



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년02월01일
(11) 등록번호 10-1698249
(24) 등록일자 2017년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 9/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7011607
(22) 출원일자(국제) 2012년12월28일
심사청구일자 2015년07월31일
(85) 번역문제출일자 2014년04월29일
(65) 공개번호 10-2014-0107186
(43) 공개일자 2014년09월04일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/084310
(87) 국제공개번호 WO 2013/100202
국제공개일자 2013년07월04일
(30) 우선권주장
13/727,286 2012년12월26일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110096080 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고
(72) 발명자
시바자키 유이치
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고
가부시키가이샤 니콘 나이
(74) 대리인
특허법인코리어나

전체 청구항 수 : 총 17 항

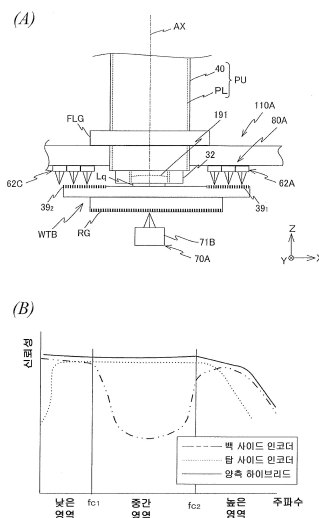
심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법

(57) 요약

노광 장치는, 웨이퍼(W)를 유지하고 XY 평면을 따라 이동가능하고 그 이면에 제공된 그레이팅(RG)을 갖는 테이블(WTB), 아래로부터 그레이팅(RG)에 제 1 계측 빔을 조사하여 테이블이 소정 범위에서 이동할 때 테이블의 제 1 위치 정보를 계측하는 인코더(70A) 및 프레임(BD)에 제공된 헤드부(62A 및 62C)를 갖고 헤드부로부터 테이블 상의 상이한 그레이팅(39₁ 및 39₂)에 제 2 계측 빔을 조사하여 테이블이 소정 범위에서 이동할 때 인코더(70A)에 의한 제 1 위치 정보의 계측과 동시에 테이블의 제 2 위치 정보를 계측할 수 있는 다른 인코더(80A)를 구비한다. 제어기는 제 1 및 제 2 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여 테이블을 구동한다.

대표도 - 도13



(30) 우선권주장

61/581,293 2011년12월29일 미국(US)

61/581,360 2011년12월29일 미국(US)

JP-P-2012-248419 2012년11월12일 일본(JP)

명세서

청구범위

청구항 1

광학계를 통해 기관을 노광하는 노광 장치로서,

상기 광학계를 지지하는 프레임 부재와,

상기 기관의 재치(載置) 영역과, 상기 재치 영역보다 낮게 배치되는 제 1 그레이팅 부재를 갖는 기관 스테이지와,

상기 기관 스테이지를 구동하는 구동 시스템과,

상기 제 1 그레이팅 부재보다 낮게 배치되는 헤드부를 갖고, 상기 기관이 상기 광학계와 대향하여 배치됨으로써 상기 제 1 그레이팅 부재와 대향하는 상기 헤드부를 통해, 상기 제 1 그레이팅 부재에 대해 하방으로부터 제 1 계측 빔을 조사하고, 상기 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 제 1 계측 시스템과,

상기 프레임 부재와 상기 기관 스테이지의 일방에 형성되는 복수의 헤드를 갖고, 상기 프레임 부재와 상기 기관 스테이지의 타방에 형성되는 제 2 그레이팅 부재에 대하여, 상기 복수의 헤드를 통해 각각 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 제 2 계측 시스템과,

상기 구동 시스템을 제어하는 제어기를 구비하고,

상기 제 1 계측 시스템과 상기 제 2 계측 시스템은, 병행하여, 상기 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 동시에, 각각 계측한 상기 기관 스테이지의 상기 위치 정보를, 병행하여 상기 제어기에 공급하고,

상기 제어기는, 상기 제 1 계측 시스템에 의해 계측된 상기 위치 정보와, 상기 제 2 계측 시스템에 의해 계측된 상기 위치 정보를 이용하여 제어 신호를 생성하고, 상기 제어 신호에 기초하여 상기 구동 시스템을 제어하는, 노광 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 제 1 계측 시스템 및 상기 제 2 계측 시스템으로부터 공급되는 상기 위치 정보에 따른 정보를, 주파수 대역에 따라 변환하는 것에 의해 상기 제어 신호를 생성하는, 노광 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기관을 비접촉으로 지지 가능한 지지부를 갖고, 상기 기관 스테이지에 재치되는 기관의 교환 동작을 위해 상기 기관을 반송하는 반송계를 추가로 구비하는, 노광 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 기관 스테이지는 그 상면의 오목부 내에 배치되고, 상기 기관의 이면을 지지하는 홀더를 갖고,

상기 지지부는, 상기 기관을 그 표면측으로부터 비접촉으로 지지하는, 노광 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 지지부는, 상기 지지한 기관의 온도 조정 및 프리얼라인먼트의 적어도 일방을 실시하는, 노광 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 지지부는, 상기 기관 스테이지에 재치되는 기관의 휨 보정에 사용되는, 노광 장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 프레임 부재에 접속되고, 상기 제 1 그레이팅 부재보다 낮게 배치되도록 상기 헤드부를 지지하는 지지 부재를 추가로 구비하고,

상기 제 1 계측 시스템은, 상기 기관 스테이지의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하기 위해서, 상기 헤드부를 통해 복수의 제 1 계측 빔을 상기 제 1 그레이팅 부재에 조사하는, 노광 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 계측 시스템이 형성되고, 상기 광학계를 통해 상기 기관의 노광이 실시되는 노광 스테이션과,

상기 프레임 부재에 지지되고, 상기 기관 스테이지에 재치되는 기관의 위치 정보를 검출하는 검출계가 배치되고, 상기 노광 스테이션과 상이한 계측 스테이션을 추가로 구비하고,

상기 계측 스테이션은, 상기 제 1 그레이팅 부재보다 낮게 배치되도록 상기 프레임 부재에 접속되는 제 2 지지 부재에 지지되는 제 2 헤드부를 갖고, 상기 검출계와 대향하여 상기 기관이 배치됨으로써 상기 제 1 그레이팅 부재와 대향하는 상기 제 2 헤드부를 통해, 상기 제 1 그레이팅 부재에 대해 그 하방으로부터 제 2 계측 빔을 조사하고, 상기 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 제 3 계측 시스템이 형성되고, 상기 검출계에 의한 상기 기관의 검출 동작에 있어서 상기 제 3 계측 시스템에 의해 상기 기관 스테이지의 위치 정보가 계측되는, 노광 장치.

청구항 9

광학계를 통해 기관을 노광하는 노광 방법으로서,

상기 기관의 재치 영역과, 상기 재치 영역보다 낮게 배치되는 제 1 그레이팅 부재를 갖는 기관 스테이지를, 상기 광학계와 대향하여 배치하는 것과,

상기 광학계와 대향하여 배치되는 상기 기관 스테이지의 상기 제 1 그레이팅 부재와 대향하는 헤드부를 통해, 상기 제 1 그레이팅 부재에 대해 하방으로부터 제 1 계측 빔을 조사하는 제 1 계측 시스템에 의해, 상기 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 것과,

상기 광학계를 지지하는 프레임 부재와 상기 기관 스테이지의 일방에 형성되는 복수의 헤드를 통해 각각 상기 프레임 부재와 상기 기관 스테이지의 타방에 형성되는 제 2 그레이팅 부재에 대해 제 2 계측 빔을 조사하는 제 2 계측 시스템에 의해 상기 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 것을 포함하고,

상기 제 1 계측 시스템과 상기 제 2 계측 시스템에 의해, 병행하여, 상기 기관 스테이지의 위치 정보가 계측되는 동시에, 각각 계측된 상기 기관 스테이지의 위치 정보가, 병행하여 제어기에 공급되고,

상기 제어기에 의해, 상기 제 1 계측 시스템에 의해 계측된 상기 위치 정보와, 상기 제 2 계측 시스템에 의해 계측된 상기 위치 정보를 이용하여 제어 신호가 생성되고, 상기 제어 신호에 기초하여 상기 기관 스테이지의 이동이 제어되는, 노광 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어 신호는, 상기 제 1 계측 시스템 및 상기 제 2 계측 시스템으로부터 제공되는 상기 위치 정보에 따른 신호를, 주파수 대역에 따라 전환하는 것에 의해 상기 제어 신호를 생성하는, 노광 방법.

청구항 11

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 기관을 비접촉으로 지지 가능한 지지부를 갖는 반송계에 의해, 상기 기관 스테이지에 재치되는 기관의 교환 동작을 위해서 상기 기관이 반송되는, 노광 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 기관은 그 이면이 상기 기관 스테이지의 상면의 오목부 내에 배치되는 홀더로 지지되고,

상기 기관의 반송 동작에 있어서, 상기 지지부에 의해 상기 기관이 그 표면측으로부터 비접촉으로 지지되는, 노광 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 지지부로 지지되는 기관의 온도 조정 및 프리얼라인먼트의 적어도 일방이 실시되는, 노광 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 지지부를 사용하고, 상기 기관 스테이지에 재치되는 기관의 휨 보정이 실시되는, 노광 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 헤드부는, 상기 제 1 그레이팅 부재보다 낮게 배치되도록, 상기 프레임 부재에 접속되는 지지 부재로 지지되고,

상기 헤드부를 통해 복수의 제 1 계측 빔을 상기 제 1 그레이팅 부재에 조사함으로써, 상기 기관 스테이지의 6 자유도 방향의 위치 정보가 계측되는, 노광 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1, 제 2 계측 시스템에 의해 상기 기관 스테이지의 위치 정보가 계측됨과 함께, 상기 광학계를 통해 상기 기관의 노광이 실시되는 노광 스테이션과 상이하고, 상기 프레임 부재에 지지되고, 상기 기관 스테이지에 재치되는 기관의 위치 정보를 검출하는 검출계가 배치되는 계측 스테이션에 있어서, 상기 검출계에 의한 상기 기관의 검출 동작 중, 상기 검출계와 대향하여 배치되는 상기 기관 스테이지의 상기 제 1 그레이팅 부재보다 낮게 배치되도록 상기 프레임 부재에 접속되는 제 2 지지 부재에 지지되는 제 2 헤드부를 통해, 상기 제 1 그레이팅 부재에 대해 그 하방으로부터 제 2 계측 빔을 조사하는 제 3 계측 시스템에 의해, 상기 기관 스테이지의 위치 정보가 계측되는, 노광 방법.

청구항 17

디바이스 제조 방법으로서,

제 9 항 또는 제 10 항에 기재된 노광 방법을 사용하여 기관을 노광하는 것과,

노광된 기관을 현상하는 것을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

청구항 71

삭제

청구항 72

삭제

청구항 73

삭제

청구항 74

삭제

청구항 75

삭제

청구항 76

삭제

청구항 77

삭제

청구항 78

삭제

청구항 79

삭제

청구항 80

삭제

청구항 81

삭제

청구항 82

삭제

청구항 83

삭제

청구항 84

삭제

청구항 85

삭제

청구항 86

삭제

청구항 87

삭제

청구항 88

삭제

청구항 89

삭제

청구항 90

삭제

청구항 91

삭제

청구항 92

삭제

청구항 93

삭제

청구항 94

삭제

청구항 95

삭제

청구항 96

삭제

청구항 97

삭제

청구항 98

삭제

청구항 99

삭제

청구항 100

삭제

청구항 101

삭제

청구항 102

삭제

청구항 103

삭제

청구항 104

삭제

청구항 105

삭제

청구항 106

삭제

청구항 107

삭제

청구항 108

삭제

청구항 109

삭제

청구항 110

삭제

청구항 111

삭제

청구항 112

삭제

청구항 113

삭제

청구항 114

삭제

청구항 115

삭제

청구항 116

삭제

청구항 117

삭제

청구항 118

삭제

청구항 119

삭제

청구항 120

삭제

청구항 121

삭제

청구항 122

삭제

청구항 123

삭제

청구항 124

삭제

청구항 125

삭제

청구항 126

삭제

청구항 127

삭제

청구항 128

삭제

청구항 129

삭제

청구항 130

삭제

청구항 131

삭제

청구항 132

삭제

청구항 133

삭제

청구항 134

삭제

청구항 135

삭제

청구항 136

삭제

청구항 137

삭제

청구항 138

삭제

청구항 139

삭제

청구항 140

삭제

청구항 141

삭제

청구항 142

삭제

청구항 143

삭제

청구항 144

삭제

청구항 145

삭제

청구항 146

삭제

청구항 147

삭제

청구항 148

삭제

청구항 149

삭제

청구항 150

삭제

청구항 151

삭제

청구항 152

삭제

청구항 153

삭제

청구항 154

삭제

청구항 155

삭제

청구항 156

삭제

청구항 157

삭제

청구항 158

삭제

청구항 159

삭제

청구항 160

삭제

청구항 161

삭제

청구항 162

삭제

청구항 163

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 노광 장치, 노광 방법 및 디바이스 제조 방법에 관한 것으로, 특히 전자 디바이스(마이크로디바이스)를 제조하는 리소그래피 프로세스에 사용되는 노광 장치 및 노광 방법 및 노광 장치 및 노광 방법을 이용한 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래에, 반도체 장치(집적 회로 등), 액정 디스플레이 장치 등의 전자 디바이스(마이크로디바이스)를 제조하는 리소그래피 프로세스에서, 스텝-앤드-리피트(step-and-repeat) 방법을 채용하는 투영 노광 장치(소위 스테퍼) 또는 스텝-앤드-스캔 방법을 채용하는 투영 노광 장치(소위 스캐닝 스테퍼(또는 스캐너라 불리움))가 주로 이용된다.

[0003] 이 타입의 노광 장치에서, 일반적으로, 패턴이 전사(또는 형성)되는 웨이퍼 또는 글래스 플레이트 등의 기판(이하, 웨이퍼라 통칭함)을 유지하면서 2차원으로 이동하는 웨이퍼 스테이지의 위치가 레이저 간섭계를 이용하여 계측되었다. 그러나, 최근의 반도체 장치의 고집적화에 따른 패턴의 미세화에 의해, 더 정밀한 웨이퍼 스테이지의 위치 제어 성능이 요구되고, 결과적으로, 레이저 간섭계의 빔 경로 상의 분위기의 온도 변화 및/또는 온도 구배의 영향에 의해 발생하는 공기 변동(air fluctuation)에 의한 계측치의 단기적 변화를 무시할 수 없게 되었다.

[0004] 이러한 문제점을 개선하기 위하여, 레이저 간섭계와 동일한 정도 이상의 계측 분해능을 갖는 인코더를 웨이퍼 스테이지의 계측 장치로서 채용하는 노광 장치에 관한 발명이 다양하게 제안되어 왔다(예를 들어, PTL1 참조). 그러나, PTL1 등에 개시된 액체 침지 노광 장치에서는, 액체가 증발할 때의 기화열 등의 영향에 의해 웨이퍼 스테이지(웨이퍼 상면에 제공된 그레이팅)가 변형될 수도 있어, 아직 개선할 여지가 있다.

[0005] 이러한 문제점을 개선하기 위하여, 발명자는 캔틸레버로 이루어진 계측 아암의 선단에 제공되는 헤드부로부터 웨이퍼를 유지하는 테이블의 이면에 제공된 그레이팅 상에 계측 빔을 조사하는 인코더 시스템을 갖춘 노광 장치를 이전에 제안하였다(예를 들어, PTL2 및 PTL3 참조).

[0006] 그러나, 이후의 연구에 의해 상기 계측 아암을 이용한 인코더 시스템에서는 약 100Hz 내지 400Hz의 대역에서 플로어 진동(floor vibration) 등을 포함하는 암진동(background vibration)의 영향이 크다는 것이 판명되었다. 특히, 웨이퍼의 대형화로, 웨이퍼가 장착되는 웨이퍼 테이블의 사이즈 또한 증가하였고, 예를 들어, 가까운 미래의 450mm의 직경을 갖는 웨이퍼가 장착되는 웨이퍼 테이블에서는, 이 위치 계측에 사용되는 계측 아암의 길이가 500mm 이상이 되고, 계측 빔이 사출되는 아암 선단부의 진동이 무시할 수 없을 것으로 예상된다.

[0007] 그러나, 반도체 장치가 점점 더 미세해짐에 따라, 웨이퍼의 위치 제어 정확도에 대한 요구사항이 점차 엄격해지고 있고, 허용가능한 위치 오차의 최대 값은 약 1nm이다. 이러한 정확도가 요구되면, 상술한 PTL2, PTL3 등에 개시된 인코더 시스템에서도, 그레이팅의 그레이팅 피치(grating pitch)의 일시적 드리프트(drift)에 의해 무시할 수 없는 정도의 계측 오차가 발생할 수도 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) [PTL1] 미국 특허 출원 2008/0088843
(특허문헌 0002) [PTL2] 미국 특허 출원 2010/0073652
(특허문헌 0003) [PTL3] 미국 특허 출원 2010/0073653

발명의 내용

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 에너지 빔에 의해 광학계를 통해 물체를 노광하는 노광 장치로서, 물체를 유지하고, 서로 직교하는 제 1 축 및 제 2 축을 포함하는 소정 평면을 따라 이동가능하고, 물체가 장착된 면에 대하

여 광학계의 반대측 상의 위치에 제공된 제 1 그레이팅을 갖는 이동 부재; 제 1 그레이팅에 제 1 계측 빔을 아래쪽으로부터 조사하고 그 제 1 계측 빔의 제 1 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 이동 부재가 소정 평면 내의 제 1 소정 범위에서 이동할 때, 이동 부재의 제 1 위치 정보를 계측하는 제 1 계측계; 이동 부재 및 이동 부재의 외부 중 한쪽에 제공된 헤드를 갖고, 그 헤드로부터 이동 부재 및 이동 부재의 외부 중의 다른쪽에 제공된 제 2 그레이팅에 제 2 계측 빔을 조사하고, 그 제 2 계측 빔의 제 2 그레이팅으로부터의 광을 수광하여, 이동 부재가 소정 평면 내의 제 1 소정 범위에서 이동할 때, 이동 부재의 제 2 위치 정보를, 제 1 계측계에 의한 제 1 위치 정보의 계측과 동시에 계측할 수 있는 제 2 계측계; 및 제 1 위치 정보와 제 2 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여, 이동 부재를 제 1 소정 범위 내에서 구동하는 구동계를 포함하는 제 1 노광 장치가 제공된다.

[0010] 이 장치에 따르면, 이동 부재는 제 1 및 제 2 계측계에 의해 각각 계측된 제 1 및 제 2 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여 구동계에 의해 제 1 소정 범위 내에서 구동된다. 따라서, 이동 부재는 항상 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여 제 1 소정 범위 내에서 양호한 정밀도로 구동될 수 있다.

[0011] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 상술한 제 1 노광 장치를 이용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0012] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 광학계를 통해 기관을 노광하는 노광 장치로서, 광학계를 지지하는 프레임 부재; 기관의 장착 영역 및 장착 영역 보다 낮게 배치된 제 1 그레이팅 부재를 갖는 기관 스테이지; 기관 스테이지를 구동하는 구동계; 제 1 그레이팅 부재보다 낮게 배치된 헤드부를 갖고, 광학계에 대향하여 배치된 기관 스테이지에 의해 제 1 그레이팅에 대향하는 헤드부를 통해, 아래쪽으로부터 제 1 그레이팅 부재로 제 1 계측 빔을 조사하여 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 제 1 계측계; 프레임 부재 및 기관 스테이지 중 하나에 제공된 복수의 헤드를 갖고, 프레임 부재 및 기관 스테이지 중의 다른 하나에 제공된 제 2 그레이팅 부재에 복수의 헤드를 통해 제 2 계측 빔 각각을 조사하여 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 제 2 계측계; 및 제 2 계측계 중 적어도 하나에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여, 구동계에 의해 기관 스테이지의 구동을 제어하는 제어기를 포함하는 제 2 노광 장치가 제공된다.

[0013] 본 장치에 따르면, 구동계에 의한 기관 스테이지의 구동은 제 1 계측계 및 제 2 계측계 중 적어도 하나에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여 제어기에 의해 제어된다. 따라서, 기관 스테이지의 위치 정보는 고정밀도로 계측되고, 높은 정밀도를 갖는 기관 스테이지의 위치 제어가 가능해진다.

[0014] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 상술한 제 2 노광 장치를 이용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0015] 본 발명의 제 5 양태에 따르면, 에너지 빔에 의해 광학계를 통해 물체를 노광하는 노광 방법으로서, 물체가 장착되고 물체가 에너지 빔에 의해 노광되는 노광 스테이션 내의 제 1 소정 범위 내에서 이동 부재가 이동할 때 소정 평면 내에서 3 자유도를 포함하여 3을 초과하는 자유도로 서로 직교하는 제 1 축 및 제 2 축을 포함하는 소정 평면을 따라 물체를 유지하면서 이동가능한 이동 부재의 위치 정보를, 각각의 헤드가 이동 부재의 물체가 장착된 장착면의 이면측 상에 제공된 그레이팅에 제 1 계측 빔 각각을 조사하고 그레이팅으로부터 각각의 복귀 광을 수광하여, 제 1 축에 평행한 제 1 방향, 제 2 축에 평행한 제 2 방향 및 소정 평면에 직교하는 제 3 방향을 계측 방향으로 하여, 적어도 하나의 계측 방향으로 이동 부재의 위치 정보를 각각 계측하는 복수의 헤드를 포함하는 제 1 계측계에 따른 계측 정보에 기초하여, 계측하는 단계; 및 제 1 소정 범위 내에서 이동 부재를 구동하고 복수의 헤드에 의한 계측 정보에 기초하여 제 1 소정수의 자유도의 방향으로 이동 부재의 위치를 제어하면서, 소정 평면 내의 3 자유도를 포함하는 3 이상의 제 1 소정수의 자유도로 이동 부재를 구동하는데 사용되는 위치 정보의 일부인 소정 계측 방향의 이동 부재의 위치 정보와, 제 1 소정수의 자유도로 이동 부재를 구동할 때 사용되지 않는 소정의 계측 방향의 이동 부재의 리턴던트 위치 정보 사이의 차이에 기초하여, 제 1 계측계의 좌표계의 소정 계측 방향의 그리드 오차를 업데이트하는 단계를 포함하는 제 1 노광 방법이 제공된다.

[0016] 본 방법에 따르면, 복수의 헤드에 의한 계측 정보에 기초하여, 소정 평면 내의 3 자유도를 포함하는 3 이상의 제 1 소정수의 자유도의 위치가 제어되면서, 물체를 유지하는 이동 부재는 노광 스테이션 내에서 제 1 소정 범위에서 구동되고, 제 1 계측계의 좌표계의 소정 계측 방향의 그리드 오차의 업데이트가 행해진다. 따라서, 적어도 이동 부재의 소정 평면 내에서 3 자유도 방향의 위치가 소정의 계측 방향의 그리드 오차의 업데이트가 수행되는 제 1 계측계의 좌표계 상에서 제어되면서, 이동 부재에 의해 유지된 물체는 광학계를 통해 에너지 빔에 노광된다. 따라서, 물체는 높은 정밀도로 노광될 수 있다.

[0017] 본 발명의 제 6 양태에 따르면, 상술한 제 1 노광 장치를 이용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0018] 본 발명의 제 7 양태에 따르면, 에너지 빔에 의해 광학계를 통해 물체를 노광하는 노광 장치로서, 물체를 유지하고, 서로 직교하는 제 1 축 및 제 2 축을 포함하는 소정 평면을 따라 이동가능하고, 물체가 장착된 장착면에 대하여 광학계의 반대측 상의 위치에 제공된 그레이팅을 갖는 이동 부재; 제 1 축에 평행인 제 1 방향, 제 2 축에 평행인 제 2 방향 및 소정 평면에 직교하는 제 3 방향을 계측 방향으로 하여, 그레이팅에 제 1 계측 빔 각각을 조사하고 그레이팅으로부터의 복귀광을 수광하여, 이동 부재의 위치 정보를 적어도 하나의 계측 방향으로 계측하는 복수의 헤드를 갖고, 물체가 에너지 빔에 의해 노광되는 노광 스테이션 내의 제 1 소정 범위 내에서 이동 부재가 이동할 때 복수의 헤드에 따른 계측 정보에 기초하여 소정 평면 내에서 3 자유도를 포함하여 3을 초과하는 자유도의 계측 방향으로 이동 부재의 위치 정보를 계측하는 제 1 계측계; 및 제 1 소정수의 자유도로 이동 부재를 구동하는데 사용되는 위치 정보의 일부인 소정 계측 방향의 이동 부재의 위치 정보와, 제 1 소정수의 자유도의 이동 부재를 구동할 때 사용되지 않는 소정 계측 방향의 이동 부재의 리턴던트 위치 정보 사이의 차이에 기초하여, 이동 부재가 제 1 소정 범위에서 이동할 때 복수의 헤드에 의한 계측 정보에 기초하여 소정 평면 내에서 3 자유도를 포함하는 3 이상의 제 1 소정수의 자유도의 방향의 이동 부재의 위치를 제어하면서 이동 부재를 구동하고, 제 1 계측계의 좌표계의 소정 계측 방향의 그리드 오차를 업데이트하는 구동계를 포함하는 제 3 노광 장치가 제공된다.

[0019] 본 장치에 따르면, 구동계에 의해, 복수의 헤드에 의한 계측 정보에 기초하여, 소정 평면 내의 3 자유도를 포함하는 3 이상의 제 1 소정수의 자유도의 위치가 제어되면서, 물체를 유지하는 이동 부재는 노광 스테이션 내에서 제 1 소정 범위에서 구동되고, 제 1 계측계의 좌표계의 소정 계측 방향의 그리드 오차의 업데이트가 행해진다. 따라서, 이동 부재가 소정의 계측 방향의 그리드 오차의 업데이트가 수행되는 제 1 계측계의 좌표계 상에서 적어도 소정 평면 내에서 3 자유도 방향으로 고정밀도로 구동되면서, 이동 부재에 의해 유지된 물체가 광학계를 통해 에너지 빔에 노광된다. 따라서, 물체는 높은 정밀도로 노광될 수 있다.

[0020] 본 발명의 제 8 양태에 따르면, 상술한 제 3 노광 장치를 이용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0021] 본 발명의 제 9 양태에 따르면, 광학계를 통해 기관을 노광하는 노광 방법으로서, 기관의 장착 영역 및 기관 스테이지가 광학계에 대향하도록 장착 영역보다 낮게 배치된 제 1 그레이팅 부재를 갖는 기관 스테이지를 위치시키는 단계; 광학계에 대향하도록 배치된 기관 스테이지의 제 1 그레이팅 부재에 대향하는 헤드부를 통해, 제 1 그레이팅 부재에 아래로부터 제 1 계측 빔을 조사하는 제 1 계측계에 의해 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 단계; 광학계를 지지하는 프레임 부재와 기관 스테이지 중 하나에 제공된 복수의 헤드의 각각을 통해, 프레임 부재 및 기관 스테이지 중의 다른 하나에 제공된 제 2 그레이팅 부재에 제 2 계측 빔을 조사하는 제 2 계측계에 의해 기관 스테이지의 위치 정보를 계측하는 단계; 및 제 1 계측계와 제 2 계측계 중 적어도 하나에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여, 구동계에 의해 기관 스테이지의 구동을 제어하는 단계를 포함하는 제 2 노광 방법이 제공된다.

[0022] 본 발명의 제 10 양태에 따르면, 상술한 제 노광 장치를 이용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치(100)의 구조를 개략적으로 나타내는 도면.
 도 2(A)는 도 1의 웨이퍼 스테이지(WST)를 나타내는 평면도, 도 2(B)는 웨이퍼 스테이지(WST)를 -Y 방향에서 본 도면(정면도).
 도 3(A)는 도 1의 계측 스테이지(MST)를 -Y 방향에서 본 도면(정면도), 도 3(B)는 계측 스테이지(MST)를 +X 방향에서 본 도면(측면도), 도 3(C)는 계측 스테이지(MST)를 나타내는 평면도.
 도 4는 도 1의 노광 장치가 구비되는 제 1 내지 제 4 탑 사이드(top side) 인코더 시스템, 얼라인먼트계(alignment systems), 다점 AF 계 등의 배치를 투영 광학계를 기준으로 하여 나타내는 도면.
 도 5는 도 4의 제 1 내지 제 4 탑 사이드 인코더 시스템 내의 구체적인 헤드 배치를 설명하는데 사용된 도면.
 도 6(A)는 척 유닛을 (-Y 방향으로부터 본) 개략 정면도, 도 6(B)는 척 유닛의 개략 평면도.

도 7은 도 1의 제 1 백 사이드 인코더 시스템의 개략적 구조를 설명하는데 사용된 도면.

도 8(A)는 제 2 백 사이드 인코더 시스템의 계측 아암의 선단부를 나타내는 사시도, 도 8(B)는 도 8(A)의 계측 아암의 선단부를 나타내는 평면도.

도 9(A)는 도 1의 제 1 백 사이드 인코더 시스템의 개략적 구조를 나타내는 설명하는데 사용된 도면, 도 9(B)는 제 2 백 사이드 인코더 시스템의 계측 아암의 선단부를 나타내는 사시도.

도 10(A) 및 도 10(B)는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)을 이용하여 수행되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 계측 및 XYZ 그리드의 차 계측을 설명하는데 사용된 도면.

도 11(A) 내지 도 11(C)는 차 계측에 의해 ΔX 맵이 얻어지는 상황을 설명하는데 사용된 도면.

도 12(A) 및 도 12(B)는 ΔY 맵 및 ΔZ 맵의 예를 각각 나타내는 도면.

도 13(A)는 제 1 탐 사이드 인코더 시스템 및 제 1 백 사이드 인코더 시스템에 의한 동시의 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 처리의 상황을 나타내는 도면, 도 13(B)는 전환부가 제 1 모드로 설정될 때 위치 계측에 의해 얻을 수 있는 하이브리드 위치 신호의 예를 나타내는 도면.

도 14(A) 및 도 14(B)는 제 1 탐 사이드 인코더 시스템의 좌표계의 리프레쉬를 설명하는 도면.

도 15는 언로딩 장치의 구조를 설명하는데 사용된 도면.

도 16은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치의 제어계를 주로 구성하는 메인 제어기의 입출력 관계를 나타내는 블록도.

도 17은 도 16의 제 1 및 제 2 미동 스테이지 위치 계측계의 구체적인 구조의 예를 나타내는 도면.

도 18은 도 16의 전환부(150A)의 구조의 예를 나타내는 블록도.

도 19는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 1).

도 20(A) 내지 도 20(D)는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는 도면 및 웨이퍼 스테이지 상의 로딩 절차를 설명하는데 사용된 도면(제 2).

도 21은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 3).

도 22는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 4).

도 23은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 5).

도 24는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 6).

도 25는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 7).

도 26(A) 내지 도 26(D)는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는 도면 및 척 유닛 아래의 영역으로 다음 웨이퍼를 이동하는 것을 설명하는데 사용된 도면(제 8).

도 27은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 9).

도 28은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 10).

도 29는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 11).

도 30은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 12).

12).

도 31은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 13).

도 32(A) 내지 도 32(D)는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는 도면 및 대기 위치에서 기다리는 웨이퍼를 캐리어 시스템 사이의 전달 위치로 이동시키는 절차를 설명하는데 사용된 도면 (제 14).

도 33은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 15).

도 34는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 16).

도 35는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 17).

도 36(A) 내지 도 36(D)는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는 도면 및 웨이퍼 스테이지로부터 노광된 웨이퍼의 언로딩 절차를 설명하는데 사용된 도면(제 18).

도 37은 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 19).

도 38(A) 내지 도 38(E)는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는 도면 및 대기 위치에서 기다리는 웨이퍼를 캐리어 시스템 사이의 전달 위치로 이동시키는 절차를 설명하는데 사용된 도면(제 20).

도 39는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치의 구조를 나타내는 개략 평면도.

도 40은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치의 제어계를 주로 구성하는 메인 제어기의 입출력 관계를 나타내는 블록도.

도 41은 도 39의 제 1 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템 내의 헤드의 구체적인 배치를 설명하는데 사용된 도면.

도 42는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 1).

도 43은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 2).

도 44는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 3).

도 45는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 4).

도 46은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 5).

도 47은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 6).

도 48은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 7).

도 49는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 8).

도 50은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 9).

도 51은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리

동작을 설명하는데 사용된 도면(제 10).

도 52는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 11).

도 53은 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 12).

도 54는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 13).

도 55는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치에서 2개의 웨이퍼 스테이지 및 계측 스테이지를 이용한 동시 처리 동작을 설명하는데 사용된 도면(제 14).

도 56은 간접계 시스템으로 구성되는 계측 스테이지 위치 계측계 대신에 인코더 시스템으로 구성된 계측 테이블의 위치를 계측하는 계측계가 사용되는 변형예를 설명하는데 사용된 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

- 제 1 실시형태

[0025]

이하에서, 도 1 내지 도 38(E)를 참조하여 제 1 실시형태를 설명한다.

[0026]

도 1은 제 1 실시형태에 관련된 노광 장치(100)의 구조를 개략적으로 나타내는 도면이다. 이 노광 장치(100)는 스텝-앤드-스캔 방법을 이용한 투영 노광 장치 또는 소위 스캐너이다. 후술하는 바와 같이, 본 실시형태에서는, 투영 광학계(PL)가 제공되고, 이하에서는, 이 투영 광학계(PL)의 광축(AX)과 평행한 방향을 Z축 방향(Z 방향), Z방향에 직교하는 면에서 레티클과 웨이퍼가 상대 주사하는 방향을 Y축 방향(Y 방향), Z축 및 Y축에 직교하는 방향을 X축 방향(X 방향)이라 하고, X축, Y축 및 Z축 주변의 회전(경사) 방향을 각각 θ_x , θ_y 및 θ_z 방향이라 한다.

[0027]

도 1에 도시된 바와 같이, 노광 장치(100)는 베이스 보드(12) 상의 +Y축 단부 부근에 배치된 노광부(200), 베이스 보드(12) 상의 -Y축 단부 부근에 배치된 계측부(300), 베이스 보드(12) 상에서 XY 평면 내에서 독립적으로 2차원으로 이동하는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST), 이들의 제어계 등을 구비한다. 이하의 설명에서, 편의를 위하여, 노광부(200) 및 계측부(300)의 장소를 나타내는 용어로서, 노광부 및 계측부와 동일한 참조 번호를 이용하여 노광 스테이션(200) 및 계측 스테이션(300)이라 한다.

[0028]

여기서, 베이스 보드(12)는 바닥면 상에서 진동 방지(vibration-proof) 기구(도면에 생략)에 의해 (XY 평면에 평행하게) 거의 수평으로 지지되어 있다. 베이스 보드(12)는 평평한 외부 형상을 갖는 멤버로 구성된다. 또한, 도 1에서, 웨이퍼 스테이지(WST)는 노광 스테이션(200)에 위치하고, 웨이퍼(W)가 웨이퍼 스테이지(WST) 상에(보다 구체적으로, 후술하는 웨이퍼 테이블(WTB) 상에) 유지된다. 또한, 계측 스테이지(MST)는 노광 스테이션(200) 내 및 그 부근에 위치한다. 웨이퍼 스테이지(WST)를 이용한 웨이퍼(W)의 노광 동작시, 계측 스테이지(MST)는 투영 광학계(PL) 하부에서 이동하는 웨이퍼 스테이지(WST)와 접촉하지 않도록 투영 광학계(PL) 하부의 영역으로부터 떨어진 소정의 위치(철회(withdrawal) 위치 또는 대기 위치)에 위치한다. 또한, 웨이퍼(W)의 노광 동작이 완료되기 전에, 계측 스테이지(MST)는 투영 광학계(PL) 하부에서 이동하는 웨이퍼 스테이지(WST)에 접근하도록 상대적으로 이동하고, 늦어도 노광이 완료되었을 때, 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)가 근접하여(또는 접촉하여) 위치한다. 또한, 서로 근접해 있는 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)는 투영 광학계(PL)에 대하여 이동하고, 계측 스테이지(MST)는 웨이퍼 스테이지(WST) 대신에 투영 광학계(PL)에 대면하도록 배치된다. 부수적으로, 웨이퍼(W)의 노광 동작 후에, 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 서로 근접시키는 상대 이동의 일부가 수행될 수 있다.

[0029]

노광부(200)는 조명계(10), 레티클 스테이지(RST), 투영 유닛(PU), 로컬 액체 침지 장치(8) 등을 구비한다.

[0030]

조명계(10)는 예를 들어 미국 특허 출원 공개 2003/0025890 등에 개시되며, 광원, 및 옵티컬 인테그레이터(optical integrator)를 포함하는 조도 균일화 광학계 및 레티클 블라인드(reticle blind)(모두 도시되지 않음) 등을 갖는 조명 광학계를 포함한다. 조명계(10)는 레티클 블라인드(또한 마스크 시스템이라 함)에 의해 설정(제한)된 레티클(R) 상의 슬릿 slit) 형상 조명 영역(IAR)을 조명광(노광광)(IL)에 의해 거의 균일한 조도로 조명한다. 여기에서, 조명광(IL)로서, 일 예로서, ArF 엑시머 레이저 빔(파장 193 nm)이 사용된다.

[0031]

레티클 스테이지(RST) 상에는, 그 패턴면(도 1의 하면) 상에 회로 패턴 등이 형성된 레티클(R)이 예를 들어 진

공 흡착에 의해 고정되어 있다. 레티클 스테이지(RST)는 예를 들어 리니어 모터 등을 포함하는 레티클 스테이지 구동계(11)(도 1에서는 도시되지 않음, 도 16 참조)에 의해 XY 평면 내에서 미세 구동가능함과 동시에 주사 방향(도 1의 지면의 좌우 방향인 Y축 방향)으로 소정의 주사 속도로 구동가능하게 되어 있다.

[0032]

레티클 스테이지(RST)의 (θ_z 방향의 회전 정보를 포함하는) XY 평면 내의 위치 정보는 레티클 레이저 간섭계(이하, "레티클 간섭계"라 함)(13)를 이용하여 레티클 스테이지(RST)에 고정된 이동가능 미러(15)(실제로는, Y축 방향에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동가능 미러(또는 레트로리플렉터(retroreflector)) 및 X축 방향으로 직교하는 반사면을 갖는 X 이동가능 미러가 제공됨)를 통해 예를 들어 0.25nm 정도의 분해능으로 항상 검출된다.

레티클 간섭계(13)의 계측값은 메인 제어기(20)(도 1에 도시되지 않음, 도 16 참조) 전송된다. 부수적으로, 레티클 스테이지(RST)의 위치 정보는, 레티클 간섭계(13) 대신에, 예를 들어 미국 특허 7,839,485 등에 개시된 인코더 시스템을 이용하여 계측될 수 있다. 이 경우, 그레이팅이 형성된 그레이팅 멤버(스케일 플레이트(scale plate) 또는 그리드 플레이트(grid plate) 및 인코더 헤드 중 하나가 레티클 스테이지(RST)의 하면측 상에 제공되고 다른 하나가 레티클 스테이지(RST)의 하부에 배치되거나, 그레이팅부 및 인코더 헤드의 하나가 레티클 스테이지(RST)의 상면측 상에 제공되고 다른 하나가 레티클 스테이지(RST)의 상부에 배치될 수 있다.

