



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년03월20일
(11) 등록번호 10-0889843
(24) 등록일자 2009년03월13일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0058194

(22) 출원일자 2007년06월14일

심사청구일자 2007년06월14일

(65) 공개번호 10-2007-0119548

(43) 공개일자 2007년12월20일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00165359 2006년06월14일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP12260840 A

JP14100552 A

JP15124113 A

JP10270305 A

전체 청구항 수 : 총 12 항

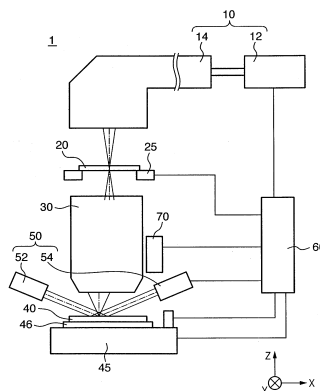
심사관 : 곽중환

(54) 주사형 노광장치 및 디바이스 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 주사형 노광장치의 제어부는, 계측수단을 이용하여 기관상의 복수의 제1 계측점의 각각에서 제1 계측을 하고, 상기 계측수단을 이용하여 상기 복수의 제1 계측점으로부터 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향으로 0보다 크되 상기 계측 마크의 폭의 절반 이하의 시프트량만큼 시프트된 상기 기관상의 복수의 제2 계측점의 각각에서 제2 계측을 하며, 상기 제1 계측과 상기 제2 계측 간의 상기 복수의 계측 마크의 각각에서의 계측값의 변화에 의거하여 상기 복수의 제1 계측점과 관련된 복수의 계측 마크로부터 유효한 계측 마크를 선택한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

레티클을 지지하며 주사 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,
 기관을 지지하며 상기 주사 방향 및 상기 주사 방향과 직교하는 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,
 상기 레티클을 조명하도록 구성된 조명수단과,
 상기 레티클의 패턴을 상기 기관 위에 투영하도록 구성된 투영 광학계와,
 상기 기관에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 기관에 복수의 계측 마크의 이미지를 형성하는 광학계와
 상기 기관에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 이미지를 평면에 재결상시키는 광학계를 구비하여, 상기
 기관의 면 위치를 계측하도록 구성된 계측수단과,
 상기 계측수단을 이용하여 상기 기관상의 복수의 제1 계측점의 각각에서 제1 계측을 하고, 상기 계측수단을 이
 용하여 상기 복수의 제1 계측점으로부터 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향으로 0보다 크되 상기
 계측 마크의 폭의 절반 이하의 시프트량만큼 시프트된 상기 기관상의 복수의 제2 계측점의 각각에서 제2 계측을
 하며, 상기 제1 계측과 상기 제2 계측 간의 상기 복수의 계측 마크의 각각에서의 계측값의 변화에 의거하여 상
 기 복수의 제1 계측점과 관련된 복수의 계측 마크로부터 유효한 계측 마크를 선택하도록 구성된 제어부를 포함
 한 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 2

레티클을 지지하며 주사 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,
 기관을 지지하며 상기 주사 방향 및 상기 주사 방향과 직교하는 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,
 상기 레티클을 조명하도록 구성된 조명수단과,
 상기 레티클의 패턴을 상기 기관 위에 투영하도록 구성된 투영 광학계와,
 상기 기관에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 기관에 복수의 계측 마크의 이미지를 형성하는 광학계와
 상기 기관에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 이미지를 평면에 재결상시키는 광학계를 구비하여, 상기
 기관의 면 위치를 계측하도록 구성된 계측수단과,
 상기 계측수단을 이용하여 상기 기관상의 복수의 제1 계측점의 각각에서 제1 계측을 하고, 상기 계측수단을 이
 용하여 상기 복수의 제1 계측점으로부터 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향으로 0보다 크되 상기
 계측 마크의 폭의 절반 이하의 시프트량만큼 시프트된 상기 기관상의 복수의 제2 계측점의 각각에서 제2 계측을
 하며, 상기 제1 계측과 상기 제2 계측 간의 상기 복수의 계측 마크의 각각에서의 계측값의 변화에 의거하여 상
 기 복수의 제1 계측점으로부터 유효한 계측점을 선택하도록 구성된 제어부를 포함한 것을 특징으로 하는 주사형
 노광장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 복수의 계측 마크로부터, 상기 계측값의 변화가 임계값을 초과하지 않는 계측 마크를 선택
 하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,
 상기 제어부는, 상기 복수의 계측점으로부터, 상기 계측값의 변화의 평균치가 임계값을 초과하지 않거나 상기
 계측값의 변화의 변차(variation)가 임계값을 초과하지 않는 계측점을 선택하는 것을 특징으로 하는 주사형 노
 광장치.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 임계값은 상기 기관의 제조 프로세스에 의해 결정되는 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 복수의 제2 계측점이 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향은 상기 주사 방향과 다른 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 복수의 제2 계측점이 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향은 상기 주사 방향인 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어부는, 부호가 서로 다른 2개의 시프트량의 각각에 대하여 상기 제2 계측을 하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어부는, 로트 내의 선두 기관의 샘플 샷에 대하여 상기 제1 계측 및 상기 제2 계측을 하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어부는, 로트 내의 선두 기관의 모든 샷에 대하여 상기 제1 계측 및 상기 제2 계측을 하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어부는, 로트 내의 모든 기관의 모든 샷에 대하여 상기 제1 계측 및 상기 제2 계측을 하는 것을 특징으로 하는 주사형 노광장치.

청구항 12

청구항 1 또는 청구항 2에 기재된 주사형 노광장치를 사용해 레티클을 거쳐서 기관을 노광하는 스텝과,

상기 노광된 기관을 현상하는 스텝과,

상기 현상된 기관을 가공해서 디바이스를 제조하는 스텝을 포함한 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <14> 본 발명은, 기관의 표면에 빛을 조사해서 해당 기관의 표면에서 반사된 광을 수광함으로써 기관의 면 위치를 계측하는 기술에 관한 것으로, 특히, 피노광 기관인 웨이퍼의 면 위치를 계측하는 장치를 구비한 주사형 노광장치에 관한 것이다.
- <15> 반도체 메모리나 논리회로 등의 미세한 반도체소자, 액정표시 소자, 박막 자기헤드 등을 포토리소그래피 공정으로 제조할 때에, 레티클(마스크)에 회화된 회로 패턴을 투영 광학계에 의해 웨이퍼 등에 투영해서 전사하는 투영 노광 장치가 사용되고 있다.
- <16> 투영 노광 장치에 있어서는, 반도체소자의 고집적화에 따라, 보다 높은 해상력으로 노광에 의해 레티클의 회로 패턴을 웨이퍼에 투영 전사하는 것이 요구되고 있다. 투영 노광 장치에서 전사 가능한 최소의 치수(해상도)는, 노광 광의 파장에 비례하고, 투영 광학계의 개구수(NA)에 반비례한다. 따라서, 파장을 짧게 한 만큼 해상도는 높아진다. 이 때문에, 최근의 광원은, 초고압 수은램프, 파장 약 436nm의 g선, 및 파장 약 365nm의 i선으로부터, 파장이 짧은 KrF 엑시머 레이저(파장 약 248nm)와, ArF 엑시머 레이저(파장 약 193nm)로 변경되고 있다. F₂ 레이저(파장 약 157nm)의 실용화도 진행되고 있다. 또한, 노광 영역의 한층 더 확대도 요구되고 있다.
- <17> 이러한 요구를 달성하기 위하여, 대략 정방형 형상의 노광 영역을 웨이퍼에 축소해서 일괄 노광하는 스텝·앤드·리프트 방식의 노광 장치, 즉 스텝퍼 대신에, 직사각형 슬릿 형상의 노광 영역을 이용해서 레티클과 웨이퍼를 상대적으로 고속 주사하여, 대화면을 정밀하게 노광하는 스텝 앤드 스캔 방식의 노광장치, 즉 스캐너가 주류가 되고 있다.
- <18> 상기 스캐너는, 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 조명부(10)와, 레티클(20)을 지지하는 레티클 스테이지(25)와, 투영 광학계(30)와, 웨이퍼(40)를 지지하는 웨이퍼 스테이지(45)와, 포커스/틸트 검출계(50)와, 얼라인먼트 검출계(70)와, 제어계(60)를 구비한다. 제어계(60)는, CPU 및 메모리를 구비하고, 조명부(10), 레티클 스테이지(25), 웨이퍼 스테이지(45), 포커스/틸트 검출계(50), 및 얼라인먼트 검출계(70)에 전기적으로 접속되고, 장치 전체의 동작을 통괄해서 제어한다.
- <19> 얼라인먼트 검출계(70)는, 웨이퍼(40)의 X,Y축 방향의 위치 어긋남을 검출한다. 도 1을 참조하면, 얼라인먼트 검출계(70)는 투영 광학계(30)의 광축으로부터 벗어난 광축 위에 배치되고, 비노광 광을 사용하는 소위 오프 액시스(off-axis) 방식의 광학계다.
- <20> 웨이퍼 스테이지(45)는, 웨이퍼 척(46)을 통해서 웨이퍼(40)를 지지한다. 웨이퍼 척에는, 적어도 3개의 웨이퍼 척 마크가 배치되어 있어, 포커스/틸트 검출계(50)에 의해 Z높이 정보를 취득하고, 얼라인먼트 검출계(70)에 의해 X-Y위치 정보를 얻는다. 웨이퍼 스테이지(45)는 리니어 모터 등을 사용해서, X축방향, Y축방향, Z축방향 및 각축의 회전 방향으로 웨이퍼(40) 및 웨이퍼 척(46)을 이동시킨다. 또한, 레티클 스테이지(25)와 웨이퍼 스테이지(45)의 각 위치는, 예를 들면 레이저 간섭계 등에 의해 감시되어, 각각의 스테이지는 일정한 속도비율로 구동된다.
- <21> 포커스/틸트 검출계(50)는, 노광중의 웨이퍼(40)의 Z축방향의 표면위치와, 표면 틸트에 관한 위치 정보를 검출한다.
- <22> 스캐너에서는, 노광중에 웨이퍼(40)의 소정의 위치가 노광 슬릿 영역에 당도하기 전에, 포커스/틸트 검출계(50)에 의하여 소정 위치에 있어서의 면 위치를 계측하고, 그 소정위치를 노광할 때, 웨이퍼 표면을 최적의 결상 위치와 맞추도록 보정을 행하고 있다.
- <23> 상기 포커스 및 틸트의 계측 방법이 다양하게 제안되어 있다(예를 들면, 일본국 공개특허공보 1994-260391 참조.).
- <24> 최근에는, 노광 광의 단파장화 및 투영 광학계의 고 NA화가 진행되어, 초점 심도가 매우 작아지고 있다. 노광해야 할 웨이퍼 표면을 최적의 결상 위치와 맞추기 위한 소위 포커스 정밀도도 점점 엄격해지고 있다. 특히, 최근에는, 웨이퍼 상의 패턴 조밀(density fluctuation)이나 웨이퍼에 도포된 레지스트의 두께 불균일에 기인하는 표면위치의 계측오차를 무시할 수 없게 되었다.

