



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년02월01일  
(11) 등록번호 10-2493922  
(24) 등록일자 2023년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 9/00 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)  
H01L 21/027 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G03F 9/7026 (2013.01)  
G03F 7/2014 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0023746  
(22) 출원일자 2019년02월28일  
심사청구일자 2020년08월28일  
(65) 공개번호 10-2019-0106711  
(43) 공개일자 2019년09월18일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2018-043490 2018년03월09일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP09082620 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
캐논 가부시끼가이샤  
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고  
(72) 발명자  
야부 노부히코  
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고  
캐논 가부시끼가이샤 내  
(74) 대리인  
장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 21 항

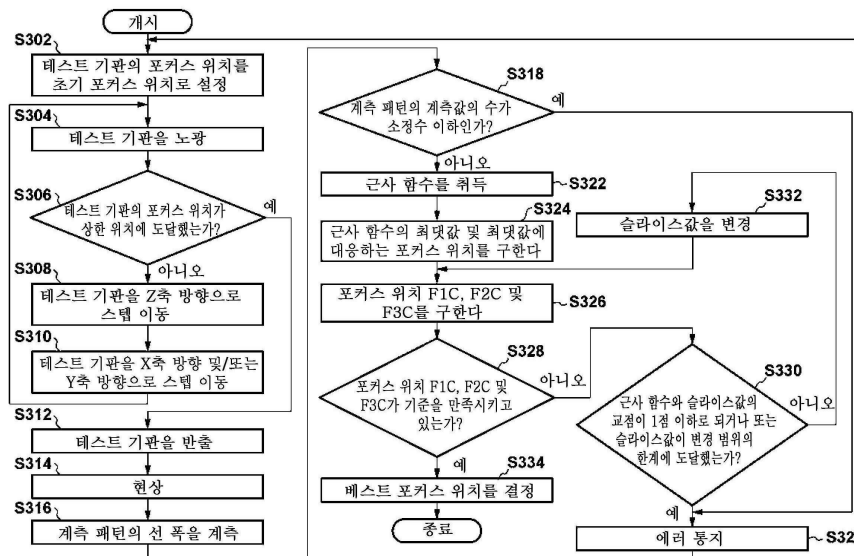
심사관 : 민경구

(54) 발명의 명칭 결정 방법, 노광 방법, 노광 장치, 물품의 제조 방법 및 컴퓨터 프로그램

(57) 요약

마스크의 패턴을 기관에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법이며, 상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된 제1 계측 패턴의 계측 결과와, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 제1 공정과, 상기 함수와 제1 레벨이 교(뒷면에 계속)

대표도



차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 제2 공정과, 상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 제3 공정과, 상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하는 제4 공정과, 상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 제5 공정을 갖는 것을 특징으로 하는 결정 방법을 제공한다.

(52) CPC특허분류

*G03F 7/70258* (2013.01)  
*G03F 7/70275* (2013.01)  
*G03F 7/70333* (2013.01)  
*G03F 7/70775* (2013.01)  
*H01L 21/027* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2002260986 A  
 JP2003086498 A  
 W02005124834 A1  
 JP06216004 A  
 JP2017215481 A  
 JP2017116867 A

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

마스크의 패턴을 기판에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법이며,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제 1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 제1 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 제2 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 제3 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하는 제4 공정과,

상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 제5 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제3 레벨은, 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨의 중점인 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제5 공정에서는, 상기 제1 차분 및 상기 제2 차분이 역치 이하인 경우에, 상기 제3 포커스 위치를 상기 베스트 포커스 위치로 하는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제5 공정은, 상기 제1 차분 및 상기 제2 차분이 역치보다 큰 경우에,

상기 함수와 상기 제1 레벨을 소정량만큼 시프트시킨 제4 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제4 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제2 레벨을 상기 소정량만큼 시프트시킨 제5 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제5 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제3 레벨을 상기 소정량만큼 시프트시킨 제6 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제6 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 제6 포커스 위치, 상기 제4 포커스 위치와 상기 제6 포커스 위치의 차분, 및 상기 제5 포커스 위치와 상기 제6 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제5 공정은, 상기 제1 차분 및 상기 제2 차분이 역치보다 큰 경우에,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 복수의 위치 각각에 다시 전사된 상기 제1 계측 패턴의 계측 결과와, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 새로운 함수를 취득하는 공정과,  
 상기 새로운 함수와 상기 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제7 포커스 위치를 구하는 공정과,  
 상기 새로운 함수와 상기 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제8 포커스 위치를 구하는 공정과,  
 상기 새로운 함수와 상기 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제9 포커스 위치를 구하는 공정과,  
 상기 제9 포커스 위치, 상기 제7 포커스 위치와 상기 제9 포커스 위치의 차분, 및 상기 제8 포커스 위치와 상기 제9 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,  
 상기 제5 공정은, 상기 제1 차분 및 상기 제2 차분이 역치보다 큰 경우에,  
 상기 투영 광학계를 통하여 상기 복수의 위치 각각에 전사된, 상기 제1 계측 패턴과 동일한 방향으로 연장되고, 또한, 상기 제1 계측 패턴의 선 폭과는 다른 선 폭을 갖는 제2 계측 패턴의 계측 결과와, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 새로운 함수를 취득하는 공정과,  
 상기 새로운 함수와 상기 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제10 포커스 위치를 구하는 공정과,  
 상기 새로운 함수와 상기 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제11 포커스 위치를 구하는 공정과,  
 상기 새로운 함수와 상기 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제12 포커스 위치를 구하는 공정과,  
 상기 제12 포커스 위치, 상기 제10 포커스 위치와 상기 제12 포커스 위치의 차분, 및 상기 제11 포커스 위치와 상기 제12 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서,  
 상기 제5 공정은, 상기 투영 광학계를 통하여 상기 복수의 위치 각각에 상기 제2 계측 패턴을 전사하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 8**

마스크의 패턴을 기관에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법이며,  
 상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 제1 공정과,  
 상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 제2 공정과,  
 상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 제3 공정과,  
 상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 제4 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,  
 상기 제4 공정에서는, 상기 차분이 역치 이하인 경우에, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치 사이의 제3 포커스 위치를 상기 베스트 포커스 위치로 하는 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

상기 제3 포커스 위치는, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치의 중점인 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

상기 제3 포커스 위치는, 상기 함수와, 상기 함수와 제3 레벨이 교차하는 두 점을 연결하는 선분에 의해 규정되는 폐쇄 영역의 무게 중심 위치이고,

상기 제3 레벨은, 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 레벨인 것을 특징으로 하는, 결정 방법.

**청구항 12**

마스크의 패턴을 기관에 투영하는 투영 광학계를 갖는 노광 장치를 사용하여 상기 기관을 노광하는 노광 방법이며,

상기 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 제1 공정과,

상기 제1 공정에서 결정한 베스트 포커스 위치에 기초하여, 상기 노광 장치를 조정하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에서 조정된 상기 노광 장치를 사용하여 상기 기관을 노광하는 제3 공정을 갖고,

상기 제1 공정은,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 노광 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

상기 제2 공정은, 상기 기관을 유지하는 기관 스테이지의 위치 및 자세의 적어도 하나를 조정하는 공정, 및 상기 투영 광학계에 포함되는 광학 소자의 위치, 자세 및 면 형상의 적어도 하나를 조정하는 공정의 적어도 한쪽을 포함하는 것을 특징으로 하는, 노광 방법.

**청구항 14**

마스크의 패턴을 기관에 투영하는 투영 광학계를 갖는 노광 장치를 사용하여 상기 기관을 노광하는 노광 방법이며,

상기 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 제1 공정과,

상기 제1 공정에서 결정한 베스트 포커스 위치에 기초하여, 상기 노광 장치를 조정하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에서 조정된 상기 노광 장치를 사용하여 상기 기관을 노광하는 제3 공정을 갖고,

상기 제1 공정은,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 노광 방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 제2 공정은, 상기 기관을 유지하는 기관 스테이지의 위치 및 자세의 적어도 하나를 조정하는 공정, 및 상기 투영 광학계에 포함되는 광학 소자의 위치, 자세 및 면 형상의 적어도 하나를 조정하는 공정의 적어도 한쪽을 포함하는 것을 특징으로 하는, 노광 방법.

**청구항 16**

기관을 노광하는 노광 장치이며,

마스크의 패턴을 상기 기관에 투영하는 투영 광학계와,

상기 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 처리를 행하는 처리부를 갖고,

상기 처리부는,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하고,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하고,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하고,

상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하고,

상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는, 노광 장치.