또한, 레티클 스테이지(RST)는 후술하는 웨이퍼 스테이지(WST)에서처럼 조동/미동 구조를 가질 수 있다.

[0033]

투영 유닛(PU)은 도 1에서 레티클 스테이지(RST) 하부에 배치된다. 투영 유닛(PU)은 도시되지 않은 지지 부재에 의해 수평으로 지지된 메인 프레임(메트로로지(metrology) 프레임)(BD)에 의해 투영 유닛의 외주부에 제공된 플랜지부(FLG)를 통해 지지된다. 메인 프레임(BD)은 조명 광학계 또는 레티클 스테이지(RST) 중 적어도 일부가 설치된 노광 장치(100)의 메인부 프레임의 일부를 구성하고, 본 실시형태에서는, 설치면(예를 들어, 바닥면 등) 상에 배치된 복수(예를 들어, 3 또는 4)의 지지 부재(미도시)에 의해 진동 격리 기구의 각각을 통해 지지된다. 부수적으로, 설치면 상에서, 후술하는 베이스 보드(12)가 배치된다. 또한, 진동 격리 기구는 각 지지 부재와 메인 프레임(BD) 사이에 배치될 수 있다. 또한, 예를 들어, PCT 국제 공개 2006/038952에 개시된 바와 같이, 투영 유닛(PU)은 투영 유닛(PU) 상에 배치된 메인부 프레임의 일부에 대하여 현가 방식(suspended manner)으로 지지될 수 있다.

[0034]

투영 유닛(PU)은 배럴(40) 및 배럴(40) 내에 유지되는 투영 광학계(PL)를 포함한다. 투영 광학계(PL)로서, 예를 들어, Z축에 평행한 광축(AX)을 따라 배치된 복수의 광학 소자(렌즈 소자)로 구성된 굴절계가 사용된다.

투영 광학계(PL)는 예를 들어 양측 텔레센트릭이고, 소정의 투영 배율(예를 들어, 1/4배, 1/5배, 또는 1/8배 등)을 갖는다. 그러므로, 레티클(R) 상의 조명 영역(IAR)은 조명계(10)로부터의 조명광(IL)에 의해 조명되면, 투영 광학계(PL)의 제 1 면(물체면) 및 패턴면이 거의 일치하여 배치되는 레티클(R)을 통과한 조명광(IL)에 의해, 투영 광학계(PL)(투영 유닛(PU))를 통해 그 조명 영역(IAR) 내의 레티클(R)의 회로 패턴의 축소 이미지(회로 패턴의 일부의 축소 이미지)가, 투영 광학계(PL)의 제 2 면(이미지면) 측에 배치되고 표면에 레지스트(감광제)가 도포된 웨이퍼(W) 상의 조명 영역(IAR)에 공역(conjugate)인 영역(이하, 노광 영역이라고도 한다)(IA)에 형성된다. 또한, 레티클 스테이지(RST)와 웨이퍼 스테이지(WST)(보다 정확하게는, 웨이퍼(W)를 유지하는 후술하는 미동 스테이지(WFS))의 동기 구동에 의해, 조명 영역(IAR)(조명광(IL))에 대하여 레티클(R)을 주사 방향(Y축 방향)으로 상대 이동시킴과 동시에, 노광 영역(IA)(조명광(IL)에 대하여 웨이퍼(W)를 주사 방향(Y축 방향)으로 상대 이동시킴으로써, 웨이퍼(W) 상의 1개의 샷 영역(shot area)(분할 영역)의 주사 노광이 행해지고, 그 샷 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 감광층(레지스트층)의 노광에 의해 웨이퍼(W) 상에 그 패턴이 형성된다.

[0035]

로컬 액체 침지 장치(8)는 노광 장치(100)가 액체 침지 방식의 노광을 행하는 것에 대응하여 제공된다. 로컬 액체 침지 장치(8)는 액체 공급 장치(5), 액체 회수 장치(6)(모두 도 1에는 도시되지 않음, 도 16 참조) 및 노즐 유닛(32) 등을 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 노즐 유닛(32)은, 이미지면측(웨이퍼(W)측)에 가장 가까운 투영 광학계(PL)를 구성하는 광학 소자, 이 경우에는, 렌즈(이하 "선단 렌즈" 또는 "마지막 렌즈"라 함)(191)를 유지하는 배럴(40)의 하단부 주변을 둘러싸도록 도시되지 않은 지지 부재를 통해 투영 유닛(PU) 등을 지원하는 메인 프레임(BD)에 현가 방식으로 지지되어 있다. 노즐 유닛(32)은, 액체(Lq)의 공급구 및 회수구와, 웨이퍼(W)가 대향하고 회수구가 제공된 하면과, 액체 공급관(31A) 및 액체 회수관(31B)(모두 도 1에는 도시되지 않음, 도 4 참조)과, 이들 관에 각각 접속된 공급 유로 및 회수 유로를 구비한다. 액체 공급관(31A)은 그 타단이 액체 공급 장치(5)(도 1에서는 도시되지 않음, 도 16 참조)에 접속된 도시되지 않은 공급관의 일단에 접속되어 있고, 액체 회수관(31B)은 그 타단이 액체 회수 장치(6)(도 1에서는 도시되지 않음, 도 14 참조)에 접속된 도시되지 않은 회수관의 일단에 접속되어 있다. 또한, 노즐 유닛(32)은 그 내에 공급 유로

및 회수 유로를 갖고, 액체 공급관(31A) 및 액체 회수관(31B)은 공급 유로 및 회수 유로를 통해 각각 공급 포트 및 회수 포트에 접속된다. 또한, 노즐 유닛(32)은 그 하면 상에서 투영 광학계(PL)로부터 방출된 조명광(IL)이 통과하는 개구부를 갖고, 회수 포트는 개구부 주변에 배치된다. 본 실시형태에서는, 공급 포트가 선단 렌즈를 둘러싸는 노즐 유닛(32)의 내측면 상에 배치되지만, 공급 포트와는 상이한 공급 포트가 노즐 유닛(32)의 개구부에 대하여 회수 포트의 내측 상의 하면측 상에 배치될 수 있다.

[0036] 본 실시형태에서는, 메인 제어기(20)는 액체 공급 장치(5)(도 16 참조)를 제어하여 액체 공급관(31A) 및 노즐 유닛(32)을 통해 선단 렌즈(181)와 웨이퍼(W) 사이의 공간으로 액체를 공급하고, 액체 회수 장치(6)(도 16 참조)를 제어하여 노즐 유닛(32) 및 액체 회수관(31B)을 통해 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W) 사이로부터 액체를 회수한다. 이 동작 상에서, 메인 제어기(20)는 공급되는 액체의 양과 회수되는 액체의 양이 항상 동일해지도록 액체 공급 장치(5) 및 액체 회수 장치(6)를 제어한다. 따라서, 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W) 사이에는 고정된 양의 액체(Lq)(도 1 참조)가 항상 교체되어 유지된다. 로컬 액체 침지 장치(8)는 노즐 유닛(32)을 통해 공급된 액체(Lq)에 의해 투영 광학계(PL) 하부의 액체 침지 영역을 형성할 뿐만 아니라 노즐 유닛(32)을 통해 액체 침지 영역으로부터의 액체를 회수하고 웨이퍼(W)의 일부에서만 액체(Lq)를 유지하거나 투영 광학계(PL)에 대향하여 배치된 웨이퍼 스테이지(WST)(미동 스테이지(WFS))의 상면 상의 액체(Lq)를 가둠으로써 또는 결과적으로 웨이퍼(W)의 표면보다 작은 로컬 영역 내의 액체를 가둠으로써 액체 침지 영역을 형성할 수 있다. 그러므로, 노즐 유닛(32)은 또한 액체 침지 부재, 액체 침지 공간 형성 부재, 액체 감금 부재, 액체 격납 부재 등이라 할 수 있다. 본 실시형태에서, 상기 액체로서, ArF 엑시머 레이저 빔(193nm의 파장을 갖는 광)을 투과하는 순수(pure water)가 사용된다. ArF 엑시머 레이저 빔에 대한 순수의 굴절률(n)은 약 1.44이고, 순수에서, 조명광(IL)의 파장은 $193\text{nm} \times 1/n \approx 134\text{nm}$ 로 짧아진다.

[0037] 본 실시형태에서는, 노즐 유닛(32)이 메인 프레임(BD)에 의해 현가 방식으로 지지되지만, 노즐 유닛(32)은 예를 들어 메인 프레임(BD)과 다른 상술한 설치면 상에 배치된 프레임 부재 등의 메인 프레임(BD)과 다른 프레임 부재에 제공될 수 있다. 이것은 노즐 유닛(32)으로부터 투영 광학계(PL)로 진동이 이동하는 것을 억제 또는 방지할 수 있다. 또한, 액체(Lq)와 접촉하는 노즐 유닛(32)의 하면측(액체 침지 영역의 인터페이스) 상의 노즐 유닛(32)의 일부는 이동가능하고, 노즐 유닛(32)의 일부가 이동하여 웨이퍼 스테이지(WST) 및 노즐 유닛(32) 간의 상대 속도가 웨이퍼 스테이지(WST)의 이동시 작아질 수 있다. 이것은, 특히, 웨이퍼(W)의 노광 동작시, 액체 침지 영역으로부터 액체(Lq)의 일부가 떨어지는 것 및 웨이퍼 스테이지(WST)의 상면 또는 웨이퍼(W)의 표면 상에 액체가 남아 있는 것을 억제 또는 방지할 수 있다. 이 경우, 웨이퍼 스테이지(WST)의 이동시, 노즐 유닛(32)의 일부가 끊임없이 이동하거나 노즐 유닛(32)의 일부가 노광 동작의 일부에서, 예를 들어 웨이퍼 스테이지(WST)의 스테핑 동작(steping operation)에서만, 이동할 수 있다. 또한, 노즐 유닛(32)의 일부는 예를 들어 회수 포트 및 하면의 적어도 일부를 갖는 이동가능 유닛 또는 액체와 접촉하는 하면을 갖고 노즐 유닛(32)에 대하여 상대적으로 이동가능한 플레이트일 수 있다.

[0038] 이러한 부분 이외에도, 노광부(200)는 메인 프레임(BD)로부터 지지 부재(72A)를 통해(예지 부근에서 지지되는) 캔틸레버 상태에서 실질적으로 지지되는 계측 아암(71A)을 갖는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 후술하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)(도 1에는 도시되지 않음, 도 16 등 참조)을 포함하는 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)를 구비한다. 그러나, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)는 편의를 위하여 후술하는 미동 스테이지의 설명 후에 설명한다.

[0039] 계측부(300)는 메인 프레임(BD)에 제공된 얼라인먼트 장치(99), 메인 프레임(BD)에 제공된 다점 초점 검출계(이하, 다점 AF 계라 한다)(90a, 90b)(도 1에는 도시되지 않음, 도 16 등 참조), 및 메인 프레임(BD)로부터 지지 부재(72B)를 통해(예지 부근에서 지지되는) 캔틸레버 상태에서 실질적으로 지지되는 계측 아암(71B)을 갖는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 후술하는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(도 1에는 도시되지 않음, 도 16 등 참조)을 포함하는 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)를 구비한다. 또한, 얼라인먼트 장치(99)의 주변에는, 도 1에 도시된 바와 같이, 척 유닛(120)이 제공된다. 부수적으로, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110)는 또한 편의를 위하여 후술하는 미동 스테이지의 설명 후에 설명한다. 또한, 얼라인먼트 장치(99)는 또한 얼라인먼트 검출계 또는 마크 검출계라 한다.

[0040] 얼라인먼트 장치(99)는 도 4에 도시된 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)를 포함한다. 이것을 상세히 설명하기 위하여, 도 4 및 5에 도시된 바와 같이, 투영 유닛(PU)의 중심(투영 광학계(PL)의 광축(AX)), 또한 본 실시형태에서는 상술한 노광 영역(IA)의 중심과 일치)을 통과하는 직선(이하, 기준 축이라 함)(LV) 상에, 검출 중심이 광축(AX)로부터 -Y측으로 소정의 거리만큼 떨어진 위치에 위치한 상태에서, 프라이머리 얼라인먼트계

(AL1)가 배치된다. 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)를 사이에 두고 X축 방향의 일측 및 다른 측상에, 검출 중심이 기준 축(LV)에 거의 대칭으로 배치되는 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₁ 및 AL2₂, 그리고 AL2₃ 및 AL2₄)가 제공된다. 즉, 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)의 검출 중심은 X축 방향을 따라 배치된다. 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)의 각각으로서, 예를 들어, 웨이퍼 상의 레지스트를 노광하지 않는 광대역 검출 빔을 대상 마크에 조사하여 대상 마크로부터의 반사광에 의해 수광면 상에 형성된 대상 마크의 이미지 및 도시되지 않은 지표(각 얼라인먼트계 내에 제공된 지표 플레이트 상의 지표 패턴)의 이미지가 촬상 소자(CCD 등)을 이용하여 촬상되어 촬상 신호가 출력되는 화상 처리 방식을 채용한 FIA(Field Image Alignment) 계가 사용된다. 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)로부터의 촬상 신호는 메인 제어기(20)(도 16 참조)에 공급된다. 얼라인먼트 장치(99)의 세부 구조는 예를 들어 미국 특허 출원 공개 2009/0233234에 개시되어 있다. 또한, 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)는 각각 촬상 방법에 제한되지 않고, 예를 들어, 얼라인먼트 마크(회절 그레이팅) 상의 코히어런트 계측 광을 조사하는 방법을 채용할 수 있다.

[0041] 도 4 및 5에 도시된 다점 AF 계로서, 송광계(light transmitting system; 90a) 및 수광계(90b)로 이루어진 경사 입사 방식(oblique-incidence method)을 채용한 다점 AF 계가 제공된다. 다점 AF 계(90a, 90b)와 유사한 구조는 예를 들어 미국 특허 5,448,332에 개시되어 있다. 본 실시형태에서, 일 예로서, 송광계(90a) 및 수광계(90b)는 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 검출 중심을 통과하고 X축에 평행한 직선(기준축)(LA)의 +Y측 상에서 동일한 거리만큼 떨어진 위치에서 기준 축(LV)에 대칭으로 배치된다. 송광계(90a) 및 수광계(90b) 간의 X축 방향의 간격은 후술하는 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 제공된 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂)(도 2(A) 참조) 사이의 간격보다 넓게 설정된다.

[0042] 다점 AF 계(90a, 90b)의 복수의 검출점은 피검면 상에서 X축 방향을 따라 소정의 간격을 두고 배치된다. 본 실시형태에서, 예를 들면, 검출점은 1행 M열(M은 검출점의 총수) 또는 2행 N열(N은 검출점의 총수의 1/2)의 매트릭스의 형태로 배치된다. 도 4 및 5에서, 검출 빔이 조사되는 복수의 검출점은 개별적으로 도시되지 않고 송광계(90a)와 수광계(90b) 사이의 X축 방향으로 연장하는 가늘고 긴 검출 영역(AF)으로서 도시된다. 이 검출 영역(AF)의 X축 방향의 길이는 웨이퍼(W)의 직경과 거의 동일하게 설정되므로, Z축 방향의 웨이퍼(W)의 거의 전체 면의 위치 정보(표면 위치 정보)는 단순히 웨이퍼(W)를 Y축 방향으로 한번 스캐닝함으로써 계측될 수 있다. 또한, Y축 방향에 대하여, 이 검출 영역(AF)은 투영 광학계(PL)(노광 영역(IA)) 및 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)의 검출 영역 사이에 배치되므로, 다점 AF 계 및 얼라인먼트계는 검출 동작을 동시에 수행할 수 있다.

[0043] 부수적으로, 복수의 검출점이 1행 M열 또는 2행 N열로 배치되지만, 행 및/또는 열의 수는 이에 제한되지 않는다. 그러나, 행의 수가 2 이상인 경우, 상이한 행의 사이에서도 검출점의 X축 방향의 위치를 달리하는 것이 바람직하다. 또한, 복수의 검출점이 X축 방향을 따라 배치되지만, 이러한 배치 이외에도, 복수의 검출점의 전부 또는 일부가 Y축 방향에 대하여 상이한 위치에 배치될 수 있다. 예를 들어, 복수의 검출점은 X축 및 Y축에 교차하는 방향을 따라 배치될 수 있다. 즉, 복수의 검출점은 적어도 X축 방향에 대해서만 위치가 다를 수도 있다. 또한, 본 실시형태에서, 복수의 검출점 상에 검출 빔이 조사되지만, 예를 들어, 검출 빔은 검출 영역(AF) 상의 전역에 조사될 수 있다. 또한, 검출 영역(AF)의 X축 방향의 길이는 웨이퍼(W)의 직경과 동일하지 않을 수 있다.

[0044] 도 1, 도 2(B) 등으로부터 알 수 있는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST)는 조동 스테이지(WCS), 및 (예를 들어, 보이스 코일 모터 및 EI 코어 중 적어도 하나를 포함하는) 액추에이터를 통해 조동 스테이지(WCS)에 의해 비접촉 상태로 지지되고 조동 스테이지(WCS)에 대하여 상대적으로 이동할 수 있는 미동 스테이지(WFS)를 갖는다. 조동 스테이지(WCS)에는, 도시되지 않지만, 배관 및 배선이 일체화된 튜브를 통해 베이스 보드(12)의 +X축(또는 -X축) 상에 분리하여 제공된 가이드면 상에 배치된 튜브 캐리어가 접속된다. 튜브 캐리어는 전력(전류), 냉매, 압축 공기 및 진공 등의 사용 파워(power usage)를 튜브를 통해 조동 스테이지(WCS)에 공급한다. 또한, 조동 스테이지(WCS)(예를 들어, 진공 등)에 공급된 사용 파워의 일부가 미동 스테이지(WFS)에 공급된다. 튜브 캐리어는 예를 들어 선형 모터 등을 통해 메인 제어기(20)에 의해 웨이퍼 스테이지(WST)를 추종하여 X축 방향으로 구동된다. Y축 방향의 튜브 캐리어의 구동은 웨이퍼 스테이지(WST)의 Y축 방향의 구동에 엄밀하게 추종할 필요는 없고, 튜브 캐리어가 웨이퍼 스테이지(WST)를 어느 허용 범위 내에서 추종하면 된다. 또한, 튜브 캐리어는 베이스 보드(12) 상에 배치될 수 있고, 이 경우, 튜브 캐리어는 조동 스테이지(WCS)를 구동하는 평탄형(planar) 모터에 의해 구동될 수 있다. 부수적으로, 튜브 캐리어는 케이블 캐리어 또는 팔로워

(follow)라 할 수 있다. 또한, 웨이퍼 스테이지(WST)는 반드시 조동/미동 구조를 가질 필요는 없다.

[0045] 웨이퍼 스테이지(WST)(조동 스테이지(WCS))는 후술하는 평면 모터를 포함하는 조동 스테이지 구동계(51A)(도 16 참조)에 의해 X축 및 Y축 방향으로 소정의 스트로크로 구동됨과 동시에 Θ_z 방향으로 미세하게 구동된다. 또한, 미동 스테이지(WFS)는 조동 스테이지(WCS)에 대하여 상술한 액츄에이터(도 16 참조)를 포함하는 미동 스테이지 구동계(52A)에 의해 6 자유도 방향(X축, Y축, Z축, Θ_x , Θ_y 및 Θ_z 방향)으로 구동된다. 부수적으로, 조동 스테이지(WCS)는 후술하는 평면 모터에 의해 6 자유도 방향으로 구동된다.

[0046] 웨이퍼 스테이지(WST)(조동 스테이지(WCS))의 XY 평면 내의 위치 정보(Θ_z 방향의 회전 정보를 포함)는 간접계 시스템으로 구성되는 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)(도 1 및 도 16 참조)에 의해 계측된다. 또한, 노광 스테이션(200)에 있는 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보는 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)(도 1 참조)에 의해 계측된다. 부수적으로, 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)가 반드시 제공되어야 하는 것은 아니다. 이 경우, 노광 스테이션(200)에 있는 웨이퍼 스테이지(WST)의 6 자유도 방향의 위치 정보는 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)만으로 계측될 수 있다.

[0047] 또한, 조동 스테이지(WCS)가 계측 스테이션(300)에 있으면, 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보가 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)(도 1 참조)에 의해 계측된다.

[0048] 또한, 계측 스테이션(300) 내에서, 후술하는 포커스 맵핑 등을 수행할 때, 후술하는 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)(도 16 참조)에 의해 미동 스테이지(WFS)의 위치 정보가 계측된다. 실시형태에서, Y방향의 위치가 상술한 바와 같이 얼라인먼트 장치(99)의 검출 중심 및 다점 AF 계의 검출점과 다르기 때문에, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)은 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로부터 떨어져 제공된다. 그러므로, 얼라인먼트 장치(99)에 의한 웨이퍼(W) 등의 마크 검출에서, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)는 적어도 Y방향에 대하여 얼라인먼트 장치(99)의 검출 중심과 거의 동일한 위치에서 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 정보를 계측할 수 있고, 다점 AF 계에 의한 웨이퍼(W) 등의 Z 방향의 위치 정보의 계측에서, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)은 적어도 Y방향에 대하여 다점 AF 계의 검출점과 거의 동일한 위치에서 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 정보를 계측할 수 있다.

[0049] 부수적으로, Y방향의 위치가 실질적으로 동일한 경우, 또는 Y방향의 간격이 얼라인먼트 장치(99)의 검출 중심 및 다점 AF 계의 검출점 보다 작으면, 제 3 백사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)이 반드시 제공되는 것은 아니다. 이 경우, 또한 다점 AF 계의 계측 동작에서, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)는 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 정보를 계측하는데 사용될 수 있다. 또한, 얼라인먼트 장치(99)의 검출 중심 및 다점 AF 계의 검출점의 위치가 다르더라도, 제 3 백사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)이 제공되지 않고 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)만이 사용되는 경우, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)는 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 정보가 예를 들어 중심 등의 Y방향의 얼라인먼트 장치(99)의 검출 중심 및 다점 AF 계의 검출점 사이에서 계측되도록 배치될 수 있다.

[0050] 또한, 노광 스테이션(200)과 계측 스테이션(300) 사이, 즉, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)와 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B) 사이의 미동 스테이지(WFS)의 위치 정보는 후술하는 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)(도 16 참조)에 의해 계측된다. 부수적으로, 웨이퍼 스테이지의 위치 정보가 더 이상 제 1 및 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110A 및 110B)에 의해 계측될 수 없는 범위에서, 즉, 상술한 계측 범위 밖에서, 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 정보를 계측하는 계측 장치는 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)으로 제한되지 않고, 예를 들어, 간접계 시스템, 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D) 등과 다른 검출 방법 및/또는 구조를 갖는 인코더 시스템 등의 다른 계측 장치가 이용될 수 있다.

[0051] 또한, XY 평면 내의 계측 스테이지(MST)의 위치 정보는 간접계 시스템으로 이루어진 계측 스테이지 위치 계측계(16B)(도 1 및 도 16 참조)에 의해 계측된다. 부수적으로, 계측 스테이지(MST)의 위치 정보를 계측하는 계측 장치는 간접계 시스템으로 제한되지 않고 예를 들어 (후술하는 제 5 탑 사이드 인코더 시스템을 포함하는) 인코더 시스템 등의 다른 계측 장치가 또한 이용될 수 있다.

[0052] 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A), 계측 스테이지 위치 계측계(16B) 및 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)의 계측값(위치 정보)은, 조동 스테이지(WCS), 계측 스테이지(MST) 및 미동 스테이지(WFS)의 각각의 위치 제어를 위해 메인 제어기(20)(도 16 참조)로 공급된다. 또한, 제 1 및 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110A 및 110B) 및 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)의 계측 결과는, 조동 스테

이지(WCS), 계측 스테이지(MST) 및 미동 스테이지(WFS)의 각각의 위치 제어를 위해 각각 후술하는 전환부(150A 내지150C)를 통해 메인 제어기(20)(도 16 참조)에 공급된다.

- [0053] 상술한 다양한 계측계를 포함하여 스테이지계의 구조 등의 세부 사항이 이하 기재된다. 그 중에서, 먼저, 웨이퍼 스테이지(WST)를 설명한다.
- [0054] 도 2(B)에 도시된 바와 같이, 조동 스테이지(WCS)는 조동 슬라이더부(91), 한 쌍의 측벽부(92a 및 92b) 및 한 쌍의 고정자부(93a 및 93b)를 구비한다. 조동 슬라이더부(91)는 (+Z 방향에서 볼 때) 평면도에서 X축 방향의 길이가 Y축 방향의 길이보다 약간 긴 사각형 플레이트 형상 부재로 이루어진다. 한 쌍의 측벽부(92a 및 92b)의 각각은 그 길이 방향이 Y축 방향에 있는 사각형 플레이트 형상 부재로 이루어지고, YZ 평면에 평행한 상태로 조동 슬라이더부(91)의 길이 방향의 각각 일단 및 타단의 상면에 고정된다. 한 쌍의 고정자부(93a 및 93b)는 측벽부(92a 및 92b)의 각각의 상면의 Y축 방향의 중앙부에 중심으로 향하여 고정되어 있다. 조동 스테이지(WCS)는 전체로서 상면의 X축 방향 중앙부 및 Y축 방향의 양측면에 개구를 갖는 짧은 직방체형상을 갖는다. 즉, 조동 스테이지(WCS)에는, 그 내부에 Y축 방향으로 관통한 공간이 형성되어 있다. 계측 아암(71A 및 71B)은 노광시, 얼라인먼트 시 등에 이 공간으로 삽입되고, 이는 나중에 설명될 것이다. 부수적으로, 측벽부(92a 및 92b)의 Y축 방향의 길이는 고정자부(93a 및 93b)와 거의 동일하다. 즉, 측벽부(92a 및 92b)는 조동 슬라이더부(91)의 길이 방향의 일단 및 타단의 상면의 Y축 방향 중앙부에만 제공될 수 있다. 또한, 조동 스테이지(WCS)만이 미동 스테이지(WFS)를 지지하면서 이동가능하고, 웨이퍼 스테이지(WST)의 메인부, 이동 보디(moving body) 또는 이동가능 보디(movable body)라고 불릴 수 있다.
- [0055] 도 1에 도시된 바와 같이, 베이스 보드(12) 내에, 행방향 및 열방향으로서의 XY 2차원 방향을 갖는 매트릭스의 형상으로 배치된 복수의 코일(17)을 포함하는 코일 유닛이 하우징된다. 부수적으로, 베이스 보드(12)는 그 표면이 XY 평면과 평행하도록 투영 광학계(PL) 하부에 배치된다.
- [0056] 코일 유닛에 대응하여, 조동 스테이지(WCS)의 하면 상에 또는, 조동 슬라이더부(91)의 하면 상에, 도 2(B)에 도시된 바와 같이, 행방향 및 열방향으로서의 XY 2차원 방향을 갖는 매트릭스의 형상으로 배치된 복수의 영구 자석(18)으로 이루어진 자석 유닛이 제공된다. 베이스 보드(12)의 코일 유닛과 함께, 자석 유닛은 예를 들어 미국 특허 5,196,745 등에 개시된 전자기(로렌츠 힘) 구동 평면 모터로 이루어진 조동 스테이지 구동계(51A)(도 16 참조)를 구성한다. 코일 유닛을 구성하는 각각의 코일(17)에 공급된 전류의 크기 및 방향은 메인 제어기(20)에 의해 제어된다.
- [0057] 상술한 자석 유닛의 주변의 조동 슬라이더부(91)의 하면 상에는, 복수의 에어 베어링(94)이 고정된다. 조동 스테이지(WCS)는 복수의 에어 베어링(94)에 의해 베이스 보드(12)의 위로 소정의 간극(클리어런스, 갭), 예를 들어, 수 μm 정도의 간극을 통해 공중 부양되어 지지되고, 조동 스테이지 구동계(51A)에 의해 X축 방향, Y축 방향 및 Θ_z 방향으로 구동된다.
- [0058] 부수적으로, 조동 스테이지 구동계(51A)는 전자기(로렌츠 힘) 구동 평면 모터로 제한되지 않고, 예를 들어, 가변 자기 저항 구동 방식의 평면 모터가 이용될 수 있다. 이 외에, 조동 스테이지 구동계(51A)는 자기 부상형 평면 모터에 의해 구성될 수 있고, 평면 모터에 의해, 조동 스테이지(WCS)는 6 자유도 방향으로 구동될 수 있다. 이 경우, 에어 베어링이 조동 슬라이더부(91)의 저면 상에 제공되지 않을 수 있다.
- [0059] 한 쌍의 고정자부(93a 및 93b)는 각각 외형이 플레이트 형상인 부재로 이루어지고 미동 스테이지(WFS)를 구동하는데 사용되는 복수의 코일로 이루어진 코일 유닛(CUa 및 CUb)이 그 내에 하우징된다. 코일 유닛(CUa 및 CUb)을 구성하는 각 코일에 공급되는 전류 크기 및 방향은 메인 제어기(20)에 의해 제어된다.
- [0060] 도 2(B)에 도시된 바와 같이, 미동 스테이지(WFS)는 메인부(81), 메인부(81)의 길이 방향의 일단부와 타단부에 각각 고정된 한 쌍의 가동자부(82a 및 82b) 및 메인부(81)의 상면에 일체적으로 고정된 평면도에서 사각형상을 갖는 플레이트 부재로 이루어진 웨이퍼 테이블(WTB)을 구비한다.
- [0061] 메인부(81)는 평면도에서 그 길이 방향이 X축 방향에 있는 팔각형상 부재로 이루어진다. 메인부(81)의 하면 상에는, 소정의 두께 및 소정의 형상, 예를 들어, 평면도에서 사각형상 또는 메인부(81)보다 약간 큰 8각 형상의 플레이트 형상 부재로 이루어진 스케일 플레이트(83)가 수평으로 (웨이퍼(W) 표면과 평행하게) 배치 및 고정된다. 적어도 웨이퍼(W)보다 약간 큰 영역 내의 스케일 플레이트(83)의 하면 상에는, 2차원 그레이팅(이하, 간단히 그레이팅이라 함)(RG)이 제공된다. 그레이팅(RG)은 그 주기 방향이 X축 방향에 있는 반사형 회절 그레이팅(X 회절 그레이팅) 및 그 주기 방향이 Y축 방향에 있는 반사형 회절 그레이팅(Y 회절 그레이팅)을 포함한다. X 회절 그레이팅 및 Y 회절 그레이팅의 그리드 라인의 피치는 예를 들어 $1\mu\text{m}$ 로 설정된다.

- [0062] 메인부(81) 및 스케일 플레이트(83)는 열팽창율이 동일 또는 거의 동일한 부재로 형성되는 것이 바람직하고, 재료는 낮은 열팽창 계수를 갖는 재료이 바람직하다. 또한, 그레이팅(RG)의 표면은 보호 부재, 예를 들어, 광이 투과할 수 있는 투명 재료이고 낮은 열팽창 계수를 갖는 커버 글래스에 의해 피복되어 보호될 수 있다. 부수적으로, 그레이팅(RG)이 2개의 상이한 방향으로 주기적으로 배치되고 주기 방향이 예를 들어 X방향 및 Y방향과 일치하지 않는 한, 예를 들어, 주기 방향이 X방향 및 Y방향에 대하여 45도 회전하는 한, 그레이팅(RG)은 임의의 구조를 채용할 수도 있다.
- [0063] 본 실시형태에서, 미동 스테이지(WFS)가 메인부(81) 및 웨이퍼 테이블(WTB)을 갖지만, 예를 들어, 웨이퍼 테이블(WTB)은 메인부(81) 없이, 상술한 액츄에이터에 의해 구동될 수 있다. 또한, 미동 스테이지(WFS)만이 자신의 상면의 일부 상에 웨이퍼(W)의 장착 영역을 갖고 웨이퍼 스테이지(WST)의 유지부, 테이블 또는 이동부라 할 수 있다.
- [0064] 한 쌍의 가동자부(82a 및 82b)의 각각은 메인부(81)의 X축 방향의 일단 및 타단에 고정된 YZ 단면이 사각형 프레임 형상인 하우징을 갖는다. 이하, 편의를 위하여, 이들 하우징은 가동자부(82a 및 82b)와 동일한 참조번호를 이용하여 하우징(82a 및 82b)으로 표현된다.
- [0065] 하우징(82a)은 Y축 방향의 사이즈(길이) 및 Z축 방향의 사이즈(높이)가 고정자부(93a) 보다 약간 크고 Y축 방향으로 가늘고 YZ 단면이 사각형인 공간(개구부)를 갖는다. 하우징(82a)의 공간 내로 조동 스테이지(WCS)의 고정자부(93a)의 -X축 상의 에지가 비접촉 방식으로 삽입된다. 하우징(82a)의 상벽부(82a₁) 및 저벽부(82a₂)의 내부에는 자석 유닛(MUa₁ 및 MUa₂)이 제공된다.
- [0066] 가동자부(82b)는 가동자부(82a)와 좌우대칭이면서 그와 마찬가지로 구성되어 있다. 하우징(가동자부)(82b)의 공간 내로 조동 스테이지(WCS)의 고정자부(93b)의 +X 축 상의 에지가 비접촉 방식으로 삽입된다. 하우징(82b)의 상벽부(82b₁) 및 저벽부(82b₂)의 내부에는 자석 유닛(MUa₁ 및 MUa₂)과 마찬가지로 구성되는 자석 유닛(MUb₁ 및 MUb₂)이 제공된다.
- [0067] 상술한 코일 유닛(CUa 및 CUb)은 자석 유닛(MUa₁ 및 MUa₂, 및 MUb₁ 및 MUb₂)에 대응하여, 고정자부(93a 및 93b)의 내부에 각각 하우징된다.
- [0068] 자석 유닛(MUa₁ 및 MUa₂, 및 MUb₁ 및 MUb₂) 및 코일 유닛(CUa 및 CUb)의 구조는 예를 들어 미국 특허 출원 공개 2010/0073652, 미국 특허 출원 공개 2010/0073653 등에 상세히 개시된다.
- [0069] 본 실시형태에서, 상술한 가동자부(82a)가 갖는 한 쌍의 자석 유닛(MUa₁ 및 MUa₂) 및 고정자부(93a)가 갖는 자석 유닛(CUa)과, 가동자부(82b)가 갖는 한 쌍의 자석 유닛(MUb₁ 및 MUb₂) 및 고정자부(93b)가 갖는 자석 유닛(CUb)을 포함하고, 상술한 미국 특허 출원 공개 2010/0073652, 미국 특허 출원 공개 2010/0073653과 마찬가지로, 미동 스테이지(WFS)를 조동 스테이지(WCS)에 대하여 비접촉 상태에서 공중 부양으로 지지함과 동시에 비접촉 방식으로 6 자유도 방향으로 구동하는 미동 스테이지 구동계(52A)(도 16 참조)가 구성되어 있다.
- [0070] 부수적으로, 조동 스테이지 구동계(51A)(도 16 참조)로서 자기 부상형 평면 모터를 이용하는 경우, 평면 모터에 의해 조동 스테이지(WCS)와 일체로 미동 스테이지(WFS)를 Z축, θ_x 및 θ_y 방향으로 미세하게 구동할 수 있으므로, 미동 스테이지 구동계(52A)는 X축, Y축 및 θ_z 방향, 즉, XY 평면 내의 3 자유도 방향으로 미동 스테이지(WFS)를 구동할 수 있는 구조를 채용할 수 있다. 이 외에도, 예를 들어, 조동 스테이지(WCS)의 한 쌍의 측벽부(92a 및 92b)의 각각에 각 한 쌍의 전자석을 미동 스테이지(WFS)의 8각형 사변부에 대하여 제공하고, 각 전자석에 대하여 미동 스테이지(WFS)에 자성체 부재를 제공할 수 있다. 이 때문에, 전자석의 자력에 의해 미동 스테이지(WFS)를 XY 평면 내에서 구동할 수 있으므로, 가동자부(82a 및 82b) 및 고정자부(93a 및 93b)에 의해 한 쌍의 Y축 선형 모터를 구성할 수 있다.
- [0071] 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면의 중심에는, 웨이퍼(W)를 진공 흡착 등에 의해 유지하는 웨이퍼 홀더(미도시)가 제공되어 있다. 웨이퍼 홀더는 웨이퍼 테이블(WTB)과 일체로 형성되거나, 웨이퍼 테이블(WTB)에 대하여 예를 들어 정전 척 기구 또는 클램프 기구 등을 통해 또는 접촉 등에 의해 고정될 수 있다. 여기서, 도 2(B) 등에서는 생략되지만, 메인부(81)에는, 웨이퍼 테이블(WTB) 및 웨이퍼 홀더에 제공된 홀을 통해 수직으로 이동가능한 복수, 예를 들어, 3개의 수직 이동 핀(140)(도 6(A) 참조)이 제공된다. 3개의 수직 이동 핀(140)은 수직으로 이동가능하여 그 상면이 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))의 상면의 상부의 제 1 위치와 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))의 상면 하부의 제 2 위치 사이에서 수직으로 이동한다. 3개의 수직 이동 핀(140)은 드라

이버(142)(도 16 참조)를 통해 메인 제어기(20)에 의해 구동된다.

[0072] 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면의 웨이퍼 홀더(웨이퍼의 장착 영역)의 외측에는, 도 2(A)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 홀더 보다 약간 큰 원형 개구가 중앙에 형성되고, 사각형상의 외형(윤곽)을 갖는 플레이트(방액 플레이트(liquid repellent plate))(28)이 제공되어 있다. 플레이트(28)는 예를 들어 글래스 또는 세라믹(예를 들어 Schott AG의 Zerodur (상품명), Al_2O_3 또는 TiC 등)으로 이루어지고, 그 표면 상에, 액체(Lq)에 대한 방액화 처리가 실시되어 있다. 구체적으로, 예를 들어, 불소 수지 재료, 폴리테트라플루오로에틸렌(테프론(Teflon)(등록 상표)), 아크릴계 수지 재료 또는 실리콘계 수지 재료 등에 의해 방액막이 형성되어 있다. 또한, 플레이트(28)는 그 표면의 전부(또는 일부)가 웨이퍼(W)의 표면과 동일한 면이 되도록 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면에 고정되어 있다.

[0073] 플레이트(28)는, 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 중심에 위치하고, 그 중앙에 상술한 원형의 개구가 형성된 직사각형의 외형(윤곽)을 갖는 제 1 방액 영역(28a)과 X축 방향으로 제 1 방액 영역(28a)을 사이에 두고 웨이퍼 테이블(WTB)의 +X축 에지, -X축 에지에 위치하는 직사각형의 한 쌍의 제 2 방액 영역(28b)을 갖는다. 부수적으로, 본 실시형태에서, 후술하는 바와 같이 액체(Lq)로서 물을 이용하므로, 이하에서, 제 1 방액 영역(28a) 및 제 2 방액 영역(28b)은 또한 각각 제 1 방수 플레이트(28a) 및 제 2 방수 플레이트(28b)라 할 수 있다.