- <25> 상기 레지스트의 두께 불균일에 기인하는 계측 오차는, 주변회로 패턴이나 스크라이브(scribe) 라인 근방에, 초점 심도와 비교하면 작지만, 포커스 계측에 있어서 치명적인 단차가 형성될 때 발생한다. 이 때문에, 레지스트가 도포된 표면의 경사각도가 커져, 포커스/틸트 검출계(50)는 반사나 굴절에 의해 정(regular)반사각도로부터 벗어난 각도에서 반사광을 검출한다.
- <26> 웨이퍼 상의 패턴의 조밀에 기인하는 계측 오차는, 도 10에 나타나 있는 바와 같이, 예를 들면 패턴이 성긴 영역에서는 웨이퍼의 반사율이 높고, 패턴이 밀집한 영역에서는 웨이퍼의 반사율이 낮도록 웨이퍼의 반사율이 변화할 때 발생한다. 이 때문에, 포커스/틸트 검출계(50)로 검출한 반사 광의 반사강도가 변화하여, 패턴 조밀이 없는 경우의 신호 파형(A)에 대하여, (B)로 표시된 바와 같은 비대칭성이 발생한다. 예를 들면 중심처리 등의 신호 처리에서는 계측 오차 혹은 오프셋이 생긴다.
- <27> 상기와 같은 계측 오차가 존재하면, CD 성능의 열화 요인이 된다. 다시 말해, 도 11에 나타나 있는 바와 같이, 노광 결상 면과 웨이퍼 면을 일치시키기 위해서, 웨이퍼 내의 어떤 특정 영역 내에서 근사 평면을 작성할 때, Cu에 의한 반사율 차에 의하여 계측점 mk3의 계측 오차가 크면, 실제의 평면으로부터의 편차 Δz 가 디포커스로서 발생한다. 또한, 이 계측 오차가 웨이퍼 내의 단위 영역(샷)마다 안정하게 계측되어 있으면, 오프셋으로서 관리할 수도 있다. 그러나, 도 11의 계측점 mk3과 같은 장소에서는, 계측값에 변동이 있다. 그 장소에서는 계측 오차의 신뢰성이 낮은 것이 많아, 오프셋으로서의 신뢰성도 낮아진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <28> 본 발명은, 상기 문제를 감안해서 이루어진 것으로, 웨이퍼의 단차나 반사율 차 등의 프로세스 오차의 영향을 받지 않는 계측 점에서 계측할 수 있는 면 위치 계측 기술을 실현하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <29> 삭제
- <30> 삭제
- <31> 삭제
- <32> 삭제
- <33> 삭제
- <34> 삭제
- <35> 삭제
- <36> 삭제
- <37> 삭제
- <38> 삭제

<39> 삭제

<40> 삭제

<41> 삭제

<42> 삭제

<43> 삭제

<44> 삭제

<45> 삭제

<46> 삭제

<47> 삭제

<48> 삭제

<49> 삭제

<50> 삭제

<51> 본 발명에 따른 주사형 노광장치는,
레티클을 지지하며 주사 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,
기판을 지지하며 상기 주사 방향 및 상기 주사 방향과 직교하는 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,
상기 레티클을 조명하도록 구성된 조명수단과,
상기 레티클의 패턴을 상기 기판 위에 투영하도록 구성된 투영 광학계와,
상기 기판에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 기판에 복수의 계측 마크의 이미지를 형성하는 광학계와
상기 기판에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 이미지를 평면에 재결상시키는 광학계를 구비하여, 상기
기판의 면 위치를 계측하도록 구성된 계측수단과,
상기 계측수단을 이용하여 상기 기판상의 복수의 제1 계측점의 각각에서 제1 계측을 하고, 상기 계측수단을 이
용하여 상기 복수의 제1 계측점으로부터 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향으로 0보다 크되 상기
계측 마크의 폭의 절반 이하의 시프트량만큼 시프트된 상기 기판상의 복수의 제2 계측점의 각각에서 제2 계측을
하며, 상기 제1 계측과 상기 제2 계측 간의 상기 복수의 계측 마크의 각각에서의 계측값의 변화에 의거하여 상
기 복수의 제1 계측점과 관련된 복수의 계측 마크로부터 유효한 계측 마크를 선택하도록 구성된 제어부를 포함
한 다.

본 발명에 따른 주사형 노광장치는,

레티클을 지지하며 주사 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,

기판을 지지하며 상기 주사 방향 및 상기 주사 방향과 직교하는 방향으로 이동 가능하도록 구성된 스테이지와,

상기 레티클을 조명하도록 구성된 조명수단과,

상기 레티클의 패턴을 상기 기판 위에 투영하도록 구성된 투영 광학계와,

상기 기판에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 기판에 복수의 계측 마크의 이미지를 형성하는 광학계와
상기 기판에 대하여 경사 방향의 광축을 가지며 상기 이미지를 평면에 재결상시키는 광학계를 구비하여, 상기
기판의 면 위치를 계측하도록 구성된 계측수단과,

상기 계측수단을 이용하여 상기 기판상의 복수의 제1 계측점의 각각에서 제1 계측을 하고, 상기 계측수단을 이
용하여 상기 복수의 제1 계측점으로부터 상기 복수의 제1 계측점으로부터 시프트되는 방향으로 0보다 크되 상기
계측 마크의 폭의 절반 이하의 시프트량만큼 시프트된 상기 기판상의 복수의 제2 계측점의 각각에서 제2 계측을
하며, 상기 제1 계측과 상기 제2 계측 간의 상기 복수의 계측 마크의 각각에서의 계측값의 변화에 의거하여 상
기 복수의 제1 계측점으로부터 유효한 계측점을 선택하도록 구성된 제어부를 포함한다.

본 발명에 따른 디바이스 제조방법은,

상기에 기재된 주사형 노광장치를 사용해 레티클을 거쳐서 기판을 노광하는 스텝과,

상기 노광된 상기 기판을 현상하는 스텝과,

상기 현상된 기판을 가공해서 디바이스를 제조하는 스텝을 포함한다.

본 발명에 의하면, 웨이퍼의 단차나 반사율 차 등의 프로세스 오차가 발생해도, 프로세스 오차의 영향을 받지
않는 계측점에서 계측할 수 있으므로, 계측 정밀도가 향상하고, CD 성능 열화를 누르고, 나아가서는 제품 비율
을 향상시킬 수 있다.

<52> 이하에, 첨부된 도면을 참조해서 본 발명의 실시 예에 대해서 상세하게 설명한다.

<53> 이하에 설명하는 실시 예는, 본 발명을 실현하기 위한 일례이며, 본 발명이 적용되는 장치의 구성이나 각종 조
건에 의해 적절히 수정 또는 변경되어야 할 것이다.

<54> 본 발명은, 이하에 설명하는 디바이스 제조의 이외에, 각종 정밀 가공장치, 각종 정밀 측정장치, 및 이러한 디
바이스 제조 장치를 이용해서 반도체 디바이스 등을 제조하는 방법에도 적용가능하다.

