



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월13일
(11) 등록번호 10-1969267
(24) 등록일자 2019년04월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G01B 11/27 (2006.01)
G03F 9/00 (2006.01) G06F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/68 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70133 (2013.01)
G01B 11/27 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7007269(분할)
(22) 출원일자(국제) 2010년08월24일
심사청구일자 2018년03월13일
(85) 번역문제출일자 2018년03월13일
(65) 공개번호 10-2018-0030260
(43) 공개일자 2018년03월21일
(62) 원출원 특허 10-2016-7032581
원출원일자(국제) 2010년08월24일
심사청구일자 2016년12월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2010/064662
(87) 국제공개번호 WO 2011/024984
국제공개일자 2011년03월03일
(30) 우선권주장
61/236,704 2009년08월25일 미국(US)
12/860,097 2010년08월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020090045885 A
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 15반 3고
(72) 발명자
시바자키 유이치
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 15반 3고 가
부시키가이샤 니콘 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 37 항

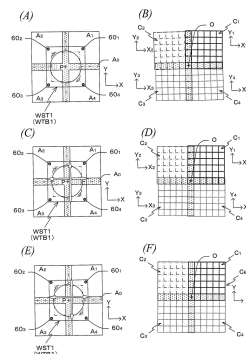
심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 노광 방법, 노광 장치, 및 디바이스 제조 방법

(57) 요약

스테이지(WST1) 상에 탑재된 4 개의 헤드(60₁ ~ 60₄) 중, 서로 다른 1 개의 헤드를 포함하는 3 개의 헤드가 각각 속하는 제 1 헤드군과 제 2 헤드군에 포함되는 헤드가 스케일판상의 대응하는 영역에 대향하는 영역(A₀) 내에서, 제 1 헤드군을 사용하여 얻어지는 위치 정보에 기초하여 스테이지(WST1)를 구동하는 것과 함께, 제 1 및

(뒷면에 계속)
대표도 - 도8



제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 위치 정보를 사용하여 제 1 및 제 2 헤드군에 대응하는 제 1 및 제 2 기준 좌표계 (C_1 , C_2) 간의 변위 (위치, 회전, 스케일링의 변위) 를 구한다. 그 결과를 사용하여 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 계측 결과를 보정하는 것에 의해, 제 1 및 제 2 각준 좌표계 (C_1 , C_2) 간의 변위가 교정되고, 4 개의 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 의 각각이 대향하는 스케일판 상의 영역의 상호간의 변위에 수반하는 계측 오차가 보정된다.

(52) CPC특허분류

G03F 7/20 (2013.01)
G03F 7/70358 (2013.01)
G03F 7/70725 (2013.01)
G03F 7/70775 (2013.01)
G03F 9/70 (2013.01)
G06F 7/20 (2013.01)
H01L 21/027 (2013.01)
H01L 21/0274 (2013.01)
H01L 21/681 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090073076 A
 KR1020080021582 A
 KR1020070063505 A
 JP07270122 A*
 JP05062871 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

투영 광학계를 통하여 물체를 노광하기 위한 노광 장치로서,

상기 물체를 유지하는 이동체와,

상기 이동체에 형성되는 복수의 헤드들 갖고, 상기 복수의 헤드 중, 상기 이동체의 외부에 형성되고, 상기 물체에 대한 노광 위치의 근방에 상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 소정 면과 평행하게 배치되는 스케일 부재에 계측빔을 조사하고, 상기 스케일 부재로부터의 복귀빔을 수광하는 복수의 상기 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보를 취득하는 위치 계측계와,

상기 위치 계측계로 취득된 상기 위치 정보에 기초하여, 상기 이동체의 구동을 제어함과 함께, 상기 이동체의 구동 제어에 있어서, 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보를 취득하기 위하여 사용하는 상기 복수의 헤드 중 1 개의 헤드를 상기 복수의 헤드 중 별도의 헤드로 전환하는 제어계를 구비하고,

상기 제어계는, 상기 복수의 헤드 중 제 1 헤드군에 속하는 소정 수의 헤드의 출력에 기초하여 취득되는 위치 정보와, 상기 복수의 헤드 중 제 2 헤드군에 속하는 소정 수의 헤드의 출력에 기초하여 취득되는 위치 정보의 계측 오차를 보상하기 위한 보정 정보를, 상기 제 1 헤드군에 속하는 상기 헤드와 상기 제 2 헤드군에 속하는 상기 헤드가 각각 상기 스케일 부재에 대향하는 제 1 이동 영역 내에 상기 이동체가 위치하는 동안에 취득하고,

상기 스케일 부재는, 상기 이동체가 상기 제 1 이동 영역 내에 위치하는 동안, 상기 복수의 헤드와 각각 대향하는 복수의 제 1 부분으로 구성되고, 상기 복수의 제 1 부분의 상대 변동에서 기인하여 상기 계측 오차가 발생하는, 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 위치 계측계는, 상기 제 1 이동 영역과 상이한 제 2 이동 영역에 있어서, 상기 1 개의 헤드를 포함하는 상기 제 1 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보를 취득함과 함께, 상기 제 1, 제 2 이동 영역과 상이한 제 3 이동 영역에 있어서, 상기 별도의 헤드를 포함하는 상기 제 2 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보를 취득하는, 노광 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 이동체는, 상기 제 1 이동 영역을 통하여 상기 제 2 이동 영역으로부터 상기 제 3 이동 영역으로 이동되고,

상기 제어계는, 상기 제 2 이동 영역에 있어서 상기 제 1 헤드군의 출력으로부터 취득되는 위치 정보에 기초하여 상기 이동체를 구동 제어함과 함께, 상기 제 3 이동 영역에 있어서 상기 제 2 헤드군의 출력으로부터 취득되는 위치 정보에 기초하여 상기 이동체를 구동 제어하는, 노광 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군의 상기 1 개의 헤드는, 상기 제 1, 제 2 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향함과 함께, 상기 제 3 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향하지 않고,

상기 제 2 헤드군의 상기 별도의 헤드는, 상기 제 1, 제 3 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향함과 함께, 상기 제 2 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향하지 않는, 노광 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군과 상기 제 2 헤드군은 각각 3 개의 헤드를 포함하고,

상기 제 2 헤드군은, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드 중 상기 1 개의 헤드와 상이한 2 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는, 노광 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 위치 계측계는, 상기 제 1 이동 영역에 있어서, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는 4 개의 헤드가 각각 상기 스케일 부재와 대향하는, 노광 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군은, 상기 1 개의 헤드가 상기 별도의 헤드로 전환되기 전에 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보를 취득하기 위하여 사용하는 1 군의 헤드이고, 상기 제 2 헤드군은, 상기 1 개의 헤드가 상기 별도의 헤드로 전환된 후에 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보를 취득하기 위하여 사용하는 1 군의 헤드인, 노광 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동체는, 상기 1 개의 헤드를 포함하는 상기 제 1 헤드군이 상기 스케일 부재와 대향하고, 또한 상기 별도의 헤드가 상기 스케일 부재와 대향하지 않는, 상기 제 1 이동 영역과 상이한 제 2 이동 영역으로부터, 상기 제 1 이동 영역을 통하여, 상기 별도의 헤드를 포함하는 상기 제 2 헤드군이 상기 스케일 부재와 대향하고, 또한 상기 1 개의 헤드가 상기 스케일 부재와 대향하지 않는, 상기 제 1, 제 2 이동 영역과 상이한 제 3 이동 영역으로 이동되고,

상기 제어계는, 상기 제 3 이동 영역 내에서, 상기 제 2 헤드군의 출력에 기초하여 취득되는 상기 위치 정보를 수정하기 위하여 상기 보정 정보를 적용하는, 노광 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동체는, 상기 제 1 이동 영역을 통하여, 상기 제 1 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 상기 제 1 이동 영역과 상이한 제 2 이동 영역으로부터, 상기 제 2 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 상기 제 1, 제 2 이동 영역과 상이한 제 3 이동 영역으로 이동되고,

상기 보정 정보는, 상기 제 3 이동 영역 내에서 상기 이동체가 이동되는, 상기 물체의 노광 동작의 일부에서 사용되는, 노광 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 스케일 부재는, 각각 반사형 격자가 형성되는 4 개의 상기 제 1 부분을 갖고,

상기 위치 계측계는, 상기 이동체가 상기 제 1 이동 영역에 위치하는 동안, 상기 4 개의 제 1 부분과 각각 대향하는 4 개의 상기 헤드들을 갖는, 노광 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군과 상기 제 2 헤드군은 각각 3 개의 헤드를 포함하고,

상기 제 2 헤드군은, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드 중 상기 1 개의 헤드와 상이한 나머지 2 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는, 노광 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 이동 영역에 있어서, 상기 1 개의 헤드를 포함하는 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드가 각각 상기 4 개의 제 1 부분 중 3 개의 제 1 부분과 대향하고, 상기 제 1 이동 영역에 있어서, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는 4 개의 헤드가 각각 상기 4 개의 제 1 부분과 대향하고, 상기 제 3 이동 영역에 있어서, 상기 별도의 헤드를 포함하는 상기 제 2 헤드군의 3 개의 헤드가 각각, 상기 4 개의 제 1 부분 중 상기 3 개의 제 1 부분과 1 개가 상이한 3 개의 제 1 부분과 대향하는, 노광 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 4 개의 제 1 부분은 각각, 상기 반사형 격자가 형성되는 L 자 영역을 갖고,

상기 스케일 부재는, 상기 투영 광학계가 배치되는, 상기 4 개의 L 자 영역에 둘러싸이는 개구를 갖는, 노광 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 4 개의 제 1 부분은 각각, 상기 소정 면 내에서 서로 수직인 2 축 방향을 주기 방향으로 하는 2 차원 격자가 형성되는, 노광 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 헤드는 각각, 적어도 상기 2 축 방향의 일방을 계측 방향으로 하는, 노광 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 복수의 헤드는 각각, 적어도 상기 소정 면에 수직인 방향을 계측 방향으로 하는, 노광 장치.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 투영 광학계를 지지하는 메트롤로지 프레임을 추가로 구비하고,

상기 스케일 부재는, 상기 4 개의 제 1 부분으로 둘러싸이는 개구 내에 상기 투영 광학계가 위치하도록 상기 메트롤로지 프레임에 매달림 지지되고,

상기 위치 계측계는, 상기 물체의 노광 동작에 있어서, 상기 복수의 헤드 중, 상기 4 개의 제 1 부분의 적어도 3 개와 각각 대향하는 적어도 3 개의 헤드를 통하여, 상기 적어도 3 개의 제 1 부분에 대해 그 하방으로부터 상기 계측빔을 조사하는, 노광 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 투영 광학계로부터 떨어져서 상기 메트롤로지 프레임에 형성되고, 상기 이동체에 유지되는 상기 물체의 마크를 검출하는 마크 검출계와,

상기 메트롤로지 프레임에 매달림 지지되는, 상기 스케일 부재와 상이한 별도의 스케일 부재를, 추가로 구비하고,

상기 마크의 검출 동작에 있어서, 상기 복수의 헤드 중 상기 별도의 스케일 부재와 대향하는 적어도 3 개의 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 노광 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 별도의 스케일 부재는, 각각 반사형 격자가 형성되는 4 개의 제 2 부분을 갖고, 상기 4 개의 제 2 부분으로 둘러싸이는 개구 내에 상기 마크 검출계가 위치하도록 상기 메트롤로지 프레임에 매달림 지지되는, 노광 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 별도의 스케일 부재는, 상기 스케일 부재와 동일면이 되도록 상기 메트롤로지 프레임에 지지되는, 노광 장치.

청구항 21

투영 광학계를 통하여 물체를 노광하는 노광 방법으로서,

상기 물체를 이동체로 유지하는 것과,

상기 이동체에 형성된 복수의 헤드 중, 상기 이동체의 외부에 형성되고, 상기 물체에 대한 노광 위치의 근방에 상기 투영 광학계의 광축과 직교하는 소정 면과 평행하게 배치되는 스케일 부재에 계측빔을 조사하고, 상기 스케일 부재로부터의 복귀빔을 수광하는 복수의 상기 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보를 취득하는 것과,

상기 취득된 위치 정보에 기초하여 상기 이동체의 구동을 제어하는 것과,

상기 이동체의 구동 제어에 있어서, 상기 위치 정보를 취득하기 위하여 사용되는 상기 복수의 헤드 중 1 개의 헤드를 상기 복수의 헤드 중 별도의 헤드로 전환하는 것과,

상기 복수의 헤드 중 제 1 헤드군에 속하는 소정 수의 헤드의 출력에 기초하여 취득되는 위치 정보와, 상기 복수의 헤드 중 제 2 헤드군에 속하는 소정 수의 헤드의 출력에 기초하여 취득되는 위치 정보의 계측 오차를 보상하기 위한 보정 정보를, 상기 제 1 헤드군에 속하는 상기 헤드와 상기 제 2 헤드군에 속하는 상기 헤드가 각각 상기 스케일 부재에 대향하는 제 1 이동 영역 내에 상기 이동체가 위치하는 동안에 취득하는 것을 포함하고,

상기 스케일 부재는, 상기 이동체가 상기 제 1 이동 영역 내에 위치하는 동안, 상기 복수의 헤드와 각각 대향하는 복수의 제 1 부분으로 구성되고, 상기 복수의 제 1 부분의 상대 변동에서 기인하여 상기 계측 오차가 발생하는, 노광 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 이동 영역과 상이한 제 2 이동 영역에 있어서, 상기 1 개의 헤드를 포함하는 상기 제 1 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보가 취득됨과 함께, 상기 제 1, 제 2 이동 영역과 상이한 제 3 이동 영역에 있어서, 상기 별도의 헤드를 포함하는 상기 제 2 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 노광 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 이동체는, 상기 제 1 이동 영역을 통하여 상기 제 2 이동 영역으로부터 상기 제 3 이동 영역으로 이동되고,

상기 제 2 이동 영역에 있어서 상기 제 1 헤드군의 출력으로부터 취득되는 위치 정보에 기초하여 상기 이동체가 구동 제어됨과 함께, 상기 제 3 이동 영역에 있어서 상기 제 2 헤드군의 출력으로부터 취득되는 위치 정보에 기

초하여 상기 이동체가 구동 제어되는, 노광 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군의 상기 1 개의 헤드는, 상기 제 1, 제 2 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향함과 함께, 상기 제 3 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향하지 않고,

상기 제 2 헤드군의 상기 별도의 헤드는, 상기 제 1, 제 3 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향함과 함께, 상기 제 2 이동 영역에 있어서 상기 스케일 부재와 대향하지 않는, 노광 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군과 상기 제 2 헤드군은 각각 3 개의 헤드를 포함하고,

상기 제 2 헤드군은, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드 중 상기 1 개의 헤드와 상이한 2 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는, 노광 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 이동 영역에 있어서, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는 4 개의 헤드가 각각 상기 스케일 부재와 대향하는, 노광 방법.

청구항 27

제 21 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군은, 상기 1 개의 헤드가 상기 별도의 헤드로 전환되기 전에 위치 계측계가 상기 위치 정보를 취득하기 위하여 사용하는 1 군의 헤드이고, 상기 제 2 헤드군은, 상기 1 개의 헤드가 상기 별도의 헤드로 전환된 후에 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보를 취득하기 위하여 사용하는 1 군의 헤드인, 노광 방법.

청구항 28

제 21 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동체는, 상기 1 개의 헤드를 포함하는 상기 제 1 헤드군이 상기 스케일 부재와 대향하고, 또한 상기 별도의 헤드가 상기 스케일 부재와 대향하지 않는, 상기 제 1 이동 영역과 상이한 제 2 이동 영역으로부터, 상기 제 1 이동 영역을 통하여, 상기 별도의 헤드를 포함하는 상기 제 2 헤드군이 상기 스케일 부재와 대향하고, 또한 상기 1 개의 헤드가 상기 스케일 부재와 대향하지 않는, 상기 제 1, 제 2 이동 영역과 상이한 제 3 이동 영역으로 이동되고,

상기 제 3 이동 영역 내에서, 상기 제 2 헤드군의 출력에 기초하여 취득되는 상기 위치 정보를 수정하기 위하여 상기 보정 정보가 적용되는, 노광 방법.

청구항 29

제 21 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이동체는, 상기 제 1 이동 영역을 통하여, 상기 제 1 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 상기 제 1 이동 영역과 상이한 제 2 이동 영역으로부터, 상기 제 2 헤드군의 출력에 기초하여 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 상기 제 1, 제 2 이동 영역과 상이한 제 3 이동 영역으로 이동되고,

상기 보정 정보는, 상기 제 3 이동 영역 내에서 상기 이동체가 이동되는, 상기 물체의 노광 동작의 일부에서 사용되는, 노광 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 스케일 부재는, 각각 반사형 격자가 형성되는 4 개의 상기 제 1 부분을 갖고,

상기 이동체가 상기 제 1 이동 영역 내에 위치하는 동안, 상기 4 개의 제 1 부분과 각각 대향하는 4 개의 상기 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 노광 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 제 1 헤드군과 상기 제 2 헤드군은 각각 3 개의 헤드를 포함하고,

상기 제 2 헤드군은, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드 중 상기 1 개의 헤드와 상이한 나머지 2 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는, 노광 방법.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

상기 제 2 이동 영역에 있어서, 상기 1 개의 헤드를 포함하는 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드가 각각 상기 4 개의 제 1 부분 중 3 개의 제 1 부분과 대향하고, 상기 제 1 이동 영역에 있어서, 상기 제 1 헤드군의 3 개의 헤드와, 상기 별도의 헤드를 포함하는 4 개의 헤드가 각각 상기 4 개의 제 1 부분과 대향하고, 상기 제 3 이동 영역에 있어서, 상기 별도의 헤드를 포함하는 상기 제 2 헤드군의 3 개의 헤드가 각각, 상기 4 개의 제 1 부분 중 상기 3 개의 제 1 부분과 1 개가 상이한 3 개의 제 1 부분과 대향하는, 노광 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 4 개의 제 1 부분은 각각, 상기 소정 면 내에서 서로 수직인 2 축 방향을 주기 방향으로 하는 2 차원 격자가 형성되고,

상기 복수의 헤드는 각각, 적어도, 상기 2 축 방향의 일방, 및 상기 소정 면에 수직인 방향을 제2 축 방향으로 하는, 노광 방법.

청구항 34

제 32 항에 있어서,

상기 스케일 부재는, 상기 4 개의 제 1 부분으로 둘러싸이는 개구 내에 상기 투영 광학계가 위치하도록 상기 투영 광학계를 지지하는 메트롤로지 프레임에 매달림 지지되고,

상기 물체의 노광 동작에 있어서, 상기 복수의 헤드 중, 상기 4 개의 제 1 부분의 적어도 3 개와 각각 대향하는 적어도 3 개의 헤드를 통하여, 상기 적어도 3 개의 제 1 부분에 대해 그 하방으로부터 상기 계측빔이 조사되는, 노광 방법.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 투영 광학계로부터 떨어져서, 상기 메트롤로지 프레임에 형성되는 마크 검출계에 의해, 상기 이동체에 유지되는 상기 물체의 마크가 검출되고,

상기 마크의 검출 동작에 있어서, 상기 복수의 헤드 중, 상기 메트롤로지 프레임에 매달림 지지되는, 상기 스케일 부재와 상이한 별도의 스케일 부재와 대향하는 적어도 3 개의 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보가 취득되는, 노광 방법.