[0074] 제 1 방수 플레이트(28a)의 +측의 단부 근방에는, 계측 플레이트(30)가 제공되어 있다. 이 계측 플레이트(30)에는, 중앙에 기준 마크(FM)가 제공되고, 그 기준 마크(FM)를 사이에 두고, 한 쌍의 공간 이미지 계측 슬릿 패턴(슬릿 형상 계측 패턴)(SL)이 제공되어 있다. 또한, 각각의 공간 이미지 계측 슬릿 패턴(SL)에 대응하여, 슬릿 패턴을 투과하는 조명광(IL)을 웨이퍼 스테이지(WST) 외부(후술하는 계측계(MST)에 제공된 수광계)로 가이드하는 송광계(미도시)가 제공되어 있다. 계측 플레이트(30)는 예를 들어 웨이퍼 홀더가 배치된 개구와 는 상이한 플레이트(28)의 개구 내에 배치되고, 계측 플레이트(30) 및 플레이트(28) 간의 갭은 차단되어 액체가 밀봉 부재 등에 의해 웨이퍼 테이블(WTB)로 흘러 들어가지 않도록 한다. 또한, 계측 플레이트(30)는 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 제공되어 그 표면이 실질적으로 플레이트(28)와 동일 평면에 있다. 부수적으로, 슬릿 패턴(SL)과 다른 적어도 하나의 개구부(광 송신부)가 계측 플레이트(30) 상에 형성될 수 있고, 센서로 투영 광학 계(PL) 및 액체를 통해 개구부를 투과한 조명광(IL)을 검출함으로써, 예를 들어, (파면 수차 등을 포함하는) 투영 광학계(PL)의 광학 특성 및/또는 (광량, 상술한 노광 영역(IA) 내의 조도 분포 등을 포함하는) 조명광(IL)의 특성이 계측될 수 있다.

[0075] 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b)에는, 제 1 및 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80A 내지 80D)에 대한 스케일(39₁ 및 39₂)이 각각 형성된다. 이를 더 상세히 설명하면, 스케일(39₁ 및 39₂)은 각각 예를 들어 Y축 방향을 주기 방향으로 하는 회절 그레이팅 및 X축 방향을 주기 방향으로 하는 회절 그레이팅이 조합된 반사형 이차원 회절 그레이팅에 의해 구성되어 있다. 이차원 회절 그레이팅의 그리드 라인의 피치는 Y축 방향 및 X축 방향에 대해서 예를 들어 1 μ m로 설정되어 있다. 또한, 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b)의 각각은 스케일(2차원 그레이팅)(39₁ 및 39₂)을 갖고, 제 2 방수 플레이트는 그레이팅 부재, 스케일 플레이트 또는 그리드 플레이트라 하고, 본 실시형태에서, 예를 들면, 2차원 그레이팅이 낮은 열팽창 계수를 갖는 글래스 플레이트의 표면 상에 형성되고, 방수막이 2차원 그레이팅을 커버하도록 형성된다. 부수적으로, 도 2(A)에서, 도시의 편의를 위하여, 그레이팅 피치가 실제 피치보다 크게 도시되어 있다. 이것은 다른 도면에서도 마찬가지이다. 또한, 2차원 그레이팅은 그레이팅이 2개의 상이한 방향으로 주기적으로 배치된다면 임의의 구조를 가질 수 있고, 주기 방향은 X방향 및 Y방향에 일치하지 않고, 예를 들어, 주기 방향이 X방향 및 Y방향에 대하여 45도 회전할 수 있다.

[0076] 부수적으로, 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b)의 회절 그레이팅을 보호하기 위하여, 방수성을 갖는 낮은 열팽창 계수 글래스 플레이트로 회절 그레이팅을 커버하는 것도 유효하다. 여기서, 글래스 플레이트로서, 두께가 웨이퍼와 동등한 플레이트, 예를 들어, 1mm 두께를 갖는 플레이트가 사용될 수 있고, 일 예로서, 플레이트는 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면 상에 설치되어 글래스 플레이트의 표면이 웨이퍼 표면과 거의 동일한 높이(동일 평면)에 있다. 또한, 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b)가 웨이퍼(W)로부터 한 쌍의 방수 플레이트(28b)가 적어도 웨이퍼(W)의 노광 동작 동안 상술한 액체 침지 영역의 액체와 접촉하지 않는 범위로 떨어져 배치되는 경우, 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b)의 표면은 방액일 필요는 없다. 즉, 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b)의 표면 각각은 단순히 스케일(2차원 그레이팅)이 형성된 그레이팅 부재일 수 있다.

[0077] 본 실시형태에서는, 플레이트(28)가 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 제공되지만, 플레이트(28)는 제공되지 않을 수 있

다. 이 경우, 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면 상에 웨이퍼 홀더가 배치된 리세스 부분 및 예를 들어 표면이 방액인 상술한 한 쌍의 그레이팅 부재가 리세스부를 사이에 두고 X방향으로 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 배치될 수 있다. 상술한 바와 같이, 이 한 쌍의 그레이팅 부재는 한 쌍의 그레이팅 부재가 액체 침지 영역의 액체와 접촉하지 않는 범위로 리세스부로부터 떨어져 배치되어야 한다. 또한, 리세스는 리세스부 내의 웨이퍼 홀더에 의해 유지되는 웨이퍼(W)의 표면이 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면과 거의 동일 평면이 되도록 형성될 수 있다.

부수적으로, (적어도 리세스부를 둘러싸는 주변 영역을 포함하는) 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면의 전부 또는 일부가 방액일 수 있다. 또한, 스케일(2차원 그레이팅)(39₁ 및 39₂)이 형성된 한 쌍의 그레이팅 부재가 리세스부 부근에 배치되고, 표면이 방액이 아닌 한 쌍의 그레이팅 부재 대신에 상술한 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28)가 사용될 수 있다.

[0078] 부수적으로, 제 2 방수 플레이트(28b)의 각각의 스케일의 에지 부근에, 후술하는 인코더 헤더 및 스케일 간의 상대 위치를 결정하는데 사용되는 도시되지 않은 위치 결정 패턴이 제공된다. 이 위치 결정 패턴은 예를 들어 상이한 반사율을 갖는 그리드 라인으로 구성되고, 인코더 헤드가 이 위치 결정 패턴을 스캔할 때, 인코더의 출력 신호의 강도가 변화한다. 그러므로, 문턱값을 미리 결정하여 두고, 출력 신호의 강도가 문턱값을 초과하는 위치를 검출한다. 검출된 위치를 기준으로 하여 인코더 헤드와 스케일 사이의 상대 위치가 설정된다.

또한, 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서, 미동 스테이지(WFS)가 웨이퍼 테이블(WTB)을 구비하기 때문에, 이하의 설명에서는, 웨이퍼 테이블(WTB)을 포함하는 미동 스테이지(WFS)를 웨이퍼 테이블(WTB)이라고도 한다.

[0079] 다음으로, 순서가 바뀌지만, 척 유닛(120)을 설명한다. 척 유닛(120)은 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 웨이퍼를 로딩하기 전에 그 로딩 위치 상에 아직 노광되지 않은 웨이퍼를 유지하고 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 웨이퍼를 로딩하는데 사용된다.

[0080] 도 1에 도시된 바와 같이, 척 유닛(120)은 도시되지 않은 진동 격리 부재를 통해 메인 프레임(BD)의 하면에 고정된 구동부(122) 및 구동부(122)에 의해 수직으로 이동하는 척 메인부(130)를 구비한다. 도 6(A)은 (-Y방향에서 본) 척 유닛(120)의 정면도이고, 도 6b는 척 유닛(120)의 평면도이다. 구동부(122)는 모터를 포함하고, 도 6(A)에 도시된 바와 같이 수직 이동 샤프트(122a)를 통해 척 메인부(130)를 수직 방향(Z축 방향)으로 구동시킨다.

[0081] 척 메인부(130)는, 평면도에서 원형이고 소정의 두께를 가지며 상면이 수직 이동 샤프트(122a)의 하단에 고정된 플레이트 형상 부재, 상면이 쿨 플레이트(cool plate)(123)의 하면에 고정된 베르누이 척(또는 부동 척이라 함)(124) 등을 구비한다.

[0082] 쿨 플레이트(123)는 웨이퍼의 온도를 소정의 온도로 제어하는데 사용되고, 예를 들어, 웨이퍼는, 플레이트 내에 제공된 파이프 및 소정의 온도로 제어되고 파이프 내에서 흐르는 액체에 의해 소정의 온도로 제어된다. 쿨 플레이트(123)의 X축 방향의 양단 상에는, 한 쌍의 가이드부(125)가 제공된다. 한 쌍의 가이드부(125)의 각각에는, 수직 방향으로 연장하는 스루홀로 구성되는 가이드 홀(125a)이 형성된다.

[0083] 가이드부(125)의 하나에 형성된 가이드 홀(125a) 내에는 수직 방향으로 연장하는 샤프트(126)가 소정의 간격을 두고 삽입된다. 샤프트(126)의 상단은 가이드부(125) 상에 노출되고, 수직 이동 회전 구동부(127)에 접속된다. 수직 이동 회전 구동부(127)는 도시되지 않은 부차 부재를 통해 메인 프레임(BD)에 부착된다. 샤프트(126)의 하단은 가이드부(125)의 하부로 노출되고, (도 6(A)에서 X축 방향으로 연장하는) XY 평면 내의 단축 방향으로 연장하는 지지 플레이트(128)가 그 하단면에 고정된다. 부수적으로, 먼지가 발생하는 것을 방지하기 위하여, 가이드 홀(125a)의 내주면 상의 복수의 위치에 에어 베어링 등의 비접촉 베어링을 배치하는 것이 바람직하다. 지지 플레이트(128)의 길이 방향의 일단 부근의 상면은 샤프트(126)에 고정된다. 지지 플레이트(128)의 길이 방향의 타단은 베르누이 척(124)의 외주부에 대향하는 제 1 회전 위치와 베르누이 척(124)에 대향하지 않는 제 2 회전 위치 사이의 θ_z 방향의 수직 이동 회전 구동부(127)에 의해 회전 구동되고 소정의 스트로크 뿐만 아니라 수직 방향으로 구동된다.

[0084] 수직 이동 회전 구동부(127), 샤프트(126) 및 지지 플레이트(128)가 또한 상술한 것과 유사한 장소 및 구조로 다른 가이드부(125) 측에 제공된다.

[0085] 베르누이 척(124)은 쿨 플레이트(123)와 거의 동일한 사이즈를 갖지만 쿨 플레이트(123)보다 얇은 플레이트 형상 부재로 구성된다. 베르누이 척(124)의 외주면 상의 3개의 장소에, 촬상 장치(129), 예를 들어, CCD 등이 매립된 상태(도 6(A) 등에서, 촬상 장치 중 하나만이 대표적으로 도시된다) 등으로 부착된다. 3개의 촬상 장치(129) 중 하나가 웨이퍼(W)의 중심이 베르누이 척(124)의 중심에 거의 일치하는 상태로 웨이퍼(W)의 (V형상

으로 절단된, 미도시) 노치에 대향하는 위치에 배치되고, 나머지 2개의 활상 장치(129)는 각각 웨이퍼(W)의 중심이 베르누이 척(124)의 중심과 거의 일치하는 상태로 웨이퍼(W)의 외주부의 일부에 대향하는 위치에 배치된다. 또한, 베르누이 척(124)에, 예를 들면, 정전 용량 센서로 구성되는 도시되지 않은 갭 센서가 제공되고, 그 출력은 메인 제어기(20)로 공급된다.

[0086] 베르누이 척은, 잘 알려진 바와 같이, 베르누이 효과를 이용하여 뿔어져 나오는 유체(예를 들어, 공기)의 유속을 국부적으로 증가시키고 비접촉 방식으로 대상을 고정(이하, 적절히 지지, 유지, 또는 흡착이라 한다)하는 척이다. 여기서 베르누이 효과란 유체 기계(fluid machinery) 등 상에 가해지는 유체의 유속이 증가할 때 유체의 압력이 감소하는 베르누이 이론(원리)의 효과를 말한다. 베르누이 척에서, 유지 상태(흡착/공중부양 상태)는 흡착(고정)된 대상의 무게 및 척으로부터 뿔어져 나오는 유체의 유속에 따라 결정된다. 즉, 대상의 사이즈를 아는 경우, 유지하는 척 및 유지되는 대상 간의 갭의 사이즈가 척으로부터 뿔어져 나오는 유체의 유속에 따라 결정된다. 본 실시형태에서, 베르누이 척(124)은 웨이퍼(W)를 흡착(지지 또는 유지)하는데 사용된다. Z축 방향 및 θ_x 및 θ_y 방향의 웨이퍼의 이동은 베르누이 척(124)에 의한 흡착에 의해 유지되는 웨이퍼에 의해 제한되지만, X축 및 Y축 방향 및 θ_z 방향의 이동은 웨이퍼가 베르누이 척(124)에 의한 흡착에 의해 유지되는 상태에서 한 쌍의 지지 플레이트(128)의 하면(이면) 상의 외주부 부근의 2개의 장소에서 하부로부터 지지되고 접촉될 때 발생하는 마찰력에 의해 제한된다.

[0087] 부수적으로, 사용되는 척은 베르누이 효과를 이용하는 척으로 제한되지 않고, 베르누이 효과를 이용하지 않고 비접촉 방식으로 웨이퍼를 유지하는 척이 또한 사용될 수 있다. 실시형태에서, 이러한 척은 베르누이 척으로서 포함된다(일반적으로 베르누이 척이라 한다).

[0088] 상술한 활상 장치(129)의 활상 신호는 신호 처리 시스템(116)(도 16 참조)으로 전송되고, 예를 들어 미국 특허 6,624,433 등에 개시된 방법을 이용하여, 신호 처리 시스템(116)은 (노치 등의) 절단부를 포함하는 주변에서 웨이퍼의 3개의 장소를 검출하고 X축 방향 및 Y축 방향의 웨이퍼(W)의 위치 편차 및 회전(θ_z 회전) 오차를 얻는다. 또한, 위치 편차 및 회전 오차의 정보는 메인 제어기(도 16 참조)에 공급된다. 본 실시형태에서는, 3개의 활상 장치(129)가 베르누이 척(124)에 의해 유지된 웨이퍼(W)의 위치 계측을 수행하는 프리얼라인먼트(pre-alignment) 장치로서 사용되지만, 프리얼라인먼트 장치는 활상 장치로 제한되지 않고, 다른 센서, 예를 들어, 광량 센서 등이 사용될 수 있다. 또한, 프리얼라인먼트 장치가 베르누이 척(124)에 제공되지만, 예를 들어, 프리얼라인먼트 장치를 구성하는 발광부와 수광부 중 하나가 베르누이 척(124)에 제공되고, 다른 하나가 웨이퍼 스테이지(WST) 또는 메인 프레임(BD) 등에 제공될 수 있다. 또한, 발광부 및 수광부의 적어도 일부, 예를 들어, 광원 및/또는 센서(검출기) 등이 베르누이 척(124)에 제공되지 않고, 다른 장소, 예를 들어, 메인 프레임 등에 제공될 수 있다.

[0089] 척 유닛(120)의 구동부(122), 베르누이 척(124), 한 쌍의 수직 이동 회전 구동부(127) 등은 메인 제어기(20)(도 16 참조)에 의해 제어된다. 척 유닛(120)을 이용하여 메인 제어기(20)에 의해 수행되는 각 동작은 후술한다.

[0090] 다음으로, 계측 스테이지(MST)를 설명한다. 도 3(A), 도 3(B) 및 도 3(C)는 각각 계측 스테이지(MST)의 (-Y축 방향에서 본) 정면도, (-X 방향에서 본) 측면도 및 (+Z축 방향에서 본 평면도이다. 도 3(A) 내지 3(C)에 도시된 바와 같이, 계측 스테이지(MST)는, 직사각형 형상을 갖고 그 길이 방향이 (+Z축 방향에서 본) 평면도에서 X축 방향인 슬라이더부(60), 슬라이더부(60)의 상면 상의 +X축 상의 단부에 고정된 직육면체 부재로 구성되는 지지부(62) 및 직사각형 플레이트 형상을 갖고 지지부(62) 상에서 캔틸레버 방식으로 지지되는 계측 테이블(MTB)을 구비하고, 계측 테이블 구동계(52B)(도 16 참조)를 통해 6 자유도 방향(또는 XY 평면 내의 3 자유도 방향)으로 미세하게 구동된다.

[0091] 슬라이더부(60)의 저면 상에는, 도시되지 않지만, 베이스 보드(12)의 코일 유닛(코일(17))과 함께 전자기력(로렌츠 힘)으로 구동되는 평면 모터로 구성되는 계측 스테이지 구동계(51B)(도 16 참조)를 구성하는 복수의 영구 자석으로 구성된 자석 유닛이 제공된다. 슬라이더부(60)의 저면 상에는, 상술한 자석 유닛 주변에, 복수의 에어 베어링(미도시)이 고정된다. 계측 스테이지(MST)가 소정의 클리어런스 갭(갭, 클리어런스), 예를 들어, 수 μm 의 클리어런스 갭을 통해 상술한 에어 베어링에 의해 베이스 보드(12) 상에서 공중 부양으로 지지되고 계측 스테이지 구동계(51B)에 의해 X축 방향 및 Y축 방향으로 구동된다. 부수적으로, 조동 스테이지 구동계(51A) 및 계측 스테이지 구동계(51B)는 동일한 코일 유닛을 공유하지만, 실시형태에서, 편의를 위하여, 개별적으로 도시된 조동 스테이지 구동계(51A) 및 계측 스테이지 구동계(51B)의 개념이 채용된다. 실제로, 코일 유닛 내의 상이한 코일(17)이 각각 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)의 구동에 사용되기 때문

에, 이 개념을 문제를 일으키지 않는다. 부수적으로, 계측 스테이지(MST)가 공기 공중 부양 방법을 채용하지만, 예를 들어, 계측 스테이지(MST)는 자기 부양 방법을 채용할 수 있다.

[0092] 계측 테이블(MTB)에, 다양한 계측 부재가 제공된다. 이러한 계측 부재로서, 예를 들어, 도 3(C)에 도시된 바와 같이, 투영 광학계(PL)의 이미지 평면 상에서 조명광(IL)을 수광하는 핀홀 형상 수광부를 갖는 조도 불균일 센서(95), 투영 광학계(PL)에 의해 투영된 패턴의 공간 이미지(투영 이미지)를 계측하는 공간 계측기(96), 예를 들어 국제 공개 공개 03/065428 등에 개시된 샤크 하트만(Shark_Hartman) 방법을 채용하는 파면 수차 계측기(97) 및 투영 광학계(PL) 등의 이미지 면 상에서 조명광(IL)을 수신하는 소정 면적의 수광부를 갖는 조도 모니터(98) 등이 제공되어 있다.

[0093] 조도 불균일 센서(95)로서, 예를 들어 미국 특허 4,465,368 등에 개시된 것과 유사한 구조를 갖는 센서가 사용될 수 있다. 또한, 공간 이미지 계측기(96)로서, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 2002/0041377 등에 개시된 것과 유사한 구조를 갖는 기구가 사용될 수 있다. 파면 수차 계측기(97)로서, 예를 들어, 국제 공개 99/60361(유럽 특허 1079223에 대응)에 개시된 것이 사용될 수 있다. 조도 모니터(98)로서, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 2002/0061469 등에 개시된 것과 유사한 구조를 갖는 모니터가 사용될 수 있다.

[0094] 또한, 계측 테이블(MTB)에는, 상술한 한 쌍의 송광계(미도시)에 대항할 수 있는 배치에서, 한 쌍의 수광계(미도시)가 제공된다. 본 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)가 Y축 방향으로 소정의 거리 내로 근접한 상태(접촉 상태를 포함)에서, 각 송광계(미도시)가 웨이퍼 스테이지(WST) 상의 계측 플레이트(30)의 각 공간 이미지 계측 슬릿 패턴(SL)을 투과한 조명광(IL)을 가이드하고 계측 스테이지(MST) 내의 각 수광계(미도시)의 광검출 소자가 수광하는 공간 이미지 계측 장치(45)(도 16 참조)가 구성된다.

[0095] 부수적으로, 본 실시형태에서는 4개의 계측 부재(95, 96, 97 및 98)가 계측 테이블(MTB) 상에 제공되지만, 계측 부재의 타입 및/또는 수는 이에 제한되지 않는다. 계측 부재로서, 예를 들면, 상술한 로컬 액체 침지 장치(8), 예를 들어, 노즐 유닛(32)(또는 선단 렌즈(191)) 등을 관찰하는 투과율 계측기 및/또는 계측 기구가 또한 사용될 수 있다. 또한, 계측 부재와는 상이한 부재, 예를 들어, 노즐 유닛(32), 선단 렌즈(191) 등을 청소하는데 사용되는 청소 부재가 또한 계측 스테이지(MST)에 설치될 수 있다.

[0096] 부수적으로, 실시형태에서, 투영 광학계(PL) 및 액체(물)(Lg)를 통해 노광광(조명광)(IL)에 의해 웨이퍼(W)를 노광하는 액체 침지 노광을 수행하는 것에 대응하여, 상술한 조도 불균일 센서(95), 공간 이미지 계측기(96), 파면 수차 계측기(97) 및 조도 모니터(98)에서는, 투영 광학계(PL) 및 물을 통해 조명광(IL)을 수광하게 된다. 또한, 각 센서는 예를 들어 광학계 및 물을 통해 조명광(IL)을 수광하는 수광면(수광부) 등의 센서의 일부만을 갖고, 광학계의 일부가 계측 테이블(MTB)에 배치되거나, 전체 센서가 계측 테이블(MTB) 상에 배치될 수 있다.

[0097] 계측 테이블(MTB)의 상면 상에는, 표면이 방액막(방수막)으로 커버된 투명 부재로 구성되는 플레이트(63)가 고정된다. 플레이트(63)는 상술한 플레이트(28)와 유사한 재료로 이루어진다. 계측 테이블(MTB)의 하면(-Z측 상의 표면) 상에는, 상술한 그레이팅(RG)과 유사한 그레이팅(RGa)이 제공된다.

[0098] 부수적으로, 계측 스테이지 구동계(51B)가 자기 부양 타입 평면 모터를 이용하여 구성되는 경우, 계측 스테이지는 예를 들어 6 자유도 방향으로 이동가능한 독립형 스테이지일 수 있다. 또한, 플레이트(63)는 계측 테이블(MTB) 상에 배치되지 않을 수 있다. 이 경우, 계측 테이블(MTB)의 상면 상에는, 상술한 복수의 센서의 수광면(광 송신부)이 각각 배치되는 복수의 개구가 형성되고, 예를 들어, 수광면을 포함하는 센서의 적어도 일부는 계측 테이블(MTB) 상에 제공되어, 개구 내의 수광면은 계측 테이블(MTB)의 상면과 거의 동일 평면이 된다.

[0099] XY 평면 내의 계측 스테이지(MST)의 위치 정보는 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)와 유사한 간접계 시스템으로 구성되는 계측 스테이지 위치 계측계(16B)(도 1 및 16 참조)를 이용하여 메인 제어기(20)에 의해 계측된다.

[0100] 계측 스테이지(MST)는 -X측으로부터 계측 아암(71A)에 계합(engageable)될 수 있고, 계합된 상태에서는, 계측 테이블(MST)은 계측 아암(71A)의 바로 위에 위치한다. 이 때, 계측 테이블(MTB)의 위치 정보는 그레이팅(RGa)에 계측 빔을 조사하는 후술하는 계측 아암(71A)이 갖는 복수의 인코더 헤드에 의해 계측된다.

[0101] 또한, 계측 테이블(MTB)은 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 웨이퍼 테이블(WTB)(미동 스테이지(WFS))에 +Y측으로부터 예를 들어 300 μm 정도 이하의 거리까지 근접 또는 접촉할 수 있고, 이 근접 또는 접촉 상태에서는, 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면과 함께, 완벽히 평평한 면으로 보이는 표면을 형성한다(예를 들어, 도 27 참조). 계측 테이블(MTB)(계측 스테이지(MST))은 계측 스테이지 구동계(51B)를 통해 메인 제어기(20)에 의해 구동되고, 웨이퍼 테이블(WTB)과의 액체 침지 영역(액체(Lq))의 전달(delivery)을 수행한다. 즉, 투영 광학계(PL)

하부에 형성된 액체 침지 공간을 설정하는 보더(경계)의 일부가 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면과 계측 테이블(MTB)의 상면 중 하나로부터 웨이퍼 테이블(WTB)의 상면 및 계측 테이블(MTB)의 상면 중 다른 하나로 전환된다.

부수적으로, 계측 테이블(MTB) 및 웨이퍼 테이블(WTB) 간의 액체 침지 영역(액체(Lq))의 전달은 후술한다.

[0102] 다음으로, 노광 스테이션(200)에 위치하는 조동 스테이지(WCS)에 의해 이동가능하게 유지된 미동 스테이지(WFS)의 위치 정보를 계측하는데 사용되는 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)(도 16 참조)의 구조를 설명한다.

[0103] 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)은, 도 1에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST)가 투영 광학계(PL) 하부에 배치된 상태에서 조동 스테이지(WCS) 내에 제공되는 공간으로 삽입된 계측 아암(71A)을 구비한다.

[0104] 계측 아암(71A)은, 도 7에 도시된 바와 같이, 지지 부재(72A)를 통해 캔틸레버 상태로 메인 프레임(BD)에 의해 지지되는 아암 부재(71₁), 및 아암 부재(71₁) 내에 하우징된 후술하는 인코더 헤드(광학계의 적어도 일부)를 갖는다. 즉, (제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 (광학계의 적어도 일부를 포함하는) 헤드부가 계측 아암(71A)의 아암부재(71₁) 및 지지 부재(72A)를 포함하는 계측 부재(또한 지지 부재 또는 도량형(metrology) 아암이라 함)에 의해 지지되어, 헤드부는 웨이퍼 테이블(WTB)의 그레이팅(RG)보다 낮게 배치된다. 이것은 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 빔이 하부로부터 그레이팅(RG) 상에 조사되도록 한다. 아암 부재(71₁)는, 도 8(A)에 확대되어 도시된 바와 같이, 길이 방향이 Y축 방향인 직사각형 단면을 갖는 중공 원주 부재(hollow columnar member)로 구성된다. 아암(71₁)의 폭 방향(X축 방향)의 사이즈는, 예를 들어, 도 19에 도시된 바와 같이, 기단부 부근에서 가장 넓고, 폭이 기단부로부터 길이 방향의 중심에서 약간 기단부로의 위치까지 선단 측을 향하여 점차 좁아지고, 폭이 길이 방향의 중심에서 약간 기단부로의 위치로부터 선단부까지 거의 일정하다. 본 실시형태에서는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 헤드부가 웨이퍼 테이블(WTB)과 베이스 보드(12)의 표면 사이에 배치되지만, 예를 들어, 헤드부가 베이스 보드(12) 하부에 배치될 수 있다.

[0105] 아암 부재(71₁)는 낮은 열팽창 계수를 갖는 재료, 바람직하게, 제로의 팽창 재료(예를 들어, Schott AG의 Zerodur(제품명) 등)으로 이루어지고, 그 선단부에는, 도 7에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 약 100Hz 정도의 고유 공진 주파수를 갖는 매스 댐퍼(mass damper)(또한 동적 매스 댐퍼라 한다)(69)가 제공되어 있다. 여기서, 매스 댐퍼는 강성 부재, 예를 들어, 스프링 및 웨이트(weight)로 구성되는 추로, 이것을 부착하면, 그 구조물(이 경우에는, 아암 부재(71₁))에 밖에서 진동이 가해질 때, 진동 주파수가 매스 댐퍼의 공진과 동일하면, 웨이트가 공진 진동하여 구조물(이 경우에는, 아암 부재(71₁))의 진동 에너지를 대체(alternatively) 흡수한다. 이것은 구조(이 경우에는, 아암 부재(71₁))의 특정 주파수의 진동을 감소시킬 수 있다. 부수적으로, 아암 부재(71₁)의 진동은 매스 댐퍼 이외의 진동 억제 부재에 의해 억제 또는 방지될 수 있다. 또한, 진동 억제 부재는 아암 부재(71₁)의 진동 때문에 발생하는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 오차를 보상하는 보상 장치 및 보상 장치의 하나인 후술하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A) 중 하나이다.

[0106] 아암 부재(71₁)는, 중공이면서 넓은 기단부를 갖기 때문에 높은 강성을 갖고, 그 평면에서 본 형상은 상술한 방식으로 설정되기 때문에, 웨이퍼 스테이지(WST)가 투영 광학계(PL)의 하부에 배치된 상태에서, 아암 부재(71₁)의 선단부가 조동 스테이지(WCS)의 공간 내로 삽입된 상태에서 웨이퍼 스테이지(WST)가 이동하지만, 이 이동시, 이 구조는 아암 부재(71₁)가 스테이지의 이동을 방해하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 후술하는 인코더 헤드와의 사이에서 광을 송신하는데 사용되는 광 송신측(광원측) 및 수광부(검출기측)의 광 파이버가 아암 부재(71₁)의 중공 공간 내부를 통과하고 있다. 부수적으로, 아암 부재(71₁)는 예를 들어 광 파이버 등이 통과하는 부분 만이 중공이고 다른 부분은 솔리드(solid)로 형성되어 있다.

[0107] 상술한 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST)가 투영 광학계(PL) 하부에 배치된 상태에서, 계측 아암(71A)의 아암 부재(71₁)의 선단은 조동 스테이지(WCS) 내의 공간으로 삽입되고, 도 1 및 7에 도시된 바와 같이, 그 상면은 미동 스테이지(WFS)의 하면(구체적으로, 메인부(81)의 하면) 상에 제공된 그레이팅(RG)(도 1 및 7에는 도시되지 않음, 도 2(B) 등 참조)에 대향한다. 아암 부재(71₁)의 상면은, 소정의 클리어런스 갭(갭, 클리어런스), 예를 들어, 약 수 mm의 클리어런스가 미동 스테이지(WFS)의 하면과의 사이에 형성된 상태에서, 미동 스테이지(WFS)의 하면에 거의 평행하게 배치된다.

[0108] 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)은, 도 17에 도시된 바와 같이, X축, Y축 및 Z축 방향의 미동 스테이지(WF

S)의 위치를 각각 계측하는 한 쌍의 3차원 인코더(73a 및 73b), X축 및 Z축의 미동 스테이지(WFS)의 위치를 계측하는 XZ 인코더(73c) 및 Y축 및 Z축 방향의 미동 스테이지(WFS)의 위치를 계측하는 YZ 인코더(73d)를 포함한다.

[0109] XZ 인코더(73c) 및 YZ 인코더(73d)는, 계측 아암(71A)의 아암 부재 내부에 각각 하우징된, 계측 방향이 X축 및 Z축 방향인 2차원 헤드 및 계측 방향이 Y축 및 Z축 방향인 2차원 헤드를 구비한다. 이하에서, 편의를 위하여, XZ 인코더(73c) 및 YZ 인코더(73d)가 갖는 2차원 헤드는 각각 인코더의 각각과 동일한 참조번호를 이용하여 XZ 헤드(73c) 및 YZ 헤드(73d)로 기재된다. 이러한 XZ 헤드(73c) 및 YZ 헤드(73d)의 각각으로서, 예를 들어 미국 특허 7,561,280에 개시된 변위 계측 센서와 유사한 구조를 갖는 인코더 헤드(이하, 적절히 헤드라 한다)가 사용될 수 있다. 또한, 한 쌍의 3차원 인코더(73a 및 73b)는, 계측 아암(71A)의 아암 부재(71₁) 내부에 각각 하우징된, 계측 방향이 X축, Y축 및 Z축 방향인 3차원 헤드를 구비한다. 이하, 편의를 위하여, 3차원 인코더(73a 및 73b)가 갖는 3차원 헤드는 각각 인코더의 각각과 동일한 참조번호를 이용하여 3차원 헤드(73a 및 73b)라 기재한다. 3차원 헤드(73a 및 73b)로서, 예를 들어, 헤드의 각각의 계측점(검출점)이 동일한 점에 있도록 하고 X축 방향, Y축 방향 및 Z축 방향의 계측이 가능하도록 XZ 헤드(73c) 및 YZ 헤드(73d)를 결합하여 구성된 3차원 헤드가 사용될 수 있다.

[0110] 도 8(A)는 아암 부재(71₁)의 선단의 사시도이고, 도 8(B)는 +Z 방향에서 본 아암 부재(71₁)의 선단의 상면의 평면도이다. 도 8(A) 및 8(B)에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 3차원 헤드(73a 및 73b)는 아암 부재(71₁)의 중심선(CL)에 대칭인 위치에 배치된다. 3차원 헤드(73a) 중 하나는, 중심선(CL)으로부터 소정의 거리 떨어진 Y축에 평행인 직선(LY1)으로부터 동일한 거리(거리(a)라 함)의 위치에서, X축에 평행한 직선(LX1) 상에 있는 2개의 점(도 8(B)에서 백색 원 참조)으로부터 그레이팅(RG) 상에 계측 빔(LBx_{a1} 및 LBx_{a2})을 조사한다. 또한, 3차원 헤드(73a)는 직선(LX1)으로부터 거리(a)에 있고 직선(LY1) 상의 위치에 있는 2개의 점으로부터 그레이팅(RG) 상에 계측 빔(LBy_{a1} 및 LBy_{a2})을 조사한다. 계측 빔(LBx_{a1} 및 LBx_{a2})은 그레이팅(RG) 상의 동일한 조사점 상에 조사되고, 계측 빔(LBy_{a1} 및 LBy_{a2})은 또한 그 조사점 상에 조사된다. 본 실시형태에서, 계측 빔(LBx_{a1} 및 LBx_{a2}) 및 계측 빔(LBy_{a1} 및 LBy_{a2})의 조사점 또는 3차원 헤드(73a)의 검출점(도 8(B)에서 참조 번호(DP1) 참조)은 웨이퍼(W) 상에 조사된 조명광(IL)의 조사 영역(노광 영역)(IA)의 중심인 노광 위치와 일치한다(도 1 참조). 여기서, 직선(LY1)은 상술한 기준축(LV)에 일치한다.

[0111] 3차원 헤드(73b)는 중심선(CL)에 대하여 직선(LY1)에 대칭인 직선(LY2)으로부터 거리(a) 만큼 떨어진 위치에서 직선(LX1) 상에 위치하는 2개의 점(도 8(B)에서 백색 원 참조)로부터 그레이팅(RG) 상에 계측 빔(LBxb₁ 및 LBxb₂)을 조사한다. 또한, 3차원 헤드(73b)는 직선(LX1)으로부터 거리(a) 만큼 떨어진 위치에서 직선(LY2) 상에 위치하는 2개의 점으로부터 그레이팅(RG) 상에 계측 빔(LByb₁ 및 LByb₂)을 조사한다. 계측 빔(LBxb₁ 및 LBxb₂)은 그레이팅(RG) 상의 동일한 조사점에 조사되고 계측점(LByb₁ 및 LByb₂)도 그 조사점 상에 조사된다. 계측 빔(LBxb₁ 및 LBxb₂) 및 계측 빔(LByb₁ 및 LByb₂), 즉, 3차원 헤드(73b)의 검출점(도 8(B)의 참조 번호(DP2) 참조)은 노광 위치의 -X축으로 소정의 거리만큼 떨어진 점이다.

[0112] XZ 헤드(73c)는 3차원 헤드(73a)의 +Y축으로 소정의 거리만큼 떨어진 위치에 배치된다. XZ 헤드(73c)는, 도 8(B)에 도시된 바와 같이, 직선(LY1)으로부터 거리(a) 만큼 떨어진 위치에서 직선(LX1)의 +Y축으로 소정의 거리에 위치하고 X축에 평행인 직선(LX2) 상의 2개의 점(도 8(B)의 백색 원 참조)으로부터 그레이팅(RG) 상의 공통 조사점 상에 도 8(A)에서 파선으로 도시된 계측 빔(LBxc₁ 및 LBxc₂)을 조사한다. 계측 빔(LBxc₁ 및 LBxc₂)의 조사점, 즉, XZ 헤드(73c)의 검출점은 도 8(B)에서 참조 번호(DP3)로 도시된다.

[0113] YZ 헤드(73d)는 3차원 헤드(73b)의 +Y축으로 소정의 거리만큼 떨어진 위치에 배치된다. YZ 헤드(73d)는, 도 8(B)에 도시된 바와 같이, 직선(LY2)으로부터 거리(a) 만큼 떨어진 위치에서 직선(LY2) 상에 배치된 2개의 점(도 8(B)의 백색 원 참조)으로부터 그레이팅(RG) 상의 공통 조사점 상에 도 8(A)에서 파선으로 도시된 계측 빔(LByc₁ 및 LByc₂)을 조사한다. 계측 빔(LByc₁ 및 LByc₂)의 조사점, 즉, YZ 헤드(73d)의 검출점은 도 8(B)에서 참조 번호(DP4)로 도시된다.

[0114] 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에서, 3차원 인코더(73a 및 73b)는 그레이팅(RG)의 X 회절 그레이팅 및 Y 회절 그레이팅을 이용하여 X축, Y축 및 Z축 방향의 미동 스테이지(WFS)의 위치를 계측하는 한 쌍의 3차원 헤드

(73a 및 73b)로 구성되고, XZ 인코더(73c)는 그레이팅(RG)의 X 회절 그레이팅을 이용하여 X축 및 Z축 방향의 미동 스테이지(WFS)의 위치를 계측하는 XZ 헤드(73c)로 구성되고, YZ 인코더(73d)는 그레이팅(RG)의 Y 회절 그레이팅을 이용하여 Y축 및 Z축 방향의 미동 스테이지(WFS)의 위치를 계측하는 YZ 헤드(73d)로 구성된다.