<55> 본 발명은, 후술하는 실시 예의 기능을 실현하는 소프트웨어의 프로그램 코드를 기억한 기억매체를 노광 장치에
공급하고, 그 컴퓨터 또는 CPU나 MPU가 기억매체에 기억된 프로그램 코드를 판독해 실행하는 것에 의해서도 달
성된다.

<56> 여기에서, 이하의 실시 예에서 사용하는 "계측 점"은, 특히 계측 장소에 있어서의 복수의 계측 마크의 각각의
개별적인 엘리먼트로서 정의된다.

<57> [노광 장치의 설명]

<58> 도 1은, 본 발명의 실시 예에 따른 노광 장치의 전체구성을 도시한 도면이다.

<59> 도 1에 있어서, 노광 장치(1)는, 스텝·앤드·스캔 방식으로 레티클(20)에 형성된 회로 패턴을 웨이퍼(40)에 투
영하는 투영 노광장치(스캐너)이다. 이 노광장치(1)는 서브마이크론(submicron), 즉 쿼터 마이크론 이하의 리소
그래피 공정에 적합하다. 노광 장치(1)는, 조명부(10)와, 레티클(20)을 지지하는 레티클 스테이지(25)와, 투영
광학계(30)와, 웨이퍼(40)를 지지하는 웨이퍼 스테이지(45)와, 포커스/틸트 검출계(50)와, 얼라인먼트 검출계
(70)와, 제어계(60)를 구비한다. 제어계(60)는, CPU 및 메모리를 구비하고, 조명부(10), 레티클 스테이지(25),
웨이퍼 스테이지(45), 포커스/틸트 검출계(50), 및 얼라인먼트 검출계(70)에 전기적으로 접속되며, 장치 전체의
동작을 통괄해서 제어한다.

<60> 조명부(10)는, 광원부(12)와 조명 광학계(14)를 구비하여, 전사용의 회로 패턴이 형성된 레티클(20)을
조명한다.

<61> 광원부(12)는, 레이저광, 예를 들면 파장 약 193nm의 ArF 엑시머레이저, 혹은 파장 약 248nm의 KrF 엑시머 레이

저를 사용할 수 있다. 광원의 종류는 엑시머 레이저에 한정되지 않고, 파장 약 157nm의 F₂ 레이저나 파장 20nm 이하의 EUV(Extreme Ultraviolet)광을 사용해도 좋다.

- <62> 조명 광학계(14)는, 광원부(12)가 방출한 광 빔을 이용해서 레티클(20)을 조명하는 광학계이다. 조명 광학계(14)는 광 빔을 노광에 가장 최적인 소정의 슬릿 광으로 성형해서 레티클(20)을 조명한다. 조명 광학계(14)는, 렌즈, 미러, 옵티컬 인테그레이터, 조리개 등을 포함한다. 예를 들면, 콘덴서 렌즈, 플라이 아이(fly-eye) 렌즈, 개구 조리개, 콘덴서 렌즈, 슬릿, 결상 광학계의 순으로 배치된다. 조명 광학계(14)는, 축상(on-axis) 광이나 축외(off-axis) 광을 막론하고 사용할 수 있다. 옵티컬 인테그레이터는, 플라이 아이 렌즈나 2쌍의 실린드릭 렌즈 어레이(또는 렌티큘러 렌즈 어레이)판을 적층해서 구성된 인테그레이터를 포함한다. 그렇지만, 인테그레이터는 광학 로드나 회절 소자로 치환되는 경우도 있다.
- <63> 레티클(20)은, 예를 들면 석영으로 이루어져 있다. 이 레티클(20) 위에는 전사되어야 할 회로 패턴이 형성된다. 레티클 스테이지(25)는 레티클(20)을 지지 및 구동한다. 레티클(20)을 투과한 회절광은, 투영 광학계(30)를 통해서, 웨이퍼(40) 위에 투영된다. 레티클(20)과 웨이퍼(40)는, 광학적으로 공역의 관계로 배치된다. 레티클(20)과 웨이퍼(40)를 축소 배율비와 같은 속도비로 주사해서 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40) 위에 전사한다. 노광 장치(1)에는, 광 경사 입사계(미도시)로서 기능을 하는 레티클 검출계가 설치되어 있고, 이 레티클 검출계에 의해 레티클 위치를 검출해 소정위치에 레티클을 배치한다.
- <64> 레티클 스테이지(25)는, 레티클 척(미도시)을 통해서 레티클(20)을 지지하고, 이동 기구(미도시)에 접속한다. 이 이동 기구는 리니어 모터를 포함하고, X축 방향, Y축 방향, Z축 방향 및 각축의 회전 방향으로 레티클 스테이지(25)를 구동 및 제어함으로써 레티클(20)을 이동시킬 수 있다.
- <65> 투영 광학계(30)는, 물체면으로부터의 광 빔을 결상면에 결상하는 기능을 가지고, 레티클(20)에 형성된 패턴을 통과한 회절광을 웨이퍼(40) 위에 결상한다.
- <66> 웨이퍼(40)는, 포토레지스트가 실리콘 기판 위에 도포된 피처리체다. 한편, 웨이퍼(40)는, 얼라인먼트 검출계(70) 및 포커스/틸트 검출계(50)가 위치 검출을 행하기 위한 피검출체이기도 하다.
- <67> 얼라인먼트 검출계(70)는, 웨이퍼(40)의 X-Y축 방향의 위치 어긋남을 검출하기 위한 것이다. 도 1에 나타내는 구성에서, 얼라인먼트 검출계(70)는 투영 광학계(30)의 광축으로부터 벗어난 광축 위에 배치되고, 비노광 광을 사용하는 소위 오프 액시스 방식의 광학계다.
- <68> 웨이퍼 스테이지(45)는, 웨이퍼 척(46)을 통해서 웨이퍼(40)를 지지한다. 웨이퍼 척에는, 적어도 3이상의 웨이퍼 척 마크가 배치되어 있어, 포커스/틸트 검출계(50)에 의해 Z높이 정보를 얻고, 얼라인먼트 검출계(70)에 의해 X-Y 위치 정보를 얻는다. 웨이퍼 스테이지(45)는, 레티클 스테이지(25)와 마찬가지로, 리니어 모터를 이용하여, X축 방향, Y축 방향, Z축 방향 및 각축의 회전 방향으로 웨이퍼(40) 및 웨이퍼 척(46)을 이동시킨다. 레티클 스테이지(25)와 웨이퍼 스테이지(45)의 각 위치는, 예를 들면 레이저 간섭계 등에 의해 감시되어, 양 스테이지는 일정한 속도비율로 구동된다. 웨이퍼 스테이지(45)는, 예를 들면, 제진(除振) 기능을 갖는 댐퍼를 거쳐서 바닥 등 위에 지지되는 예를 들면 스테이지 베이스(미도시) 위에 설치된다. 레티클 스테이지(25) 및 투영 광학계(30)는, 예를 들면 바닥 등에 설치된 베이스 프레임 위에 댐퍼를 거쳐서 지지되는 경통 베이스(미도시) 위에 설치된다.
- <69> 다음에, 노광 장치(1)에 있어서의 포커스/틸트 검출계(50)에 관하여 설명한다.
- <70> 포커스/틸트 검출계(50)는, 노광중의 웨이퍼(40)의 표면위치(Z축 방향)의 위치 정보를 광학적으로 검출한다. 좀더 구체적으로, 포커스/틸트 검출계(50)는 포커스 검출용의 슬릿형의 계측 마크를, 투영 광학계(52)를 거쳐서 웨이퍼(40) 위에 높은 입사각도로 투영한다. 포커스/틸트 검출계(50)는 그 계측 마크의 투영 상을 투영 광학계(52) 및 수광 광학계(54)를 이용해서 CCD 등의 광전변환소자에 재결상시킨다. 포커스/틸트 검출계(50)는 광전변환소자로부터의 신호 파형을 사용하여, 웨이퍼(40)의 면 위치를 검출한다.
- <71> 본 실시 예에 따른 스캐너에서는, 주사 노광중에 웨이퍼(40) 상의 소정위치가 노광 슬릿 영역에 당도하기 전에, 포커스/틸트 검출계(50)에 의하여 소정위치 에 있어서의 면 위치를 계측하고, 그 소정위치를 노광할 때에 웨이퍼 표면을 최적인 결상위치에 맞추는 보정을 행하고 있다.
- <72> 또한, 웨이퍼(40)의 면 위치의 높이(포커스)뿐만 아니라, 표면의 틸트를 계측하기 위해서, 노광 슬릿의 길이 방향, 즉, 주사 방향과 직교하는 방향을 포함하는, 노광 슬릿 영역은 복수의 계측 점, 예를 들면 3~5의 계측 점을 가지고 있다.

