



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0052492
(43) 공개일자 2008년06월11일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.
G01C 3/00 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2007-0126612</p> <p>(22) 출원일자 2007년12월07일
심사청구일자 2007년12월07일</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2006-00331141 2006년12월07일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고</p> <p>(72) 발명자
타나카 타카토시
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고 캐논가부시끼가이샤 나이</p> <p>(74) 대리인
이화익, 권대복</p> |
|---|--|

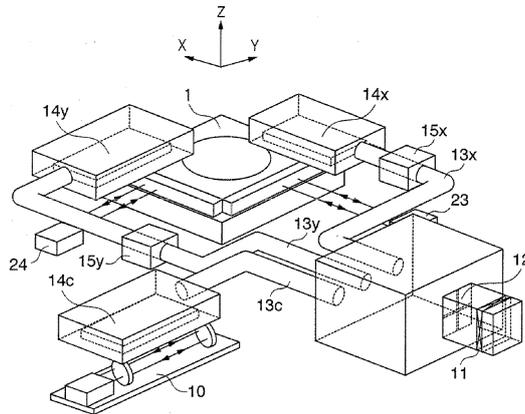
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 위치측정방법, 위치측정 시스템 및 노광 장치

(57) 요약

위치 계측시스템은, 레이저 간섭계와, 레이저 광의 파장의 변화를 검출하는 파장검출기를 구비한다. 그리고, 위상 보정기는, 공기 조절장치의 공기 진동원으로부터 파장검출기까지의 공기 진동의 제1경로와, 공기 진동원으로부터 레이저 간섭계의 광로까지의 공기 진동의 제2경로와의 길이의 차이에 의거하여 결정된, 파장검출기와 레이저 간섭계의 광로 사이의 공기 진동의 위상차에 의거하여 파장검출기에서 검출되는 파장변화를 보정한다. 위치 계측기는, 보정된 파장변화에 의거하여 레이저 간섭계에 의한 계측값을 보정한다. 위치 계측시스템은, 상기 제2경로보다도, 제1경로가 짧게 구성되어 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

레이저 광의 간섭을 이용해서 측정 대상의 위치를 계측하는 레이저 간섭계를 포함한 계측 수단과,
상기 레이저 광의 파장의 변화를 검출하는 파장검출기와,

공기조절 장치의 공기 진동원으로부터 상기 파장검출기까지의 공기 진동의 제1경로와, 상기 공기 진동 원으로부터 상기 레이저 간섭계의 광로까지의 상기 공기 진동의 제2경로와의 길이의 차이에 의거하여 결정된, 상기파장검출기와 상기 레이저 간섭계의 상기 광로 사이의 공기 진동의 위상차에 의거하여 상기 파장검출기에서 검출되는 파장변화를 보정하는 제1보정수단과,

상기 제1보정수단에서 보정된 파장변화에 의거하여 상기 레이저 간섭계에 의해 얻어진 계측값을 보정하는 제2보정수단을 구비한 위치 측정 시스템으로서,

상기 제2경로보다도, 상기 제1경로가 짧은 것을 특징으로 하는 위치 측정 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1보정수단은, 상기 공기 진동의 상기 위상차에 대응한 양만큼 상기 파장검출기에서 검출된 파장 변화를 지연시켜서 출력하는 것을 특징으로 하는 위치 측정 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1경로는, 상기 광로에 기체를 송풍하기 위한 팬으로부터 상기파장검출기까지의 경로이며, 상기 제2경로는, 상기 팬으로부터 상기 광로까지의 경로인 것을 특징으로 하는 위치 측정 시스템.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1 및 제2경로 각각은, 소음기를 갖는 것을 특징으로 하는 위치 측정 시스템.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1보정수단은, 상기 계측 수단에 의해 계측된 상기 측정 대상의 위치에 의거하여 상기 제2경로 길이를 획득하기 위한 획득수단을 더 구비한 것을 특징으로 하는 위치 측정 시스템.

청구항 6

레이저 간섭계를 이용해서 측정 대상의 위치를 계측하는 공정과,

상기 레이저 광의 파장 변화를 파장검출기가 검출하게 하는 공정과,

공기조절 장치에서 생긴 공기 진동의 상기 파장검출기까지의 제1경로와, 상기 공기 진동의 상기 레이저 간섭계의 광로까지의 제2경로와의 길이의 차이에 의거하여 결정된 상기 공기조절 장치에서 생긴 공기 진동의 위상차에 의거하여 상기 검출 공정에서 검출되는 파장변화를 보정하는 제1보정공정과,

상기 제1보정공정에서 보정된 파장변화에 의거하여 상기 레이저 간섭계에 의해 얻어진 계측값을 보정하는 제2보정공정을 포함한 위치 계측방법으로서,

상기 제2경로보다도, 상기 제1경로가 짧도록 구성하는 것을 특징으로 하는 위치 계측방법.

청구항 7

청구항 1 또는 2에 기재된 위치 계측 시스템을 사용하여, 기관을 탑재한 스테이지의 위치 또는 원판을 탑재한 스테이지의 위치를 측정하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은, 레이저 광의 간섭을 이용해서 피측정물의 위치를 측정하는 간섭계를 구비한 위치측정 시스템에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 이러한 위치측정 시스템을 구비한 노광 장치에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 헬륨-네온(He-Ne)레이저를 광원이라고 한 레이저 간섭계는, 정밀한 길이 측정이나 좌표측정에 이용되고 있다. 이 종류의 레이저 간섭계를 사용한 계측 장치는, 레이저빔이 통하는 분위기 기체의 굴절률의 변화에 따라 보이는 측정된 광로 길이의 변화를 보정하기 위한 파장 보정기를 구비해야 한다. 일반적으로, 파장보정기는, 파장검출기 및 파장연산기로 구성된다. 또한, 일반적으로, 파장검출기는, 기압, 온도, 습도를 각각 측정하는 센서를 사용해서 파장을 검출하는 기술, 혹은 간섭계를 사용한 파장 센서를 사용해서 파장을 검출하는 기술이 채용되고 있다.

<3> 도4는 일본특허 제02650953호에 기재된, 파장보정기를 가지는 위치 계측 시스템을 도시한 도면이다. 위치 계측용의 레이저 간섭계(23, 24)는, 레이저 광원(21)으로부터의 레이저 광을 사용해서 피측정물로서 스테이지(1)의 위치를 측정한다. 레이저 광원(21)으로부터의 레이저 광의 일부는, 파장 센서(10)를 향할 수 있다. 파장 센서(10)는 해당 레이저 광의 파장의 변화를 감시한다.

발명의 내용

<4> 일본특허 제02650953호에 기재된 위치 계측 시스템에서는, 파장 센서(10)는 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로부터 떨어진 위치에 배치되어 있다. 이것은, 위치 계측용의 레이저 간섭계의 레이저 광로의 근방에 파장 센서(10)를 설치하는 것이 스페이스와 비용 면에서 보아도 곤란하기 때문이다.