**청구항 17**

기관을 노광하는 노광 장치이며,

마스크의 패턴을 상기 기관에 투영하는 투영 광학계와,

상기 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 처리를 행하는 처리부를 갖고,

상기 처리부는,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하고,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하고,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하고,

상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는, 노광 장치.

**청구항 18**

물품의 제조 방법이며,

노광 방법을 사용하여 기판에 도포된 감광제를 노광하는 공정과,

노광된 상기 감광제를 현상하여 상기 감광제의 패턴을 형성하는 공정과,

현상된 상기 감광제의 패턴을 바탕으로 상기 기판에 패턴을 형성하고, 패턴이 형성된 기판을 가공함으로써 물품을 제조하는 공정을 갖고,

상기 노광 방법은, 마스크의 패턴을 상기 기판에 투영하는 투영 광학계를 갖는 노광 장치를 사용하여 상기 기판을 노광하는 노광 방법이며,

상기 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 제1 공정과,

상기 제1 공정에서 결정한 베스트 포커스 위치에 기초하여, 상기 노광 장치를 조정하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에서 조정된 상기 노광 장치를 사용하여 상기 기판을 노광하는 제3 공정을 갖고,

상기 제1 공정은,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 물품의 제조 방법.

**청구항 19**

물품의 제조 방법이며,

노광 방법을 사용하여 기판에 도포된 감광제를 노광하는 공정과,

노광된 상기 감광제를 현상하여 상기 감광제의 패턴을 형성하는 공정과,

현상된 상기 감광제의 패턴을 바탕으로 상기 기판에 패턴을 형성하고, 패턴이 형성된 기판을 가공함으로써 물품을 제조하는 공정을 갖고,

상기 노광 방법은, 마스크의 패턴을 상기 기판에 투영하는 투영 광학계를 갖는 노광 장치를 사용하여 상기 기판을 노광하는 노광 방법이며,

상기 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 제1 공정과,

상기 제1 공정에서 결정한 베스트 포커스 위치에 기초하여, 상기 노광 장치를 조정하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에서 조정된 상기 노광 장치를 사용하여 상기 기판을 노광하는 제3 공정을 갖고,

상기 제1 공정은,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계

를 나타내는 함수를 취득하는 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 공정과,

상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는, 물품의 제조 방법.

**청구항 20**

마스크의 패턴을 기판에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법의 각 공정을 컴퓨터에 실행시키기 위한, 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램이며,

상기 결정 방법은,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 제1 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 제2 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 제3 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하는 제4 공정과,

상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 제5 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

**청구항 21**

마스크의 패턴을 기판에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법의 각 공정을 컴퓨터에 실행시키기 위한, 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램이며,

상기 결정 방법은,

상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된, 제1 계측 패턴의 선 폭의 계측값 또는 상기 제1 계측 패턴의 광 강도 프로파일과, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 제1 공정과,

상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 제2 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 제3 공정과,

상기 제1 포커스 위치와 상기 제2 포커스 위치의 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 제4 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 기록 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 결정 방법, 노광 방법, 노광 장치, 물품의 제조 방법 및 프로그램에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 반도체 디바이스나 플랫 패널 디스플레이(FPD) 등의 디바이스는, 포토리소그래피 공정을 거쳐서 제조된다. 포토리소그래피 공정은, 마스크 또는 레티클(원판)의 패턴을, 렌즈나 미러를 포함하는 투영 광학계를 통하여, 레지스트(감광제)가 도포된 유리 플레이트나 웨이퍼 등의 기판에 투영하고, 이러한 기판을 노광하는 노광 공정을 포함한다.

[0003] 노광 공정에서는, 투영 광학계의 베스트 포커스 위치, 즉, 마스크의 패턴의 상이 가장 높은 콘트라스트로 형성되는 위치와, 기판의 표면 위치(레지스트가 도포된 면)를 정확하게 일치시킬 필요가 있다. 투영 광학계의 베스트 포커스 위치와 기판의 표면 위치가 일치하지 않으면, 마스크의 패턴의 상에 흐려짐이 발생하여, 원하는 패턴의 상을 기판 상에 형성할 수 없다.

[0004] 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 구하는 기술에 대해서는, 일본 특허 공개 평6-216004호 공보에 제안되어 있다. 일본 특허 공개 평6-216004호 공보에 개시된 기술에서는, 먼저, 레지스트가 도포된 기판의 포커스 위치를 초기값으로 설정한 상태에 있어서, 포커스 계측용 패턴을 통하여 기판을 노광한다(포커스 계측용 패턴의 상을 기판 상에 형성함). 이어서, 기판의 포커스 위치를 소정의 스텝만큼 변경한 상태에 있어서, 포커스 계측용 패턴을 통하여 기판을 노광한다. 이러한 기판의 포커스 위치의 변경과 기판의 노광을, 기판의 포커스 위치가 변경 범위의 하한이나 상한에 도달할 때까지 반복하고, 기판의 포커스 위치가 변경 범위의 하한이나 상한에 도달하면, 기판을 현상한다. 이어서, 현상 후의 기판 상에 형성된 포커스 계측용 패턴에 대응하는 레지스트상(패턴상)의 크기를 계측하고, 최소 제곱법을 사용하여 패턴상의 크기를 포커스 위치의 함수로 근사시킨다. 그리고, 근사 함수의 최댓값으로부터 미리 정해진 값만큼 작은 역치를 설정하고, 이러한 역치와 근사 함수가 교차하는 두 점(포커스 위치)을 구하여, 두 점의 중간 위치를 투영 광학계의 베스트 포커스 위치로 한다. 이와 같이, 일본 특허 공개 평6-216004호 공보에 개시된 기술은, 이상적인 결상 상태에 있어서는, 기판 상에 형성되는 포커스 계측용 패턴에 대응하는 패턴상의 크기의 포커스 위치에 의한 변화가 베스트 포커스 위치에 대하여 대칭으로 되는 것을 이용하고 있다. 이것은, 상 형성에 대한 디포커스의 영향은, 플러스측, 마이너스측에서 거의 동일하기 때문이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그러나, 실제로는, 기판 상에 형성되는 포커스 계측용 패턴에 대응하는 패턴상의 크기의 포커스 위치에 의한 변화가 베스트 포커스 위치에 대하여 비대칭이 되는 경우가 있다. 포커스 계측용 패턴에 대응하는 패턴상은, 포커스 위치마다 기판 상의 다른 위치에 형성된다. 따라서, 기판 상의 위치에 의존하여 패턴상의 크기를 변화시키는 요인이 존재하는 경우, 패턴상의 크기의 포커스 위치에 의한 변화가 베스트 포커스 위치에 대하여 비대칭이 된다. 이러한 요인으로서, 레지스트막 두께의 기판 상의 위치에 의한 차, 현상 시의 현상액의 액량이나 체류 시간의 기판 상의 위치에 의한 차, 플레이 광 강도의 기판 상의 위치에 의한 차 등을 들 수 있다. 또한, 투영 광학계가 구면 수차 등의 수차를 갖고 있는 경우에도, 패턴상의 크기 포커스 위치에 의한 변화가 베스트 포커스 위치에 대하여 비대칭이 된다.

[0006] 이러한 경우에는, 패턴상의 크기를 포커스 위치의 함수로 근사시켜 얻어지는 근사 함수도 비대칭인 형상으로 되기 때문에, 역치를 어디에 설정할지에 의존하여, 베스트 포커스 위치가 크게 변화해버린다. 따라서, 비대칭인 형상의 근사 함수로부터 구해지는 베스트 포커스 위치는, 그 신뢰성이 낮다(참값과의 차가 크다)고 생각된다. 단, 종래 기술에서는, 근사 함수로부터 구해지는 베스트 포커스 위치의 신뢰성을 정량적으로 평가할 수 없기 때문에, 참값과의 차가 큰 포커스 위치를 베스트 포커스 위치로 해버릴 가능성이 있다.