- <73> 다음에, 복수의 계측 점의 각각에는, 상술한 슬릿 형의 복수의 계측 마크가 배치되어 있어, 각 계측 마크의 투영 상을 개별의 광전변환소자에 재결상시켜 포커스 계측을 행한다. 상기 복수의 계측 점에 있어서의 복수의 마크는, 임의의 방향으로 배치하는 것이 가능하다. 이들 계측 마크의 특징에 관해서는 이하의 실시 예에서 상세히 설명한다.
- <74> 또한, 웨이퍼(40) 상의 복수의 샘플 샷에 대하여, 주사 방향으로 소정의 간격(예를 들면, 1mm)으로 상기 복수의 계측 마크에 의한 포커스 계측을 행한다. 이들의 계측 결과를 통계적으로 처리해서 웨이퍼(40)의 면 위치(포커스 및 틸트)를 검출한다.
- <75> [포커스 계측 방법]
- <76> 도 2는, 본 실시 예에 따른 노광 장치에 의한 포커스 계측 순서를 나타내는 플로차트다.
- <77> 도 2에 있어서, 제어계(60)는, 포커스/틸트 검출계(50)를 사용하여, 통상의 포커스 계측을 행하고(스텝 S100의 제1의 공정), 다음에 웨이퍼 스테이지(45)에 의해 웨이퍼(40)를 소정방향으로 소정량 시프트시켜서 포커스 계측을 행한다(스텝 S110의 제2의 공정). 그리고, 제어계(60)는 계측 값의 변화가 웨이퍼 프로세스에 대응하는 톨러런스(tolerance)를 초과한 계측 점을 이상(異常)으로서 선택한다(S120). 여기에서, 톨러런스는 프로세스의 디자인 룰에 의하여 결정된다. 예를 들면, 이 톨러런스는 W-CMP 프로세스의 경우에는, 100nm, Cu의 듀얼 다마신 프로세스(이하 "Cu-DD")의 경우에는 50nm으로서 규정될 수 있다.
- <78> <제1 실시 예>
- <79> 도 3a 및 도 3b는 제1 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 설명하는 도면이다. 도 3a 및 도 3b는 계측 마크가, 레티클 및 웨이퍼의 주사 방향과 직교하는 방향(X방향)으로 배치되었을 경우에 적용한 예를 나타낸다.
- <80> 도 3a에 있어서, S110에 있어서의 웨이퍼를 소정량 시프트시킨 소정방향은 레티클 및 웨이퍼의 주사 방향과 직교하는 X방향이다. 소정의 웨이퍼 시프트량은 $\pm L/4$ 이며, 여기서 L은 X방향에 있어서의 계측 마크 폭이다.
- <81> 어떤 특정 프로세스에 대하여, 본 실시 예에 따른 포커스 계측을 행한 경우의 결과를 도 3b에 나타낸다. 도 2의 S100에 있어서의 통상의 포커스 계측 결과는 도 3b의 shift0에 해당한다. S110에 있어서의 계측점 근방으로 웨이퍼를 $+L/4$ 및 $-L/4$ 만큼 시프트시킨 경우의 포커스 계측 결과는 도 3b의 shift- 및 shift+에 각각 해당한다. 도 3b를 참조하면, 스텝 S100과 S110에서 취득한 계측 값의 변화가 수직선으로 나타나 있다.
- <82> 다음에, S120에 있어서의 계측점 선택 공정을 도 3b를 참조해서 설명한다. 도 3b의 그래프가 Cu-DD인 경우에는, 톨러런스 TR1을 초과하는 계측점 mk3, mk4, mk7을 이상이라고 판단한다. 또한, 도 3b의 그래프가 W-CMP인 경우에는, 톨러런스 TR2을 초과하는 계측점 mk3 및 mk7을 이상이라고 판단한다.
- <83> <제2 실시 예>
- <84> 도 4a 및 4b는, 제2 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 설명하는 도면이다. 도 4a 및 4b는 계측 마크가 레티클 및 웨이퍼의 주사 방향(Y방향)으로 배치된 경우에 적용한 예를 나타낸다.
- <85> 도 4a에 있어서, 스텝 S110에 있어서의 웨이퍼를 소정량 시프트시킨 소정방향은 레티클 및 웨이퍼의 주사 방향인 Y방향이다. 소정의 웨이퍼 시프트량은 $\pm L/4$ 이며, 여기서, L(도 4a에 나타난 L과 같음)은 이 Y방향에 있어서의 계측 마크 폭이다.
- <86> 도 4b는 W-CMP 프로세스에 대하여, 제2 실시 예에 따른 포커스 계측을 행한 경우의 결과를 나타낸다. 도 4b에 의하면, 계측점 mk4에서는 계측 값의 변화가 크다. 따라서, W-CMP의 톨러런스 TR2을 초과하는 계측점 mk4을 이상이라고 판단할 수 있다.
- <87> 제2 실시 예에서는 웨이퍼의 단차와 반사율 차가 계측점 mk4 부근에 존재하는 경우이다. 도 4b에 나타난 통상의 포커스 계측(shift0에 해당)에 의해 취득된 데이터에 착안하면, 근사 평면으로부터의 차이가 큰 부분을 이상 값으로서 판정하는 알고리즘에서는, 계측점 mk4은 제거 가능하지 않다.
- <88> <제3 실시 예>
- <89> 도 5a 및 5b는 제3 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 설명하는 도면이다. 도 5a 및 5b는 계측 마크가 경사 방향으로 배치되었을 경우에 적용한 예다.
- <90> 도 5a에서는, 계측점 mk4 및 mk5에 반사율 차가 존재한다.

- <91> 도 5b는 Cu-DD 프로세스에 대하여, 제3 실시 예에 따른 포커스 계측을 행한 경우의 결과를 나타낸다. 도 5b에 의하면, 계측점 mk4 및 mk5에서는 계측 값의 변화가 크다. 따라서, 톨러런스 TR1을 초과하는 계측 점 mk4 및 mk5를 이상이라고 판단할 수 있다.
- <92> <제4 실시 예>
- <93> 도 6은 제4 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <94> 제4 실시 예는, 상기 포커스 계측 방법을 로트(lot) 내의 선두 웨이퍼 상의 제1 샘플 샷(sample shot)에만 적용한 예다.
- <95> 도 6에 있어서, 웨이퍼 스테이지에 로트 내의 선두 웨이퍼를 로드한다(S200). 그 후에, 로트 내의 선두 웨이퍼의 제1 샘플 샷에 대하여 포커스 계측을 행하여, 샷 내에서 복수의 계측 점을 선택한다(S210).
- <96> 다음에, 스텝 S210에서 결정된 계측 점에서 다른 샘플 샷을 포커스 계측하여, 유효한 계측 점에서 근사 평면으로부터의 오프셋을 산출하고, 그것을 장치에 기억한다(S220).
- <97> 다음에, 선두 웨이퍼를 노광한다(S230). 노광된 선두 웨이퍼가 회수되어, 두 번째의 웨이퍼를 로드한다(S240). 다음에, S210에서 결정된 계측 점에서 샘플 샷에 대해서 통상의 포커스 계측을 행한다(S250). 두 번째의 웨이퍼는, 스텝 S250에서 취득한 포커스 계측 결과와 스텝 S220에서 산출된 오프셋을 사용해서 노광된다(S230).
- <98> 스텝 S260에서 모든 웨이퍼를 노광할 때까지, 상기 스텝 S230~S250의 처리를 반복한다. 최후의 웨이퍼가 노광되면, 스텝 S270에서 웨이퍼가 회수된다.
- <99> <제5 실시 예>
- <100> 도 7은 제5 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <101> 제5 실시 예는, 상기 포커스 계측 방법을 로트 내의 선두 웨이퍼 상의 모든 샘플 샷에만 적용한 예다.
- <102> 도 7에 있어서, 웨이퍼 스테이지에 로트 내의 선두 웨이퍼를 로드한다(S300). 그 후에, 로트 내의 선두 웨이퍼의 모든 샘플 샷에 대하여 포커스 계측을 행하여, 샷 내에서 복수의 계측 점을 선택한다(S310).
- <103> 제5 실시 예에서는, 각 샘플 샷 내의 동일 위치에서의 계측 값의 변화가 샘플 샷의 수에 해당하는 회수 계측된다. 계측 값의 변화를 샘플 샷의 수로 나눠서 취득한 평균한 값에 근거해서 계측 점을 선택한다.
- <104> 스텝 S310에서는, 유효한 계측 점에서 근사 평면으로부터의 오프셋을 산출하여, 장치에 기억한다.
- <105> 다음에, 스텝 S320에서 선두 웨이퍼를 노광한다. 스텝 S330에서 노광된 선두 웨이퍼가 회수되어, 두 번째의 웨이퍼를 로드한다. 다음에, 스텝 S340에서는, 스텝 S310에서 결정된 계측 점에서 샘플 샷에 대하여 통상의 포커스 계측을 행한다. 두 번째의 웨이퍼는, 스텝 S340에 취득한 포커스 계측 결과와 S310에서 산출된 오프셋을 사용해서 스텝 S320에서 노광된다.
- <106> 스텝 S350에서 모든 웨이퍼를 노광할 때까지, 상기 S320~S340의 처리를 반복한다. 최후의 웨이퍼가 노광되면, 스텝 S360에서 웨이퍼가 회수된다.
- <107> <제6 실시 예>
- <108> 도 8은 제6 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <109> 제6 실시 예는, 상기 포커스 계측 방법을 트윈 스테이지에 적용한 예이며, 더욱 포커스 계측 방법을 계측 스테이션에서 로트 내의 선두 웨이퍼에만 적용한 예다.
- <110> 트윈 스테이지의 경우, 계측 스테이션에서의 포커스 계측과 노광 스테이션에서의 노광 처리를 동시에 실행할 수 있는 이점이 있다. 이 때문에, 계측 스테이션에서의 웨이퍼의 포커스 계측을, 제4 및 제5 실시 예와 달리 샘플 샷에 한정하지 않아야 한다. 노광 처리의 이면에서는, 모든 샷에 대하여 포커스 계측을 행해도 좋다.
- <111> 도 8에 있어서, 계측 스테이션에 로트 내의 선두 웨이퍼를 로드한다(S400). 그 후에, 계측 스테이션에서 로트 내의 선두 웨이퍼의 전체에 대하여 포커스 계측을 행하여, 웨이퍼의 전체면에 있어서 복수의 계측 점을 선택한다. 동시에, 유효한 계측 점에서 근사 평면으로부터의 오프셋을 산출하여, 장치에 기억한다(S410).
- <112> 다음에, 스텝 S420에서 선두 웨이퍼를 계측 스테이션에서 노광 스테이션으로 전송한다. 노광 스테이션에서는 S430에서 선두 웨이퍼를 노광한다. 스텝 S440에서는, 선두 웨이퍼를 노광하면서 두 번째의 웨이퍼를 로딩한다.