<5> 그렇지만, 파장 센서(10)와 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로를 떨어지게 해서 설치하면, 파장 센서(10)에 있어서의 분위기와 위치 계측용의 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 있어서의 분위기에 차이가 생겨버려, 보정오차가 커진다. 본 발명자는, 특히, 팬 등이 음원으로서 작용해서 음파(공기 진동)가 발생하고, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 있어서의 그 음파의 위상과, 파장 센서(10)의 파장검출 위치에 있어서의 그 음파의 위상과의 차이가 보정오차에 영향을 주는 것을 찾아냈다.

<6> (발명의 요약)

<7> 본 발명의 예시적 실시예에 의하면, 위치 계측용 레이저 광로에 있어서의 공기조절 장치에서 생긴 공기 진동의 위상과, 파장검출기에 의한 파장검출 위치에 있어서의 위상의 차이에 의해 생긴, 레이저 광의 파장보정의 오차가 저감될 수 있다.

<8> 본 발명의 일 국면에 따른 위치 계측 시스템은,

<9> 레이저 광의 간섭을 이용해서 측정 대상의 위치를 계측하는 레이저 간섭계를 포함한 계측 수단과,

<10> 상기 레이저 광의 파장의 변화를 검출하는 파장검출기와,

<11> 공기조절 장치의 공기 진동원으로부터 상기 파장검출기까지의 공기 진동의 제1경로와, 상기 공기 진동원으로부터 상기 레이저 간섭계의 광로까지의 상기 공기 진동의 제2경로와의 길이의 차이에 의거하여 결정된, 상기 파장검출기와 상기 레이저 간섭계의 상기 광로 사이의 공기 진동의 위상차에 의거하여 상기 파장검출기에서 검출되는 파장변화를 보정하는 제1보정수단과,

<12> 상기 제1보정수단에서 보정된 파장변화에 의거하여 상기 레이저 간섭계에 의해 얻어진 계측값을 보정하는 제2보정수단을 구비하고,

<13> 상기 제2경로보다도, 상기 제1경로가 짧은 것이다.

<14> 본 발명의 또 다른 특징은, 첨부된 도면을 참조하여 다음의 예시적 실시예들의 설명으로부터 명백해질 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<15> 본 발명의 바람직한 실시예들을, 첨부도면에 따라 상세히 설명하겠다.

<16> 도1은, 실시예에 의한 위치 계측시스템을 이용한 스테이지 장치의 구성을 나타내는 블록도다. 본 실시예의 위치 계측시스템은, 파장보정을 위한 구성(파장보정기(5)), 및, 측정 대상으로서의 스테이지(1)의 위치 또는 자세를 계측하기 위한, 복수의 레이저 간섭계(23, 24)를 가지고 있다. 파장보정기(5)는, 파장검출기(2), 위상보정기(3) 및 파장연산기(4)를 가지고 있다. 파장검출기(2)는, 기압, 온도, 습도 등의 변화에 기인한 레이저 광의 파장의 변화를 계측한다. 파장검출기(2)는, 예를 들면 레이저 간섭계를 가지는 파장 센서(10)(도2)로 구성된다. 또는, 파장검출기(2)는, 온도센서, 습도센서, 기압 센서 중 적어도 하나(미도시됨)로 구성되어도 좋다.

<17> 위상보정기(3)는, 파장검출기(2)에 있어서의 음파의 위상과, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 있어서의 음파의 위상과의 차이에 기인하는 파장계측값의 오차를 저감한다. 여기에서, 음파란, 공기조절 장치의 송풍기 등의 음원에서 발생된 공기 진동(또는 기압변동)이다. 위상보정기(3)는, 공기조절 장치에서 생긴 공기 진동의, 파장검출기(2)에 있어서의 위상과, 레이저 간섭계와 측정 대상과의 사이의 광로에 있어서의 위상과의 위상차에 의거하여 파장검출기(2)에서 검출된 파장의 변화를 보정한다. 본 명세서에 있어서, 음파와 공기 진동, 또는 음원과 공기 진동원은 같은 의미로 사용된다.

<18> 파장연산기(4)는, 파장검출기(2)에서 검출되어, 위상보정기(3)로 위상보정이 행해져서 얻어진 파장(또는 파장의 변화량)을 보정값으로서 산출한다. 위치 계측기(6)는, 이렇게 하여 얻어진 보정값을 사용하여, 레이저 간섭계(23, 24)의 계측을 행한다. 다시 말해, 위상보정기(3), 파장연산기(4) 및 위치 계측기(6)에 의해, 레이저 간섭계를 이용해서 측정 대상의 위치를 계측할 때, 위상보정기(3)로 보정된 파장의 변화에 의거하여 레이저 간섭계에 의해 얻어진 계측값을 보정하여 계측값을 얻는 구성이 제공된다.

<19> 상기 위치 계측시스템의 구성에 있어서, 음원으로부터 파장검출기(2)까지의 음파 경로의 길이가, 위치 계측용의 각 레이저 간섭계의 레이저 광로에 도달할 때까지의 경로 길이보다 작아지도록 공기조절 장치 및 레이저 간섭 계측 장치를 구성한다. 이 구성의 이점은 다음과 같다. 일반적으로, 위상차를 해소하기 위해서는, 위상이 진행하고 있는 측의 계측값을 위상차에 대응한 양만큼 지연시킨다. 이 때문에, 음파가 음원으로부터 파장검출기(2)에 도달할 때까지의 경로길이가, 위치 계측용의 레이저 간섭계의 레이저 광로에 도달할 때까지의 경로길이보다 길 경우, 레이저 간섭계의 출력의 위상을 지연시킨다. 그렇지만, 위치 계측용의 각 레이저 간섭계(23, 24)의 출력의 위상을 지연시켜서 동위상을 얻으면, 레이저 간섭계에 의한 측정의 응답 속도가 저하되어, 위치 결정 정밀도가 저하해버린다. 레이저 간섭계를 사용한 스테이지의 제어 대역을 고려하면, 레이저 간섭계의 위상을 지연시키는 것은 곤란하다. 따라서, 본 실시예에서는, 음파가 음원으로부터 파장검출기(2)에 도달할 때까지의 경로길이가, 위치 계측용의 레이저 간섭계의 레이저 광로에 도달할 때까지의 경로길이보다 작아지도록 공기조절 장치 및 레이저 간섭 계측 장치를 구성하고 있는 것이다.