청구항 36

디바이스 제조 방법으로서,

제 21 항 내지 제 26 항 중 어느 한 항에 기재된 노광 방법을 사용하여 물체를 노광하는 것과,

노광된 상기 물체를 현상하는 것을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

상기 물체를 노광하기 위하여 액침형의 노광 장치가 사용되는, 디바이스 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 노광 방법, 노광 장치, 및 디바이스 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 반도체 소자 등의 마이크로디바이스 (전자 디바이스) 를 제조하는 리소그래피 공정에서 사용되는 노광 방법 및 노광 장치, 그리고 그 노광 방법 및 노광 장치를 사용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 반도체 소자 (집적 회로 등), 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스 (마이크로디바이스) 를 제조하는 리소그래피 공정에서는, 스텝-앤드-리피트 방식의 투영 노광 장치 (소위 스텝퍼), 또는 스텝-앤드-스캔 방식의 투영 노광 장치 (소위 스캐닝 스텝퍼 (스캐너라고도 칭한다)) 가 주로 사용되고 있다.

[0003] 이러한 종류의 노광 장치에서는, 반도체 소자의 고집적화에 의한 디바이스 패턴의 미세화에 수반하여, 높은 중첩 정밀도 (얼라인먼트 정밀도) 에 대한 요구가 증가하고 있다. 따라서, 패턴이 형성되는 웨이퍼 등과 같은 기관의 위치 계측에도 한층 높은 정밀도에 대한 요구가 증가하고 있다.

[0004] 그러한 요구에 부합하는 장치로서, 예를 들면 특허 문헌 1에는, 기관 테이블 상에 탑재된 복수의 인코더 타입의 센서 (인코더 헤드) 를 사용하는 위치 계측 시스템을 구비한 노광 장치가 제안되어 있다. 이 노광 장치에서는, 인코더 헤드는, 기관 테이블에 대하여 배치된 스케일에 계측 빔을 조사하고, 스케일로부터의 복귀빔을 수광하는 것에 의해 기관 케이블의 위치를 계측한다. 특허 문헌 1 등에 개시되는 위치 계측 시스템에서는, 스케일은 투영광학계 바로 아래의 영역을 제외한 가능한 한 기관 테이블의 많은 이동 영역을 커버하는 것이 바람직하다. 따라서, 대면적의 스케일이 필요하게 되지만, 고정밀도로 대면적의 스케일을 제작하는 것은 매우 곤란할 뿐아니라 비용이 든다. 따라서, 통상은 스케일을 복수의 부분으로 분할한 소 면적의 스케일을 복수 제작하고, 이것들을 조합하는 것이 행해진다. 따라서, 복수의 스케일 사이에서의 얼라인먼트가 정확하게 행해지는 것이 바람직하지만, 현실적으로는 스케일을 개체 차이 없이 제작하는 것, 및 오차 없이 조합하는 것은 곤란하다.

[0005] [선행기술문헌]

[0006] [특허 문헌]

[0007] 미국 특허출원 공개 제 2006/0227309 호

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 상술한 사정 하에 이루어진 것으로, 그 제 1 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 1 의 노광 방법으로서, 소정 평면을 따라 이동하는 이동체에 제공된 복수의 헤드 중, 서로 다른 헤드를 적어도 하나를 포함하는 복수의 헤드가 각각 속하는 복수의 헤드군이, 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행하게 배치된 계측면 상의 대응하는 영역에 각각 대향하는 상기 이동체의 제 1 이동 영역 내에서, 상기 복수의 헤드군에 각각 대응하는 복수의 상이한 기준 좌표계 간의 변위의 정보인 보정 정보를 구하는 것과; 상기 제 1 이동 영역 내에서, 상기 복수의 헤드군의 각각에 속하는 복수의 헤드를 사용하여 상기 이동체의 위치 정보를 구하고, 그 위치 정보와 상기 복수의 헤드군에 각각 대응하는 복수의 상이한 기준 좌표계 간의 변위의 상기 보정 정보를 사용하여 상

기 이동체를 구동하여, 상기 이동체에 유지되는 물체를 노광하는 것을 포함하는 제 1 의 노광 방법이 제공된다.

- [0009] 이 방법에 따르면, 복수의 헤드군의 각각에 대응하는 복수의 상이한 기준 좌표계 간의 변위에 영향을 받지 않고, 복수의 헤드군의 각각에 대응하는 복수의 헤드를 사용하여 구한 이동체의 위치 정보를 사용하여 제 1 이동 영역 내에서 이동체를 정밀도 좋게 구동하는 것이 가능하게 되고, 그 이동체에 유지되는 물체에 대한 고정밀도의 노광이 가능하게 된다.
- [0010] 본 발명의 제 2 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 2 의 노광 방법으로서, 상기 물체를 노광하기 위해, 상기 물체를 유지하는 이동체 상에 탑재된 제 1 의 수의 헤드 중, 서로 다른 적어도 1 개의 헤드를 포함하는 제 1 헤드군과 제 2 헤드군 각각에 속하는 제 2 의 수의 헤드가 계측면 상의 대응하는 영역에 각각 대향하는 소정 영역 내에서, 상기 제 1 및 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 제 1 위치 정보 및 제 2 위치 정보의 적어도 일방에 기초하여, 상기 이동체를 구동하는 것을 포함하는 제 2 의 노광 방법이 제공된다.
- [0011] 이 방법에 따르면, 제 1 헤드군과 제 2 헤드군에 대응하는 좌표계가 달라도, 이것에 영향을 받지 않고, 이동체를 고정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0012] 본 발명의 제 3 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 1 의 노광 장치로서, 물체를 유지하여 소정 평면을 따라 이동하는 이동체와; 상기 이동체에 형성된 복수의 헤드 중, 상기 물체에 대한 노광 위치의 근방에 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행으로 배치된 계측면에 계측빔을 조사하고, 상기 계측면으로부터의 복귀빔을 수광하는 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보를 구하는 위치 계측계와; 상기 위치 계측계로 취득된 상기 위치 정보에 기초하여 상기 이동체를 구동하고, 상기 이동체의 위치에 따라 상기 복수의 헤드 가운데 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보의 취득에 사용하는 헤드를 스위칭하는 제어계를 구비하고, 상기 제어계는 상기 복수의 헤드가 상기 계측면에 대향하는 상기 이동체의 제 1 이동 영역내에서, 상기 복수의 헤드에 대응하는 복수의 기준 좌표계 상호간의 변위를 보정하는 제 1 의 노광 장치가 제공된다.
- [0013] 이 장치에 따르면, 복수의 기준 좌표계의 상호간의 변위가 보정되기 때문에, 복수의 헤드를 사용하여 이동체의 위치 정보를 고정밀도로 계측하고, 이동체를 고정밀도로 구동 (위치 제어) 하는 것이 가능하게 된다.
- [0014] 본 발명의 제 4 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 2 의 노광 장치로서, 물체를 유지하여 소정 평면을 따라 이동하는 이동체와; 상기 이동체 상에 탑재된 제 1 의 수의 헤드 중, 상기 물체에 대한 노광 위치의 근방에 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행으로 배치된 계측면에 계측빔을 조사하고, 상기 계측면으로부터의 복귀빔을 수광하는 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보를 구하는 위치 계측계와; 상기 이동체를 구동하는 구동계와; 상기 위치 계측계의 상기 제 1 의 수의 헤드 중, 서로 다른 1 개의 헤드를 포함하는 제 1 헤드군과 제 2 헤드군 각각에 속하는 제 2 의 수의 헤드가 계측면 상에 대응하는 영역에 각각 대향하는 소정 영역 내에서, 상기 제 1 및 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 제 1 의 위치 정보 및 제 2 의 위치 정보의 적어도 일방에 기초하여, 상기 구동계를 제어하는 제어계를 구비하는 제 2 의 노광 장치가 제공된다.
- [0015] 이 장치에 따르면, 제 1 헤드군 과 제 2 헤드군에 대응하는 좌표계가 달라도, 이것에 영향을 받지 않고 이동체를 고정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0016] 본 발명의 제 5 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 3 의 노광 장치로서, 물체를 유지하여 소정 평면을 따라 이동하는 이동체와; 상기 이동체에 제공된 복수의 헤드 중, 상기 물체에 대한 노광 위치의 근방에 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행하게 배치된 계측면에 계측빔을 조사하고, 상기 계측면으로부터의 복귀빔을 수광하는 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치정보를 구하는 위치 계측계와; 상기 위치 계측계에 의해 취득된 상기 위치 정보에 기초하여, 상기 이동체를 구동하는 것과 함께, 상기 이동체의 위치 제어에 사용하는 제 1 의 수의 헤드 보다 수가 많은 제 2 의 수의 헤드를 사용하여 위치계측이 수행될 수 있는 영역 내에서 상기 이동체를 이동하여 상기 위치 계측계에 의해 구해지는 상기 이동체의 위치 정보의 보정 정보를 취득하는 제어계를 구비하는 제 3 의 노광 장치가 제공된다.
- [0017] 이 장치에 따르면, 제어계에 의해, 위치 계측계에 의해 구해지는 상기 이동체의 위치 정보의 보정 정보가 취득되기 때문에, 그 보정 정보를 사용하여 이동체를 고정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다.
- [0018] 본 발명의 제 6 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 3 의 노광 방법으로서, 소정 평면을 따라 이동하는 이동체에 제공된 복수의 헤드 중, 서로 다른 헤드를 적어도 1 개 포함하고, 상기 이동체의 위치 제어에 필요한 제 1 의 수의 헤드가 속하는 복수의 헤드군이, 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행하게 배치되는 계측면에 대향하는 상기 이동체의 제 1 이동 영역 내에서, 상기 이동체를 이동하여 상기 위치 계측계에 의해 구해지는 상기 이동체의 위치 정보의 보정 정보를 취득하는 것과; 상기 보정 정보를 사용하여 상기 이동체를

구동하여, 상기 이동체에 유지되는 물체를 노광하는 것을 포함하는 제 3 의 노광 방법이 제공된다.

[0019] 이 방법에 따르면, 물체에 대한 고정밀도인 노광이 가능하게 된다.

[0020] 본 발명의 제 7 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 4 의 노광 장치로서, 물체를 유지하여 소정 평면을 따라 이동하는 이동체와; 상기 이동체에 제공된 복수의 헤드 중, 상기 물체에 대한 노광 위치의 근방에 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행하게 배치된 복수의 스케일판으로 이루어지는 계측면에 계측빔을 조사하고, 상기 계측면으로부터의 복귀빔을 수광하는 헤드의 출력에 기초하여, 상기 이동체의 위치 정보를 구하는 위치 계측계와; 상기 위치 계측계에 의해 취득된 상기 위치 정보에 기초하여, 상기 이동체를 구동하고, 상기 이동체의 위치에 따라 상기 복수의 헤드 가운데 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보의 취득에 사용하는 헤드를 스위칭하는 제어계를 구비하고, 상기 제어계는 상기 복수의 헤드가 상기 계측면에 대향하는 상기 이동체의 제 1 이동 영역 내에서, 상기 복수의 헤드에 대응하는 복수의 스케일판 상호의 위치 관계를 취득하는 제 4 의 노광 장치가 제공된다.

[0021] 이 장치에 따르면, 제어계에 의해, 복수의 스케일판 상호의 위치 관계가 취득되므로, 복수의 헤드를 사용하여 이동체의 위치 정보를 고정밀도로 계측하고, 고정밀도로 이동체를 구동 (위치 제어) 하는 것이 가능하게 된다.

[0022] 본 발명의 제 8 양태에 의하면, 물체를 노광하는 제 4 의 노광 방법으로서, 소정 평면을 따라 이동하는 이동체에 제공된 복수의 헤드 중, 서로 다른 헤드를 적어도 1 개 포함하는 복수의 헤드가 각각 속하는 복수의 헤드군이, 상기 이동체의 외부에 상기 소정 평면에 대략 평행하게 배치된 복수의 스케일판으로 이루어지는 계측면에 대향하는 상기 이동체의 제 1 이동 영역 내에서, 상기 복수의 헤드군에 각각 대응하는 복수의 스케일판 상호의 위치 관계인 위치 관계를 취득하는 것과; 상기 제 1 이동 영역 내에서, 상기 복수의 헤드군의 각각에 속하는 복수의 헤드를 사용하여 상기 이동체의 위치 정보를 구하고, 그 위치 정보와 상기 복수의 헤드군에 각각 대응하는 복수의 스케일판 상호의 위치 관계를 사용하여 상기 이동체를 구동하여, 상기 이동체에 유지되는 물체를 노광하는 것을 포함하는 제 4 의 노광 방법이 제공된다.

[0023] 이 방법에 따르면, 복수의 헤드군의 각각에 대응하는 복수의 스케일판 상호의 위치 변위의 영향을 받지 않고, 복수의 헤드군의 각각에 속하는 복수의 헤드를 사용하여 구해진 이동체의 위치 정보를 사용하여 제 1 이동 영역 내에서 이동체를 정밀도 좋게 구동하는 것이 가능하게 되고, 그 이동체에 유지되는 물체에 대한 고정밀도인 노광이 가능하게 된다.

[0024] 본 발명의 제 9 양태에 의하면, 본 발명의 제 1 내지 제 4 의 노광 장치 중 어느 하나를 사용하여 물체를 노광하고, 상기 물체 상에 패턴을 형성하는 것과; 상기 패턴이 형성된 상기 물체를 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0025] 본 발명의 제 10 양태에 의하면, 본 발명의 제 1 내지 제 4 의 노광 방법 중 어느 하나를 사용하여 물체를 노광하여, 상기 물체 상에 패턴을 형성하는 것과; 상기 패턴이 형성된 상기 물체를 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1 은 일 실시형태에 관한 노광 장치의 구성을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2 는 투영 광학계의 주위에 배치되는 인코더 시스템의 구성을 도시하는 도면이다.

도 3 은 얼라인먼트계의 주위에 배치되는 인코더 시스템의 구성을 나타내는 도면이다.

도 4 는 웨이퍼 스테이지를 일부 과쇄하여 도시하는 확대도이다.

도 5 는 웨이퍼 스테이지 상의 인코더 헤드의 배치를 도시하는 도면이다.

도 6 은 도 1 의 노광 장치에 있어서의 스테이지 제어에 관련한 제어계의 주요한 구성을 도시하는 블록도이다.

도 7 (A) 는 인코더 헤드 및 스케일판의 배치와 인코더 시스템의 계측 영역의 관계를 도시하는 도면, 도 7 (B) 는 스케일판에 대향하는 인코더 헤드의 4 개의 세트에 대응하여 규정되는 4 개의 스테이지 좌표계를 도시하는 도면, 도 7 (C) 는 스케일판의 4 개의 부분 상호에 변위가 있는 경우를 나타내는 도면이다.

도 8 (A), 도 8 (C), 및 도 8 (E) 는 스테이지 좌표를 교정하기 위한 스테이지 위치 계측에 있어서의 웨이퍼 스테이지의 움직임을 나타내는 도면 (그의 1, 2 및 3), 도 8 (B), 도 8 (D), 및 도 8 (F) 는 4 개의 스테이지 좌

표계의 교정을 설명하기 위한 도면 (그의 1, 2, 및 3) 이다.

도 9 (A) 및 도 9 (B) 는 통합 스테이지 좌표계 (C_E) 의 원점, 회전, 스케일링의 계측을 설명하기 위한 도면이다.

도 10 (A) 및 도 10 (B) 는 통합 스테이지 좌표계 (C_A) 의 원점, 회전, 스케일링의 계측을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027]

이하, 본 발명의 일 실시형태가 도 1 내지 도 10 (B) 를 참조하여 이하에 설명될 것이다.

[0028]

도 1 에는, 본 실시형태에 관한 노광 장치 (100) 의 개략 구성이 도시되어 있다. 노광 장치 (100) 는 스텝-앤드-스캔 방식의 투영 노광 장치, 즉, 소위 스캐너이다. 후술하는 바와 같이, 본 실시형태에서는 투영 광학계 (PL) 가 형성되어 있고, 이하에 있어서는, 투영 광학계 (PL) 의 광축 (AX) 과 평행인 방향을 Z 축 방향, 그것에 직교하는 면내에서 레티클과 웨이퍼가 상대 주사되는 방향을 Y 방향, Z 축 및 Y 축에 직교하는 방향을 X 축 방향으로 하고, X 축, Y 축, 및 Z 축 주위의 회전 (경사) 방향을 각각 θ_x , θ_y , 및 θ_z 방향으로 하여 설명을 행한다.

[0029]

노광 장치 (100) 는 조명계 (10), 레티클 (R) 을 유지하는 레티클 스테이지 (RST), 투영 유닛 (PU), 웨이퍼 (W) 가 재치되는 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 포함하는 웨이퍼 스테이지 장치 (50), 및 그것들의 제어계 등을 구비하고 있다.

[0030]

조명계 (10) 는 예를 들면 미국 특허출원공개 제 2003/0025890 호 등에 개시되어 있는 바와 같이, 광원과, 옵티컬 인티그레이터 등을 포함하는 조도 균일화 광학계, 및 레티클 블라인드 등 (이들 중 어느 것도 도시하지 않음) 을 갖는 조명 광학계를 포함한다. 조명계 (10) 는 레티클 블라인드 (마스킹 시스템) 에서 규정된 레티클 (R) 상의 슬릿 형상의 조명 영역 (IAR) 을 조명광 (노광광) (IL) 에 의해 실질적으로 균일한 조도로 조명한다. 여기서, 조명광 (IL) 으로서는, 일례로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193 nm) 이 사용되고 있다.

[0031]

레티클 스테이지 (RST) 상에는, 회로 패턴 등이 그 패턴면 (도 1 에 있어서의 하면) 에 형성된 레티클 (R) 이, 예를 들면 진공 척킹 (vacuum chucking) 에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지 (RST) 는, 예를 들면 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동계 (11) (도 1 에서는 도시하지 않음, 도 6 참조) 에 의해, XY 평면 내에서 미소 구동가능하고, 주사방향 (도 1 에 있어서의 지면 내 좌우 방향인 Y 축 방향) 으로 소정의 주사속도로 구동 가능하게 되어 있다.

[0032]

레티클 스테이지 (RST) 의 XY 평면 (이동면) 내의 위치 정보 (θ_z 방향의 위치 정보 (θ_z 회전량)) 를 포함한다) 는, 도 1 에 도시되는 이동경 (15) (실제로는, Y 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동경 (또는, 리트로플렉터) 과 X 축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 X 이동경이 형성되어 있다) 에 계측빔을 조사하는 레티클 레이저 간섭계 (이하, "레티클 간섭계" 라 한다) (16) 에 의해 예를 들면, 0.25 nm 정도의 분해능으로 한시 검출된다. 또, 레티클 (R) 의 적어도 3 자유도 방향의 위치 정보를 계측하기 위해, 레티클 간섭계 (16) 대신에, 또는 그것과 조합하여, 예를 들면, 미국 특허출원공개 제 2007/0288121 호 등에 개시되어 있는 인코더 시스템이 사용될 수 있다.