[0007] 본 발명은, 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 데 유리한 결정 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 본 발명의 일측면으로서의 결정 방법은, 마스크의 패턴을 기판에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법이며, 상기 투영 광학계를 통하여 상기 투영 광학계의 상면측의 광축 방향의 복수의 위치에 있어서 각각에 전사된 제1 계측 패턴의 계측 결과와, 상기 복수의 위치 각각의 관계를 나타내는 함수를 취득하는 제1 공정과, 상기 함수와 제1 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제1 포커스 위치를 구하는 제2 공정과,

상기 함수와 상기 제1 레벨과는 다른 제2 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제2 포커스 위치를 구하는 제3 공정과, 상기 함수와 상기 제1 레벨과 상기 제2 레벨 사이의 제3 레벨이 교차하는 두 점의 중점이 되는 제3 포커스 위치를 구하는 제4 공정과, 상기 제3 포커스 위치, 상기 제1 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제1 차분, 및 상기 제2 포커스 위치와 상기 제3 포커스 위치의 제2 차분에 기초하여, 상기 베스트 포커스 위치를 결정하는 제5 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 추가적인 목적 또는 기타의 측면은, 이하, 첨부 도면을 참조하여 설명되는 바람직한 실시 형태에 의해 밝혀질 것이다.

**발명의 효과**

[0010] 본 발명에 따르면, 예를 들어 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 데 유리한 결정 방법을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0011] 도 1은, 노광 장치의 구성을 도시하는 개략도이다.
- 도 2는, 계측 패턴의 일례를 도시하는 도면이다.
- 도 3은, 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리를 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 4a 및 도 4b는, 도 3에 도시하는 결정 처리의 S322, S324 및 S326, S328, S332 및 S334를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5a 및 도 5b는, 도 3에 도시하는 결정 처리의 S322, S324 및 S326, S328, S332 및 S334를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은, 도 3에 도시하는 결정 처리의 S322, S324 및 S326, S328, S332 및 S334를 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은, 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8은, 노광 장치의 구성을 도시하는 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0012] 이하, 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 적합한 실시 형태에 대하여 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서, 동일한 부재에 대해서는 동일한 참조 번호를 첨부하고, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0013] 본 발명의 일측면으로서, 물체면으로부터의 광을 상면에 결상시키는 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 방법에 대하여 설명한다. 본 실시 형태에서는, 노광 장치에 사용되는, 마스크의 패턴을 기관에 투영하는 투영 광학계의 베스트 포커스 위치를 결정할 때에 본 발명을 적용하는 경우를 예로 들어 설명한다. 여기서, 투영 광학계의 베스트 포커스 위치란, 마스크의 패턴의 상이 가장 높은 콘트라스트로 형성되는 위치이다.
- [0014] 먼저, 도 1을 참조하여, 노광 장치(100)에 대하여 설명한다. 도 1은, 노광 장치(100)의 구성을 도시하는 개략도이다. 노광 장치(100)는, 반도체 디바이스나 플랫 패널 디스플레이(FPD) 등의 디바이스의 제조 공정인 포토 리소그래피 공정에 사용되는 리소그래피 장치이다. 노광 장치(100)는, 마스크를 통하여 기관을 노광하고, 마스크의 패턴을 기관에 전사한다.
- [0015] 노광 장치(100)는, 도 1에 도시한 바와 같이, 조명 광학계(1)와, 투영 광학계(7)와, 마스크 스테이지(22)와, 기관 스테이지(62)와, 제어부(80)를 갖는다. 여기에서는, 수평면을 XY 평면으로 하고, 연직 방향을 Z축 방향으로 하도록 XYZ 좌표계가 정의되어 있다.
- [0016] 노광 장치(100)는, 광원(도시하지 않음)으로부터 사출된 광을, 조명 광학계(1)를 통하여 마스크(21)에 조사하고, 마스크(21)의 패턴으로부터의 광을, 투영 광학계(7)를 통하여 기관(61)에 결상시킨다. 기관(61)에는, 레지스트(감광제)가 도포되어 있기 때문에, 후속 공정의 현상 공정을 거침으로써 마스크(21)의 패턴이 기관(61)에 전사된다.
- [0017] 기관(61)을 노광할 때에는, 마스크(21)를 유지하는 마스크 스테이지(22)와, 기관(61)을 유지하는 기관 스테이지(62)가 동기하여 ±Y 방향으로 주사된다. 이에 의해, 투영 광학계(7)의 투영 영역보다도 큰 사이즈의 영역(마

스크 패턴 영역)에서 기관(61)을 노광할 수 있다. 마스크 스테이지(22) 및 기관 스테이지(62)의 주사가 종료되면, 기관 스테이지(62)를 X 방향 및/또는 Y 방향으로 일정량만큼 스텝 이동시키고, 기관(61)의 다른 샷 영역을 노광한다. 기관(61)의 모든 샷 영역의 노광이 종료하면, 기관(61)을 노광 장치(100)로부터 반출하고, 새로운 기관을 노광 장치(100)에 반입한다.

[0018] 투영 광학계(7)는, 본 실시 형태에서는, 오목면 미러(3)와, 사다리꼴 미러(4)와, 볼록면 미러(5)를 포함하는 반사형 광학계이다. 또한, 투영 광학계(7)는, 양측(물체면측 및 상면측)에 텔레센트릭이다. 바꾸어 말하면, 투영 광학계(7)로부터 기관(61)에 입사하는 광의 주 광선은, 물체면측 및 상면측의 양쪽에 있어서, Z축과 평행하다.

[0019] 제어부(80)는, CPU나 메모리 등을 포함하는 정보 처리 장치(컴퓨터)로 구성되고, 메모리에 저장된 프로그램에 따라서 노광 장치(100)의 각 부를 제어한다. 제어부(80)는, 노광 장치(100)의 각 부의 동작을 제어함으로써, 기관(61)을 노광하여 마스크(21)의 패턴을 기관(61)에 전사하는 노광 처리를 행한다. 또한, 제어부(80)는, 본 실시 형태에서는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리를 행하는 처리부로서도 기능한다. 단, 이러한 결정 처리는, 반드시 제어부(80)에서 행할 필요는 없고, 노광 장치(100)의 외부의 정보 처리 장치에서 행하여, 정보 처리 장치로부터 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 취득하도록 해도 된다.

[0020] 투영 광학계(7)를 통하여 마스크(21)의 패턴을 기관(61)에 투영할 때에는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와, 기관(61)의 표면 위치(레지스트가 도포된 면)를 정확하게 일치시킬 필요가 있다. 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와 기관(61)의 표면 위치가 일치하고 있지 않으면, 투영 광학계(7)를 통하여 기관 상에 형성되는 마스크(21)의 패턴의 상에 흐려짐이 발생해버리기 때문에, 원하는 패턴의 상을 기관 상에 형성할 수 없다.

[0021] 그래서, 본 실시 형태에서는, 기관(61)을 노광하기 전에, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리를 행한다. 결정 처리에서는, 먼저, 투영 광학계(7)에 대한 테스트 기관의 광축 방향, 즉, Z축 방향의 위치(포커스 위치)를 변경하면서, 투영 광학계(7)를 통하여, 계측 패턴의 상을 테스트 기관에 투영한다. 그리고, 현상 공정을 거쳐서 테스트 기관에 형성된, 계측 패턴에 대응하는 레지스트상(패턴상)의 선 폭을 계측하고, 그 계측 결과에 기초하여, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정한다. 이와 같이 하여 결정된 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와 기관(61)의 표면 위치를 일치시켜서 기관(61)을 노광한다. 이에 의해, 투영 광학계(7)를 통하여 기관 상에 형성되는 마스크(21)의 패턴의 상에 흐려짐이 발생하지 않고, 원하는 패턴의 상을 기관 상에 형성할 수 있다. 또한, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리에 대해서는, 나중에 상세하게 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 결정 처리에서는, 투영 광학계(7)를 통하여 계측 패턴의 상을 투영하는 대상을 테스트 기관으로 하고 있지만, 테스트 기관 대신에, 마스크(21)의 패턴이 전사되는 기관(61)을 사용해도 된다.

[0022] 도 2는, 복수의 계측 패턴을 포함하는 계측 패턴 군(10)의 일례를 도시하는 도면이다. 계측 패턴 군(10)은, 마스크(21)에 마련되어 있어도 되고, 마스크(21)와는 다른 포커스 계측용 마스크에 마련되어 있어도 된다. 계측 패턴 군(10)은, 예를 들어 도 2에 도시한 바와 같이, 패턴이 연장되는 방향이 서로 다른 네 계측 패턴(101, 102, 103 및 104)을 포함한다. 계측 패턴(101 내지 104)은, 각각 고립된 단일 선 패턴이며, 고립선(아이소) 패턴이라고 불린다. 계측 패턴(101 내지 104)은, 각각이 연장되는 방향의 패턴에 대한 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하기 위하여 사용된다. 따라서, 마스크(21)에 형성된 어느 방향의 패턴에 대하여 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하느냐에 따라, 계측 패턴(101 내지 104) 중 사용하는 계측 패턴을 결정하면 된다. 계측 패턴(101 내지 104)은, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와 기관(61)의 표면 위치가 일치하고 있는 경우에, 그 상의 선 폭이 최대가 되도록 설계되어 있다. 따라서, 투영 광학계(7)를 통하여 투영 광학계(7)의 상면측의 광축 방향, 즉, Z축 방향의 복수의 위치 각각에 형성되는 계측 패턴(101 내지 104)의 상의 선 폭을 계측함으로써, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 구할 수 있다.

