

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. ⁶ H01L 21/027	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년12월28일 10-0523091 2005년10월13일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1997-0045347 1997년08월30일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-1998-0024238 1998년07월06일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 245809/1996 1996년09월18일 일본(JP)

(73) 특허권자 가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3쵸메 2방 3고

(72) 발명자 니시 겐지
일본 도쿄 지요다-구 마루노우찌 3-쵸메 2-3 후지빌딩니콘 코포레이션
내

(74) 대리인 박장원

심사관 : 김갑병

(54) 디바이스의 제조 시스템 및 그 제조 방법

요약

노광 장치에 구비된 조도 센서의 교정 정밀도를 높이고, 교정용 데이터의 처리 속도를 높인다.

조명계(17)중 빔 스플리터(33)에 의해 분할되는 노광광(IL)의 조도(照度)를 검출하는 인테그레이터(integrator) 센서(18) 및 웨이퍼 스테이지(1)상에 고정된 고정형 조도 센서(7) 등의 상설 조도 센서를 교정하기 위한 착탈형 조도계(2)를 웨이퍼 스테이지(1)상에 착탈 가능하게 설치하고, 착탈형 조도계(2)로부터의 출력 신호를, 센서 제어장치(3)등을 통하여 조도 제어 유니트(12)에 온라인 공급한다. 예를 들면, 인테그레이터 센서(18)의 고정시, 노광광(IL)의 조도를 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에서 동기(同期)로 측정하고, 그로부터의 출력 신호를 조도 제어 유니트(12)내에서 연산처리한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 노광 장치의 제 1 실시형태를 나타낸 개략구성도이다.

도 2a는 도 1의 착탈형 조도계(2)를 웨이퍼스테이지(1)상에 설치한 상태를 나타내는 확대도, 도 2b는 도 2a의 평면도, 도 2c는 코드레스 방식의 착탈형 조도계(2A)를 나타낸 확대도이다.

도 3은 도 1의 착탈형 조도계(2)의 위치를 구하기 위한 방법을 설명하는 도면이다.

도 4는 도 1의 조명계(17)를 상세하게 나타낸 구성도이다.

도 5a는 도 1의 착탈형 조도계(2)에 의하여 노광 필드내의 조도를 계측하는 방법을 나타낸 평면도이고, 도 5b는 도 1의 고정형 조도 센서(7)에 의해 노광 필드 내의 조도를 계측하는 방법을 나타낸 평면도이다.

도 6a는 도 4의 투영 노광 장치의 조도계(17)내에 있는 플라이아이(flyeye) 렌즈의 사출면에 설치된 개구 조리개의 예를 나타낸 평면도이고, 도 6b는 각각 작은 개구각(開口角)의 노광광이 레티클(R)에 입사하는 상태를 나타낸 도면이며, 도 6c는 큰 개구각의 노광광이 레티클(R)에 입사하는 상태를 나타낸 도면이다.

도 7a는 스텝퍼형 투영 노광 장치에서 교정 파라미터(parameter)를 산출하는 방법의 설명도이고, 도 7b는 주사노광형 투영 노광 장치에서 교정 파라미터의 산출방법의 설명도이다.

도 8은 본 발명의 제 2실시형태의 투영 노광 장치를 나타낸 개략구성도이다.

도 9는 도 8의 액시머레이저 광원을 사용한 경우의 펄스발광 타이밍, 및 그 때의 인테그레이터센서 등의 계측 타이밍을 나타낸 도면이다.

도 10a는 본 발명의 형태에서 기준 조도 센서의 관리를 위한 계층구조를 나타낸 도면이고, 도 10b는 도 10a의 기준 조도 센서 사이에서의 교정을 위한 선형함수를 나타낸 도면이며, 도 10c는 도 10a의 기준 조도 센서 사이에서의 교정을 위한 비선형함수를 나타낸 도면이다.

도 11a는 본 발명의 실시형태에서 기준 조도 센서를 교정하기 위한 교정용 지그(jig)의 일례를 나타낸 도면이고, 도 11b는 그 교정용 지그의 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 12는 종래의 조도 센서를 갖춘 투영 노광 장치를 나타낸 개략구성도이다.

**** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 ****

R : 레티클 W : 웨이퍼

1 : 웨이퍼 스테이지 2 : 착탈형 조도계

3 : 센서 제어 장치 4,5 : 신호케이블

6 : 커넥터(connector) 7 : 고정형 조도 센서

10 : 투영 광학계 11 : 커넥터

12 : 조도제어 유니트 13 : 기억장치

14 : 콘솔(console) 15 : 광원제어 유니트

16 : 광원부 17 : 조도계

18 : 인테그레이터 센서 20 : 온도 조절 소자

23 : 전원부 25 : 광원 변환부

40 : 엑시머레이저 광원 41 : 레이저 제어장치

42 : 감광부 제어계 44, 45 : 교정용 지그(jig)

50 : 주제어 장치 52A-52D : 개구 조리개

60 : 호스트 컴퓨터

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 예를 들면 반도체소자, 액정표시소자, 촬상소자(CCD 등), 또는 박막자기헤드 등을 제조하기 위한 포토 리소그래피공정에서 마스크상의 패턴을 감광기판상에 노광하기 위하여 사용되는 노광 장치에 관한 것으로, 상세하게는 감광기판이 배치되는 스테이지상에서의 노광광 조도를 직접적 또는 간접적으로 계측하기 위하여 상설 조도 센서의 교정을 하는 기능을 갖춘 노광 장치에 관한 것이다.

종래부터, 예를 들면 반도체소자 등을 제조하기 위하여 마스크로서의 레티클(또는 포토마스크 등)의 패턴을 투영 광학계를 통하여 감광기판으로서의 포토레지스트가 도포된 웨이퍼(또는 유리판 등)상에 전사하기 위한 일괄노광형 투영 노광장치(스테이지등), 또는 투영 광학계를 통하지 않고 직접 웨이퍼상에 레티클의 패턴을 전사하는 프락시머티(proximity)방식 노광 장치 등의 노광 장치가 사용된다.

또한, 최근에는 투영 광학계를 대형화하지 않고, 실질적으로 노광면적을 크게 하기 위하여 레티클과 웨이퍼를 투영 광학계에 대해 동기 주사(同期走査)하여 레티클의 패턴을 웨이퍼상의 각 쇼트영역에 순차 전사하는 스텝 앤드 스캔방식 등의 주사노광형 투영 노광 장치도 사용되고 있는 추세이다.

일반적으로 웨이퍼상의 포토레지스트에는 적정 노광량이 결정되어 있다. 따라서 그러한 노광 장치는, 웨이퍼 상에서의 노광광의 조도를 직접적, 또는 간접적으로 계측하기 위한 조도 센서가 갖추어지고, 이 조도 센서의 계측값을 근거로 웨이퍼 상에서의 노광량을 제어하고 있다.

도 12는 종래 조도 센서를 갖춘 갖춘 투영 노광 장치를 나타내며, 도 12에서 노광 광원(109)로부터 사출된 노광광(IL)은 조도계(103)를 통과하여 레티클(R)의 패턴영역을 조명하고, 그 노광광(IL)하에서 레티클(R)의 패턴의 상이 투영 광학계(102)를 통하여 포토레지스트가 도포된 웨이퍼(W)상의 각 쇼트영역에 전사된다. 웨이퍼(W)는 이 웨이퍼를 3차원적으로 위치 결정하기 위한 웨이퍼 스테이지(101)상에 보호 지지된다.

또한, 조도계(103)는 플라이아이 렌즈와, 이 플라이아이 렌즈로부터 사출된 노광광의 일부를 분리하는 빔 스플리터(111) 및 콘덴서 렌즈 등을 갖추고, 그 빔 스플리터(111)에서 분리된 노광광(IL)이 광전검출기로 된 조도 센서인 인테그레이터 센서(110)에 입사하고, 인테그레이터센서(110)의 출력 신호가 조도 제어 유닛(105)에 공급된다. 이 조도 제어 유닛(105)는 장치 전체의 동작을 제어하는 주제어 장치(107)에 접속되고, 주제어 장치(107)이 입력 장치나 디스플레이로 된 콘솔(112)에 접속되어 있다.

빔 스플리터(111)는 일정의 반사율을 갖고, 인테그레이터 센서(110)에서 검출된 조도를 근거로 빔 스플리터(111)를 투과해서 웨이퍼(W)로 향하는 광량의 산출이 가능하다. 그러나, 실제로는 레티클(R)이나 투영 광학계(102)등에서의 반사 및 흡수에 의한 광량을 감안할 필요가 있다. 이 때문에 후술할 바와 같이 미리 웨이퍼 스테이지(101)상에 설치된 조도계의 출력값에 대한 인테그레이터 센서(110)의 출력값의 비(比)가 구해져 주제어 장치(107)에 기억되고, 노광시 주제어 장치(107)에서는 그 비의 값 및 인테그레이터 센서(110)의 출력값로부터 웨이퍼(W)상에서의 노광 광의 조도를 구하며, 이 조도를 근거로 웨이퍼(W)에 대한 노광량을 제어한다.

또한, 웨이퍼 스테이지(101)상의 웨이퍼(W)의 근방에 이 장치 전용의 상설 광전검출기로 된 조도 센서(104)가 고정되고, 이 조도 센서(104)의 출력 신호가 신호케이블 106을 통하여 조도제어 유니트(105)에 공급된다. 그리고, 예를 들면 노광에 앞서 조도 센서(104)의 수광부를 투영 광학계(102)의 노광 필드내에 설정하고, 필요에 따라 이동함으로써 노광광의 웨이퍼 스테이지(101)상에서의 조도나 조도불규칙이 계측된다.

이 경우, 반도체소자 등의 제조라인에는 다수의 노광 장치가 설치되어 있으므로, 각 노광 장치에서 웨이퍼에 주어지는 노광량 사이의 매칭(matching)을 취할 필요가 있고, 그러기 위해서는 노광 장치에 구비되어 있는 인테그레이터 센서(110) 및 조도 센서(104)등의 입사광량에 대한 출력(감도)의 교정을 할 필요가 있다. 즉, 포토레지스트에 대한 적정 노광량은, 어느 정도하에서 실제로 노광시간을 여러 가지로 바꿔 노광한 웨이퍼를 현상하고, 이것으로 나타난 상내에서 예를 들면 가장 해상도가 높은 상의 노광시간과 그 조도로부터 결정된다. 이 때문에 노광 장치마다 조도 센서의 감도가 다르면, 그 감도의 차이에 의하여 노광 장치마다 적정 노광량이 각기 달라진다. 그들 인테그레이터 센서(110) 및 조도 센서(104)의 감도의 교정을 하기 위하여 종래부터 기준이 되는 착탈 가능한 조도계(108)가 사용된다.

즉, 조도계(108)은 다른 노광 장치와의 매칭을 위하여 웨이퍼 스테이지(101)로부터 착탈 가능하고, 웨이퍼 스테이지(101)상에서 이동 가능하게 구성되고, 조도계(108)의 출력 신호는 표시부(113)로 신호 케이블 114을 통하여 공급되고, 표시부(113)에 조도계(108)의 계측값이 표시된다. 이 경우, 표시부(113)는 조작자가 표시 내용을 보기 쉽게 도 12의 투영 노광 장치가 수납되어 있는 챔버(chamber)의 외부에 설치되어 있다. 이렇게 조도계(108)가 웨이퍼 스테이지(101)에 대해 착탈 가능하므로, 조도계(108)를 이용하여 이하와 같이 인테그레이터 센서(110) 및 조도 센서(104)의 감도교정이 행해진다. 그 결과, 임의의 노광 장치에서 웨이퍼상의 포토레지스트에 대해 소정의 노광량(방사선량, dose)을 주는 경우, 같은 노광량을 다른 노광 장치에도 줄 수 있게 된다.

도 12의 투영 노광 장치에서 인테그레이터 센서(110) 및 조도 센서(104)의 감도 교정을 하는 경우에는, 웨이퍼 스테이지(101)상의 소정위치에 조도계(108)를 설치하고, 조도계(108)를 투영 광학계(102)의 노광 필드의 중심부근에 이동한 후, 주제어 장치(107)로부터 명령을 근거로 노광 광원(109)을 점등하고, 웨이퍼 스테이지(101)상에서의 조도를 조도계(109)에서 계측한다. 이 조도계(108)의 출력값(IA)은 표시부(113)에서 표시되어 조작자에 의하여 기록된다.

이어, 웨이퍼 스테이지(101)상에 고정된 상설의 조도 센서(194)를 투영 광학계(102)의 노광 필드의 중심부근에 이동하고 조도를 계측한다. 조도 센서(104)의 출력값(IB)은 조도제어 유니트(105)에서 아날로그/디지털 (A/D)변환되고, 이 A/D 변환후의 계측데이터가 주제어 장치(107)에 공급된다. 이것과는 병렬로 상설 인테그레이터 센서(110)의 출력값(IC)도 조도제어 유니트(105)에서 샘플링되어 주제어 장치(107)에 공급된다. 주제어 장치(107)에 공급된 조도 센서(104)의 출력값(IB) 및 인테그레이터 센서(112)의 출력값(IC)는 주제어 장치(107)로부터 콘솔(112)에 전송되고, 콘솔(112)의 디스플레이에 출력값(IB, IC)가 표시된다.

여기서 노광 광원(109)의 출력을 일정하다고 가정하고, 조작자는 조도계(108)의 출력값(IA)에 대한 인테그레이터 센서(110)의 출력값(IC)의 비 값 $K_{AC}(=IA/IC)$ 를 구한다. 이 비의 값 K_{AC} 가 인테그레이터 센서(110)의 교정을 위한 파라미터가 된다. 즉, 노광시의 인테그레이터 센서(110)의 출력값에 파라미터 K_{AC} 를 곱한 것으로, 다른 노광 장치와의 대응이 취해진 웨이퍼(W)상의 실제 조도를 계산할 수 있다. 또 조도계(108)의 출력값(IA)에 대한 조도 센서(104)의 출력값(IB)의 비 값 K_{AB} 는 조도 센서(104)의 교정을 위한 파라미터가 된다. 즉, 조도 센서(104)의 출력값에 파라미터 K_{AC} 를 곱한 것으로 다른 노광 장치와의 대응이 취해진 조도가 산출된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기와 같이 종래 기술에서는, 기준이 되는 조도계(108)의 출력값을 표시부(113)에서 읽어 낸 타이밍과, 조도 센서(104) 및 인테그레이터 센서(110)의 출력값을 콘솔(112)을 매개로 계측하는 타이밍이 다르므로 노광 광원(109)의 출력에 시간적인 간격이 있으면, 상술한 바와 같이 계측된 파라미터 K_{AC} , K_{AB} 가 변동한다. 그래서, 종래는 이 변동의 영향을 경감하기 위하여, 조도계(108)등의 출력값(IA, IB, IC)를 장시간 계측해서 평균하든가, 또는 그들의 출력값(IA, IB, IC)를 복수회 계측했을 때의 피크 홀드값을 각각 구한 것으로, 파라미터 K_{AC} , K_{AB} 를 산출하고 있다. 그러나, 어느 방법이라도, 출력값(IA)의 계측의 타이밍과, 출력값(IB, IC)의 계측 타이밍간의 간격은 적지 않으므로, 얻어진 파라미터의 계측정밀도를 그다지 높일 수 없다는 문제점이 있다.