[0033]

투영 유닛 (PU) 은 레티클 스테이지 (RST) 의 도 1 에 있어서의 하방 (-Z 축) 에 배치되고, 보디의 일부를 구성하는 메인 프레임 (도시하지 않음) (메트몰로지 프레임) 에 의해 유지되어 있다. 투영 유닛 (PU) 은 경통 (40) 과, 그 경통 (40) 에 유지된 복수의 광학 소자로 이루어지는 투영 광학계 (PL) 를 가지고 있다. 투영 광학계 (PL) 로서는, 예를 들면 Z 축 방향과 평행한 광축 (AX) 을 따라 배열된 복수의 광학 소자 (렌즈 엘리먼트) 로 이루어지는 굴절광학계가 사용되고 있다. 투영 광학계 (PL) 는 예를 들면 양측 텔레센트릭 굴절광학계로, 소정의 투영배율 (예를 들면, 1/4 배, 1/5 배 또는 1/8 배 등) 을 갖는다. 따라서, 조명계 (10) 로부터의 조명광 (IL) 에 의해 조명 영역 (IAR) 이 조명되면, 투영 광학계 (PL) 의 제 1 면 (물체면) 과 패턴면이 실질적으로 일치하여 배치되는 레티클 (R) 을 통과한 조명광 (IL) 에 의해, 투영 광학계 (PL) 를 통해 그의 조명 영역 (IAR) 내의 레티클 (R) 의 회로 패턴의 축소 상 (회로 패턴의 일부의 축소 상) 이 투영 광학계 (PL) 의 제 2 면 (상면) 측에 배치되는, 표면에 레지스트 (감응제) 가 도포된 웨이퍼 (W) 상의, 상기 조명영역 (IAR) 에 공역인 영역 (노광 영역) (IA) 에 형성된다. 따라서, 레티클 스테이지 (RST) 와 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 동기 구동에 의해, 조명 영역 (IAR) (조명광 (IL)) 에 대해 레티클 (R) 을 주사 방향 (Y 축 방향) 으로 상대 이동시키는 것과 함께, 노광 영역 (IA) (조명광 (IL)) 에 대해 웨이퍼 (W) 를 주사 방향 (Y 축 방향)

으로 상대 이동시키는 것에 의해, 웨이퍼 (W) 상의 1 개의 쇼트 영역 (구획 영역) 의 주사 노광이 행해지고, 그 쇼트 영역에 레티클 (R) 의 패턴이 전사된다. 즉, 본 실시형태에서는 조명계 (10), 및 투영 광학계 (PL) 에 의해 웨이퍼 (W) 상에 레티클 (R) 의 패턴이 생성되고, 조명광 (IL) 에 의한 웨이퍼 (W) 상의 감응층 (레지스트층) 의 노광에 의해 웨이퍼 (W) 상에 그의 패턴이 형성된다.

[0034] 또, 메인 프레임은 종래 사용되고 있는 문형, 및 예를 들면 미국 특허출원 공개 제 2008/0068568 호 등에 개시되는 매달림 지지형 중 어느 것이어도 된다.

[0035] 경통 (40) 의 - Z 축 단부의 주위에는, 예를 들면 경통 (40) 의 하단면과 실질적으로 동일면으로 되는 높이에서, 스케일판 (21) 이 XY 평면에 평행하게 배치되어 있다. 스케일판 (21) 은 본 실시형태에서는 도 2 에 도시되어 있는 바와 같이, 예를 들면 L 자 형상의 4 개의 부분 (부품) (21_1 , 21_2 , 21_3 , 21_4) 로부터 구성되고, 그 중앙에 형성되는 예를 들면 직사각형의 개구 (21a) 내에 경통 (40) 의 -Z 축 단부가 삽입되어 있다. 여기서, 스케일판 (21) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향의 폭은 각각 (a 및 b), 개구 (21a) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향의 폭은 각각 (a_i 및 b_i) 이다.

[0036] 스케일판 (21) 으로부터 + X 방향으로 이간한 위치에는, 도 1 에 도시되는 바와 같이, 스케일판 (21) 과 실질적으로 동일 평면 상에 스케일판 (22) 이 배치되어 있다. 스케일판 (22) 도, 도 3 에 도시된 바와 같이, 예를 들면 L 자 형상의 4 개의 부분 (부품) (22_1 , 22_2 , 22_3 , 22_4) 으로부터 구성되고, 그 중앙에 형성되는 예를 들면 직사각형의 개구 (22a) 내에 후술하는 얼라인먼트계 (ALG) 의 -Z 축 단부가 삽입되어 있다. 여기서, 스케일판 (22) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향의 폭은 각각 (a 및 b), 개구 (22a) 의 X 축 방향 및 Y 축 방향의 폭은 각각 (a_i 및 b_i) 이다. 또, 본 실시형태에서는 X축 및 Y 축방향에 관하여 스케일판 (21, 22) 의 폭, 및 개구 (21a, 22a) 의 폭을 각각 동일한 것으로 했지만, 반드시 동일한 폭으로 할 필요는 없고, X 축 및 Y 축 방향의 적어도 일방에 관하여 그 폭을 다르게 하여도 된다.

[0037] 본 실시형태에서는, 스케일판 (21, 22) 은 투영 유닛 (PU) 및 얼라인먼트계 (ALG) 를 지지하는 메인 프레임 (도시하지 않음) (메트롤로지 프레임) 에 매달림 지지되어 있다. 스케일판 (21, 22) 의 하면 (-Z 축의 면) 에는, X 축을 기준으로 하는 45 도 방향 (Y 축을 기준으로 하는 - 45 도 방향) 을 주기 방향으로 하는 소정 피치, 예를 들면 1 μm 의 격자와, X 축을 기준으로 하는 - 45 도 방향 (Y 축을 기준으로 하는 -135 도 방향) 을 주기 방향으로 하는 소정 피치, 예를 들면 1 μm 의 격자로부터 이루어지는 반사형의 2 차원 회절 격자 (RG) (도 2, 도 3 및 도 4 참조) 가 형성되어 있다. 그러나, 2 차원 회절 격자 (RG) 및 후술하는 인코더 헤드의 구성상, 스케일판 (21, 22) 을 구성하는 부분 (21_1 , ~ 21_4 , 22_1 , ~ 22_4) 의 각각의 외연 근방에는 폭 (t) 의 비유효 영역이 포함된다. 스케일판 (21, 22) 의 2 차원 회절 격자 (RG)는 각각 적어도 노광 동작시 및 얼라인먼트 (계측) 시에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 이동 범위를 커버하고 있다.

[0038] 웨이퍼 스테이지 장치 (50) 는 도 1 에 도시된 바와 같이, 상면 (floor surface) 상에 복수 (예를 들면, 3 개 또는 4 개) 의 방진 기구 (도시 생략) 에 의해 거의 평행하게 지지된 스테이지 베이스 (12), 스테이지 베이스 (12) 상에 배치된 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2), 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 구동하는 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) (도 1 에는 일부만 도시, 도 6 참조) 및 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 위치를 계측하는 계측계 등을 구비하고 있다. 계측계는, 도 6 에 도시되는, 인코더 시스템 (70, 71) 및 웨이퍼 레이저 간섭계 시스템 (이하, 웨이퍼 간섭계 시스템으로 약기한다) (18) 등을 구비하고 있다. 또, 인코더 시스템 (70, 71) 및 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 에 대해서는, 다시 후술한다. 그러나, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 은 반드시 형성되지 않아도 된다.

[0039] 스테이지 베이스 (12) 는, 도 1 에 도시된 바와 같이, 평판상의 외형을 갖는 부재로 이루어지고, 그 상면 (upper surface) 은 평탄도가 매우 높고, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 이동의 때의 가이드 면으로 되어 있다. 스테이지 베이스 (12) 의 내부에는, XY 2차원 방향을 행 방향, 열 방향으로 하여 매트릭스 형상으로 배치된 복수의 코일 (14a) 을 포함하는 코일 유닛이 수용되어 있다.

[0040] 또, 베이스 (12) 와는 별도로 그것을 부상 지지하기 위한 다른 베이스 부재를 형성하여, 스테이지 베이스 (12) 를 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 구동력의 반력의 작용에 의해 운동량 보존 법칙에 따라 이동하는 카운터 매스 (반력 캔슬러) 로서 기능시켜도 된다.

[0041] 웨이퍼 스테이지 (WST1) 는 도 1에 도시된 바와 같이, 스테이지 본체 (91) 와 그 스테이지 본체 (91) 의 상방에 배치되고, Z 틸트 구동 기구 (도시하지 않음) 에 의해, 스테이지 본체 (91) 에 대해 비접촉으로 지지된 웨이퍼 테이블 (WTB1) 을 갖고 있다. 이 경우, 웨이퍼 테이블 (WTB1) 은 Z 틸트 구동 기구에 의해, 전자력 등의 상

향의 힘 (척력) 과, 자중을 포함하는 하향의 힘 (인력) 의 밸런스를 3 점에서 조정하는 것에 의해, 비접촉으로 지지되는 것과 함께, 적어도 Z 축 방향, θ_x 방향, 및 θ_y 방향의 3 자유도 방향으로 미소 구동된다. 스테이지 본체 (91) 의 저부에는, 슬라이더부 (91a) 가 형성되어 있다. 슬라이더부 (91a) 는 XY 평면 내에서 2 차원 배열된 복수의 자석으로 이루어지는 자석 유닛과, 그 자석 유닛을 수용하는 하우징과, 그 하우징의 저면의 주위에 형성된 복수의 에어 베어링을 갖고 있다. 자석 유닛은, 전술한 코일 유닛과 함께, 예를 들면 미국 특허 제 5, 196, 745 호 등에 개시되는 전자기력 (로렌츠력) 구동을 사용하는 평면 모터 (30) 를 구성하고 있다. 또, 평면 모터 (30)로서는, 로렌츠력 구동방식에 제한되지 않고, 가변 자기저항 구동 방식의 평면 모터를 사용하는 것도 가능하다.

[0042] 웨이퍼 스테이지 (WST1) 는 상술된 복수의 에어 베어링에 의해 스테이지 베이스 (12) 상에 소정의 클리어런스 (극간/간격/간극 (갭)/공간 거리), 예를 들면 수 μm 정도의 클리어런스를 통해 부상 지지되고, 평면 모터 (30) 에 의해 X 축 방향, Y 축 방향, 및 θ_z 방향으로 구동된다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (WTB1) (웨이퍼 (W)) 은, 스테이지 베이스 (12) 에 대해, 6 자유도 방향 (X 축 방향, Y 축 방향, Z 축 방향, θ_x 방향, θ_y 방향, 및 θ_z 방향 (이하, 간단히 X, Y, Z, θ_x , θ_y , 및 θ_z 라 칭함) 라 약기한다) 으로 구동가능하다.

[0043] 실시형태에서는, 코일 유닛을 구성하는 각 코일 (14a) 에 공급되는 전류의 크기 및 방향이 주제어장치 (20) 에 의해 제어된다. 평면 모터 (30) 와 전술의 Z 틸트 구동 기구를 포함하여, 웨이퍼 스테이지 구동계 (27) 가 구성되어 있다. 또, 평면 모터 (30) 는 무빙 마크넷 방식을 사용하는 모터에 제한되지 않고, 무빙 코일 방식을 사용하는 모터이어도 된다. 또, 평면 모터 (30) 로서, 자기 부상 방식의 평면 모터를 사용해도 된다. 이 경우, 전술의 에어 베어링을 형성하지 않아도 된다. 또, 평면 모터 (30) 에 의해 웨이퍼 스테이지 (WST1) 가 6 자유도 방향으로 구동될 수 있다. 또, 웨이퍼 테이블 (WTB1) 을 X 축 방향, Y 축 방향, θ_z 방향 중 적어도 1 방향으로 미동 가능으로 해도 된다. 즉, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 조미동 스테이지에 의해 구성해도 된다.

[0044] 웨이퍼 테이블 (WTB1) 상에는, 웨이퍼 홀더 (도시하지 않음) 를 통해 웨이퍼 (W) 가 채치되고, 척 기구(도시하지 않음) 에 의해 예를 들면 진공 흡착 (또는 정전 흡착) 되어, 고정되어 있다. 또, 웨이퍼 테이블 (WTB1) 상의 일방의 대각선상에는, 웨이퍼 홀더를 사이에 두고 제 1 기준 마크판 (FM1) 과 제 2 기준 마크판 (FM2) 가 형성되어 있다 (예를 들면, 도 2 참조). 이들 제 1, 제 2 기준 마크판 (FM1, FM2) 의 상면에는, 한 쌍의 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 및 얼라인먼트계 (ALG) 에 의해 검출되는 복수의 기준 마크가 각각 형성되어 있다. 또, 제 1, 제 2 기준 마크판 (FM1, FM2) 상의 복수의 기준 마크 상호의 위치 관계는 기지인 것으로 한다.

[0045] 웨이퍼 스테이지 (WST2) 도, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 와 유사하게 구성되어 있다.

[0046] 인코더 시스템 (70, 71) 은, 각각 투영 광학계 (PL) 바로 아래의 영역을 포함하는 노광시 이동 영역과 얼라인먼트계 (ALG) 바로 아래의 영역을 포함하는 계측시 이동영역에 있어서의 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 6 자유도 방향 (X, Y, Z, θ_x , θ_y , 및 θ_z) 의 위치 정보를 구한다 (계측한다). 여기서, 인코더 시스템 (70, 71) 의 구성 등에 대하여 상세히 설명한다. 또, 노광시 이동영역 (제 1 이동 영역) 은, 투영 광학계 (PL) 를 통해 웨이퍼의 노광이 행해지는 노광 스테이션 (제 1 영역) 내에서, 노광 동작 중에 웨이퍼 스테이지가 이동되는 영역이고, 그 노광 동작은 예를 들면 웨이퍼 상에서 패턴을 전사할 전체의 쇼트 영역의 노광뿐만 아니라, 그 노광을 위한 준비 동작 (예를 들면, 전술한 기준 마크의 검출) 등도 포함한다. 계측시 이동영역 (제 2 이동 영역) 은, 얼라인먼트계 (ALG) 에 의한 웨이퍼의 얼라인먼트 마크의 검출에 의해 그 위치 정보의 계측이 행해지는 계측 스테이션 (제 2 영역) 내에서, 계측 동작중에 웨이퍼 스테이지가 이동되는 영역이고, 그 계측 동작은, 예를 들면 웨이퍼의 복수의 얼라인먼트 마크의 검출뿐만 아니라, 얼라인먼트계 (ALG) 에 의한 기준 마크의 검출 (또한, Z 축 방향에 관한 웨이퍼의 위치 정보 (단차 정보) 의 계측) 등도 포함한다.

[0047] 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) 에는, 각각 도 2 및 도 3 의 평면도로 나타내는 바와 같이, 상면의 4 코너의 각각에 인코더 헤드 (이하, 적절히, 헤드로 약칭한다) ($60_1 \sim 60_4$) 가 배치되어 있다. 여기서, 헤드 ($60_1, 60_2$) 간의 X 축 방향의 이간 거리와 헤드 ($60_3, 60_4$) 간의 X 축 방향의 이간 거리는 서로 동일하게 A 이다. 또, 헤드 ($60_1, 60_4$) 간의 Y 축 방향의 이간 거리와 헤드 ($60_2, 60_3$) 간의 Y 축 방향의 이간 거리는 서로 동일하게 B 이다. 이들 이간 거리 (A, B) 는 스케일판 (21) 의 개구 (21a) 의 폭 (a_i, b_i) 보다 크다. 엄밀하게는, 전술한 비유효 영역의 폭 (t) 을 고려하여, $A \geq a_i + 2t$, $B \geq b_i + 2t$ 이다. 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 는, 도 4 에 헤드 (60_1) 를 대표적으로 채용하여 도시되는 바와 같이, 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) 에 형

성된 Z 축 방향의 소정 깊이의 구멍의 내부에 각각 수용되어 있다.

[0048] 헤드 (60₁) 는 도 5에 도시되는 바와 같이, X 축을 기준으로 하는 135 도 방향 (즉, X 축을 기준으로 하는 - 45 도 방향) 및 Z 축 방향을 계측 방향으로 하는 2 차원 헤드이다. 유사하게, 헤드 (60₂ ~ 60₄) 는 각각 X 축을 기준으로 하는 225 도 방향 (즉, X 축을 기준으로 하는 45 도 방향) 및 Z 축 방향, X 축을 기준으로 하는 315 도 방향 (즉, X 축을 기준으로 하는 - 45 도 방향) 및 Z 축 방향, X 축을 기준으로 하는 45 도 방향 및 Z 축 방향을 계측 방향으로 하는 2 차원 헤드이다. 헤드 (60₁ ~ 60₄) 는 도 2 및 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 각각 대향하는 스케일판 (21) 의 부분 (21₁ ~ 21₄) 또는 스케일판 (22) 의 부분 (22₁ ~ 22₄) 의 표면에 형성된 2 차원 회절 격자 (RG) 에 계측 빔을 조사하고, 2차원 회절 격자 (RG) 로부터의 반사/회절빔을 수광하는 것에 의해, 각각의 계측 방향에 대한 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) (웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)) 의 위치를 계측한다. 여기서, 헤드 (60₁ ~ 60₄) 의 각각으로서, 예를 들면 미국특허 제 7, 561, 280 호에 개시되어 있는 변위계측 센서헤드와 유사한 구성의 센서 헤드를 사용하는 것이 가능하다.

[0049] 상술한 바와 같이 하여 구성된 헤드 (60₁ ~ 60₄) 에서는, 계측빔의 공기 중에서의 광로 길이가 극히 짧기 때문에, 공기 요동의 영향이 대부분 무시될 수 있다. 그러나, 본 실시형태에서는, 광원 및 광검출기는 각 헤드의 외부, 구체적으로는, 스테이지 본체 (91) 의 내부 (또는 외부) 에 형성되고, 광학계 만이 각 헤드의 내부에 형성되어 있다. 그리고, 광원 및 광검출기와, 광학계는 광 파이버 (도시하지 않음) 를 통해 광학적으로 접속되어 있다. 웨이퍼 테이블 (WTB) (미동 스테이지) 의 위치 결정 정밀도를 향상시키기 위해, 스테이지 본체 (91) (조동 스테이지) 와 웨이퍼 테이블 (WTB) (미동 스테이지) 의 사이 (이하, 조미동 스테이지 사이로 약술한다) 에서, 레이저 광 등을 공중 전송하여도 되고, 또는 헤드를 스테이지 본체 (91) (조동 스테이지) 에 형성하여, 그 헤드에 의해 스테이지 본체 (91) (조동 스테이지) 의 위치를 계측하고, 또한 다른 센서로 조미동 스테이지의 상대 변위를 계측하는 구성으로 해도 된다.

[0050] 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 가 전술한 노광시 이동영역 내에 위치하는 때에는, 헤드 (60₁) 는 스케일판 (21) (의 부분 (21₁)) 에 계측빔 (계측광) 을 조사하고, 스케일판 (21) 의 표면 (하면) 에 형성된 X 축을 기준으로 하는 135 도 방향, 즉 X 축을 기준으로 하는 - 45 도 방향 (이하, 간단히 - 45 도 방향으로 칭한다) 을 주기 방향으로 하는 격자로부터의 회절빔을 수광하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) 의 - 45 도 방향 및 Z 축 방향의 위치를 계측하는 2 차원 인코더 (70₁, 71₁) (도 6 참조) 를 구성한다. 유사하게, 헤드 (60₂ ~ 60₄) 는, 각각 스케일판 (21) (의 부분 (21₂ ~ 21₄)) 에 계측빔 (계측광) 을 조사하고, 스케일판 (21) 의 표면 (하면) 에 형성된 X 축을 기준으로 하는 225 도 방향, 즉 X 축을 기준으로 하는 + 45 도 방향 (이하, 간단히 45 도 방향으로 칭한다), 315 도 방향, 즉 X 축을 기준으로 하는 - 45 도 방향, 및 X 축을 기준으로 하는 45 도 방향을 주기 방향으로 하는 격자로부터의 회절 빔을 수광하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) 의 225 도 (45 도) 방향 및 Z 축 방향의 위치, 315 도 (-45 도) 방향 및 Z 축 방향의 위치, 및 45 도 방향 및 Z 축 방향의 위치를 계측하는 2차원 인코더 (70₂ ~ 70₄, 71₂ ~ 71₄) (도 6 참조) 를 구성한다.