[0023] 이하, 도 3을 참조하여, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리에 대하여 상세하게 설명한다. S302에서는, 테스트 기관의 포커스 위치를 초기 포커스 위치로 설정한다. 구체적으로는, 레지스트가 도포된 테스트 기관을 기관 스테이지(62)에 유지시켜서, 테스트 기관의 포커스 위치가 초기 포커스 위치가 되도록 기관 스테이지(62)를 이동시킨다. 초기 포커스 위치는, 예를 들어 테스트 기관을 Z축 방향으로 이동시키는 범위(이동 범위)의 하한 위치(Z 좌표 마이너스측의 리미트) 또는 상한 위치(Z 좌표 플러스측의 리미트)에 설정된다. 본 실시 형태에서는, 초기 포커스 위치는, 이동 범위의 하한 위치로 설정되어 있는 것으로 한다.

[0024] S304에서는, 투영 광학계(7)를 통하여 계측 패턴의 상을 테스트 기관에 투영하고, 테스트 기관을 노광한다. 구체적으로는, 도 2에 도시하는 계측 패턴 군(10)이 마련된 마스크를 마스크 스테이지(22)에 유지시켜, 투영 광학

계(7)를 통하여, 계측 패턴(101 내지 104) 중 하나의 계측 패턴의 상을 테스트 기관 상에 형성한다.

- [0025] S306에서는, 테스트 기관의 포커스 위치가 이동 범위의 상한 위치에 도달했는지 여부를 판정한다. 테스트 기관의 포커스 위치가 이동 범위의 상한 위치에 도달하지 않은 경우에는, S308로 이행한다.
- [0026] S308에서는, 테스트 기관을 Z축 방향으로 스텝 이동한다. 구체적으로는, 테스트 기관을 유지하는 기관 스테이지를 소정의 스텝양만큼 Z축 방향으로 이동시킨다. 본 실시 형태에서는, 초기 포커스 위치가 이동 범위의 하한 위치로 설정되어 있기 때문에, 테스트 기관이 상승하도록, 기관 스테이지를 Z 좌표 플러스측으로 이동시킨다. S302에 있어서, 초기 포커스 위치가 이동 범위의 상한 위치로 설정되어 있는 경우에는, 테스트 기관이 하강하도록, 기관 스테이지를 Z 좌표 마이너스측으로 이동시킨다.
- [0027] S310에서는, 테스트 기관을 X축 방향 및/또는 Y축 방향으로 스텝 이동한다. 구체적으로는, 테스트 기관의 미노광 영역이 노광되도록, 테스트 기관을 유지하는 기관 스테이지를 소정의 스텝양만큼 X축 방향 및/또는 Y축 방향으로 이동시킨다.
- [0028] 이와 같이, 테스트 기관의 포커스 위치가 이동 범위의 상한 위치에 도달할 때까지, S304 내지 S310이 반복된다. 그리고, 테스트 기관의 포커스 위치가 이동 범위의 상한 위치에 도달하면, S306에 있어서, S312로 이행한다.
- [0029] S312에서는, 노광 장치(100)로부터 테스트 기관을 반출한다. S314에서는, 노광 장치(100)로부터 반출한 테스트 기관을 현상한다.
- [0030] S316에서는, 현미경을 사용하여, 현상 후의 테스트 기관에 형성된, 계측 패턴에 대응하는 레지스트상, 즉, 테스트 기관에 전사된 계측 패턴의 선 폭을 계측한다. 테스트 기관의 포커스 위치  $F_i(i=0, 1, 2, \dots)$ 에 대응하는 계측 패턴의 선 폭의 계측값(계측 결과)을  $L_i$ 로 한다. 레지스트상이 무너져 있거나 하여 계측 패턴의 선 폭을 계측할 수 없는 경우에는, 그 포커스 위치  $F_i$ 에 대응하는 계측 패턴의 선 폭의 계측값  $L_i$ 는 무효로 한다.
- [0031] S318에서는, S316에서 얻어진 계측 패턴의 계측값(유효한 계측값)의 수가 소정수 이하(예를 들어, 넷 이하)인지 여부를 판정한다. 계측 패턴의 계측값의 수가 소정수 이하인 경우에는, 계측 조건에 문제가 있다고 보고, S320으로 이행한다. S320에서는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리가 에러가 된 것을 통지(에러 통지)하고, S302로 이행하여, 투영 광학계(7)를 통해 계측 패턴의 상을 테스트 기관에 투영하여 테스트 기관을 노광하는 것부터 다시 한다. 한편, 계측 패턴의 계측값의 수가 소정수 이하가 아닌 경우에는, S322로 이행한다.
- [0032] S322에서는, S316에서 얻어진 계측 패턴의 계측값  $L_i$ 와 테스트 기관의 포커스 위치  $F_i$ 의 관계를 나타내는 근사 함수를 취득한다. 구체적으로는, S316에서 얻어진 계측 패턴의 계측값  $L_i$ 를, 포커스 위치의 함수로서 최소 제곱법에 의한 함수 피팅을 행한다. 함수 피팅에 사용하는 함수는, 예를 들어 포커스 위치의 4차의 다항식이다. 또한, 본 실시 형태에서는, 근사 함수를 예로 들어 설명하지만, S316에서 얻어진 계측 패턴의 계측값  $L_i$ 와 테스트 기관의 포커스 위치  $F_i$ 의 관계를 나타내는 함수이면 된다.
- [0033] S324에서는, S322에서 취득된 근사 함수에 기초하여, 어떤 포커스 범위 내에서, 근사 함수의 최댓값  $M$  및 최댓값  $M$ 에 대응하는 포커스 위치  $F_M$ 를 구한다.
- [0034] S326에서는, S322에서 취득된 근사 함수에 대하여 세 슬라이스값  $T_1$ ,  $T_2$  및  $T_3$ 을 설정하여, 세 포커스 위치  $F_{1C}$ ,  $F_{2C}$  및  $F_{3C}$ 를 구한다. 슬라이스값  $T_1$ ,  $T_2$  및  $T_3$ 은, S322에서 취득된 근사 함수에 교차하도록 설정되는 슬라이스 레벨(직선)이다.
- [0035] 구체적으로는, 먼저, 슬라이스값  $T_3$ (레벨)을 설정하고, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값  $T_3$ 이 교차하는 두 점의 중점이 되는 포커스 위치  $F_{3C}$ 를 구한다. 여기에서는, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값  $T_3$ 이 교차하는 두 점 중, 마이너스측의 점을 포커스 위치  $F_{3A}$ 로 하고, 플러스측의 점을 포커스 위치  $F_{3B}$ 로 한다. 그리고, 포커스 위치  $F_{3A}$  및  $F_{3B}$ 로부터, 그 평균인 포커스 위치  $F_{3C}$ 를 구한다. 슬라이스값  $T_3$ 은, S324에서 구해진 근사 함수의 최댓값  $M$ 보다도 약간 작은 값을 설정하는 것이 타당하다. 예를 들어, 근사 함수의 최댓값  $M$ 을 기준으로 하여,  $T_3=0.90 \times M$ 으로 한다. 단, 슬라이스값  $T_3$ 은, 근사 함수의 최댓값  $M$ 에 관계없이, 고정값으로 해도 된다.
- [0036] 이어서, 슬라이스값  $T_3$ 과는 다른 슬라이스값  $T_1$  및  $T_2$ 를 사용하여, 동일하게 포커스 위치를 구한다. 슬라이스값  $T_1$ 은, 슬라이스값  $T_3$ 보다도 일정량 큰 값이고, 슬라이스값  $T_2$ 는, 슬라이스값  $T_3$ 보다도 일정량 작은 값이다. 예를 들어,  $T_1=0.95 \times M$ 으로 하고,  $T_2=0.85 \times M$ 으로 한다. 그리고, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값  $T_1$ 이 교차하는 두 점의 중점이 되는 포커스 위치  $F_{1C}$ 를 구한다. 여기에서는, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스

이스값 T1이 교차하는 두 점 중, 마이너스측의 점을 포커스 위치 F1A로 하고, 플러스측의 점을 포커스 위치 F1B로 한다. 그리고, 포커스 위치 F1A 및 F1B로부터, 그 평균인 포커스 위치 F1C를 구한다. 동일하게, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값 T2가 교차하는 두 점의 중점이 되는 포커스 위치 F2C를 구한다. 여기에서는, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값 T2가 교차하는 두 점 중, 마이너스측의 점을 포커스 위치 F2A로 하고, 플러스측의 점을 포커스 위치 F2B로 한다. 그리고, 포커스 위치 F2A 및 F2B로부터, 그 평균인 포커스 위치 F2C를 구한다.