또한, 기준이 되는 조도계(108)의 출력값(IA)의 표시부(113)와, 조도 센서(104) 및 인테그레이터 센서(110)의 출력값을 표시하는 콘솔(112)가 떨어져 독립되게 관리되고 있으므로 계측 결과를 동시에 처리할 수 없고, 파라미터 K_{AC} , K_{AB} 의 산출에서 시간이 걸린다는 문제점이 있다

또한, 다수의 노광 장치를 병렬로 사용하는 경우는 기준이 되는 조도계(108)를 복수개 준비해서 병렬로 각 노광 장치의 상설의 조도 센서의 교정을 하는 경우도 있다. 이러한 경우 각 조도계(108) 사이의 출력의 매칭정도가 나쁘면 각 노광 장치간에서의 조도의 매칭정도도 저하한다는 문제점이 있다.

본 발명은 이러한 점에 감안해, 준비된 조도 센서의 교정을 고정밀로 할 수 있음과 동시에, 그 교정을 위한 계측데이터를 고속 처리할 수 있는 노광 장치를 제공하는 것을 제 1목적으로 한다.

또한, 본 발명은 기준이 되는 조도 센서의 교정을 고정밀로 함으로써 노광 장치사이에서의 조도 계측값 매칭정도를 높일 수 있는 노광 장치를 제공하는 것을 제 2의 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 제 1 노광 장치는, 예를 들면 도 1에 도시된 바와 같이, 감광기판(W)의 위치결정을 하는 기판 스테이지(1)를 구비하고, 노광용 조명광(IL)하에서 마스크(R)에 형성된 패턴을 기판 스테이지(1)상의 감광기판(W)에 전사노광하는 노광 장치로서, 기판 스테이지(1)상에 착탈가능하고, 기판 스테이지(1)상에서의 조명광(IL)의 조도를 직접 계측하는 착탈형 조도 센서(2)와, 기판 스테이지(1)상에서의 조명광(IL)의 조도를 직접적 또는 간접적으로 계측하는 상설 조도 센서(7, 18)와, 착탈형 조도 센서(2)의 계측데이터를 입력하는 인터페이스 장치(3-6, 11)와, 이 인터페이스 장치를 통해 입력된 착탈형 조도 센서(2)의 계측데이터와 상설 조도 센서(7, 18)의 계측데이터의 관계를 구하여 기억하는 노광량 제어수단(12,50)을 구비한다.

이러한 본 발명의 제 1 노광 장치에 따르면, 착탈 가능한 조도 센서(2)로부터 인터페이스 장치(3-6, 11)를 통하여 직접 계측 데이터가 입력되고, 그와 거의 동시에 상설 조도 센서(7, 18)의 계측데이터도 입력되며, 착탈형 조도 센서(2)의 계측데이터와 상설 조도 센서(7, 18)의 계측데이터의 관계, 즉 계측데이터의 비의 값, 또는 오프셋(offset) 등을 구한다. 이것은 상설 조도 센서(7,18)의 계측데이터의 교정이 행해지는 것을 의미한다. 이 때 착탈 가능 조도 센서(2) 및 상설 조도 센서(7,18)의 계측데이터는 거의 동시에 입력되고 있으므로, 노광용 조명광(IL)의 광원의 출력시간변동, 예를 들면 수은램프의 아크 흔들림으로 인한 출력변동 또는, 엑시머레이저 광원의 불규칙이 있더라도 두 개의 조도 센서의 계측데이터의 관계가 정확하게 구해지고, 상설 조도 센서(7, 18)의 교정이 고정도로 행해진다.

또한, 두 개의 조도 센서의 계측데이터는 공통으로 노광량 제어수단(12,50)에 입력되어 온라인으로 고속처리되므로, 상설 조도 센서(7, 18)의 교정이 고속으로 행해진다. 또한, 조작자(operator)의 개입 등에 기인하는 입력의 오류등이 발생하지 않는다.

이 경우, 그 상설 조도 센서의 한가지 예로는, 조명광(IL)로부터 분리된 광 빔의 조도를 검출함으로써 기판 스테이지(1)상에서의 조명광(IL)의 조도를 간접적으로 계측하는 간접형 조도 센서(18)이고, 그 경우 노광량 제어수단(12, 50)은 인터페이스 장치(3-6, 11)를 통하여 착탈형 조도 센서(2)의 계측데이터를 입력하는 것과 동기(同期)로 상설 조도 센서(18)의 계측데이터를 입력하는 것이 바람직하다. 여기서, 간접형 조도 센서(18)는 조명광(IL)로부터 분할된 광속(光束)의 조도를 검출하는 인테그레이터 센서를 의미하고, 인테그레이터 센서 및 착탈형 조도 센서(2)의 계측데이터를 동기해서 입력함으로써 노광용 광원의 출력시간 변동의 영향이 없어지며, 인테그레이터 센서의 교정이 고정밀도로 행해진다.

또한, 노광용 조명광(IL)이 펄스발광되는 조명광인 경우는 노광량 제어수단(12, 50)은 노광용 조명광(IL)의 펄스발광에 동기하여, 인터페이스장치(3-6, 11)를 통해 착탈형 조도 센서(2)의 계측데이터를 입력하는 것이 바람직하다. 이것으로 두 개의 조도 센서의 계측타이밍이 벗어나는 일 없이, 펄스 에너지의 불규칙이 있더라도, 착탈형 조도 센서(2)에 대해 상설 조도 센서(7, 18)의 교정이 고정밀도로 행해진다.

또한, 예를 들면 도 1 및 도 2c에 도시된 바와 같이, 인터페이스장치(3, 5, 6, 11)는 코드리스 방식으로 착탈형 조도 센서(2A)의 계측데이터를 노광량 제어수단(12, 50)에 공급하도록 해도 좋다. 통상 노광 장치는 온도 제어 등이 행해진 챔버(chamber)내에 수납되지만, 코드리스 방식이면 챔버 벽을 지나는 배선이 불필요하게 되므로 착탈형 조도 센서(2A)의 취급이 용이하게 된다.

또한, 본 발명에 의한 제 2노광 장치는, 예를 들면 도 1, 도 2 및 도 10에 도시된 바와 같이, 감광기판(W)의 위치결정을 하는 기관 스테이지(10)를 구비하고, 노광용 조명광(IL)하에서 마스크(R)에 형성된 패턴을 기관 스테이지(1)상의 감광기판(W)에 전사노광하는 노광 장치에 있어서, 기관 스테이지(1)상에서의 조명광(IL)의 조도를 직접적 또는 간접적으로 측정하는 상설 조도 센서(7, 18)와, 기관 스테이지(1)상에서 착탈 가능하고, 상설 조도 센서(7, 18)의 출력 교정을 하기 위하여 기관 스테이지(1)상에서의 조명광(IL)의 조도를 직접 측정하는 제 1 착탈형 조도 센서(2)와, 소정의 기준이 되는 제 2 착탈형 조도 센서(A1)의 출력에 대한 제 1 착탈형 조도 센서(2)의 출력의 보정치(비의 값등도 조합한다)를 기억하는 기억수단(25)을 구비한다.

이러한 본 발명의 제 2 노광 장치에 따르면, 제 2 착탈형 조도 센서(A1)는 제 1 조도 센서(2)에 대한 모기(母機)가 되고, 절대 조도의 관리가 모기(母機), 자기(子機), 손기(孫機)와 같이 단계적으로 관리된다. 예를 들면 다수의 노광 장치를 병렬로 사용하는 경우는 기준이 되는 착탈형 조도 센서(2)가 다수 필요하게 된다. 이때 친기(A1)의 입사광량에 대한 출력 직선성을 절대조도 기준으로 한 경우, 자기(2)의 출력을 친기의 출력에 대한 보정치로 보정함으로써, 다수의 노광 장치에서의 조도 측정값의 매칭정도가 향상한다.

또한, 본 발명에 의한 제 3 노광 장치는 예를 들면 도 1 및 도 11에 도시된 바와 같이, 감광기판(W)의 위치결정을 하는 기관 스테이지(1)를 구비하고, 노광용 조명광(IL)하에서 마스크(R)에 형성된 패턴을 기관 스테이지(1)상과 감광기판(W)에 전사노광하는 노광 장치로서, 기관 스테이지(1)에서의 조명광(IL)의 조도를 직접적 또는 간접적으로 측정하는 상설 조도 센서(7, 18)와, 기관 스테이지(1)상에서 착탈가능하고, 상설 조도 센서(7, 18)의 출력의 교정을 하기 위하여 기관 스테이지(1)상에서의 조명광(IL)의 조도를 직접 측정하는 제 1 착탈형 조도 센서(2)와, 이 제 1 착탈형 조도 센서의 출력 기준이 되는 제 2 착탈형 조도 센서(A1)와, 기관 스테이지(1)상에서의 노광용 조명광(IL)을 분할하여 제 1 및 제 2 착탈형 조도 센서(2, A1)에 유도하는 분할광학계(61, 62, 63A, 63B)와, 제 1 및 제 2 착탈형 조도 센서(2, A1)의 출력을 병렬로 입력하여 비교하는 신호처리장치(59)를 구비한다.

이러한 본 발명의 제 3 노광 장치에 따르면, 기관 스테이지(1)상에서 그 분할 광학계에 의하여 분할된 조명광(IL)의 조도를 제 1 및 제 2 착탈형 조도 센서(2, A1)로 측정해서 제 1 착탈형 조도 센서(2)의 교정을 할 수 있으므로, 조명광(IL)의 흔들림이나 도중의 광학계 등에 의한 영향이 없고, 제 1 착탈형 조도 센서(2)가 고정밀도로 교정된다. 즉, 친기로서 조도 센서(A1)에 대하여 자기로서의 조도 센서(2)의 교정이 행해진다. 그리고, 그 고정밀도로 교정된 제 1 착탈형 조도 센서(2)에 의하여 상설 조도 센서(7, 18)가 고정밀도로 교정된다. 이것으로 노광 장치 사이에서의 조도매칭 정밀도가 향상된다.

실시에

이하, 본 발명에 의한 노광 장치의 제 1 실시형태에 대해 도 1~도 7을 참조하여 설명한다. 본 발명은 스텝퍼형, 또는 스텝 앤드 스캔방식 등의 어느 노광 장치에도 적용할 수 있지만, 이하의 실시형태는 스텝퍼형의 투영 노광 장치에 본 발명을 적용한 것이다.

도 1은 본 실시예인 투영 노광 장치의 개략구성을 나타내고, 도 1에서 노광시에는 수은램프로 된 노광 광원 및 셔터 등을 포함한 광원부(16)으로부터 웨이퍼의 포토레지스트에 감광성의 노광광(IL)이 사출된다. 광원부(16)내의 셔터의 개폐는, 장치 전체의 동작을 통합 제어하는 주제어 장치(50)가 광원제어 유니트(15)를 통하여 제어하고, 광원부(16)내의 노광 광원의 출력도 광원제어 유니트(15)에 의하여 제어되고 있으며, 그 광원광원의 출력 및 셔터의 개폐에 의하여 1쇼트의 노광량이 제어된다.

노광광(IL)로서는 수은램프의 i선(파장 365nm)이나 g선 등의 휘선을 사용할 수 있다. 그외의 노광 광원으로서의 AFF 엑시머레이저 광원이나 KrF 엑시머레이저 광원, 혹은 동증기(銅蒸氣)레이저 광원이나 YAG레이저의 고주파 발생 장치 등도 사용할 수 있다.

광원부(16)으로부터 사출된 노광광(IL)은 조도계(17)에 입사한다.

도 4는 조도계(17)의 내부구성을 도시한 구성도이고, 도 4에 도시된 바와 같이, 조도계(17)에 입사한 노광광(IL)은 광집적기(optical integrator)로서의 플라이아이 렌즈(31)에 입사한다. 플라이아이 렌즈(31)의 각 렌즈 엘리먼트의 사출면에는 각각 2차 광원이 형성되고, 이들의 2차 광원에 의하여 면광원이 만들어진다. 플라이아이 렌즈(31)의 사출면, 즉 조도계(17)의 동공면(瞳面)에 면광원의 크기나 현상을 조정하기 위한 변화 자재인 복수의 개구 조리개가 배치되어 있다. 이들의 개구 조리개는 터릿(turret)형상의 원판(30)에 고정되고, 원판(30)을 주제어 장치(50)에 의하여 구동장치(50A)를 통하여 회전하는 것으로 원하는 개구 조리개를 플라이아이 렌즈(31)의 사출면에 설정할 수 있다.

도 6a는 도 4의 원판(30)상의 개구 조리개의 배치를 나타내고, 도 6a에서 6개의 개구 조리개(52A-52F)가 원판(30)의 중심 주변에 등각 간격으로 고정되어 있다. 제 1 개구 조리개(52A)는 중간의 코히런스팩터(σ 치, coherence factor)로 조명을 하는 경우에 사용된 원형개구를 갖고, 제 2 개구 조리개(52B) 및 제 3 개구 조리개(52C)는 각각 중심부를 차광한 띠개구 및 통상의 띠 조명용 개구이다. 또한, 제 4 개구 조리개(52D)는 통상의 조명을 하는 경우 사용되는 원형개구이고, 제 5 개구 조리개(52E)는 주변에 4개의 소원형 개구부를 갖는다. 소위 변형조명용 개구 조리개이다. 제 6 개구 조리개(52F)는 작은 σ 치로 조명을 하는 경우 사용되는 작은 원형개구를 갖는다.

도 4로 되돌아와서, 플라이아이 렌즈(31)의 사출면에 제 1 개구 조리개(52A)가 배치되어 있다. 제 1 개구 조리개(52A)를 통과한 노광광(IL)은 빔 스플리터(33)에 입사한다. 빔 스플리터(33)는 입사한 광속의 대부분을 투과시키고, 나머지를 반사한다. 노광광(IL)중의 일정 비율의 광속이 빔 스플리터(33)으로부터 노광광(IL)의 입사광로에 대해 거의 직교하는 방향으로 반사되고, 이 반사된 광빔이 집광렌즈(43)를 통하여 포토다이오드로 된 인테그레이터 센서(18)에 입사한다.

한편, 빔 스플리터(33)을 투과한 노광광(IL)은 제 1 릴레이 렌즈 29를 통해서 가변시야 조리개(레티클 블라인드, 28)의 개구 상에 집광되고, 가변시야 조리개(28)에 의하여 노광광(IL)의 레티클 상에서의 조명범위가 규정된다. 가변시야 조리개(28)의 개구 형상 및 크기는 구동장치(50B)를 통해 주 제어 장치(50)에 의하여 설정된다. 가변 시야 조리개(28)를 통과한 노광광(IL)은 제 2 릴레이 렌즈(27) 및 콘덴서렌즈 26을 통과하여 레티클(R)의 패턴영역에 조사된다.

도 1로 돌아가, 노광광(IL)의 하에서 레티클(R)의 패턴상이 투영 광학계(10)를 통하여 투영배율 β (β 는 예를 들면 1/4, 1/5 등)로, 웨이퍼(W)상의 각 쇼트영역의 포토레지스트층에 전사된다. 이하, 투영 광학계(10)의 광축(AX)에 평행하게 Z축을 취하고, Z축에 수직인 평면내에서 도 1의 지면에 평행하게 X축, 도 1의 지면에 수직하게 Y축을 취하여 설명한다. 이 경우 조도계(17)로부터의 광속을 수광한 인테그레이터 센서(18)로부터의 광전신호는 조도제어 유니트(12)에 공급되고, 조도제어 유니트(12)에서 아날로그/디지털(A/D)변환된다. 조도제어 유니트(12)로부터는 A/D 변환된 디지털 데이터를 근거로 주 제어 장치(50) 및 광원제어 유니트(15)에 직접 현재의 노광광(IL)의 조도의 정보가 보내지고, 광원제어 유니트(15)에서는 전송된 조도가 미리 설정된 조도로 되도록 광원부(16)내의 노광 광원 출력을 제어한다. 또한, 주 제어 장치(50)에서는 미리 인테그레이터 센서(18)의 출력과 웨이퍼(W) 상에서의 노광광 조도와와의 관계가 기억되고 있고, 이 관계로부터 웨이퍼(W) 상에서의 조도를 산출하며, 이 산출된 조도의 적산값가 웨이퍼(W)상의 포토레지스트에 대한 적절한 적산 노광량이 되도록, 광원제어 유니트(15)를 통해서 광원부(16)내의 셔터 개폐 동작을 제어한다.