- [0115] 제 1 백사이드 인코더 시스템(70A)의 인코더(73a, 73b, 73c 및 73d)의 출력은 후술하는 전환부(150A)(도 16, 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)로 공급된다.
- [0116] 이하, 도 10(A) 및 12(B)에 기초하여 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력이 전환부(150A)를 통해 메인 제어기(20)로 공급될 때 메인 제어기(20)에 의해 수행되는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)을 이용하여 6 자유도 방향의 미동 스테이지(WFS)의 위치의 계측 및 XYZ 그리드의 차의 계측을 설명한다.
- [0117] 여기서, 전제로서, 도 10(A)에 도시된 바와 같이, 3차원 인코더(73a 및 73b)의 계측 값은 각각 (X_1 , Y_1 , Z_1) 및 (X_2 , Y_2 , Z_2)이고, XZ 인코더(73c)의 계측 값은 (X_3 , Z_3)이고, YZ 인코더(73d)의 계측 값은 (Y_3 , Z_4)이다.
- [0118] 본 실시형태에서, 일 예로서, 도 10(B)에 검게 칠해진 부분에 도시된 바와 같이, X_1 , Y_1 , Y_2 , Z_1 , Z_2 및 Z_3 은 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향(X축, Y축, Z축, Θ_x , Θ_y 및 Θ_z 방향)의 위치 계측에 이용된다. 구체적으로, 메인 제어기(20)는 X_1 , Y_1 및 Z_1 을 이용하여 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축 및 Z축 방향의 위치를 산출하고, Y_1 및 Y_2 를 이용하여 미동 스테이지(WFS)의 Θ_z 방향의 위치를 산출하고, Z_1 및 Z_2 를 이용하여 미동 스테이지(WFS)의 Θ_y 방향의 위치를 산출하고, Z_1 및 Z_3 를 이용하여 미동 스테이지(WFS)의 Θ_x 방향의 위치를 산출한다.
- [0119] 여기에서, 본 실시형태에서, 3차원 헤드(73a)의 검출점(DP1)이 노광 위치와 일치하기 때문에, 그 검출점(DP1)에서 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축 및 Z축 방향의 위치를 계측하기 위하여, 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축 및 Z축 방향의 위치는 X_1 , Y_1 및 Z_1 을 이용하여 산출된다. 따라서, 예를 들어, 노광 위치가 한 쌍의 3차원 헤드(73a 및 73b)의 검출점(DP1 및 DP2)의 중심 내의 점과 일치하는 경우, 메인 제어기(20)는 X_1 및 X_2 의 평균 값, Y_1 및 Y_2 의 평균 값 및 Z_1 및 Z_2 의 평균 값에 기초하여, 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축 및 Z축 방향의 위치를 얻을 수 있다.
- [0120] 또한, 상술한 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 계측과 동시에, 메인 제어기(20)는 후술하는 차 계측을 수행하고 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 X, Y 및 Z 그리드(그리드 오차)를 얻는다. 즉, 도 10(B) 및 11(A)에 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 X_1 및 X_2 를 이용하여 X 그리드의 X 위치에 대응하는 편차($\Delta X / \delta x$)를 얻고, 도 10(B) 및 도 11(B)에 도시된 바와 같이, X_1 및 X_3 를 이용하여 X 그리드의 Y 위치에 대응하는 편차($\Delta X / \delta y$)를 얻는다. 이 동작에 의해, 도 11(C)에 도시된 ΔX 맵이 얻어질 수 있다.
- [0121] 마찬가지로, 도 10(B)에 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 Y_2 및 Y_3 를 이용하여 Y 그리드의 Y 위치에 대응하는 편차($\Delta Y / \delta y$)를 얻고, Z_2 및 Z_4 를 이용하여 Z 그리드의 Y 위치에 대응하는 편차($\Delta Z / \delta y$)를 얻는다. 또한, 메인 제어기(20)가 Y_1 및 Y_2 를 이용하여 X 위치에 대응하는 편차($\Delta Y / \delta x$)를 얻지만, 이 동작에서, 미동 스테이지(WFS)의 Θ_z 방향의 위치는 X_1 및 X_3 를 이용하여 산출된다. 이 동작에 의해, 도 12(A) 및 도 12(B)에 각각 도시된 ΔY 맵 및 ΔZ 맵이 얻어질 수 있다.
- [0122] 상술한 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 계측과 동시에, 메인 제어기(20)는 상술한 차 계측을 소정의 샘플링 간격을 두고 반복적으로 수행하고, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 그리드 오차의 업데이트를 수행한다. 이하에서, 그리드 오차의 업데이트는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬라 한다.
- [0123] 따라서, 본 실시형태에서, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)을 이용하여, 메인 제어기(20)는 미동 스테이지(WFS) 상에 장착된 웨이퍼(W)의 복수의 샷 영역 상에 레티클(R)의 패턴을 전사할 때 미동 스테이지(WFS)의 XY 평면 내의 위치 정보의 계측을 항상 노광 위치의 바로 아래(미동 스테이지(WFS)의 이면측)에서 행할 수 있다.
- [0124] 이 경우, 상술한 헤드(73a 내지 73d)에서는, 공기 내의 계측 빔의 광 경로는 매우 짧고 거의 동일하기 때문에, 공기 요동의 영향은 실제로 무시할 수 있다. 따라서, 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의해 고정밀도로 계측될 수 있다. 또한, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 따른 X축, Y축 및 Z축의 그레이팅 상의 실질적인 검출점이 각각 노광 영역(IA)의 중심(노광 위치)에 일치하기 때문에, 소위 아베(Abbe) 오차의 생성은 실제로 무시할 수 있는 레벨로 억제될 수 있다. 따라서, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)을 사용하여, 메인 제어기(20)는 임의의 아베 오차 없이 미동 스테이지(WFS)의 X축 방향, Y축 방향 및 Z축 방향의 위치를 고정밀도로 계측할 수 있다. 부수적으로, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)은 웨이퍼 테이블(WTB)(또는 웨이퍼 스테이지(WST))의 6 자유도 방향의 위치 정보만을 계측

하지만, 본 실시형태에서처럼, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)은 6 자유도 방향의 위치 정보의 계측에 필요한 복수의 계측 빔 이외의 적어도 다른 계측 빔을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)(또는 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 정보를 계측할 수 있다.

[0125] 다음으로, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 일부를 구성하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 구조 등을 설명한다. 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)은 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)와 동시에 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측할 수 있다.

[0126] 노광 장치(100)에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 헤드부(62A 및 62C)는 각각 투영 유닛(PU)(노즐 유닛(32))의 +X축 및 -X축 상에 배치된다. 후술하는 헤드부(62A 및 62C)는 각각 복수의 헤드를 포함하고, 이들 헤드는 지지 부재를 통해 현가 상태로 메인 프레임(BD)(도 4에는 도시되지 않음, 도 1 등 참조)에 고정된다.

[0127] 헤드부(62A 및 62C)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 각각 4개의 헤드를 갖는 4축 헤드(65₁ 내지 65₄) 및 4축 헤드(64₁ 내지 64₄)를 구비한다. 4축 헤드(65₁ 내지 65₄)의 각각의 하우징 내에는, 도 5에 도시된 바와 같이, 계측 방향이 X축 및 Z축 방향인 XZ 헤드(65X₁ 내지 65X₄) 및 계측 방향이 Y축 및 Z축 방향인 YZ 헤드(65Y₁ 내지 65Y₄)가 하우징된다. 마찬가지로, 4축 헤드(64₁ 내지 64₄)의 각각의 하우징 내에는, XZ 헤드(64X₁ 내지 64X₄) 및 YZ 헤드(64Y₁ 내지 64Y₄)가 하우징된다. XZ 헤드(65X₁ 내지 65X₄ 및 64X₁ 내지 64X₄) 및 YZ 헤드(65Y₁ 내지 65Y₄ 및 64Y₁ 내지 64Y₄)의 각각으로서, 예를 들어 미국 특허 7,561,280에 개시된 변위 계측 센서와 유사한 구조를 갖는 인코더 헤드가 사용될 수 있다.

[0128] XZ 헤드(65X₁ 내지 65X₄ 및 64X₁ 내지 64X₄)(더 정확하게, XZ 헤드(65X₁ 내지 65X₄ 및 64X₁ 내지 64X₄)에 의해 생성된 계측 빔의 스케일(39₁ 및 39₂) 상의 조사점)는, 투영 광학계(PL)의 광축(AX)(본 실시형태에서는, 전술한 노광 영역(IA)의 중심과 일치)을 통과하고 X축과 평행한 직선(이하, 기준축이라 함)(LH) 상에 소정의 간격(WD)을 두고 배치되어 있다. 또한, YZ 헤드(65Y₁ 내지 65Y₄ 및 64Y₁ 내지 64Y₄)(더 정확하게, YZ 헤드(65Y₁ 내지 65Y₄ 및 64Y₁ 내지 64Y₄)에 의해 생성된 계측 빔의 스케일(39₁ 및 39₂) 상의 조사점)는, 기준축(LH)에 평행하고 기준축(LH)으로부터 -Y축으로 소정의 거리 만큼 떨어진 직선(LH₁) 상에 XZ 헤드(65X₁ 내지 65X₄ 및 64X₁ 내지 64X₄)에 대응하는 동일한 X 위치에 배치되어 있다. 이하, XZ 헤드(65X₁ 내지 65X₄ 및 64X₁ 내지 64X₄) 및 YZ 헤드(65Y₁ 내지 65Y₄ 및 64Y₁ 내지 64Y₄)는 필요에 따라 각각 XZ 헤드(65X 및 64X) 및 YZ 헤드(65Y 및 64Y)로 표현된다. 부수적으로, 기준축(LH)은 상술한 직선(LX1)과 일치한다.

[0129] 헤드부(62A 및 62C)는 각각 스케일(39₁ 및 39₂)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 위치(X 위치) 및 Z축 방향의 위치(Z 위치)를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) XZ 선형 인코더를 구성하고 Y축 방향의 위치(Y 위치) 및 Z 위치를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) YZ 선형 인코더를 구성한다. 이하에서, 편의를 위하여, 이들 인코더는 XZ 헤드(65X 및 64X) 및 YZ 헤드(65Y 및 64Y)와 동일한 참조 번호를 이용하여 XZ 선형 인코더(65X 및 64X) 및 YZ 선형 인코더(65Y 및 64Y)로 표현된다.

[0130] 본 실시형태에서, XZ 선형 인코더(65X) 및 YZ 선형 인코더(65Y)는 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축, Y축, Z축 및 Θ_x 방향의 각각에 관련된 위치 정보를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) 4축 인코더(65)를 구성한다(도 17 참조). 마찬가지로, XZ 선형 인코더(64X) 및 YZ 선형 인코더(64Y)는 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축, Y축, Z축 및 Θ_x 방향의 각각에 관련된 위치 정보를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) 4축 인코더(64)를 구성한다(도 17 참조).

[0131] 여기서, 헤드부(62A 및 62C)가 각각 구비하는 4개의 XZ 헤드(65X 및 64X)(더 정확하게, XZ 헤드(65X 및 64X)에 의해 생성된 계측 빔의 스케일(39₁ 및 39₂) 상의 조사점) 및 4개의 YZ 헤드(65Y 및 64Y)(더 정확하게, YZ 헤드(65Y 및 64Y)에 의해 생성된 계측 빔의 스케일 상의 조사점)의 X축 방향의 간격(WD)은 스케일(39₁ 및 39₂)의 X축 방향의 폭보다 작게 설정되어 있다. 따라서, 노광시 등에는, 4개의 XZ 헤드(54X 및 64X) 및 YZ 헤드(65Y 및 64Y)의 각각의 적어도 하나의 헤드가 해당 스케일(39₁ 및 39₂)에 항상 대향한다(계측 빔을 조사한다). 여기서, 스케일의 폭은 회절 그레이팅(또는 형성 영역)의 폭, 보다 정확하게는, 헤드를 이용한 위치 계측이 가능한 범위를 나타낸다.

[0132] 따라서, 4축 인코더(65) 및 4축 인코더(64)는, 웨이퍼 스테이지(WST)가 노광 스테이션(200)에 있는 경우에, 조

동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)을 구성한다.

[0133] 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)을 구성하는 각 인코더의 계측 값은 전환부(150A)(도 16, 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)에 공급된다.

[0134] 또한, 도면에서는 생략되지만, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 스테이지(WST)를 X축 방향으로 구동할 때, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 정보를 계측하는 XZ 헤드(65X 및 64X) 및 YZ 헤드(65Y 및 64Y)를 인접하는 XZ 헤드(65X 및 64X) 및 YZ 헤드(65Y 및 64Y)로 순차적으로 전환한다. 즉, 이러한 XZ 헤드 및 YZ 헤드의 전환(조인트)을 원활하게 수행하기 위하여, 헤드부(62A 및 62C)에 포함된 인접한 XZ 헤드 및 YZ 헤드의 간격(WD)은 X축 방향의 스케일(39₁ 및 39₂)의 폭보다 작게 설정된다.

[0135] 지금까지의 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에서, 웨이퍼 스테이지(WST)가 노광 스테이션(200)에 위치하는 경우, 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)을 이용하여 동시에 계측될 수 있다.

[0136] 그러나, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A) 및 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)은 각각 다음의 장점 및 단점을 갖는다.

[0137] 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)은, 플레이트(28)의 변형 및 헤드(65X, 64X, 65Y, 64Y)의 드리프트 등의 장기 변동에 의해, 계측 신호의 정적인 성분(극저주파 대역의 성분을 포함)의 변동이 크고, 웨이퍼 테이블(WTB)의 강성이 낮고 진폭이 큰 장소가 관찰되기 때문에, 저주파 특성상 불리하다는 등의 단점을 갖는 반면, 보디의 진동에 의한 영향은 적고, 극저주파 대역을 제외하고 계측 디셉션(measurement deception)이 작은 장점을 갖는다.

[0138] 한편, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)은, 그레이팅(RG)의 변형 및 헤드(73a 내지 73d)의 드리프트 등의 장기 변동이 작고, 계측 신호의 정적인 성분의 신뢰성이 높고, 또한 고주파 대역에서는 미동 스테이지(WFS)의 강성이 높은 부분이 관찰되므로, 주파수 특성상 유리하다는 등의 장점이 있지만, 계측 아암(71A)(아암 부재(71₁))이 캔틸레버 상태로 지지되도록 구성되고 아암의 길이가 500mm 이상이므로, 약 100Hz 내지 400Hz의 대역의 압진동(background vibration)(보디의 진동)의 영향이 큰 단점을 갖는다.

[0139] 그러므로, 본 실시형태에서, 노광기를 포함하여 웨이퍼 스테이지(WST)가 후술하는 노광 스테이션(200)에 위치할 때, 도 13(A)에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)은 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 정보의 계측을 동시에 수행하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 제어는 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여 행해진다. 그러므로, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)은 전환부(150A)(도 16, 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)에 접속된다.

[0140] 도 18은 전환부(150A)의 구체적인 구조의 예를 나타낸다. 전환부(150A)는, 2개의 선택기 스위치부(158a 및 158b), 및 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(F_B)가 선택기 스위치부(158a)의 하나의 출력 단자(a)를 통해 입력되고 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(F_T)가 선택기 스위치 선택부(158b)의 하나의 출력 단자(d)를 통해 입력되고, 하이브리드 위치 신호(F_H)가 메인 제어기(20)로 출력되는 하이브리드 필터부(160)를 구비한다.

[0141] 선택기 스위치부(158a)는, 제 1 백사이드 인코더 시스템(70A)에 접속된 입력 단자(미도시) 및 3개의 출력 단자(a, b, 및 c)를 갖고, 입력 단자 및 3개의 출력 단자(a, b, 및 c) 중 하나를 전환 접속한다. 이 경우, 출력 단자(b)는 메인 제어기(20)에 접속되고, 출력 단자(c)는 어느 것에도 접속되지 않는 단자(이하, 개방 단자라 한다)에 접속된다.

[0142] 선택기 스위치부(158b)는, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 접속된 입력 단자(미도시) 및 3개의 출력 단자(d, e, 및 f)를 갖고, 입력 단자 및 3개의 출력 단자(d, e, 및 f) 중 하나를 전환 접속한다. 이 경우, 출력 단자(e)는 메인 제어기(20)에 접속되고 출력 단자(f)는 개방 단자이다.

[0143] 선택기 스위치부(158a 및 158b)에서의 전환은 메인 제어기(20)로부터의 도 18의 파선에 의해 도시된 전환 신호(또는 선택 신호)의 입력에 의해 행해진다. 메인 제어기(20)는 소정의 알고리즘에 따라 또는 외부로부터의 명령으로부터 선택기 스위치부(158a 및 158b)에 전환 신호(또는 선택 신호)를 입력한다.

- [0144] 본 실시형태에서, 전환부(150A)는 메인 제어기(20)에 의해 다음의 4개의 상태로 선택적으로 설정된다.
- [0145] 전환부(150A)는, 선택기 스위치부(158a)의 입력 단자가 출력 단자(a)에 접속되고 선택기 스위치부(158b)의 입력 단자가 출력 단자(d)에 접속되는 제 1 상태로 설정된다. 제 1 상태에서, 후술하는 바와 같이, 전환부(150A)는 하이브리드 위치 신호(F_H)를 메인 제어기(20)에 출력한다.
- [0146] 전환부(150A)는, 선택기 스위치부(158a)의 입력 단자가 출력 단자(b)에 접속되고 선택기 스위치부(158b)의 입력 단자가 출력 단자(e)에 접속되는 제 2 상태로 설정된다. 제 2 상태에서, 후술하는 바와 같이, 전환부(150A)는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(F_B) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(F_T)를 메인 제어기(20)에 출력한다.
- [0147] 전환부(150A)는, 선택기 스위치부(158a)의 입력 단자가 출력 단자(b)에 접속되고 선택기 스위치부(158b)의 입력 단자가 출력 단자(f)에 접속되는 제 3 상태로 설정된다. 제 3 상태에서, 후술하는 바와 같이, 전환부(150A)는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(F_B)만을 메인 제어기(20)에 출력한다.
- [0148] 전환부(150A)는, 선택기 스위치부(158a)의 입력 단자가 출력 단자(c)에 접속되고 선택기 스위치부(158b)의 입력 단자가 출력 단자(e)에 접속되는 제 4 상태로 설정된다. 제 4 상태에서, 후술하는 바와 같이, 전환부(150A)는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(F_T)만을 메인 제어기(20)에 출력한다.
- [0149] 이하에서, 편의를 위하여, 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 상태는 전환부(150A)의 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 모드라 한다. 즉, 전환부(150A)는 메인 제어기(20)로의 출력의 4개의 모드를 선택적으로 설정하는 모드 설정부이다.
- [0150] 전환부(150A)가 상술한 제 1 모드로 설정되면, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(F_B) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(F_T)를 입력으로 하여, 하이브리드 필터부(160)는 미동 스테이지(WFS)의 위치 제어에 사용되는 하이브리드 위치 신호(F_H)를 메인 제어기(20)로 출력한다.
- [0151] 하이브리드 필터부(160)는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(F_B)가 입력되는 컷오프 주파수가 fc_1 인 로우 패스 필터(Lfc_1) 및 컷오프 주파수가 $fc_2(>fc_1)$ 인 하이 패스 필터(Hfc_2)를 갖고 2개의 필터(Lfc_1 및 Hfc_2)의 각각을 통과한 신호의 가산 신호를 출력하는 제 1 필터부(160a), 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(F_T)가 입력되는 컷오프 주파수가 fc_1 인 하이 패스 필터(Hfc_1) 및 컷오프 주파수가 fc_2 인 로우 패스 필터(Lfc_2)를 갖고 2개의 필터(Hfc_1 및 Lfc_2)의 각각을 통과한 신호의 가산 신호를 출력하는 제 2 필터부(160b)를 구비한다. 하이브리드 필터부(160)는 제 1 필터부(160a)의 출력 및 제 2 필터부(160b)의 출력의 가산 신호를 하이브리드 위치 신호(F_H)로서 메인 제어기(20)에 출력한다.
- [0152] 여기서, 컷오프 주파수(fc_1)는 예를 들어, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 영향을 주는 암진동의 100Hz 내지 400Hz의 주파수 대역 중 하한 주파수 100Hz보다 약간 낮은, 예를 들어, 50Hz로 설정된다. 또한, 컷오프 주파수(fc_2)는 예를 들어, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 영향을 주는 암진동의 100Hz 내지 400Hz의 주파수 대역 중 상한 주파수 400Hz보다 약간 높은, 예를 들어, 500Hz로 설정된다.
- [0153] 컷오프 주파수(fc_1 및 fc_2)를 상술한 방식으로 설정하는 경우, 하이브리드 필터부(160)으로부터, 도 13(B)의 선에 의해 도시된 바와 같이, 50Hz보다 낮은 저주파수 영역에서는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(위치 계측 결과)가, 50Hz보다 높고 500Hz보다 낮은 중간 주파수 대역에서는, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(위치 계측 결과)가, 500Hz보다 높은 주파수 대역에서는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(위치 계측 결과)가, 각각 하이브리드 위치 신호(F_H)로서 출력된다.
- [0154] 이러한 설정에 의해, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)이 플레이트 변형 및 헤드 드리프트에 의해 영향을 받아서 계측 값의 신뢰성이 감소하는 저주파 영역에서는, 이러한 문제점에 의한 영향을 받지않고 높은 신뢰성을 갖는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 값이, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)가 백그라운드 진동에 의해 영향을 받아서 계측 값의 신뢰성이 감소하는 중간 주파수 영역에서는, 이러한 진동에 의해 영향을 받지 않고 높은 신뢰성을 갖는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 계측 값이, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)이 강성이 낮고 진폭이 높은 웨이퍼 테이블(WTB)의 장소를 관찰하기 때문에 주파수 특성상 불리한 고주파

수 영역에서는, 주파수 특성상 유리한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 값이, 각각 XY 평면 내의 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 결과로서 메인 제어기(20)에 출력된다. 따라서, 메인 제어기(20)는 항상 높은 신뢰성을 갖는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지(WST)가 노광 스테이지(200)에 있을 때, 미동 스테이지(WFS)를 구동(위치 제어)할 수 있다.

[0155] 상술된 바와 같이, 본 실시형태에서는, 전환부(150A)가 제 1 모드로 설정되면, 주파수 대역에 따라 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 계측 정보(계측 신호)를 전환하여, 결과적으로, 보다 높은 신뢰성을 갖는 계측 정보에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 제어가 행해진다. 부수적으로, 예를 들어, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)이, 고주파수 대역에서 주파수 특성상 불리한 경우 등에는, 컷오프 주파수(f_{c2})가 설정되지 않는다. 이 경우, 컷오프 주파수(f_{c1})의 하이 패스 필터 및 로우 패스 필터를 이용하여 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호의 하이브리드 위치 신호를 합성하는 필터 회로부만 제공되면 된다.

[0156] 또한, 전환부(150A)는 예를 들어 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 정보의 신뢰성이 높게 관찰되거나 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 계측 정보의 신뢰성이 높은 경우 제 3 모드 또는 제 4 모드로 설정된다.

[0157] 또한, 전환부(150A)는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 정보 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 계측 정보가 모두 취입되는 경우에 제 2 모드로 설정된다.

[0158] 한편, 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 전환부(150A)가 제 1 모드로 설정될 때, 미동 스테이지(WFS)의 구동(위치 제어)이 중간 주파수 영역의 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 계측 값에 기초하여 수행되기 때문에, 한 쌍의 스케일(39_1 및 39_2)의 2차원 그레이팅에 의해 설정된 좌표계의 업데이트, 즉, 한 쌍의 스케일(39_1 및 39_2)의 그리드(그리드 오차)의 업데이트(이하, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬라 한다)가 수행되는 것이 바람직하다.

[0159] 그러므로, 웨이퍼 스테이지(WST)가 노광 스테이션(200)에 있을 때, 예를 들어, 노광시, 메인 제어기(20)는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬를 후술하는 방식으로 수행한다.

[0160] 본 실시형태에서 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 복수의 4축 헤드(65_1 내지 65_4 및 64_1 내지 64_4) 간의 관계는 도 14(A)에 도시된 바와 같이 표현될 수 있다. 여기서, R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 는 각각 4축 헤드(65_1 , 65_2 , 65_3 , 및 65_4)와 각각 동등하고, L_1 , L_2 , L_3 및 L_4 는 4축 헤드(64_1 , 64_2 , 64_3 , 및 64_4)와 각각 동등하다.

[0161] 참조 번호(Ct_i)($i=1, 2, 3, 4$)는, L_i 및 R_i 에 의해 현가되는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계, 즉, R_i 및 L_i 이 스케일(39_1 및 39_2)를 각각 관찰 할 때, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 노광 위치 바로 아래의 3차원 인코더(73a)에 의해 관찰된 2차원 그레이팅(RG)에 대응하는 부분 좌표계를 나타낸다. 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 전체 좌표계의 중심으로부터 R_1 , R_2 , R_3 , 및 R_4 로의 거리는 각각 D_1 , D_2 , D_3 , 및 D_4 로 표현되고, $D_1+D_{(5-i)}=W$ 일 때, Ct_i 의 그리드 왜곡($\Delta_i(x_i, y_i)$)는 이하의 식 1로 표현될 수 있다. 여기서, Δ 는 x , y 및 z 성분을 갖는 3차원 벡터이다.

$$\Delta_i(x_i, y_i) = 1/W \cdot \{ D_i \Delta_L(x_i, y_i) + D_{(5-i)} \Delta_R(x_i, y_i) \} \cdots (1)$$

[0163] 식 1의 (x_i, y_i) 를 (x, y) 로 일반화하여 변형하면, 다음의 식(1)'을 얻을 수 있다.

$$W \Delta_i(x, y) = D_i \Delta_L(x, y) + D_{(5-i)} \Delta_R(x, y) \cdots (1)'$$

[0164]

[0165] 식(1)'에 1, 2, 3, 4를 각각 대입하면, 식(2) 내지 식(5)를 얻을 수 있다.

$$W\Delta_1(x, y) = D_1\Delta_L(x, y) + D_4\Delta_R(x, y) \quad \dots (2)$$

$$W\Delta_2(x, y) = D_2\Delta_L(x, y) + D_3\Delta_R(x, y) \quad \dots (3)$$

$$W\Delta_3(x, y) = D_3\Delta_L(x, y) + D_2\Delta_R(x, y) \quad \dots (4)$$

$$W\Delta_4(x, y) = D_4\Delta_L(x, y) + D_1\Delta_R(x, y) \quad \dots (5)$$

[0166]

[0167] 식(2) 및 (5)의 합 및 차로부터 2개의 식을 얻을 수 있고, 2개의 식을 풀므로써, 다음 2개의 식을 얻을 수 있다.

$$\Delta_L(x, y) = W\Delta_1(x, y) / D_1$$

$$\Delta_R(x, y) = W\Delta_4(x, y) / D_4$$

[0168]

[0169] 마찬가지로, 식(3) 및 (4)의 합 및 차로부터 2개의 식을 얻을 수 있고, 2개의 식을 풀므로써, 다음 2개의 식을 얻을 수 있다.

$$\Delta_L(x, y) = W\Delta_2(x, y) / D_2$$

$$\Delta_R(x, y) = W\Delta_3(x, y) / D_3$$

[0170]

[0171] 따라서, Ct_i 의 그리드 왜곡($\Delta_i(x_i, y_i)$)으로부터, 도 14(B)에 도시된 바와 같이 스케일(39₂, 39₁)의 그리드 왜곡($\Delta_L(t, s)$, $\Delta_R(t, s)$)을 얻을 수 있다.

[0172] 메인 제어기(20)는 소정의 간격을 두고 각 웨이퍼의 노광중에 상술한 원리에 따라 적어도 한번 스케일(39₂, 39₁)의 그리드 왜곡($\Delta_L(t, s)$, $\Delta_R(t, s)$)을 얻어 업데이트한다. 즉, 그리드가 업데이트된 제 1 백 사이트 인코더 시스템(70A)의 좌표계에 제 1 탑 사이트 인코더 시스템(80A)의 스케일의 그리드를 비교하고 조정함으로써, 그리드를 업데이트한다. 즉, 제 1 탑 사이트 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬가 상술한 방식으로 행해진다.

[0173] 그러나, 제 1 탑 사이트 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬시에, 메인 제어기(20)는 좌표계의 6 자유도 방향(X축, Y축, Z축, θ_x , θ_y 및 θ_z 의 각 방향)의 오프셋에 대하여 상술한 비교 및 갱신을 수행하지 않고 그대로 정보를 저장한다. 그 이유는, 계측 아암(71A)의 기계적 장기 안정성이 없고 예를 들어 θ_x , θ_y , θ_z 방향의 위치 계측에 이용되는 복수의 헤드의 검출점들 사이의 간격이 좁은 등의 이유 때문에, 백 사이트 인코더 시스템(70A)의 좌표계는 6 자유도 방향의 장기 안정성이 없고 탑 사이트 인코더 시스템(80A)의 좌표계를 더 신뢰할 수 있기 때문이다. 따라서, 백/탑 차로부터 상술한 6 자유도 방향의 오프셋을 제거한 후에 상술한 리프레쉬 처리가 행해진다. 상술한 6 자유도 방향의 오프셋 성분은 후술하는 포스트 스트림 처리에서 사용된다.

[0174] 다음으로, 계측 스테이션(300)에 위치하는 조동 스테이지(WCS)에 의해 이동가능하게 유지된 미동 스테이지(WFS)의 위치 정보를 계측하는데 사용되는 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)(도 16 참조)의 구조를 설명한다.

[0175] 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 제 2 백 사이트 인코더 시스템(70B)은 웨이퍼 스테이지(WST)가 얼라인먼트 장치(99)(얼라인먼트계(AL1 및 AL2₁ 내지 AL2₄)) 하부에 배치된 상태에서 조동 스테이지(WCS) 내에 공간 내에 삽입된 계측 아암(71B)(도 1 참조)을 구비한다.

[0176] 계측 아암(71B)은, 도 9(A)에 도시된 바와 같이, 캔틸레버 상태로 지지 부재(72B)를 통해 메인 프레임(BD)에 의해 지지되는 아암 부재(71₂) 및 아암 부재(71₂) 내에 하우징된 후술하는 인코더 헤드(광학계)를 갖는다. 계

측 아암에서, 아암 부재(71₂)의 길이가 상술한 아암 부재(71₁)의 길이보다 길지만, 전체적으로 전술한 계측 아암(71A)에 대략 대칭으로 계측 아암(71B)이 구성된다.

[0177] 상술한 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST)가 얼라인먼트 장치(99)(얼라인먼트계(AL1 및 AL2₁ 내지 AL2₄)) 하부에 배치된 상태에서, 도 9(A)에 도시된 바와 같이, 계측 아암(71B)의 아암 부재(71₂)의 선단이 조동 스테이지(WCS)의 공간으로 삽입되고, 그 상면은 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB)의 하면(구체적으로, 메인부(81)의 하면) 상에 제공된 그레이팅(RG)(도 1 및 7에는 도시되지 않음, 도 2(B) 등 참조)에 대향한다. 아암 부재(71₂)의 상면은, 소정의 클리어런스 갭(클리어런스, 갭), 예를 들어, 수 mm의 갭이 미동 스테이지(WFS)의 하면에 형성된 상태에서 미동 스테이지(WFS)의 하면과 거의 평행하게 배치된다.

[0178] 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)은, 도 17에 도시된 바와 같이, 전술한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)과 유사하게, 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축 및 Z축 방향의 위치를 각각 계측하는 한 쌍의 3차원 인코더(75a, 75b)와 미동 스테이지(WFS)의 X축 및 Y축 방향의 위치를 계측하는 XZ 인코더(75c)와, 미동 스테이지(WFS)의 Y축 및 Z축 방향의 위치를 계측하는 YZ 인코더(75d)를 포함한다.

[0179] XZ 인코더(75c) 및 YZ 인코더(75d)는 각각, 아암 부재(71₂) 내에 각각 하우징된, 계측 방향이 X축 및 Y축 방향인 2차원 헤드 및 계측 방향이 Y축 및 Z축 방향인 2차원 헤드를 구비한다. 이하, 편의를 위하여, XZ 인코더(75c) 및 YZ 인코더(75d)가 구비하는 2차원 헤드는 인코더의 각각과 동일한 참조 번호를 이용하여 XZ 헤드(75c) 및 YZ 인코더(75d)로 표현된다. 3차원 인코더(75a 및 75b)는 계측 방향이 X축, Y축 및 Z축 방향인 3차원 헤드를 구비한다. 이하, 편의를 위해, 3차원 인코더(75a 및 75b)가 구비하는 3차원 헤드는 인코더의 각각과 동일한 참조 번호를 이용하여 3차원 헤드(75a 및 75b)로 표현된다. 2차원 헤드(75c 및 75d) 및 3차원 헤드(75a 및 75b)로서, 상술한 2차원 헤드(73c 및 73d) 및 3차원 헤드(73a 및 73b)와 유사한 구조를 갖는 헤드가 이용될 수 있다.

[0180] 도 9(B)는 계측 아암(71B)의 선단의 사시도이다. 도 9(B)에 도시된 바와 같이, 3차원 헤드(75a 및 75b) 및 2차원 헤드(75c 및 75d)는 상술한 3차원 헤드(73a 및 73b) 및 2차원 헤드(73c 및 73d)와 대칭이고 유사한 위치 관계로 아암 부재(71₂) 내에 배치된다. 3차원 헤드 중 하나의 3차원 헤드(75a)의 검출 중심은 얼라인먼트 위치, 즉, 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 검출 중심과 일치한다.

[0181] 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 인코더(73a 및 73b, 및 73c 및 73d)의 출력은 상술한 전환부(150A)와 유사하게 구성된 전환부(150B)(도 16 및 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)에 공급된다.

[0182] 웨이퍼 스테이지(WST)가 계측 스테이션(300)에 위치할 때, 예를 들어, 후술하는 웨이퍼 얼라인먼트시, 메인 제어기(20)는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 헤드(75a 내지 75d)에 의한 총 10 자유도의 계측 값에 기초하여, 소정의 샘플링 간격을 두고 상술한 바와 같이 차 계측을 동시에 수행하면서 상술한 바와 같이 6 자유도 방향의 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측을 반복적으로 수행함으로써 제 2 백 사이드 인코더 시스템의 좌표계의 리프레쉬를 수행한다. 상술한 노광 위치가 얼라인먼트 위치로 대체되면, 위치 계측 및 차 계측에 대한 임의의 변경 없이 상술한 설명이 그대로 적용될 수 있다.

[0183] 부수적으로, 본 실시형태에서, 3차원 헤드(75a)의 검출점은 얼라인먼트 위치와 일치하고 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축, 및 Z축 방향의 위치가 검출점에서 계측되기 때문에, 미동 스테이지의 X축, Y축, 및 Z축 방향의 위치가 3차원 헤드(75a)의 계측 값을 이용하여 산출된다. 이와 다르게, 예를 들어, 얼라인먼트 위치가 한 쌍의 3차원 헤드(75a, 75b)의 검출점의 중심점과 일치하는 경우, 메인 제어기(20)는, 한 쌍의 3차원 헤드(75a 및 75b)의 X축, Y축, 및 Z축 방향의 계측 값의 평균 값에 기초하여, 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축, 및 Z축 방향의 위치를 얻을 수 있다.

[0184] 또한, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 X축, Y축, 및 Z축 방향의 그레이팅(RG) 상의 실질적인 검출점이 각각 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 검출 중심(얼라인먼트 위치)과 일치하기 때문에, 소위 아베 오차의 생성은 실질적으로 무시할 수 있는 레벨로 억제된다. 따라서, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)을 이용하여, 메인 제어기(20)는 아베 오차 없이 고정밀도로 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축, 및 Z축 방향의 위치를 계측할 수 있다.

[0185] 다음으로, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 일부를 구성하는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 구조 등을 설명한다. 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)은 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)과 함께 미동

스테이지(WSF)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측할 수 있다.

- [0186] 노광 장치(100)에서, 도 4에 도시된 바와 같이, 헤드부(62C 및 62A)의 각각의 -Y축 상 및 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)와 동일한 Y 위치에, 헤드부(62E 및 62F)가 각각 배치된다. 헤드부(62E 및 62F)는, 후술하는 바와 같이, 각각 복수의 헤드를 포함하고, 이들 헤드는 지지 부재를 통해 현가 상태로 메인 프레임(BD)에 고정된다.
- [0187] 헤드부(62F 및 62E)는, 도 4에 도시된 바와 같이, 각각 4개의 4축 헤드(68₁ 내지 68₄ 및 67₁ 내지 67₄)를 구비한다. 4축 헤드(68₁ 내지 68₄)의 각각의 하우징 내에는, 도 5에 도시된 바와 같이, 상술한 4축 헤드(65₁ 내지 65₄) 등과 유사하게, XZ 헤드(68X₁ 내지 68X₄) 및 YZ 헤드(68Y₁ 내지 68Y₃)가 하우징된다. 마찬가지로, 4축 헤드(67₁ 내지 67₄)의 각각의 하우징 내에는, XZ 헤드(67X₁ 내지 67X₄) 및 YZ 헤드(67Y₁ 내지 67Y₄)가 하우징된다. XZ 헤드(68X₁ 내지 68X₄ 및 67X₁ 내지 67X₄) 및 YZ 헤드(68Y₁ 내지 68Y₃ 및 67Y₁ 내지 67Y₄)의 각각으로서, 예를 들어, 미국 특허 7,561,280에 개시된 변위 계측 센서 헤드와 유사한 구조를 갖는 인코더 헤드가 사용될 수 있다.
- [0188] XZ 헤드(67X₁ 내지 67X₃ 및 68X₂ 내지 68X₄)(더 구체적으로, XZ 헤드(67X₁ 내지 67X₃ 및 68X₂ 내지 68X₄)에 의해 생성된 계측 빔의 스케일(39₁ 및 39₂) 상의 조사점은 XZ 헤드(64X₁ 내지 64X₃ 및 65X₂ 내지 65X₄)와 거의 동일한 X 위치에서 상술한 기준축(LA)을 따라 배치된다.
- [0189] YZ 헤드(67Y₁ 내지 67Y₃ 및 68Y₂ 내지 68Y₄)(더 구체적으로, YZ 헤드(67Y₁ 내지 67Y₃ 및 68Y₂ 내지 68Y₄)에 의해 생성된 계측 빔의 스케일(39₁ 및 39₂) 상의 조사점은 기준축(LA)에 평행하고 상술한 기준축(LA)으로부터 -Y축으로 떨어진 직선(LA₁) 상에 XZ 헤드(67X₁ 내지 67X₃ 및 68X₂ 내지 68X₄)와 거의 동일한 X 위치에서 배치된다.
- [0190] 또한, 나머지 XZ 헤드(67X₄ 및 68X₁) 및 YZ 헤드(67Y₄ 및 68Y₁)는, XZ 헤드(64X₄ 및 64X₁)와 거의 동일한 X 위치에서 제2더리 얼라인먼트계(AL2₁ 및 AL2₄)의 각각의 검출 중심의 -Y축 상에 기준축(LA) 및 직선(LA₁)으로부터 동일한 거리 만큼 -Y 방향으로 시프트되어 배치된다. 이하에서는, 필요에 따라, XZ 헤드(68Y₁ 내지 68Y₄ 및 67X₁ 내지 67X₄) 및 YZ 헤드(68Y₁ 내지 68Y₄ 및 67Y₁ 내지 67Y₄)는 각각 XZ 헤드(68X 및 67X) 및 YZ 헤드(68Y 및 67Y)로 표현된다.
- [0191] 헤드부(62F 및 62E)는 각각 스케일(39₁ 및 39₂)을 사용하고, 웨이퍼 테이블(WTB)의 X 위치 및 Z 위치를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) XZ 선형 인코더 및 Y 위치 및 Z 위치를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) YZ 선형 인코더를 구성한다. 이하, 편의를 위하여, 이들 인코더는 각각 XZ 헤드(68X 및 67X) 및 YZ 헤드(68Y 및 67Y)와 동일한 참조 번호를 이용하여 XZ 선형 인코더(68X 및 67X) 및 YZ 선형 인코더(68Y 및 67Y)도 17 참조)로 표현된다.
- [0192] 본 실시형태에서, XZ 선형 인코더(68X) 및 YZ 선형 인코더(68Y)는 X축, Y축, Z축 및 Θ_x 방향의 각 방향과 관련된 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 정보를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) 4축 인코더(68)를 구성한다(도 17 참조). 마찬가지로, XZ 선형 인코더(67X) 및 YZ 선형 인코더(67Y)는 X축, Y축, Z축 및 Θ_x 방향의 각 방향과 관련된 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 정보를 계측하는 멀티렌즈(이 경우, 4개의 렌즈) 4축 인코더(67)를 구성한다(도 17 참조).
- [0193] 여기에서, 상술한 것과 동일한 이유로, 얼라인먼트 계측시, 4개의 XZ 헤드(68X 및 67X) 및 YZ 헤드(68Y 및 67Y) 중 적어도 하나의 헤드가 항상 해당 스케일(39₁ 및 39₂)에 대향한다(계측 빔을 조사한다). 따라서, 4축 인코더(68) 및 4축 인코더(67)는, 웨이퍼 스테이지(WST)가 계측 스테이션(300)에 있는 경우에, 작동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)을 구성한다.
- [0194] 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)을 구성하는 각각의 인코더의 계측 값은 전환부(150B)(도 16 및 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)로 공급된다. 지금까지의 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시형태에서, 웨이퍼 스테이지(WST)가 계측 스테이션(300)에 위치하는 경우, 작동 스테이지(WCS)에 의해 지원되는 미동 스테이지(WFS)의 6 자유도 방향의 위치 정보는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드

드 인코더 시스템(80B)에 의해 동시에 계측될 수 있다.