<20> 음파가 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 도달할 때까지 통과하는 경로길이를 Lx, Ly, 파장검출기(2)에 도달할 때까지의 경로길이를 Lc, 그리고 간섭 계측을 행하는 공간의 소리의 전파 속도를 Va, 음파의 주파수를 f라고 한다. 한편, 경로길이 Lx, Ly는, 공기조절 장치(도2에 의해 후술)의 공기 진동원으로부터 레이저 광로까지의 길이이다. 공기 진동원으로서, 예를 들면 팬(fan)이 있다. 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로와, 파장검출기(2) 사이의 음파의 위상차는, 이하의 수식으로 산출된다.

$$\theta_x = \frac{2\pi \cdot f(Lx - Lc)}{Va}$$

$$\theta_y = \frac{2\pi \cdot f(Ly - Lc)}{Va} \quad (1)$$

<21> 이때, 주파수 f는, 예를 들면 파장검출기(2)의 위치에 있어서 주파수를 수치 측정해서 얻어진 값을 사용해도 되거나, 그 위치 계측시스템의 공기조절 장치에서 생기는 음파의 주파수로서 미리 설정된 값을 사용해도 된다.

<23> 위상보정기(3)는, 파장검출기(2)의 출력의 위상을 θ_x 및 θ_y 만큼 지연시킨 출력을 산출한다. 그리고, 파장연산기(4)는, 위상보정기(3)로부터의 이것들의 출력에 의거하여, 레이저 간섭계(23, 24)의 파장보정값을 산

출한다. 그리고, 위치 계측기(6)는, 파장연산기(4)로부터의 파장보정값과, 레이저 간섭계(23, 24)로부터의 신호를 사용하여, 스테이지(1)의 X방향 및 Y방향의 위치를 계측한다.

<24> CPU(7)는, 스테이지 장치 전체를 제어한다. CPU(7)은, 도1의 구성이 반도체 노광 장치에 적용될 경우, 반도체 노광 장치를 제어하는 CPU이다. 테이블 제어부(8)는, CPU(7)로부터의 스테이지(1)의 이동 지시와, 위치 계측기(6)로부터 입력되는 스테이지(1)의 계측 위치에 의거하여 스테이지(1)의 구동량을 나타내는 구동지시를 생성한다. 구동부(9)는, 테이블 제어부(8)에서 생성된 구동 지시에 따라서 스테이지(1)를 구동한다.

<25> <제1실시예>

<26> 도2는 제1실시예에 따른 반도체 노광 장치에 있어서의 레이저 간섭계의 파장보정에 관련되는 부분의 구성을 도시한 도면이다. 제1실시예의 반도체 노광 장치는, 기관 또는 원판을 탑재하는 스테이지의 위치 계측에, 도1에 의해 기술한 위치 측정 시스템을 도입한 것이다. 도2에 나타나 있는 바와 같이, 이 반도체 노광 장치는, 웨이퍼 스테이지로서의 스테이지(1)를 가지고, 스테이지(1)의 X방향 위치를 계측하는 레이저 간섭계 23과, 스테이지(1)의 Y방향 위치를 계측하는 레이저 간섭계 24, 그리고, 파장검출기(2)로서의 파장 센서(10)를 구비하고 있다. 또한, 송풍기(팬)(12) 및 온도조절기(11)는, 공기조절 장치를 구성한다. 도5는 제1실시예에 따른 레이저 간섭계를 사용한 위치 계측제어를 설명하는 흐름도다. 이하, 도5의 흐름도를 참조하면서 제1실시예에 따른 위치 계측시스템의 동작을 설명한다.

<27> 위상보정기(3) 및 파장연산기(4)는, 파장 센서(10)가 검출한 파장에 대하여 기술한 보정을 행하여서, 보정값을 얻는다. 우선, 위상보정기(3)는, 음원(본 실시예에서는 송풍기 12)으로부터 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로 및 파장 센서(10)까지의 경로 길이(Lx, Ly, Lc)에 근거하여, 해당 음원으로부터의 음파의 위상차 (θ_x , θ_y)를 산출한다(S101). 이 연산은, (식1)에 의해 기술한 바와 같다.

<28> 다음에, 파장 센서(10)에 의해, 레이저 광의 파장을 검출한다(S102). 그리고, 위상보정기(3)는, S101에서 산출한 위상차를 사용하여, 파장 센서(10)가 검출한 레이저 광의 파장에 대하여 각 위상차에 해당하는 지연 보정을 실행한다(S103). 파장연산기(4)는, 위상보정기(3)에 의해 보정된 파장에 의거하여 각 레이저 간섭계의 계측값을 보정하기 위한 보정값을 산출한다(S104). 그리고, 위치 계측기(6)는, S104에서 취득된 보정값과, 레이저 간섭계(23, 24)로부터의 신호를 사용해서 위치 계측을 실행한다(S105). 이상의 단계 S102 내지 S105의 처리는, 계측이 종료할 때까지 반복적으로 실행된다(S106).

<29> 이상과 같이, 위치 계측기(6)는, 레이저 간섭계(23, 24)로부터의 신호와, 파장연산기(4)로부터 얻어진 보정값에 의거하여 스테이지(1)의 위치(계측값)를 출력한다. 위상보정기(3) 및 파장연산기(4)는, θ_x , θ_y 에 의해 파장검출기(2)의 출력을 보정하고, 레이저 간섭계(23, 24)의 보정값을 산출한다. 따라서, X방향 위치 계측을 위한 레이저 간섭계 23 및 Y방향 위치 계측을 위한 레이저 간섭계 24의 각각 계측값에 대하여 보정이 행해진다.

<30> 한편, 반도체 노광 장치에 있어서의 레이저 간섭 계측은 고정밀도로 공조된 공간에서 행해진다. 이 때, 온도조절기(11)는 기체를 가열 또는 냉각하고, 송풍기(12)(레이저 광로에 기체를 송풍하기 위한 팬)는 송풍 덕트(13x, 13y, 13c)를 통해, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로 및 파장 센서(10) 근방까지 기체를 보낸다. 그리고, 층류의 상기 기체는, 정류 필터 등에 의해 구성된 공조 분출구(14x, 14y, 14c)로부터 레이저 간섭계(23, 24) 및 파장 센서(10)의 레이저 광로들에 송풍된다.

<31> 상기의 구성에 있어서, 레이저 광로에 도달하는 음파의 음원의 예는, 송풍기(12)가 있다. 본 실시예에서는, 공조 분출구(14c)까지 도풍하는 송풍 덕트는, 공조 분출구(14x, 14y)까지 도풍하는 송풍 덕트보다 짧아지도록 각 부를 배치한다. 이에 따라 송풍기(12)로부터의 음파가 파장 센서(10)의 근방에 달할 때까지의 경로가 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광까지 도달하는 경로보다도 짧아진다. 이 결과, 파장 센서(10)에서의 음파의 위상이, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 있어서의 음파의 위상들보다 진행된다. 위상보정기(3)가 파장 센서의 출력의 위상을 지연시키면, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 있어서의 파장을 얻을 수 있다. 따라서, 파장 센서(10)와 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로 각각간의 음파의 위상차를 저감시킬 수 있다.