또한, 노광 광원이 엑시머레이저 광원과 같은 펄스광원이고, 스텝퍼와 같은 일괄 노광형인 경우에는, 광원부(16)내의 셔터 개폐, 광원부(16)내에 설치된 감광기구의 제어 또는 레이저 광원 자체의 광량 가변시스템(가변전원등)의 제어 등에 의하여 적산 노광량의 제어가 행해진다. 한편, 노광 광원이 펄스광원이고, 스텝 앤드 스캔 방식과 같은 주사노광형인 경우에는, 광원부(16)내에 설치된 감광기구에 의하여 노광광의 조도를 제어하든가, 노광광의 조명 영역의 주사방향의 폭이나 주사속도를 제어함으로써 적산 노광량을 제어할 수 있다.

도 1에서 레티클(R)은 X방향, Y방향, 및 회전방향으로 이동 가능한 레티클 스테이지(미도시)상에 놓여 있다. 레티클 스테이지의 위치는 외부에 설치된 레이저 간섭계(미도시)에 의하여 고정밀도로 계측되고 있고, 그 레이저 간섭계의 계측치를 근거로 주 제어 장치(50)는 레티클 스테이지의 위치를 결정한다. 한편, 웨이퍼(W)는 미도시의 웨이퍼 홀더상에 진공흡착으로 지지되고, 웨이퍼 홀더는 X방향, Y 방향으로 이동 가능한 웨이퍼 스테이지(1)상에 고정되어 있다. 웨이퍼 스테이지(1)에는 웨이퍼(W)의 Z방향의 위치나 경사각 등을 제어하는 스테이지계도 포함되어 있다. 웨이퍼 스테이지(1)의 X 방향, Y방향의 위치는 웨이퍼 스테이지(1)상에 있는 이동경 8 및 외부의 레이저간섭계(9)에 의하여 고정밀도로 계측되고, 레이저 간섭계(9)의 계측값은 주 제어 장치(50)에 공급된다. 주 제어 장치(50)는 그 계측값을 근거로 웨이퍼 스테이지(1)의 위치 결정 동작을 제어한다. 웨이퍼 스테이지(1)에 의하여 웨이퍼(W)의 각 쇼트영역 중심을 투영 광학계(10)의 노광 중심으로 이동하는 동작과 노광동작이 스텝 앤드 리피트 방식으로 반복되면서, 레티클(R)의 패턴이 웨이퍼(W)의 각 쇼트영역에 순차 전사된다. 또한, 주 제어 장치(50)에는 입력 장치와 디스플레이를 갖는 콘솔(14) 및 각종 파라미터를 기억하기 위한 기억 장치(13)도 접속되어 있다.

또한, 웨이퍼 스테이지(1)상의 웨이퍼(2) 가까이에는 포토 다이오드 등으로 된 상설의 고정형 조도 센서(7)가 설치되어 있다. 본 실시예에서의 고정형 조도 센서(7)는 웨이퍼 스테이지(1)상에서의 노광광(IL)의 조도 불규칙 계측용 센서, 최대 조도계측용 센서, 및 노광광(IL)의 전체 조사량을 계측하기 위한 조사량 모니터로서 사용된다. 고정형 조도 센서(7)의 수광면은 웨이퍼(W)의 표면과 거의 같은 높이로 설정되고 있고, 고정형 조도 센서(7)에 의하여 투영 광학계(10)의 노광 필드내의 조도 또는 조사량을 계측할 때에는, 웨이퍼 스테이지(1)를 구동하여 고정형 조도 센서(7)의 수광부를 원하는 계측점으로 이동한다. 고정형 조도 센서(7)의 출력 신호는 조도제어 유니트(12)에 공급되어 A/D변환된다.

본 실시예에서는, 상설 조도 센서로서의 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)이 갖추어져 있다. 그러므로 다수의 투영 노광 장치를 사용해서 노광을 하는 경우에, 각 투영 노광 장치에서 서로 같은 노광량을 설정할 수 있도록 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 교정(calibration)을 할 필요가 있다.

이러한 교정을 하기 위하여 웨이퍼 스테이지(1)상에는 조도의 기준이 되는 착탈형 조도계(2)가 해체할 수 있도록 설치되어 있다. 즉, 상설 조도 센서의 교정을 할 때, 조작자가 착탈형 조도계(2)를 웨이퍼 스테이지(1)상에 설치한다. 이때 착탈형 조도계(2)의 수광면도 웨이퍼(W)의 표면과 거의 같은 높이가 되도록 설정됨과 동시에, 웨이퍼 스테이지(1)를 구동하는 것으로 착탈형 조도계(2)의 수광부를 X방향, Y방향으로 이동할 수 있도록 되어 있다. 또한, 착탈형 조도계(2)는 관계되는 노광 장치간의 조도 매칭을 위하여 그들의 노광 장치에 공통으로 사용된다.

이 경우, 본 실시예의 투영 노광 장치 기구부는 공조된 챔버(47)의 내부에 설치되고, 조도제어 유니트(12), 주 제어 장치(50) 및 콘솔(14)등의 제어부는 챔버(47)의 외부에 설치되어 있다. 그리고, 챔버(47)의 외면에 센서 제어장치(3)가 마그네트책에 의하여 고정되어 있다. 착탈형 조도계(2)와 센서 제어장치(3)은 챔버(47)의 측벽을 관통하는 신호 케이블(4)을 통하여 접속하고 있다.

도 2a는 착탈형 조도계(2)의 상세한 구성을 나타낸 확대도이고, 도 2b는 도 2a의 평면도를 도시한 것이다. 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 착탈형 조도계(2)는 광전 변환부(25) 및 그 밑에 부착된 온도 조절 소자(20)으로 구성되고, 광전 변환부(25)상의 원형의 수광부(19)에 입사하는 광량이 광전 변환 되고, 광전 변환부(25)의 온도는 온도 조절 소자(20)에 의하여 소정의 허용온도 이상이 되지 않도록 냉각된다. 즉, 온도소자(20)은 펠티에(Peltier)소자 등의 냉각소자등이며, 온도 조절 소자(20)와 광전 변환부(25)에 접한 면이 냉각면으로 되어 있다. 온도 조절 소자(20)에 의하여 노광광(IL)의 조사에너지에 의한 광전 변환부(25)의 온도상승이 억제되고, 감도 등의 센서특성의 변화가 감소된다.

광전 변환부(25) 및 온도 조절 소자(20)에는 각각 신호 케이블(4)을 통해서 센서 제어장치(3)으로부터 전력이 공급되며, 광전 변환부(25)의 출력 신호가 신호 케이블(4)을 통하여 센서 제어장치(3)에 공급되며, 광전 변환부(25)의 출력 신호가 신호 케이블(4)을 통하여 센서 제어장치(3)에 공급된다. 또한, 착탈형 조도계(2)는 고정용 피팅(pitting, 21) 및 고정나사(22)에 의하여 웨이퍼 스테이지(1)상에 고정되고, 고정 피팅(21)을 해체하는 것만으로 용이하게 착탈형 조도계(2)를 웨이퍼 스테이지(1)로부터 분리할 수 있도록 되어 있다. 또한, 광전 변환부(25)에는 후술한 바와 같이 착탈형 조도계(2)보다 상위의 기준이 되는 조도 센서의 출력에 대한 교정용 데이터를 기억하는 기억부도 포함되어 있다.

도 1로 돌아가, 센서 제어 장치(3)에는 착탈형 조도계(2)로부터 공급되는 출력 신호 및 교정용 데이터를 송신하기 위한 신호 케이블(5)의 일단이 접속되고, 그 신호 케이블(5)의 타단에는 커넥터(6)가 설치되며, 조도제어 유니트(12)에는 커넥터(6)에 대응하는 커넥터(11)가 설치되어 있다. 그리고, 커넥터(6)를 조도제어 유니트(12)측의 커넥터(11)에 끼워넣어, 착탈형 조도계(2)와 조도제어 유니트(12)가 센서 제어장치(3)를 통하여 접속되고, 착탈형 조도계(2)의 출력 신호가 센서 제어장치(3)내에서 A/D변환된 후, 신호케이블(5), 커넥터(6, 11) 및 조도제어 유니트(12)내에 조립되어 있는 GPIB규격 또는 RS 232C 규격 등의 입출력 제어부를 통하여, 조도제어 유니트(12)내의 신호처리부로 입력된다. 본 실시예에서는 신호케이블(4, 5), 센서 제어장치(3), 커넥터(6, 11) 및 조도제어 유니트(12)내의 입출력 제어부가, 착탈형 조도계(2)와 조도제어 유니트(12)내의 신호처리부 사이의 인터페이스 장치를 구성하고 있다.

상술한 바와 같이, 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7) 각각의 출력 신호도 조도제어 유니트(12)에 공급되고 있고, 상설 조도 센서의 교정시에는 주 제어 장치(50)의 지령에 의해 착탈형 조도계(2), 고정형 조도 센서(7) 및 인테그레이터 센서(18)의 출력값에 대하여 조도제어 유니트(12)에서 소정의 연산이 행해지고, 연산결과가 주 제어 장치(50)에 공급된다. 주 제어 장치(50)는 조도제어 유니트(12)에 의하여 연산처리된 데이터를 근거로 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 교정용 파라미터를 산출하고, 산출된 결과는 기억 장치(13)에 기억되며, 필요에 따라 콘솔(14)에 출력된다.

또한, 도 2c에 도시된 바와 같이, 착탈형 조도계(2)의 출력을 유선이 아닌 무선(코드리스)으로 조도제어 유니트(12)에 송신하도록 해도 좋다.

도 2c는 착탈형 조도계로부터 무선으로 출력 신호를 송신하는 예를 나타내고 있으며, 도 2c에서의 착탈형 조도계(2A)에는 광전 변환부(25) 및 온도소자(20A)외에 독자적인 축전지 및 무선송신기를 갖는 전원부(23)가 구비되어 있다. 그리고, 전원부(23)로부터의 전력을 이용하여 광전 변환부(25) 및 온도 조절 소자(20A)를 구동하고, 또 무선송신기에 접속된 안테나(24)로부터 예를 들면, FM 전파를 이용하여 광전 변환부(25)의 출력 신호를 무선수신기 및 안테나를 갖춘 센서 제어장치(3)에 공급하는 구성으로 되어 있다.

이 경우, 온도 조절 소자(20A)의 바닥에는 웨이퍼스테이지(1)상에 용이하게 설치할 수 있도록 자기척(magnetic chuck)이 부착되어 있고, 웨이퍼 스테이지(1)에 설치된 돌출 고정가이드(46)에 온도 조절 소자(20A)의 측면을 밀어 맞추는 식으로, 착탈형 조도계(2A)의 대략적인 위치를 결정할 수 있도록 구성된다. 이렇게 착탈형 조도계(2A)와 센서 제어장치(3), 나아가, 도 1의 조도제어 유니트(12)를 코드없이 접속함으로써 챔버(47)내의 웨이퍼 스테이지(1)에 대한 착탈형 조도계(2A)의 착탈을 용이하게 할 수 있다.

도 1로 되돌아가서, 도시하지는 않았으나, 투영 광학계(10)의 양측에는 웨이퍼(W)의 Z 방향의 위치(초점위치)를 검출하기 위한 송광계 및 수광계로 구성된 비스듬한 입사방식의 초점위치 검출계가 구비되어 있다. 이 초점위치 검출계로부터의 웨이퍼(W)의 초점위치에 관한 정보가 주제어 장치(50)에 공급되고, 주제어 장치(50)는 그 정보를 근거로 웨이퍼 스테이지(1)를 구동함으로써, 웨이퍼(W)의 초점위치 및 경사각을 제어하여 웨이퍼(W)의 표면을 투영 광학계(10)의 상면(象面)에 맞춰 넣어 노광을 한다.

이어, 본 실시예의 착탈형 조도계(2), 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)로 조도를 계측하는 경우의 기본적인 동작에 대하여 설명한다. 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 출력을 교정할 때는 조도계(2)가 사용되지만, 그러기 위해서는 우선 착탈형 조도계(2)의 위치를 정확하게 구할 필요가 있다. 착탈형 조도계(2)의 위치의 계측은 이하와 같이 행해진다.

도 3a는 웨이퍼 스테이지(1) 상에서의 투영 광학계(10)에 의한 노광 필드(EF)를 나타낸 정면도, 도 3b는 그 노광 필드(EF)를 나타낸 확대평면도이고, 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이 노광광(IL)이 투영 광학계(10)의 거의 정방형의 노광 필드(EF)에 조사된다. 이 노광광(IL)이 조사된 상태에서, 도 1의 주제어 장치(50)는 레이저 간섭계(9)의 위치정보를 근거로 웨이퍼 스테이지(1)를 구동하고, 도 3b에 도시된 바와 같이 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)를 노광 필드(EF)에 대해 X방향 및 Y방향으로 주사한다. 그리고, 그 때 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)에 입사한 광량을 조도제어 유니트(12)를 통하여 복수의 소정 위치에서 샘플링한다.

도 3c는 수광부(19)를 X방향으로 주사하는 경우의 웨이퍼 스테이지(1)의 X 좌표와 샘플링된 착탈형 조도계(2)의 출력 신호(I)의 관계를 나타내며, 횡축은 웨이퍼 스테이지(1)의 X좌표, 종축은 출력 신호를 I를 나타낸다. 도 3c에 도시된 바와 같이, 출력 신호(I)는 수광부(19)가 노광 필드(EF)내에 있는 범위에서는 크고, 그 이외에서는 작다. 따라서, 예를 들면, 출력 신호(I)의 최대치와 최소치 사이의 소정의 슬라이스 레벨(slice level, IA)과 그 출력 신호(I)를 비교하고, 출력 신호(I)가 슬라이스 레벨(IA)를 횡으로 자를 때의 웨이퍼 스테이지(1)의 X 좌표(X1, X2)를 구하고, 또한 좌표(X1, X2)의 중점 좌표(XS)를 구한다. 상기 중심 좌표(XS)는 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)의 중심이 투영 광학계(10)의 노광 필드(EF) 중심(노광 중심)에 있을 때의 웨이퍼 스테이지(1)의 좌표를 나타낸다.

따라서, 이것으로 웨이퍼 스테이지(1)상에 설치된 착탈형 조도계(2)의 투영 광학계(10)의 노광 필드(EF)에 대한 X방향의 상대위치가 구해진다. 또한, 착탈형 조도계(2)에 의한 조도계측시에는 상술한 비스듬한 입사방식의 초점위치 검출계에 의하여, 투영 광학계(10)의 상면과 착탈형 조도계(2)의 수광부(19) 표면이 일치하도록 자동 초점 제어가 행해지고 있다. 또한, 이러한 초점위치 검출계를 사용하는 대신, X 방향이 상대위치를 구하기 위한 도 3c의 출력 신호를 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)의 초점위치를 바꾸면서 수회 계측하여, 양측의 슬로프부의 기울기를 산출해도 좋다. 이때 슬로프의 기울기가 가장 높아지는 초점위치를 구하는 것으로서, 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)와 투영 광학계(10)의 상면을 일치시킬 수 있다. 마찬가지로, 수광부(19)를 노광 필드(EF)에 대해 Y 방향으로 주사함으로써 착탈형 조도계(2)의 필드 EF에 대한 Y방향의 상대위치가 구해진다. 또한, 고정형 조도 센서(7)에 대해서도 마찬가지로 해서 노광 필드(EF)에 대한 상대위치가 구해진다.