[0037] S328에서는, S326에서 구한 세 포커스 위치 F1C, F2C 및 F3C가 기준을 만족시키고 있는 것인지 여부를 판정한다. S328은, 본 실시 형태에서는, S326에서 구한 포커스 위치 F3C를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 타당하지(채용할 것인지) 여부를 판정하는 것이다. 구체적으로는, 포커스 위치 F3C와 포커스 위치 F1C의 차분, 및 포커스 위치 F3C와 포커스 위치 F2C의 차분을 구하고, 이들의 차분의 절댓값이 역치 이하인가, 즉, 이하의 식 (1) 및 식 (2)를 만족시키는지 판정한다. S322에서 취득된 근사 함수가 포커스 위치에 대하여 대칭인 형상이면,  $|F1C-F3C|$  및  $|F2C-F3C|$ 의 값이 작아지기 때문에, 식 (1) 및 식 (2)를 만족시키기 쉬워진다. 한편, S322에서 취득된 근사 함수가 포커스 위치에 대하여 비대칭인 형상이면,  $|F1C-F3C|$  및  $|F2C-F3C|$ 의 값이 커지기 때문에, 식 (1) 및 식 (2)를 만족시키기 어려워진다.

[0038]  $|F1C-F3C| \leq U \quad \dots (1)$

[0039]  $|F2C-F3C| \leq U \quad \dots (2)$

[0040] 식 (1) 및 식 (2)에 있어서, U는, 역치이다.

[0041] 역치 U는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 정밀도에 기초하여 미리 설정해 둘 필요가 있다. 예를 들어, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 1 $\mu$ m 정도의 정밀도로 결정할 필요가 있으면, U=1 $\mu$ m로 설정한다.

[0042] 식 (1) 및 식 (2)의 양쪽을 만족시키고 있는 경우에는, 포커스 위치 F3C는 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 신뢰성이 높다(참값에 가깝다)고 생각된다. 따라서, 포커스 위치 F1C, F2C 및 F3C가 기준을 만족시킨다고 판정되어, S332로 이행한다.

[0043] 한편, 식 (1) 및 식 (2)의 어느 한쪽 또는 양쪽을 충족하지 못한 경우에는, 포커스 위치 F3C는, 슬라이스값에 의해 크게 변동한다고 하는 것이기 때문에, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 신뢰성이 낮다(참값으로부터 멀다)고 생각된다. 따라서, 포커스 위치 F1C, F2C 및 F3C가 기준을 만족시키지 않는다고 판정되어, S330으로 이행한다.

[0044] S330에서는, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값의 교점이 1점 이하로 되거나, 또는, 슬라이스값이 미리 설정된 변경 범위의 한계에 도달했는지 여부를 판정한다. 슬라이스값이 너무 작아지면, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값의 교점이 1점 이하로 되는 경우가 있다. S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값의 교점이 1점 이하로 되거나, 또는, 슬라이스값이 미리 설정된 변경 범위의 한계에 도달한 경우에는, S320으로 이행한다. 한편, S322에서 취득된 근사 함수와 슬라이스값의 교점이 1점 이하가 아니고, 또한, 슬라이스값이 미리 설정된 변경 범위의 한계에 도달하지 않은 경우에는, S332로 이행한다.

[0045] S332에서는, 슬라이스값 T1, T2 및 T3을 변경한다. 구체적으로는, 슬라이스값 T1, T2 및 T3이 작아지도록, 각각을 소정량만큼 시프트시킨다. 예를 들어, 슬라이스값 T3은, T3=0.90×M으로부터 T3=0.80×M으로 변경한다. 동일하게, 슬라이스값 T1은, T1=0.95×M으로부터 T1=0.85×M으로 변경하고, 슬라이스값 T2는, T2=0.85×M으로부터 T2=0.75×M으로 변경한다. 그리고, S326으로 이행하여, 세 포커스 위치 F1C, F2C 및 F3C를 다시 구한다.

[0046] S334에서는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정한다. 본 실시 형태에서는, 상술한 바와 같이, 포커스 위치 F3C가 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 타당하지를 판정하고 있다. 따라서, S334로 이행했을 경우에는, S326에서 구한 포커스 위치 F3C를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 결정(채용)한다.

[0047] 도 4a, 도 4b, 도 5a, 도 5b 및 도 6을 참조하여, 도 3에 도시하는 결정 처리의 S322, S324 및 S326, S328, S332 및 S334를 구체적으로 설명한다.

[0048] 도 4a는, S322에서 취득되는, S316에서 얻어진 계측 패턴의 계측값 Li와 테스트 기관의 포커스 위치 Fi의 관계를 나타내는 근사 함수 CC의 일례를 도시하는 도면이다. 도 4a에서는, 종축은, 계측 패턴의 계측값 Li(선 폭)를 나타내고, 횡축은, 테스트 기관의 포커스 위치 Fi(투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치에서의 디포커스양)

를 나타내고 있다. 또한, 계측 패턴의 계측값 Li는, 약 4 $\mu$ m의 포커스 피치로 얻어지고 있다.