<32> 위상보정기(3)로서는, 낭비시간 필터, 이동 평균 필터 또는 로우패스 필터 등의 디지털 필터를 사용하는 것도 가능하다. 디지털 필터는, 서로 다른 위상특성을 설계할 수 있다. 파장 센서(10)와 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로간의 음파위상차 θ_x 및 θ_y 를 고려한 위상특성의 필터를 설계 함에 의해, 보다 정밀하게 음파의 위상차에 의한 계측오차를 보정할 수 있다. 레이저 간섭계(23, 24)의 출력의 위상을 지연시키는 보정을 실행하면, 스테이지(1)의 제어 성능이 악화하고, 위치 결정 정밀도가 저하된다. 일반적으로, 입력 파형에 대하여

위상을 진행시키는 필터는 설계할 수 없다. 그 때문에, 본 실시예에서는, 파장 센서(10)의 출력에 대하여 위상을 지연시키는 필터로 위상차를 조정한다. 이러한 관점에서, 본 실시예의 시스템은, 파장 센서(10)에 있어서의 음파의 위상이, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 있어서의 음파의 위상보다도 진행된 상태로 되도록 구성되어 있다.

<33> 그러나, 상기한 바와 같은 구성도, 실제로는 음파의 모든 주파수에서 식(1)에 근거한 시간지연이 생길 수 없다. 특히, 높은 주파수대역에서 보정 가능하지 않은 것이 많다. 이에 대한 조치로서, 제1실시예에서는, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 도풍하는 송풍 덕트(13x, 13y)에 소음기(15x, 15y)를 설치함으로써, 송풍 덕트내의 음파를 저감하고 있다. 이에 따라, 소음기는, 위상보정기(3)로 전부 보정할 수 없는 주파수대역의 음파를 저감하여서, 보정오차를 저감시킨다. 소음기(15x, 15y)로서는, 흡음형 소음기, 반응형 소음기 및 액티브 노이즈 콘트롤 중 어느 하나의 방식을 사용할 수 있고, 또는 그것들의 일부의 방식을 조합해서 사용할 수 있다.

<34> 상기한 바와 같이 실제의 음파와 위상보정기의 특성을 고려하여, 음 감쇠 대상으로서 주파수 대역을 결정하고, 소음기(15x, 15y)를 설계 함에 의해, 소음기의 소형화 및 저출력화를 실현할 수 있다.

<35> 제1실시예에서는, 소음기(15x, 15y)를 송풍 덕트(13x, 13y)에 설치했다. 그렇지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것이 아니다. 예를 들면, 소음기는, 음파가 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로까지 도달하는 경로 상 혹은 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로의 음파를 소음해도 좋다. 또한, 소음기 15x나 15y와 같은 특성을 가지는 소음기를 송풍 덕트 13c, 음파가 파장 센서(10)까지 달하는 경로상, 혹은 파장 센서(10) 근방에 설치하여도 된다. 예를 들면, 레이저 광로 부근에 레이저 광의 음파를 검출하는 마이크로폰을 설치하고, 마이크로폰과 동일 공간에 설치된 스피커를 사용해서 검출된 음파를 소음한다. 이러한 구성은, 음파의 반사에 의한 경로길이의 변동에 의한 보정오차를 억제할 수 있다. 또한, 소음기(15x, 15y)와 같이, 소음기를 송풍 덕트(13c)에도 설치하는 것이 바람직한 이유들 중 하나는, 예를 들면, 소리의 반사 등을 고려했을 경우, 설치 단계에 있어서 소음기를 갖는 파장 센서가 보다 더 이롭다는 것 때문이다.

<36> 제1실시예에서는, 스테이지(1)의 X축방향 및 Y축방향의 위치 계측을 행하는 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로에 대해서 상기의 구성을 적용했다. 그렇지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것이 아니다. 예를 들면, 이 구성은, 스테이지(1)의 Z방향의 위치 계측을 행하기 위한 레이저 간섭계에 적용해도 좋다.

<37> 제1실시예에서는, 공기조절 장치의 공기 진동원이 송풍기(12)이다. 그렇지만, 본 발명은, 송풍기 이외의 음원에 대하여 적용해도 좋다. 음원의 다른 예로는, 스테이지(가속도에 의해 음파가 발생) 및 챔버 벽면(챔버 외부의 어떠한 음원으로부터의 음파가 벽면을 거쳐서 전해진다)이 있다.

<38> 상기 제1실시예에서는, 파장검출기(2)로서 파장 센서(10)를 사용한다. 그렇지만, 파장검출기(2)는, 기압 센서, 온도센서 및 습도센서의 적어도 하나를 구비하여도 된다. 이 경우에, 변화되는 물리량에 따라 발생원으로부터의 경로 길이를 고려해야 한다. 예를 들면, 온도 센서를 사용해서 본 발명의 구성을 구현하는 경우, 온도조절기로부터 각 광로(광축)에의 송풍 덕트의 길이를 고려해서 파장보정기(5)을 설계해야 한다. 또한, 습도센서를 사용한 경우에는, 습도조절기로부터 각 광로(광축)에의 경로(송풍 덕트)의 길이를 고려해서 파장보정기(5)를 설계해야 한다. 다시 말해, 파장보정기(5)는, 파장검출기(2)의 위치에서 검출되는 온도나 습도를, 상기 경로길이 에 의거하여 각 간섭계의 광로에 있어서의 온도나 습도로 변환하고, 그 변환된 온도나 습도에 따라 위상보정기(3)에서 보정된 파장을 더욱 보정한다. 이렇게 구성하면, 공기조절 장치로부터의 음파의 위상차에 기인한 레이저 광의 파장의 변동에 더해져서, 온도나 습도에 기인한 레이저 광의 파장의 변동을 억제할 수 있다.

<39> <제2실시예>

<40> 제1실시예에서는 공기조절 장치로부터 보내진 기체를, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로와 파장 센서(10) 근방의 송풍 덕트를 거쳐서 공급하고 있다. 제2실시예에서는, 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로와 파장 센서(10)를 단일의 공조 분출구를 사용해서 공조한 경우를 설명한다. 위치측정 시스템의 구성은 제1실시예(도1)와 같다.

<41> 도3은 제2실시예에 따른 반도체 노광 장치의 레이저 간섭계(23, 24)에 의한 스테이지(1)의 위치 계측 시스템의 개략적인 구성을 도시한 도면이다. 제2실시예에서는, 음원이 되는 송풍기(12)로부터 파장 센서(10)까지의 음파 경로를 레이저 간섭계(23, 24)의 레이저 광로까지의 경로보다 짧아지도록 송풍 덕트를 구성할 수 없다. 제2실시예에서는, 대신에, 파장 센서(10)를 레이저 간섭계(23, 24)보다도 공조 분출구(14)에 가까운 위치에 설치하고 있다. 그리고, 제1실시예와 같이, 파장 센서(10)의 출력의 위상을, 위상보정기(3)에 의해 지연시켜, 음파의 위상차에 기인한 보정오차를 저감하고 있다. 또한, 소음기(15)는, 위상보정기(3)에서 완전히 보정될 수

없는 주파수대역의 음파를 저감하도록 구성되어 있다.