이어, 착탈형 조도계(2), 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)에 의한 조도의 계측방법에 대해 설명한다.

도 4는 도 1의 조도계(17) 및 조도 센서를 나타낸 구성도로서, 도 4에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서는 조도계(17)내에서 분리된 노광광(IL)의 일부가 인테그레이터 센서(18)에서 수광된다. 이 때 인테그레이터 센서(18)의 수광면은 레티클(R)의 패턴면, 나아가서는 도 1의 웨이퍼(W)의 표면과 거의 공역(共役)이 된다.

이 경우, 광학부재의 배치 공간과 제조 비용 등의 제약으로 인하여, 인테그레이터 센서(18)로의 송광부인 집광렌즈(43)등이 소형화되고 있으므로, 인테그레이터 센서(18)의 수광부를 웨이퍼 스테이지(1)상에 투영한 공역상(共役像 18A)은, 도 5a에 도시된 바와 같이, 투영 광학계(10)의 노광 필드(EF)와 비교해서 작은 면적으로 형성된다. 따라서, 인테그레이터 센서(18)에서는 그 노광 필드(EF)내에서 그 공역상(18A) 범위에서의 조도를 간접적으로 계측할 수 있게 된다. 또한, 그 공역

상(18A)의 중심은 그 노광 필드(EF)의 중심(노광 중심)으로 설정된다. 단, 제조 비용 등에 여유가 있으면 공역상(18A)를 노광 필드(EF)보다 크게 해도 좋다. 또한, 인테그레이터 센서(18)의 수광면은 반드시 웨이퍼(W)의 표면과 공역일 필요는 없고, 투영 광학계(10)의 동공면(레티클(R)에 대한 광학적 푸리에(Fourier) 변환면)과 공역이라도 좋다.

또한, 도 5a에 도시된 바와 같이, 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)는 인테그레이터 센서(18)의 수광부의 공역상(18A) 보다도 작은 면적으로 형성된다. 따라서, 착탈형 조도계(2)를 이용해 인테그레이터 센서(18)의 교정을 정밀하게 하기 위해서는 도 4에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(1)를 구동해서 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)를 투영 광학계(10)의 노광 필드 내에 이동한 후, 도 5a의 화살표로 도시된 바와 같이, 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)를 그 공역상(18A)의 내부에서 이동하여 소정의 복수 계측위치에서의 착탈형 조도계(2) 출력을 샘플링한다. 그리고, 그 출력의 평균값을 취함으로써, 인테그레이터 센서(18)의 계측필드(공역상(18A)의 내부영역)에서의 평균적인 조도를 산출한다. 이 착탈형 조도계(2)의 계측과 동기해서, 인테그레이터 센서(18)의 출력의 샘플링도 행하여 평균적인 조도를 산출한다. 이러한 계측방법을 이용함으로써 인테그레이터 센서(18)의 계측필터와 착탈형 조도계(2)의 계측범위가 실질적으로 일치하고, 교정의 신뢰성이 높아지는 이점이 있다.

이러한 계측방법은 고정형 조도 센서(7)의 계측시에도 마찬가지로 수행된다. 즉, 도 4에서 고정형 조도 센서(7)로 조도를 계측할 때에는, 웨이퍼 스테이지(1)를 구동함으로써 고정형 조도 센서(7)의 수광부(7A)가 투영 광학계(10)의 노광 필드내로 이동한다.

도 5b는 고정형 조도 센서(7)의 수광부(7A)가 노광 필드(EF) 내에 이동한 상태를 나타내고, 도 5b에 도시된 바와 같이, 고정형 조도 센서(7)의 수광부(7A)의 면적은 도 5a의 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)의 면적보다 더욱 작다. 따라서 인테그레이터 센서(18)의 출력과 고정형 조도 센서(7)의 출력의 대응관계를 구한 경우는, 도 5b의 화살표로 도시된 바와 같이, 고정형 조도 센서(7)의 수광부(7A)를 인테그레이터 센서(18)의 계측필드(공역상(18A)의 내부영역)내에서 더욱 좁게 이동하고, 조도의 샘플링의 회수를 늘린다. 이를 통해, 인테그레이터 센서(18)의 계측 필드와 고정형 조도 센서(7)의 계측범위가 실질적으로 일치한다. 또한, 착탈형 조도계(2) 및 고정형 조도 센서(7)의 수광부의 면적, 형상을 동일하게 하면 같은 계측 시퀀스에서 보다 우수하게 조도를 계측할 수 있게 된다.

인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 출력의 교정은 웨이퍼 스테이지(1)상에 조사되는 노광광(IL)의 조도를 단계적으로 변경하여 행한다. 예를 들면 인테그레이터 센서(18)의 교정시에는 우선, 조도계(17)로부터의 노광광(IL)의 광량을 최대로 하여 웨이퍼 스테이지(1)상의 조도를 계측한다. 즉, 도 4에서 플라이아이 렌즈(31)상의 사출면에는 도 6a에 나타낸 최대의 개구를 갖는 제 4 개구 조리개(52D)를 배치하고, 가변시야 조리개(28)의 개구를 최대로 하여 최대의 코히어런스 팩터(σ)하에서 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)의 출력을 동시에 검출한다. 이어서, σ 값을 단계적으로 변경하여 같은 방법으로 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에 의하여 조도를 계측한다. 즉, 근래의 포토 리소그래피 기술에서는 예를 들면 도 6a의 제 6 개구 조리개(52F)를 사용하여 작은 σ 값으로 조명하는 소 σ 조명이나, 제 3 개구 조리개(52C)와 같은 띠모양의 개구 조리개를 사용하는 띠형 조명등이 이용되는 경향이 있고, 이러한 조명 조건의 변화에 따라서 교정결과가 달라진다. 따라서 조명 조건을 변경할 때에도, 동일한 교정을 할 필요가 있다.

도 6b 및 6c는 각각 소 σ 조명 및 통상의 조명 조건에서 레티클(R) 상에서의 노광광의 상태를 나타내고, 도 6b 및 도 6c에 도시된 바와 같이, 소 σ 조명에서 노광광(IL)의 개구반각 θ_1 은 통상의 조명 조건에서의 노광광(IL)의 개구반각 θ_2 에 비교하여 작다. 일반적으로 조도 센서 자체의 감도도 광속의 입사각에 의하여 변화하므로, 교정의 기준이 되는 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)로는 감도변화가 작은 것을 채용하고, 인테그레이터 센서(18)로는 온도나 노광광의 조사에 의한 센서 특성의 변화가 적은 것을 이용하는 것으로써, 교정 정밀도를 향상시키고 교정을 행하는 간격을 늘릴 수 있다.

이어서, 본 실시예의 투영 노광 장치에서, 착탈형 조도계(2)를 이용하여 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 출력을 교정하는 방법의 일례에 대해 구체적으로 설명한다. 우선, 조작자가 도 1의 웨이퍼 스테이지(1)상에 착탈형 조도계(2)를 설치하고, 챔버(47)의 외면의 센서 제어 장치(3)의 신호 케이블(5)를 조도제어 유니트(12)에 접속한다. 그리고, 주 제어 장치(50)에 미리 프로그램된 조도 교정 프로그램을 작동시킨다. 조도 교정 프로그램의 가동에 수반하여, 주 제어 장치(50)에 제어하에서 광원제어 유니트(15)를 통하여 광원부(16)으로부터 노광광(IL)이 사출된 도 3과 관련하여 설명한 방법으로 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)의 투영 광학계(10)의 노광 필드(EF)에 대한 상대위치가 계측된다.

이어서, 상기 계측 결과를 근거로 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)의 중심을 투영 광학계(10)의 노광 중심에 위치결정한다.

본 실시예와 같은 스텝퍼형 투영 노광 장치에서는, 일정 조도를 갖는 노광광(IL)을 이용하고, 광원부(16)의 셔터의 개폐를 행하여 웨이퍼(W)상에서의 노광시간을 제어하는 것으로 노광량을 제어한다. 따라서, 투영 광학계(10)의 노광 중심에 착탈

형조도계(2)의 수광부(19)의 중심을 위치결정한 후, 광원부(16)의 셔터를 개방하여 인테그레이터 센서(18)에 입사하는 광량을 연속하여 모니터링하고, 그 광량을 적산한 적산광량(적산노광량) QI가 소정치가 될 때 셔터를 닫는다. 그리고, 셔터를 개방하고 나서 닫기까지의 조도를 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에 의하여 측정한다. 인테그레이터 센서(18)의 측정값은 직접 조도제어 유니트(12)에 공급되고, 착탈형 조도계(2)의 측정값은 센서 제어계(3)를 통하여 조도제어 유니트(12)에 공급된다. 조도제어 유니트(12)에서는 인테그레이터 센서(18)의 적산광량 및 착탈형 조도계(2)에서의 조도 적산값(QS)을 구한다. 이 때 구해진 인테그레이터 센서(18)에 의한 적산광량(QI) 및 착탈형 조도계(2)에 의한 조도 적산값(QS)을 각각 C_1 및 A_1 으로 한다. 그리고, 노광가능범위중에서 적산노광량을 변화시키면서 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에 의하여 동시에 조도를 검출하고, 각각의 적산광량 $C_i(i=2, 3, \dots, n)$ 및 조도 적산값 A_i 을 산출해서 주 제어 장치(50)에 공급한다. 이러한 조도검출시에 도 5를 참조하여 설명한 바와 같이 착탈형 조도계(2)의 수광부(19)를 인테그레이터 센서(18) 수광부의 공역상(18A)내에서 이동시켜도 좋다.

도 7a는 인테그레이터 센서(18)에서의 적산광량(QI)과 착탈형 조도계(2)에서의 조도 적산값(QS)의 관계를 나타내고, 도 7a의 실직선 54로 도시된 바와 같이, 인테그레이터 센서(18)에서의 적산광량 QS의 실측치 C_1, C_2, \dots, C_n 과, 착탈형 조도계(2)에서의 조도 적산값(QS) 실측치 A_1, A_2, \dots, A_n 과의 관계는 거의 오프셋이 없는 선형이 된다. 주 제어 장치(50)에서는, 이 때의 착탈형 조도계(2)의 출력에 대한 인테그레이터 센서(18)의 출력비의 평균값(이하, 「인테그레이터 센서(18)의 교정 파라미터」라 부른다, P1)를 다음식으로 구한다.

$$P1 = (A_1/C_1 + A_2/C_2 + A_3/C_3 + \dots + A_n/C_n) / n \quad (1)$$

한편, 고정형 조도 센서(7)의 교정용 파라미터는, 교정후의 인테그레이터 센서(18)를 기준의 조도 센서로 하여 구한다. 즉, 투영 광학계(10)의 노광 중심에 고정형 조도 센서(7)의 수광부의 중심을 이동하고, 진술한 착탈형 조도계(2)의 경우와 같이, 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)에 입사한 광량을 연속해서 모니터링한다. 이때에도 고정형 조도 센서(7)의 수광부를 인테그레이터 센서(18) 수광부의 공역상내에서 이동시켜도 좋다. 여기서 측정된 인테그레이터 센서(18)의 적산광량(QI)의 값을 $C_i(i=1, 2, \dots, n)$, 및 그에 대응하여 측정되는 고정형 조도 센서(7)의 조도 적산값(QS)의 값을 B_1 으로 하면, C_1 및 조도 적산값 B_1 사이에도 도 7a의 점선 54a로 나타낸 것과 같은 거의 오프셋이 없는 선형 관계가 된다. 주 제어 장치(50)에서는, 이때의 인테그레이터 센서(18)의 출력에 대한 고정형 조도 센서(7)의 출력비의 평균값(이하, 「고정형 조도 센서(7)의 교정 파라미터」라 부른다) P2를 아래와 같은 식으로 구한다.

$$P2 = (B_1/C_1 + B_2/C_2 + B_3/C_3 + \dots + B_n/C_n) / n \quad (2)$$

이렇게 노광량의 조도가 일정한 스텝퍼형 투영 노광 장치의 경우에는, 교정 파라미터 P1, P2가 용이하게 산출되어 기억 장치(13)에 기억된다. 그리고, 기억된 교정 파라미터 P1 및 P2를 각각 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 실제의 측정값에 곱함으로써 교정이 행하여진다. 즉, 인테그레이터 센서(18)의 측정값에 교정 파라미터 P1을 곱함으로써, 웨이퍼 스테이지(1)상에서 착탈형 조도계(2)를 이용해 측정한 경우로 환산한 조도가 구해진다. 마찬가지로 고정형 조도 센서(7)의 측정값에 교정 파라미터 P2를 곱함으로써, 인테그레이터 센서(18)에서 측정한 경우로 환산한 조도가 구해진다. 또한, 두 개의 교정 파라미터 P1 및 P2의 곱 $P1 \cdot P2$ 를 고정형 조도 센서(7)의 새로운 교정 파라미터로 해도 좋다. 이 경우, 고정형 조도 센서(7)의 측정값에 교정 파라미터 $P1 \cdot P2$ 를 곱함으로써, 웨이퍼 스테이지(1)상에서 착탈형 조도계(2)를 이용하여 측정한 경우로 환산한 조도가 구해진다.

또한, 상술한 바와 같이 교정 파라미터 P1을 구할 때, 본 실시예에서는 착탈형 조도계(2)의 출력 신호가 센서 제어 장치(3) 및 신호라인(5)등을 통하여 직접 조도제어 유니트(12)에 공급되고 있으며, 인테그레이터 센서(18)의 출력 신호도 직접 조도제어 유니트(12)에 공급된다. 따라서, 수은램프의 아크 흔들림 등에 의하여 광원부(16)으로부터의 노광광(II)의 출력에 시간변동이 있다라고, 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)의 출력 신호는 같은 타이밍으로 입력되므로, 양자의 출력비, 즉 교정 파라미터 P1을 정확하게 구할 수 있고, 인테그레이터 센서(18)의 교정을 고정밀로 할 수 있다. 또한, 교정 파라미터 $P1 \cdot P2$ 를 사용하는 경우에는, 고정형 조도 센서(7)을 착탈형 조도계(2)에 대하여 높은 정밀도로 교정할 수 있다. 또한, 본 실시예에서는 착탈형 조도계(2), 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 측정값이 공통으로 조도제어 유니트(12)로부터 입력되므로 (1)식 및 (2)식 등의 연산처리를 고속으로 할 수 있다.

이어, 본 실시예의 투영 노광 장치는 스텝퍼형이지만, 도 1의 투영 노광 장치가 스텝 앤드 스캔방식과 같은 주사노광형인 경우에, 착탈형 조도계(2)를 이용해 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 출력을 교정하는 방법에 대해 설명한다.