- [0049] 도 4b는, 도 4a에 나타내는 근사 함수 CC에 대하여 슬라이스값 T1, T2 및 T3을 설정함으로써 구해지는 포커스 위치 F1A, F1B, F1C, F2A, F2B, F2C, F3A, F3B 및 F3C의 일례를 도시하는 도면이다. 도 4b에서는, 종축은, 계측 패턴의 계측값 Li(선 폭)를 나타내고, 횡축은, 테스트 기판의 포커스 위치 Fi(투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치에서의 디포커스양)를 나타내고 있다. 또한, 슬라이스값 T1은,  $T1=0.95 \times M$ 으로 하고, 슬라이스값 T2는,  $T2=0.85 \times M$ 으로 하고, 슬라이스값 T3은,  $T3=0.90 \times M$ 으로 하고 있다.
- [0050] 도 4b를 참조하건대, 포커스 위치 F1C, F2C 및 F3C는, 거의 동일하다. 따라서, S328에 있어서, 예를 들어 역치 U를  $U=1\mu\text{m}$ 로 하면, 식 (1) 및 식 (2)를 만족시킨다. 이 경우, S334로 이행하고, 포커스 위치 F3C를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 결정한다.
- [0051] 도 5a는, S322에서 취득되는, S316에서 얻어진 계측 패턴의 계측값 Li와 테스트 기판의 포커스 위치 Fi의 관계를 나타내는 근사 함수 CC'의 일례를 도시하는 도면이다. 도 5a에서는, 종축은, 계측 패턴의 계측값 Li(선 폭)를 나타내고, 횡축은, 테스트 기판의 포커스 위치 Fi(투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치에서의 디포커스양)를 나타내고 있다. 또한, 계측 패턴의 계측값 Li는, 약 4 $\mu$ m의 포커스 피치로 얻어지고 있다.
- [0052] 도 5b는, 도 5a에 나타내는 근사 함수 CC'에 대하여 슬라이스값 T1', T2' 및 T3'을 설정함으로써 구해지는 포커스 위치 F1A', F1B', F1C', F2A', F2B', F2C', F3A', F3B' 및 F3C'의 일례를 도시하는 도면이다. 도 5b에서는, 종축은, 계측 패턴의 계측값 Li(선 폭)를 나타내고, 횡축은, 테스트 기판의 포커스 위치 Fi(투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치에서의 디포커스양)를 나타내고 있다. 또한, 슬라이스값 T1'은,  $T1'=0.95 \times M'$ 으로 하고, 슬라이스값 T2'은,  $T2'=0.85 \times M'$ 으로 하고, 슬라이스값 T3'은,  $T3'=0.90 \times M'$ 으로 하고 있다. M'은, 근사 함수 CC'의 최댓값이다.
- [0053] 도 5b를 참조하건대, 포커스 위치 F1C', F2C' 및 F3C' 사이에는, 차가 발생하고 있다. 따라서, S328에 있어서, 예를 들어 역치 U를  $U=1\mu\text{m}$ 로 하면, 식 (1) 및 식 (2)를 만족시키지 않는다. 이 경우, S330으로 이행하고, 추가로, S332로 이행하면, 슬라이스값에 변경이 가해진다. 여기에서는, 슬라이스값 T1'은, 슬라이스값 T1''( $=0.85 \times M'$ )으로 변경되고, 슬라이스값 T2'은, 슬라이스값 T2''( $=0.75 \times M'$ )으로 변경되고, 슬라이스값 T3'은, 슬라이스값 T3''( $=0.80 \times M'$ )으로 변경되는 것으로 한다.
- [0054] 도 6은, 도 5a에 나타내는 근사 함수 CC'에 대하여 슬라이스값 T1'', T2'' 및 T3''을 설정한 경우를 나타내고 있다. 이 경우, 포커스 위치 F1A'', F1B'', F1C'', F2A'', F2B'', F2C'', F3A'', F3B'' 및 F3C''이 구해진다. 도 6에서는, 종축은, 계측 패턴의 계측값 Li(선 폭)를 나타내고, 횡축은, 테스트 기판의 포커스 위치 Fi(투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치에서의 디포커스양)를 나타내고 있다.
- [0055] 도 6을 참조하건대, 포커스 위치 F1C'', F2C'' 및 F3C''은, 거의 동일하다. 따라서, S328에 있어서, 식 (1) 및 식 (2)를 만족시킨다. 이 경우, S334로 이행하고, 포커스 위치 F3C''을 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 결정한다.
- [0056] 이와 같이, 본 실시 형태에서는, 계측 패턴의 계측 결과와 포커스 위치의 관계를 나타내는 근사 함수로부터 구해지는 베스트 포커스 위치의 신뢰성을 정량적으로 평가하고 있다. 따라서, 근사 함수가 비대칭인 형상을 갖고 있는 경우에도, 참값과의 차가 큰 포커스 위치를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로 하는 것을 회피하고, 참값에 가까운 포커스 위치를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로서 결정할 수 있다. 바꾸어 말하면, 본 실시 형태에서는, 종래 기술과 비교하여, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 고정밀도로 구할 수 있다.
- [0057] 또한, 본 실시 형태에 있어서의 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정하는 결정 처리는, 도 3을 참조하여 설명한 방법에 한정되지 않고, 다양한 방법을 채용하는 것이 가능하다. 예를 들어, 슬라이스값 T1, T2 및 T3의 설정은, 근사 함수의 최댓값으로부터의 비율이 아닌, 고정값(베스트 포커스 위치의 설정값 등)으로부터의 비율로 해도 된다.
- [0058] 또한, S304 내지 S310에 있어서, 테스트 기판의 포커스 위치를 변경하면서 노광하는 대신, 테스트 기판을 유지하고 있는 기판 스테이지(62)를, XY 평면으로부터 일정량 기운 방향으로 주사하면서 노광해도 된다. 이에 의해, 다른 포커스 위치에서의 노광을 하나의 샷 영역 내에 일괄하여 행할 수 있다.
- [0059] 또한, S302로 돌아가서, 테스트 기판으로의 노광을 다시 하는 경우에는, 동일한 계측 패턴을 다시 전사하는 것은 아니고, 이러한 계측 패턴과 동일한 방향으로 연장되고, 또한, 다른 선 폭을 갖는 계측 패턴을 전사하게 해도 된다. 예를 들어, 현상 프로세스 등의 요인으로 계측 패턴에 대응하는 레지스트상이 정확하게 형성되어 있

지 않은 경우에는, 보다 큰 선 폭을 갖는 계측 패턴을 사용함으로써, 계측 패턴에 대응하는 레지스트상을 정확하게 형성할 수 있다.

[0060] 또한, S328에 있어서, 식 (1) 및 식 (2)의 적어도 한쪽을 만족시키지 않는 경우에, S330으로 이행하는 것은 아니고, S302로 돌아가서, 테스트 기관에 대한 노광을 다시 해도 된다. 이 경우, 상술한 바와 같이, 동일한 방향으로 연장되고, 또한, 다른 선 폭을 갖는 계측 패턴을 사용해도 된다. 또한, 동일한 방향으로 연장되고, 또한, 다른 선 폭을 갖는 별도의 계측 패턴이 테스트 기관에 이미 전사되어 있는 경우에는, 노광은 불필요하기 때문에, S316으로 이행하여, 별도의 계측 패턴의 선 폭을 계측하면 된다.

[0061] 또한, S328에 있어서, 식 (1) 및 식 (2) 대신에, 이하의 식 (3)을 사용해도 된다. 그리고, 식 (3)을 만족시키는 경우에는, S332로 이행하고, 식 (3)을 만족시키지 않는 경우에는, S330으로 이행한다.

[0062]  $|F1C-F2C| \leq U \quad \cdot \cdot \cdot (3)$

[0063] 식 (3)을 사용하는 경우에는, S334에 있어서, 포커스 위치 F3C를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로 해도 되지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 바꾸어 말하면, 포커스 위치 F3C 이외의 포커스 위치를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로 하는 것도 가능하다. 예를 들어, 포커스 위치 F1C와 포커스 위치 F2C 사이에 위치하고, 또한, 포커스 위치 F3C가 아닌 포커스 위치를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로 해도 된다. 구체적으로는, 포커스 위치 F1C와 포커스 위치 F2C의 중점에 대응하는 포커스 위치를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로 해도 된다. 또한, 도 7에 도시하는 바와 같이, 근사 함수 CC와 슬라이스값 T3이 이루는 폐쇄 영역(400)의 무게 중심 위치 F4를 구하고, 무게 중심 위치 F4에 대응하는 포커스 위치를 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치로 해도 된다. 도 7에 도시하는 바와 같이, 폐쇄 영역(400)은, 근사 함수 CC와, 근사 함수 CC와 슬라이스값 T3이 교차하는 두 점을 연결하는 선분에 의해 규정되고, 무게 중심 위치 F4를 나타내는 직선에 의해, 영역(401)과 영역(402)으로 분할된다. 무게 중심 위치 F4는, 영역(401)의 면적과 영역(402)의 면적이 동등해지도록 정해진다.

[0064] 또한, 도 3에서는, 계측 패턴을 테스트 기관에 전사하는 경우를 예로 들어 설명하였다. 단, 도 8에 도시하는 바와 같이, 기관 스테이지(62)에 마련된 센서(63)에 의해, 계측 패턴의 상의 선 폭을 계측해도 된다. 센서(63)는, 투영 광학계(7)를 통해, 계측 패턴의 상을 검출하여, 이러한 계측 패턴의 상의 선 폭을 출력(계측)한다. 또한, 센서(63)는, 계측 패턴의 상의 선 폭이 아닌, 계측 패턴의 상의 광 강도 프로파일(최대 광강도)을 계측해도 된다. 또한, 센서(63)는, 기관 스테이지(62)로부터 독립하여 구성되어 있어도 된다.

[0065] 노광 장치(100)에 있어서의 노광 처리(노광 방법)에 대하여 설명한다. 먼저, 상술한 결정 방법에 의해, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치를 결정한다. 이어서, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치에 기초하여, 노광 장치(100)의 각 부를 조정한다. 구체적으로는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와 기관(61)의 표면 위치를 일치시키도록, 노광 장치(100)의 각 부를 조정한다. 이러한 조정은, 기관 스테이지(62)의 위치 및 자세의 적어도 하나를 조정하는 것, 및 투영 광학계(7)에 포함되는 광학 소자의 위치, 자세 및 면형상의 적어도 하나를 조정하는 것의 적어도 한쪽을 포함한다. 그리고, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와 기관(61)의 표면 위치를 일치시킨 상태에서, 투영 광학계(7)를 통해 기관(61)을 노광하여 마스크(21)의 패턴을 기관(61)에 전사한다. 이와 같이, 노광 장치(100)에서는, 투영 광학계(7)의 베스트 포커스 위치와 기관(61)의 표면 위치를 일치시킨 상태에서 노광을 행할 수 있기 때문에, 원하는 패턴의 상을 기관 상에 형성할 수 있다.