스텝 S450에서는 스텝 S410에서 결정된 계측 점에서 두 번째의 웨이퍼에 대하여 통상의 포커스 계측을 행한다.

<113> 스텝 S460에서는, 노광 스테이션 상의 노광된 웨이퍼와 계측 스테이션 상의 미노광된 웨이퍼를 교환한다. 미노광된 웨이퍼는 스텝 S450에서 취득한 포커스 계측 결과와 스텝 S410에서 취득한 오프셋을 사용해서 노광된다(S470). 한편, 노광된 웨이퍼는 S480에서 회수되어, 세 번째의 웨이퍼가 계측 스테이션 위에 로드된다. 계측 스테이션에서, 세 번째의 웨이퍼에 대하여 스텝 S410에서 결정된 계측 점에서 포커스 계측을 행한다. 스텝 S500에서 모든 웨이퍼를 노광할 때까지, 스텝 S460~S490의 처리를 반복한다. 최후의 웨이퍼가 노광되면, 스텝 S510에서 웨이퍼는 노광 스테이션에서 계측 스테이션으로 전송되고, 스텝 S520에서 회수된다.

<114> <제7 실시 예>

<115> 도 9는 제7 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.

<116> 제7 실시 예는, 제6 실시 예와 같이, 포커스 계측 방법을 트윈 스테이지에 적용한 예이며, 상기 포커스 계측 방법을, 계측 스테이션에서 로트 내의 모든 웨이퍼에 적용한 예다.

<117> 제7 실시 예의 특이한 특징들은 아래와 같다. 여기에서는, 로트의 처리 도중에 계측 점의 이상치가 변동했을 경우에 대응하기 위해서, 각 웨이퍼에 대하여 포커스 계측을 행한다. 이상이라고 판단된 계측점이 이전 웨이퍼와 다른 경우에는, 선택된 계측 점을 갱신하고, 갱신된 계측 점을 사용해서 근사 평면을 산출한다.

<118> 도 9에 있어서, 계측 스테이션에 로트 내의 선두 웨이퍼를 로드한다(S600). 그 후에, 계측 스테이션에서 로트 내의 선두 웨이퍼의 전체 면에 대하여 포커스 계측을 행하여, 웨이퍼의 전체면에 있어서 복수의 계측 점을 선택한다. 동시에, 유효한 계측 점에서 근사 평면으로부터의 오프셋을 산출하여, 장치에 기억한다(S610).

<119> 스텝 S620에서는, 선두 웨이퍼를 계측 스테이션으로부터 노광 스테이션으로 전송한다. 노광 스테이션에서는 스텝 S630에서 선두 웨이퍼를 노광한다. 스텝 S640에서는, 선두 웨이퍼에 대하여 노광을 행하면서 두 번째의 웨이퍼를 로드한다. 스텝 S650에서는, 계측 스테이션에서 두 번째의 웨이퍼에 대하여 포커스 계측을 행한다. 스텝 S660에서는, 스텝 S610에서 결정된 첫 번째의 웨이퍼에서의 각 계측 점과 스텝 S650에서 결정된 대응하는 계측 점을 비교한다. 동일한 계측 점에서의 이상 값이 서로 다르면, 이 계측점을 갱신한다. 동시에, 갱신된 유효한 계측 점에서 근사 평면으로부터의 오프셋을 산출하여, 장치에 기억한다.

<120> 스텝 S670에서는, 노광 스테이션 상의 노광된 웨이퍼와 계측 스테이션 상의 미노광된 웨이퍼를 교환한다. 미노광된 웨이퍼는 스텝 S650에서 취득한 포커스 계측 결과와 스텝 S660에서 취득한 오프셋을 사용해서 노광된다(S680). 한편, 노광된 웨이퍼는 S690에서 회수되어, 세 번째의 웨이퍼가 계측 스테이션 위에 로드된다. 계측 스테이션에서, 세 번째의 웨이퍼에 대하여 스텝 S700에서 포커스 계측을 행한다. 스텝 S710에서는, 스텝 S650에서 결정된 두 번째의 웨이퍼 상의 계측 점과 스텝 S700에서 결정된 대응하는 계측 점을 비교한다. 동일한 계측 점에서의 이상 값이 서로 다르면, 이 계측 점을 갱신한다. 동시에, 갱신된 유효한 계측 점에서 근사 평면으로부터의 오프셋을 산출하여, 장치에 기억한다.

<121> 모든 웨이퍼를 노광할 때까지, 스텝 S670~S710의 처리를 반복한다. 최후의 웨이퍼가 노광되면, 스텝 S730에서, 웨이퍼는 노광 스테이션에서 계측 스테이션으로 전송되고, S740에서 웨이퍼가 회수된다.

<122> <다른 실시 예>

<123> 전술한 각 실시 예는, 복수의 계측 마크의 엘리먼트마다 이상 값을 판단하여, 계측 점을 선택했지만, 본 발명은 이것에 한정하지 않는다. 계측 개소, 즉 계측 마크의 엘리먼트의 이상 값을 총체적으로 판단해도 좋다. 즉, 어떤 계측 개소에 있어서의 계측 마크의 피치와 웨이퍼의 패턴 조밀(粗密)의 피치와의 관계로 포커스 계측 값의 변화가 엘리먼트 전체에서 균등하게 발생하는 경우, 해당 계측 개소의 계측 신뢰성이 낮다. 그러한 상황에서는, 계측 마크 전체에 근거한 판단이 나온 경우도 있다.

<124> 본 실시 예에서는, 포커스 계측 값의 변화를 계측 마크의 엘리먼트의 수로 평균한다. 그 평균치가 별도로 설정한 틀러런스를 넘고, 또 계측 값의 변화의 변차(variation), 예를 들면 표준편차가 설정 값의 범위 내에 있는 경우에, 해당 계측 개소에 있어서의 계측 마크 모두를, 즉 모든 엘리먼트를 이상이라고 판단할 수 있다.

<125> <디바이스 제조방법>

<126> 다음에, 상술한 노광 장치를 이용한 디바이스 제조 방법의 실시 예를 설명한다.

<127> 도 12는 마이크로디바이스, 예를 들면, IC나 LSI 등의 반도체 칩, 액정 패널, CCD, 박막 자기헤드, 또는 마이크

로머신 등을 제조하기 위한 시퀀스를 나타낸다. 스텝 S1의 회로 설계에서는, 반도체 디바이스의 회로를 설계한다. 스텝 S2의 레티클 제작에서는, 설계한 회로 패턴에 의거하여 레티클을 제작한다. 스텝 S3의 웨이퍼 제조에서는, 실리콘 등의 재료를 사용해서 웨이퍼를 제조한다. 전공정이라고 불리는 스텝 S4의 웨이퍼 프로세스에서는, 상기 레티클과 웨이퍼를 사용하여, 상기의 노광 장치에 의해 리소그래피 기술을 이용해서 웨이퍼 위에 실제의 회로를 형성한다. 후공정이라고 불리는 스텝 S5의 조립에서는, 스텝 S4에서 제작된 웨이퍼를 사용해서 반도체 칩을 형성한다. 이 스텝은, 어셈블리, 즉 다이싱 및 본딩, 패키징, 즉 칩 봉입 등의 공정을 포함한다. 스텝 S6의 검사에서는, 스텝 S5에서 제작된 반도체 디바이스의 동작 확인 테스트, 내구성 테스트 등의 검사를 행한다. 이러한 공정에 의해 반도체 디바이스가 완성되어, 출하된다(스텝 S7).