주사노광형 투영 노광 장치에서, 노광시에는 광원부(16)로부터의 노광광(IL)이 레티클(R)상의 슬릿상의 조명 영역에 조사된다. 그리고, 레티클(R)상의 슬릿상의 조명 영역내의 패턴이 투영 광학계(10)을 통하여 웨이퍼(W)상에 투영된 상태로, 레티클(R) 과 웨이퍼(W)를 투영 광학계(10)에 대해 동기 주사함으로써 레티클(R)의 패턴상이 웨이퍼(W)상의 노광대상의 쇼트영역에 순차 전사된다. 이렇게 주사노광형에서는 연속적으로 노광이 행해지므로 인테그레이터 센서(18)의 출력값의 적산광량을 모니터하는 대신에 인테그레이터 센서(18)에서 측정된 노광광의 조도가 항상 소정의 목표치에 대해 허용 범위 내에 있는가의 여부가 모니터링된다. 이 경우, 웨이퍼(W)상의 포토레지스트의 감도(적정 노광량)를 E, 웨이퍼 스테이지(1)의 주사속도를 V, 슬릿상의 조명 영역을 웨이퍼(W)상으로 투영한 노광영역의 주사방향의 폭(슬릿폭)을 L, 웨이퍼(W)상에서의 노광광(IL)의 조도를 S로 하면 다음 관계가 성립한다.

$$E / S=L / V \quad (3)$$

노광 공정의 스루풋을 저하시키지 않기 위해서는 가능한 한 최고의 속도로 웨이퍼(W)를 주사하는 것이 바람직하다. 그러므로 주사속도 V는 통상적으로 최고 속도 부근에서 설정된다. 또한, 슬릿폭(L)은 최대폭 부근에 설정된다고 하면 (3)식의 우변은 거의 일정하다. 따라서, 웨이퍼(W)상의 층(layer)등에 따라 포토레지스트의 감도 E가 다른 경우는 (3)식을 만족시키기 위하여, 그 감도 E에 대응하여 노광광(IL)의 조도(S)를 바꿀 필요가 있다. 이와 같이 조도(S)를 바꿀 때에는 예를 들면, 광원부(16)내에 노광광의 광량을 단계적 및 소정범위내에서 연속적으로 가변할 수 있는 감광기구를 설치하든가, 또는 광원부(16)내의 노광 광원의 구동전력을 제어하는 가변전원을 설치하고, 이 감광기구 또는 가변전원을 이용해도 좋다. 이렇게 노광광(IL)의 조도(S)를 변화시킨 경우에는, 착탈형 조도계(2)의 출력에 대한 인테그레이터 센서(18)의 출력의 관계가 미소하게 변화할 우려가 있다.

따라서, 주사노광형 투영 노광 장치에서는 감광기구 또는 가변전류원을 통하여노광광(IL)의 조도(S)를 변화시키면서, 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에 의하여 노광광(IL)의 조도를 측정한다. 이 때 인테그레이터 센서(18)에서 측정된 조도(LI)를 $c_i(i=1, 2, 3, \dots, n)$ 이라 한다. 또한, 동시에 착탈형 조도계(2)에서 측정된 조도(LS)를 a_i 로 한다.

도 7b에서는, 착탈형 조도계(2)에서 측정된 조도(LS)와 인테그레이터 센서(18)에서 측정된 조도(LI)의 관계를 나타내고, 조도(LS)와 조도(LI)의 선형성이 양호할 때에는, 도 7b의 실직선 55로 도시된 바와 같이, 인테그레이터 센서(18)에서 조도(LI)의 실측치 c_1, c_2, \dots, c_n 과, 착탈형 조도계(2)에서의 조도(LS)의 실측치 a_1, a_2, \dots, a_n 의 관계는 거의 오프셋이 없는 직선이 된다. 이 경우에는 얻어진 조도의 실측치의 비 a_i/c_i 의 평균값을 교정 파라미터로 할 수 있다. 그러나, 그들 두 개의 조도 사이의 선형성이 나쁜 경우에는, 스텝퍼형 투영 노광 장치와 같이 하나의 교정파라미터 P1를 결정하고, 그것을 근거로 교정하면 조도의 측정오차가 커진다.

따라서, 주사노광형에서 두 개의 조도간의 선형성이 나쁜 경우에는, 착탈형 조도계(2)의 조도(LS)의 실측치 a_i 에 대한 인테그레이터 센서(18)의 조도(LI)의 실측치 c_i 의 비 $a_1/c_1, a_2/c_2, a_3/c_3, \dots, a_n/c_n$ 을 산출하고, 얻어진 값 a_i/c_i 을 곡선근사한다. 즉 한가지 예로서 주제어 장치(50)에서는, 얻어진 값 a_i/c_i 를 최소자승법 등으로 인테그레이터 센서(18)에서 측정되는 조도(LI)에 관한 m차(m은 2이상의 정수)의 함수 f(LI)으로 근사하고, 이 함수 f(LI)의 각 차수의 계수를 구하여 교정 파라미터로써 기억 장치(13)에 기억한다. 이것으로서, 착탈형 조도계(2)에서 측정된 조도(LS)는 다음식으로 표현된다.

$$LS = f(LI) \cdot LI \quad (4)$$

그 후, 노광시에 인테그레이터 센서(18)에서 측정된 조도 LI에 대해 그 함수 f(LI)를 곱하는 것으로써, 웨이퍼 스테이지(1)상에서 착탈형 조도계(2)를 이용해 측정되는 조도(LS)로 환산된 조도가 얻어진다.

또한, 이와 같이 곡선근사를 하는 대신, 얻어진 조도의 비의 값 a_i/c_i 를 조도(LI)에 관한 테이블로 기억해도 좋다. 이때 예를 들면 인테그레이터 센서(18)의 조도의 실측치 $c_i \sim c_{i+1}$ 사이에서는, 비례배분에 의한 비 LS/LI를 계산하고, 이 값에서 인테그레이터 센서(18)의 출력을 교정하도록 해도 좋다.

또한, 주사노광형의 경우도, 고정형 조도 센서(7)의 교정용 파라미터는, 교정후의 인테그레이터 센서(18)를 이용하여 구할 수 있다. 즉, 노광광의 조도를 변화시키면서 측정된 인테그레이터 센서(18)의 조도(LI)의 실측치 c_i , 및 대응하여 측정되는 고정형 조도 센서(7)의 조도(이것을 LS'로 나타내다)의 실측치 b_i 를 이용하면, 양자의 선형성이 양호하면 실측치 c_i 및 b_i

사이에도 도 7b의 점선 55A로 나타낸 바와 같은 거의 오프셋이 없는 선형의 관계가 있으므로, 그들의 실측치의 비 값 c_i/b_i 의 평균값을 교정 파라미터로 할 수 있다. 그러나, 양자의 선형성의 나뉘는 때는 그 값 c_i/b_i 를 고정형 조도 센서(7)의 조도 (LS')의 교차의 함수 $g(LS')$ 로 근사하든가 또는 테이블화하면 된다.

이렇게 교정 파라미터를 산출함으로써, 주사형 노광형의 경우에는 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)의 출력의 교정을 고정밀도로 할 수 있다. 또한, 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)의 출력 신호는 같은 타이밍으로 취할 수 있으므로, 교정 파라미터를 정확하게 구할 수 있고, 인테그레이터 센서(18), 나아가서는 고정형 조도 센서(7)의 교정을 고정밀도로 할 수 있다.

또한, 스테퍼형 투영 노광 장치의 경우에도, 노광광의 조도를 변경할 때는 인테그레이터 센서(18)의 출력과 착탈형 조도계(2)의 출력의 관계를 2차 이상의 함수로 근사하여, 그 함수의 각 차수의 계수를 교정 파라미터로 기억해도 좋다. 고정형 조도 센서(7)에 대해서도 같다.

이러 본 발명의 제 2 실시형태에 대하여, 도 8 및 도 9를 참조하여 설명한다. 본 실시예는 펄스광원을 노광 광원으로 사용하는 스테퍼형 투영 노광장치에 본 발명을 적용한 것이고, 도 8에서 도 1 및 도 4에 대응하는 부분에는 동일부호를 붙이고 그 상세한 설명을 생략한다.

도 8은 본 실시예의 투영 노광 장치 나타낸 개략구성도이고, 도 8의 광원부(16A)에서는, 펄스발광의 노광 광원으로 ArF 엑시머레이저 광원 또는 KrF 엑시머레이저 광원 등으로 형성된 엑시머레이저 광원(40)이 사용된다. 엑시머레이저 광원(40)의 발광동작은, 광원제어 유니트(15A) 내의 레이저 제어장치(41)를 통하여 주제어 장치(50)에 의하여 제어되고 있고, 주제어 장치(50)에 의하여 엑시머레이저 광원(40)의 펄스 발광의 타이밍, 발진주파수 및 출력의 미소제어등이 행하여지고 있다.

엑시머레이저 광원(40)으로부터 사출된 레이저광인 노광광(ILA)는 빔익스펜더(39)와 각종 투광율의 ND 필터판을 주위에 배열하여 된 한쌍의 가변 ND 필터(38A, 38B)를 통과한다. 구동부(38C)를 통해 가변 ND필터(38A, 38B)의 ND 필터의 조합을 조정함으로써, 노광광(ILA)에 대한 감광율을 다단계에 걸쳐 변경할 수 있다. 구동부(38C)의 동작은, 주제어 장치(50)이 광원제어 유니트(15A)내의 감광부 제어계(42)를 통하여 제어할 수 있도록 구성되어 있다. 가변 ND필터(38A, 38B)를 통과한 노광광(ILA)는 조도계(17A)에 입사하여, 제 1 플라이아이 렌즈(37), 릴레이 렌즈(36), 스페클(speckel)제거용 구동 미러(35) 및 제 2 플라이아이 렌즈(31)을 거쳐 빔스플리터(33)에 입사한다.

이 빔스플리터(33)에서 분리된 노광광(ILA)의 일부가 집광렌즈(43)을 거쳐 인테그레이터 센서(18)에 입사한다. 한편, 빔스플리터(33)을 투과한 노광광(ILA)은 가변 시야 조리개나 콘덴서 렌즈 등을 포함한 광학계(34)를 거쳐 레티클(R)을 조명한다. 그리고, 조도를 계측하는 경우에는, 레티클(R)을 투과한 노광광(ILA)가 투영 광학계(10)을 통하여 웨이퍼 스테이지(1)상이 설치된 착탈형 조도계(2)에 입사한다. 착탈형 조도계(2)의 출력은 신호라인(4, 5), 센서 제어 장치(3) 및 미도시의 커넥터를 통하여 온라인으로 조도제어 유니트(12)에 공급된다. 웨이퍼 스테이지(1)상에는 고정형 조도 센서(7)도 고정되고, 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 출력은 조도제어 유니트(12)에 공급된다. 이 외의 구성은 도 1의 투영 노광 장치와 같다.

이 경우에, 엑시머레이저 광원은 1펄스마다의 조도(펄스에너지)가 불안정하므로, 웨이퍼 상의 각점에 대한 노광시에는 각각 예를 들면 수십펄스의 노광광이 조사되도록 하여 평균화효과에 의하여 조도균일성을 유지하고 있다. 즉, 도 8의 투영 노광 장치에서는 웨이퍼상의 각 점에 대한 노광광(ILS)의 최저 펄스수가 결정된다. 예를 들면 엑시머레이저 광원(40)의 발진주파수를 500Hz, 1펄스마다의 조도의 임의 불균일도를 5%, 노광펄스수를 50펄스로 한 경우, 50 펄스노광후의 웨이퍼상에서의 적산 노광량의 불균일도는 약 0.7%가 되고, 노광시간은 0.1초가 된다.

또한, 본 실시예에서는 감광부로서의 가변 ND 필터(38A, 38B)의 조합으로 노광광(ILA)의 조도를 단계적으로 변경할 수 있고, 레이저 제어장치(41)을 통해 엑시머레이저 광원(40)의 출력을 어느 정도 연속적으로 변경할 수 있도록 구성된다. 따라서, 본 실시예와 같은 펄스광원을 사용하는 스텝형의 투영 노광 장치에서는 셔터에 의한 노광량의 제어를 하지 않고, 엑시머레이저 광원(40)을 소정 시간만큼 펄스발생시킴과 동시에, 웨이퍼에 대한 적산 노광량의 제어를 하기 위하여 노광광(ILA)의 조도를 연속적으로 변화시키는 방법이 생각된다. 즉, 웨이퍼상의 포토레지스트의 감도를 E, 웨이퍼상에서 노광광(ILA)의 1펄스의 에너지를 p, 노광펄스수를 n으로 하면 다음의 관계가 성립한다.

$$E = np \quad (5)$$

따라서, 포토레지스트의 감도 E가 변할 때는 가변 ND필터(38A, 38B)의 투과율의 조합에 의하여 단계적으로 광량을 변화시키고, 레이저 제어장치(41)에 의하여 엑시머레이저 광원(40)의 출력을 미조정하는 것으로, 노광광(ILA)의 1펄스가 에너지 p를 연속적으로 제어한다. 노광시에는 이 1펄스마다의 에너지 p를 인테그레이터 센서(18)에 의하여 측정하고, 그것을 근거로 엑시머레이저 광원(40)이나 가변 ND필터(38A, 38B)를 제어한다.

이어서, 본 실시예에서 착탈형 조도계(2)를 사용해서 인테그레이터 센서(18)의 출력을 교정하는 방법에 대해 구체적으로 설명한다. 우선, 착탈성 조도계(2)의 수광부를 인테그레이터 센서(18)의 수광부의 공역상내로 이동하여, 1펄스의 에너지 p를 임의로 설정하고, 엑시머레이저 광원(40)을 펄스 발생시킨다.

도 9a는 엑시머레이저 광원(40)에서 펄스발광의 타이밍을 나타내고, 횡축은 시간 t, 종축은 펄스 발생시에 하이레벨 '1'이 되는 플래그(flag, FA)를 나타낸다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 우선 시각 tS 이후의 소정시기(TD)만큼 측정을 하지 않고 거짓으로 펄스 발생시킨 후, 시각 t1과 t2사이의 측정기간(TM)내에서 측정을 하기 위한 n회의 펄스 발생을 실시한다.

도 9는 인테그레이터 센서(18)에서 측정을 하는 기간만큼 하이레벨 '1'이 되는 플래그 FB를 나타내고, 도 9c는 착탈형 조도계(2)에서 측정을 하는 기간만큼 하이레벨 '1'이 되는 플래그 FC를 나타내며, 플래그 FB 및 FC에서 도시된 바와 같이 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에서는 시각 t1과 t2사이에서 동시에 측정이 행해진다. 이때 조도제어 유니트(12)에서는, 각 펄스 발생마다 인테그레이터 센서(18)의 출력의 피크 홀드값을 취하고, 센서 제어장치(3)에서는 각 펄스 발생마다 착탈형 조도계(2)의 출력의 피크 홀드값을 A/D변환해서 조도제어 유니트(12)에 공급한다. 이렇게 해서 측정된 값을 편의상 각 펄스광의 조도라 부른다.

이 경우, 인테그레이터 센서(18) 및 착탈형 조도계(2)에 의하여 측정된 1펄스마다의 조도를 각각 d_i , e_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)으로 한다. 조도 d_i 와 e_i 관계가 선형에 가까운 상태라면 상기 (1)식과 같은 방법으로 일정한 교정 파라미터를 구해 기억한다. 한편, 조도 d_i , e_i 의 관계가 비선형인 경우는 조도 d_i 와 e_i 의 관계를 최소자승법 등의 방법으로 2차 이상의 함수의 형으로 구하고, 이 함수를 교정 파라미터로 기억한다. 또는 조도 d_i 와 e_i 의 관계를 테이블화해서 기억해도 좋다.