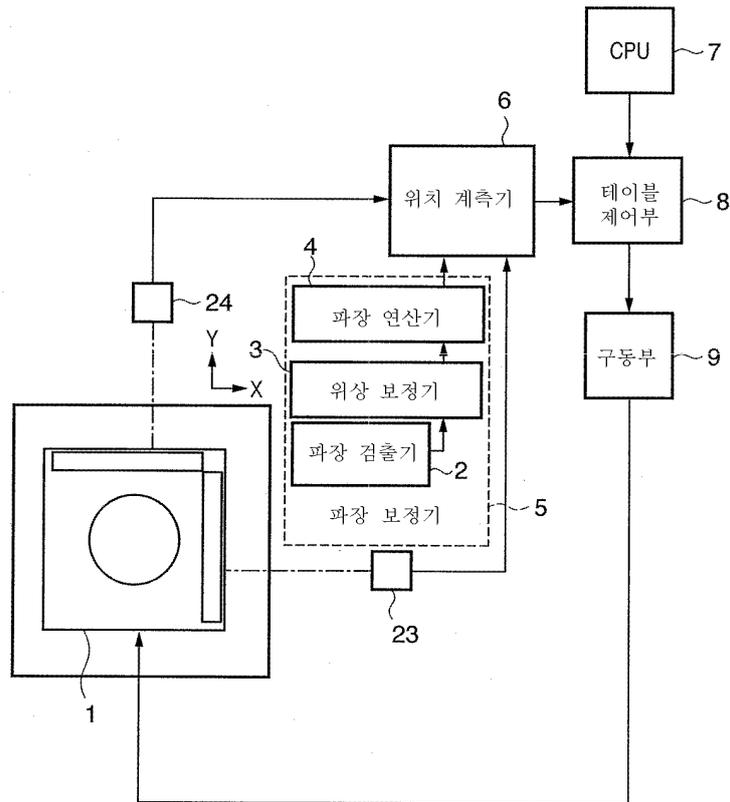
- <42> 또한, 공기 분출구로부터 레이저 간섭계 23에의 방향에 대하여, 레이저 간섭계 23에 의한 레이저 광의 조사 방향이 수직하지 않다. 이 때문에, 음파가 레이저 광로에 도달할 때까지의 경로길이는 일정하지 않고, 스테이지의 위치에 따라 시시각각 변화된다. 이 실시예에서는, 음원(송풍기(12))으로부터 각 시간의 레이저 간섭계(23,24)와 반사 미러(1a)의 사이의 중간점(예를 들면, 중앙위치)까지의 경로길이를 사용한다. 그리고, 위상보정기(3)는, 음원으로부터 중간점까지의 경로길이와, 음원으로부터 파장 센서(10)까지의 경로길이의 차이에 의해 생긴, 음파의 위상 지연에 대응한 양만큼, 파장 센서(10)의 출력을 지연시킨다. 그 중간점의 위치는, 스테이지의 이동에 따라 변화된다. 그러므로, 이동 스테이지의 위치에 따라 위상보정기(3)의 특성도 변화된다.
- <43> 도6은 제2실시예에 따른 레이저 간섭계를 사용한 위치 계측제어를 설명하는 흐름도다. 제2실시예에서는, 위상보정기(3)가, 스테이지(1)의 위치에 근거해 변화되는 중간점의 위치와 음원과의 거리를 산출한다(S201). 스테이지(1)(반사 미러 1a)의 위치로서는, 위치 계측기(6)의 직전의 계측값을 사용할 수 있다. 제2실시예에서는 음원으로부터 레이저 간섭계(23)의 레이저 광로의 중간점까지의 거리(즉, 위상 θ_x)가 스테이지(1)의 위치에 따라 변화되게 된다. 음원으로부터 레이저 간섭계(24)까지의 거리(즉, 위상 θ_y)는 변화되지 않는다. 단계 S101 내지 S105의 처리는, 제1실시예(도5)와 같다. 그리고, 계측이 계속되는 동안, 단계 S201 내지 S105의 처리가 반복된다(S206).
- <44> 상기 제2실시예에서는, 소음기(15)를 송풍 덕트(13)에 설치했다. 그렇지만, 소음기는, 각 레이저 간섭계의 레이저 광로의 음파를 저감해도 좋다. 일례는, 마이크로폰과 스피커를 구비한 상술한 구성이다. 이때, 소음기의 감쇠 대상으로서 레이저 간섭계(23)의 레이저 광에 대한 주파수대역을 스테이지(1)의 위치에 따라 변화시키는 경우, 저전력의 소음기를 실현할 수 있다.
- <45> 제2실시예에서는, 스테이지(1)의 X축 방향 및 Y축방향의 레이저 간섭계에 관하여 설명했다. 그렇지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것이 아니고, 스테이지(1)의 Z방향의 레이저 간섭계의 레이저 광로에 적용 가능하다.
- <46> 제2실시예에서는, 음파의 발생원을 송풍기(12)로 한다. 그렇지만, 본 발명은, 송풍기 이외의 어떠한 음파의 발생원에 대하여 적용해도 좋다.
- <47> 상기 실시예들에서는, 파장검출기(2)로서 파장 센서(10)를 사용한다. 그렇지만, 파장검출기는, 기압, 온도 및 습도를 측정하는 센서를 사용해서 파장을 검출하여도 된다. 이 경우에, 변화되는 물리량에 따라 발생원으로부터의 경로 길이를 고려해야 한다. 예를 들면, 온도센서를 사용해서 본 발명의 구성을 구현하는 경우, 온도조절기로부터 각 광로까지의 경로 길이(예를 들면, 송풍 덕트의 길이 또는, 공조 분출구(14)로부터 각 광로까지의 길이)를 고려해서 위상보정기를 설계해야 한다. 또한, 습도센서를 사용한 경우에는, 습도조절기로부터 각 광축까지의 경로의 길이(예를 들면, 예를 들면, 송풍 덕트의 길이 또는, 공조 분출구(14)로부터 각 광로까지의 길이)를 고려하여 위상보정기를 설계해야 한다.
- <48> 이상과 같이, 상기 실시예들에 의하면, 레이저 광의 간섭을 이용해서 측정 대상(스테이지(1))의 위치를 측정하는 레이저 간섭계(23, 24)와, 레이저 광의 파장변화를 보정하기 위한 파장보정기(5)를 구비한 위치측정 시스템이 제공된다. 위상보정기(3)는, 공기조절 장치에서 생긴 공기 진동의 파장검출기(2)까지의 제1경로와, 레이저 간섭계(23, 24)의 광축위치까지의 제2경로와의 길이의 차이에 의거하여 결정된 해당 공기 진동의 위상차에 의거하여 파장검출기(2)에서 검출되는 파장변화를 보정한다. 공기조절 장치는, 예를 들면, 온도조절기(11)와 송풍기(12)로 구성된다. 그리고, 파장연산기(4) 및 위치 계측기(6)에 의해, 위상보정기(3)로 보정된 파장변화에 의거하여 레이저 간섭계(23, 24)에 의한 계측값이 보정된다. 이러한 구성에 의해, 공기조절 장치에서 생긴 공기 진동(음파 또는 기압변동)의, 파장검출기(2) 및 레이저 간섭계(23,24)의 광축위치에 있어서의 위상차에 기인한 레이저 광의 파장의 계측 오차가 저감되어, 보다 정밀한 위치 계측이 실현된다. 특히, 상기 실시예들에서는 도2 및 도3에 의해 설명한 바와 같이, 상기 제2경로보다도 상기 제1경로가 짧도록 구성되어 있다. 따라서, 위상보정기(3)는 파장검출기(2)에서 검출된 파장, 또는 파장의 변화를, 상기 위상차에 대응한 양만큼 지연시킬 수 있게 된다.
- <49> 상기 제2실시예에서는, 위치 계측기(6)에 의해 계측된 측정 대상(스테이지(1))의 위치에 의거하여 공기 조절 장치에서 보인 공기 진동의 레이저 간섭계(23, 24)의 광축위치까지의 경로 길이를 산출하고, 이 경로 길이를 사용해서 상기 위상차가 결정된다. 즉, 측정 대상의 위치에 따라 위상차를 산출하므로, 측정 대상이 이동해도, 더 정확하게 위상차를 결정할 수 있다. 따라서, 위상보정기(3)는 보다 정확한 보정을 실행할 수 있다.