[0051] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 가 전술한 계측시 이동영역 내에 위치하는 때에는, 헤드 (60₁) 는 스케일판 (22) (의 부분 (22₁)) 에 계측빔 (계측광) 을 조사하고, 스케일판 (22) 의 표면 (하면) 에 형성된 135 도 방향 (-45 도 방향) 을 주기 방향으로 하는 격자로부터의 회절빔을 수광하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) 의 - 45 도 방향 및 Z 축 방향의 위치를 계측하는 2차원 인코더 (70₁, 71₁) (도 6 참조) 를 구성한다. 유사하게, 헤드 (60₂ ~ 60₄) 는 각각 스케일판 (22) (의 부분 (22₂ ~ 22₄)) 에 계측빔 (계측광) 을 조사하고, 스케일판 (22) 의 표면 (하면) 에 형성된 225 도 방향 (45 도 방향), 315 도 방향 (-45 도 방향), 및 45 도 방향을 주기 방향으로 하는 격자로부터의 회절빔을 수광하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2) 의 225 도 방향 (45 도 방향) 및 Z 축 방향의 위치, 315 도 방향 (- 45 도 방향) 및 Z 축 방향의 위치, 및 45 도 방향 및 Z 축 방향의 위치를, 각각 계측하는 2 차원 인코더 (70₂ ~ 70₄, 71₂ ~ 71₄) (도 6 참조) 를 구성한다.

[0052] 상술한 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 스케일판 (21 또는 22) 중 어느 쪽으로 계측빔 (계측광) 을 조사하는가에 관계없이, 즉 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 가 전술한 노광시 이동영역 또는 계측시 이동영역 중 어느 것의 영역 내에 있는가에 관계없이, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 상의 헤드 (60₁ ~ 60₄) 는 계측빔 (계측광) 을 조사하고 있는 스케일판과 함께 2차원 인코더 (70₁ ~ 70₄) 를 구성하고, 웨이퍼 스테이지 (WST2) 상

의 헤드 ($60_1 \sim 60_4$)는 계측빔 (계측광)을 조사하고 있는 스케일판과 함께, 각각 2 차원 인코더 ($71_1 \sim 71_4$)를 구성하는 것으로 하고 있다.

[0053] 2 차원 인코더 (이하, 적절히 인코더로 약칭한다) ($70_1 \sim 70_4$, $71_1 \sim 71_4$)의 각각의 계측치는, 주제어장치 (20) (도 6 참조)에 공급된다. 주제어장치 (20)는 2 차원 회절 격자 (RG)가 형성된 스케일판 (21) (을 구성하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$))의 하면에 대향하는 적어도 3 개의 인코더 (즉, 유효한 계측치를 출력하고 있는 적어도 3 개의 인코더)의 계측치에 기초하여, 투영 광학계 (PL) 바로 아래의 영역을 포함하는 노광시 이동영역 내에서의 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2)의 위치 정보를 구한다. 유사하게, 주제어장치 (20)는 2 차원 회절 격자 (RG)가 형성된 스케일판 (22) (을 구성하는 부분 ($22_1 \sim 22_4$))의 하면에 대향하는 적어도 3 개의 인코더 (즉, 유효한 계측치를 출력하고 있는 적어도 3 개의 인코더)의 계측치에 기초하여, 얼라인먼트계 (ALG) 바로 아래의 영역을 포함하는 계측시 이동 영역 내에서의 웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2)의 위치 정보를 구한다.

[0054] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100)에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) (웨이퍼 테이블 (WTB1, WTB2))의 위치는, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) (도 6 참조)에 의해, 인코더 시스템 (70, 71)과는 독립하여, 계측가능하다. 웨이퍼 간섭계 시스템 (18)의 계측 결과는, 인코더 시스템 (70, 71)의 계측치의 장기적 변동 (예를 들면 스케일의 경시적인 변형)을 보정 (교정)하는 경우, 또는 인코더 시스템 (70, 71)의 출력 이상시의 백업용 등으로서 보조적으로 사용된다. 또, 웨이퍼 간섭계 시스템 (18)의 상세는 생략한다.

[0055] 얼라인먼트계 (ALG)는 도 1에 도시된 바와 같이, 투영 광학계 (PL)의 +X 측에 소정 간격을 떨어뜨려 배치된 오프 액시스 방식의 얼라인먼트계이다. 본 실시형태에서는, 얼라인먼트계 (ALG)로서, 일례로서 할로겐 램프 등의 브로드밴드 (광대역 파장 영역)광으로 마크를 조명하고, 이 마크 화상을 화상 처리하는 것에 의해 마크 위치를 계측하는 화상 처리 방식의 얼라인먼트 센서의 일종인 FIA (Field Image Alignment) 계가 사용되고 있다. 얼라인먼트계 (ALG)로부터의 촬상 신호는 얼라인먼트 신호 처리계 (도시하지 않음)를 통해 주제어장치 (20) (도 6 참조)에 공급된다.

[0056] 또, 얼라인먼트계 (ALG)로서는, FIA 계에 제한되지 않고, 예를 들면 코히어런트인 검출광을 마크에 조사하고, 그 마크로부터 발생하는 산란광 또는 회절광을 검출하는, 또는 마크로부터 발생하는 2 개의 회절광 (예를 들면, 동차수의 회절광, 또는 동방향으로 회절하는 회절광)을 간섭시켜 간섭광을 검출하는 얼라인먼트 센서를 단독으로 또는 적절히 조합하여 사용하는 것도 물론 가능하다. 얼라인먼트계 (ALG)로서, 예를 들면 미국 특허출원 공개 제 2008/0088843 호 등에 개시되는, 복수의 검출 영역을 갖는 얼라인먼트계를 채용하여도 된다.

[0057] 그 외에, 본 실시형태의 노광 장치 (100)에서는, 얼라인먼트계 (ALG)와 함께 계측 스테이션에 배치되고, 예를 들면 미국특허 제 5, 448, 332 호 등에 개시되어 있는 것과 유사한 구성의 경사입사방식의 다점 초점 위치 검출계 (이하, 다점 AF 계로 약술한다) (AF) (도 1에는 도시하지 않음, 도 6 참조)가 형성되어 있다. 다점 AF 계 (AF)에 의한 계측 동작은 그의 적어도 일부가 얼라인먼트계 (ALG)에 의한 마크 검출 동작과 병행하여 행해지는 것과 함께, 전술한 인코더 시스템에 의해 그 계측 동작 중에 웨이퍼 테이블의 위치 정보가 계측된다. 다점 AF 계 (AF)의 검출 신호는, AF 신호 처리계 (도시하지 않음)를 통해 주제어장치 (20)에 공급된다 (도 6 참조). 주제어장치 (20)는 다점 AF 계 (AF)의 검출 신호와 전술한 인코더 시스템의 계측 정보에 기초하여, 웨이퍼 (W) 표면의 Z 축 방향의 위치 정보 (단차 정보/요철 정보)를 검출하고, 노광 동작에서는 그 사전 검출 정보와 전술한 인코더 시스템의 계측 정보 (Z 축, Θ_x 및 Θ_y 방향의 위치 정보)에 기초하여 주사 노광 중의 웨이퍼 (W)의 소위 포커스 레벨링 제어를 실행한다. 또, 노광 스테이션에서 투영 유닛 (PU)의 근방에 다점 AF 계를 형성하고, 노광 동작시에 웨이퍼 표면의 면위치 정보 (요철 정보)를 계측하면서 웨이퍼 테이블을 구동하여, 웨이퍼 (W)의 소위 포커스 레벨링 제어를 실행하는 것으로 해도 된다.

[0058] 노광 장치 (100)에서는, 또, 레티클 (R)의 상방에, 예를 들면 미국 특허 제 5, 646, 413 호 등에 개시되는 노광 파장의 광을 사용한 TTR (Through The Reticle) 방식의 한 쌍의 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) (도 1에서는 도시하지 않음, 도 6 참조)가 형성되어 있다. 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B)의 검출 신호는, 얼라인먼트 신호처리계 (도시하지 않음)를 통해 주제어장치 (20)에 공급된다. 또, 레티클 얼라인먼트계 대신에, 웨이퍼 스테이지 (WST)상에 형성된 공간상 계측기 (도시하지 않음)를 사용하여 레티클 얼라인먼트를 행해도 된다.

[0059] 도 6에는, 노광 장치 (100)의 스테이지 제어에 관련하는 제어계가 일부 생략하여, 블록도로 도시되어 있다. 이 제어계는, 주제어장치 (20)를 중심으로 하여 구성되어 있다. 주제어장치 (20)는 CPU (중앙연산처리장치), ROM (리드온리 메모리), RAM (랜덤 액세스 메모리) 등으로 이루어지는 소위 마이크로컴퓨터 (또는 워크

스테이션)을 포함하고, 장치 전체를 총괄하여 제어한다.

[0060] 상술한 바와 같이 하여 구성된 노광 장치 (100)에서는, 디바이스의 제조 시에, 주제어장치 (20)에 의해, 웨이퍼가 로딩된 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 일방을 계측 스테이션 (계측시 이동 영역) 내에서 이동하여, 얼라인먼트계 (ALG) 및 다점 AF 계에 의한 웨이퍼의 계측 동작이 실행된다. 즉, 계측시 이동 영역 내에서 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 일방에 유지된 웨이퍼 (W)에 대해, 얼라인먼트계 (ALG)를 사용한 마크 검출, 소위 웨이퍼 얼라인먼트 (예를 들면, 미국특허 제 4, 780, 617 호 등에 개시되어 있는 인헨스드 글로벌 얼라인먼트 (EGA) 등)와, 다점 AF 계를 사용한 웨이퍼의 면 위치 (단차/요철 정보)의 계측이 행해진다. 그 때, 인코더 시스템 (70) (인코더 (70₁ ~ 70₄)) 또는 인코더 시스템 (71) (인코더 (71₁ ~ 71₄))에 의해, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 6 자유도 방향 (X, Y, Z, θ_x , θ_y , θ_z)의 위치 정보가 구해진다 (계측된다).

[0061] 웨이퍼 얼라인먼트 등의 계측 동작 후, 일방의 웨이퍼 스테이지 (WST1 또는 WST2)는 노광시 이동영역으로 이동하고, 주제어장치 (20)에 의해, 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B), 웨이퍼 테이블 (WTB1 또는 WTB2)상의 기준 마크판 (도시하지 않음) 등을 사용하여, 통상의 스캐닝 스텝퍼와 유사한 절차 (예를 들면, 미국특허 제5, 646, 413 호 등에 개시되어 있는 절차)로, 레티클 얼라인먼트 등이 행해진다.

[0062] 그 후, 주제어장치 (20)에 의해, 웨이퍼 얼라인먼트 등의 계측 결과에 기초하여, 스텝-앤드-스캔 방식의 노광 동작이 행해지고, 웨이퍼 (W)상의 복수의 쇼트 영역에 레티클 (R)의 패턴이 각각 전사된다. 스텝-앤드-스캔 방식의 노광 동작은 레티클 스테이지 (RST)와 웨이퍼 스테이지 (WST1 또는 WST2)의 동기 이동을 행하는 주사 노광 동작과, 웨이퍼 스테이지 (WST1 또는 WST2)를 쇼트 영역의 노광을 위한 가속 개시 위치로 이동시키는 쇼트 간 이동 (스텝핑) 동작을 교호로 반복하는 것에 의해 행해진다. 노광 동작시에는 인코더 시스템 (70) (인코더 (70₁ ~ 70₄)) 또는 인코더 시스템 (71) (인코더 (71₁ ~ 71₄))에 의해, 일방의 웨이퍼 스테이지 (WST1 또는 WST2)의 6 자유도 방향 (X, Y, Z, θ_x , θ_y , θ_z)의 위치 정보가 구해진다 (계측된다).

[0063] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100)는 2 개의 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)를 구비하고 있다. 따라서, 일방의 웨이퍼 스테이지, 예를 들면 웨이퍼 스테이지 (WST1)상에 로드된 웨이퍼에 대해 스텝-앤드-스캔 방식의 노광을 행하는 것과 병행하여, 타방의 웨이퍼 스테이지 (WST2)상에 재치된 웨이퍼에 대해 웨이퍼 얼라인먼트 등을 행하는 병행 처리 동작이 행해진다.

[0064] 본 실시형태의 노광 장치 (100)에 있어서, 전술한 바와 같이, 주제어장치 (20)는 노광시 이동영역 내 및 계측시 이동영역 내의 어느 것에 있어서도, 인코더 시스템 (70) (도 6 참조)을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1)의 6 자유도 방향 (X, Y, Z, θ_x , θ_y , θ_z)의 위치 정보를 구한다 (계측한다). 또, 주제어장치 (20)는 노광시 이동영역 내 및 계측시 이동영역 내의 어느 것에 있어서도, 인코더 시스템 (71) (도 6 참조)을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST2)의 6 자유도 방향 (X, Y, Z, θ_x , θ_y , θ_z)의 위치 정보를 구한다 (계측한다).

[0065] 여기서, 인코더 시스템 (70, 71)에 의한 XY 평면 내의 3 자유도 방향 (X 축 방향, Y 축 방향 및 θ_z 방향 (X, Y, θ_z)으로 약기한다)의 위치 계측의 원리 등에 대하여 더욱 설명한다. 여기서는, 인코더 헤드 (60₁ ~ 60₄) 또는 인코더 (70₁ ~ 70₄)의 계측 결과 또는 계측치는 인코더 헤드 (60₁ ~ 60₄) 또는 인코더 (70₁ ~ 70₄)의 Z 축 방향이 아닌 계측 방향의 계측 결과를 의미한다.

[0066] 실시형태에서는, 전술한 바와 같은 인코더 헤드 (60₁ ~ 60₄) 및 스케일판 (21)의 구성 및 배치를 채용한 것에 의해, 노광시 이동 영역 내에서는 인코더 헤드 (60₁ ~ 60₄)중 적어도 3 개가, 항시 스케일판 (21) (의 대응하는 부분 (21₁ ~ 21₄))에 대향한다.

[0067] 도 7 (A)에는, 웨이퍼 스테이지 (WST1)상의 인코더 헤드 (60₁ ~ 60₄) 및 스케일판 (21)의 각 부분 (21₁ ~ 21₄)의 배치와 인코더 시스템 (70)의 계측 영역 (A₀ ~ A₄)의 관계가 도시되어 있다. 또, 웨이퍼 스테이지 (WST2)는 웨이퍼 스테이지 (WST1)와 유사하게 구성되어 있으므로, 여기서는 웨이퍼 스테이지 (WST1)에 대해서만 설명한다.

[0068] 웨이퍼 스테이지 (WST1)의 중심 (웨이퍼의 중심에 일치)이, 노광시 이동 영역 내에서, 또한 노광 중심 (노광 영역 (IA)의 중심) (P)에 대해 +X 축 또한 +Y 축의 영역 (노광 중심 (P)을 원점으로 하는 제 1 상한 내의 영역 (단, 영역 (A₀)을 제외한다)인 제 1 영역 (A₁)내에 위치하는 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST1)상의 헤드 (60₄, 60₁, 60₂)가 각각 스케일판 (21)의 부분 (21₄, 21₁, 21₂)에 대향한다. 제 1 영역 (A₁)내에서는, 이

들 헤드 (60_4 , 60_1 , 60_2)(인코더 (70_4 , 70_1 , 70_2))로부터 유효한 계측치가 주제어장치 (20)로 보내진다. 또, 이하의 설명 중의 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 위치는 그 웨이퍼 스테이지의 중심 (웨이퍼의 중심에 일치)의 위치를 의미한다. 즉, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 중심의 위치로 기술하는 대신, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 위치로 기술한다.

[0069] 유사하게, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 노광시 이동영역 내에서, 또한 노광 중심 (P)에 대해 -X 축 또한 +Y 축의 영역 (노광 중심 (P)을 원점으로 하는 제 2 상한 내의 영역 (단, 영역 (A_0)을 제외한다))인 제 2 영역 (A_2)내에 위치하는 경우, 헤드 (60_1 , 60_2 , 60_3)가 각각 스케일판 (21)의 부분 (21_1 , 21_2 , 21_3)에 대향한다.

웨이퍼 스테이지 (WST1)가 노광시 이동영역 내에서, 또한 노광 중심 (P)에 대해 -X 축 또한 -Y 축의 영역 (노광 중심 (P)을 원점으로 하는 제 3 상한 내의 영역 (단, 영역 (A_0)을 제외한다))인 제 3 영역 (A_3)내에 위치하는 경우, 헤드 (60_2 , 60_3 , 60_4)가 각각 스케일판 (21)의 부분 (21_2 , 21_3 , 21_4)에 대향한다. 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 노광시 이동영역 내에서, 또한 노광 중심 (P)에 대해 +X 축 또한 -Y 축의 영역 (노광 중심 (P)을 원점으로 하는 제 4 상한 내의 영역 (단, 영역 (A_0)을 제외한다))인 제 4 영역 (A_4)내에 위치하는 경우, 헤드 (60_3 , 60_4 , 60_1)가 각각 스케일판 (21)의 부분 (21_3 , 21_4 , 21_1)에 대향한다.

[0070] 본 실시형태에서는, 전술한 인코더 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 및 스케일판 (21)의 구성 및 배치에 대한 조건 ($A \geq a_i + 2t$, $B \geq b_i + 2t$)에서는, 도 7 (A)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 노광 중심 (P)을 중심으로 하는 십자형상의 영역 (A_0) (노광 중심 (P)을 통과한 Y 축 방향을 길이방향으로 하는 폭 ($A - a_i - 2t$)의 영역과 X 축 방향을 길이방향으로 하는 폭 ($B - b_i - 2t$)의 영역을 포함하는 영역 (이하, 제 0 영역으로 칭한다))내에 위치하는 경우, 웨이퍼 스테이지 (WST1)상의 전체 헤드 ($60_1 \sim 60_4$)가 스케일판 (21) (헤드에 대응하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$))에 대향한다. 따라서, 제 0 영역 (A_0)내에서는 전체 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) (인코더 ($70_1 \sim 70_4$))로부터 유효한 계측치가 주제어장치 (20)에 보내진다. 또, 본 실시형태에서는 상기 조건 ($A \geq a_i + 2t$, $B \geq b_i + 2t$)에 더하여, 패턴이 형성되는 웨이퍼 상의 쇼트 영역의 사이즈 (W, L)를 고려하여, 조건 ($A \geq a_i + W + 2t$, $B \geq b_i + L + 2t$)을 더하여도 된다. 여기서, W, L은 각각 쇼트 영역의 X축 방향, Y축 방향의 폭이다. W, L은 각각 주사 노광 구간의 거리, X축 방향으로의 스텝핑의 거리와 같다.