이어서, 교정된 인테그레이터 센서(18)를 기준 조도 센서로 하여 고정형 조도 센서(7)의 고정 파라미터를 구한다. 즉, 인테그레이터 센서(18)의 수광부의 공역상 내에 고정형 조도 센서(7)의 수광부를 이동하고, 상술한 착탈형 조도계(2)의 경우와 같이 엑시머레이저 광원(40)을 펄스 발광시키면서, 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)에 의하여 조도를 측정한다. 여기서 측정된 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 각각의 조도를 d_i , f_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)으로 한다. 조도 d_i 와 f_i 의 관계가 선형에 가까운 상태이면 상기 (2)식과 같은 방법으로 일정 교정 파라미터를 구한다. 조도 d_i 와 f_i 의 관계가 비선형인 경우에는 조도 d_i 와 f_i 의 관계를 함수, 또는 테이블의 형으로 구한다. 실제 노광시는 이렇게 해서 구한 교정 파라미터를 각각 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 측정치에 곱함으로써 교정된 조도가 검출된다.

본 실시예에서도 착탈형 조도계(2)의 출력은 온라인으로 조도제어 유니트(12)에 공급되고 있으므로, 광원부(16A)로부터의 노광광(ILS)의 출력이 시간적으로 변동하더라도 착탈형 조도계(2)에 대한 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)의 교정을 정밀하게 할 수 있다. 또한, 착탈형 조도계(2) 및 인테그레이터 센서(18)등의 측정값이 공통으로 조도제어 유니트(12)에 적용되므로, 교정 파라미터를 구하기 위한 연산처리를 고속으로 할 수 있다.

이어서, 상술한 실시형태로 사용되고 있는 착탈형 조도계(2)의 관리방법의 일예에 대하여 도 10 및 도 11을 참조해서 설명한다. 도 1의 착탈형 조도계(2)의 매칭을 해야할 복수대(예를 들면 10여대)의 노광 장치에 대해 기준의 조도 센서로 사용된다. 즉, 조도교정이 필요한 노광 장치에 착탈형 조도계(2)를 설치하고, 조도의 교정작업이 종료한 후 그 착탈형 조도계(2)를 그 노광 광원으로부터 떼어내는 다른 노광 장치의 교정에 사용하는 작업이 반복된다. 착탈형 조도계(2)에 의하여 조도가 교정된 예를 들면 도 1의 투영 노광 장치에서는, 그 후에는, 그 투영 노광 장치의 인테그레이터 센서(18)자체가 기준 조도계가 된다. 그러나, 인테그레이터 센서(18)는 노광광에 항상 조사되므로 그 감도특성이 시간에 따라서 변화된다. 예를 들면 감도특성이 3-6개월 정도동안 안정되어 변화가 생기지 않으면 그 기간내에서는 그대로 인테그레이터 센서(18)을 기준 조도 센서로 사용해도 좋으나, 그 이상의 경과한 경우는, 착탈형 조도계(2)와 같이 적절하게 보관된 기준이 되는 조도 센서(기준 조도 센서)로 인테그레이터 센서(18)의 교정을 빠르게 하는 것이 바람직하다.

이 경우, 한 대의 기준 조도 센서만으로 조도를 관리하는 것은 매칭해야하는 노광 장치의 대수가 많아지면 물리적으로 곤란하고, 또 그 기준 조도 센서가 고장날 우려도 있다. 그래서 복수의 기준 조도 센서를 보유하고, 예를 들면 1-3대 정도의 기준 조도 센서를 모기(母機)로 해서 그 모기에 의하여 각각 교정된 복수의 자기(子機)와, 그들 복수의 자기에 의하여 각각 교정된 복수의 손기(孫機)를 갖춘 계측구조에 의한 관리체제가 바람직하다.

도 10a는 기준 조도 센서의 관리체제의 한가지 예를 나타내고, 도 10a에서 한 대의 모기(A1)에 대해 3대의 자기(B1~B3)가 교정되고, 각각의 자기(B1~B3)에 대해 복수의 손기(C1~Cn) D1~Dj, E1~Em이 교정된다. 모기(A1), 자기(B1~B3), 및 손기 C1~Cn등으로는, 도 1의 착탈형 조도계(2)와 같은 기준 조도 센서가 사용된다. 이러한 기준 조도 센서의 관리체제를 취함으로써, 다수의 노광 장치의 조도 센서의 교정을 적절하게 할 수 있다. 모기(A1)은, 모두 기준 조도 센서의 기준이 되므로, 입사광량에 대한 감도 특성의 직선성 및 안정성 등에 뛰어난 것이 바람직하다. 그리고, 예를 들면 모기(A1)에 대해 자기 B1-B3의 출력의 교정을 하는 경우에는 예를 들면, 실제로 노광광의 조도를 교대로 모기(A1) 및 자기 B1-B3에서 계측하거나, 노광광을 2분할해서 모기(A1) 및 자기 B1-B3에서 동시에 조도를 계측하고, 계측값의 비의 값이 구해진다.

도 10b는 모기(A1)의 계측값과 자기 B1-B3의 계측값의 선형성이 양호한 경우를 나타내고, 도 10b의 횡축은 그들의 기준 조도 센서에 입사하는 노광광의 광량(조도) x, 종축은 모기(A1)의 계측값에 대한 자기 B1-B3의 계측값의 비(계측비) y이다. 이 경우는 직선 56으로 도시된 바와 같이 광량 x와 계측값 y는 계수 a 및 b를 이용해($y=ax+b$)의 일차함수로 표시된다. 따라서, 자기 B1-B3에는 그 계수 a 및 b를 기억해 두는 기억부를 설치하고, 실제의 조도의 계측값로는 이 계수 a 및 b를 도 1의 센서 제어 장치(3)에 공급하고, 센서 제어 장치(3)에서 자기 B1-B3의 계측값을 교정해도 좋다.

또한, 모기(A1)의 계측값과 자기 B1-B3의 계측값의 관계가 비선형인 경우는 광량 x에 대한 계측값 y의 관계는 도 10c의 곡선 57로 도시된 바와 같이, 고차의 함수($y=f(x)$)로 표시된다. 이 때에는 함수 f(x)의 계수를 자기 B1-B3의 기억부에 기억시켜 두거나, 광량 x와 계측비 y의 관계를 테이블화한 데이터를 기억부에 기억시켜 두어 실제의 조도 계측시에 교정을 하는 것이 좋다. 이와 같이 계측비 y를 구할 때에는 도 7b에서 설명한 바와 같은 연산을 이용해도 좋다.

이어서, 예를 들어 도 10a의 자기(B1)에 대해 손기(C1~Cn)의 출력을 교정할 때에는 양자의 계측비를 구하고, 이 계측비를 나타낸 계수나 함수를 손기(C1~Cn)의 기억부에 기억시켜 두는 것이 좋다. 마찬가지로 다른 자기(B2, B3)에 대해서도 각각 대응하는 하위의 손기의 출력이 교정된다.

여기서, 이들의 기준 조도 센서간의 교정방법에 대해 구체적으로 설명한다. 그 한가지 예로서, 모기(A1)에 대해 도 1의 착탈형 조도계(2)의 출력을 교정하는 경우에 대해서 설명한다. 이 교정방법으로는, 인테그레이터 센서(18)의 위치에서 두 개의 기준 조도 센서의 조도를 계측하는 방법과, 웨이퍼 스테이지(1)상에서 두 개의 기준 조도 센서의 조도를 계측하는 방법의 두 가지가 있다. 이 때문에, 두 가지의 기준 조도 센서를 수용하고, 노광광을 두 개로 분할하는 빔 스플리터를 갖춘 특별한 교정용 지그(jig)가 사용된다.

도 11a는 도 4의 인테그레이터 센서(18)의 위치에서 두 개의 기준조도센서로 조도를 계측하기위한 교정용 지그(44)의 단면도를 나타내며, 교정을 행하는 경우에는, 도 4의 인테그레이터 센서(18) 및 집광렌즈(43)를 떼어 내고, 그 대신 교정용 지그(44)를 배치한다. 도 4의 조도계(17)내의 빔 스플리터(33)에서 분리된 노광광은 도 11a의 교정용 지그(44)내의 집광렌즈(43A)를 거쳐 빔 스플리터(58)에 입사하고, 입사된 노광광(IL)은 빔 스플리터(58)에 의하여 두 개의 광속으로 분할된다. 교정용 지그(44)내에서, 빔 스플리터(58)의 두 개의 사출면에 대향하는 모기(A1) 및 착탈형 조도계(2)가 고정되어 있다. 그리고, 빔 스플리터(58)을 투과한 광속은 모기(A1)에 입사하고, 빔 스플리터(58)에 의하여 반사된 광속은 착탈형 조도계(2)에 입사한다. 모기(A1) 및 착탈형 조도계(2)로부터의 출력 신호는 신호 처리계(59)로 보내지고, 신호 처리계(59)내에서는, 예를 들면 도 7b에 관하여 설명한 방법과 같이, 모기(A1)에서 계측된 조도에 대한 착탈형 조도계(2)에서 계측된 조도의 비의 값(교정 파라미터), 또는 그 비를 나타낸 함수나 테이블이 구해진다. 이와 같이 구해진 교정 파라미터 또는 함수 등은 호스트 컴퓨터(60)로 보내지고, 그곳에 기억됨과 동시에, 착탈형 조도계(2)내의 기억부에도 기억된다.

도 11b는 웨이퍼 스테이지(1)상에서, 모기(A1)에 의하여 착탈형 조도계(2)를 교정하기 위한 교정용 지그(45)의 단면도를 나타내며, 도 11b에 도시된 바와 같이, 교정용 부재(45)를 웨이퍼 스테이지(1)의 윗면 바깥 가장자리부에 고정한다. 교정용 지그(45)내에는 투영 광학계(10)로부터의 노광광(IL)을 평행광속으로 만드는 릴레이 렌즈(61), 빔 스플리터(62) 및 빔 스플리터(62)로부터의 광속을 집광하는 릴레이 렌즈(63A, 63B)가 구비되어 있고, 릴레이 렌즈(63A, 63B)에 대향하도록 모기(A1)와 착탈형 조도계(2)가 고정되어 있다. 교정할 때에는 웨이퍼 스테이지(1)를 구동하여, 투영 광학계(10)의 노광 중심에 릴레이 렌즈(61, 63A)의 광축을 일치시킨다.

투영 광학계(10)로부터의 노광광(IL)을 릴레이 렌즈(61)을 통하면서 평행 광속으로 되고, 빔 스플리터(62)에 입사하며, 빔 스플리터(62)에 의하여 두 개의 광속으로 분할된다. 빔 스플리터(62)를 투과한 광속은 릴레이 렌즈(63A)를 거쳐 모기(A1)에 입사하고, 빔 스플리터(62)에 의하여 반사된 광속은 릴레이 렌즈(63B)를 거쳐 착탈형 조도계(2)에 입사한다. 모기(A1) 및 착탈형 조도계(2)로부터의 출력 신호는 신호 처리계(59)에 보내지고, 신호 처리계(59)에서 도 7에 관하여 설명한 방법과 같이, 착탈형 조도계(2)의 교정 파라미터 또는 교정용 함수등이 구해진다. 이와 같이 구한 교정 파라미터 또는 함수 등은 호스트 컴퓨터(60)에 기억됨과 동시에 착탈형 조도계(2)의 기억부에도 기억된다.

이상과 같은 방법으로 교정된 기준 조도 센서에 의하여 각 노광 장치 사이의 조도 매칭이 행해지지만, 매칭정도가, 예를 들면 1.4% 이하의 정밀도를 만족시키기 위하여, 착탈형 조도계(2) 및 인테그레이터 센서(18)의 계측특성이 아래의 허용치를 만족하도록 설정되어 있다.

A. 착탈형 조도계(2)

- (a)계측 재현성(計測再現性) : ±0.07%(이승화, 二乗和)
- (b)계측 직선성(소프트보정후) : ±0.07%(단순화, 單純和)
- (c)각도 특성 기차(角度特性氣差) : ±0.1%(단순화)
- (d)안정성(총조사시간 24시간) : ±0.25%(단순화)

B. 인테그레이터 센서(18)

- (a)계측 재현성 : ±0.05%(이승화)
- (b)계측 직선성(소프트보정후) : ±0.05%(단순화)
- (c)각도 특성 기차 : ±0.1%(단순화)
- (d)안정성(총조사시간 24시간) : ±0.25%(단순화)

이상의 항목중, 계측직선성은 입사광량에 대한 출력의 선형성을 나타내고, 각도 특성 기차는 노광광의 열림각(코히어런스 팩터)이 다른 경우의 출력변화의 불균일 정도를 나타낸다. 또한, 각 노광 장치에서 인테그레이터 센서(18) 및 고정형 조도 센서(7)에 대한 교정은 이상과 같은 착탈형 조도계(2)를 사용하여 노광 광원(수은램프등)의 교환마다 행해지고, 계측에 요하는 시간은 0.2시간, 한 대의 착탈형 조도계(2)에 의하여 관리되는 노광 장치의 수는 20대, 착탈형 조도계(2) 자체의 교정 간격은 6개월로 되어 있다.

예를 들면 본 실시예의 인테그레이터 센서(18)에서 계측된 조도의, 노광 장치간에서의 매칭 정밀도 MS를 계산해 보면, 기준이 되는 착탈형 조도계(2)가 예를 들면 도 10a의 자기 B1인 경우, 모기 및 자기의 2대분의 계측오차가 겹치므로 상기 계측 특성으로부터 이하와 같이 된다.

$$MS = (0.07^2 \times 2 + 0.05^2)^{1/2} + 0.07 \times 2 + 0.05 + 0.1 \times 3 + 0.25 \times 3 \approx 1.35(\%)$$

따라서, 매칭 정밀도 MS의 값은 허용범위의 1.4%보다 작아지고, 높은 매칭 정밀도로 조도가 계측된다.

또한, 이상의 각 기준 조도 센서는, 모기도 포함한 절대 광량을 계측하기 위한 센서는 아니고, 모기를 최상의 기준, 즉 모기로 계측되는 조도를 일종의 절대 광량 기준으로 간주하여 상대적인 광량을 계측하는 센서이다. 절대 광량에 의한 관리가 바람직하지만, 예를 들면 수은램프의 i 선 등을 노광광으로 하는 경우는, 조명회도가 높고 평행 광선을 만들기 어려우므로, 현상기술에서는 절대 광량 관리가 어렵다. 또한, 상기 계측특성에는 각도 특성기 차이가 기재되어 있으나 작은 각도 특성기 차이를 요구하는 이유는 다음 C1 및 C2 두 가지이다.

C1. 착탈형 조도계(2)나 인테그레이터 센서(18)와 같은 조도 센서의 각도 특성에 기인하는 오차에는 2종류가 있다. 제 1 오차는 조도 센서의 수광필드보다 조명필드가 큰 경우에, 램버트의 법칙에 의하여 입사각의 여현(코사인)에 비례하여 원리적으로 발생하는 오차이다. 단, 조도 센서의 수광면이 결상위치에 있는 경우는 문제는 되지 않지만, 그 수광면이 디포커스하고 있는 경우는 「화면 구석이 찍히지 않는 현상」 등의 오차가 되어 버린다. 이 오차를 「수광필드 특성에 의한 오차」라 칭한다.

제 2 오차는 조도 센서의 검출면상의 코팅 등으로 발생한 노광광의 입사각에 의존하는 감도변화에 의한 오차이다. 이것을 「디텍터 각도 특성에 의한 오차」라 칭한다.