- [0195] 또한, 전환부(150B)는 전환부(150A)와 유사하게 메인 제어기(20)에 의해 설정된 제 1 모드 내지 제 4 모드를 갖는다. 또한, 제 1, 제 3 또는 제 4 모드가 설정되는 경우, 모드 설정에 따라, 하이브리드 필터부(160)는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)과 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 계측 값 중에서 더 높은 신뢰성의 계측 값을 메인 제어기(20)에 공급하고, 공급된 계측 값에 기초하여, 웨이퍼 스테이지(WST)가 계측 스테이지(300)에 있을 때 웨이퍼 테이블(WSTB)의 구동(위치 제어)이 행해진다.
- [0196] 또한, 메인 제어기(20)는, 상술한 바와 같이, 그리드가 업데이트된 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계로 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 스케일의 그리드를 비교 조절함으로써 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계를 리프레쉬한다.
- [0197] 부수적으로, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 대하여, 지금까지의 설명 이외에, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 관한 상기 설명이 변경 없이 적용될 수 있다.
- [0198] 이제, 설명의 순서가 바뀌었지만, 후술하는 포커스 맵핑시에, 필요에 따라, 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTS)의 Y축, Z축, Θ_y 및 Θ_z 의 각 방향의 위치를 계측하는데 이용되는 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)(도 16 참조)을 설명한다.
- [0199] 계측 아암(71B)의 아암 부재(71₂)에는, 도 9(B)에 도시된 바와 같이, 3차원 헤드(75a 및 75b)의 각각의 검출 중심으로부터 +Y축으로 동일 거리 떨어진 점을 한 쌍의 YZ 헤드의 검출 중심으로 하도록, 한 쌍의 YZ 헤드(77a 및 77b)가 아암 부재(71₂)의 내부에 더 배치된다. +X축의 YZ 헤드(77a)의 검출 중심은 AF 중심, 즉, 전술한 다점 AF 계(90a, 90b)의 검출 중심과 일치한다. 이 한쌍의 YZ 헤드(77a, 77b)는 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)을 구성한다.
- [0200] 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)의 출력은 상술한 전환부(150A)와 유사한 방식으로 구성된 전환부(150C)(도 16, 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)에 공급된다. 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)의 출력은 전환부(150C)를 통해 메인 제어기(20)에 공급되면, 메인 제어기(20)는 YZ 헤드(77a)에 의해 계측된 Y축 및 Z축 방향의 위치 정보에 기초하여 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB)의 Y 위치 및 Z 위치를 구하고, 한 쌍의 YZ 헤드(77a 및 77b)에 의해 계측된 Y축 방향 및 Z축 방향의 위치 정보에 기초하여 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB))의 Θ_z 방향의 위치(Θ_z 회전) 및 Θ_y 방향의 위치(Θ_y 회전)를 구한다.
- [0201] 부수적으로, 얼라인먼트 중심이 한 쌍의 3차원 헤드(75a 및 75b)의 검출점의 중심과 일치하는 경우, AF 중심은 한 쌍의 YZ 헤드(77a 및 77b)의 검출점의 중심과 일치하도록 설정된다. 따라서, 이 경우, 메인 제어기(20)는 한 쌍의 YZ 헤드(77a 및 77b)에 의해 계측된 Y축 및 Z축 방향의 위치 정보의 평균값으로부터 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB)의 Y 위치 및 Z 위치를 구한다.
- [0202] 부수적으로, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)에 대하여, 지금까지의 설명 이외에, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 대한 상기 설명이 기본적으로 적용될 수 있다.
- [0203] 본 실시형태에서, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)에 대응하여, 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)이 또한 제공된다(도 16 참조). 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)은, 도 4에 도시된 바와 같이, 기준축(LV)에 대칭으로 배치된 한 쌍의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)를 포함한다. 한 쌍의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)는 각각 4축 헤드(68₃)의 +Y축의 위치 및 4축 헤드(67₂)의 +Y축 위치에 배치되고, 지지 부재를 통해 현재 상태로 메인 프레임(BD)에 고정된다. 한 쌍의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 전술한 4축 헤드(64_i, 65_i, 67_i, 및 68_i)와 유사하게, Y축 방향을 따라 각각의 검출점이 배치된 각각 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂) 및 YZ 헤드(66Y₁ 및 66Y₂)를 포함한다. 한 쌍의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)가 각각 갖는 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂)의 검출점의 Y축 위치가 AF 빔의 검출 중심의 Y 위치(직선(LA₂))와 일치한다. 또한, XZ 헤드(66X₂)의 검출점의 X 위치는 XZ 헤드(67X₂)의 검출점 보다 약간 +X축에 있고, XZ 헤드(66X₁)의 검출점의 X 위치는 XZ 헤드(68X₃)의 검출점 보다 약간 -X축에 있다. 한 쌍의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)는 각각 스케일(39₁ 및 39₂)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축, Y축, Z축, Θ_x 의 각각의 방향의 위치 정보를 계측하는 한 쌍의 4축 인코더를 구성한다. 이 한 쌍의 4축 인코더는 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)을 구성한다.

- [0204] 제 3 탭 사이드 인코더 시스템(80C)의 계측 값은 전환부(150A)와 유사하게 구성된 전환부(150C)(도 16, 17 등 참조)를 통해 메인 제어기(20)에 공급된다.
- [0205] 본 실시형태에서, 제 3 탭 사이드 인코더 시스템(80C) 및 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)에 의해, 웨이퍼 테이블(WTB)(미동 스테이지(WFS))의 4 자유도 방향(Y축, Z축, θ_z 및 θ_y 방향)에 관련된 위치 정보가 동시에 계측될 수 있다.
- [0206] 또한, 전환부(150C)는 전환부(150A)와 유사하게 메인 제어기(20)에 의해 설정된 제 1 모드 내지 제 4 모드를 갖는다. 제 1, 제 3 또는 제 4 모드가 설정되는 경우, 모드 설정에 따라, 하이브리드 필터부(160)는 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)과 제 3 탭 사이드 인코더 시스템(80C)의 계측 값 중에서 더 높은 신뢰성의 계측 값을 메인 제어기(20)에 공급한다.
- [0207] 그러나, 후술하는 포커스 맵핑시에는, 웨이퍼 스테이지(WST)는 계측 스테이션(300)에 있고, 포커스 맵핑과 함께 웨이퍼 얼라인먼트 계측이 행해지고, 이 얼라인먼트 계측이 완료될 때까지, 메인 제어기(20)는 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 상술한 하이브리드 위치 신호에 기초하여 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB))의 6 자유도 방향의 위치에 대한 서보 제어를 수행하고, 제 3 탭 사이드 인코더 시스템(80C) 및 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)의 계측 값은 주로 포커스 맵핑에 대한 계측 데이터로서 사용된다. 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 계측이 완료된 후에, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 범위 밖으로 웨이퍼 테이블이 이동하여 포커스 맵핑이 완료될 때까지, 메인 제어기(20)는 제 3 탭 사이드 인코더 시스템(80C) 및/또는 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)의 계측 값에 기초하여 미동 스테이지(WFS)의 구동(위치의 서보 제어)을 행한다.
- [0208] 본 실시형태에서, 또한, 웨이퍼 스테이지(WST)가 포커스 맵핑의 완료 위치로부터 노광 스테이션(200)까지 이동하면, 이 이동 중에 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치를 계측하기 위한 제 4 탭 사이드 인코더 시스템(80D)이 제공된다(도 16 참조). 제 4 탭 사이드 인코더 시스템(80D)은, 도 4에 도시된 바와 같이, Y축 방향에 대하여 헤드부(62A) 및 헤드부(62F) 간의 중간 위치에 X축 방향 및 Y축 방향으로 시프트되어 배치된 한 쌍의 3차원 헤드(79₁ 및 79₂)를 포함한다. 한 쌍의 3차원 헤드(79₁ 및 79₂)는 지지 부재를 통해 현가 상태로 메인 프레임(BD)에 고정된다. 한 쌍의 3차원 헤드(79₁ 및 79₂)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 각각 Y축 방향으로 나란히 배치된 XZ 헤드(79X₁ 및 79X₂) 및 Y 헤드(79Y₁ 및 79Y₂)를 포함한다. Y 헤드(79Y₁ 및 79Y₂)는 계측 방향이 Y축 방향인 1차원 헤드이다. 이 경우, XZ 헤드(79X₁ 및 79X₂)의 X 위치는 각각 XZ 헤드(68X₂ 및 68X₁)와 동일한 위치로 설정된다. Y 헤드(79Y₁ 및 79Y₂)로서, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 2008/0088843 등에 개시된 것 등의 회절 간섭형 인코더 헤드가 사용될 수 있다.
- [0209] 한 쌍의 3차원 헤드(79₁ 및 79₂)는 스케일(39₁)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축, Y축 및 Z축 방향의 위치 정보를 계측하는 한 쌍의 3차원 인코더(79A 및 79B)(도 16 참조)를 구성한다. 이 한 쌍의 3차원 인코더(79A 및 79B)의 계측 값은 메인 제어기(20)로 공급된다. 한 쌍의 3차원 헤드(79₁ 및 79₂)는 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 중심 위치가 기준축(LV)과 일치할 때 동일한 스케일(39₁)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치를 계측할 수 있다. 한 쌍의 3차원 인코더(79A 및 79B)는 제 4 탭 사이드 인코더 시스템(80D)을 구성한다.
- [0210] 부수적으로, 제 4 탭 사이드 인코더 시스템(80D)에 대하여, 헤드의 위치 및 수에 있어서 약간의 차이는 있지만, 지금까지의 설명 이외에, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(80A)에 대한 상술한 설명이 기본적으로 적용된다.
- [0211] 본 실시형태의 노광 장치(100)에는, 도 4에 도시된 바와 같이, 기준축(LV) 상의 노광 위치 및 얼라인먼트 위치 간의 소정 위치, 예를 들어, 기준축(LV) 상의 3차원 헤드(79₁)의 XZ 헤드(79X₁)와 거의 동일한 Y위치에 언로딩 위치(UP1)가 설정되고, 언로딩 위치(UP1)로부터 -X축으로 소정 거리 떨어진 위치에, 대기 위치(UP2)가 설정된다. 또한, 기준축(LV) 상의 얼라인먼트 위치의 -Y축에는 로딩 위치(LP)가 설정된다.
- [0212] 언로딩 위치(UP1), 대기 위치(UP2) 및 근접 영역에는, 도 15에 도시된 바와 같이, 언로딩 장치(170)가 배치된다. 언로딩 장치(170)는, 예를 들어, 평면도에서 볼 때 사각 프레임 형상을 갖는 프레임(FL)에 부착되고 도시되지 않은 지지 부재에 의해 바닥면 상에 지지되는 메인 프레임(BD)의 주변에 메인 프레임(BD)과 수직으로 떨어져 배치된다.
- [0213] 언로딩 장치(170)는, 프레임(FL)의 하면(-Z축의 표면)에 고정되고 Y축에 대하여 소정의 각(α)(α 는 예를 들어

10도보다 작은 소정의 각)을 형성하는 방향으로 연장하는 제 1 아암(171), 길이 방향의 일단 상의 예지 표면이 제 1 아암(171)의 길이 방향의 일단(+Y측 단부) 상의 측면(+X측면)에 고정되고 X축 방향으로 연장하는 제 2 아암(172), 제 2 아암(172)의 길이 방향을 따라 이동가능한 제 1 언로딩 슬라이더(170A) 및 제 1 아암(171)의 길이 방향을 따라 이동가능한 제 2 언로딩 슬라이더(170B)를 구비한다.

[0214] 제 1 아암(171)은, 길이 방향의 일단이 Y축 방향의 중심에 가까운 -X측 상의 프레임(FL)의 측면에 대향하고 길이 방향의 타단이 -Y측 상의 단부에서 -X측 상의 프레임(FL)의 측면에 대향한 한 상태에서 프레임(FL)의 하면에 대향하도록 배치된 막대 형상 부재로 구성된다. 제 1 아암(171)은 프레임(FL)의 하면에 고정된 전체 상면 및 상면의 복수의 위치를 갖는다. 제 1 아암(171)의 하면(이면)에, 도시되지 않은 가이드가 길이 방향을 따라 배치되고 도시되지 않은 고정자가 가이드에 평행하게 배치된다.

[0215] 제 2 아암(172)은 제 1 아암(171)과 거의 동일한 길이를 갖는 막대 형상 부재로 이루어진다. 제 2 아암(172)은, 제 1 아암(172)에 대하여 XY 평면 내에서 $(90^\circ - \alpha)$ 의 각이 형성된 상태에서, 제 1 아암(171)의 길이 방향의 일단(+Y측단) 상의 측면(+X측면) 상에 고정된다. 제 2 아암(172)의 하면(이면)에, 제 1 아암(171)와 유사하게, 도시되지 않은 가이드가 길이 방향을 따라 배치되고 도시되지 않은 고정자가 가이드에 평행하게 배치된다.

[0216] 제 1 언로딩 슬라이드(170A)는 제 2 아암(172)의 이면 상에서 상술한 가이드를 따라 이동가능하도록 배치된 제 1 슬라이드 부재(173) 및 제 1 슬라이드 부재(173) 하부에 배치되고 제 1 슬라이드 부재(173)에 제공된 수직 이동 구동부(176)(예를 들어 도 36(A) 참조)에 의해 수직으로 이동되는 평면에서 볼 때 X형상을 갖는 웨이퍼 파지(grasping) 부재(174)를 구비한다. 제 1 슬라이드 부재(173)에는, 제 2 아암(172) 내에 배치된 상술한 고정자와 함께 제 1 슬라이드를 구동하는 선형 모터를 구성하는 이동자(mover)가 포함된다.

[0217] 웨이퍼 파지 부재(174)는, 도 15에 도시된 바와 같이, 평면도에서 볼 때 X형상으로 결합된 한 쌍의 막대 형상 부재로 구성된 메인부(174a) 및 메인부(174a)의 4개의 선단에 각각 부착된 4개의 파지 부재(174b)를 구비한다.

[0218] 메인부(174a)를 구성하는 길이 방향의 한 쌍의 막대 형상 부재의 사이즈는 웨이퍼(W)의 직경보다 약간 길고, 한 쌍의 막대 형상 부재는 막대가 길이 방향의 중심에서 소정의 각도로 교차하도록 배치된다. 메인부(174)에서, 한 쌍의 막대 형상 부재의 교차부가 수직 이동 구동부(176)의 구동 샤프트의 하면에 고정된다.

[0219] 여기서, 메인부(174a)의 한 쌍의 막대 형상 부재에서, 4개의 파지 부재(174b)만이 웨이퍼 스테이지(WST) 상의 웨이퍼를 파지해야 하기 때문에, 막대 형상 부재의 하나의 상면(또는 하면) 상의 중심에 그루브(groove)가 형성될 수 있고, 다른 막대 형상 부재를 그 그루브에 삽입함으로써, 막대 형상 부재의 각각의 상면(또는 하면)의 높이가 동일해지거나 막대 형상 부재들 중 하나의 막대 형상 부재의 하면이 다른 막대 형상 부재에 고정되도록 양 막대가 고정될 수 있다. 한 쌍의 막대 형상 부재의 높이가 다른 위치에서 한 쌍의 막대 형상 부재를 접촉하는 경우(예를 들어, 다른 막대 형상 부재가 막대 형상 부재의 하나의 하면에 고정되는 경우), 막대 형상 부재들 중 하나의 막대 형상 부재의 양단에 제공된 파지 부재(174b)의 Z축 방향의 길이를 조절하거나 상방으로 돌출(또는 하방으로 돌출)한 형상을 갖는 부재를 이용하여 막대 형상 부재들 중 하나의 막대 형상 부재의 양단이 다른 막대 형상 부재의 양단과 동일한 높이를 갖도록 조절함으로써, 4개의 파지 부재(174b)의 하단의 Z축 방향 위치를 매칭하는 것이 바람직하다.

[0220] 4개의 파지 부재(174b)의 각각은 웨이퍼의 이면을 지지할 수 있는 하단에 제공된 갈고리부(claw)를 갖는다. 4개의 파지 부재(174b)의 각각은 도시되지 않은 구동 메카니즘을 통해 부재의 각각이 부착된 막대 형상 부재를 따라 이동 또는 슬라이드할 수 있다. 즉, 4개의 파지 부재(174b)는 개방 또는 폐쇄될 수 있다(도 36(C) 참조).

[0221] 본 실시형태에서, 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)(도 16 참조)는 상술한 제 1 슬라이더를 구동하는 선형 모터, 수직 이동 구동부(176) 및 파지 부재(174b)를 개방 또는 폐쇄할 수 있는 상술한 구동 메카니즘을 포함하도록 구성된다.

[0222] 제 2 언로딩 슬라이더(17B)는, 제 1 아암(171)의 이면 상에서 상술한 가이드를 따라 이동가능하게 제공된 제 2 슬라이드 부재(175) 및 제 2 슬라이드 부재(175) 하부에 배치되고 제 2 슬라이드 부재(175)에 제공된 수직 이동 회전 구동부(178)(예를 들어, 도 32(A) 참조)에 의해 수직 이동 및 Z축 회전 구동하는 Y형상 유지부(177)를 구비한다. 제 2 슬라이드 부재(175)에는, 제 1 아암(171) 상에 배치된 상술한 고정자와 함께 제 2 슬라이더를 구동하는 선형 모터를 구성하는 이동자가 포함된다.

- [0223] Y형상 유지부(177)는, 도 15에 도시된 바와 같이, 평면도에서 볼 때 Y형상을 갖는 얇은 플레이트 부재로 구성되고, 그 상면 상에, 진공 흡착(또는 정전 흡착) 등의 흡착에 의해 웨이퍼(W)가 유지되는 도시되지 않은 흡착부를 갖는다. Y형상 유지부(177)의 XY 평면에서의 사이즈는 웨이퍼(W)보다 약간 작고, 웨이퍼(W)가 흡착부 상에 유지된 상태에서, Y형상의 선단(예를 들어, 선단 분할부)이 웨이퍼(W)의 외주부에 끼워 맞추어진다. Y형상 유지부(177)의 Y형상 선단의 반대측 단부는 수직 이동 회전 구동부(179)의 구동 샤프트의 하단에 고정된다.
- [0224] 본 실시형태에서, 제 2 언로딩 슬라이드 구동부(180B)(도 16 참조)는 상술한 제 2 슬라이더를 구동하는 선형 모터 및 수직 이동 회전 구동부(179)를 포함하도록 구성된다.
- [0225] 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A) 및 제 2 언로딩 슬라이더 구동계(180B)는 메인 제어기(20)에 의해 제어된다(도 16 참조). 부수적으로, 언로딩 장치는 상술한 구조로 제한되지 않고, 웨이퍼(W)를 유지하면서 이동가능하다면 어떤 구조도 될 수도 있다. 또한, 웨이퍼(W)의 언로딩 위치는 광학계(PL) 및 얼라인먼트 장치(99) 사이의 위치로 제한되지 않고, 예를 들어, 후술할 제 2 실시형태에서처럼 얼라인먼트 장치(99)에 대하여 투영 광학계(PL)의 반대측에서 언로딩이 수행될 수 있다.
- [0226] 도 16은 노광 장치(100)의 제어계를 주로 구성하고 각 구성부를 총괄 제어하는 메인 제어기(20)의 입출력 관계를 나타내는 블록도이다. 메인 제어기(20)는 워크스테이션(또는 마이크로컴퓨터) 등을 포함하고 노광 장치(100)를 구성하는 부분의 각각을 총괄 제어한다. 도 17은 도 16의 제 1 및 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110A 및 110B)의 구체적인 구성의 예를 나타낸다. 도 18은 도 16의 전환부(150A)의 구성의 예를 나타낸다.
- [0227] 다음으로, 본 실시형태와 관련된 노광 장치(100)의 웨이퍼 스테이지(WST) 및 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작을 도 19 내지 37을 이용하여 설명한다. 부수적으로, 다음의 동작에서, 메인 제어기(20)는 상술한 바와 같이 로컬 액체 침지 장치(8)의 액체 공급 장치(5) 및 액체 회수 장치(6)의 제어를 수행하고, 투영 광학계(PL)의 선단 렌즈(181) 하부의 공간에 물이 항상 채워져 있다. 그러나, 이하에서는, 액체 공급 장치(5) 및 액체 회수 장치(6)에 관한 제어에 대한 설명은 생략한다. 또한, 이하의 동작에 대한 설명에 다수의 도면이 사용될 수 있지만, 동일한 부재는 도면의 각각에서 참조 번호를 가질 수도 있고 갖지 않을 수도 있다. 즉, 각 도면에 대하여 기재된 참조 번호는 상이할 수도 있지만, 이들 도면은 참조 번호의 이용가능성에 관계없이 동일한 구조를 나타낸다. 지금까지의 설명에 이동된 각 도면에 대해서도 마찬가지이다. 또한, 도 19의 도면에서, 계측 스테이지(MST)를 간략히 설명한다.
- [0228] 또한, 제 1 내지 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70A 내지 70C) 및 제 1 내지 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80A 내지 80D)의 각 헤드, 다점 AF 계, 얼라인먼트계 등이 사용될 때 또는 적어도 그 사용 전에, 그 상태가 오프 상태에서부터 온 상태로 설정되지만, 이 점에 대한 설명은 이하의 동작 설명에서 생략한다.
- [0229] 또한, 전제 조건으로서, 전환부(150A 및 150B)는 일 예로서, 제 1 모드로 설정되고, 전환부(150C)는 예를 들어 제 2 모드로 설정된다. 특히, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)로부터는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 하이브리드 위치 신호(F_H)에 대응하는 계측값(이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측값이라 한다)이, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로부터는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 하이브리드 위치 신호(F_H)에 대응하는 계측 값(이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값이라 한다)이, 각각 메인 제어기(20)로 출력된다. 또한, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)으로부터는, 출력 신호(계측 값)가 메인 제어기(20)로 출력된다.
- [0230] 도 19는 웨이퍼 스테이지(WST)가 로딩 위치(LP)에 있고 계측 스테이지(MST)가 투영 광학계(PL) 바로 아래에 있는 상태를 나타낸다. 이 때, 계측 아암(71B)은 웨이퍼 스테이지(WST)의 공간으로 삽입되고, 웨이퍼 테이블(WTB)의 이면(그레이팅(RG))은 계측 아암(71B)에 대향한다. 이 로딩 위치(LP)에서, 노광되지 않은 새로운 웨이퍼(W)(여기서, 일 예로서, 어느 로트(lot)(1로트는 25 또는 50 매의 웨이퍼를 포함)의 중간의 웨이퍼)가 후술하는 순서로 웨이퍼 스테이지(WST) 상에 로딩된다.
- [0231] 이 때, 이전 웨이퍼에 대한 후술하는 스트림 처리가 완료된 후에, 노광되지 않은 웨이퍼(W)가 노광을 시작하기 전에 로딩 위치(LP)에서 상술한 척 유닛(120)에 의해 이미 지지되고, 이 지지 상태가 유지된다. 구체적으로, 도 20(A)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W)는 로딩 위치(LP)에서 소정의 높이 위치에 있는 베르누이 척(124)에 의해 소정 거리(갭)를 유지하면서 비접촉 방식으로 흡착(유지 또는 지지)되고, 그 이면의 외주부에 있는 2개의 위치가 6 자유도 방향의 이동을 제한하는 한 쌍의 지지 플레이트(128)에 의해 하부로부터 접촉 방식

으로 지지된다. 또한, 웨이퍼(W)의 온도는 쿨 플레이트(123)에 의해 소정의 온도, 예를 들어, 23℃로 제어된다.

[0232] 메인 제어기(20)는, 먼저, 도 20(B)에 도시된 바와 같이, 드라이버(142)를 통해 상술한 3개의 수직 이동 핀(140)을 상방으로 구동한다. 또한, 3개의 수직 이동 핀(140)이 베르누이 척(124)에 의해 지지되는 웨이퍼(W)의 이면과 접촉할 때, 접촉 상태를 유지하면서, 수직 이동 핀(140)의 상방 구동이 정지된다. 3개의 수직 이동 핀(140)의 상단면이 이동 범위 내에서 상단면의 최하단 위치인 제 2 위치 이외의 위치에 있으면, 수직 이동 핀(140)은 도시되지 않은 스프링에 의해 +Z 방향으로 일정한 힘에 의해 눌린다.

[0233] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 한 쌍의 수직 이동 회전 구동부(127)를 이용하여 약간 하방으로 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 구동하고 웨이퍼(W)의 이면으로부터 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 분리하고, 도 20(C)에 도시된 바와 같이 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 소정의 각도로 회전시켜 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 제 2 회전 위치에 배치한다. 상술한 한 쌍의 지지 플레이트(128)의 웨이퍼(W)의 이면으로부터의 분리에 의해, 새로운 웨이퍼(W)가 지지 플레이트(128)에 의해 웨이퍼가 지지된 상태에서 수직 이동 핀(140)에 의해 웨이퍼가 지지되는 상태로 이동한다. 부수적으로, 베르누이 척(124)은 이 상태에서 웨이퍼(W)의 흡착(유지 또는 지지)을 유지하고, 베르누이 척(124)에 의한 웨이퍼(W)의 흡착(유지 또는 지지) 및 수직 이동 핀(140)의 하부로부터의 지지에 의한 마찰력에 의해, 웨이퍼(W)의 이동은 6 자유도 방향으로 제한된다. 또한, 쿨 플레이트(123)에 의한 웨이퍼(W)의 온도 제어도 계속된다.

[0234] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 도 20(D)에 도시된 바와 같이, 구동부(122) 및 한 쌍의 수직 이동 회전 구동부(127)를 제어하고, 척 메인부(130) 및 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 하방으로 구동시킨다. 이 경우, 상술한 스프링의 힘에 의해 3개의 수직 이동 핀(140)으로의 상방 힘이 예압으로서 웨이퍼(W)에 가해진다. 따라서, 하방으로 구동되는 척 메인부(130)에 의해, 웨이퍼(W)는 하방으로 푸쉬되고, 수직 이동 핀(140)을 예압에 반대되는 하방으로 푸쉬한다. 즉, 상술한 방식으로, 웨이퍼(W)는, 베르누이 척(124)에 대하여 소정의 갭을 유지하면서, 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)과 함께 하방으로 구동된다. 또한, 웨이퍼(W)의 이면이 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))와 접촉하면, 메인 제어기(20)는 베르누이 척(124)에 의해 웨이퍼(W)의 흡착(유지 또는 지지)을 해제하고, 웨이퍼 홀더가 흡착에 의해 웨이퍼(W)를 유지하도록 한다. 이것은 웨이퍼(W)의 벤딩을 실질적으로 억제하거나 방지하면서 웨이퍼(W)가 웨이퍼 홀더에 의해 유지되도록 한다. 즉, 베르누이 척(124)은 캐리어 기능, 온도 제어 기능 및 상술한 프리얼라인먼트(pre-alignment) 기능 뿐만 아니라 벤딩 정정 기능을 구비한다. 웨이퍼 홀더에 의해 유지된 웨이퍼(W)가 평평해지기 때문에, 이 벤딩 정정 기능은 또한 플랫닝(flattening) 기능이라 할 수 있다. 부수적으로, 베르누이 척(124)에 의해 유지된 웨이퍼(W)는 임의의 벤딩없이 실질적으로 평평하게 유지되지만, 예를 들어, 유지되는 웨이퍼(W)의 적어도 일부에 벤딩이 발생한 상태에서 웨이퍼(W)를 웨이퍼 홀더로 전달하는 베르누이 척(124)에 의해, 결과적으로, 웨이퍼 홀더에 의해 유지된 웨이퍼(W)의 벤딩이 억제 또는 방지될 수 있다. 또한, 베르누이 척(124)에 의해 유지된 웨이퍼(W)의 전체 표면 또는 표면의 일부의 벤딩 정보 또는 Z 방향의 위치 정보를 검출하는 검출 장치(예를 들어, 상술한 갭 센서 등)가 제공될 수 있고, 메인 제어기(20)는 이러한 검출 결과를 이용하여 벤딩 없이 또는 베르누이 척(124)에 의해 웨이퍼의 적어도 일부에서만 벤딩이 발생한 상태에서 베르누이 척(124)에 의해 유지된 웨이퍼(W)를 평평하게 유지한다. 또한, 베르누이 척(124)에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 해제가 웨이퍼 홀더에 의한 웨이퍼(W)의 흡착이 시작되기 전에 발생하지만, 예를 들어, 웨이퍼(W)의 벤딩의 정정(플랫닝)을 위하여, 흡착 해제는 웨이퍼 홀더에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 시작과 동시에 또는 흡착 시작 후에 수행될 수 있다. 또한, 메인 제어기(20)는 3개의 수직 이동 핀(140)에 의한 웨이퍼(W)의 지지를 해제하면서 동시에 웨이퍼 홀더에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지를 시작하거나 3개의 수직 이동 핀(140)에 의한 웨이퍼(W)의 지지를 해제하기 전에 웨이퍼 홀더에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지를 시작할 수 있다.

[0235] 여기서, 베르누이 척(124)에 의한 웨이퍼(W)의 흡착(유지 또는 지지)을 해제하기 전에, 메인 제어기(20)는 이면(하면)이 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))로 (접촉하여) 푸쉬되는 전체 웨이퍼(W) 또는 그 일부에 척 메인부(130)에 의한 상부로부터의 하방의 힘을 가할 수 있다. 여기서, 하방의 힘은 중력 이외의 힘을 말한다. 이 하방의 힘을 가하는 방법으로서, 예를 들어, 베르누이 척(124)으로부터 뿜어져 나오는 가스의 유출량 및/또는 유속을 증가시키는 것 또는 척 메인부(130)를 하방으로 구동할 때 소정의 갭으로부터 웨이퍼(W)의 표면과 베르누이 척(124)의 하면 사이의 갭(클리어런스)을 좁히는 것이 고려될 수 있다. 임의의 경우, 웨이퍼(W)는 하방의 힘이 가해진 후 또는 하방의 힘이 가해지는 동안 웨이퍼 홀더에 의해 흡착 유지된다. 이것은 웨이퍼 홀더에 의해 유지된 웨이퍼(W)에서 벤딩이 발생하는 것을 실질적으로 억제 또는 방지할 수 있다.

[0236] 또한, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 홀더에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지가 시간차(time lag)를 두고 수행되도록,

예를 들어, 주변부로부터 중심으로 시간차를 두고 시작하거나 일측으로부터 그 반대측으로 시간차를 두고 시작하도록 웨이퍼 홀더에 의한 흡착 상태를 제어할 수 있다. 특히, 후자의 경우에, 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))는 Θ_x 방향 및/또는 Θ_y 방향으로 기울어질 수 있다. 베르누이 척(124)에 의한 웨이퍼(W)의 벤딩 정정과 결합된 웨이퍼 홀더에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지를 수행함으로써, 웨이퍼(W)는 벤딩이 실질적으로 억제 또는 방지된 상태로 웨이퍼 홀더에 의해 유지된다.

- [0237] 본 실시형태에서, 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)이 상술한 방식으로 하방으로 구동되는 동안, 환상 장치(129)의 환상 신호가 신호 처리 시스템(도 16 참조)으로 전송되고, 웨이퍼(W)의 위치 편차 및 회전 오차에 관한 정보가 메인 제어기(20)에 공급된다(도 16 참조). 부수적으로, 3개의 수직 이동 핀(140)이 베르누이 척(척 메인부(130))과 동기하여 하방으로 구동되거나 3개의 수직 이동 핀(140)이 동기 없이 하방으로 구동될 수 있다. 특히, 후자의 경우, 메인 제어기(20)는 3개의 수직 이동 핀(140)의 하강 속도 및 척 메인부(130)의 하강 속도를 달리하여 웨이퍼(W)를평평하게 할 수 있다. 이 경우, 예를 들어, 상술한 갭 센서는 베르누이 척(124)의 복수의 장소에 배치될 수 있고, 메인 제어기(20)는 복수의 갭 센서를 이용하여 웨이퍼(W)의 변형 상태(예를 들어, 상측으로 돌출했는지 또는 하측으로 돌출했는지 등)를 검출할 수 있고, 3개의 수직 이동 핀(140)의 하강 속도 및 척 메인부(130)의 하강 속도는 검출 결과에 따라 달라질 수 있다.
- [0238] 본 실시형태에서, 도 20(A)에서 알 수 있는 바와 같이, 웨이퍼 테이블(WTB)이 로딩 위치(LP)로 복귀할 때, 수직 이동 핀(140)이 소정의 양만큼 상방으로 구동된 상태가 유지되기 때문에, 수직 이동 핀(140)이 웨이퍼 홀더 내에 하우징된 경우 보다 짧은 시간에 웨이퍼 로딩이 수행될 수 있다. 도 19는 웨이퍼(W)가 웨이퍼 테이블(WTB)에 로딩된 상태를 도시한 것이다.
- [0239] 본 실시형태에서, 도 19에 도시된 바와 같이, 로딩 위치(LP)는, 계측 플레이트(30) 상의 기준 마크(FM)가 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 시야(검출 영역) 내에 위치 결정되는 위치(즉, 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 베이스 라인 계측(Pri-BCHK)의 전반 처리를 행하는 위치)로 설정된다.
- [0240] 여기서, Pri-BCHK의 전반 처리는 후술하는 처리를 의미한다. 즉, 메인 제어기(20)는 전술한 계측 플레이트(30)의 중심에 위치하는 기준 마크(FM)를 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)로 검출(관찰)하고, 그 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 검출 결과와 그 검출시의 미동 스테이지 계측계(110B)의 계측 값을 대응시켜 그 정보를 메모리에 저장한다.
- [0241] 본 실시형태에서, Pri-BCHK의 전반 처리는 웨이퍼(W)의 로딩 동작의 적어도 일부와 동시에 수행될 수 있다.
- [0242] 이 때, 계측 스테이지(MTB)는, 계측 테이블(MTB)의 이면(그레이팅(RGa))이 계측 아암(71A)에 대향한 상태에서 계측 아암(71A)과 결합된다. 또한, 액체(Lq)에 의한 액체 침지 영역(14)이 계측 테이블(MTB)과 투영 광학계(PL) 사이에 형성된다.
- [0243] 또한, 이 때, 이미 노광된 웨이퍼(W_0 라 함)는 대기 위치(UL2)의 소정의 높이 위치에서 제 2 언로딩 슬라이더(170B)의 Y형상 유지부(177)에 의해 유지된다. 웨이퍼(W_0)의 대기 상태는, 다음 웨이퍼(W)의 노광이 시작되고 웨이퍼 스테이지(WST)가 대기 위치(UL2)의 하부로부터 후퇴한 상태가 될 때까지 유지된다.
- [0244] 다음으로, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)의 계측 값에 기초하여 조동 스테이지(WCS)를 구동하고, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치에 대한 서보 제어를 수행하면서 로딩 위치(LP)로부터 노광 스테이션(200)을 향하여 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향의 이동 동작을 시작한다. 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y방향의 이동은, 먼저, 예를 들어, 3개의 제 1 얼라인먼트 샷 영역에 배치된 얼라인먼트 마크(이하, 간단히 제 1 얼라인먼트 마크라 한다)가 검출되는 위치를 향하여 개시된다. 이 때, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치에 대한 서보 제어가 행해진다. 부수적으로, 조동 스테이지(WCS)는, 노광 스테이션(200), 계측계(300) 또는 그 사이의 어느 영역에서도 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여, XY 평면 내에서 구동되지만, 이하에서는, 이점에 대하여 생략한다.
- [0245] 그 후, +Y 방향을 향한 이동 중에, 웨이퍼 스테이지(WST)가 도 21에 도시된 위치, 즉, 계측 플레이트(30)로 송광계(90a)로부터의 검출 빔이 조사된 위치에 도달하면, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 스테이지(WST)를 정지하고, 포커스 캘리브레이션의 전반 처리를 수행하기 시작한다.
- [0246] 즉, 메인 제어기(20)는, 상술한 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)의 한 쌍의 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂)에 의해 검출된 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 일측 및 타측의 단부에서 표면 위치 정보(스케일(39₁ 및 39₂))의 Z 위치

정보)를 검출하면서, 그 정보로부터 얻어진 기준 평면을 기준으로 하여, 메인 제어기(20)는 다점 AF 계(90a 및 90b)를 이용하여 상술한 계측 플레이트(30)의 표면의 표면 위치 정보를 검출한다. 이 검출로부터, 웨이퍼 테이블(WTB)의 중심선이 상술한 기준축(LV)과 일치한 상태에서 한 쌍의 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂)의 계측 값(웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 일측 및 타측의 단부에서의 표면 위치 정보) 및 다점 AF 계(90a, 90b)의 계측 플레이트(30)의 표면 상의 검출점(복수의 검출점 중에서 중심에 있거나 중심 부근에 있는 검출점)에서의 검출 결과(표면 위치 정보) 간의 관계를 구한다.

[0247] 또한, 본 실시형태에서, 상술한 포커스 캘리브레이션의 전반 처리가 수행되는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치는 3개의 제 1 얼라인먼트 마크를 검출하는 처리가 수행되는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치와 일치하기 때문에, 메인 제어기(20)는, 포커스 캘리브레이션의 전반 처리와 함께, 프라이머리 얼라인먼트계(AL1) 및 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₂ 및 AL2₃)를 이용하여 거의 동시에 및 개별적으로 3개의 얼라인먼트 마크(도 21의 별 마크 참조)를 검출하고, 그 후, 상술한 3개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₂ 및 AL2₃)의 검출 결과를 검출 시의 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값과 연관짓고, 그 정보를 도시되지 않은 메모리에 저장한다. 부수적으로, 이 경우, 3개의 제 1 얼라인먼트 마크의 동시 검출은, 복수의 얼라인먼트계(AL1, AL2₂ 및 AL2₃) 및 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 장착된 웨이퍼(W) 간의 Z축 방향(포커스 방향)의 상대적 위치 관계를 변경하면서 웨이퍼 테이블(WTB)의 Z 방향을 변경함으로써 행해진다. 후술하는 제 2 및 후속의 얼라인먼트 샷 영역으로부터 각 얼라인먼트 샷 영역에 배치된 얼라인먼트 마크의 검출은 유사한 방식으로 행해진다.