[0071] 주제어장치 (20)는 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) (인코더 ($70_1 \sim 70_4$))의 계측 결과에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1)의 XY 평면 내에서의 위치 (X, Y, θ_z)를 산출한다. 여기서, 인코더 ($70_1 \sim 70_4$)의 계측치 (각각 $C_1 \sim C_4$ 로 표기한다)는 웨이퍼 스테이지 (WST1)의 위치 (X, Y, θ_z)에 대해, 다음 식 (1) 내지 (4)와 같이 의존한다.

[0072]
$$C_1 = -(\cos \theta_z + \sin \theta_z) X / \sqrt{2}$$

[0073]
$$+ (\cos \theta_z - \sin \theta_z) Y / \sqrt{2} + \sqrt{2} p \sin \theta_z \dots (1)$$

[0074]
$$C_2 = -(\cos \theta_z - \sin \theta_z) X / \sqrt{2}$$

[0075]
$$- (\cos \theta_z + \sin \theta_z) Y / \sqrt{2} + \sqrt{2} p \sin \theta_z \dots (2)$$

[0076]
$$C_3 = (\cos \theta_z + \sin \theta_z) X / \sqrt{2}$$

[0077]
$$- (\cos \theta_z - \sin \theta_z) Y / \sqrt{2} + \sqrt{2} p \sin \theta_z \dots (3)$$

[0078]
$$C_4 = (\cos \theta_z - \sin \theta_z) X / \sqrt{2}$$

[0079]
$$+ (\cos \theta_z + \sin \theta_z) Y / \sqrt{2} + \sqrt{2} p \sin \theta_z \dots (4)$$

[0080] 단, p는 도 5에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 테이블 (WTB1 (WTB2))의 중심으로부터의 헤드의 X축 및 Y축 방향에 관한 거리이다.

[0081] 주제어장치 (20)는 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 위치하는 영역 ($A_0 \sim A_4$)에 따라 스케일판 (21)에 대향하는 3개의 헤드 (인코더)를 특정하고, 그들의 계측치가 따르는 식을 상기 식 (1) ~ (4)로부터 선택하여 연립방정식을 형성하고, 3개의 헤드 (인코더)의 계측치를 사용하여 연립방정식을 푸는 것에 의해, 웨이퍼 스테이지

(WST1)의 XY 평면 내에서의 위치 (X, Y, θ_z)를 산출한다. 예를 들면, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 제 1 영역 (A_1) 내에 위치하는 경우, 주제어장치 (20)는 헤드 ($60_1, 60_2, 60_4$) (인코더 ($70_1, 70_2, 70_4$))의 계측치가 따르는 식 (1), (2) 및 (4)로부터 연립방정식을 형성하고, 식 (1), (2), 및 (4) 각각의 좌변에 각 헤드의 계측치를 대입하여 연립방정식을 푼다. 산출되는 위치 (X, Y, θ_z)를 X_1, Y_1, θ_{z1} 로 표기한다.

유사하게, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 제 k 영역 (A_k) 내에 위치하는 경우, 주제어장치 (20)는 헤드 ($60_{k-1}, 60_k, 60_{k+1}$) (인코더 ($70_{k-1}, 70_k, 70_{k+1}$))의 계측치가 따르는 식 (k-1), (k) 및 (k+1)로부터 연립방정식을 형성하고, 이들의 좌변에 각 헤드의 계측치를 대입하여 연립방정식을 푼다. 이것에 의해, 위치 (X_k, Y_k, θ_{zk})가 산출된다. 여기서, k-1, k 및 k+1에는, 1 ~ 4를 주기적으로 치환한 수가 대입된다.

[0082] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 제 0 영역 (A_0) 내에 위치하는 경우, 주제어장치 (20)는 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) (인코더 ($70_1 \sim 70_4$))로부터 임의의 3개를 선택하면 된다. 예를 들면, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 제 1 영역으로부터 제 0 영역으로 이동한 후에는, 제 1 영역에 대응하는 헤드 ($60_1, 60_2, 60_4$) (인코더 ($70_1, 70_2, 70_4$)))를 선택하면 된다.

[0083] 주제어장치 (20)는 위의 산출 결과 (X_k, Y_k, θ_{zk})에 기초하여, 노광시 이동영역 내에서 웨이퍼 스테이지 (WST1)를 구동 (위치 제어) 한다.

[0084] 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 계측시 이동영역 내에 위치하는 경우, 주제어장치 (20)는 인코더 시스템 (70)을 사용하여 3자유도 방향 (X, Y, θ_z)의 위치 정보를 계측한다. 여기서, 계측 원리 등은, 노광 중심 (P)이 얼라인먼트계 (ALG)의 검출 중심에, 스케일판 (21) (의 부분 ($21_1 \sim 21_4$)))이 스케일판 (22) (의 부분 ($22_1 \sim 22_4$)))으로 치환되는 이외에, 웨이퍼 스테이지 (WST1)가 노광시 이동영역 내에 위치하는 경우와 동일하다.

[0085] 또, 주제어장치 (20)는 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 위치에 따라, 스케일판 (21, 22)에 대향하는 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 중 3개를 적어도 1개가 다른 3개로 스위칭하여 사용한다. 여기서, 인코더 헤드를 스위칭하는 때에는, 예를 들면 미국 특허출원공개 제 2008/0094592 호 등에 개시되어 있는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지의 위치 계측 결과의 연속성을 보증하기 위한 연결 처리가 행해진다.

[0086] 전술한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (100)에 있어서의 스케일판 (21, 22)은 각각 4개의 부분 ($21_1 \sim 21_4, 22_1 \sim 22_4$)로 구성되어 있다. 여기서, 4개의 부분이, 보다 엄밀하게는 4개의 부분의 하면에 형성된 2차원 회절 격자 (RG)가 서로 변위되어 있으면 인코더 시스템 (70, 71)의 계측 오차가 발생한다.

[0087] 도 7 (B) 및 도 7 (C)에는, 제 k 영역 (A_k ($k = 1 \sim 4$))) 내에서 헤드 ($60_{k-1}, 60_k, 60_{k+1}$) (인코더 ($70_{k-1}, 70_k, 70_{k+1}$)) 또는 인코더 ($71_{k-1}, 71_k, 71_{k+1}$))의 유효한 계측치로부터 산출되는 웨이퍼 스테이지 (WST1 또는 WST2)의 위치 (X_k, Y_k, θ_{zk})에 대응하는 제 k 기준 좌표계 (C_k ($k = 1 \sim 4$)))가 모식적으로 도시되어 있다. 4개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$)는 영역 ($A_1 \sim A_4$) (도 7 (A) 참조)의 배치에 대응하여, 원점 (0)의 근방에서 서로 중복하고, 원점 (0)을 중심으로 하는 십자 형상의 영역 (C_0)에서 인접하는 기준 좌표계와 중복한다.

[0088] 스케일판 (21)이 설계된 대로 구성되어 있는 경우, 즉, 4개의 부분 ($21_1 \sim 21_4$)에 형성된 2차원 회절 격자 (RG)의 상호간의 변위가 없는 경우, 도 7 (B)에 도시된 바와 같이, 4개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$)의 각각의 원점 ($0_1 \sim 0_4$)은 서로 일치하고 (도면 중, 부호 0를 사용하여 도시되어 있다), 회전 ($\theta_{z1} \sim \theta_{z4}$) 및 스케일링 ($\Gamma_{x1} \sim \Gamma_{x4}, \Gamma_{y1} \sim \Gamma_{y4}$)도 서로 일치한다. 따라서, 4개의 기준 좌표계를 1개의 좌표계 (C_E)로 통합하는 것이 가능하다. 즉, 노광시 이동영역 ($A_1 \sim A_4$)내에서의 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2)의 위치를 통합 좌표계 (C_E)에 있어서의 위치 좌표 (X, Y, θ_z)를 사용하여 나타내는 것이 가능하다.

[0089] 그러나, 4개의 부분 ($21_1 \sim 21_4$)에 형성된 2차원 회절 격자 (RG)의 상호간의 변위가 있는 경우, 도 7 (C)에 도시하는 바와 같이, 4개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$)의 각각의 원점 ($0_1 \sim 0_4$), 회전 ($\theta_{z1} \sim \theta_{z4}$), 및 스케일링 ($\Gamma_{x1} \sim \Gamma_{x4}, \Gamma_{y1} \sim \Gamma_{y4}$)가 변위되고, 그러한 변위에 수반하여 계측 오차가 발생한다. 이 때문에, 도

7 (B) 에 도시되는 예와 같이, 4 개의 기준 좌표계를 1 개의 좌표계 (C_E) 로 통합하는 것이 가능하지 않다.

[0090] 유사하게, 스케일판 (22) 을 구성하는 4 개의 부분 ($22_1 \sim 22_4$) 이, 보다 엄밀하게는 4 개의 부분 ($22_1 \sim 22_4$) 의 하면에 형성된 2 차원 회절 격자 (RG) 가 상호 변위되어 있다면, 인코더 시스템 (70 또는 71) 의 계측 오차가 발생한다.

[0091] 따라서, 본 실시형태에서는, 스케일판 (21, 22) 을 구성하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$, 및 $22_1 \sim 22_4$) 의 상호간의 변위에 기인하는 4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 의 상호간의 변위를 교정하는 교정 방법을 채용하고 있다. 여기서, 스케일판 (21) 을 예로서, 교정 방법의 상세를 설명한다.

[0092] 먼저, 주제어장치 (20) 는 도 8 (A) 에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지 (WST1 (WST2)) 를 영역 (A_0) 내에 위치 결정한다. 도 8 (A) 에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 는 영역 (A_0) 의 중앙 (투영 광학계 (PL) 의 바로 아래) 에 위치 결정되어 있다. 영역 (A_0) 내에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 상에 탑재된 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 의 전체가 스케일판 (21) (의 대응하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$)) 에 대향하고, 유효한 계측치를 주제어장치 (20) 로 보낸다. 주제어장치 (20) 는 제 k ($= 1 \sim 4$) 영역 (A_k) 내에서 사용되는 헤드 (60_{k-1} , 60_k , 60_{k+2}) (제 k 헤드 군으로 칭한다) 의 계측치를 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치 (X_k , Y_k , θ_{zk}) 를 구한다. 주제어장치 (20) 는 제 1 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (X_1 , Y_1) 에 대한 제 k ($= 2 \sim 4$) 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (X_k , Y_k) 의 변위, 즉 오프셋 ($O_{Xk} = X_k - X_1$, $O_{Yk} = Y_k - Y_1$) 을 구한다.

[0093] 또, 오프셋 (O_{Xk} , O_{Yk}) 와 함께, 회전 (θ_z) 에 대한 오프셋 ($O_{\theta zk} = \theta_{zk} - \theta_{z1}$) 을 동시에 구하는 것도 가능하다. 이 경우, 후술하는 오프셋 ($O_{\theta zk}$) 의 산출은 생략된다.

[0094] 위에서 구해진 오프셋 (O_{Xk} , O_{Yk}) 는 제 k ($= 2 \sim 4$) 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (X_k , Y_k) 를, ($X_k - O_{Xk}$, $Y_k - O_{Yk}$) 로 보정하기 위하여 사용된다. 그 보정에 의해, 도 8 (B) 에 도시되는 바와 같이, 제 k ($= 2 \sim 4$) 기준 좌표계 (C_k) 의 원점 (O_k) 이 제 1 기준 좌표계 (C_1) 의 원점 (O_1) 에 일치한다. 도면 중, 서로 일치한 원점이 부호 (0) 로 표시되어 있다.

[0095] 다음에, 주제어장치 (20) 는 도 8 (C) 에 도시된 바와 같이, 교정의 기준으로 하는 제 1 헤드군의 계측치로부터 산출되는 스테이지 위치 (X_1 , Y_1 , θ_{z1}) 에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 영역 (A_0) 내에서 화살표 방향 (X 축방향 및 Y 축 방향) 으로 구동하고, 소정 피치 마다 위치 결정하면서, 4 개의 헤드군의 계측치를 사용하여 4 개의 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치 (X_k , Y_k ($k = 1 \sim 4$)) 를 구한다.

[0096] 주제어장치 (20) 는 위에서 구한 4 개의 스테이지 위치 (X_k , Y_k ($k = 1 \sim 4$)) 를 사용하여, 자승 오차 $\varepsilon_k = \sum ((\xi_k - X_1)^2 + (\zeta_k - Y_1)^2)$ 가 최소로 되도록, 오프셋 ($O_{\theta zk}$) 를 최소 자승 연산에 의해 결정한다. 단, $k = 2 \sim 4$ 이다. 여기서, (ξ_k , ζ_k) 는 다음 식 (5) 를 사용하여 회전 변환된 스테이지 위치 (X_k , Y_k ($k = 2 \sim 4$)) 이다. 여기서, 오프셋 ($O_{\theta zk}$) 을 구하기 위해, 일례로서 최소 자승법을 사용하고 있지만, 다른 연산 수법을 사용하여도 된다.

$$\begin{pmatrix} \xi_k \\ \zeta_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos O_{\theta zk} & -\sin O_{\theta zk} \\ \sin O_{\theta zk} & \cos O_{\theta zk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} \quad \dots(5)$$

[0097] 위에서 구해진 오프셋 ($O_{\theta zk}$) 은, 제 k ($= 2 \sim 4$) 헤드군의 계측치로부터 산출되는 회전 (θ_{zk}) 을, $\theta_{zk} - O_{\theta zk}$ 로 보정하기 위해 사용된다. 그 보정에 의해, 도 8 (D) 에 도시된 바와 같이, 제 k 기준 좌표계 (C_k ($= 2 \sim 4$)) 의 방향 (회전) 이 제 1 기준 좌표계 (C_1) 의 방향 (회전) 에 일치한다.

[0099] 다음에, 주제어장치 (20) 는 이전과 유사하게, 도 8 (E) 에 도시된 바와 같이, 스테이지 위치 (X_1 , Y_1 , θ_{z1}) 에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 영역 (A_0) 내로 화살표 방향 (X 축 방향 및 Y 축 방향) 으로 구동하고,

소정 피치 마다 위치 결정하면서, 4 개의 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치 (X_k, Y_k ($k = 1 \sim 4$)) 를 구한다.

[0100]

주제어장치 (20) 는 위에서 구한 4 개의 스테이지 위치 (X_k, Y_k ($k = 1 \sim 4$)) 를 사용하여, 자승 오차 $\varepsilon_k = \sum ((\xi_k' - X_1)^2 + (\zeta_k' - Y_1)^2)$ 이 최소로 되도록, 스케일링 (Γ_{Xk}, Γ_{Yk}) 를 최소 자승 연산에 의해 결정한다. 단, $k = 2 \sim 4$ 이다. 여기서, (ξ_k', ζ_k') 는, 다음 식 (6) 을 사용하여 스케일 변환된 스테이지 위치 (X_k, Y_k ($k = 2 \sim 4$)) 이다.

$$\begin{pmatrix} \xi_k' \\ \zeta_k' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 + \Gamma_{Xk} & 0 \\ 0 & 1 + \Gamma_{Yk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

[0101]

위에서 구해진 스케일링 (Γ_{Xk}, Γ_{Yk}) 는, 제 k ($= 2 \sim 4$) 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (X_k, Y_k) 를, ($X_k / (1 + \Gamma_{Xk}), Y_k / (1 + \Gamma_{Yk})$) 로 보정하기 위해 사용된다. 그 보정에 의해, 도 8 (F) 에 도시되는 바와 같이, 제 k 기준 좌표계 (C_k ($= 2 \sim 4$)) 의 스케일링이 제 1 기준 좌표계 (C_1) 의 스케일링에 일치한다.

[0103]

이상의 처리에 의해 위치, 회전, 및 스케일링이 교정된 4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 는 노광시 이동영역 ($A_0 \sim A_4$) 을 커버하는 1 개의 좌표계 (통합 좌표계) (C_E) 로 통합된다.

[0104]

또, 이상의 처리에 대신하여, 다음과 같은 처리에 의해 오프셋 및 스케일링 ($O_{Xk}, O_{Yk}, O_{\theta zk}, \Gamma_{Xk}, \Gamma_{Yk}$ ($k = 2 \sim 4$)) 을 구하는 것도 가능하다. 즉, 주제어장치 (20) 는 도 8 (C) 또는 도 8 (E) 에 도시된 바와 같이, 스테이지 위치 (X_1, Y_1, θ_{z1}) 에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 영역 (A_0) 내에서 화살표 방향 (X 축 방향 및 Y 축 방향) 으로 구동하고, 소정 피치 마다 위치 결정하면서, 4 개의 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치 (X_k, Y_k ($k = 1 \sim 4$)) 를 구한다. 주제어장치 (20) 는 구해진 4 가지 방식의 스테이지 위치 (X_k, Y_k ($k = 1 \sim 4$)) 를 사용하여, 자승 오차 $\varepsilon_k = \sum ((\xi_k'' - X_1)^2 + (\zeta_k'' - Y_1)^2)$ 이 최소로 되도록, 오프셋 및 스케일링 ($O_{Xk}, O_{Yk}, O_{\theta zk}, \Gamma_{Xk}, \Gamma_{Yk}$) 을 최소 자승 연산에 의해 결정한다. 단, $k = 2 \sim 4$ 이다. 여기서, (ξ_k'', ζ_k'') 는, 다음 식 (7) 을 사용하여 변환된 스테이지 위치 (X_k, Y_k ($k = 2 \sim 4$)) 이다.

$$\begin{pmatrix} \xi_k'' \\ \zeta_k'' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 + \Gamma_{Xk} & 0 \\ 0 & 1 + \Gamma_{Yk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos O_{\theta zk} & -\sin O_{\theta zk} \\ \sin O_{\theta zk} & \cos O_{\theta zk} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_k \\ Y_k \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} O_{Xk} \\ O_{Yk} \end{pmatrix} \quad \dots(7)$$

[0105]

또, 상기의 처리에서는, 제 1 기준 좌표계 (C_1) 을 기준으로 하여 제 2 ~ 제 4 기준 좌표계 ($C_2 \sim C_4$) 에 대한 오프셋 및 스케일링을 직접 구했지만, 간접적으로 구하는 것도 가능하다. 예를 들면, 상기의 절차에 따라 제 1 기준 좌표계 (C_1) 를 기준으로 하는 제 2 기준 좌표계 (C_2) 에 대한 오프셋 및 스케일링 ($O_{X2}, O_{Y2}, O_{\theta z2}, \Gamma_{X2}, \Gamma_{Y2}$) 을 구한다. 유사하게, 제 2 기준 좌표계 (C_2) 를 기준으로 하는 제 3 기준 좌표계 (C_3) 에 대한 오프셋 및 스케일링 ($O_{X32}, O_{Y32}, O_{\theta z32}, \Gamma_{X32}, \Gamma_{Y32}$) 을 구한다. 이들의 결과에 의해, 제 1 기준 좌표계 (C_1) 를 기준으로 하는 제 3 기준 좌표계 (C_3) 에 대한 오프셋 및 스케일링이 ($O_{X3} = O_{X32} + O_{X2}, O_{Y3} = O_{Y32} + O_{Y2}, O_{\theta z3} = O_{\theta z32} + O_{\theta z2}, \Gamma_{X3} = \Gamma_{X32} \cdot \Gamma_{X2}, \Gamma_{Y3} = \Gamma_{Y32} \cdot \Gamma_{Y2}$) 로 구해진다. 유사하게, 제 3 기준 좌표계 (C_3) 를 기준으로 하는 제 4 기준 좌표계 (C_4) 에 대한 오프셋 및 스케일링을 구하고, 그 결과를 사용하여 제 1 기준 좌표계 (C_1) 를 기준으로 하는 제 4 기준 좌표계 (C_4) 에 대한 오프셋 및 스케일링을 구하는 것도 가능하다.