- <50> <제3실시예>
 - <51> 제1 또는 제2실시예에 따른 전술한 위치 계측 시스템은, 반도체 디바이스의 제조과정에서 사용된 노광 장치에 적용할 수 있다.
 - <52> 도7은 노광 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면이다. 노광 장치는, 노광 원판인 레티클(702)이 레티클 척(703)을 거쳐서 레티클 스테이지(704) 위에 적재된다. 그리고, (미도시된) 광원으로부터 조명 광학계(701)를 통해서 이끌어지는 노광 빛이 레티클(702)에 조사된다. 레티클(702)을 통과한 노광 빛은, 투영 광학계(705)에 의해, 예를 들면 1/5로 축소된다. 이 축소된 광은, 피가공물인 실리콘 웨이퍼(708) 위에 조사된다. 이 실리콘 웨이퍼(708)를 유지하는 수단으로서의 소위 기관 보유장치인 웨이퍼 척(709)은, 기관을 수평면내에서 X 및 Y방향으로 이동가능한 웨이퍼 스테이지(710) 위에 적재되어 있다. 이러한 노광 장치에 있어서, 레티클 스테이지(704) 및/또는 웨이퍼 스테이지(710)를 측정 대상으로 삼아서 상기의 위치 계측시스템을 적용함에 의해, 이것들 스테이지를 고정밀도로 제어할 수 있다.
 - <53> 다음에, 도8 및 도9를 참조하여, 상기의 노광 장치를 이용한 디바이스의 제조 방법의 실시 예를 설명한다. 도8은, 디바이스(IC나 LSI 등의 반도체 칩, LCD, CCD등)의 제조를 설명하기 위한 흐름도다. 여기서는 반도체 칩의 제조방법을 예로 들어 설명한다. 스텝S1(회로 설계)에서는, 디바이스의 회로 설계를 행한다. 스텝S2(레티클 제작)에서는, 설계한 회로 패턴을 형성한 레티클을 제작한다. 스텝S3(웨이퍼 제조)에서는, 실리콘 등의 재료를 사용해서 웨이퍼를 제조한다. 스텝S4(웨이퍼 프로세스)는, 전공정이라고 불리고, 레티클과 웨이퍼를 사용해서 리소그래피에 의해 웨이퍼 위에 실제의 회로를 형성한다. 스텝S5(조립)는, 후공정이라고 불리고, 스텝S4에서 작성된 웨이퍼로부터 반도체 칩을 형성한다. 이 스텝은, 조립공정(다이싱, 본딩), 패키징 공정(칩 밀봉)등의 공정을 포함한다. 스텝S6(검사)에서는, 스텝S5에서 작성된 반도체 디바이스의 동작 확인 테스트, 내구성 테스트 등의 검사를 행한다. 이러한 공정들을 경과해서 반도체 디바이스를 완성하여, 출하한다(스텝S7).
 - <54> 도9는, 스텝S4의 웨이퍼 프로세스의 상세한 흐름도다. 스텝S11(산화)에서는, 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 스텝S12(CVD)에서는, 웨이퍼의 표면에 절연막을 형성한다. 스텝S13(전극형성)에서는, 웨이퍼 위에 전극을 증착에 의해 형성한다. 스텝S14(이온주입)에서는, 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝S15(레지스트 처리)에서는, 웨이퍼에 감광제를 도포한다. 스텝S16(노광)에서는, 상기의 노광 장치에 의해 레티클의 회로 패턴을 웨이퍼에 노광한다. 스텝S17(현상)에서는, 노광한 웨이퍼를 현상한다. 스텝S18(에칭)에서는, 현상한 레지스트 상 이외의 부분을 에칭한다. 스텝S19(레지스트 박리)에서는, 에칭 후 남은 불필요한 레지스트를 제거한다. 이것들의 스텝을 반복해 행함으로써, 웨이퍼 위에 다층 회로 패턴이 형성된다. 이러한 디바이스 제조 방법에 의하면, 이전보다도 고품위의 디바이스(예를 들면, 반도체 디바이스, 액정표시 디바이스 등)를 제조할 수 있다.
 - <55> 이상, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 설명했다. 그렇지만, 본 발명은 이것들의 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 사상 및 범위 내에서 여러 가지의 변형 및 변경이 가능하다.
 - <56> 본 발명에 의하면, 공기조절 장치에서 생긴 공기 진동의, 위치 계측용의 레이저 간섭계의 레이저 광로에 있어서의 위상와, 파장검출기의 파장검출 위치에 있어서의 위상차에 기인한, 레이저 광의 파장보정의 오차를 저감할 수 있다. 이 때문에, 파장보정기에 의한 파장보정을 더 정확하게 행할 수 있고, 보다 정밀한 위치 계측이 가능해진다.
 - <57> 본 발명을 예시적 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 본 발명은 상기 개시된 예시적 실시예들에 한정되지 않는 것을 알 수 있다. 이하의 청구범위는, 상기 변경 및 그에 동등한 구조 및 기능을 모두 포함하도록 가장 넓게 해석되어야 한다.
- 도면의 간단한 설명**
- <58> 도1은 실시예에 따른 노광 장치에 있어서의 레이저 간섭계의 파장보정에 관련되는 구성을 나타내는 블록도,
 - <59> 도2는 제1실시예에 따른 반도체 노광 장치에 있어서의 레이저 간섭계의 파장보정에 관련되는 구성을 나타내는 사시도,
 - <60> 도3은 제2실시예에 따른 반도체 노광 장치에 있어서의 레이저 간섭계의 파장보정에 관련되는 구성을 나타내는 사시도,
 - <61> 도4는 일반적인 노광 장치에 있어서의 레이저 간섭계의 파장보정기의 구성을 나타내는 도면,