[0248] 부수적으로, 포커스 캘리브레이션의 전반 처리가 수행되는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치가 제 1 얼라인먼트 마크의 검출 처리가 수행되는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치와 일치하지 않으면, 메인 제어기(20)는 처리의 각각이 수행되는 위치에 웨이퍼 테이블(WTB)이 도달하는 순서에 따라 이들 처리를 순차적으로 수행할 수 있다.

[0249] 다음으로, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향의 이동(5개의 제 2 얼라인먼트 샷 영역에 배치된 얼라인먼트 마크(이하, 간단히 제 2 얼라인먼트 마크라 한다)가 검출된 위치를 향하는 스텝 이동)을 시작한다.

[0250] 그 후, 웨이퍼 스테이지(WST)가 +Y 방향으로 더 이동하여 도 22에 도시된 위치에 도달하면, 메인 제어기(20)는 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)(도 22의 별 마크 참조)를 이용하여 거의 동시에 및 개별적으로 5개의 제 2 얼라인먼트 마크를 검출하고, 그 후, 상술한 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)의 검출 결과를 검출 시의 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값과 연관짓고, 그 정보를 도시되지 않은 메모리에 저장한다.

[0251] 또한, 본 실시형태에서, 도 22에 도시된 바와 같이, 제 2 얼라인먼트 마크를 검출하는 위치에서, 송광계(90a)로부터의 검출 빔이 웨이퍼(W)에 부딪히기(hit) 시작한다. 그 후, 제 2 얼라인먼트 마크의 검출 후에, 메인 제어기(20)는 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)의 4축 헤드(66₁ 및 66₂) 및 다점 AF 계(90a, 90b)를 이용하여 포커스 맵핑을 시작한다.

[0252] 이하, 본 실시형태에 관련된 노광 장치(100)에서 수행되는 포커스 맵핑을 설명한다. 이 포커싱 맵핑에 대해서, 메인 제어기(20)는, 도 22에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 스케일(39₁ 및 39₂)에 각각 대향하는 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)의 2개의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)의 계측 값에 기초하여 XY 평면 내에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치를 제어한다. 도 22에 도시된 이 상태에서, 웨이퍼 테이블(WTB)의 중심(웨이퍼(W)의 중심과 거의 일치)을 통과하는 Y축에 평행한 직선(중심선)이 기준축(LV)과 일치한다.

[0253] 또한, 이 상태에서, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST)가 +Y방향으로 진행하는 동안, 2개의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)의 각각에 의해 계측된 웨이퍼 테이블(WTB) 표면(플레이트(28) 표면)의 X축 방향 양단부(한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b))의 Y축 및 Z축 방향에 관한 위치 정보와 다점 AF 계(90a, 90b)에서 검출된 복수의 검출점에서 웨이퍼(W) 표면의 Z축 방향에 관한 위치 정보(표면 위치 정보)를 소정의 샘플링 간격으로 취입하고, 그 취입된 해당 정보를 상호 대응시켜 도시되지 않은 메모리에 저장한다.

[0254] 그 후, 다점 AF 계(90a, 90b)의 검출 빔이 웨이퍼(W)로부터 벗어나면, 메인 제어기(20)는 상술한 샘플링을 종료하고, 다점 AF 계(90a, 90b)의 각 검출점에 대한 표면 위치 정보를 동시에 취입된 2개의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)의 각각에 의해 계측된 Z축 방향에 관한 위치 정보를 기준으로 하는 데이터로 변환한다.

[0255] 이것을 더 상세히 설명하면, 하나의 4축 헤드(66₂)의 Z 위치의 계측 값에 기초하여, 플레이트(28)의 -X축 단부

근방의 영역(스케일(39₂))이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b)) 상의 소정의 점(다점 AF 계(90a, 90b)의 복수의 검출점의 배열과 거의 동일한 X축 상의 점에 대응: 이하, 이 점을 좌측 계측점이라 한다)의 표면 위치 정보가 얻어진다. 또한, 다른 4축 헤드(66₁)의 Z 위치의 계측 값에 기초하여, 플레이트(28)의 +X축 단부 근방의 영역(스케일(39₁))이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b)) 상의 소정의 점(다점 AF 계(90a, 90b)의 복수의 검출점의 배열과 거의 동일한 X축 상의 점에 대응: 이하, 이 점을 우측 계측점이라 한다)의 표면 위치 정보가 얻어진다.

그 후, 메인 제어기(20)는, 다점 AF 계(90a, 90b)의 각 검출점에서의 표면 위치 정보를 좌측 계측점의 표면 위치와 우측 계측점의 표면 위치를 연결하는 직선(이하, 테이블 표면 기준선이라 함)을 기준으로 하는 표면 위치 데이터로 변환된다. 메인 제어기(20)는, 이러한 변환을 모든 샘플링시 취입된 정보에 대하여 수행한다.

그 후, 메인 제어기(20)는, 다점 AF 계(90a, 90b)의 각 검출점에서의 표면 위치 정보를 좌측 계측점의 표면 위치와 우측 계측점의 표면 위치를 연결하는 직선(이하, 테이블 표면 기준선이라 함)을 기준으로 하는 표면 위치 데이터로 변환된다. 메인 제어기(20)는, 이러한 변환을 모든 샘플링시 취입된 정보에 대하여 수행한다.

[0256] 여기서, 본 실시형태에 관련된 노광 장치(100)에서는, 상술한 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)과 동시에, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)에 의한 Y축 방향, Z축 방향 및 Θ_y 방향(및 Θ_z 방향)에 관한 웨이퍼 테이블(WTB)(미동 스테이지(WFS))의 위치 정보의 계측이 가능해진다. 그러므로, 메인 제어기(20)는, 상기 2개의 4축 헤드(66₁ 및 66₂)의 각각에 의해 계측된 웨이퍼 테이블(WTB) 표면(플레이트(28)의 표면)의 X축 방향 양단부의 Y축 및 Z축 방향에 관한 위치 정보와 다점 AF 계(90a, 90b)에서 검출된 복수의 검출점에서의 웨이퍼(W) 표면의 Z축 방향에 관한 위치 정보(표면 위치 정보)의 취입과 동일한 타이밍에서, 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)에 의한 상기 각 방향(Y, Z 및 Θ_y (및 Θ_z))에 관한 위치의 계측 값을 취입한다. 그 후, 메인 제어기(20)는, 동시에 취입된 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)의 계측 정보로부터 얻어진 테이블 표면 기준선의 데이터(Z, Θ_y)와 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70)의 계측 정보(Z, Θ_y) 간의 관계를 구한다. 이에 의해, 상술한 테이블 표면 기준선을 기준으로 하는 표면 위치 데이터를 이면 계측에 의해 얻어진 웨이퍼 테이블(WTB)의 Z 위치 및 Θ_y 회전에서 정한 상술한 테이블 표면 기준 선에 대응하는 기준선(이하, 편의상, 이면 계측 기준선이라 한다)을 기준으로 하는 표면 위치 데이터로 변환할 수 있다.

[0257] 상술한 방식으로 이미 상기 변환 데이터를 획득함으로써, 예를 들어, 노광 시 등에는, 전술한 XZ 헤드(64X 및 65X)에서 웨이퍼 테이블(WTB) 표면(스케일 (39₂))이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b) 상의 점 및 스케일(39₁)이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b) 상의 점)을 계측하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 Z 위치 및 XY 평면에서의 경사(주로, Θ_y 회전)를 산출한다. 이 산출된 웨이퍼 테이블(WTB)의 Z 위치 및 XY 평면에 대한 경사와 상술한 표면 위치 데이터(테이블 표면 기준선을 기준으로 하는 표면 위치 데이터)를 이용함으로써, 웨이퍼(W) 표면의 표면 위치 정보를 실제로 구하지 않고, 웨이퍼(W)의 표면 위치 제어가 가능해진다. 따라서, 다점 AF 계를 투영 광학계(PL)로부터 떨어진 위치에 배치하여도 문제가 없기 때문에, 작업 거리(노광시 투영 광학계(PL) 및 웨이퍼(W) 간의 간격)가 좁은 노광 장치 등에서도 본 실시형태의 포커스 맵핑이 양호하게 적용될 수 있다.

[0258] 이상의 설명은 웨이퍼 테이블(WTB) 표면에 요철이 존재하지 않는 것을 전제로 한다. 그러나, 실제로는, 웨이퍼 테이블(WTB)의 표면, 즉, 스케일(39₂)이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b)의 표면 및 스케일(39₁)이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b)의 표면 등에는 요철이 있다. 그러나, 이와 같이 웨이퍼 테이블(WTB)의 표면에 요철이 존재하는 경우에도, 웨이퍼(W)의 자오선(웨이퍼 중심을 통과하는 Y축에 평행한 직선) 상의 점에서는 매우 고정밀도의 표면 위치 제어가 가능하다.

[0259] 그 이유는, 포커스 맵핑을 할 때 (웨이퍼 스테이지(WST)가 +Y 방향으로 이동할 때), 웨이퍼(W)의 자오선 상에 위치하는 샷 영역은, 노광 시 등에는 웨이퍼 스테이지(WST)(웨이퍼 테이블(WTB))를 포커스 맵핑할 때와 비교하여 X축 방향으로 이동하지 않고, 노광 위치(투영 광학계(PL) 하부)에 배치되기 때문이다. 자오선 상의 샷 영역이 노광 위치에 도달할 때, XZ 헤드(66X₁)와 거의 동일한 X 위치에 검출점이 배치된 XZ 헤드(65X₃) 및 XZ 헤드(66X₂)와 거의 동일한 X 위치에 검출점이 배치된 XZ 헤드(64X₂)는, 포커스 맵핑시에 XZ 헤드(66X₁) 및 XZ 헤드(66X₂)가 각각 표면 위치 정보를 검출한 웨이퍼 테이블(WTB) 상의 점과 거의 동일한 점에서의 표면 위치 정보를 검출한다. 즉, 다점 AF 계(90a, 90b)에 의한 표면 위치 정보의 검출의 기준이 되는 한 쌍의 XZ 헤드에 의해 계측되는 기준면(테이블 표면 기준선을 Y축 방향으로 연속시킨 면)이 포커스 맵핑시와 노광 시에 동일해진다. 이 때문에, 웨이퍼 테이블(WTB)의 표면에 요철 또는 파형(waviness)이 생겨도, 자오선 상의 샷 영역을 노광할 때, 그 요철 또는 파형을 고려하지 않고, 포커스 맵핑 시에 얻어진 Z 위치를 그대로 Z 위치로 이용하여 노광 시의 웨이퍼의 포커스 제어를 행할 수 있으므로, 고정밀도의 포커스 제어가 가능해진다.

[0260] 마찬가지로, 자오선 상의 샷 영역이 노광 위치에 도달하면, YZ 헤드(77a)의 검출점과 동일한 Y축에 평행한 직선(기준축(LV) 상에 그 검출점이 설정된 3차원 헤드(73a) 및 YZ 헤드(77b)의 검출점과 동일한 Y축에 평행한 직선

상에 그 검출점이 설정된 3차원 헤드(73b)는, 포커스 맵핑 시에 YZ 헤드 및 YZ 헤드가 각각 표면 위치 정보를 검출한 그레이팅(RG) 상의 점과 동일한 점에서의 Z 위치를 검출하고, 이 검출 결과에 기초하여, Z, Θ_y 의 산출이 행해진다. 즉, 다점 AF 계(90a, 90b)에 의한 표면 위치 정보의 검출의 기준이 되는 상술한 이면 계측 기준선을 Y축 방향에 연속시킨 면(이하, 이면 계측 기준면이라 함)이 포커스 맵핑시 및 노광시에 동일한 점의 Z 위치의 계측 점에 기초하여 산출된다.

[0261] 자오선 상의 샷 영역 이외의 샷 영역을 노광할 때, 웨이퍼 테이블(WTB)의 표면에 요철 또는 파형이 없는 경우에는, 상기 자오선 상의 샷 영역과 동일한 정도의 포커스 제어 정밀도를 확보할 수 있지만, 웨이퍼 테이블(WTB)의 표면에 요철 또는 파형이 있는 경우에는, 포커스 제어 정밀도가 후술하는 트레이버스 체크(traverse checking)의 정밀도에 의존한다.

[0262] 부수적으로, 본 실시형태에서, 제 2 얼라인먼트 마크를 검출하는 위치에 웨이퍼 스테이지(WST)가 도달할 때, 송광계(90a)로부터의 검출 빔이 웨이퍼(W)에 부딪히기 시작하기 때문에, 그 위치에서 포커스 맵핑을 개시하는 것으로 하였다. 그러나, 제 2 얼라인먼트 마크를 검출하는 위치에 웨이퍼 스테이지(WST)가 도달하기에 앞서, 또는 늦게, 송광계(90a)로부터의 검출 빔이 웨이퍼(W)에 부딪히는 경우에는, 제 2 얼라인먼트 마크를 검출하기에 앞서 또는 늦게, 그 검출 빔이 웨이퍼(W)에 부딪히기 시작하는 시점에서 포커스 맵핑이 개시될 수 있다.

[0263] 설명은 동시 동작의 설명으로 되돌아간다. 상기 포커스 맵핑을 위한 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향으로의 이동에 의해, 웨이퍼 스테이지(WST)가 도 23에 도시된 위치에 도달하면, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST)를 그 위치에서 정지시킨다. 그 후, 메인 제어기는, 예를 들어, 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)를 이용하여, 5개의 제 3 얼라인먼트 영역에 배치된 얼라인먼트 마크(이하, 간단히 제 3 얼라인먼트 마크라 한다)를 거의 동시에 또는 개별적으로 검출하고(도 23의 별 마크 참조), 상기 5개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₁ 내지 AL2₄)의 검출 결과와 그 검출시의 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110b)의 계측 값을 연관지어, 도시되지 않은 메모리에 저장한다. 또한, 이 때 포커스 맵핑은 여전히 계속된다.

[0264] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 예를 들어, 3개의 제 4 얼라인먼트 샷 영역에 배치된 얼라인먼트 마크(이하, 간단히 제 4 얼라인먼트 마크라 한다)를 검출하는 위치를 향하여 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향으로의 이동을 개시한다. 이 때, 포커스 맵핑은 계속된다.

[0265] 그 후, 웨이퍼 스테이지(WST)가 도 24에 도시된 위치에 도달하면, 메인 제어기(20)는, 즉시 웨이퍼 스테이지(WST)를 정지시키고, 프라이머리 얼라인먼트계(AL1), 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₂ 및 AL2₃)를 이용하여, 웨이퍼(W) 상의 3개의 제 4 얼라인먼트 마크를 거의 동시에 또는 개별적으로 검출하고(도 24의 별 마크 참조), 상기 3개의 얼라인먼트계(AL1, AL2₂ 및 AL2₃)의 검출 결과와 그 검출시의 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값을 연관지어, 도시되지 않은 메모리에 저장한다.

[0266] 그 후, 메인 제어기(20)는, 이와 같이 얻어진 합계 16개의 얼라인먼트 마크의 검출 결과와 대응하는 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110b)의 계측 값을 이용하여, 예를 들어, 미국 특허 4,780,617에 개시된 EGA 방식으로 통계 연산을 행하여, EGA 파라미터(X 오프셋, Y 오프셋, 직교도, 웨이퍼 회전, 웨이퍼 X 스케일링, 웨이퍼 Y 스케일링 등)을 산출한다.

[0267] 상술한 웨이퍼 얼라인먼트(적어도 제 4 얼라인먼트 마크의 위치 계측까지의 처리)가 종료된 후에, 메인 제어기(20)는, 도 27에 도시된 위치, 즉, 웨이퍼 스테이지(WST)와 계측 스테이지(MST)를 Y축 방향에 관하여 접촉 또는 예를 들어 300 μm 정도의 이간 거리를 두고 근접한 상태(이하, 접촉 또는 근접 상태라 한다)의 개시 위치로 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동시킨다. 이 이동은 메인 제어기(20)에 의해, 웨이퍼 테이블(WTB)에 액체가 접촉되지 않은 상태에서, +Y 방향으로 한번에 긴 스크로크로 웨이퍼 스테이지(WST)를 고속 이동시킴으로써 행해진다. 또한, 이 이동의 도중에, 웨이퍼 스테이지(WST)가 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 범위로부터 벗어나므로, 메인 제어기(20)는, 그에 앞서, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치의 서보 제어에 사용되는 계측계를 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로부터 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)으로 전환한다.

[0268] 상술한 긴 스크로크에서의 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향의 고속 이동의 개시 직후에, 메인 제어기(20)는 포커스 맵핑을 계속 한다. 그 후, 다점 AF 계(90a, 90b)로부터의 검출 빔이 웨이퍼(W) 표면으로부터 벗어나면, 도 25에 도시된 바와 같이 포커스 맵핑이 종료한다.

[0269] 상술한 웨이퍼 스테이지(WST)를 +Y 방향으로 직선적으로 이동시키면서 얼라인먼트 계측 및 포커스 맵핑을 행하

는 처리(이하, 스트림 처리라 한다) 중에, 메인 제어기(20)는, 상술한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬와 마찬가지로, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계의 리프레쉬를 행한다.

- [0270] 이제, 얼라인먼트 시 등에서, 계측 스테이션(300)에서의 웨이퍼 테이블(WTB)의 자세는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의해 제어된다. 그러나, 상술한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 대하여 설명한 것과 동일한 이유로, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 6 자유도 방향의 장기 안정성은 기대할 수 없다. 그러나, 글로벌한 Θ_y 방향의 위치(롤링(rolling)양) 및 Θ_z 방향의 위치(요잉(yawing)양)의 변동은 얼라인먼트 계측의 결과에 영향을 준다. 그러므로, 메인 제어기(20)는, 상술한 긴 스크로크에서의 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향의 고속 이동 중에 스트림 처리가 종료한 시점에서, 다음에 설명하는 포스트 스트림 처리를 개시하고, 그 포스트 스트림 처리 결과를 이용한 얼라인먼트 연산(EGA 파라미터를 이용한 웨이퍼 상의 전체 샷 영역의 배열 좌표의 산출) 및 포커스 맵핑 결과에 포함되는 이번 계측 기준면의 보정을 행한다.
- [0271] 여기에서, 포스트 스트림 처리는, EGA 결과 및 포커스 맵핑 결과에 포함되는 이하의 오차 요인 파라미터(a 내지 c)를 이하의 d에서 설명하는 Θ_y , Θ_z 및 X축 방향 스케일링의 오프셋으로 치환하는 연산처리를 의미한다.
- [0272] a. 글로벌한 Θ_y 의 오프셋: 포커스 맵핑 결과에 포함되는 제 3 백 사이드 인코더 시스템(70C)을 이용한 이번 계측에 의해 얻어진 웨이퍼 테이블의 Θ_y 방향의 위치(Θ_y 회전량)
- [0273] b. 글로벌한 Θ_z 의 오프셋: EAG 파라미터에 포함되는 직교도/웨이퍼의 회전
- [0274] c. 글로벌한 X축 방향 스케일링의 오프셋: EGA의 파라미터에 포함되는 웨이퍼의 X축 방향 스케일링
- [0275] d. 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)이 스트리밍 처리 중에 관측한 전체 데이터의 평균으로부터 산출된 Θ_y , Θ_z 및 X축 방향 스케일링의 오프셋
- [0276] 여기서, X축 방향 스케일링은, 얼라인먼트 계측에 이용되는 XZ 헤드($67X_2$, $68X_2$) 사이 또는 XZ 헤드($67X_3$, $68X_3$) 사이의 거리(축 간격)를 불변으로 고려하고, 이것을 기준으로 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계에 대한 비교 및 조절이 행해진 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 스케일(39_1 및 39_2)의 그레이팅 간격을 XZ 헤드($67X_2$ 및 $68X_3$ 또는 $67X_3$ 및 $68X_3$)에 의해 계측하고, 그 그레이팅 간격의 상술한 기준에 대한 배율을 X축 방향 스케일링으로 한다.
- [0277] 상술한 포스트 스트림 처리에 의해, 결과적으로 스케일(39_1 및 39_2) 상의 특정한 1점에 있어서의 계측 결과를 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 자세를 리셋시키지 않고, 스케일(39_1 및 39_2) 전면에 있어서의 계측 결과의 평균으로부터 얻어진 웨이퍼 테이블(WTB)의 평균적인 자세를 얼라인먼트 연산(EGA 파라미터 중, 직교도/웨이퍼의 회전, 웨이퍼의 X축 방향 스케일링이 상기 d의 Θ_z 및 X축 방향 스케일링으로 치환된 EGA 연산식을 이용한 웨이퍼 상의 전체 샷 영역의 배열 좌표의 산출)에 이용된다. 이 얼라인먼트 연산의 결과는, 평균화 효과에 의해, 스케일(39_1 및 39_2) 상의 특정의 1점에 있어서의 계측 결과를 이용하여 자세를 리셋시키는 경우보다 더 신뢰할 수 있다.
- [0278] 스트리밍 처리에서의 Θ_z 방향 및 Θ_y 방향의 위치 계측을 탑 사이드 인코더 시스템만을 이용하여 행하지 않는 이유는 다음의 e 내지 h 때문이다.
- [0279] e. 탑 사이드 인코더만이 사용되면, 얼라인먼트(및 포커스 맵핑)은 탑 사이드 인코더 시스템만으로 수행되고, 노광은 백 사이드 인코더 시스템에 의해 주로 수행되어, 양자의 기준(비교 및 조절)이 완전히 분리된다.
- [0280] f. 폭이 좁은 스트립 형상 부분(3차원 헤드(75a, 75b)의 검출점끼리의 X축 방향의 간격과 동일한 폭의 스트립 형상 부분)에 있어서도, 얼라인먼트에도 백 사이드 인코더 시스템을 이용하는 편이 더 좋은 것으로 간주된다.
- [0281] g. 백 사이드 인코더 시스템의 좌표계의 리프레쉬 처리에서 정밀도를 기대할 수 있다. 그 결과, 항상 정확한 그리드, 평평한 평면을 유지할 수 있다. 이 경우, 폭이 좁은 스트라이프 형상 부분의 계측에서도, Θ_y 및 Θ_z 의 오프셋이 제거될 수 있다면, 백 사이드 인코더 시스템을 기준으로 해야 한다.
- [0282] h. 탑 사이드 인코더 시스템은, 백 사이드 인코더 시스템의 정보를 반영하지만, 정밀도는 완벽하지 않다.
- [0283] 다음으로, 트레이버스 체크를 설명한다. 먼저, 트레이버스 체크를 필요로 하는 주요인인 스트림 처리 특유의 오차 요인을 설명한다.

- [0284] 스트림 처리에서는, 상술한 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST)는 Y축에 평행한 직선 상을 이동하기 때문에, X축 방향에 관하여 상이한 점에 있어서의 웨이퍼 테이블(미동 스테이지(WFS))의 위치 정보(X, Y, Z)를 얻을 수 없다. 따라서, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬에 있어서도, 전술한 $\Delta X/\delta x$, $\Delta Y/\delta x$, 및 $\Delta Z/\delta x$ 를 얻을 수 없다. 즉, 노광 시에는, 전술한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬에 의해, 그 좌표계는 전체로서 실시간으로 업데이트되고, 그리드 오차가 좌표계 전체에서 실시간으로 보정되는 것에 대하여, 얼라인먼트 시에는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬가 행해져도, 그 좌표계는 웨이퍼의 X축 방향의 중심을 통과한 Y축 방향의 직선 상에서만 업데이트되고, 그 결과, 직선 상에서만 그리드 오차가 보정된다. 그 결과, 얼라인먼트 시에 웨이퍼 스테이지의 위치를 제어하는 얼라인먼트시 좌표계와 노광 시에 웨이퍼 스테이지의 위치를 제어하는 노광시 좌표계 사이에 오차가 생긴다. 즉, 이것은 스트림 처리 특유의 오차 요인이다.
- [0285] 그러므로, 메인 제어기(20)는 후술하는 트레이버스 체크를 로트 내의 25 또는 50매의 웨이퍼를 처리하는 동안 미리 결정된 빈도(필요에 따른 빈도)로 행한다.
- [0286] 트레이버스 체크시, 상술한 스트림 처리 동안, 웨이퍼 스테이지(WST)가 Y축 방향에 대하여 예를 들어 도 28에 도시된 위치에 도달할 때, 메인 제어기(20)는, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측 값에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치를 제어하여 웨이퍼 스테이지(WST)를 X축 방향에 대하여 소정의 범위 내(웨이퍼 테이블(WTB)의 센터 라인이 기준축(LV)을 중심으로 한 소정 폭(스케일(39₁ 및 39₂)의 폭 및 얼라인먼트계(AL2₁, AL2₄)의 검출 영역 상호 간의 거리보다 넓은 폭)의 범위 내에서 X축 방향에 관하여 변위하는 범위 내)에서, 스텝 구동하면서, 웨이퍼(W)의 중심 근방에 위치하는 동일한 얼라인먼트 마크를 5개의 얼라인먼트계(AL1, 및 AL2₁ 내지 AL2₄)를 이용하여 순차적으로 계측한다. 또한, 메인 제어기(20)는, 상기 웨이퍼 스테이지(WST)의 X축 방향의 이동 중에, 소정의 샘플링 간격으로, 웨이퍼 테이블(WTB)의 한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b) 표면의 영역(스케일(39₁ 및 39₂) 표면)의 표면 위치 정보를 검출하는 한 쌍의 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂)의 계측 값과 다점 AF 계(90a, 90b)에 의한 웨이퍼(W)의 표면 위치 정보의 검출 값을 동시에 취입한다.
- [0287] 이러한 트레이버스 체크에 의해, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 좌표계(제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계)과, 다점 AF 계(90a, 90b) 및 얼라인먼트계(AL1, 및 AL2₁ 내지 AL2₄) 간의 관계를 캘리브레이션할 수 있다. 구체적으로 다음과 같다.
- [0288] A. 상술한 소정의 범위 내에서의 웨이퍼 스테이지(WST)의 X축 방향의 이동에 의해, X축 방향에 관하여 상이한 점에서의 웨이퍼 테이블(WTB)(미동 스테이지(WFS))의 위치 정보(X, Y, Z)를 취득할 수 있고 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬에 있어서도, 전술한 $\Delta X/\delta x$, $\Delta Y/\delta x$, 및 $\Delta Z/\delta x$ 를 취득할 수 있고, 결과로서, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬 및 그 리프레쉬에 기초하여 제 2 백 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계의 리프레쉬의 결과가 보다 정밀해진다.
- [0289] B. 상술한 웨이퍼(W)의 중심 근방에 위치하는 동일한 얼라인먼트 마크의 계측에 의해, 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)와 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₁ 내지 AL2₄)의 검출 중심 상호의 위치 관계, 즉, 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₁ 내지 AL2₄)의 베이스라인이 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 좌표계 상에서 구해진다.
- [0290] C. 다점 AF 계(90a, 90b)의 각 검출점의 면 위치 정보와, 동시에 취입된 한 쌍의 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂)의 계측 값(면 위치 정보)과의 관계를, 상이한 샘플링 타이밍에서 구하고, 그 구해진 복수의 관계로부터, 스케일(39₁ 및 39₂) 표면의 X축 방향에 관한 요철이 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 좌표계 상에서 구해진다. 그러나, 이 스케일(39₁ 및 39₂) 표면의 X축 방향에 관한 요철을 정확하게 구하기 위해서는, 다점 AF 계(90a, 90b)는, 센서 간 오프셋이 사전에 조정될 필요가 있다.
- [0291] 그 후, 메인 제어기(20)는, 후술하는 노광시에, 상기 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₁ 내지 AL2₄)의 베이스라인을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 노광 위치에 대한 위치 지정을 행함과 동시에, 스케일 표면의 X축 방향에 관한 요철 정보 등을 보정량으로서 가미하면서, 웨이퍼(W)의 포커스 제어를 행한다.
- [0292] 즉, 본 실시형태에서는, 메인 제어기(20)는, 상술한 바와 같이, 상술한 스트림 처리 특유의 오차 요인에 기인하는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 오차를, 웨이퍼 스테이지(WST)를 실제로 X축 방향으로 이동함으로써 보정한다.

- [0293] 상술한 포스트 스트림 처리와 동시에, 도 25에 과선으로 도시된 바와 같이, 다음 웨이퍼(웨이퍼(W_1) 참조)를 상술한 척 유닛(120) 아래의 위치로 전달하는 동작이 이하의 순서로 행해진다.
- [0294] 웨이퍼의 전달의 시작 전제 조건으로서, 도 25에 도시된 바와 같이, 노광 전의 웨이퍼(W_1)가 장착된 웨이퍼 스테이지(WST)가 로딩 위치(LP)부터 완전히 멀리 떨어진 위치(로딩 위치(LP)의 +Y측 상의 위치)에 있다. 또한, 이 때, 한 쌍의 지지 플레이트(128)가 도 26(A)에 도시된 바와 같이 상술한 제 2 회전 위치에 있다.
- [0295] 먼저, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 캐리어 아암(132)을 구동하고 새로운 (노광 전의) 웨이퍼(W_1)를 외부 장치로부터 로딩 위치(LP)에 위치한 베르누이 척(124) 하부의 한 쌍의 구동 샤프트(126) 사이의 공간으로 전달한다 (도 26(A) 참조).
- [0296] 다음으로, 메인 제어기(20)는 척 유닛(120) 및 웨이퍼 캐리어 아암(132)의 구동부(122)를 제어하고 척 메인부(130) 및 웨이퍼 캐리어 아암(132)의 적어도 하나를 Z축 방향으로 구동하여(도 26(A)에서 개략적 화살표 참조) 베르누이 척(124) 및 새로운 웨이퍼(W_1) 간의 거리를 소정의 거리, 예를 들어, 약 수 μm 로 설정한다. 이 때, 베르누이 척(124) 및 새로운 웨이퍼(W_1) 간의 거리는 상술한 도시되지 않은 갭 센서에 의해 측정된다.
- [0297] 베르누이 척(124) 및 새로운 웨이퍼(W_1)가 소정의 거리만큼 떨어져 있을 때, 도 26(B)에 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 베르누이 척(124)으로부터 뿜어져 나오는 공기의 유속을 조절하여 베르누이 척(124) 및 새로운 웨이퍼(W_1) 간의 소정의 거리(갭)를 유지한다. 이것은 베르누이 척(124)이 약 수 μm 의 소정의 클리어런스 갭(갭, 클리어런스)을 두고 위로부터 비접촉 방식의 흡착에 의해 웨이퍼(W_1)를 유지하게 한다. 베르누이 척(124)이 흡착에 의해 웨이퍼(W_1)를 유지할 때, 웨이퍼(W_1)의 온도는 쿨 플레이트(123)를 통해 소정의 온도로 조절된다.
- [0298] 웨이퍼(W_1)가 베르누이 척(124)에 의해 흡착 유지될 때, 메인 제어기(20)는, 도 26(C)에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 수직 이동 회전 구동부(127)를 통해 샤프트(26)와 일체로 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 제 1 회전 위치로 회전하고, 또한 척 메인부(130) 및 한 쌍의 지지 플레이트(128)를 Z축 방향으로 소정의 양만큼 상대적으로 구동하여, 척 메인부(130) 및 한 쌍의 지지 플레이트(128)가 서로 접근하는 방향으로 구동되고 한 쌍의 지지 플레이트(128)가 웨이퍼(W_1)의 이면에 접촉하여 지지하도록 한다.
- [0299] 그 후, 메인 제어기(20)는, 도 26(D)에 도시된 바와 같이, 웨이퍼(W_1)로부터 웨이퍼 캐리어 아암(132)을 떨어뜨려 로딩 위치(LP)로부터 캐리어 아암(132)을 철수시킨다. 이 때, 새로운 웨이퍼(W_1)의 6 자유도 방향의 이동은 베르누이 척(124) 및 한 쌍의 지지 플레이트(128)에 의해 제한된다. 부수적으로, 웨이퍼(W_1)로부터의 웨이퍼 캐리어 아암(132)의 분리 및 한 쌍의 지지 플레이트(128)의 웨이퍼(W_1)로의 접촉의 순서가 반대일 수 있다. 임의의 경우, 웨이퍼(W_1)의 지지 상태는, 이전 웨이퍼(W)의 노광이 완료되고 웨이퍼 스테이지(WST)가 로딩 위치(LP)로 복귀하고 웨이퍼(W_1)의 로딩이 시작될 때까지 유지된다.
- [0300] 설명은 다시 동시 처리 동작을 설명하는 것으로 되돌아간다. 전술한 긴 스트로크에서의 웨이퍼 스테이지(WST)의 +Y 방향의 고속 이동에 의해, 도 27에 도시된 위치로 웨이퍼 스테이지(WST)가 도달하면, 계측 스테이지(MST) 및 웨이퍼 스테이지(WST)가 접촉 또는 근접 상태로 이행한다. 이 접촉 또는 근접 상태에서는, 계측 스테이지(MTB)의 -Y측의 단면과 웨이퍼 테이블(WTB)의 +Y측의 단면이 서로 접촉 또는 근접한다. 메인 제어기(20)는, 그 접촉 또는 근접 상태를 유지하면서, 양 스테이지(WST 및 MST)를 +Y 방향으로 구동한다. 이 이동에 따라, 액체 침지 영역(14)의 물은 계측 테이블(MTB) 상으로부터 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로 이동한다.
- [0301] 양 스테이지(WST 및 MST)가, 도 29에 도시된 계측 플레이트(30)가 투영 광학계(PL)의 바로 아래에 배치되는 위치에 도달하면, 메인 제어기(20)는, 양 스테이지(WST 및 MST)를 정지하고, Pri-BCHK 후반의 처리 및 포커스 캘리브레이션 후반의 처리를 행한다.
- [0302] 여기서, Pri-BCHK 후반 처리는, 투영 광학계(PL)에 의해 투영된 레티클(R)(또는 레티클 스테이지(RST) 상의 미도시 마크 판) 상의 한 쌍의 계측 마크의 투영 이미지(공간 이미지)를 계측 플레이트(30)를 포함하는 전술한 공간 이미지 계측 장치(45)를 이용하여 계측하는 처리를 의미한다. 이 경우, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 2002/0041377호 등에 기재된 방법과 마찬가지로, 한 쌍의 공간 이미지 계측 스트립 패턴(SL)을 이용한 슬릿 스

캔 방식의 공간 이미지 계측 동작에 의해, 한 쌍의 계측 마크의 공간 이미지를 각각 계측하고, 그 계측 결과(웨이퍼 테이블(WTB)의 XY 위치에 따른 공간 이미지 강도)를 메모리에 저장한다. 이 Pri-BCHK의 후반 처리시에, 웨이퍼 테이블(WTB)의 XY 평면 내의 위치는, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측 값에 기초하여, 계측 제어된다.

[0303] 또한, 포커스 캘리브레이션 후반 처리는, 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 일측과 타측의 단부에서의 면 위치 정보를 계측하는 한 쌍의 XZ 헤드(65X₂ 및 64X₃)에 의해 계측되는 면 위치 정보를 기준으로 하여, 계측 플레이트(30)(웨이퍼 테이블(WTB))의 투영 광학계(PL)의 광축 방향에 관한 위치(Z 위치)를 제어하면서, 공간 이미지 계측 장치(45)를 이용하여, 레티클(R) 상의 계측 마크의 공간 이미지를 슬릿 스캔 방식으로 계측하고, 그 계측 결과에 기초하여 투영 광학계(PL)의 베스트 포커스 위치를 계측하는 처리를 지칭한다.

[0304] 이 처리시, 액체 침지 영역(14)이 투영 광학계(PL)와 계측 플레이트(30)(웨이퍼 테이블(WTB))와의 사이에 형성되어 있으므로, 상기 공간 이미지의 계측은, 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 행해진다. 또한, 공간 이미지 계측 장치(45)의 계측 플레이트(30) 등은 웨이퍼 스테이지(WST)(웨이퍼 테이블(WTB))에 탑재되고, 수광 소자 등은 계측 스테이지(MST)에 탑재되므로, 상기 공간 이미지의 계측은, 웨이퍼 스테이지(WTS)와 계측 스테이지(MST)가 접촉 또는 근접 상태를 유지한 상태에서 행해진다.

[0305] 상기 계측에 의해, 기준축(LV)에 웨이퍼 테이블(WTB)의 센터 라인이 일치한 상태에서의 한 쌍의 XZ 헤드(65X₂ 및 64X₃)의 계측 값(즉, 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 일측과 타측의 단부에서의 면 위치 정보)가 구해진다. 이 계측 값은 투영 광학계(PL)의 베스트 포커스 위치에 대응한다.

[0306] 상술한 Pri-BCHK 후반 처리 및 포커스 캘리브레이션 후반 처리를 행한 후, 메인 제어기(20)는 전술한 Pri-BCHK의 전반 처리의 결과와 Pri-BCHK의 후반 처리의 결과에 기초하여, 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 베이스 라인을 산출한다. 또한, 이것과 함께, 메인 제어기(20)는, 전술한 포커스 캘리브레이션 전반의 처리에서 얻어진 기준축(LV)에 웨이퍼 테이블(WTB)의 센터 라인이 일치한 상태에서의 한 쌍의 XZ 헤드(66X₁ 및 66X₂)의 계측 값(웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 일측과 타측의 단부에서의 면 위치 정보)와, 다점 AF 계(90a, 90b)의 계측 플레이트(30) 표면의 검출점(복수의 검출점 중 중앙 또는 그 근방에 위치하는 검출점)에서의 검출 결과(면 위치 정보)와의 관계와, 상술한 포커스 캘리브레이션 후반의 처리에서 얻어진 투영 광학계(PL)의 베스트 포커스 위치에 대응하는 웨이퍼 테이블(WTB)의 센터 라인이 기준축(LV)에 일치하는 상태에서의 한 쌍의 XZ 헤드(65X₂ 및 64X₃)의 계측값(즉, 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 일측과 타측의 단부에서의 면 위치 정보)에 기초하여, 다점 AF 계(90a, 90b)의 대표적인 검출점에서의 오프셋을 구하고, 그 오프셋이 0이 되도록 전술한 광학적 방법에 의해 다점 AF 계의 검출 원점을 조정한다.

[0307] 이 경우, 스루풋 향상의 관점으로부터, 상술한 Pri-BCHK의 후반 처리 및 포커스 캘리브레이션 후반 처리 중 한 쪽만을 행해도 되고, 양방의 처리를 행하지 않고 다음 처리로 이행하여도 된다. 물론, Pri-BCHK의 후반 처리를 행하지 않는 경우, 전술한 Pri-BCHK의 전반 처리를 행할 필요가 없다.

[0308] 이상의 작업이 완료되면, 메인 제어기(20)는, 도 30에 도시된 바와 같이, 계측 스테이지(MST)를 +X 방향 및 +Y 방향으로 구동하여, 양 스테이지(WST 및 MST)의 접촉 또는 근접 상태를 해제한다.