[0107]

주제어장치 (20) 는 스케일판 (22) 에 대해서도 유사한 절차에 따라, 4 개의 기준 좌표계를 교정하고, 계측시 이동영역을 커버하는 1 개의 좌표계 (통합 좌표계) (C_A) (도 7 (B) 참조) 로 통합한다.

[0108]

최후에, 주제어장치 (20) 는 노광시 이동영역 ($A_0 \sim A_4$) 를 커버하는 통합 좌표계 (C_E) 와 계측시 이동영역을 커버하는 통합 좌표계 (C_A) 사이의 위치, 회전, 스케일링의 변위를 구한다. 주제어장치 (20) 는 도 9 (A) 에 도시된 바와 같이, 인코더 시스템 (70) 을 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치 정보를 구하고 (계측하

고), 그 결과에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 구동하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1) 상의 제 1 기준 마크판 (FM1) 을 투영 광학계 (PL) 의 바로 아래 (노광 중심 (P)) 에 위치 결정한다. 주제어장치 (20) 는 한 쌍의 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 를 사용하여, 제 1 기준 마크판 (FM1) 상에 형성된 2 개 (한 쌍) 의 기준 마크를 검출한다. 다음에, 주제어장치 (20) 는 인코더 시스템 (70) 의 계측 결과에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 구동하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1) 상의 제 2 기준 마크판 (FM2) 를 투영 광학계 (PL) 바로 아래 (노광 중심 (P)) 에 위치 결정하고, 한 쌍의 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 중 어느 것을 사용하여 제 2 기준 마크판 (FM2) 상에 형성된 기준 마크를 검출한다. 주제어장치 (20) 는 3 개의 기준 마크의 검출 결과 (즉, 3 개의 기준 마크의 2 차원의 위치 좌표) 에 의해, 통합 좌표계 (C_E) 의 원점의 위치, 회전, 스케일링을 구한다.

[0109] 주제어장치 (20) 는 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 계측시 이동영역으로 이동한다. 여기서, 주제어장치 (20) 는 노광시 이동영역 ($A_0 \sim A_4$) 과 계측시 이동영역의 사이의 영역 내에서는 웨이퍼 간섭계 시스템 (18) 을 사용하여, 계측시 이동영역 내에서는 인코더 시스템 (70) 을 사용하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치 정보를 계측하고, 그 결과에 기초하여 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 구동 (위치 제어) 한다. 이동 후, 주제어장치 (20) 는 도 10 (A) 및 도 10 (B) 에 도시된 바와 같이, 얼라인먼트계 (ALG) 를 사용하여, 이전과 유사하게 3 개의 기준 마크를 검출하고, 그 검출 결과에 의해 통합 좌표계 (C_A) 의 원점의 위치, 회전, 스케일링을 구한다. 또, 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 의 검출 대상으로 되는 3 개의 기준 마크와, 얼라인먼트계 (ALG) 의 검출 대상으로 되는 3 개의 기준 마크는, 동일한 마크인 것이 바람직하지만, 동일한 기준 마크를 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 와 얼라인먼트계 (ALG) 에서 검출할 수 없는 경우에는, 기준 마크 끼리의 위치 관계가 알려져 있으므로, 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 와 얼라인먼트계 (ALG) 에서 상이한 기준 마크를 검출 대상으로 하여도 된다.

[0110] 또, 노광시 이동영역과 계측시 이동영역의 사이에서 웨이퍼 스테이지를 이동하는 경우에도, 인코더 시스템을 사용하여, 웨이퍼 스테이지의 위치 제어를 행해도 된다. 또, 노광시 이동영역 내, 계측시 이동영역 내에서, 각각 연결 처리 (위상 연결 및/또는 좌표 연결) 가 행해진다. 이 경우, 좌표 연결이란, 인코더 (헤드) 를 스위칭하기 전후에서, 산출되는 웨이퍼 스테이지 (WST) 의 위치 좌표가 완전히 일치하도록 스위칭 후에 사용하는 인코더에 대한 계측치를 설정하고, 이러한 설정 시에 위상 오프셋을 재설정하는 연결 처리를 의미한다. 위상 연결법은 기본적으로, 좌표 연결법과 유사하지만, 위상 오프셋의 취급이 다르고, 위상 오프셋의 재설정 행하지 않고, 이미 설정되어 있는 위상 오프셋을 계속 사용하고, 카운트값 만을 재설정하는 연결법을 의미한다.

[0111] 주제어장치 (20) 는 통합 좌표계 (C_E) 의 원점의 위치, 회전, 스케일링과 통합 좌표계 (C_A) 의 원점의 위치, 회전, 스케일링으로부터, 통합 좌표계 (C_E , C_A) 간의 원점, 회전, 스케일링의 변위를 구한다. 주제어장치 (20) 는 그 변위를 사용하여 예를 들면 통합 좌표계 (C_A) 상에서 계측된 웨이퍼 얼라인먼트의 결과, 예를 들면 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표 (또는 웨이퍼 상의 얼라인먼트 마크의 위치 좌표) 를 통합 좌표계 (C_E) 상에 있어서의 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표로 변환하는 것이 가능하고, 그 변환 후의 배열 좌표에 기초하여, 웨이퍼의 노광 동작시에, 통합 좌표계 (C_E) 상에서 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 구동 (위치 제어) 한다.

[0112] 주제어장치 (20) 는 상술한 교정 방법을, 웨이퍼를 노광 처리할 때마다 (또는 소정 매 수의 웨이퍼를 노광 처리할 때마다) 행한다. 즉, 얼라인먼트계 (ALG) 를 사용하는 웨이퍼 얼라인먼트에 앞서, 전술한 바와 같이, 스케일판 (22) 을 사용하는 때의 인코더 시스템 (70, 71) 을 교정한다 (4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 를 통합 좌표계 (C_A) 로 통합한다). 교정된 인코더 시스템 (70, 71) 을 사용하여 (통합 좌표계 (C_A) 상에서), 노광 대상의 웨이퍼에 대해 웨이퍼 얼라인먼트 등의 계측 동작을 행한다. 계속하여 웨이퍼의 노광 처리에 앞서, 전술한 바와 같이, 스케일판 (21) 을 사용하는 때의 인코더 시스템 (70, 71) 을 교정한다 (4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 를 통합 좌표계 (C_E) 로 통합한다). 또, 통합 좌표계 (C_A , C_E) 간의 위치, 회전, 스케일링의 변위 (상대 위치, 상대 회전, 상대 스케일링) 를 구한다. 이들의 결과를 사용하여 통합 좌표계 (C_A) 상에서 계측된 웨이퍼 얼라인먼트의 결과 (예를 들면 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표) 를 통합 좌표계 (C_E) 상에 있어서의 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표로 변환하고, 그 변환 후의 배열 좌표에 기초하여, 통합 좌표계 (C_E) 상에서 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 구동 (위치 제어) 하여 웨이퍼를 노광 처리한다.

- [0113] 또, 교정 처리 (교정 방법) 로서는, 인코더 시스템의 계측치를 보정하여도 되지만, 다른 처리를 채용하여도 된다. 예를 들면, 그 계측 오차를 오프셋으로 하여 웨이퍼 스테이지의 현재 위치 또는 목표 위치에 오프셋을 더하여, 웨이퍼 스테이지를 구동 (위치 제어) 하는, 혹은 그 계측 오차분 만큼 레티클 위치를 보정하는 등 다른 방법을 적용하여도 된다.
- [0114] 다음에, 인코더 시스템 (70, 71) 에 의한 3 자유도 방향 (Z , θ_x , θ_y) 의 위치 계측의 원리 등에 대하여 더욱 설명한다. 여기에서는, 인코더 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 또는 인코더 ($70_1 \sim 70_4$) 의 계측 결과 또는 계측치는, 인코더 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 또는 인코더 ($70_1 \sim 70_4$) 의 Z 축 방향의 계측 결과를 의미한다.
- [0115] 본 실시형태에서는, 전술한 바와 같은 인코더 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 및 스케일판 (21) 의 구성 및 배치를 채용한 것에 의해, 노광시 이동영역 내에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST1 (또는 WST2)) 가 위치하는 영역 ($A_0 \sim A_4$) 에 따라서, 인코더 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 중의 적어도 3 개가 스케일판 (21) (의 대응하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$) 에 대향한다. 스케일판 (21) 에 대향하는 헤드 (인코더) 로부터 유효한 계측치가 주제어장치 (20) 에 보내진다.
- [0116] 주제어장치 (20) 는 인코더 ($70_1 \sim 70_4$) (또는 $71_1 \sim 71_4$) 의 계측 결과에 기초하여 웨이퍼 테이블 (WTB1 (또는 WTB2)) 의 위치 (Z , θ_x , θ_y) 를 산출한다. 여기서, 인코더 ($70_1 \sim 70_4$) (또는 $71_1 \sim 71_4$) 의 Z 축 방향에 관한 계측치 (전술의 Z 축 방향이 아닌 계측 방향, 즉 XY 평면 내의 1 축 방향에 대한 계측치 ($C_1 \sim C_4$) 와 구별하여, 각각 $D_1 \sim D_4$ 로 표기한다) 는 웨이퍼 스테이지 (WST1) (또는 WST2) 의 위치 (Z , θ_x , θ_y) 에 대해, 다음 식 (8) ~ (11) 과 같이 의존한다.
- [0117] $D_1 = -p \tan \theta_y + p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (8)$
- [0118] $D_2 = p \tan \theta_y + p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (9)$
- [0119] $D_3 = p \tan \theta_y - p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (10)$
- [0120] $D_4 = -p \tan \theta_y - p \tan \theta_x + Z \quad \cdots (11)$
- [0121] 단, p 는 웨이퍼 테이블 (WTB1 (WTB2)) 의 중심으로부터의 헤드의 X 축 및 Y 축 방향에 관한 거리 (도 5 참조) 이다.
- [0122] 주제어장치 (20) 는 웨이퍼 스테이지 (WST1 (WST2)) 가 위치하는 영역 ($A_0 \sim A_4$) 에 따라 3 개의 헤드 (인코더) 의 계측치가 따르는 식을 위의 식 (8) ~ (11) 로부터 선택하고, 선택한 3 개의 식으로부터 구성되는 연립방정식에 3 개의 헤드 (인코더) 의 계측치를 대입하여 푸는 것에 의해, 웨이퍼 테이블 (WTB1 (또는 WTB2)) 의 위치 (Z , θ_x , θ_y) 를 산출한다. 예를 들면, 웨이퍼 스테이지 (WST1 (또는 WST2)) 가 제 1 영역 (A_1) 내에 위치하는 경우, 주제어장치 (20) 는 헤드 (60_1 , 60_2 , 60_4) (인코더 (70_1 , 70_2 , 70_4) 또는 인코더 (71_1 , 71_2 , 71_4)) 의 계측치가 따르는 식 (8), (9), 및 (11) 로부터 연립방정식을 형성하고, 식 (8), (9), 및 (11) 각각의 좌변에 계측치를 대입하여 푼다. 산출된 위치 (Z , θ_x , θ_y) 를 Z_1 , θ_{x1} , θ_{y1} 로 표기한다. 유사하게, 주제어장치 (20) 는, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 가 제 k 영역 (A_k) 내에 위치하는 경우, 헤드 (60_{k-1} , 60_k , 60_{k+1}) (인코더 (70_{k-1} , 70_k , 70_{k+1})) 의 계측치가 따르는 식 $((k-1) + 7)$, $(k + 7)$, 및 $((k + 1) + 7)$ 로부터 연립 방정식을 형성하고, 식 $((k-1) + 7)$, $(k + 7)$, 및 $((k + 1) + 7)$ 각각의 좌변에 각 헤드의 계측치를 대입하여 연립방정식을 푼다. 그것에 의해, 위치 (Z_k , θ_{xk} , θ_{yk}) 가 산출된다. 여기서, $k - 1$, k 및 $k + 1$ 에는, 1 ~ 4 를 주기적으로 치환한 수가 대입된다.
- [0123] 또, 웨이퍼 스테이지 (WST1 (또는 WST2)) 가 제 0 영역 (A_0) 내에 위치하는 경우, 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) (인코더 ($70_1 \sim 70_4$ 또는 $71_1 \sim 71_4$))로부터 임의로 3 개의 헤드를 선택하고, 선택한 3 개의 헤드의 계측치가 따르는 식으로부터 형성되는 연립방정식을 사용할 수 있다.
- [0124] 주제어장치 (20) 는, 위의 산출 결과 (Z_k , θ_{xk} , θ_{yk}) 와 전술한 단차 정보 (포커스 맵핑 데이터) 에 기초하여, 노광시 이동영역 내에서 웨이퍼 테이블 (WTB1 (또는 WTB2)) 을 포커스 레벨링 제어한다.

- [0125] 웨이퍼 스테이지 (WST1 (또는 WST2)) 가 계측시 이동영역 내에 위치하는 경우, 주제어장치 (20) 는 인코더 시스템 (70 또는 71) 을 사용하여 웨이퍼 테이블 (WTB1 (WTB2)) 의 3 자유도 방향 (Z , θ_x , θ_y) 의 위치 정보를 계측한다. 여기서, 계측 원리 등은 노광 중심이 얼라인먼트계 (ALG) 의 검출 중심에, 스케일판 (21) (의 부분 (21₁ ~ 21₄)) 이 스케일판 (22) (의 부분 (22₁ ~ 22₄)) 으로 치환하는 이외에, 이전의 노광시 이동영역 내에 웨이퍼 스테이지 (WST1 (또는 WST2)) 가 위치하는 경우와 동일하다. 주제어장치 (20) 는, 인코더 시스템 (70 또는 71) 의 계측 결과에 기초하여, 웨이퍼 테이블 (WTB1 (WTB2)) 을 포커스 레벨링 제어한다. 또, 계측시 이동영역 (계측 스테이션) 에서는 반드시 포커스 레벨링을 행하지 않아도 된다. 즉, 마크 위치 및 단차 정보 (포커스 맵핑 데이터) 가 미리 취득되어야 하고, 그 단차 정보로부터 (계측 시의) 단차 정보 취득시의 웨이퍼 스테이지의 Z 틸트분을 공제하는 것에 의해, 웨이퍼 스테이지의 기준면의 단차 정보, 예를 들면 상면을 기준면으로 하는 단차 정보를 얻어야 한다. 그리고, 노광시에는, 그 단차 정보와 웨이퍼 스테이지 (의 기준면) 의 3 자유도 방향 (Z , θ_x , θ_y) 의 위치 정보에 기초하여, 포커스 레벨링이 가능하게 된다.
- [0126] 또, 주제어장치 (20) 는 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 위치에 따라, 스케일판 (21, 22) 에 대향하는 헤드 (60₁ ~ 60₄) 중 3 개를, 적어도 1 개가 다른 3 개로 스위칭하여 사용한다. 여기서, 인코더 헤드를 스위칭하는 때에는, 웨이퍼 테이블 (WTB1 (또는 WTB2)) 의 위치의 계측 결과의 연속성을 보증하기 위한 연결 처리가 행해진다.
- [0127] 전술한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 있어서의 스케일판 (21, 22) 은 각각 4 개의 부분 (21₁ ~ 21₄, 22₁ ~ 22₄) 으로부터 구성되어 있다. 4 개의 부분의 높이와 경사가 서로 변위되어 있으면, 인코더 시스템 (70, 71) 의 계측 오차가 발생한다. 따라서, 상술한 바와 같은 교정 방법을 채용하여, 부분 (21₁ ~ 21₄ 및 22₁ ~ 22₄) 의 상호간의 높이와 경사의 변위에 기인하는 4 개의 기준 좌표계 (C_1 ~ C_4) 의 상호간의 변위를 교정한다.
- [0128] 이제, 인코더 시스템 (70) 를 사용하는 경우를 예로서, 교정방법의 일례를 설명한다.
- [0129] 주제어장치 (20) 는 도 8 (C) 및 도 8 (E) 에 도시된 바와 같이, 인코더 시스템 (70) 에 의해 계측되는 웨이퍼 스테이지 (WST1) 의 위치의 계측 결과 (X_1 , Y_1 , θ_{z1}) 에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 를 영역 (A_0) 내에서 화살표 방향 (X 축 방향 및 Y 축 방향) 으로 구동하고, 소정 피치 마다 위치 결정하면서, 4 개의 헤드군의 계측치를 사용하여 4 개의 웨이퍼 테이블 (WTB1) 의 위치 (Z_k , θ_{xk} , θ_{yk} ($k = 1 \sim 4$)) 를 구한다. 주제어장치 (20) 는 그것들의 결과를 사용하여, 제 1 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (Z_1 , θ_{x1} , θ_{y1}) 에 대한 제 k ($= 2 \sim 4$) 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (Z_k , θ_{xk} , θ_{yk}) 의 변위, 즉 오프셋 ($0_{zk} = Z_k - Z_1$, $0_{\theta_{xk}} = \theta_{xk} - \theta_{x1}$, $0_{\theta_{yk}} = \theta_{yk} - \theta_{y1}$) 을 구한다. 또, 주제어장치 (20) 는 위치 결정 마다 구해지는 오프셋 (0_{zk} , $0_{\theta_{xk}}$, $0_{\theta_{yk}}$) 을 평균한다.
- [0130] 위에서 구해진 오프셋 (0_{zk} , $0_{\theta_{xk}}$, $0_{\theta_{yk}}$) 는 제 k ($= 2 \sim 4$) 헤드군의 계측치로부터 산출되는 위치 (Z_k , θ_{xk} , θ_{yk}) 를 각각 $Z_k - 0_{zk}$, $\theta_{xk} - 0_{\theta_{xk}}$, $\theta_{yk} - 0_{\theta_{yk}}$ 로 보정하기 위해 사용된다. 그 보정에 의해, 제 k 기준 좌표계 (C_k ($k = 2 \sim 4$) 의 높이 (Z) 와 경사 (θ_x , θ_y) 가 제 1 기준 좌표계 (C_1) 의 높이 (Z) 와 경사 (θ_x , θ_y) 에 일치한다. 즉, 4 개의 기준 좌표계 (C_1 ~ C_4) 는 노광시 이동영역 ($A_0 \sim A_4$) 을 커버하는 1 개의 좌표계 (통합 좌표계) (C_E) 로 통합된다.
- [0131] 주제어장치 (20) 는 인코더 시스템 (71) 에 대해서도 유사한 절차에 따라, 4 개의 기준 좌표를 교정하고, 계측시 이동영역을 커버하는 1 개의 좌표계 (통합 좌표계) (C_A) 로 통합한다.
- [0132] 주제어장치 (20) 는 상술한 교정 방법을 이전과 같이, 웨이퍼를 노광 처리할 때 마다 (또는 소정 매수의 웨이퍼를 노광 처리할 때 마다) 행한다. 즉, 얼라인먼트계 (ALG) 를 사용하는 웨이퍼 얼라인먼트에 앞서, 전술한 바와 같이, 스케일판 (22) 을 사용하는 때의 인코더 시스템 (70 (또는 71)) 을 교정한다 (4 개의 기준 좌표계 (C_1 ~ C_4) 를 통합 좌표계 (C_A) 로 통합한다). 그리고, 주제어장치 (20) 는 교정된 인코더 시스템 (70 (또는 71)) 를 사용하여 (통합 좌표계 (C_A) 상에서), 노광 대상의 웨이퍼에 대해 웨이퍼 얼라인먼트를 행한다. 계속하여, 주제어장치 (20) 는 웨이퍼의 노광 처리에 앞서, 전술한 바와 같이, 스케일판 (21) 을 사용하는 때의

인코더 시스템 (70 (또는 71)) 을 교정한다 (4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 를 통합 좌표계 (C_E) 로 통합한다).

