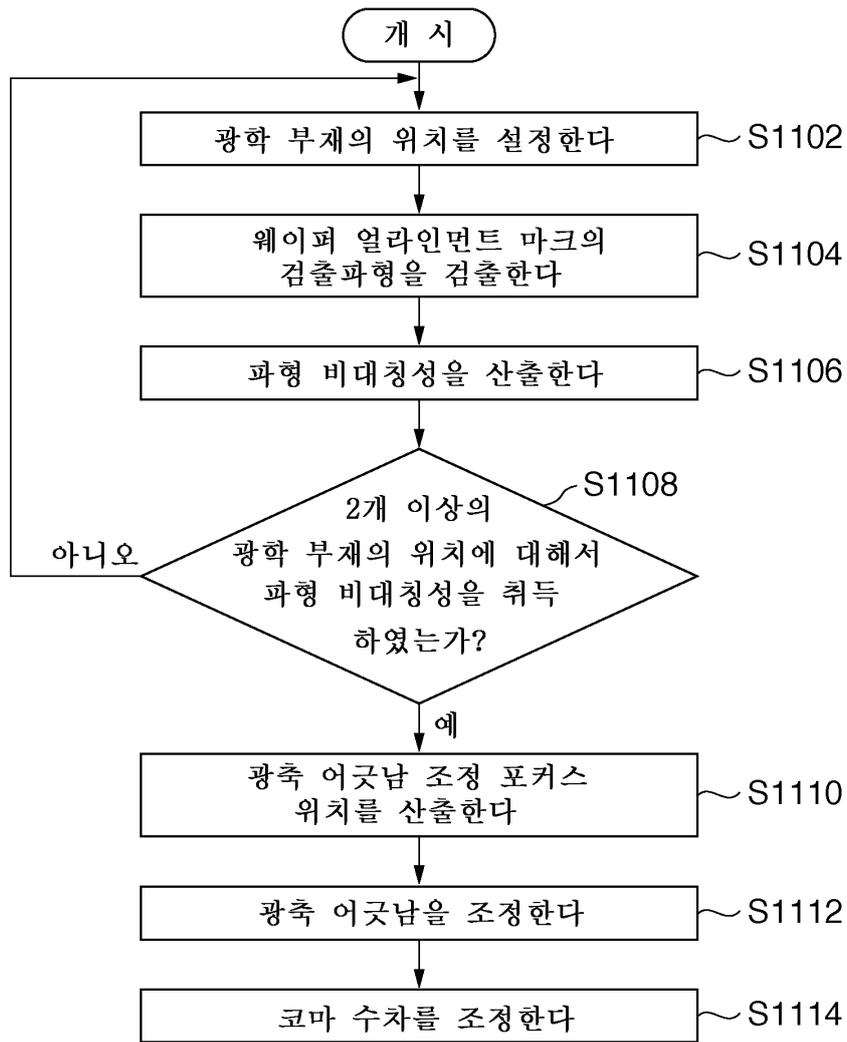
도면25



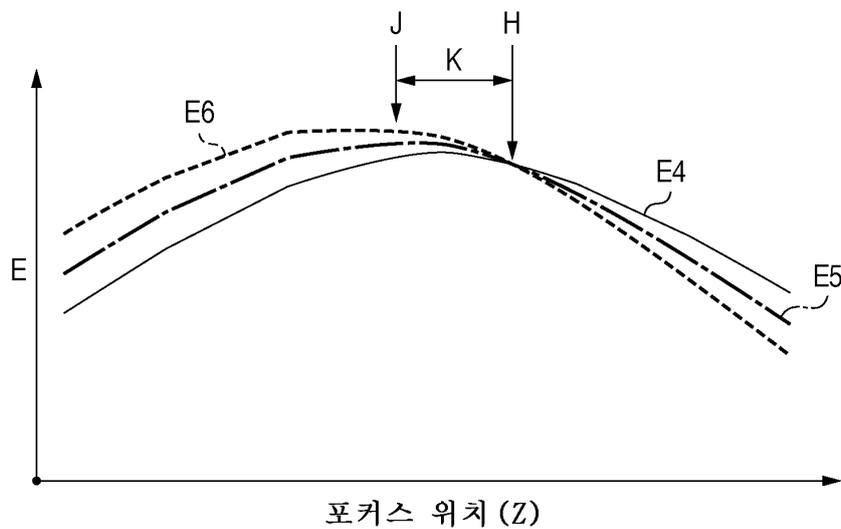
도면26



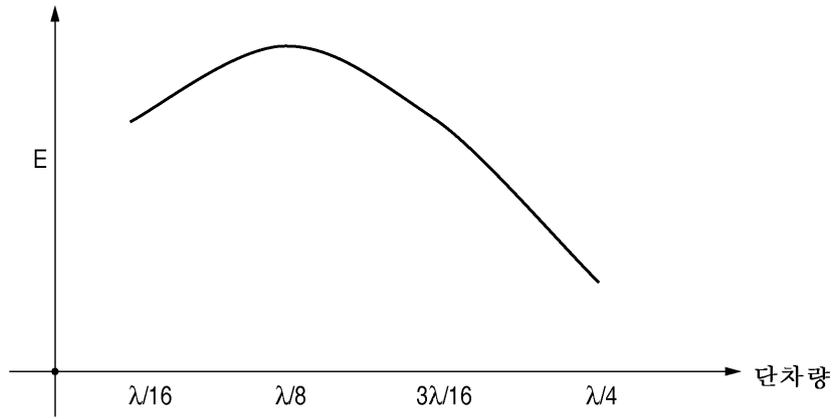
도면27