[0309] 그 후, 메인 제어기(20)는 스텝 앤드 스캔 방식의 노광을 행하고, 새로운 웨이퍼(W) 상에 레티클 패턴을 전사한다. 이 노광 동작은, 메인 제어기(20)에 의해, 사전에 행해진 웨이퍼 얼라인먼트(EGA)의 결과(전술한 스케일(39₁ 및 39₂) 전면에 있어서의 계측 결과의 평균으로부터 얻어진 평균적인 자세를 얼라인먼트 연산에 이용하여 산출한 웨이퍼 상의 모든 샷 영역의 배열 좌표) 및 얼라인먼트계(AL1)(및 AL2₁ 내지 SL2₄)의 최신의 베이스 라인 등에 기초하여, 웨이퍼(W) 상의 각 샷 영역의 노광을 위한 주사 개시 위치(가속 개시 위치)로 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동하는 샷들 사이의 이동과, 각 샷 영역에 대하여 레티클(R)에 형성된 패턴을 주사 노광 방식으로 전사하는 주사 노광을 반복함으로써 행해진다. 부수적으로, 상기 노광 동작은 선단 렌즈(191)와 웨이퍼(W) 간의 액체(물)(Lq)를 유지한 상태에서 행해진다.

[0310] 또한, 본 실시형태에서는, 일 예로서 최초에 노광된 제 1 샷 영역이 웨이퍼(W)의 -X측 절반의 +Y 에지에 위치하는 샷 영역으로 정해지기 때문에, 먼저, 그 가속 개시 위치로 이동하기 위하여, 웨이퍼 스테이지(WST)가 도 30에 도시된 흑색 화살표에 의해 표시된 바와 같이, +X 방향 및 +Y 방향으로 이동된다.

[0311] 그리고, 도 31에 도시된 흑색 화살표에 표시된 경로를 따라, 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동하면서 웨이퍼의 -X측

절반의 영역을 +Y측의 샷 영역으로부터 -Y측의 샷 영역의 순으로 노광한다.

- [0312] 상술한 웨이퍼(W)의 -X측 절반의 영역의 노광을 위하여, 웨이퍼 스테이지(WST)가, 도 31에 도시된 흑색 화살표로 표시된 바와 같은 경로를 따라 +Y 방향으로 이동하면, 대기 위치에서 노광 완료된 웨이퍼(W₀)를 유지하고 있는 제 2 언로딩 슬라이더(170B)의 Y형상 유지부(177)를 하강시켜도, 웨이퍼 스테이지(WST)와의 간섭의 우려가 없어진다. 이 때문에, 메인 제어기(20)는, 이 시점에서, 도 32(A)에 도시된 바와 같이, Y형상 유지부(177)에 의해 유지된 웨이퍼(W₀)를 후술하는 절차에서의 웨이퍼 반송계로의 전달을 위한 전달 위치까지 반송한다.
- [0313] 즉, 메인 제어기(20)는 도 32(B)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이 제 2 언로딩 슬라이더 구동계(180B)를 통해 소정량만큼 웨이퍼(W₀)를 유지하는 Y형상 유지부(177)를 하강한 후에, 메인 제어기(20)는 도 32(C)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이 제 1 아암(171)을 따라 -Y 방향으로 Y형상 유지부(177)를 구동한다(도 31의 개략적 화살표 참조). 웨이퍼(W₀)가 구동하는 동안 도 31의 파선에 의해 도시된 위치에 도달하면, 웨이퍼(W₀)가 상승할 때 헤드부(62E) 등과의 간섭 위험이 제거된다. 그러므로, 이 후, 메인 제어기(20)는, 제 2 언로딩 슬라이더 구동계(180B)를 통해 도 32(D)의 2개의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이 웨이퍼(W₀)를 유지하는 Y형상 유지부(177)를 소정량만큼 구동시키면서 웨이퍼 반송계로의 전달을 위한 전달 위치로 웨이퍼(W₀)를 이동한다. 상술한 방식으로, 웨이퍼(W₀)가 웨이퍼 반송계로의 전달을 위한 전달 위치까지 반송된다.
- [0314] 상술한 웨이퍼(W₀)의 전달 위치로의 반송과 동시에, 메인 제어기(20)는, 도 33 및 34에 흑색 화살표로 표시된 경로를 따라 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동하면서 웨이퍼(W)의 +X측 절반의 영역을 -Y측의 샷 영역으로부터 +Y측의 샷 영역의 순으로 노광한다. 이 이동에 의해, 웨이퍼(W) 상의 모든 샷 영역의 노광이 완료된 시점에서는, 웨이퍼 스테이지(WST)는, 노광 개시 전의 위치와 거의 동일한 위치로 복귀한다.
- [0315] 본 실시형태에서는, 상술한 샷 영역의 노광 순서를 채용하지만, 그 노광을 위하여 웨이퍼 스테이지(WST)가 이동하는 경로의 전체 길이는, 동일한 크기의 웨이퍼를 동일한 샷 맵을 따라 노광하는 경우, 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 2008/0088843호 등에 개시된 종래의 액체 침지 스캐너 등과 큰 차이가 없다.
- [0316] 상술한 노광 중에, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측 값, 즉, 스케일(39₁ 및 39₂)에 각각 대향하는 4축 헤드(65, 64)의 계측값, 즉, 전술한 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의한 6 자유도 방향의 위치 정보의 계측 결과(위치의 계측값) 및 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의한 6 자유도 방향의 위치 정보의 계측 결과(위치의 계측값) 중 더 높은 신뢰성의 계측값이 전술한 하이브리드 위치 신호로서 메인 제어기(20)에 공급되고, 그 하이브리드 위치 신호로부터 얻어진 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향에 관한 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 서보 제어가 행해진다. 또한, 이 노광 중의 웨이퍼 테이블(WTB)의 X축 방향의 위치, Θ_y 회전 및 Θ_x 회전의 제어(웨이퍼(W)의 포커스 레벨링 제어)는, 사전에 행해진 전술한 포커스 맵핑의 결과(스케일 기준면을 기준으로 하는 면 위치 정보 또는 포스트 스트림 처리 결과를 이용하여 보정된 후면 계측 기준면을 기준으로 하는 면 위치 정보)에 기초하여 행해진다.
- [0317] 또한, 노광 중에, 메인 제어기(20)는, 전술한 리던던트(redundant) 축의 계측값을 이용한 차 계측에 의한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬를 소정 샘플링 간격으로 행하고, 그 리프레쉬된 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계에 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 스케일(39₁ 및 39₂)의 그리드를 비교 조절함으로써 그 좌표계의 리프레쉬를 적어도 1회 행한다.
- [0318] 상기 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작 중, 웨이퍼 스테이지(WST)가 X축 방향으로 이동하면, 그 이동에 따라, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 전술한 헤드의 전환(복수의 헤드 사이에서의 계측 값의 천이)이 행해진다. 이처럼, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST)의 위치 좌표에 따라 사용하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 인코더를 적절하게 전환하여, 스테이지 제어를 실행하고 있다.
- [0319] 상술한 웨이퍼의 +X측 절반의 샷 영역의 노광과 동시에, 전달 위치로 반송된 노광 완료된 웨이퍼(W₀)는, 도시되지 않은 반송 로봇에 의해 장치 밖으로의 반출을 위해 웨이퍼 반송계(미도시)로 전달된다.
- [0320] 웨이퍼(W)의 노광이 완료되면, 메인 제어기(20)는, 계측 스테이지 위치 계측계(16B)의 계측값에 기초하여, 계측 스테이지(MST)를 도 34에 도시된 개략적 화살표로 표시된 바와 같이 XY 평면 내에서 구동함으로써, 노광 중에는 서로 떨어져 있는 웨이퍼 스테이지(WST)와 계측계(MST)를 전술한 접촉 또는 근접한 상태로 이행시킨다. 이 접촉 또는 근접 상태로의 이행 시에, 계측 스테이지(MST)는, 횡측(수평)으로부터 계측 아암(71A)에 계합한다.

이 계측 스테이지(MST)의 횡측으로부터의 계측 아암(71A)에 대한 계합을 가능하게 하기 위하여, 계측 스테이지(MST)의 계측 테이블(MTB)은, 슬라이더부(60) 상의 지지부(62) 상에 캔틸레버 상태로 지지된다.

[0321] 그리고, 메인 제어기(20)는, 도 35에 도시된 바와 같이, 상기 접촉 또는 근접 상태를 유지하면서, 양 스테이지(WST, MST)를 -Y 방향으로 이동시킨다. 이에 의해, 투영 유닛(PU) 하부에 형성된 액체 침지 영역(14)(액체(Lq))이 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로부터 계측 테이블(MTB) 상으로 이동한다(전달된다).

[0322] 상기 액체 침지 영역(14)(액체(Lq))의 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로부터 계측 테이블(MTB) 상으로의 전달이 완료된 단계에서는, 메인 제어기(20)는, 계측 테이블(MTB)의 위치를, 계측 테이블(MTB)의 이면에 제공된 그레이팅(RGa)을 이용한 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측값에 기초하여, 계측 테이블 구동계(52B)(도 16 참조)를 통해 제어할 수 있다. 따라서, 메인 제어기(20)는, 필요한 노광에 관련된 계측 동작을, 계측 테이블(MTB)의 6 자유도 방향의 위치를 제어하면서 행할 수 있다.

[0323] 상기 접촉 또는 근접 상태로 이행한 후, 액체 침지 영역(14)(액체(L1))의 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로부터 계측 테이블(MTB) 상으로의 이행이 완료하기 직전에, 웨이퍼 스테이지(WST)가 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측 범위로부터 벗어나, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A) 및 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측이 행해질 수 없다. 그 직전에, 메인 제어기(20)는 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치의 서보 제어에 이용되는 위치 계측계를 미동 스테이지 위치 계측계(110A)로부터 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)(3차원 헤드(79₁ 및 79₂))으로 전환한다.

[0324] 그 후, 웨이퍼 스테이지(WST)는, 메인 제어기(20)에 의해 언로딩 위치(UP1)를 향하여 구동된다. 따라서, 전술한 접촉 또는 근접 상태가 해제된 후, 웨이퍼 스테이지(WST)는, 언로딩 위치(UP1)로 이동한다. 이 이동은, 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 액체(Lq)가 접촉되지 않게 행해지므로, 고가속, 예를 들어, 2단계의 가속에 의해 단시간에 행해질 수 있다. 언로딩 위치(UP1)에 웨이퍼 스테이지(WST)가 도달하면, 메인 제어기(20)는 다음의 순서로 웨이퍼 스테이지(WST)로부터 노광된 웨이퍼(W)를 언로딩한다.

[0325] 즉, 메인 제어기(20)가 노광된 웨이퍼(W)의 웨이퍼 홀더에 의한 흡착을 해제한 후에, 도 36(A)에 도시된 흑색 화살표에 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 3개의 수직 이동 핀(140)을 소정량만큼 상승 구동하여 웨이퍼(W)를 들어올린다. 이 시점에서의 3개의 수직 이동 핀의 위치는 웨이퍼 스테이지(WST)가 로딩 위치(LP)에 도달할 때까지 유지되고, 다음 웨이퍼의 로딩이 시작된다.

[0326] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 도 36(B)의 개략적 화살표에 의해 도시된 바와 같이, 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)를 통해 제 1 언로딩 슬라이더(170A)의 웨이퍼 파지 부재(174)를 소정량만큼 하강 구동한다. 이것은 웨이퍼 파지 부재(174)의 메인부(174a)가 웨이퍼(W)로부터 소정 거리의 위치에 접근하도록 한다. 이 때, 웨이퍼 파지 부재(174)의 7개의 파지 부재(174b)는 개방되어 있다. 그러므로, 도 36(C)의 흑색 화살표에 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)를 통해 4개의 파지 부재(174b)를 닫고 도 36(D)에 개략적 화살표에 의해 표시된 바와 같이 웨이퍼 파지 부재(174)를 소정의 높이 위치로 상승 구동한다. 이 동작에 의해, 웨이퍼 파지 부재(174)의 4개의 파지 부재(174b)는, 웨이퍼(W)의 이면의 외주부 상의 4개의 개소가 아래로부터 지지된 상태에서, 웨이퍼(W)를 들어올린다. 이에 의해 웨이퍼(W)의 언로딩이 완료된다.

[0327] 다음으로, 도 37에 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 로딩 위치(LP)를 향하여 긴 스텝으로 직선으로 웨이퍼 스테이지(WST)를 고속 구동한다. 이 구동의 도중에, 웨이퍼 스테이지(WST)가 계측 범위로부터 벗어나서 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측을 수행할 수 없다. 그러므로, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST)가 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)에 의한 계측 범위로부터 벗어나기 전에, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치의 서보 제어에 이용되는 위치 계측계를 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)으로부터 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로 전환한다.

[0328] 웨이퍼 스테이지(WST)의 로딩 위치(LP)로의 이동과 동시에, 메인 제어기(20)에 의해, 도 37의 개략적 화살표로 도시된 바와 같이, 언로딩 위치(UP1)의 소정의 높이 위치에 있는 제 1 언로딩 슬라이더(170A)의 웨이퍼 파지 부재(174)에 의해 유지되는 웨이퍼(W)를 대기 위치(UP2)로 이동한다. 이 이동은 메인 제어기(20)에 의해 다음의 순서로 행해진다.

[0329] 즉, 도 38(A)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)를 통해 제 2 아암(172)을 따라 웨이퍼 파지 부재(174)에 의해 웨이퍼(W)를 유지하는 제 1 언로딩 슬라이더(170A)를 대기 위치(UP2)의 하한 이동 위치 부근의 Y형상 유지부(177) 바로 위로 이동한다. 그리고, 도

38(B)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이, 메인 제어기(20)는, 예를 들어, 웨이퍼(W)의 이면이 Y형상 유지부(177)의 흡착부와 접촉할 때까지, 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)를 통해 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 파지 부재(174)를 하강 구동한다. 또는, 메인 제어기(20)는, 예를 들어, Y형상 유지부(177)의 흡착면이 웨이퍼 파지 부재(174)에 의해 유지된 웨이퍼(W) 이면과 접촉할 때까지, 제 2 언로딩 슬라이더 구동계(180B)를 통해 Y형상 유지부(177)를 상승 구동할 수 있다.

[0330] 그 후, 웨이퍼(W)의 이면이 Y형상 유지부(177)의 흡착면과 접촉하면, 메인 제어기(20)는 도 38(C)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)를 통해 4개의 파지 부재(174b)를 개방하고 도 38(D)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이 웨이퍼 파지 부재(174)를 소정량만큼 상승 구동한다. 이 동작에 의해, 웨이퍼(W)는 웨이퍼 파지 부재(174)로부터 Y형상 유지부(177)로 전달된다.

[0331] 이 후, 메인 제어기(20)는 도 38(E)의 흑색 화살표에 의해 도시된 바와 같이 제 1 언로딩 슬라이더 구동계(180A)를 통해 제 1 언로딩 슬라이더(170A)(웨이퍼 파지 부재(174))를 언로딩 위치(UP1)로 복귀시키고, 도 38(E)의 개략적 화살표에 의해 도시된 바와 같이 하부로부터 흡착에 의해 웨이퍼(W)를 유지하는 Y형상 유지부(177)를 대기 위치(UP2)의 소정의 높이 위치로 상승 구동한다. 다음의 웨이퍼의 노광이 시작되고 웨이퍼 스테이지(WST)가 대기 위치(UP2)의 하부로 퇴피한 상태가 될 때까지, 대기 위치(UP2)의 소정의 높이 위치에서 Y형상 유지부(177)에 의해 유지되는 이 웨이퍼(W)의 상태가 유지된다.

[0332] 이에 의해, 1매의 웨이퍼에 대한 일련의 (1사이클) 처리가 완료되고, 이 후, 동일한 동작이 반복 실행된다.

[0333] 이상 상세히 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 관한 노광 장치(100)에 따르면, 노광 스테이션(200)에 웨이퍼 스테이지(WST)가 있을 때, 조동 스테이지(WCS)에 6 자유도 방향으로 이동가능하게 유지되는 웨이퍼 테이블(WTB)(미동 스테이지(WFS))의 6 자유도 방향의 위치를 계속하는 제 1 미동 스테이지 위치 계속계(110A)는, 웨이퍼 테이블(WTB)의 이면(-Z측의 면)에 제공된 그레이팅(RG)에 계속 빔을 하부로부터 조사하고, 그 계속 빔의 그레이팅(RG)으로부터의 광(반사 회절광)을 수광하여, 웨이퍼 테이블(WTB)이 노광 스테이션(200) 내의 소정의 범위(웨이퍼 테이블(WTB)에 유지된 웨이퍼(W)의 노광을 위해 웨이퍼 테이블(WTB)이 이동하는 범위를 적어도 포함하는 노광 스테이션(200) 내의 범위)에서 이동할 때, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계속하는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)이 구비되어 있고, 또한, 메인 프레임(BD)에 제공된 헤드부(62A 및 62C)를 갖고, 헤드부(62A 및 62C)로부터 웨이퍼 테이블(WTB)에 제공된 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂)(2차원 그레이팅)에 계속 빔을 조사하고, 그 계속 빔의 스케일(39₁ 및 39₂)(2차원 그레이팅)으로부터의 광(반사 회절광)을 수광하여, 웨이퍼 테이블(WTB)이 노광 스테이션(200) 내의 상기 소정의 범위를 이동할 때, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보를, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의한 상기 위치 정보의 계속과 동시에 계속가능한 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)이 구비되어 있다. 그리고, 전술한 전환부(150A)가 제 1 모드로 설정되어 있는 경우, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 테이블(WTB)이 노광 스테이션(200) 내의 상기 소정의 범위를 이동할 때, 예를 들어, 노광시에, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의한 위치 정보 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의한 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)을 구동한다. 이 구동은, 메인 제어기(20)에 의해 조동 스테이지 구동계(51A)를 통한 조동 스테이지(WCS)의 구동과 함께 미동 스테이지(52A)를 통한 웨이퍼 테이블(WTB)의 서보 구동에 의해 행해진다.

[0334] 또한, 본 실시형태에서, 전환부(150A)의 제 1 모드의 설정에 의해, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 출력 신호(F_B)와 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 출력 신호(F_T)를 전술한 컷오프 주파수(fc₁, fc₂)를 경계로 하여 주파수 대역에 따라 전환하고, 그로부터의 하이브리드 위치 신호(F_H)가 메인 제어기(20)에 입력된다. 그 후, 메인 제어기(20)가 이 하이브리드 위치 신호(F_H)에 대응하는 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)을 상기 소정의 범위 내에서 구동함으로써, 결과적으로, 메인 제어기(20)는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의한 위치 정보 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의한 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)을 상기 소정의 범위 내에서 구동한다. 따라서, 항상 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)을 노광 스테이션(200) 내의 상기 소정의 범위에서 정밀도 좋게 구동하는 것이 가능해진다.

[0335] 또한, 본 실시형태에 따른 노광 장치(100)에 따르면, 계속 스테이션(300)에 웨이퍼 스테이지(WST)가 있을 때, 조동 스테이지(WCS)에 6 자유도 방향으로 이동가능하게 유지되는 웨이퍼 테이블(WTB)(미동 스테이지(WFS))의 6 자유도 방향의 위치를 계속하는 제 1 미동 스테이지 위치 계속계(110B)는, 웨이퍼 테이블(WTB)의 이면(-Z측의 면)에 제공된 그레이팅(RG)에 계속 빔을 하부로부터 조사하고, 그 계속 빔의 그레이팅(RG)으로부터의 광(반사

회절광)을 수광하여, 웨이퍼 테이블(WTB)이 계측 스테이션(300) 내의 소정의 범위(전술한 스트립 처리 및 트레이버스 체크를 위해 웨이퍼 테이블(WTB)이 이동하는 범위를 적어도 포함하는 계측 스테이션(300) 내의 범위, 예를 들어, 노광 스테이션(200)에서의 전술한 소정의 범위에 대응하는 계측 스테이션(300)에서의 범위)에서 이동할 때, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)과, 메인 프레임(BD)에 제공된 헤드부(62F 및 62E)를 갖고 헤드부(62F 및 62E)로부터 웨이퍼 테이블(WTB) 상의 한 쌍의 스케일(39_1 및 39_2)(2차원 그레이팅)에 계측 빔을 조사하고, 그 계측 빔의 (39_1 및 39_2)(2차원 그레이팅)으로부터의 광(반사 회절광)을 수광하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 상기 위치 정보의 계측과 동시에 계측가능한 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)을 구비한다. 그리고, 상술한 전환부(150B)가 제 1 모드로 설정되는 경우, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 테이블(WTB)이 계측 스테이션(300) 내의 상기 소정의 범위를 이동할 때, 예를 들어, 얼라인먼트시, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 위치 정보 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 의한 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB)을 서보 구동한다.

[0336] 또한, 본 실시형태에서, 전환부(150B)의 제 1 모드의 설정에 의해, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 출력 신호(F_B)와 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 출력 신호(F_T)를 전술한 컷오프 주파수(f_{c1} , f_{c2})를 경계로 하여 주파수 대역에 따라 전환하고, 이로부터의 하이브리드 위치 신호(F_H)가 메인 제어기(20)에 입력된다. 그리고, 메인 제어기(20)가 이 하이브리드 위치 신호(F_H)에 대응하는 위치 정보에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB)을 상기 소정의 범위 내에서 구동함으로써, 결과적으로, 메인 제어기(20)는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 위치 정보 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 의한 위치 정보 중 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB)을 상기 소정의 범위 내에서 구동한다. 따라서, 항상 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)을 계측 스테이션(300) 내의 상기 소정의 범위 내에서 정밀도 좋게 구동하는 것이 가능해진다.

[0337] 또한, 본 실시형태에 따른 노광 장치(100)에 따르면, 노광시 등에 웨이퍼 테이블(WTB)이 노광 스테이션(200)의 상기 소정의 범위 내에서 이동할 때, 메인 제어기(20)는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬 처리가 소정의 간격으로 반복적으로 행해지고, 항상 그리드 오차가 보정된 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계 상에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치가 제어되면서, 웨이퍼(W)의 노광이 행해진다. 따라서, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 그레이팅(RG)의 시간 변화 등에 의해 유발되는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 오차 및 계측 오차에 기초한 위치 제어 오차를 허용가능한 레벨 내에서 억제할 수 있다.

[0338] 또한, 메인 제어기(20)에 의해, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 서로에 대응하는 부분 좌표계끼리의 관계로부터, 변경된 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 그리드에 기초하여, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 그리드 왜곡을 역산하여 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬가 행해진다. 따라서, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계 상에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치가 제어되는 경우, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 오차 및 계측 오차에 기초한 위치 제어 오차를 허용가능한 범위 내에서 억제할 수 있다.

[0339] 또한, 스트립 처리시에는, 메인 제어기(20)가 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬 처리를 소정의 간격으로 반복적으로 행하고, 항상 그리드 오차가 보정된 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계 상에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치가 제어되면서, 얼라인먼트 계측, 포커스 맵핑이 행해진다. 또한, 마찬가지로, 메인 제어기(20)는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 변경된 그리드에 기초하여 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계의 그리드 왜곡이 역산된 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계를 리프레쉬한다. 따라서, 상기 설명과 마찬가지로, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 그레이팅(RG)의 시간 변화 등에 의해 유발된 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 오차 및 위치 계측 오차에 기초한 위치 제어 오차를 억제할 수 있다. 또한, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치가 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계 상에서 제어되는 경우, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측 오차 및 위치 계측 오차에 기초한 위치 제어 오차를 억제할 수 있다.

[0340] 부수적으로, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)의 좌표계의 리프레쉬를 고차 성분을 포함하여 고정밀도로 수행하기 위하여, 정확한 위치 관계에서 마크가 배치될 수 있고 그 표면 평탄도가 극히 높은 기준 웨이퍼를 준비할 수 있고, 그 기준 웨이퍼를 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 탑재할 수 있고, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치를 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)을 이용하여 계측하면서, 웨이퍼 테이블(WTB)을 XY 평면 내에서 이동

시켜서, 기준 웨이퍼의 마크를 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)에서 기준 웨이퍼의 마크를 계측할 뿐만 아니라, 기준 웨이퍼의 요철을 다점 AF 계(90a, 90b)를 이용하여 계측하고, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 계측(보정), 즉, 그레이팅(RG)의 그리드의 고차 성분을 포함하는 계측(보정)이 행해질 수 있다. 이 계측은, 장치의 시동시 등에 적어도 1회, 이론 상으로는, 웨이퍼 전면이 아니라, 웨이퍼의 일부의 영역에 대하여 행해질 수 있다. 이것은 리프레쉬의 그레이팅(RG)의 그리드의 고차 성분의 데이터를 얻을 수 있기 때문이며, 나머지 영역은 전술한 리프레쉬를 행함으로써 보정이 가능하기 때문이다.

[0341] 또한, 메인 제어기(20)는, 스트림 처리 고유의 오차 요인에 기초하여 얼라인먼트시 좌표계 및 노광시 좌표계 간의 오차를 웨이퍼 스테이지(WST)를 실제로 X축 방향으로 이동함으로써 보정하는 전술한 트레이버스 체크를 미리 정해진 빈도(필요에 따른 빈도)로 행한다.

[0342] 또한, 웨이퍼 얼라인먼트 결과(EGA 결과) 및 포커스 맵핑의 결과에 포함되는 오차 요인 파라미터를, 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B) 및 제 3 탑 사이드 인코더 시스템(80C)에 의해 스트리밍 처리 중에 관측된 모든 데이터의 평균으로부터 산출된 대응하는 파라미터로 치환하는 연산 처리, 즉, 전술한 포스트 스트림 처리가 행해진다.

[0343] 또한, 본 실시형태에 관련된 노광 장치(100)에 따르면, 웨이퍼 스테이지(WST)가 계측 스테이션(300)의 Y축 방향의 일측(-Y측) 상에 설정된 로딩 위치(LP)로부터 노광 스테이션(200)을 향하여 +Y 방향으로 이동하고 웨이퍼 상의 복수(예를 들어, 16개)의 얼라인먼트 마크의 검출이 복수의 얼라인먼트계(ALG1 및 ALG2₁ 내지 ALG2₄)에 의해 이 이동 경로에서 수행되면, 복수의 마크의 검출이 완료할 때까지 웨이퍼 스테이지(WST)의 일부 중 어느 것도 액체 침지 영역에 접근하지 않도록, 투영 광학계(PL) 및 복수의 얼라인먼트계(ALG1 및 ALG2₁ 내지 ALG2₄) 간의 Y축 방향의 위치 관계가 설정된다. 또한, 상술한 얼라인먼트 계측에 더하여, 웨이퍼 테이블(WTB)이 액체와 접촉하지 않고 상술한 포커스 맵핑을 포함하는 상술한 스트림 처리가 수행되기 때문에, 웨이퍼 테이블(WTB)(웨이퍼 스테이지(WST))을 고속 및 고가속으로 이동시킴으로써 스트림 처리가 수행될 수 있다.

[0344] 또한, 언로딩 위치(UP1)가 노광 위치 및 얼라인먼트 위치 사이에 설정되므로, 노광 완료 후에 그 노광 완료된 웨이퍼를 즉시 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로부터 언로딩한 후, 로딩 위치로 복귀할 수 있다. 또한, 노광 완료 후, 계측 테이블(MTB)에 액체 침지 영역(14)(액체(Lq))을 전달한 후, 웨이퍼 테이블(WTB)은 액체에 접촉하지 않고 언로딩 위치(UP1)로 및 로딩 위치(LP)로 복귀한다. 따라서, 이 때의 웨이퍼 테이블(WTB)의 이동을 고속 및 고가속으로 행할 수 있다. 또한, 로딩 위치(LP)가 노광 위치와 얼라인먼트 위치를 연결한 직선 상에 설정되고, 그 위치에서 Pri-BCHK의 전반 처리가 행해지므로, 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로의 웨이퍼의 로딩 후, 즉시 스트림 처리(얼라인먼트 계측 및 포커스 맵핑)를 개시할 수 있다.

[0345] 또한, 웨이퍼(W) 상의 복수의 샷 영역의 노광 순서는, -X측 절반(또는 +X측 절반)에서의 +Y측으로부터 -Y측의 샷 영역의 순으로 노광한 후, +X측 절반(또는 -X측 절반)에서의 -Y측으로부터 +Y측의 샷 영역의 순으로 노광하므로, 노광이 완료된 시점에서, 언로딩 위치(UP1)에 가장 가까운 위치에 웨이퍼 테이블(WTB)이 위치한다. 따라서, 노광 완료 후, 최단 시간에 언로딩 위치(UP1)로의 웨이퍼 테이블(WTB)의 이동이 가능하다.

[0346] 또한, 본 실시형태의 노광 장치(100)에 따르면, 메인 제어기(20)는 상술한 바와 같이 구성된 척 유닛(120) 및 3개의 수직 이동 핀(140)을 이용하여 상술한 절차에서 높은 평탄성을 유지한 상태에서 (양호한 재현가능성으로) 위치 편차 없이 웨이퍼를 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로 반송할 수 있다. 또한, 메인 제어기(20)는 웨이퍼의 노광시 상술한 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)에 의해 계측된 위치 정보에 기초하여 미동 스테이지(WFS)를 구동한다. 따라서, 평탄성이 높게 유지되고 임의의 위치 편차 없이 반송된 상태에서 미동 스테이지(WFS) 상의 웨이퍼의 노광은 고정밀도로 수행될 수 있다.

[0347] 또한, 본 실시형태에 관련된 노광 장치(100)에 따르면, 척 메인부(130)는 웨이퍼를 비접촉 방식으로 유지하는 베르누이 척(124) 및 웨이퍼의 온도를 제어하는 쿨 플레이트(123)를 포함하고, 척 메인부(130)가 웨이퍼 유지를 해제할 때까지 웨이퍼의 온도는 타겟 온도로 제어된다. 이것은 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로의 웨이퍼의 반송이 완료될 때까지 웨이퍼를 타겟 온도로 제어하는 상태가 유지되도록 한다.

[0348] 또한, 척 유닛(120)은 3개의 촬상 장치 및 신호 처리 시스템(116)을 포함하는 상술한 계측계를 구비하기 때문에, 계측계는 웨이퍼가 웨이퍼 테이블(WTB) 상에 로딩될 때에도 위치 편차 및 웨이퍼의 회전 오차를 계측할 수 있고, 이 계측 정보를 웨이퍼의 위치의 보정 정보로서 더함으로써, 메인 제어기(20)는 얼라인먼트시 및/또는 노광시 웨이퍼(W)를 더 높은 정밀도로 (위치 지정을 포함하여) 위치 제어를 실현할 수 있다.

- [0349] 이상의 설명으로부터 명백한 바와 같이, 본 실시형태에 관련된 노광 장치(100)에 따르면, 고정밀도의 얼라인먼트 결과 및 포커스 맵핑의 결과에 기초하여, 스텝 앤 스캔 방식으로 웨이퍼(W)에 대한 액체 침지 노광에 의한 고해상도의 노광이 오버레이(overlay) 정밀도 좋게 행해진다. 또한, 노광 대상의 웨이퍼(W)가 예를 들어 450 mm 웨이퍼 등이어도, 높은 스루풋이 유지될 수 있다. 구체적으로, 노광 장치(100)에서, 450mm 웨이퍼에 대한 노광 처리를 전술한 미국 특허 출원 공개 2008/0088843에 개시된 액체 스캐너에서 300mm 웨이퍼에 대한 노광 처리와 동일 또는 그 이상의 높은 스루풋으로 실현하는 것이 가능하다.
- [0350] 부수적으로, 상술한 실시형태에서, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)에서, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 백 사이드 인코더 시스템(80A)에 의한 계측 정보(위치 정보) 중에서 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보를 선택하는 방법으로서, 전환부(150A)를 제 1 모드로 설정하여, 전술한 하이브리드 위치 신호에 대응하는 위치 정보로 하여, 그 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보가 항상 선택되고, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 제어에 이용되는 경우에 대하여 설명하였다. 그러나, 웨이퍼 테이블(WTB)의 이동에 따르는 소정의 동작에 대하여, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 또는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의한 계측 정보(위치 정보)가 신뢰성이 더 높은 것이 명백한 경우에는, 그 동작 동작 동안 전환부(150A)를 전술한 제 3 모드 또는 제 4 모드로 설정함으로써, 그 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보가 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 제어에 이용될 수 있다.
- 또는, 상술한 실시형태와 마찬가지로, 상황에 따라, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)과 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의한 계측 정보(위치 정보)를 전환하는 경우에도, 전환 방법은 상술한 실시형태의 방법으로 제한되지 않는다. 메인 제어기(20)는, 예를 들어, 계측 아암(71A)의 헤드(73a 내지 73d)(아암 부재(71₁))의 진동에 의해 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 신뢰성이 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)보다 낮아지는 주파수 대역에서, 예를 들어, 50Hz 내지 500Hz, 특히, 100Hz 내지 400Hz의 적어도 일부에서, 웨이퍼 테이블(WTB)의 구동 제어를 위해 적어도 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의해 계측되는 위치 정보를 이용하는 것이 바람직하다. 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 따른 계측 정보(위치 정보)의 전환 기준은 출력 신호의 주파수 대역에 제한되지 않는다. 어떤 경우에도, 본 실시형태에 따르면, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)과 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의해 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 계측이 동시에 수행될 수 있기 때문에, 한 쪽의 인코더 시스템 단독 사용, 양자의 시스템의 병용 등, 양자의 장점 및 단점에 따른 각종 사용 방법이 가능해진다. 요점은, 메인 제어기(20)가 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 기초하여 조동 스테이지 구동계(51A) 및/또는 미동 스테이지 구동계(52A)에 의해 웨이퍼 테이블(WTB)의 구동을 제어해야 한다는 점이다. 부수적으로, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)를 구성하는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 대해서도 마찬가지이다.
- [0351] 하이브리드 제어(전환부(150A, 150B, 및 150C)의 제 1 제어)에서, 탑 사이드 인코더 시스템 및 백 사이드 인코더 시스템이 진동에 따라 전환되지만, 또는, 구체적으로, 동일한 컷오프 주파수를 갖는 로우 패스 필터 및 하이패스 필터를 이용하여 전환되지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 예를 들어, 탑 사이드 인코더 시스템의 출력 신호 및 백 사이드 인코더 시스템의 출력 신호의 가중 부가된 신호인 하이브리드 위치 신호가 사용될 수 있다.
- 또한, 탑 사이드 인코더 시스템 및 백 사이드 인코더 시스템은 진동 이외의 원인에 따라 개별적으로 사용되거나 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)에서, 예를 들어, 스캔 노광 동안, 백 사이드 인코더 시스템(70A)만이 사용될 수 있다.
- [0352] 그러나, 노광 스테이션(200)에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치를 계측하는 계측계는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템을 구비하지 않고, 시스템은 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)만을 구비하거나 제 1 백 사이드 인코더 시스템 및 다른 계측계(예를 들어, 간섭계 시스템 등)의 조합을 구비할 수도 있다. 시스템이 제 1 백 사이드 인코더(70A)만을 구비하면, 또는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 다른 계측계(예를 들어, 간섭계 시스템 등)의 조합을 구비하는 경우, 상술한 전환부(150A)는 반드시 제공될 필요는 없다. 즉, 메인 제어기(20)는 항상 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 다른 계측계를 이용하여 웨이퍼 스테이션(200)에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 정보를 계측하고, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 제어는 주로 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 계측 결과에 기초하여 수행되고, 간섭계 시스템 등의 계측 결과는 인코더 시스템(150)의 계측 결과에서 이상이 발생한 경우 백업용 등으로 부차적으로 사용될 수 있다. 물론, 메인 제어기(20)는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 다른 계측계(예를 들어, 간섭계 시스템 등)를 함께 이용하여 웨이퍼 스테이지(WST)(웨이퍼 테이블(WTB))의 위치 정보를 계측할 수 있다.
- [0353] 또한, 상술한 실시형태에서, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 따른 계측 정보(위치 정보) 중에서 더 높은 신뢰성을 갖는 위치 정보를 선택하는 방법에 대하여, 상술한 것과 유사한

방법이 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)에서 채용될 수 있다.

- [0354] 또한, 상술한 실시형태에서, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)가 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)을 구비하지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 계측 스테이션(300)에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치를 계측하는 계측계는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 또는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B) 중 어느 하나, 이들 인코더 시스템 중 하나와 다른 계측계의 조합 또는 완전히 다른 구성의 인코더 시스템 또는 간접계 시스템 등을 가질 수 있다. 물론, 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)만의 경우, 상술한 비교 조정에 의한 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계의 리프레쉬가 수행되지 않는다.
- [0355] 부수적으로, 상술한 실시형태에서, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)이 인코더 헤드의 광학계의 적어도 일부만이 내장된 아암 부재(71₁ 및 71₂)를 각각 갖는 계측 아암(71A 및 71B)을 구비하는 경우를 설명하지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 예를 들어, 계측 아암으로서, 그레이팅(RG)에 대항하는 부분으로부터 계측 빔을 조사할 수 있으면, 예를 들어, 아암 부재의 선단부에 광원 또는 광검출기 등을 내장할 수 있다. 이 경우, 아암 부재의 내부에 상술한 광 파이버를 통과시킬 필요가 없다. 또한, 아암 부재는 임의의 외형 및 단면의 형상을 가질 수 있고 댐핑 부재를 반드시 가질 필요도 없다. 또한, 광원 및/또는 검출기가 아암 부재(71₁ 및 71₂)에 제공되는 경우에도, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)은 아암 부재(71₁ 및 71₂) 내부를 이용하지 않는다.
- [0356] 또한, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)은 반드시 계측 아암을 구비할 필요는 없고, 조동 스테이지(WCS)의 공간 내에 그레이팅(RG)에 대항하여 배치되고, 그 그레이팅(RG)에 적어도 1개의 계측 빔을 조사하고, 그 계측 빔의 그레이팅(RG)으로부터의 광(반사 회절광)을 수광하는 헤드를 갖고 그 헤드의 출력에 기초하여 미동 스테이지(WFS)의 적어도 XY 평면 내의 위치 정보를 계측할 수 있다.
- [0357] 또한, 상술한 실시형태에서는, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)이 각각 2개의 3차원 헤드와 XZ 헤드 및 YZ 헤드를 구비하는 경우에 대하여 예시하지만, 헤드의 조합 배치는 이에 제한되지 않는 것은 물론이다. 예를 들어, 전술한 리턴던트 축의 계측값을 이용한 좌표계의 리프레쉬를 행하는 경우에도, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)에 의해 계측될 수 있는 자유도가 10자유도로 설정할 필요가 없고, 7 이상의 자유도, 예를 들어, 8 자유도일 수 있다. 예를 들어, 시스템은 2개의 3차원 헤드 및 XZ 헤드 및 YZ 헤드 중 적어도 하나를 가질 수 있다. 이 경우, 헤드의 배치, 구조 등은 상술한 실시형태로 제한되지 않는다. 예를 들어, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)은 그레이팅(RG) 상에 복수의 계측 빔을 조사하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측할 수 있고, 이들 복수의 계측 빔, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는데 사용되는 복수의 계측 빔과 다른 적어도 하나의 다른 계측 빔이 그레이팅(RG) 상에 조사된다. 이 경우, 메인 제어기(20)는 상이한 계측 빔에 따라 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의해 계측된 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치 정보를 이용하여 상술한 좌표계의 리프레쉬를 행하거나 그레이팅(RG)에 의해 유발된 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 계측 오차를 보상하는 정보를 업데이트할 수 있다.
- [0358] 또한, 예를 들어, 상술한 리턴던트 축의 계측값을 이용한 좌표계의 리프레쉬가 수행되지 않으면, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)은 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보만을 계측할 수 있는 헤드의 조합 배치를 채용할 수 있다. 예를 들어, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)은 각각 2개의 3차원 헤드만을 가질 수 있다. 이 경우, 2개의 3차원 헤드가 상술한 실시형태와 유사하게 배치되면, 웨이퍼 테이블(WTB)의 Θ_x 방향을 제외하고, 5자유도 방향의 위치 정보의 계측이 가능해진다. 또한, 2개의 3차원 헤드를 X축 방향 및 Y축 방향에 관하여 서로 시프트되도록 배치되면, 웨이퍼 테이블(WTB)의 6 자유도 방향의 위치 정보의 계측이 가능해진다. 이 외에도, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)은 각각 X축 방향으로 나란히 배치된 한 쌍의 XY 헤드만을 가질 수 있다. 이 경우, 웨이퍼 테이블(WTB)의 XY 평면 내의 3 자유도 방향의 위치 정보의 계측이 가능해진다. 또한, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B)은 X 헤드 및/또는 Y 헤드 이외에 Z 헤드를 구비하는 헤드부(광학계)를 채용할 수 있다.
- [0359] 상술한 실시형태에서, 미동 스테이지(WFS)의 하면(이면)에 그레이팅(RG)이 배치되므로, 미동 스테이지(WFS)를 중공 구조로 하여 경량화를 도모함과 동시에, 그 내부에 배관, 배선 등을 배치할 수 있다. 그 이유는 인코더 헤드로부터 조사되는 계측 빔이 미동 스테이지(WFS)의 내부를 진행하지 않으므로, 미동 스테이지(WFS)를 광이 투과가능한 솔리드 부재로 할 필요가 없기 때문이다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 미동 스테

이지(WFS)를 광이 투과가능한 솔리드 부재로 하는 경우에는, 미동 스테이지의 상면, 즉, 웨이퍼에 대항하는 면에 그레이팅이 배치되거나 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 홀더 상에 그레이팅이 형성될 수 있다. 후자의 경우, 노광 중에 웨이퍼 홀더가 팽창하거나 미동 스테이지에 대한 로딩 위치가 벗어나는 경우에도, 이 이동이 추종되어 웨이퍼 홀더(웨이퍼)의 위치를 계측할 수 있다.