그 후, 주제어장치 (20) 는 교정된 인코더 시스템 (70 (또는 71)) 을 사용하여 (통합 좌표계 (C_E) 상에서) 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 테이블 (WTB1 (또는 WTB2)) 의 위치 정보를 구하고 (계측하고), 그 계측 결과와 웨이퍼 얼라인먼트의 결과에 기초하여, 웨이퍼의 노광의 때에, 웨이퍼 테이블 (WTB1 (또는 WTB2)) 을 구동 (위치 제어) 한다.

[0133] 이상 상세히 설명한 바와 같이, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 주제어장치 (20) 가 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 상에 탑재된 4 개의 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 중 서로 다른 1 개의 헤드를 포함하는 3 개의 헤드가 속하는 제 1 헤드군과 제 2 헤드군에 포함되는 헤드가 스케일판 (21, 22) 상의 대응하는 영역 (부분 ($21_1 \sim 21_4$, $22_1 \sim 22_4$)) 에 대항하는 영역 (A_0) 내에서, 제 1 헤드군을 사용하여 얻어진 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 구동 (위치 제어) 하는 것과 함께, 제 1 및 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 위치 정보를 사용하여 제1 및 제 2 헤드군에 대응하는 제1 및 제 2 기준 좌표계 (C_1 , C_2) 간의 변위 (위치, 회전, 스케일링의 변위) 를 구한다. 따라서, 주제어장치 (20) 가 그 결과를 사용하여 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 계측 결과를 보정하는 것에 의해, 제 1 및 제 2 기준 좌표계 (C_1 , C_2) 간의 변위가 교정되고, 4 개의 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 의 각각이 대항하는 스케일판 (21, 22) 상의 영역의 상호간의 변위에 수반하는 계측 오차를 보정하는 것이 가능하게 된다.

[0134] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 상술한 교정 방법을 이용하여 인코더 시스템 (70, 71) 을 교정하여, 4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 의 상호간의 변위가 보정되므로, 인코더 시스템 (70, 71) 을 사용하여 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 의 위치 정보를 고정밀도로 계측하고, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 고정밀도로 구동 (위치 제어) 하는 것이 가능하게 된다.

[0135] 또, 본 실시형태의 노광 장치 (100) 에 의하면, 주제어장치 (20) 가, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 상에 형성된 3 개의 기준 마크를 레티클 얼라인먼트계 (13A, 13B) 및 얼라인먼트계 (ALG) 를 사용하여 검출하는 것에 의해, 노광시 이동영역, 계측시 이동영역의 각각에 대응하는 통합 좌표계 (C_E , C_A) 의 상대 위치, 상대 회전, 상대 스케일링을 구한다. 그 후, 주제어장치 (20) 가 그 결과를 사용하는 것에 의해, 통합 좌표계 (C_A) 상에서 계측된 웨이퍼 얼라인먼트의 결과, 예를 들면 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표를 통합 좌표계 (C_E) 상에 있어서의 웨이퍼 상의 복수의 쇼트 영역의 배열 좌표로 변환하고, 그 결과를 사용하여 통합 좌표계 (C_E) 상에서 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 구동 (위치 제어) 하여 웨이퍼를 노광하는 것이 가능하다.

[0136] 또, 상기 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST1) 가 제 0 영역 (A_0) 내에 위치할 때에 웨이퍼 스테이지 (WST1) 상의 전체 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 가 스케일판 (21) (대응하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$)) 에 대항한다. 따라서, 제 0 영역 (A_0) 내에서는, 전체 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) (인코더 ($70_1 \sim 70_4$)) 로부터 유효한 계측치가 주제어장치 (20) 에 송신된다. 따라서, 주제어장치 (20) 는 4 개의 헤드 ($60_1 \sim 60_4$) 중 서로 다른 1 개의 헤드를 포함하는 3 개의 헤드가 속하는 전술한 제 k 헤드군 ($k = 1 \sim 4$) 에 포함되는 헤드가 스케일판 (21) 상의 대응하는 영역 (부분 ($21_1 \sim 21_4$))에 대항하는 영역 (A_0) 내에서, 제 k 헤드군 ($k = 1 \sim 4$) 의 적어도 하나의 헤드를 사용하여 얻어지는 위치 정보, 예를 들면 제 1 헤드군을 사용하여 얻어지는 제 1 위치 정보와 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 제 2 위치 정보의 적어도 일방에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 구동 (위치 제어) 할 수 있다. 이 경우, 제 1 헤드군과 제 2 헤드군에 대응하는 좌표계 (스케일판 (21) 의 부분) 가 달라도, 그것에 영향을 받지 않고, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 고정밀도로 구동하는 것이 가능하게 된다. 스케일판 (22) 을 사용하는 경우도 동일하다.

[0137] 또, 상기 실시형태에 있어서, 스케일판 (21, 22) 을 구성하는 부분 ($21_1 \sim 21_4$, $22_1 \sim 22_4$) 의 상호 간의 변위에 기인하는 4 개의 기준 좌표계 ($C_1 \sim C_4$) 의 상호간의 변위의 교정 처리에서는, 위치, 회전, 스케일링의 전체에 주목할 필요는 없고, 그 중 1 개 또는 임의의 2 개이어도 되고, 다른 팩터 (직교도 등) 를 추가 또는 대응하여도 된다.

[0138] 또, 웨이퍼 테이블 상면의 4 코너의 헤드에 각각 근접하여 적어도 1 개의 보조 헤드를 형성하고, 메인의 헤드에 계측 이상이 발생한 경우, 근접하는 보조 헤드로 스위칭하여 계측을 계속하여도 된다. 이 때, 보조 헤드에

대해서도 전술의 배치 조건을 적용하여도 된다.

- [0139] 또, 상기 실시형태에서는, 스케일판 (21, 22) 의 부분 (21₁ ~ 21₄, 22₁ ~ 22₄)의 각각의 하면에 2 차원 회절 격자 (RG) 가 형성된 경우에 대해 예시하였지만, 그것에 제한되지 않고, 대응하는 인코더 헤드 (60₁ ~ 60₄) 의 계측 방향 (XY 평면 내에서의 1 축 방향) 만을 주기 방향으로 하는 1 차원 회절 격자가 형성된 경우에 있어서도, 상기 실시형태는 적용 가능하다.
- [0140] 또, 상기 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 상에 탑재된 4 개의 헤드 (60₁ ~ 60₄) 중, 서로 다른 1 개의 헤드를 포함하는 3 개의 헤드가 속하는 제 1 헤드군과 제 2 헤드군에 포함되는 헤드가 스케일판 (21, 22) 상의 대응하는 영역 (부분 (21₁ ~ 21₄, 22₁ ~ 22₄)) 에 대향하는 영역 (A₀) 내에서, 제 1 헤드군을 사용하여 얻어지는 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지 (WST1, WST2) 를 구동 (위치 제어) 하는 것과 함께, 제 1 및 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 위치 정보를 사용하여 제 1 및 제 2 헤드군에 각각 대응하는 제 1 및 제 2 기준 좌표계 (C₁, C₂) 간의 변위 (위치, 회전, 스케일링의 변위) 를 구하고, 그 결과를 사용하여 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 계측 결과를 보정하는 것에 의해, 4 개의 헤드 (60₁ ~ 60₄) 의 각각이 대향하는 스케일판 (21, 22) 상의 영역의 상호간의 변위에 수반하는 계측 오차를 보정하는 경우에 대해 설명했지만, 그것에 제한되지 않고, 예를 들면 웨이퍼 스테이지의 위치 제어에 사용하는 복수 (제 1 의 수) 의 헤드 보다 수가 많은 복수 (제 2 의 수) 의 헤드로 각각 위치 계측이 가능한 영역 내에서 웨이퍼 스테이지를 이동하여 인코더 시스템에 의해 스테이지의 위치 정보의 보정 정보를 취득할 수 있고, 즉 예를 들면 상기 실시형태의 십자 영역 (A₀) 내에서 스테이지를 이동하여 중복 헤드를 사용하여, 보정 정보를 취득하여도 된다.
- [0141] 이 경우, 이 보정 정보는, 주제어장치 (20) 에 의해, 인코더 계측치 자체를 보정하는 것에 사용되지만, 그 보정 정보는 다른 처리에 사용되어도 된다. 예를 들면, 그 계측 오차를 오프셋으로서 웨이퍼 스테이지의 현재 위치 또는 목표 위치에 오프셋을 더하여, 웨이퍼 스테이지를 구동 (위치 제어) 하는, 또는 그 계측 오차 만큼 레티클 위치를 보정하는 등 다른 수법을 적용하여도 된다.
- [0142] 또, 상기 실시형태에서는, 제 1 및 제 2 헤드군을 사용하여 얻어지는 위치 정보를 사용하여 제 1 및 제 2 헤드군에 각각 대응하는 제 1 및 제 2 기준 좌표계 (C₁, C₂) 간의 변위 (위치, 회전, 스케일링의 변위) 를 구하는 것으로 했지만, 그것에 제한되지 않고, 노광 장치는 예를 들면 웨이퍼 스테이지에 형성된 복수의 헤드 중, 웨이퍼에 대한 노광 위치의 근방에 웨이퍼 스테이지의 외부에 XY 평면에 대략 평행하게 배치된 복수의 스케일판으로 이루어지는 계측면에 계측빔을 조사하고, 계측면으로부터의 복귀빔을 수광하는 헤드의 출력에 기초하여, 웨이퍼 스테이지의 위치 정보를 구하는 위치 계측계 (예를 들면, 인코더 시스템) 와, 그 위치 계측계에 의해 취득된 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 스테이지를 구동하는 것과 함께, 웨이퍼 스테이지의 위치에 따라 상기 복수의 헤드 중에서 상기 위치 계측계가 상기 위치 정보의 취득에 사용하는 헤드를 스위칭하는 제어계를 구비하고, 상기 제어계는 상기 복수의 헤드가 상기 계측면에 대향하는 상기 이동체의 제 1 이동 영역 내에서, 상기 복수의 헤드에 대응하는 복수의 스케일판 상호의 위치 관계를 취득하여도 된다. 이 경우, 복수의 헤드 중, 서로 다른 헤드를 적어도 1 개 포함하는 복수의 헤드가 각각 속하는 복수의 헤드 군이, 각각 복수의 스케일판에 대향하는 것으로 하는 것이 가능하다.
- [0143] 이 경우, 복수의 스케일판 상호의 위치 관계는, 인코더 계측치의 보정에 사용하는 것이 가능할 뿐아니라, 다른 처리에 사용하여도 된다. 예를 들면, 그 계측 오차를 오프셋으로서 웨이퍼 스테이지의 현재 위치 또는 목표 위치에 오프셋을 더하여, 웨이퍼 스테이지를 구동 (위치 제어) 하는, 또는 그 계측 오차분 만큼 레티클 위치를 보정하는 등 다른 수법을 적용하여도 된다.
- [0144] 또, 상기 실시형태에서는, 각 헤드 (60₁ ~ 60₄) (인코더 (70₁ ~ 70₄)) 로서, XY 평면 내의 1 축 방향과 Z 축 방향을 계측 방향으로 하는 2 차원 인코더를 채용한 경우에 대하여 예시하였지만, 그것에 제한되지 않고, XY 평면 내의 1 축 방향을 계측 방향으로 하는 1 차원 인코더와 Z 축 방향을 계측 방향으로 하는 1 차원 인코더 (혹은 비인코더 방식의 면위치 센서 등) 을 채용하여도 된다. 또는, XY 평면 내에서 서로 직교하는 2 축 방향을 계측 방향으로 하는 2 차원 인코더를 채용하는 것도 가능하다. 또, X 축, Y 축 및 Z 축 방향의 3 방향을 계측 방향으로 하는 3 차원 인코더 (3DOF 센서) 를 채용하여도 된다.
- [0145] 또, 상기 각 실시형태에서는, 노광 장치가 스캐닝 스텝퍼인 경우에 대해 설명했지만, 그것에 제한되지 않고, 스텝퍼 등의 정지형 노광 장치에 상기 실시형태를 적용하여도 된다. 스텝퍼의 경우에도, 노광 대상의 물체가

탑재된 스테이지 (테이블) 의 위치를 인코더로 측정하는 것에 의해, 간섭계에 의해 이러한 스테이지 (테이블) 의 위치를 측정하는 경우와 달리, 공기 요동에 기인하는 위치 측정 오차의 발생을 실질적으로 영으로 하는 것이 가능하고, 인코더의 측정치에 기초하여, 스테이지 (테이블) 을 고정밀도로 위치 결정하는 것이 가능하게 되고, 결과적으로 고정밀도인 레티클 패턴의 웨이퍼 상에의 전사가 가능하게 된다. 또, 쇼트 영역과 쇼트 영역을 합성하는 스텝-앤드-스티치 방식의 투영 노광 장치에도 상기 실시형태는 적용하는 것이 가능하다. 또, 예를 들면, 미국특허 제 6, 590, 634 호, 미국특허 제 5, 969, 441 호, 미국 특허 제 6, 208, 407 호 등에 개시되어 있는 바와 같이 복수의 웨이퍼 스테이지를 구비한 멀티 스테이지형의 노광 장치에 상기 실시형태를 적용하여도 된다. 또, 예를 들면, 미국 특허출원공개 제 2007/0211235 호 및 미국 특허출원공개 제 2007/0127006 호 등에 개시되어 있는 바와 같이 웨이퍼 스테이지와는 별도로, 측정 부재 (예를 들면, 기준 마크, 및/또는 센서 등) 를 포함하는 측정 스테이지를 구비하는 노광 장치에 상기 실시형태를 적용하여도 된다.

[0146] 또, 상기 실시형태의 노광 장치를, 예를 들면 국제 공개 제 99/49504 호, 미국 특허출원공개 제 2005/0259234 호 등에 개시되는 액침형으로 하여도 된다.

[0147] 또, 상기 실시형태의 노광 장치에 있어서의 투영 광학계는 축소계만이 아니라 등배계 및 확대계 중 어느 것이어도 되고, 투영 광학계 (PL) 는 굴절계 만이 아니라, 반사계 및 반사굴절계 중 어느 것이어도 되며, 그 투영상은 도립상 또는 정립상 중 어느 것이어도 된다.

[0148] 또, 조명광 (IL) 은, ArF 엑시머 레이저광 (파장 193 nm) 에 제한되지 않고, KrF 엑시머 레이저광 (파장 248 nm) 등의 자외광이나, F₂ 레이저광 (파장 157 nm) 등의 진공 자외광이어도 된다. 예를 들면, 미국 특허 제 7,023,610 호에 개시되어 있는 바와 같이, 진공자외광으로서 DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저로부터 발진되는 적외역, 또는 가시역의 단일 파장 레이저광을, 예를 들면 에르븀 (또는 에르븀과 이테르븀의 양방) 이 도프된 파이버 앰프로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 사용하여 자외광으로 파장 변환한 고조파를 사용하여도 된다.

[0149] 또, 상기 실시형태에 있어서는, 광투과성의 기관상에 소정의 차광 패턴 (또는 위상 패턴 또는 감광 패턴) 을 형성한 광투과형 마스크 (레티클) 을 사용했다. 그러나, 그 레티클 대신에 예를 들면 미국특허 제 6,778,257 호에 개시되어 있는 바와 같이, 노광할 패턴의 전자 데이터에 기초하여, 투과 패턴, 반사 패턴, 또는 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크 (가변 성형 마스크, 액티브 마스크, 혹은 이미지 제너레이터로 불리며, 예를 들면 비발광형 화상 표시 소자 (공간광 변조기) 의 일종인 DMD (Digital Micro-mirror Device) 등을 포함한다) 를 사용하여도 된다. 이러한 가변 성형 마스크를 사용하는 경우에는, 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등이 탑재되는 스테이지가 가변 성형 마스크에 대해 주사되므로, 그 스테이지의 위치를 인코더를 사용하여 측정하는 것에 의해, 상기 실시형태와 동등한 효과를 얻는 것이 가능하다.

[0150] 또, 예를 들면 국제공개 제 2001/035168 호에 개시되어 있는 바와 같이, 간섭무늬를 웨이퍼 (W) 상에 형성하는 것에 의해, 웨이퍼 (W) 상에 라인-앤드-스페이스 패턴을 형성하는 노광 장치 (리소그래피 시스템) 에도 상기 실시형태를 적용하는 것이 가능하다.

[0151] 또, 예를 들면, 미국특허 제 6,611,316 호에 개시되어 있는 바와 같이, 2 개의 레티클 패턴을, 투영 광학계를 통해 웨이퍼 상에 합성하고, 1 회의 주사 노광에 의해 웨이퍼 상의 1 개의 쇼트 영역을 거의 동시에 이중 노광하는 노광 장치에도 상기 실시형태를 적용하는 것이 가능하다.

[0152] 또, 상기 실시형태에서 패턴을 형성할 물체 (에너지빔이 조사되는 노광 대상의 물체) 는 웨이퍼에 제한되지 않고, 유리 플레이트, 세라믹 기관, 필름 부재, 혹은 마스크 블랭크 등 다른 물체이어도 된다.

[0153] 노광 장치의 용도로서는 반도체 디바이스 제조용의 노광 장치에 한정되지 않고, 예를 들면, 직사각형의 유리 플레이트에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정 디바이스용의 노광 장치나, 유기 EL, 박막 자기 헤드, 촬상 소자 (CCD 등), 마이크로머신 및 DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용가능하다. 또, 반도체 소자 등의 마이크로디바이스 뿐만 아니라, 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X 선 노광 장치, 및 전자선 노광 장치 등에서 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위해, 유리 기관 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 상기 실시형태를 적용할 수 있다.

[0154] 또 노광 장치 등에 관련된 이제까지 인용된 모든 공보, 공개된 PCT 국제공보, 미국 특허출원 및 미국 특허의 개시 내용은 각각 참조로서 여기에 포함된다.

[0155] 반도체 소자 등의 전자 디바이스는 디바이스의 기능, 성능 설계를 행하는 단계, 그 설계 단계에 기초하여 레티

클을 제작하는 단계, 실리콘 재료로부터 웨이퍼를 제작하는 단계, 상기 실시형태의 노광 장치에 의해, 마스크에 형성된 패턴을 웨이퍼 등의 물체상에 전사하는 리소그래피 단계, 노광된 웨이퍼 (물체) 를 현상하는 현상 단계, 레지스트가 잔존하고 있는 영역 이외의 영역의 노출 부재를 에칭에 의해 제거하는 에칭 단계, 에칭이 완료되어 더 이상 불필요한 레지스트를 제거하는 레지스트 제거 단계, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키징 공정을 포함한다), 검사 단계 등을 통하여 제조된다. 그 경우, 리소그래피 단계에서, 상기 실시형태의 노광 장치 및 노광 방법이 사용되므로, 고집적도의 디바이스를 수율 좋게 제조하는 것이 가능하다.