[0066] 본 발명의 실시 형태에 있어서의 물품의 제조 방법은, 예를 들어 디바이스(반도체 소자, 자기 기억 매체, 액정 표시 소자 등), 컬러 필터, 광학 부품, MEMS 등의 물품을 제조하기에 적합하다. 이러한 제조 방법은, 노광 장치(100)를 사용하여, 상술한 실시 형태의 노광 방법에 의해, 감광제가 도포된 기관을 노광하는 공정과, 노광된 감광제를 현상하는 공정을 포함한다. 또한, 현상된 감광제의 패턴을 마스크로 하여 기관에 대하여 에칭 공정이나 이온 주입 공정 등을 행하여, 기관 상에 회로 패턴이 형성된다. 이들의 노광, 현상, 에칭 등의 공정을 반복하여, 기관 상에 복수의 층을 포함하는 회로 패턴을 형성한다. 후속 공정에서, 회로 패턴이 형성된 기관에 대하여 다이싱(가공)을 행하고, 칩의 마운팅, 본딩, 검사 공정을 행한다. 또한, 이러한 제조 방법은, 다른 주지의 공정(산화, 성막, 증착, 도핑, 평탄화, 레지스트 박리 등)을 포함할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서의 물품의 제조 방법은, 종래에 비하여, 물품의 성능, 품질, 생산성 및 생산 비용의 적어도 하나에 있어서 유리하다.

[0067] 본 발명은, 상술한 실시 형태의 하나 이상의 기능을 실현하는 프로그램을, 네트워크 또는 기억 매체를 개재하여 시스템 또는 장치에 공급하고, 그 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 있어서의 하나 이상의 프로세서가 프로그램을 판독하여 실행하는 처리로도 실현 가능하다. 또한, 하나 이상의 기능을 실현하는 회로(예를 들어, ASIC)에 의

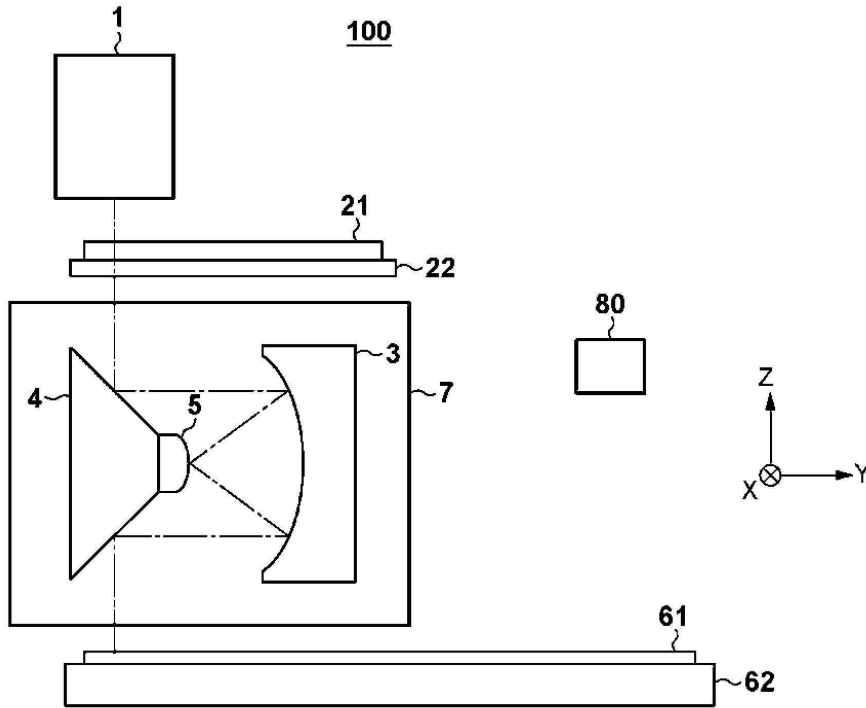
해서도 실현 가능하다.

[0068]

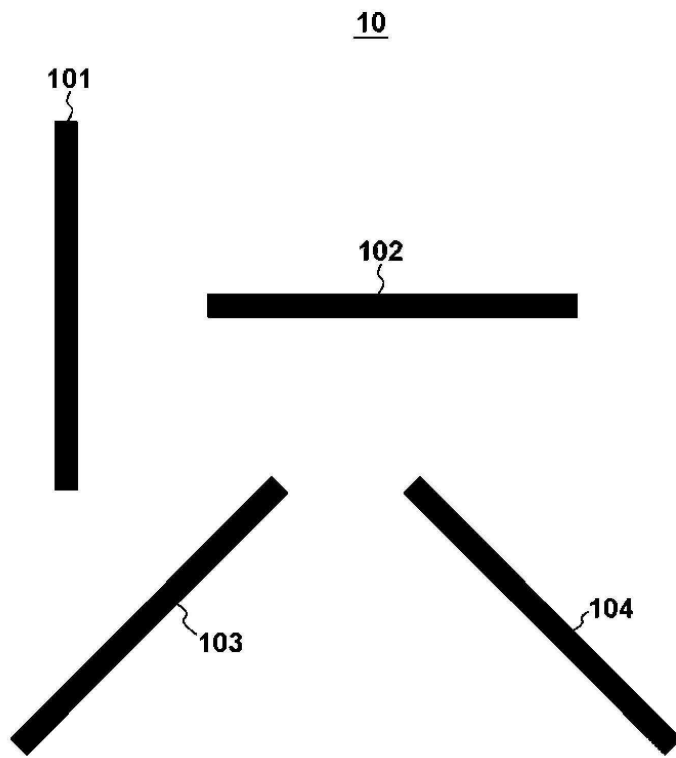
이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 설명했지만, 본 발명은 이들 실시 형태에 한정되지 않음은 물론이고, 그 요지의 범위 내에서 다양한 변형 및 변경이 가능하다.