<128> 도 13은, 상기 웨이퍼 프로세스의 상세한 시퀀스를 나타낸다. 스텝 S11의 산화에서는, 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 스텝 S12의 CVD에서는, 웨이퍼 표면에 절연막을 형성한다. 스텝 S13의 전극형성에서는, 웨이퍼 위에 전극을 증착에 의해 형성한다. 스텝 S14의 이온 주입에서는, 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝 S15의 레지스트 처리에서는, 웨이퍼에 감광제를 도포한다. 스텝 S16의 노광에서는, 상기 설명한 노광 장치가 회로 패턴을 노광에 의해 웨이퍼에 프린트한다. 스텝 S17의 현상에서는, 노광한 웨이퍼를 현상한다. 스텝 S18의 에칭에서는, 현상한 레지스트 상 이외의 부분을 에칭한다. 스텝 S19의 레지스트 박리에서는, 에칭 후에 남은 불필요한 레지스트를 제거한다. 이들의 스텝을 반복함으로써, 웨이퍼 위에 다중으로 회로 패턴이 형성된다.

<129> 상기 예시한 실시 예를 참조하면서 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 이 예시한 실시 예에 한정되는 것이 아니라는 것이 이해될 것이다. 이하의 특허청구범위는 모든 변형, 균등구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓게 해석될 것이다.

발명의 효과

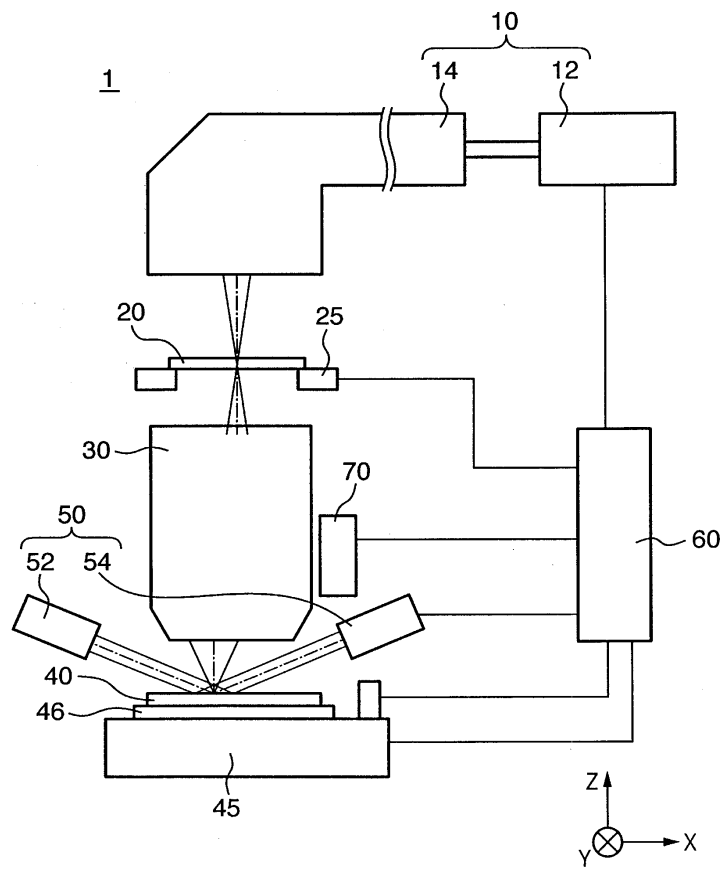
<130> 본 발명에 의하면, 웨이퍼의 단차나 반사율 차 등의 프로세스 오차의 영향을 받지 않는 계측 점에서 계측할 수 있는 면 위치 계측 기술을 실현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

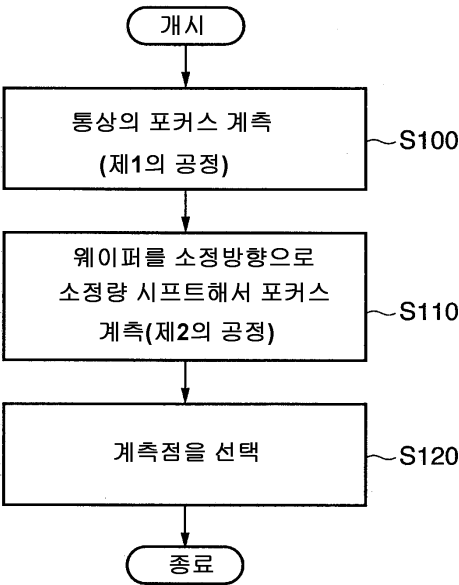
- <1> 도 1은 본 발명의 실시 예에 따른 노광 장치의 전체 구성을 도시한 도면이다.
- <2> 도 2는 본 실시 예에 따른 포커스 계측순서를 나타내는 플로차트다.
- <3> 도 3a 및 3b는 제1 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 설명하는 도면이다.
- <4> 도 4a 및 4b는 제2 실시 예에 따른 포커스 계측방법을 설명하는 도면이다.
- <5> 도 5a 및 5b는 제3 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 설명하는 도면이다.
- <6> 도 6은 제4 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <7> 도 7은 제5 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <8> 도 8은 제6 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <9> 도 9는 제7 실시 예에 따른 포커스 계측 방법을 나타내는 플로차트다.
- <10> 도 10은 웨이퍼상의 패턴의 반사율 차에 의한 계측 오차를 설명하는 도면이다.
- <11> 도 11은 근사 평면의 실제의 평면으로부터의 오차를 설명하는 도면이다.
- <12> 도 12는 디바이스 제조방법을 나타내는 플로차트다.
- <13> 도 13은 웨이퍼 프로세스를 도시한 플로차트다.