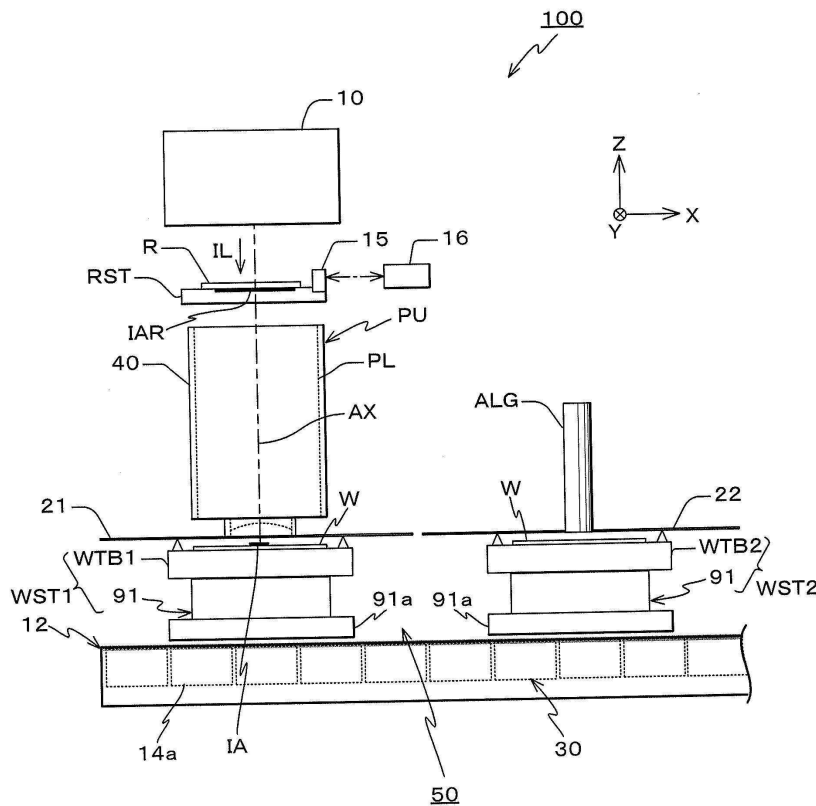
[0156] 또, 상기 실시형태의 노광 장치 (패턴 형성 장치) 는, 본원 청구의 범위에 기재된 각 구성 요소를 포함하는 각종 서브 시스템을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 갖도록, 조립하는 것에 의해 제조된다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해, 그 조립의 전후에는, 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 행해진다. 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치로의 조립 공정은 각종 서브시스템 상호의 기계적 접속, 전기회로의 배선 접속, 기압 회로의 배관 접속 등이 포함된다. 그 각종 서브 시스템으로부터 노광 장치로의 조립 공정 전에, 각 서브 시스템 개개의 조립 공정이 수행되는 것은 말할 것도 없다. 각종 서브 시스템의 노광 장치로의 조립 공정이 종료하면, 총합 조정이 행해지고, 노광 장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또, 노광 장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린 룸에서 행해지는 것이 바람직하다.

[0157] [산업상 이용가능성]

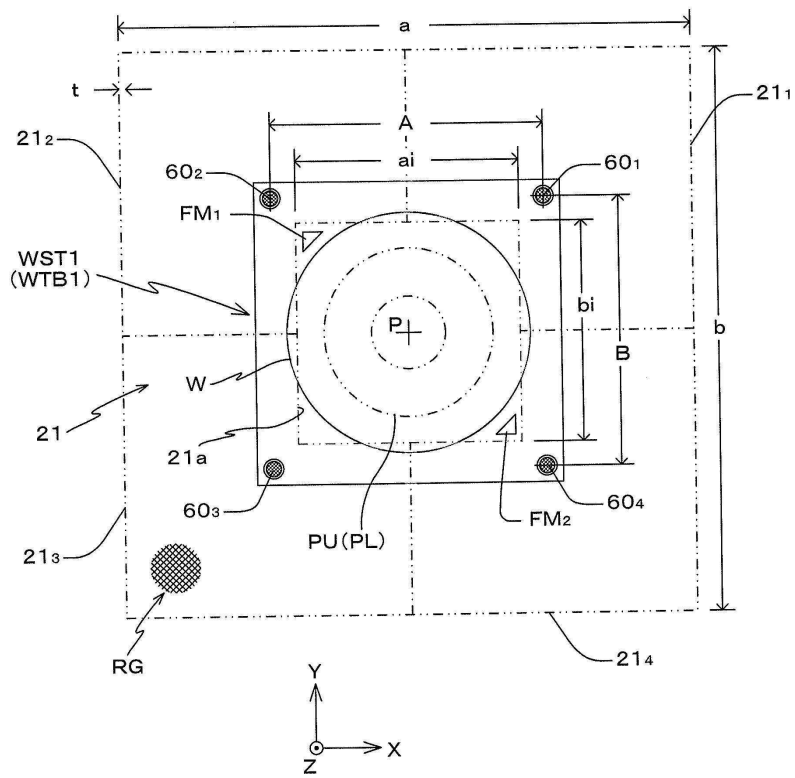
[0158] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 노광 방법 및 노광 장치는 물체를 노광하는 것에 적합하다. 또, 본 발명의 디바이스 제조 방법은, 반도체 소자 또는 액정 표시 소자 등의 전자 디바이스를 제조하는 것에 적합하다.

도면

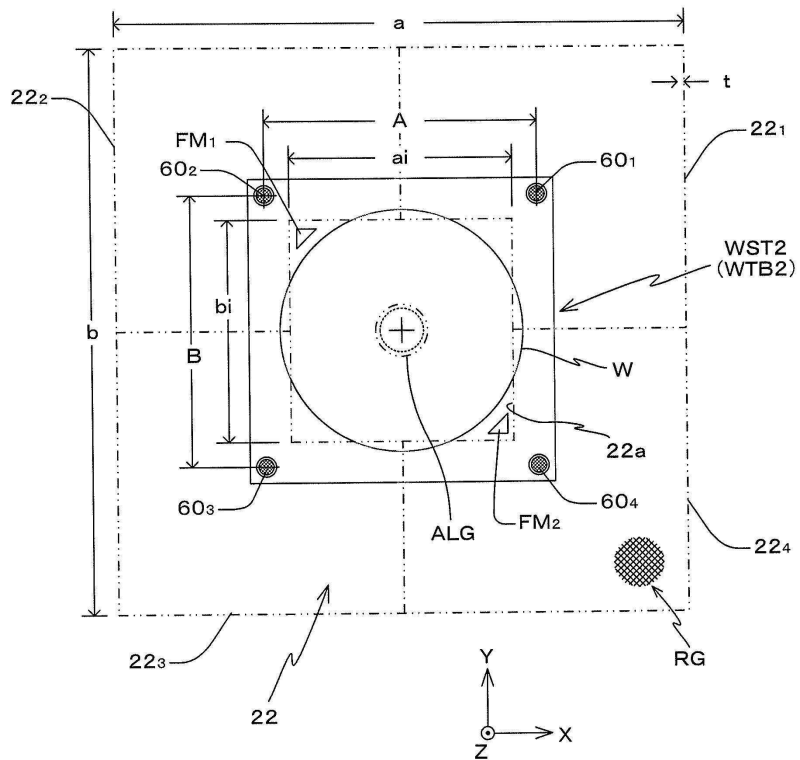
도면1



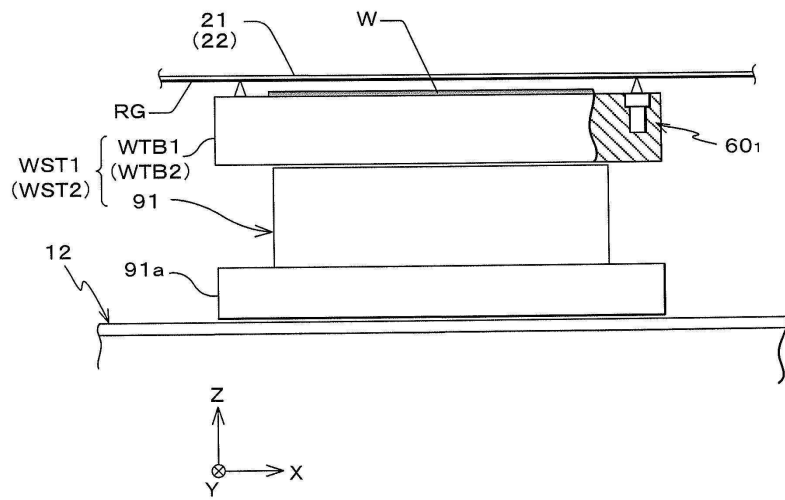
도면2



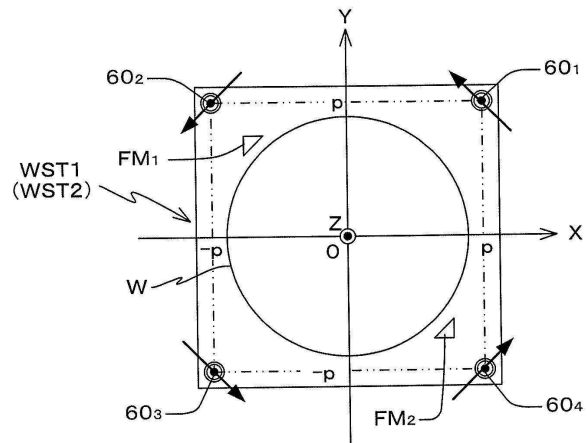
도면3



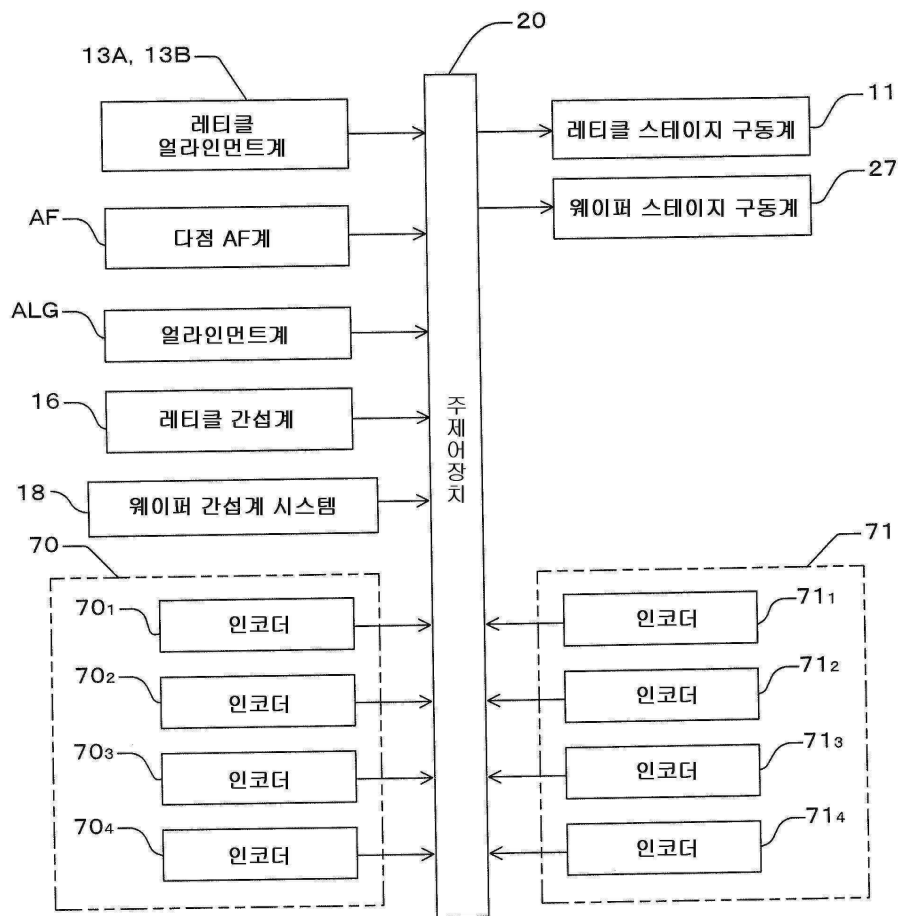
도면4



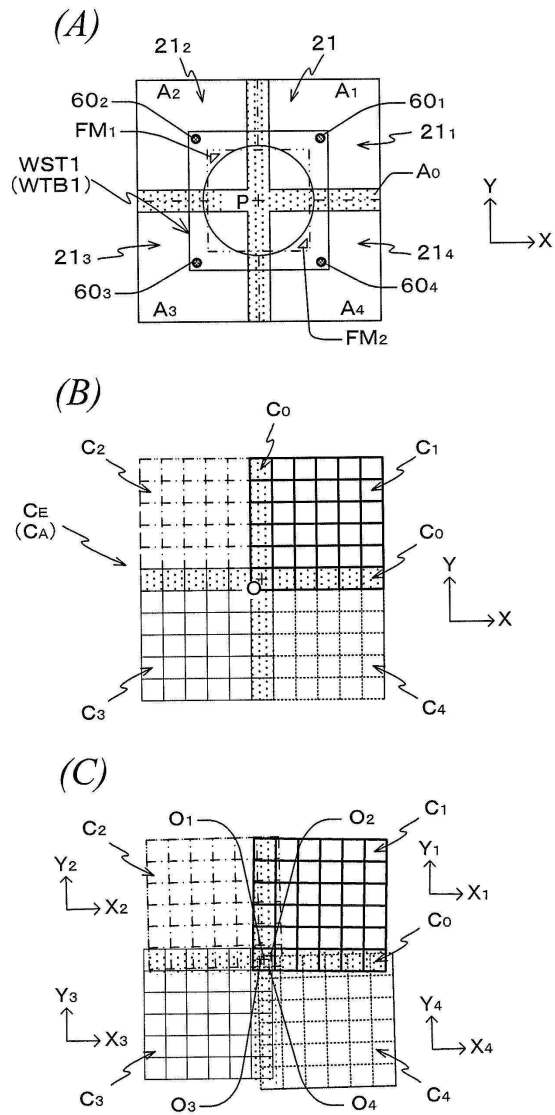
도면5



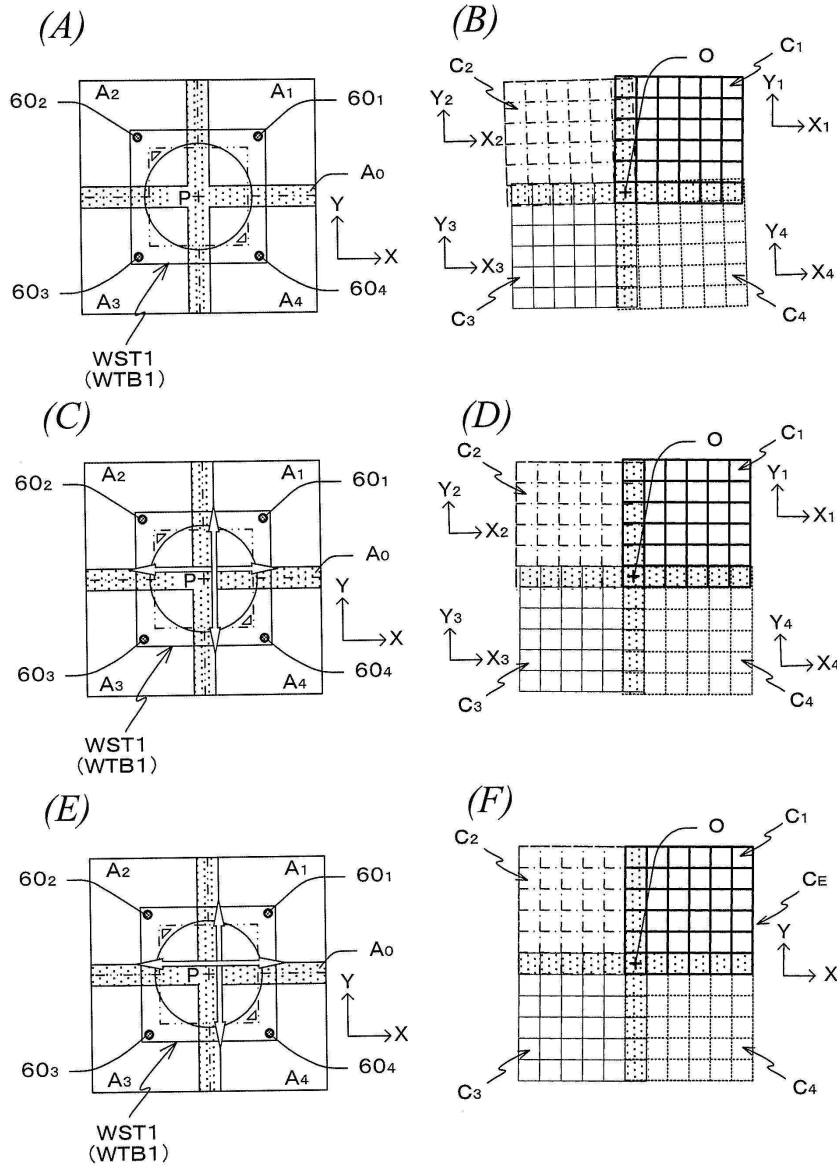
도면6



도면7

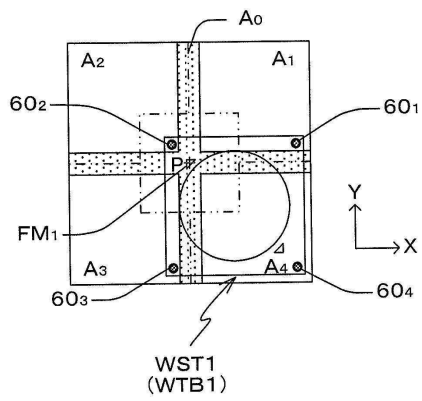


도면8

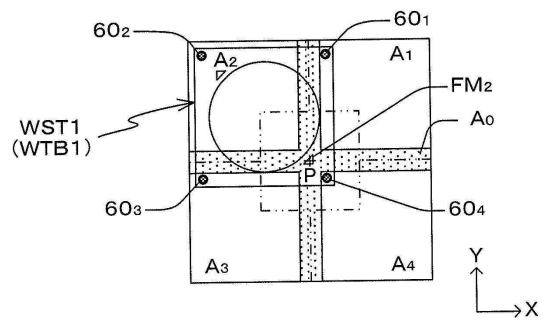


도면9

(A)

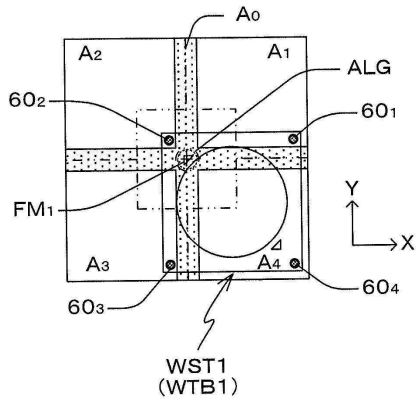


(B)

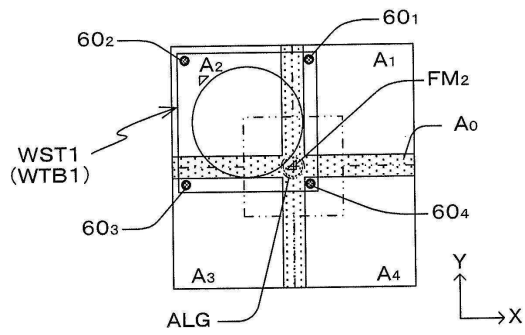


도면10

(A)



(B)



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제27항

【변경전】

전환되기 전에 상기 위치 계측계가

【변경후】

전환되기 전에 위치 계측계가