**도면**

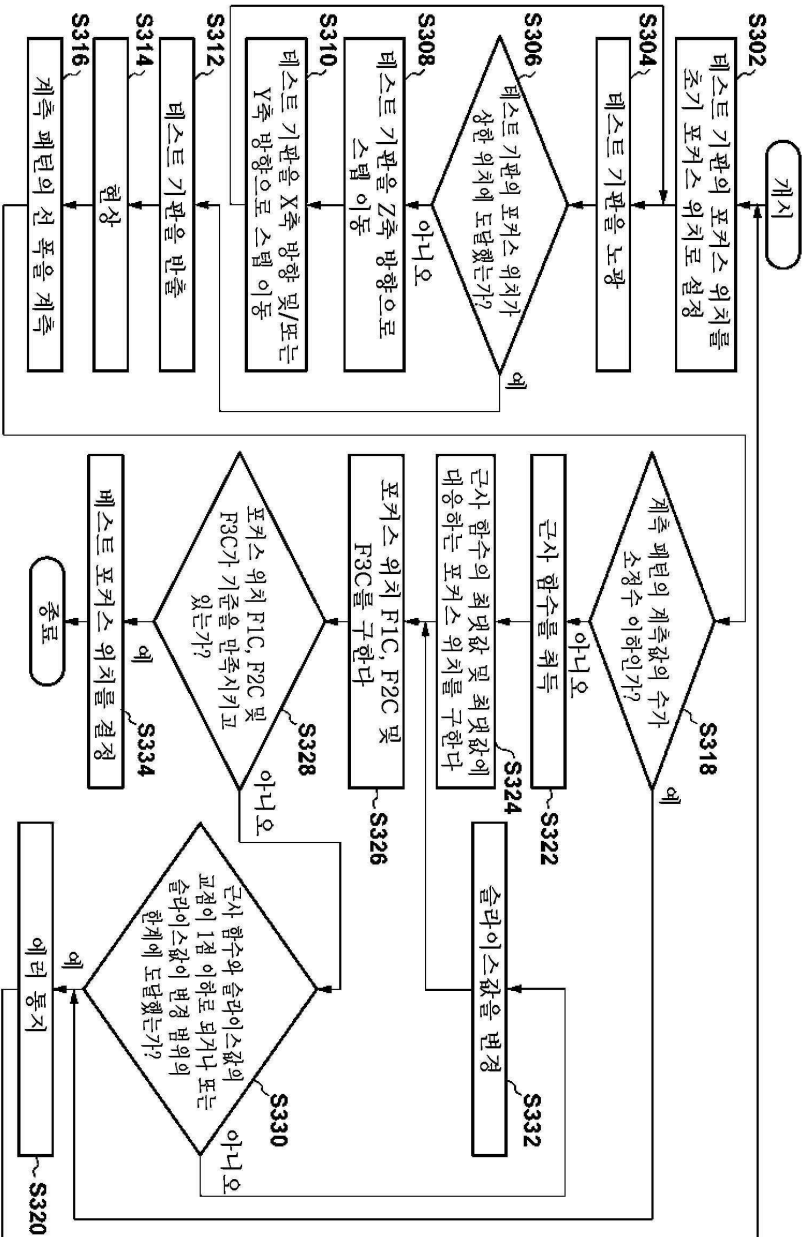
**도면1**



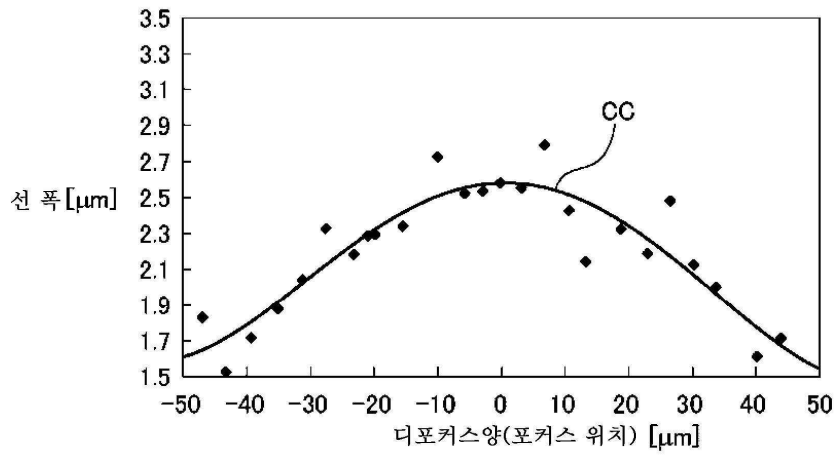
도면2



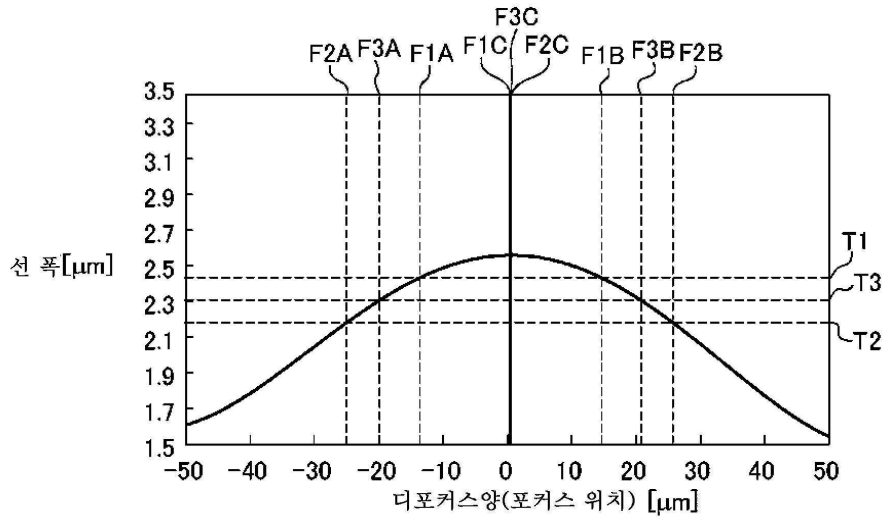
도면3



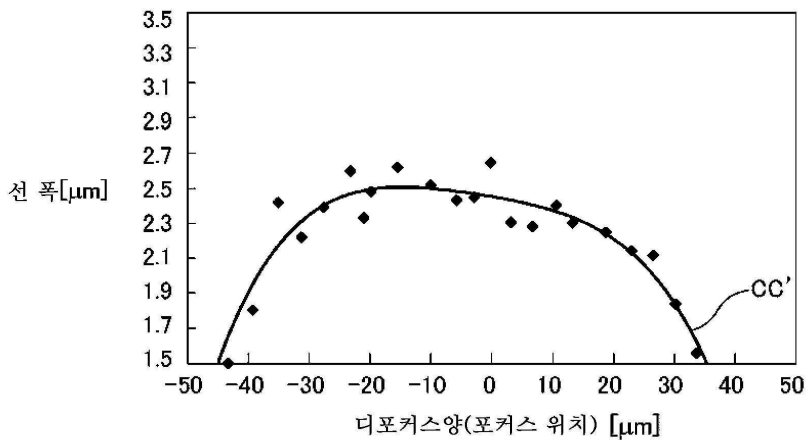
도면4a



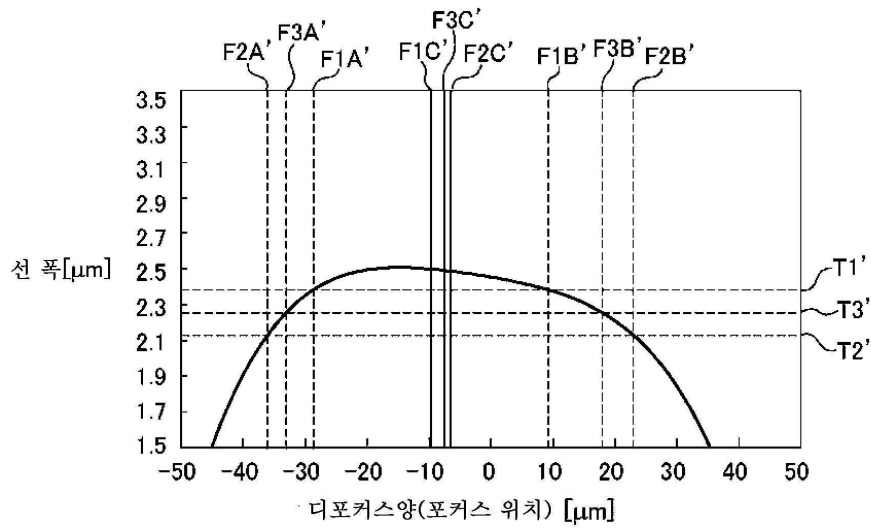
도면4b



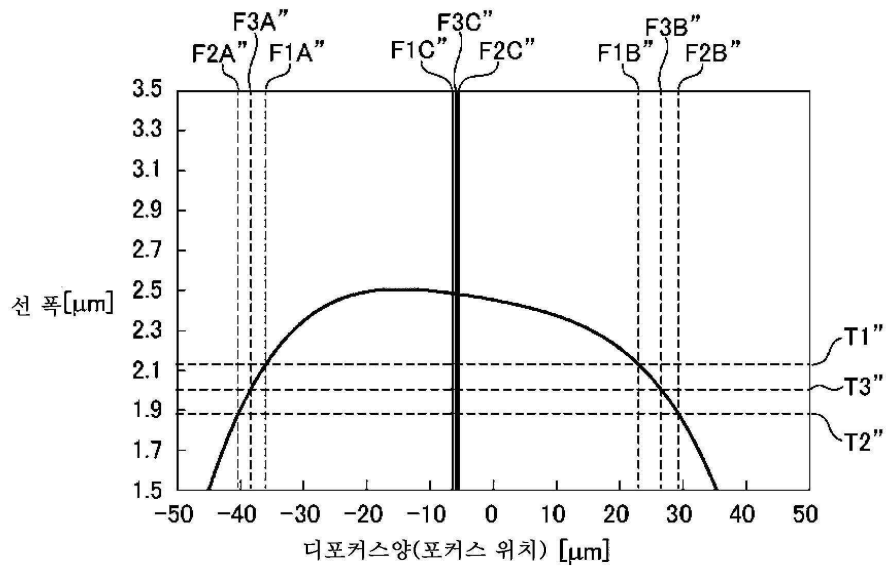
도면5a



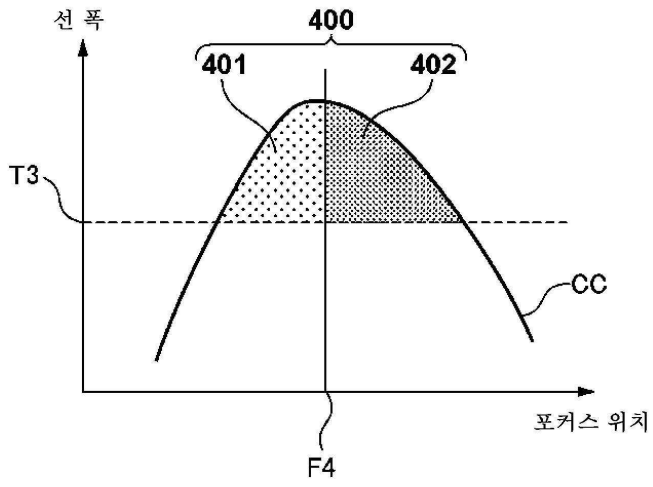
도면5b



도면6



도면7



도면8