도면

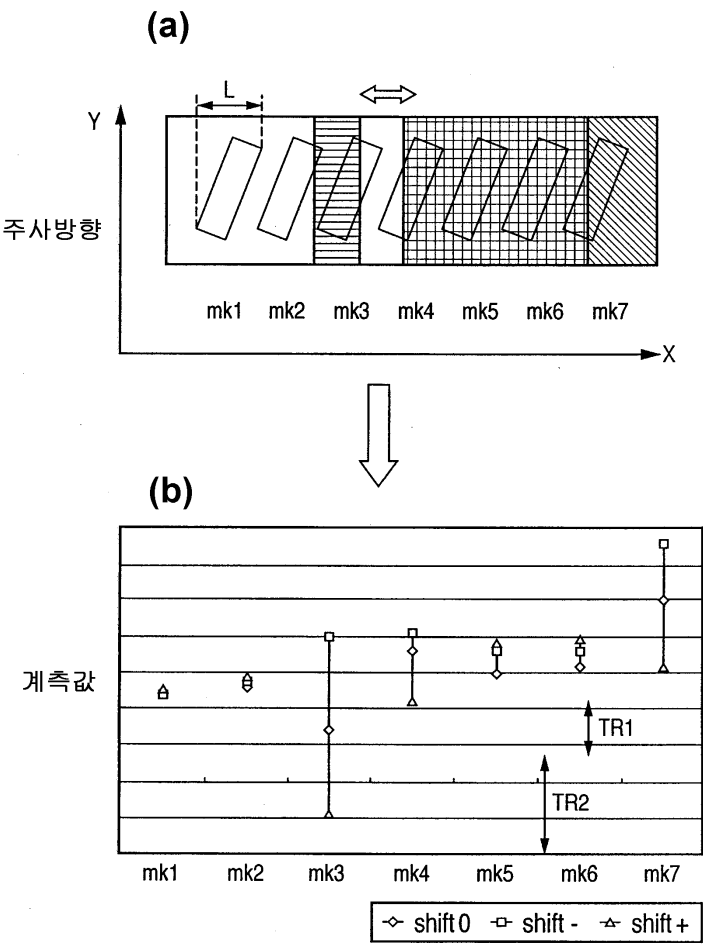
도면1

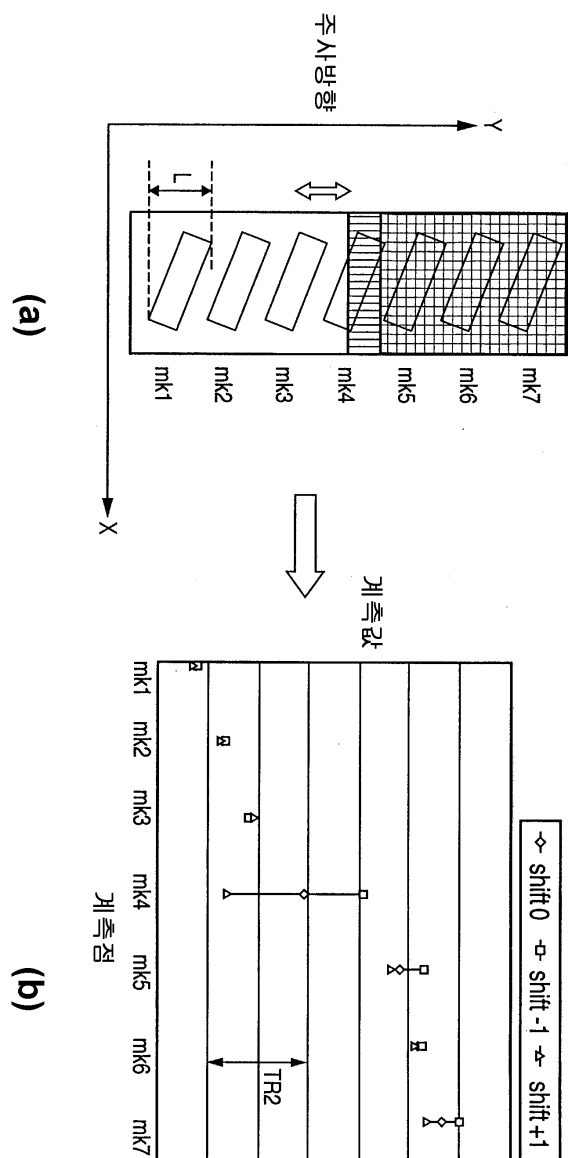


도면2

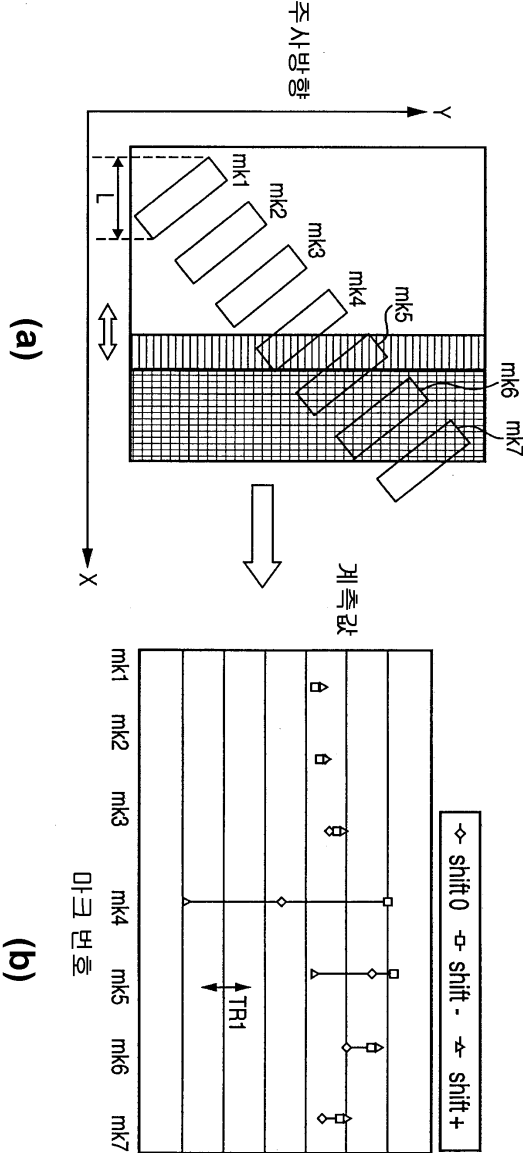


도면3

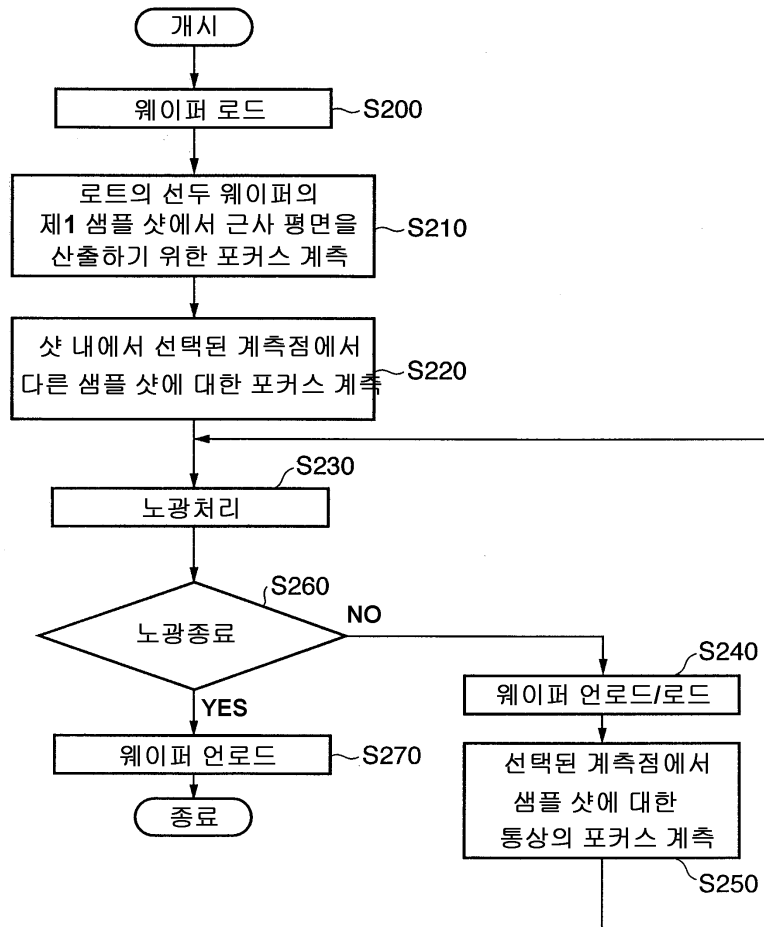




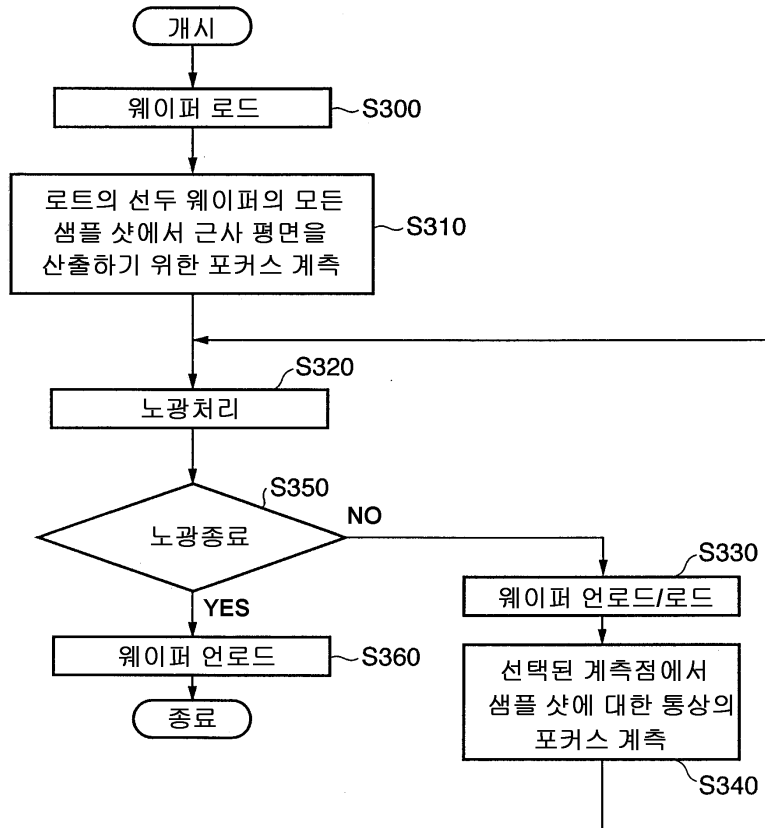
도면5