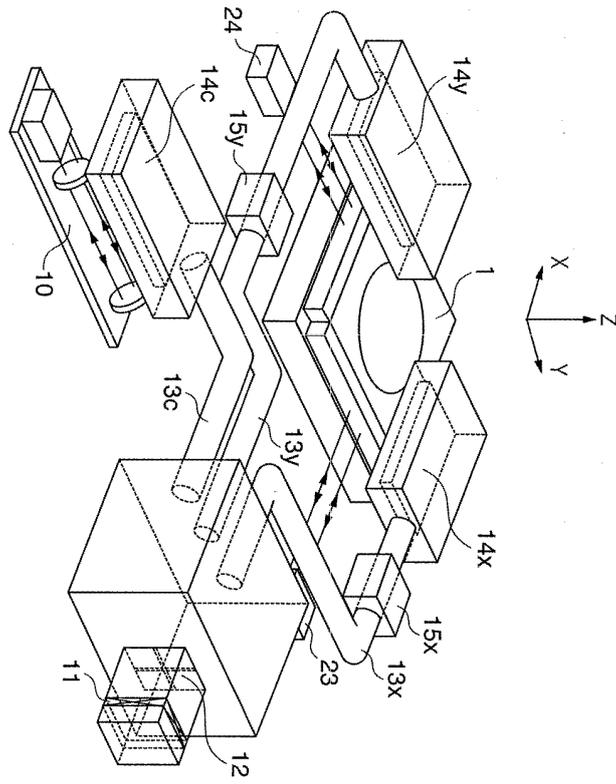
- <62> 도5는 제1실시예에 따른 레이저 간섭계를 사용한 위치 계측제어를 설명하는 흐름도,
- <63> 도6은 제2실시예에 따른 레이저 간섭계를 사용한 위치 계측제어를 설명하는 흐름도,
- <64> 도7은 실시예에 따른 노광 장치의 개략적 구성을 도시한 도면,
- <65> 도8은 디바이스의 제조를 설명하기 위한 흐름도,
- <66> 도9는 도8의 스텝 S4의 웨이퍼 프로세스의 상세한 흐름도이다.