이렇게 조도 센서의 차이에 의하여 각도 특성이 다른, 즉 각도 특성 오차가 있으면, 변형조명등으로 노광광의 입사각이 변화한 경우에는 상대광량의 정확한 비교를 할 수 없다. 단, 적정 노광량(도즈, dose)을 설정할 때에는, 포토레지스트의 특성도 큰 요인이 됨과 함께 통상 조명의 경우와 변형조명의 경우에는 각각의 도즈 설정이 행해지므로, 인테그레이터 센서에 관해서는 절대적인 각도 특성은 필요하지 않다. 단, 복수의 노광 장치에 대한 조도 매칭을 생각한 경우 각도 특성은 큰 계측 오차의 요인이 된다. 따라서, 착탈형 조도계(2) 및 인테그레이터 센서(18)의 각도 특성 기차를 작게 할 필요가 있다. 이 점에서 상기의 각도 특성 기차의 값은 띠형 조명을 사용하고, 조도계의 개구 조리개로서 개구의 바깥지름에 대해 2/3크기의 차광비를 갖춘띠를 사용한다는, 가장 까다로운 조명 조건을 상정해서 설정된다.

C2. 고정형 조도 센서(7)의 경우는 한가지 예로서, 노광 필드내의 상대적인 조도의 불균일 정도를 계측하기 위하여, 상높이에 의존하는 σ 치(개구수)의 차가 존재하는 경우, 디텍터 각도 특성에 의한 오차가 클 때에는, 이들의 σ 값의 차가 검출되지 않고, 그 때문에 선폭오차가 발생한다. 한편, 디텍터 각도 특성에 의한 오차가 작은 경우에는 선폭오차를 모두 σ 값의 차로 관리하는 것이 가능하게 된다.

또한, 상술한 실시형태에서는 기준 조도 센서에 대해서는 스테퍼형 노광 장치와 주사노광형 투영 노광 장치에 관하여 각각 검토하고 있지만, 같은 노광 광원을 이용하는 경우는 방식이 다른 노광 장치간에도 매칭을 취할 필요가 있다. 그 때문에, 스테퍼형 노광 장치 및 주사노광형 노광 장치에 대해 모두 매칭이 취해지도록 착탈형 조도계(2)는 도 7a 및 도 7b의 양 교정방법에 대응할 수 있도록 되어 있다. 이 경우, 노광 장치에 의하여 노광 필드의 형상이 다르므로, 착탈형 조도계(2)의 수광부의 형상을 공통화하든가, 착탈형 조도계(2)의 수광부(프로브 부)만 바꾸어 설치 가능하게 구성하는 것이 바람직하다.

상술한 바와 같이 상기 실시형태에 의하면 복수의 기준 조도 센서(착탈형 조도계(2))가 모기, 자기 및 손기의 계측구조로 관리되고 있고, 모기(母機)를 제외한 기준 조도 센서는 각각 상위의 기준 조도 센서에 대한 교정 파라미터 또는 교정관계식을 기억하고 있다. 따라서, 하위의 기준 조도 센서는 모두 하나의 모기를 기준으로 해서 상대조도를 계측하는 결과가 되고, 다수의 노광 장치를 사용하는 경우라도, 노광 장치간에서의 조도의 계측값의 매칭 정밀도가 향상된다. 또한, 임시로 어떤 기준 조도 센서가 고장나더라도 다른 기준 조도 센서로 대응할 수 있다.

또한, 상술한 실시형태에서는 착탈형 조도계(2)는 조작자에 의하여 웨이퍼 스테이지(1)상에 착탈되지만, 착탈형 조도계(2)를 반송하는 반송장치를 설치하고, 웨이퍼 스테이지(1)를 대피시키고, 같은 반송장치에 의하여 착탈형 조도계(2)를 투영 광학계(10)의 노광 중심 등에 이동시켜 조도를 계측하도록 해도 좋다. 또한, 착탈형 조도계(2)를 웨이퍼를 반송하기 위한 슬라이더에 의하여 투영 광학계(10)와 웨이퍼(W) 사이에 배치하는 구성으로 해도 좋다. 이들의 방법에서는, 조작자가 챔버(47)내에 들어갈 필요가 없으며, 조도 센서의 교정작업을 보다 신속하게 할 수 있다.

이렇게 본 발명은 전술한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위에서 여러 구성을 취할 수 있다.

발명의 효과

본 발명의 제 1 노광 장치에 의하면, 착탈형 조도 센서의 계측데이터를 입력하는 인터페이스 장치가 설치되고, 노광량 제어수단에서 상실 조도 센서의 출력의 착탈형 조도 센서의 출력에 대한 관계가 구해져 기억된다. 그 인터페이스 장치에 의하여, 양 조도 센서의 계측데이터는 거의 동시에 입력되므로 노광 광원의 출력에 아크 흔들임이나 펄스 에너지 등의 불균일에 의한 시간변동이 있더라도 양 조도 센서의 출력 비가 정확하게 구해지고, 상실 조도 센서의 교정을 정밀하게 할 수 있는 이점이 있다.

이 때 양 조도 센서의 계측데이터는 그 노광량 제어수단에서 공통으로 처리되어 있으므로, 계측데이터의 처리를 고속으로 할 수 있다. 또한, 조작자의 개입 등에 기인하는 입력의 오차가 발생하지 않는다.

또한, 그 상설 조도 센서가 조명광으로부터 분리된 광속의 조도를 검출함으로써, 기관 스테이지상에서의 조명광의 조도를 간접적으로 측정하는 간접형 조도 센서(예를 들면, 인테그레이터 센서)이고, 그 노광량 제어수단이 그 인터페이스장치를 통하여 그 착탈형 조도센서의 측정데이터를 입력하는 데 동기하여 그 상설 조도 센서의 측정데이터를 입력하는 경우에는, 두 개의 조도 센서의 측정데이터가 같은 타이밍으로 취해지므로, 노광 광원의 출력변동이 있는 경우의 그 상설 조도 센서의 교정 정밀도를 높일 수 있다.

또한, 노광용 조명광이 펄스 발광되는 조명광이고, 그 노광량 제어수단이 노광용 조명광의 펄스 발광에 동기하여, 그 인터페이스 장치를 통해 그 착탈형 조도 센서의 측정데이터를 입력하는 경우에는, 펄스발광에 의한 조명광의 조도가 온라인으로 동기해서 측정되므로 그 착탈형 조도 센서 및 상설 조도 센서의 측정타이밍이 벗어나지 않고 조도가 정확하게 측정되며, 그 상설 조도 센서의 출력의 교정을 정밀하게 할 수 있는 이점이 있다.

또한, 인터페이스 장치가 코드리스 방식으로 착탈형 조도 센서의 측정데이터를 노광량 제어수단에 공급하는 경우에는, 그 착탈형 조도 센서를 기관 스테이지 상에 착탈할 때의 작업이 용이하게 되는 이점이 있다.

또한, 본 발명의 제 2 노광 장치에 따르면, 다수의 노광 장치의 조도 교정을 할 경우에도, 제 2착탈형 조도 센서를 모기(母機)로 하고, 제 1착탈형 조도 센서를 자기(子機)로 해서 자기의 출력의 교정을 정밀하게 할 수 있다. 따라서, 다수의 노광 장치 사이의 조도 매칭 정밀도가 향상하는 이점이 있다. 또한, 모기에 대해 복수의 자기를 설치하고, 또 자기에 대해 각각 복수의 손기(孫機)를 설치함으로써 더욱 많은 노광 장치간의 조도 매칭 정밀도를 향상시킬 수 있고, 한 착탈형의 조도 센서가 고장난 경우라도 다른 착탈형 조도 센서로 대응할 수 있다.

또한, 본 발명의 제 3 노광 장치에 따르면, 기관 스테이지상에서 분할광학계에 의하여 분할된 조명광의 조도를 제 1 및 제 2 착탈형 조도 센서에 의하여 측정하여 그 제 1 착탈형 조도 센서의 교정을 할 수 있으므로, 조명광의 흔들림이나 도중의 광학계 등에 의한 영향이 없고, 그 제 1 조도 센서가 정밀하게 교정되는 이점이 있다. 따라서, 노광 장치 사이의 매칭 정밀도가 향상된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수의 제조 장치와;

상기 복수의 제조 장치의 각각에 고정적으로 설치되어, 각각의 상기 제조 장치마다 장치 데이터를 측정하는 고정 센서계와;

상기 복수의 제조 장치의 각각에 대하여 순차적으로 착탈 가능하고, 상기 제조 장치의 각각에 대하여 장치 데이터를 측정할 수 있으며, 상기 각각의 제조 장치와 정보 전달이 가능하게 접속되는 기준 센서를 포함하며;

상기 제조 장치와 정보 전달 가능하게 접속된 상기 기준 센서로부터의 출력과 거의 동시에 상기 고정 센서계로부터의 출력을 입력받아 조정하고,

출력이 조정된 상기 고정 센서계에서 측정된 장치 데이터에 따라 제어되는 복수의 제조 장치를 이용하여 디바이스를 제조하는 디바이스 제조 시스템.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 복수의 제조 장치로서 소정의 디바이스 패턴을 기관 상에 노광하는 노광 장치를 복수개 포함하며,

복수의 노광 장치에 고정적으로 설치된 고정 센서계와, 각 노광 장치의 각각에 대하여 순차적으로 착탈가능하고, 각 노광 장치와 정보 전달이 가능하게 접속되는 기준 센서는 상기 데이터로서 노광광의 조도 데이터를 계측하는 조도 센서인 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 시스템.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 고정 센서계로부터의 출력과 상기 기준 센서로부터의 출력은 거의 동시에 얻어지며, 상기 양 출력이 상기 제조 장치에 설치된 표시 장치 상에 표시되는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 시스템.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 기준 센서는 장치 데이터의 계측 결과에 관한 데이터를 송신할 수 있는 신호 케이블과, 상기 신호 케이블의 단부에 설치된 센서측 커넥터를 구비하고,

상기 복수의 제조 장치 각각은 상기 센서측 커넥터와 접속 가능한 장치측 커넥터를 구비한 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 시스템.

청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 기준 센서는 장치 데이터의 계측 결과에 관한 데이터를 무선 송신할 수 있는 무선 송신부를 구비하고,

상기 복수의 제조 장치 각각은 상기 기준 센서의 무선 송신부로부터 송신되는 데이터를 수신하는 수신부를 구비한 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 시스템.

청구항 6.

제 1항에 있어서,

상기 기준 센서는 복수의 기준 센서를 포함하며, 상기 복수의 기준 센서 중 특정한 기준 센서의 출력에 따라 상기 복수의 기준 센서 중 다른 기준 센서의 출력이 조정되는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 시스템.

청구항 7.

복수의 제조 장치를 이용하여 디바이스를 제조하는 디바이스의 제조 방법으로서,

상기 복수의 제조 장치의 각각에 대하여 순차적으로 착탈 가능하며, 각 제조 장치의 장치 데이터를 계측하는 기준 센서를 상기 복수의 제조 장치와 정보 전달이 가능하게 순차적으로 접속하는 단계와;

상기 복수의 제조 장치의 각각에 고정적으로 설치되고, 상기 복수의 제조 장치마다 정보 데이터를 계측하는 고정 센서계로부터의 출력을, 제조 장치와 정보 전달 가능하게 접속된 상기 기준 센서로부터의 출력과 거의 동시에 얻어 조정하는 단계와;

출력이 조정된 고정 센서계에서 계측된 장치 데이터에 따라 제어되는 복수의 제조 장치를 이용하여 디바이스를 제조하는 것을 특징으로 하는 디바이스의 제조 방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서,

상기 복수의 제조 장치는 소정의 디바이스 패턴을 기판 상에 노광하는 노광 장치로서,

복수의 노광 장치에 고정 설치된 고정 센서계와, 상기 노광 장치의 각각에 대하여 순차적으로 착탈 가능하며 상기 각각의 노광 장치와 정보 전달이 가능하게 접속되는 기준 센서에서, 노광광의 조도 데이터를 계측하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스의 제조 방법.

청구항 9.

제 7항에 있어서,

상기 고정 센서계로부터의 출력과 상기 기준 센서로부터의 출력을 거의 동시에 얻으며, 상기 양 출력을 상기 제조 장치에 설치된 표시 장치 상에 표시하는 것을 특징으로 하는 디바이스의 제조 방법.

청구항 10.

제 7항에 있어서,

장치 데이터의 계측 결과에 관한 데이터를 송신할 수 있는 신호 케이블의 단부에 설치된 상기 기준 센서의 센서측 커넥터와,

상기 복수의 제조 장치 각각에 설치되어, 상기 센서측 커넥터와 접속 가능한 장치측 커넥터를 접속함으로써,

상기 기준 센서와 상기 제조 장치를 정보 전달 가능하게 접속하는 것을 특징으로 하는 디바이스의 제조 방법.

청구항 11.

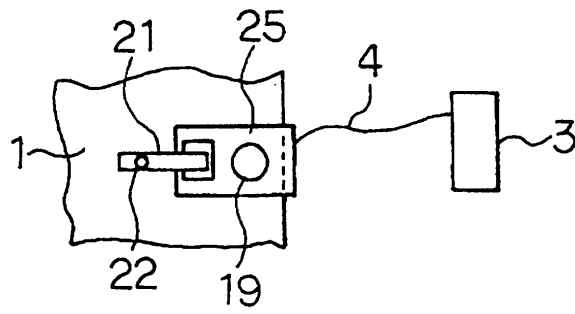
제 7항에 있어서,

장치 데이터의 계측 결과에 관한 데이터를 무선 송신할 수 있는 상기 기준 센서의 무선 송신부로부터 상기 기준 센서의 무선 송신부로부터 송신되는 데이터를 수신할 수 있는 상기 복수의 제조 장치 각각에 설치된 무선 수신부로 데이터를 무선 송신하는 것을 특징으로 하는 디바이스의 제조 방법.

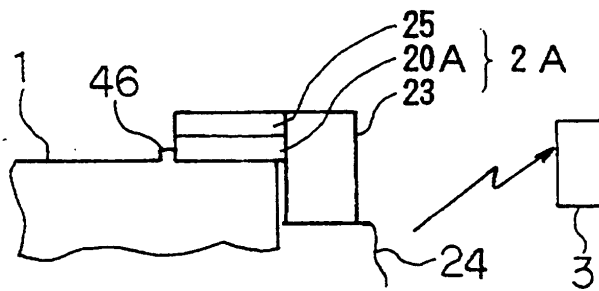
청구항 12.