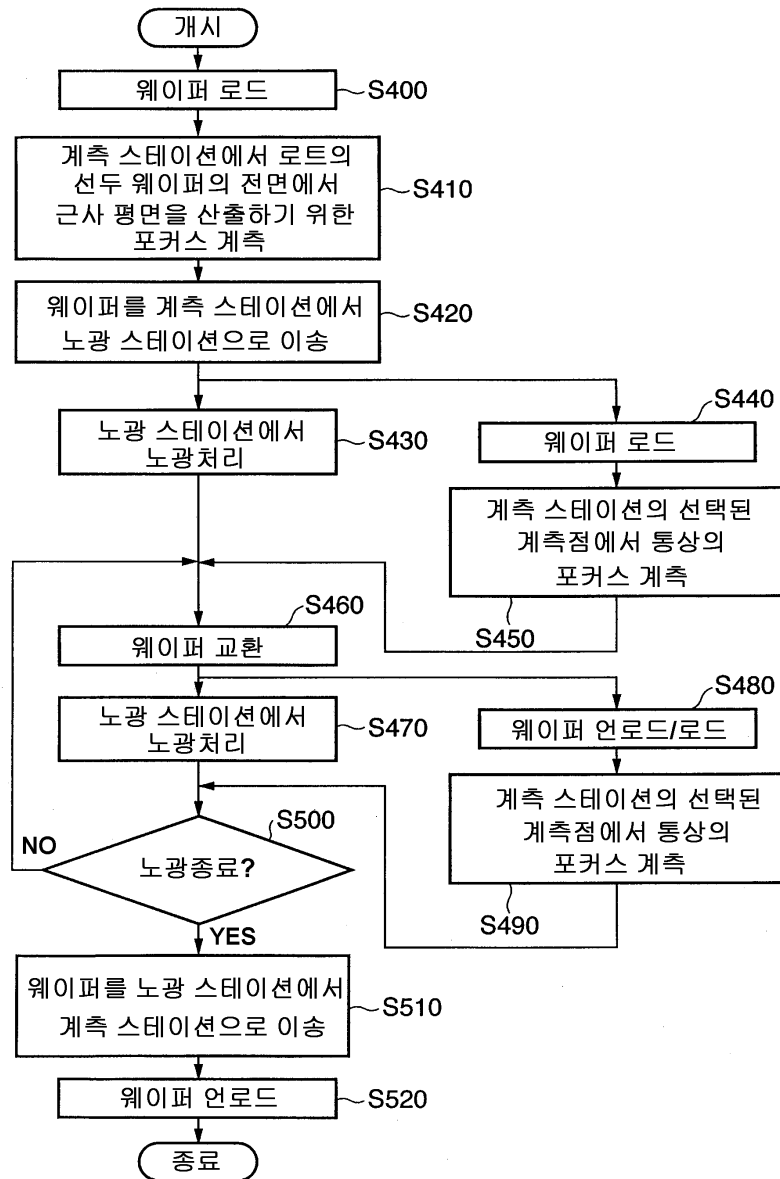
도면6



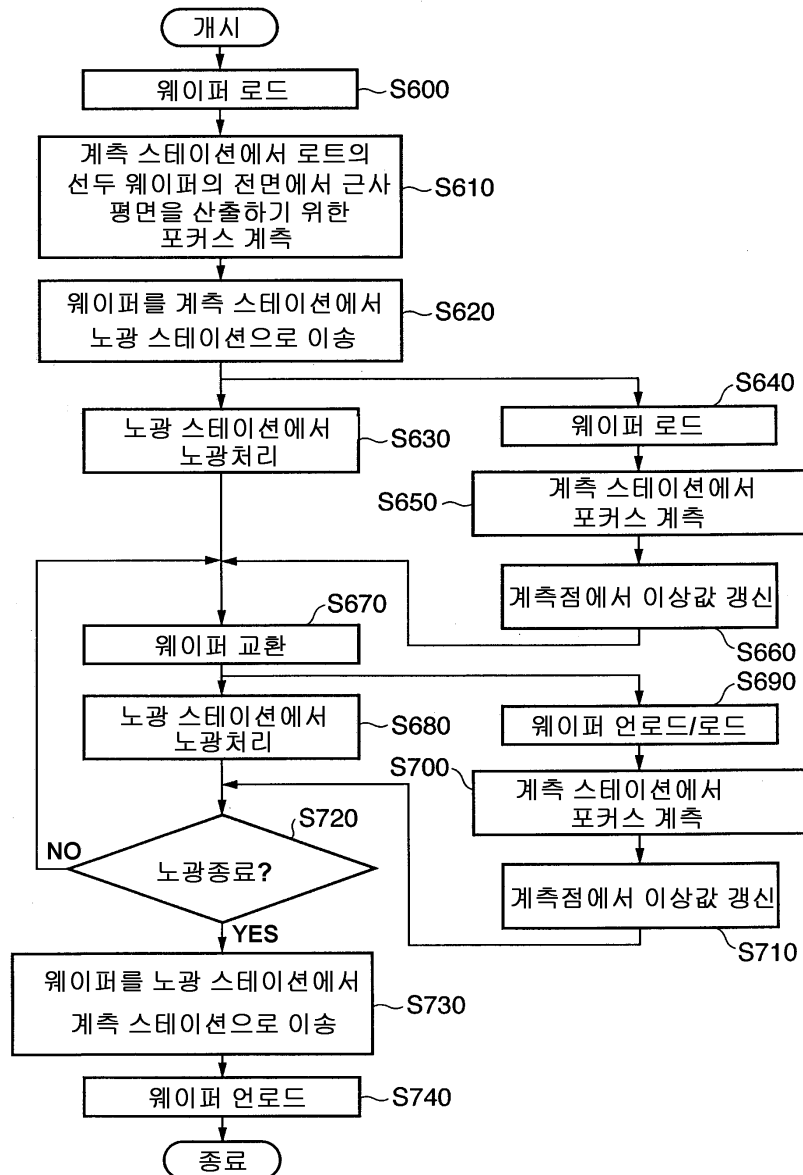
도면7



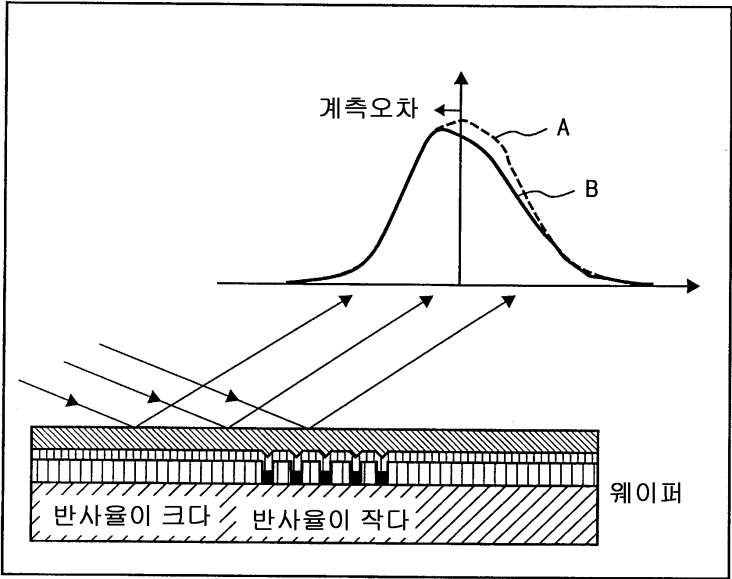
도면8



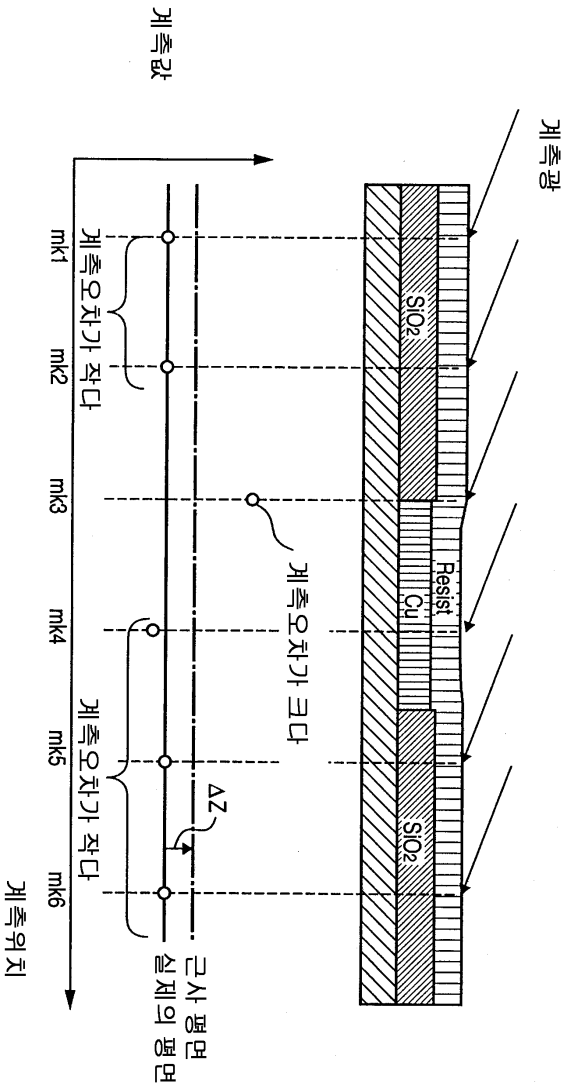
도면9



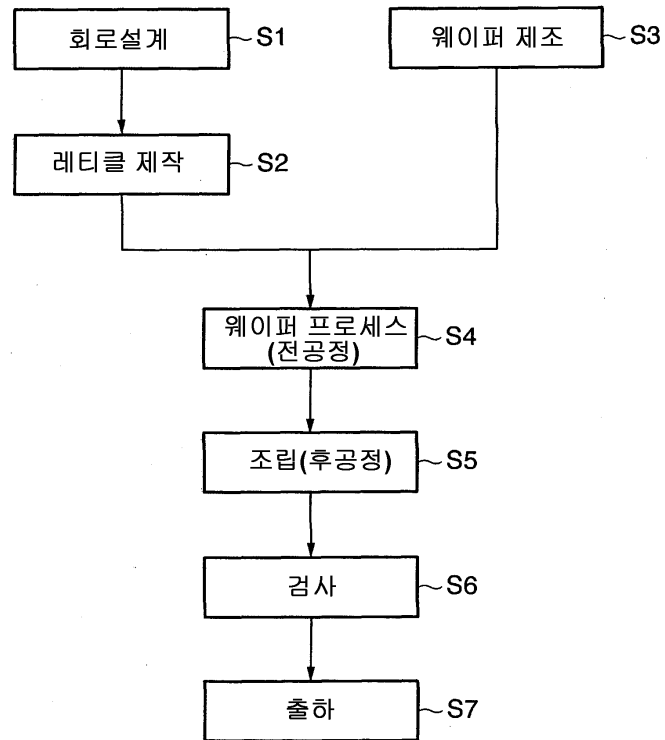
도면10



도면11



도면12



도면13