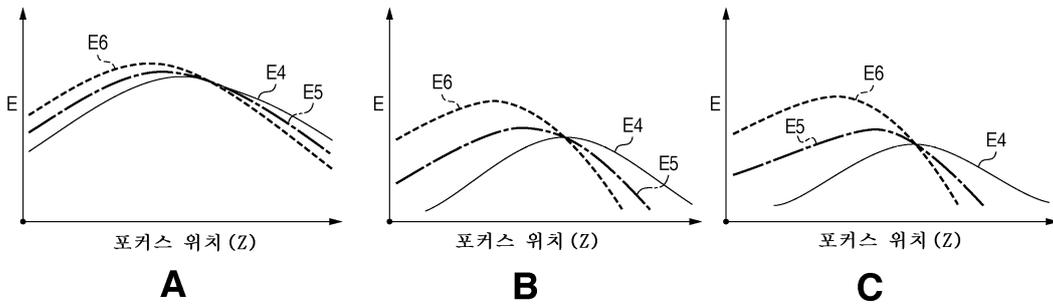
도면28



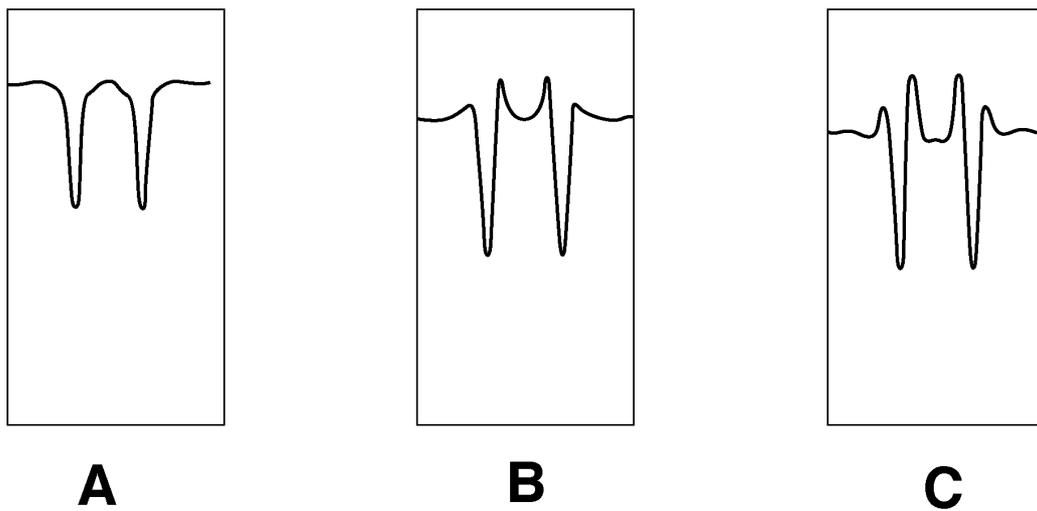
도면29



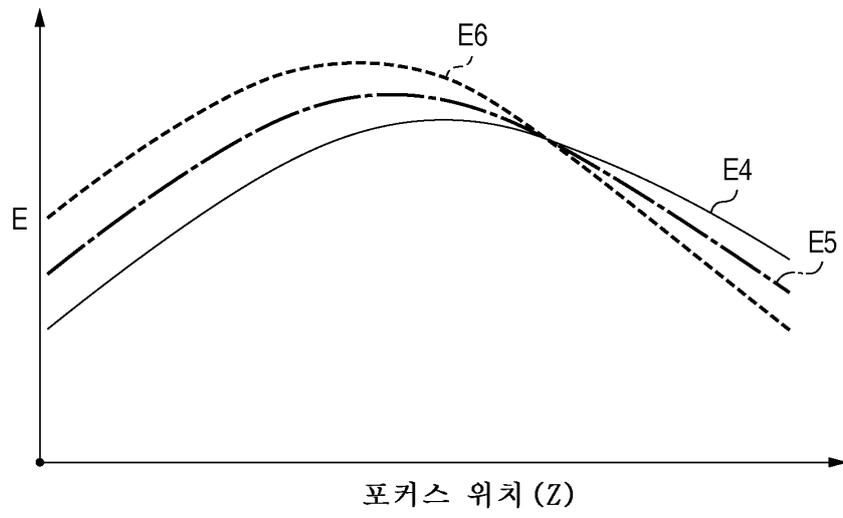
도면30



도면31



도면32



도면33