도면

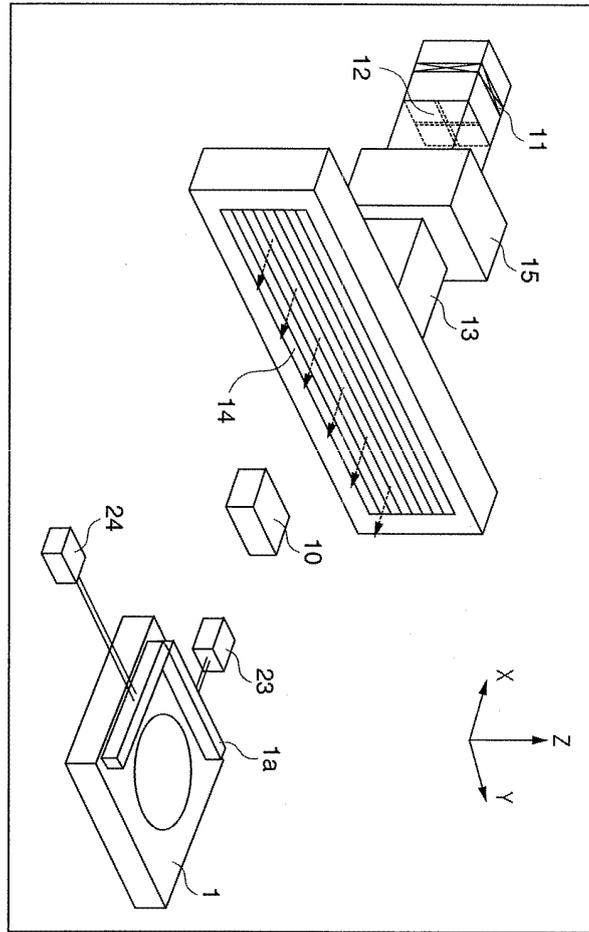
도면1



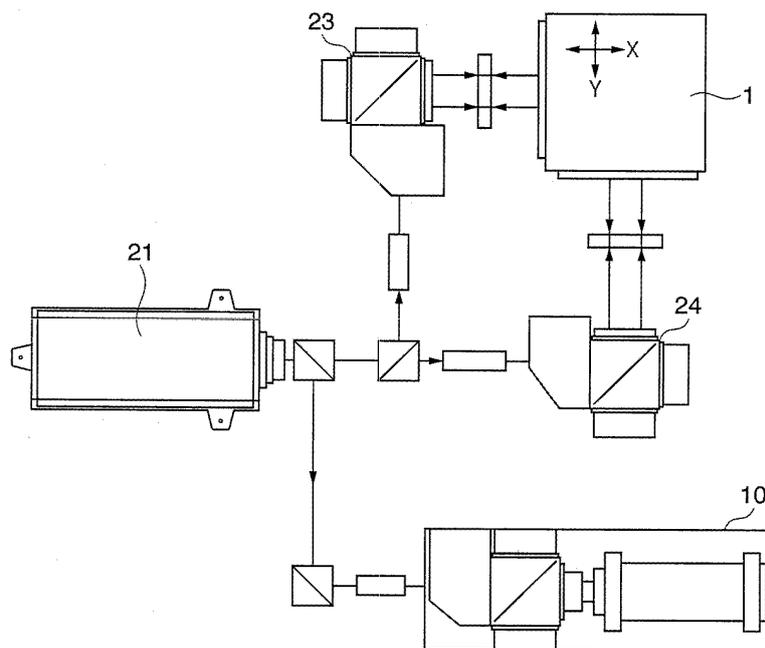
도면2



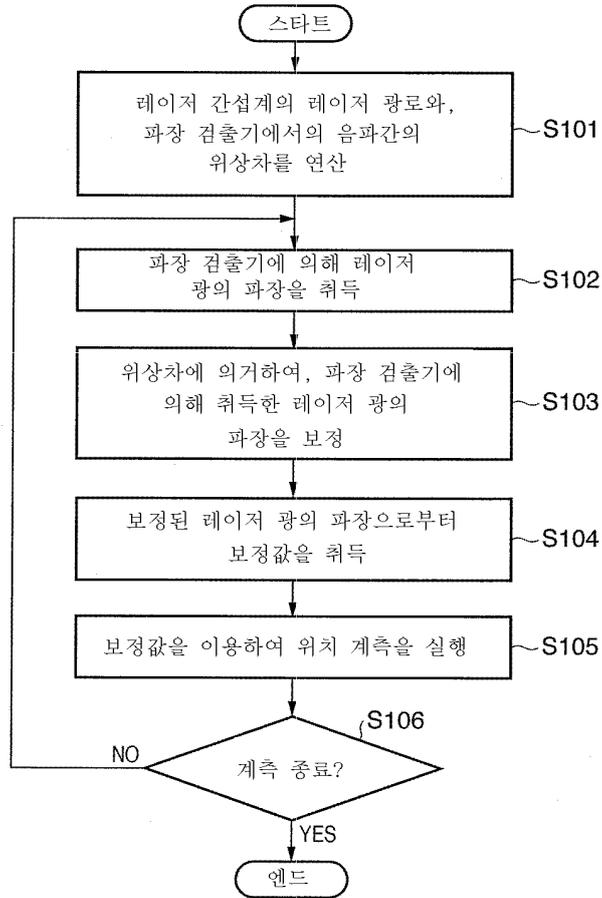
도면3



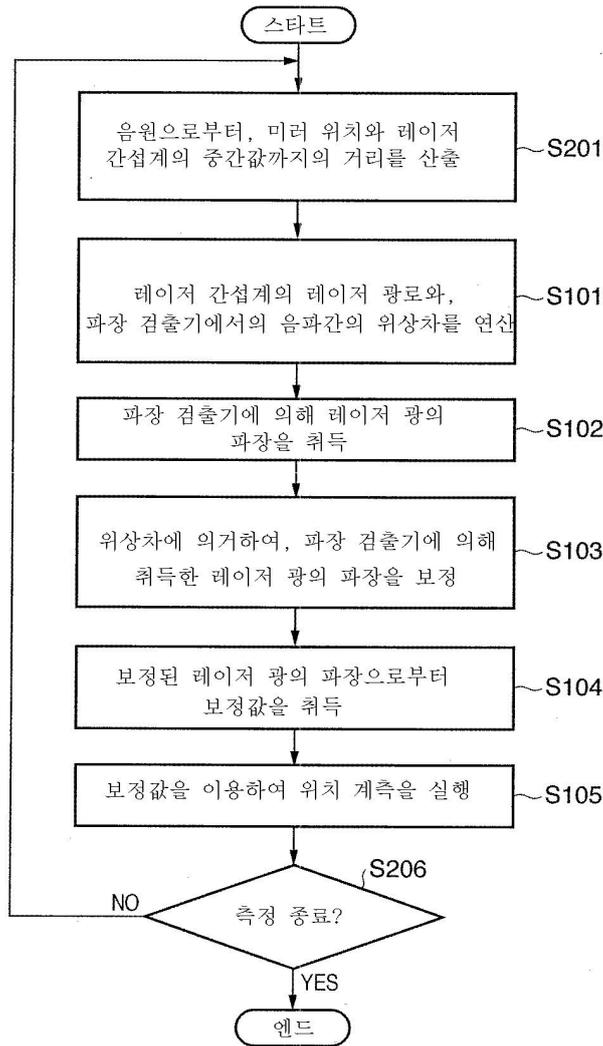
도면4



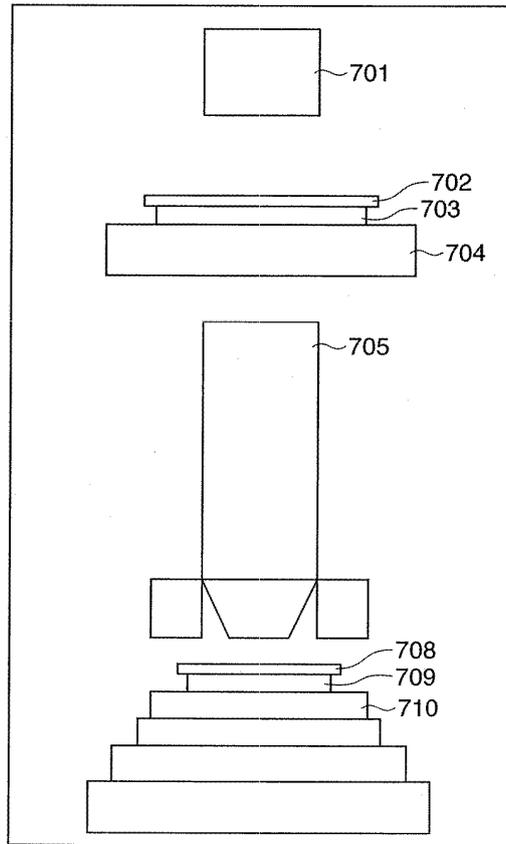
도면5



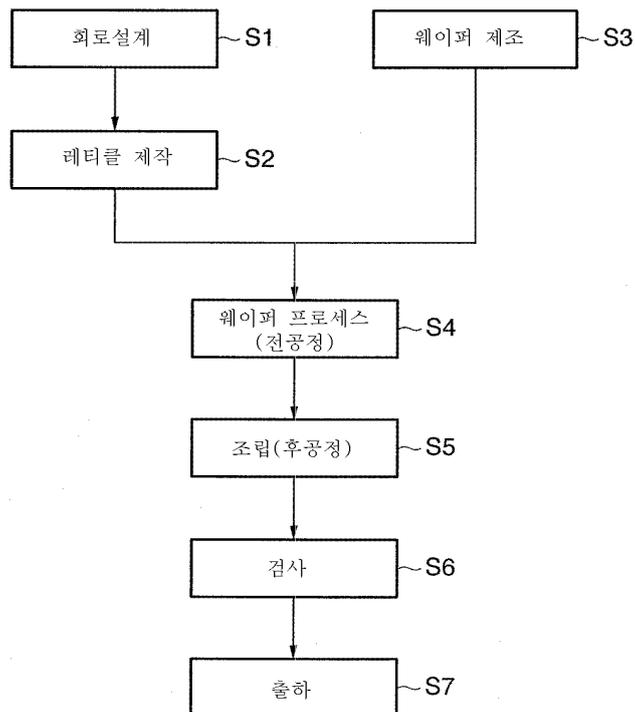
도면6



도면7



도면8



도면9