제 7항에 있어서,

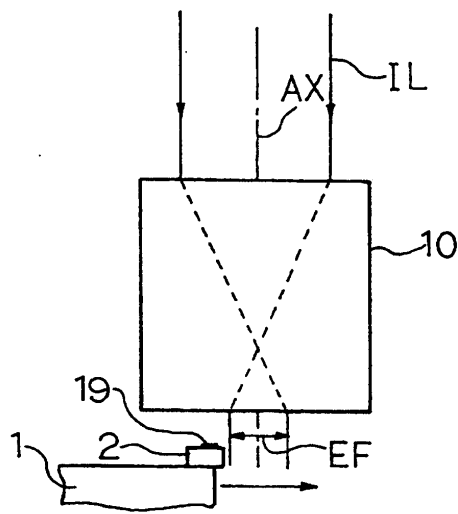
도면2b



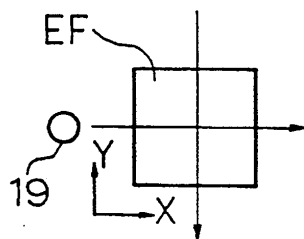
도면2c



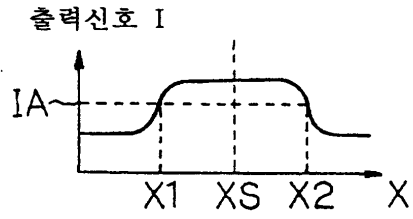
도면3a



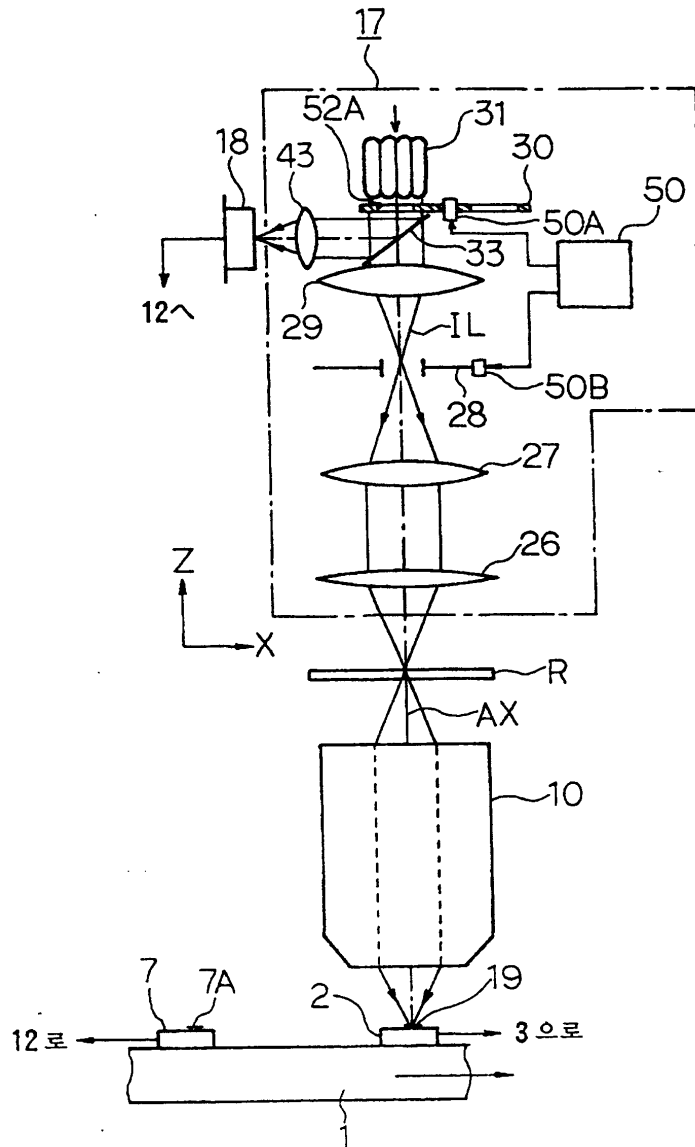
도면3b



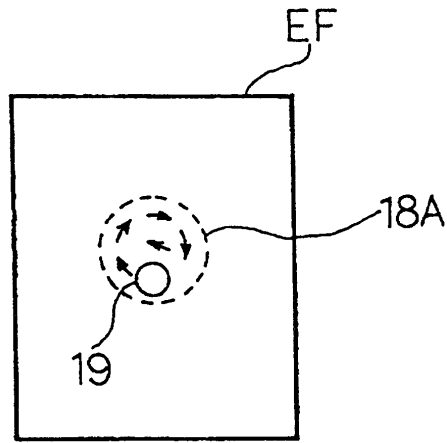
도면3c



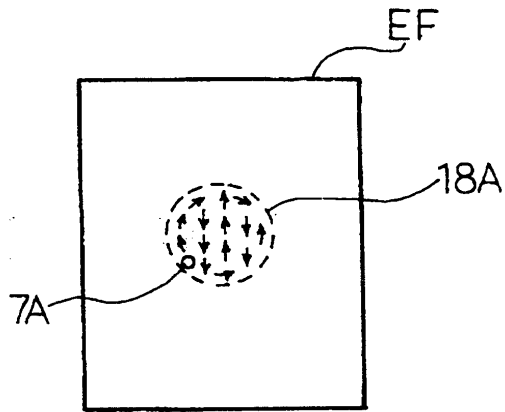
도면4



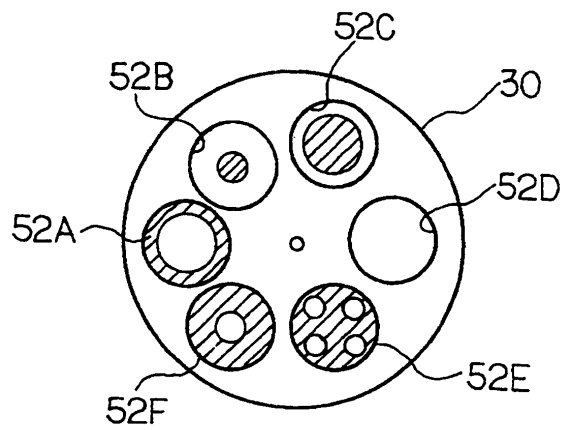
도면5a



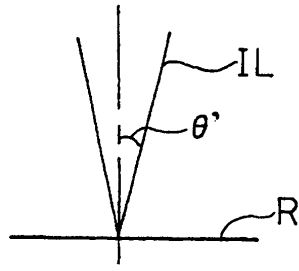
도면5b



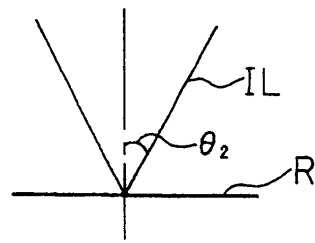
도면6a



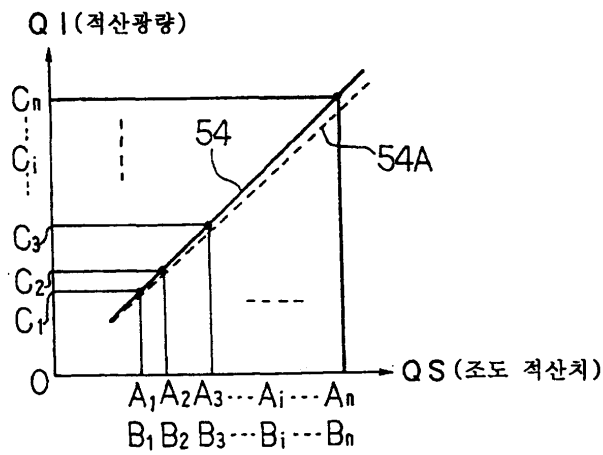
도면6b



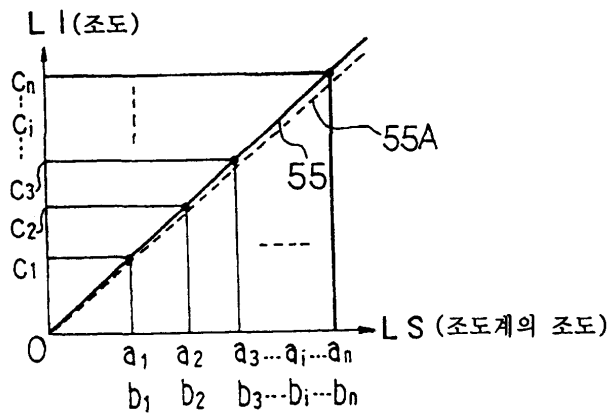
도면6c



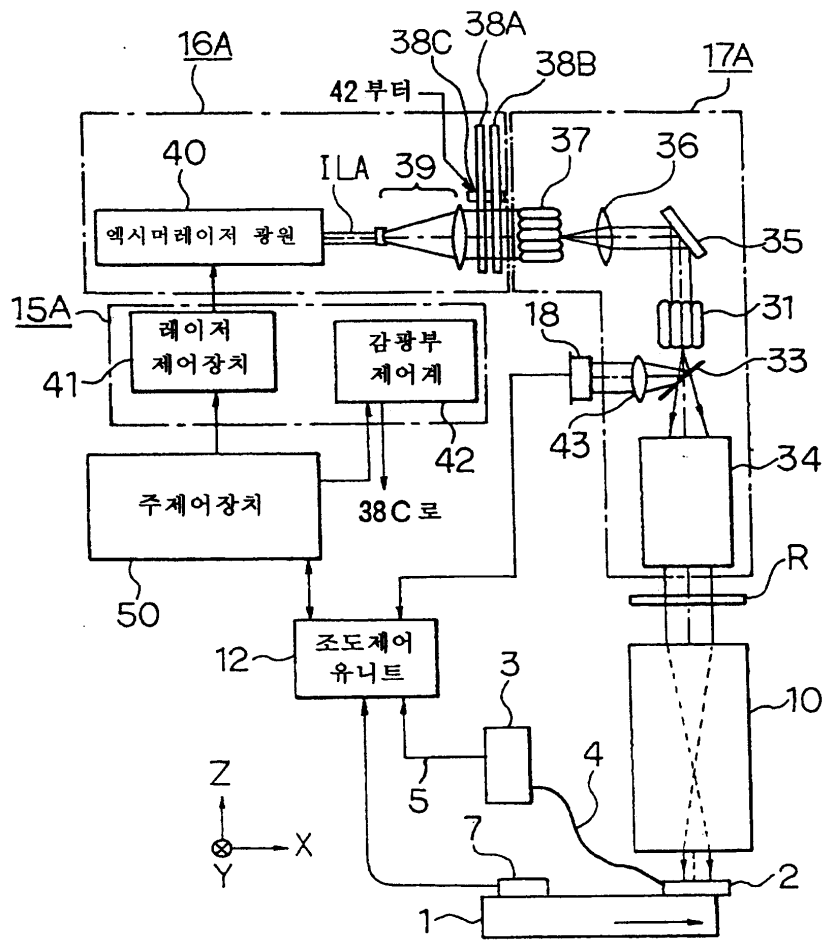
도면7a



도면7b

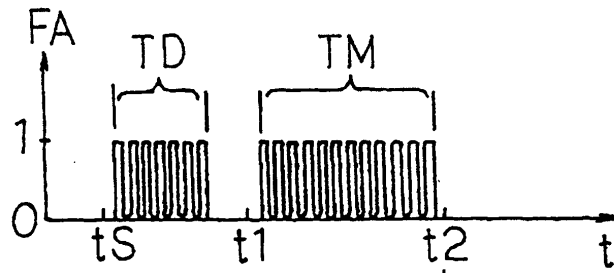


도면8

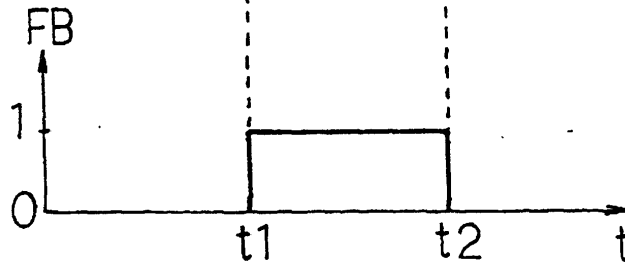


도면9

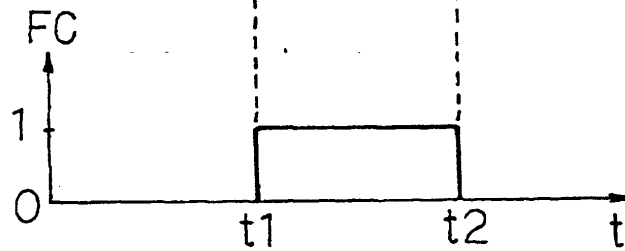
【도 9a】



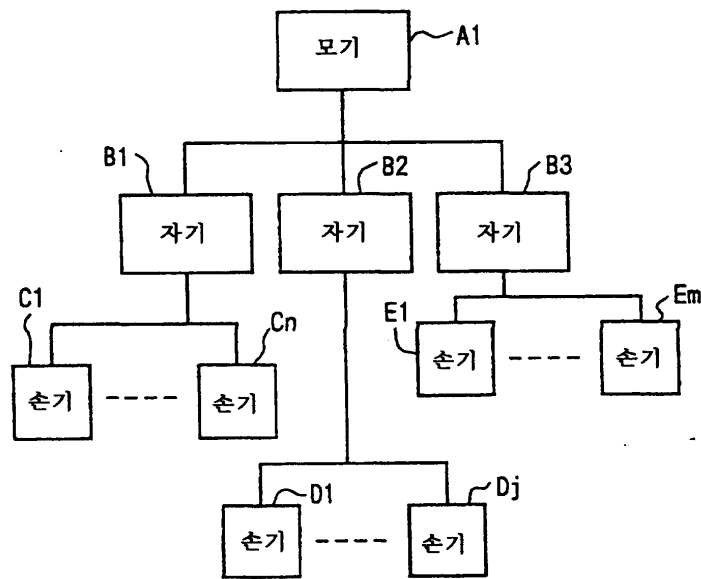
【도 9b】



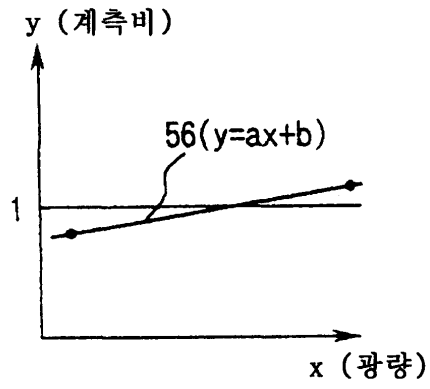
【도 9c】



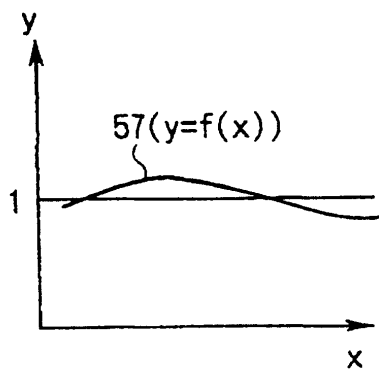
도면10a



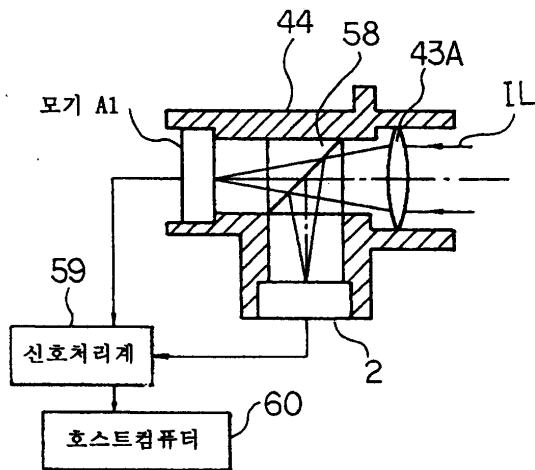
도면10b



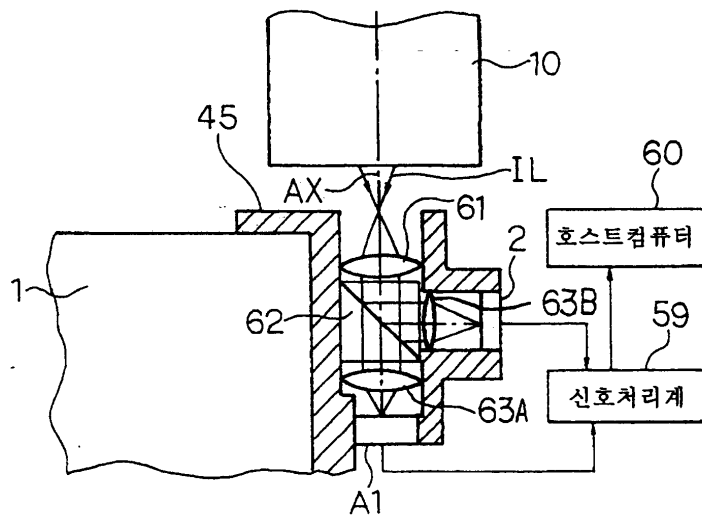
도면10c



도면11a



도면11b



도면12