[0360] 또한, 상술한 실시형태에서, 미동 스테이지 구동계(52A)를 구성하는 각 코일 유닛(CUa 및 CUb)의 발열에 의해 스케일(39₁ 및 39₂)의 2차원 회절 그레이팅 및 그레이팅(RG) 등이 국소적으로 구부러질 수도 있다. 마찬가지로, 예를 들어, 조동 스테이지(WCS)의 한 쌍의 측벽부(92a, 92b)의 각각에 각 한 쌍의 전자석을 미동 스테이지(WFS)의 팔각형의 사변부에 대항하여 제공하는 경우, 그 전자석의 발열에 의해 스케일(39₁ 및 39₂)의 2차원 회절 그레이팅 및 그레이팅(RG) 등이 국소적으로 구부러질 수도 있다. 그러므로, 각 코일 유닛(CUa 및 CUb) 및/또는 전자석의 온도 변화와 스케일(39₁ 및 39₂)의 2차원 회절 그레이팅 및 그레이팅(RG)의 왜곡 분포의 관계(예를 들어, 온도 변화와 왜곡 분포의 관계를 나타내는 테이블 데이터)를 해석에 의해 미리 구해둔다. 그 후, 각 코일 유닛(CUa 및 CUb) 및/또는 전자석의 온도 변화를 계측하는 온도 센서를 2차원 회절 그레이팅 및 그레이팅(RG)의 근방에 각각 제공해두고, 각각의 온도 센서의 계측값 및 상기 테이블 데이터에 기초하여, 스케일(39₁ 및 39₂)의 2차원 회절 그레이팅 및 그레이팅(RG)의 국소적인 왜곡에 기인하는 제 1 및 제 2 백 사이트 인코더 시스템(70A, 70B) 및 제 1 및 제 2 탑 사이트 인코더 시스템(80A 및 80B)의 계측 오차를 보정할 수 있다.

[0361] 또한, 상술한 실시형태의 제 1 내지 제 4 탑 사이트 인코더 시스템(80A 내지 80D)의 구성은, 상술한 실시형태에서 설명한 것에 제한되지 않는다. 예를 들어, 제 1 내지 제 4 탑 사이트 인코더 시스템(80A 내지 80D)의 적어도 일부는, 예를 들어 미국 특허 출원 공개 2006/0227309 등에 개시된 바와 같이, 웨이퍼 테이블(WTB)에 복수의 인코더 헤드부(각 인코더 헤드부는 예를 들어 전술한 4축 헤드와 마찬가지로 구성할 수 있다)를 제공하여 그에 대항하여 웨이퍼 테이블(WTB)의 외부에 그레이팅부(예를 들어 2차원 그레이팅 또는 2차원으로 배치된 1차원 그레이팅부)를 배치하는 구성의 인코더 시스템을 채용할 수 있다. 이 경우, 복수의 인코더 헤드부는 각각 웨이퍼 테이블(WTB)의 4개의 선단(코너)에 배치되거나 한 쌍의 인코더 헤드부가 각각 웨이퍼 테이블(WTB)을 사이에 두고 중심(웨이퍼 홀더의 중심)에서 교차하는 2개의 대각선 상에서 웨이퍼 테이블(WTB)의 외부에 배치될 수 있다. 또한, 그레이팅부에 있어서, 예를 들어, 각각 2차원 그레이팅이 형성된 4개의 그레이팅 플레이트가 고정 부재(플레이트 등)에 부착되고, 고정 부재는 만곡부를 포함하는 지지 부재에 의해 메인 프레임(BD)에 의해 현가 방식으로 지지되어, 4개의 그레이팅 플레이트가 투영 광학계(PL)(또는 노즐 유닛(32)) 주변에 배치될 수 있다.

[0362] 부수적으로, 상술한 실시형태에서, 미동 스테이지(WFS)가 모든 6 자유도 방향으로 구동가능하지만, 본 발명에는 제한되지 않고, 미동 스테이지(WFS)가 XY 평면에 평행한 2차원 평면 내의 적어도 3 자유도 방향으로만 구동되어야 한다. 이 경우, 미동 스테이지(WFS)가 노광 스테이션(200) 내의 소정의 범위(웨이퍼 테이블(WTB) 상에 유지된 웨이퍼(W)의 노광을 위해 미동 스테이지(WFS)가 이동하는 범위를 적어도 포함하는 노광 스테이션(200) 내의 범위)에서 이동하면, 메인 제어기(20)는, 예를 들어, 제 1 백 사이트 인코더 시스템(70A)의 복수의 헤드에 따른 계측 정보에 기초하여, 미동 스테이지(WFS)의 2차원 평면 내의 3 자유도를 포함하는 n자유도($n \geq 3$) 방향의 위치를 제어하면서 미동 스테이지(WFS)를 구동하고, 미동 스테이지(WFS)를 n자유도로 구동할 때 사용되는 위치 정보의 일부인 소정의 계측 방향에 관련된 위치 정보 및 이와 다르게 소정의 계측 방향의 n자유도로 미동 스테이지(WFS)를 구동할 때 사용되지 않는 리턴던트 위치 정보인 위치 정보 사이의 차이에 기초하여, 제 1 백 사이트 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 소정의 계측 방향에 관련된 그리드 오차를 업데이트할 수 있다. 이 경우, 상술한 헤드(73a 내지 73d)의 모두가 제공되지 않고, 미동 스테이지(WFS)의 위치가 미동 스테이지(WFS)의 X축, Y축, 및 Θ_z 방향의 각각에서 계측되고 리턴던트 축의 계측값을 이용하여 제 1 백 사이트 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 X축, Y축 및 Z축 중 적어도 하나의 방향의 그리드 오차가 변경될 수 있다.

[0363] 또한, 미동 스테이지 구동계(52A)는 상기 이동 자석 마그네트 타입 시스템으로 제한되지 않고, 이동 코일 타입 시스템일 수 있다. 또한, 미동 스테이지(WFS)는 조동 스테이지(WCS)에 의해 접촉 지지될 수 있다. 따라서, 조동 스테이지(WCS)에 대하여 미동 스테이지(WFS)를 구동하는 미동 스테이지 구동계는, 예를 들어, 회전 모터 및 볼 스프링(또는 피드 스크류(feed screw))의 조합일 수 있다.

[0364] 또한, 상술한 실시형태에서, 대기 위치(UP2)가 언로딩 위치(UP1)의 -X축에 설정되는 경우를 설명하였지만, 대기 위치(UP2)가 반드시 설정될 필요는 없다. 또한, 상술한 실시형태에 기재된 언로딩 장치(170)의 구조는 단지 예이다. 예를 들어, X축 방향의 일측 상의 프레임(FL)의 측부의 하면 및 타측의 측부의 하면 상에는, 플레

이트 형상 지지 부재가 헤드부 등과 간섭하지 않는 상태로 설치될 수 있고, 언로딩 위치(UP1)의 위치의 지지 부재 상에는, 수직으로 이동가능한 상술한 웨이퍼 파지 부재(174)와 유사한 구조를 갖는 부재로 구성되는 제 1 언로딩 슬라이더가 제공될 수 있고, 제 2 언로딩 슬라이더는 로봇 아암 등을 이용하여 구성될 수 있다.

[0365] 부수적으로, 상술한 실시형태에서, +Y측 상의 샷 영역으로부터 -Y측 상의 샷 영역으로 웨이퍼(W)의 -X측 절반(또는 +X측 절반)의 노광이 수행되고 -Y측 상의 샷 영역으로부터 +Y측 상의 샷 영역으로 +X측 절반(또는 -X측 절반)의 노광이 수행되는 예를 설명하였지만, 웨이퍼(W) 상의 복수의 샷 영역의 노광 순서는 이에 제한되지 않는다. 노광이 완료된 후, 웨이퍼 테이블(WTB)이 실질적으로 가장 짧은 시간 내에 언로딩 위치로 이동하지 않아도 되면, 종래의 액체 침지 스캐너에서처럼 웨이퍼(W) 상의 복수의 샷 영역은 예를 들어 미국 특허 출원 공개 2008/0088843 등에 개시된 것과 유사한 순서로 노광될 수 있다.

[0366] 또한, 상술한 실시형태에서, 척 유닛(120)이 상술한 바와 같이 구성되기 때문에, 예를 들어, 이전 웨이퍼의 노광 동안, 노광과 동시에 다음 웨이퍼가 로딩 위치(LP)에 대기하도록 하고 웨이퍼의 온도를 제어함으로써, 웨이퍼 스테이지(WST)가 로딩 위치(LP)로 복귀할 때 온도가 제어된 웨이퍼가 즉시 웨이퍼 테이블(WTB) 상으로 로딩될 수 있다. 그러나, 척 유닛(120)의 구조는 상술한 구조로 제한되지 않는다. 척 유닛(120)(베르누이 척(124))은 예를 들어, 반송 기능만을 갖거나, 반송 기능에 더하여, 온도 제어 기능, 프리-얼라인먼트 기능 및 왜곡 정정(평탄화 기능) 중 적어도 하나를 가질 수 있고, 그 구조는 척 유닛(120)(베르누이 척(124))에 추가될 기능의 타입 또는 수에 따라 결정될 수 있고, 반송 기능을 포함하는 4개의 기능을 달성하는 구조는 상술한 것으로 제한되지 않는다. 예를 들어, 다음 웨이퍼가 이전 웨이퍼의 노광과 동시에 로딩 위치(LP) 상에서 대기하지 않는 경우에, 대기하는 동안 척 메인부(130)에 의해 비접촉 방식으로 유지된 상태에서 웨이퍼의 XY 평면 내의 위치 편차를 방지하는 상술한 한 쌍의 지지 플레이트(128) 등의 유지 부재가 반드시 제공될 필요는 없다. 또한, 척 메인부(130)는 쿨 플레이트(123) 등의 온도 제어 부재를 반드시 가질 필요는 없다. 예를 들어, 다음 웨이퍼가 이전 웨이퍼의 노광과 동시에 로딩 위치(LP) 상에서 대기하지 않는 경우, 로딩의 시작 직전까지 로딩 위치 이외의 장소에 설치된 쿨 플레이트 상에서 웨이퍼의 온도를 제어하는 것으로 충분한 경우가 고려될 수도 있다. 또한, 로딩 후에 웨이퍼의 얼라인먼트가 수행되는 한, 웨이퍼가 척 메인부(130)에 의해 유지되는 동안 웨이퍼의 위치 정보를 계측하는 계측계가 반드시 제공될 필요는 없다.

[0367] 또한, 상술한 실시형태에서, 척 메인부(130)는 쿨 플레이트(123)와 거의 동일한 사이즈를 갖는 플레이트 형상 멤버로 구성되는 베르누이 척(124)을 갖지만, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 베르누이 척(124) 대신, 척 메인부(130)는 쿨 플레이트(123)의 하면에 직접 또는 플레이트 부재를 통해 부착된 복수의 베르누이 컵을 가질 수 있다. 이 경우, 복수의 베르누이 컵은 바람직하게 전체 표면 상에 분포되거나 적어도 쿨 플레이트(123)의 주변 및 중심에 분포되고, 메인 제어기(20)는 개별적으로 또는 각 그룹별로(예를 들어, 주변 및 중심의 각 그룹별로) 유체(예를 들어 공기)의 분출, 정지, 유량(flow volume) 및/또는 유속을 조절할 수 있다. 노광 장치가 상술한 구조를 갖는 척 메인부(130)를 갖는 척 유닛(120)을 구비하는 경우, 척 메인부(130)의 복수의 베르누이 컵의 적어도 일부로부터 분출하는 유체의 유량 및/또는 유속은 웨이퍼(W)의 정상 지지 상태와 달라져 웨이퍼(W)가 로딩 위치에서 대기할 때 또는 웨이퍼(W)를 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB)) 상에 반송할 때 수직 방향으로 비접촉 방식으로 지지되는 웨이퍼(W)의 적어도 일부를 변위시켜, 척 메인부(130)에 의해 위로부터 비접촉 방식으로 지지되는 웨이퍼(W)의 변형이 억제된다. 물론, 척 메인부(130)이 상술한 실시형태에서처럼 단일 베르누이 척(124)을 갖는 경우에도, 웨이퍼(W)의 변형을 억제하기 위하여, 베르누이 척(124)으로부터 분출된 유체의 유속 등이 웨이퍼(W)의 정상 지지 상태와 다르게 될 수 있다. 어떤 경우에도, 이 경우, 변형이 억제된 웨이퍼(W)가 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))에 의해 유지된다.

[0368] 부수적으로, 상술한 실시형태에서, 메인 제어기(20)는, 비접촉 또는 접촉 상태로 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)에 의해 상부 및 하부로부터 지지되는 웨이퍼(W)가 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB)) 상에 장착될 때, 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)을 아래로 구동한다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 메인 제어기(20)는, 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)에 대하여 위로 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))를 구동하거나 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))를 위로 구동하면서 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)을 아래로 구동할 수 있다. 이것은, 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)에 의해 상부 및 하부로부터 지지되는 웨이퍼(W)의 하면이 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))의 하면과 접촉할 때까지 메인 제어기(20)가 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)을 상대적으로 이동해야 하기 때문이다.

[0369] 또한, 상술한 실시형태에서, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼(W)가 3개의 수직 이동 핀(140)에 의해 지지되기 전에, 3개의 촬상 장치(129)를 이용하여 척 메인부(130)에 의해 비접촉 방식으로 지지되는 웨이퍼(W)의 X축 방향 및 Y축 방향의 위치 편차 및 회전(θ 회전) 오차를 검출할 수 있다. 이 경우, (회전을 포함하는) XY 평면 내의

척 메인부(130)의 위치가 구동부(122)에 의해 조절가능한 구조를 채용하는 경우, XY 평면 내의 웨이퍼(W)의 (회전을 포함하는) 위치는 검출된 위치 편차 및 회전 오차에 따라 조절될 수 있다. 또는, 3개의 수직 이동 핀(140)이 웨이퍼 테이블(WTB)에 대하여 XY 평면 내에서 이동가능하고, 메인 제어기(20)가 3개의 수직 이동 핀(140)을 통해 검출된 위치 편차 및 회전 오차에 따라 XY 평면 내에서 웨이퍼(W)의 (회전을 포함하는) 위치를 조절할 수 있는 구조가 채용될 수 있다. 기재된 방식으로, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼(W)가 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))에 의해 유지되기 전에 웨이퍼(W)의 위치를 미세하게 조절한다.

[0370] 또한, 상술한 실시형태에서, 3개의 수직 이동 핀(140)이 드라이버(142)와 일체로 수직으로 이동하는 경우를 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 3개의 수직 이동 핀(140)은 독립적으로 수직으로 이동할 수 있다. 이 경우, 상술한 바와 같이 척 메인부(130) 및 3개의 수직 이동 핀(140)에 의해 상부 및 하부로부터 비접촉 또는 접촉 상태로 지지되는 웨이퍼(W)를 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB)) 상에 제공할 때, 3개의 수직 이동 핀(140)의 수직 이동의 타이밍을 다르게 함으로써, 척 메인부(130)으로부터 웨이퍼(W)의 전체 표면에 균일한 압력이 가해지더라도, 웨이퍼 홀더 척에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지가 시간차를 두고 일측으로부터 타측으로 이루어질 수 있다. 또는, 3개의 수직 이동 핀(140)의 +Z 방향으로 미치는 압력(활성화 힘)이 개별적으로 조절되는 구조가 채용될 수 있다. 또한, 이 경우, 척 메인부(130)으로부터 웨이퍼(W)의 전체 표면에 균일한 압력이 가해지더라도, 웨이퍼 홀더 척에 의한 웨이퍼(W)의 흡착 유지가 시간차를 두고 일측으로부터 타측으로 이루어질 수 있다. 어떠한 경우에도, 웨이퍼 홀더(웨이퍼 테이블(WTB))은 θ_x 및/또는 θ_y 방향으로 기울어지지 않아야 한다.

[0371] 부수적으로, 상술한 실시형태에서, 웨이퍼(W)를 접촉하여 지지할 수 있는 3개의 수직 이동 핀 대신에, 예를 들어, 척 메인부(130)와 동시에 웨이퍼(W)를 지지할 수 있고 수직으로 이동가능한 하나 또는 복수의 지지 부재가 제공될 수 있다. 이 복수의 지지 부재는, 웨이퍼(W)의 측면의 일부가 지지되는 구조 또는 웨이퍼(W)가 측면(및/또는 하부)으로부터 복수의 장소에서 외주부에서 개방 및 폐쇄 방식으로 지지될 수 있는 구조를 가질 수 있다. 이 지지 부재는 척 유닛(120)(베르누이 척(124))에 제공될 수 있다. 또한, 척 메인부(130)가 비접촉 방식으로 웨이퍼(W)를 지지하는 부재는 베르누이 척으로 제한되지 않고, 웨이퍼(W)를 비접촉 방식으로 지지할 수 있는 임의의 부재일 수 있다. 따라서, 예를 들어, 베르누이 척(또는 베르누이 컵) 대신 또는 그와 함께, 진공 프리로딩(preloaded) 에어 베어링이 또한 사용될 수 있다.

[0372] 또한, 상술한 실시형태에서, 구동부(122)를 도시하지 않은 진동 격리 부재를 통해 메인 프레임(BD)의 하면에 고정함으로써, 척 메인부(130)가 메인 프레임(BD)에 대하여 진동에 있어서 격리된 예가 제공된다. 그러나, 본 발명은 이에 제한되지 않고, 예를 들어, 구동부(122)를 도시하지 않은 지지 부재를 통해 프레임(FL)에 부착함으로써, 척 메인부(130)는 메인 프레임(BD)에 대하여 진동에 있어서 격리될 수 있다.

[0373] 또한, 상술한 실시형태에서, 노광 장치가 1개의 미동 스테이지를 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되어 계측 스테이션(300)과 노광 스테이션(200) 사이에서 왕복 이동시키는 구성인 경우에 대하여 설명하였지만, 노광 장치는 2개의 미동 스테이지를 가질 수도 있다. 이 경우, 2개의 미동 스테이지의 2개의 조동 스테이지 사이에서의 전환될 수 있는 구성이 부가될 수도 있고 그 2개의 미동 스테이지를 교호로 계측 스테이션(300) 및 노광 스테이션(200) 사이에서 왕복 이동시킬 수 있다. 또는, 3개 이상의 미동 스테이지가 사용될 수 있다. 이러한 구조는 한쪽의 미동 스테이지(WFS) 상의 웨이퍼에 대한 노광 처리와 다른 쪽의 미동 스테이지(WFS)를 이용한 상술한 스트림 처리의 동시 처리를 가능하게 한다. 이 경우, 2개의 조동 스테이지 중 하나는 노광 스테이션(200)에서만 이동가능하게 하고, 2개의 조동 스테이지 중 다른 하나는 계측 스테이션(300)에서만 이동가능하도록 할 수 있다.

[0374] 이 외에도, 계측계(MST)에 더하여, 미국 특허 6,341,007 및 미국 특허 6,262,796 등에 개시된 바와 같이 웨이퍼 스테이지(WST)를 1개 더 제공할 수 있다. 이 경우, 계측 아암(71A)에 대하여, 횡측으로부터 계합가능하도록 한 형상으로 조동 스테이지(WCS)를 구성하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면, 한쪽의 웨이퍼 스테이지 상의 웨이퍼에 대한 노광 처리와 다른 쪽의 웨이퍼 스테이지를 이용한 상술한 스트림 처리의 동시 처리가 가능해진다.

[0375] - 제 2 실시형태

[0376] 다음은 도 39 내지 55를 참조하여 제 2 실시형태를 설명한다. 여기서, 상술한 제 1 실시형태의 노광 장치(100)와 동일 또는 유사한 컴포넌트는 동일 또는 유사한 참조 번호를 갖고 그 설명은 간략화 또는 생략된다.

[0377] 도 39는 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치(1000)의 평면도에서의 구성을 개략적으로 나타낸다. 또한, 도

40은 노광 장치(1000)의 제어계를 중심으로 구성하고 구성 각부를 총괄 제어하는 메인 제어기(20)의 입출력 관계를 나타내는 블록도이다.

- [0378] 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치(1000)는 상술한 웨이퍼 스테이지(WST) 대신에 웨이퍼 스테이지(WST)와 유사하게 구성된 2개의 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)를 구비한다. 또한, 노광 장치(1000)에서, 이하의 (a) 내지 (j)에 열거된 구성요소는 상술한 노광 장치(100)와 다르다.
- [0379] (a) 노광 스테이션(200) 및 계측 스테이션(300) 사이에 설정된 언로딩 위치(UP1) 및 대기 위치(UP2) 대신에, 언로딩 위치(UP)가 로딩 위치(LP)와 동일한 Y 위치 및 -X측에 소정 거리 떨어진 위치에 설정된다.
- [0380] (b) 상술한 언로딩 위치(UP)의 위치 변화에 의해, 전술한 특수 구조의 제 1 언로딩 슬라이더 및 제 2 언로딩 슬라이더가 제거되고, 예를 들어, 수평 다관절 로봇 등의 로봇 아암으로 이루어지는 일반적인 웨이퍼 언로딩 부재(미도시)가 베이스 보드(12)의 -Y측 상에 제공된다.
- [0381] (c) 세컨더리 얼라인먼트계(AL2₁ 내지 AL2₄)가 제거된다. 또한, 세컨더리 얼라인먼트계가 존재하지 않으므로, 이하에서는, 프라이머리 얼라인먼트(AL1)를 단순히 얼라인먼트계(AL1)라 한다.
- [0382] (d) 다점 AF 계(90a, 90b)의 송광계(90a)와 수광계(90b)가 헤드부(62E)와 헤드부(62F) 사이에 기준축(LV)에 관하여 대칭으로 배치되어 있다. 다점 AF 계(90a, 90b)의 검출 영역(AF)은 웨이퍼(W) 상의 1개의 샷 영역의 X축 방향 길이와 거의 동일한 길이의 영역이다. 그 검출 영역(AF)의 중심은, 얼라인먼트계(AL1)의 검출 중심, 즉, 전술한 3차원 헤드(75a)의 검출 중심의 바로 위의 위치에 설정되어 있다. 다점 AF 계(90a, 90b)의 복수의 검출점은 피검편 상에서 그 검출 영역(AF) 내에 X축 방향을 따라 소정의 간격으로 배치되어 있다. 다점 AF 계(90a, 90b) 대신에, 예를 들어, 미국 특허 4,558,949의 제 3 실시형태에 개시된 초점 위치 검출계(초점 위치 검출 기구)를 이용할 수 있다.
- [0383] (e) 상기 다점 AF 계(90a, 90b)의 구성, 특히, 배치의 변경에 따라, 제 2 실시형태에서는, 계측 아암(71B)의 아암 부재(71₂)에는, 한 쌍의 YZ 헤드(77a, 77b)는 제공되지 않는다. 즉, 제 3 백 사이트 인코더 시스템(70C)도 제공되지 않는다. 또한, 이 구성 때문에, 제 3 탑 사이트 인코더 시스템(80C)도 제공되지 않는다. 또한, 제 4 탑 사이트 인코더 시스템(80D)도 제공되지 않는다.
- [0384] (f) 상기 제 3 백 사이트 인코더 시스템(70C), 제 3 탑 사이트 인코더 시스템(80C) 및 제 4 탑 사이트 인코더 시스템(80D) 대신에, 도 40에 도시된 바와 같이, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C), 중간 위치 계측계(121), 노광 좌표 세트용 계측계(34) 및 계측 좌표 세트용 계측계(35)가 제공된다. 또한, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C), 중간 위치 계측계(121), 노광 좌표 세트용 계측계(34) 및 계측 좌표 세트용 계측계(35)에 대해서는 나중에 상세히 설명한다.
- [0385] (g) 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)는, 전술한 웨이퍼 스테이지(WST)와 마찬가지로, 각각 조동 스테이지(WCS)와 미동 스테이지(WFS)를 구비하고, 유사한 방식으로 구성된다. 이하에서는, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2) 각각의 미동 스테이지(WFS)가 갖는 웨이퍼 테이블을, 식별하기 위하여, 각각 웨이퍼 테이블(WTB1, WTB2)이라 한다. 또한, 이하에서는, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2) 각각의 미동 스테이지(WFS)를 각각 웨이퍼 테이블(WTB1 및 WTB2)이라 한다. 제 2 실시형태에서는, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)는, 전술한 조동 스테이지 구동계(51A)와 유사하게 구성되는 조동 스테이지 구동계(51A₁ 및 51A₂)에 의해 XY 평면 내에서 독립적으로 구동된다. 또한, 웨이퍼 테이블(WTB1 및 WTB2)은, 전술한 미동 스테이지 구동계(52A)와 유사하게 구성되는 미동 스테이지 구동계(52A₁ 및 52A₂)에 의해 조동 스테이지(WCS)에 대하여 비접촉 상태로 부상 지지됨과 동시에 비접촉 방식으로 6 자유도 방향으로 구동된다.
- [0386] (h) 웨이퍼 테이블(WTB1 및 WTB2)은, 전술한 웨이퍼 테이블(WTB)과 X축 방향에 있어서 동일한 길이를 갖고 Y축 방향에 있어서 길이가 짧다. 또한, 도 4 및 도 39의 비교로 알 수 있는 바와 같이, 웨이퍼 테이블(WTB1 및 WTB2) 각각의 상면에 제공된 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂) 각각의 X축 방향의 치수(폭) 및 Y축 방향의 치수(길이)가 전술한 웨이퍼 스테이지(WST)가 구비하는 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂) 각각의 X축 방향의 치수(폭) 및 Y축 방향의 치수(길이)보다 더 작게 되어 있다.
- [0387] (i) 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치(1000)에서는, 상기 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂) 각각의 X축 방향의 치수(폭)에 대응하여, 헤드부(62A 및 62C)가 전술한 제 1 실시형태에 관한 4축 헤드(65₁ 내지 65₄ 및 64₁ 내지 64₄)

의 배치 간격(WD) 보다 작은 간격(WD'(<WD))로 배치된 각 5개의 4축 헤드(65₁ 내지 65₅ 및 64₁ 내지 64₅)를 구비한다. 4축 헤드(65₁ 내지 65₅ 및 64₁ 내지 64₅)의 각각은, 도 41에 도시된 바와 같이, 전술한 제 1 실시형태에 관한 4축 헤드(65₁ 내지 65₄ 및 64₁ 내지 64₄)의 각각과 유사한 위치 관계로 배치된 XZ 헤드(65X_i), YZ 헤드(65Y_i)(i=1 내지 5), 및 XZ 헤드(64X_i) 및 YZ 헤드(64Y_i)를 포함하고, 유사한 방식으로 구성된다. 제 2 실시형태에서는, 5개의 4축 헤드(65₁ 내지 65₅)는, 스케일(39₂)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 X축, Y축, Z축 및 θ_x 의 각 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 멀티렌즈(여기서는 5개)의 4축 인코더를 구성한다.

마찬가지로, 5개의 4축 헤드(64₁ 내지 64₅)는, 스케일(39₂)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 X축, Y축, Z축 및 θ_x 의 각 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 멀티렌즈(여기서는 5 렌즈)의 4축 인코더를 구성한다.

그리고, 양쪽의 5렌즈 4축 인코더는, 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)가 노광 스테이션(200)에 있는 경우, 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)(즉, 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)을 구성한다. 제 2 실시형태에서도, 메인 제어기(20)가 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)를 X축 방향으로 구동할 때, 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 위치 정보를 계측하는 4축 헤드(65_i 및 64_i)(i=1 내지 5)를 인접한 4축 헤드로 순차 전환할 수 있도록, 4축 헤드(65₁ 내지 65₅ 및 64₁ 내지 64₅)의 배치(간격(WD'))을 포함)와 스케일(39₁) 및 스케일(39₂)의 배치 간격 및 사이즈가 결정된다.

[0388] (j) 상술한 헤드부(62A 및 62C)의 구성에 대응하여, 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)을 구성하는 헤드부(62F 및 62E)가 도 39에 도시된 바와 같이 동일한 Y 위치에 소정 간격으로 X축 방향으로 나란히 배치된 각 5개의 4축 헤드(68₁ 내지 68₅ 및 67₁ 내지 67₅)를 구비한다. 도 41에 도시된 바와 같이, 4축 헤드(68₁ 내지 68₅ 및 67₁ 내지 67₅)에서, 4축 헤드가 각각 갖는 XZ 헤드(68X_i 및 67X_i)(보다 정확하게는, XZ 헤드(68X_i 및 67X_i)에 의해 방출되는 계측 빔의 스케일(39₁ 및 39₂) 상의 조사점)은, 전술한 기준축(LA)을 따라 배치된다. 또한, 4축 헤드(68₁ 내지 68₅ 및 67₁ 내지 67₅)의 각각을 구성하는 XZ 헤드(68X_i 및 67X_i) 및 YZ 헤드(68Y_i 및 67Y_i)는, 대응하는 4축 헤드(65_i 및 64_i)(i=1 내지 5)를 각각 구성하는 XZ 헤드(65X_i 및 64X_i) 및 YZ 헤드(65Y_i 및 64Y_i)와 동일한 X축 위치에 배치된다.

[0389] 다음으로, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)에 대하여 설명한다. 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에서는, 도 41에 도시된 바와 같이, 헤드부(62A 및 62C) 각각의 -Y축에 한 쌍의 4축 헤드(65₆ 및 64₆)가 기준축(LV)에 관하여 대칭으로 배치된다. 4축 헤드(65₆ 및 64₆)의 각각은 4축 헤드(65₁ 내지 65₅ 및 64₁ 내지 64₅)와 유사하게 구성된다. 4축 헤드(65₆)를 구성하는 XZ 헤드(65X₆) 및 YZ 헤드(65Y₆)는, XZ 헤드(65X₃)와 동일한 X 위치에 배치된다. 4축 헤드(64₆)를 구성하는 XZ 헤드(64X₆) 및 YZ 헤드(64Y₆)는, XZ 헤드(64X₃)와 동일한 X 위치에 배치된다.

[0390] 한 쌍의 4축 헤드(65₆ 및 64₆)는, 후술하는 계측 테이블(MTB)과 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 근접 또는 접촉 상태(스크럼(scrum))의 개시시로부터 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 위치 계측이 개시될 때까지, 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂)을 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 6 자유도 방향에 관한 위치 정보를 계측하는 한 쌍의 인코더를 구성하고, 이 한 쌍의 인코더에 의해 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)(도 40 참조)가 구성된다. 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)를 구성하는 각 인코더의 계측값은 메인 제어기(20)에 공급된다(도 40 참조).

[0391] 다음으로, 중간 위치 계측계(121)(도 40 참조)에 대하여 설명한다. 중간 위치 계측계(121)는, 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)가 계측 스테이션(300)과 노광 스테이션(200) 사이를 이동할 때, 그 이동 중인 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)의 XY 평면 내의 위치를 계측하는 것이다. 중간 위치 계측계(121)는, 베이스 보드(12) 내부의 기준축(LH)과 기준축(LA) 사이의 영역 내에 소정의 간격으로 배치된 복수의 홀(Hall) 소자를 갖는다. 중간 위치 계측계(121)는, 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)가 XY 평면 내에서 이동하면, 각각의 조동 스테이지(WCS)의 저면에 제공된 자석에 의해 생기는 자계가 변화하는 것을 이용하여 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)의 XY 평면 내의 근사 위치(approximate position)를 계측하는 것이다. 이 중간 위치 계측계(121)의 계측 정보는, 메인 제어기(20)에 공급된다(도 40 참조). 또한, 본 실시형태에서, 중간 위치 계측계(121) 이외에, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 조동 스테이지(WCS)의 위치를 계측하는 다른 계측계가 제공되지 않는다

(도 40 참조).

[0392] 다음으로, 노광 좌표 세트용 계측계(34)(도 40 참조)를 설명한다. 노광 좌표 세트용 계측계(34)는, 노광 스테이션(200) 근방의 위치에 배치되고, 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)가 계측 스테이션(300)측으로부터 노광 스테이션(200)측으로 이동하고, 후술하는 바와 같이 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)이 계측 테이블(MTB)에 근접 또는 접촉한 시점에서 제 3 미동 스테이지 계측계(110C)의 원점 복귀를 위하여, 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 절대 좌표를 계측하는데 사용된다. 후술하는 바와 같이, 원점 복귀(리셋)가 되지 않은 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)의 계측값을 이용하여, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 원점 복귀(리셋)가 행해진다.

[0393] 노광 좌표 세트용 계측계(34)는, 도 39에 도시된 바와 같이, 헤드부(62A 및 62C)의 -Y측에 소정 거리(예를 들어, 웨이퍼 테이블(WTB1)의 Y축 방향 길이의 1/3 정도의 거리)만큼 떨어진 위치에 기준축(LV)의 +X측 및 -X측에 기준축(LV)으로부터 웨이퍼 테이블(WTB1)의 X축 방향의 길이의 1/2보다 약간 짧은 동일한 거리만큼 떨어져 배치된 한 쌍의 화상 센서(36a 및 36b)와, 그 한 쌍의 화상 센서(36a 및 36b) 각각의 +Y측에 인접하여 배치된 한 쌍의 Z 센서(38a 및 38b)와, Z 센서(38a)의 -Y측에 예를 들어 웨이퍼 테이블(WTB1)의 Y축 방향 길이의 1/2 정도의 거리만큼 떨어져 배치된 Z 센서(38c)를 포함한다. 이들 화상 센서(36a 및 36b) 및 Z 센서(38a 내지 38c)는 각각 지지 부재를 통해 메인 프레임(BD)에 현가 상태로 고정된다.

[0394] 한 쌍의 화상 센서(36a 및 36b)는, 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)이 소정의 위치, 여기에서는, 후술하는 계측 테이블(MTB)에 대하여 근접 또는 접촉하는 상태(스크립)가 개시되는 위치(스크립 개시 위치)에 있을 때, 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)의 X축 방향 양쪽의 에지부에 각각 제공된 마크(미도시)를 촬상하고, 그 촬상 대상의 마크의 X 및 Y 위치를 그 검출 중심을 기준으로 하여 계측한다. Z 센서(38a 내지 38c)는, 예를 들어, CD 드라이브 장치 등에서 이용되는 광 픽업과 유사한 광학식 변위 센서의 헤드로 이루어지고, 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2) 상면의 Z 위치를 각각 계측한다. 이들 화상 센서(36a 및 36b) 및 Z 센서(38a 내지 38c)의 계측값은 메인 제어기(20)로 공급된다.

[0395] 따라서, 메인 제어기(20)에서는, 노광 좌표 세트용 계측계(34) 및 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)와 함께 웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2)의 6 자유도 방향의 위치를 동시에 계측하고, 화상 센서(36a 및 36b) 및 Z 센서(38a 내지 38c)의 계측값(절대 위치)을 이용하여, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)를 구성하는 한 쌍의 4축 헤드(65₆ 및 64₆)로 이루어지는 한 쌍의 인코더의 계측값을 리셋한다. 그 후, 이러한 동작 후에, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)의 계측값을 기준으로 하여, 노광 스테이션(200)에 있는 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)의 6 자유도 방향의 위치를 계측하는 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 원점을 복귀시킴으로써, 노광 시에 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)의 위치를 제어하는 좌표계(노광시 좌표계)의 복귀가 가능해진다.

[0396] 다음으로, 계측 좌표 세트용 계측계(35)(도 40 참조)를 설명한다. 계측 좌표 세트용 계측계(35)는, 계측 스테이션(300) 근방의 위치에 배치되고, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 원점 복귀를 위해, 웨이퍼 스테이지(WST2 또는 WST1)가 후술하는 바와 같이 언로딩 위치(UP)로 복귀하는 도중의 소정의 위치로 이동할 때, 웨이퍼 테이블(WTB2 또는 WTB1)의 절대 좌표를 계측하는데 이용된다.

[0397] 계측 좌표 세트용 계측계(35)는, 도 39에 도시된 바와 같이, 헤드부(62F 및 62E)의 +Y측에 소정 거리 떨어져 배치되고 기준축(LV)으로부터 웨이퍼 테이블(WTB2)의 X축 방향의 길이의 1/2보다 약간 짧은 동일한 거리만큼 떨어져 배치된 한 쌍의 화상 센서(36c 및 36d)와, 그 한 쌍의 화상 센서(36c 및 36d) 각각의 +Y측에 인접하여 배치된 한 쌍의 Z 센서(38d 및 38e)와, Z 센서(38d)의 -Y측에 예를 들어 웨이퍼 테이블(WTB2)의 Y축 길이의 1/2 정도의 거리만큼 떨어져 배치된 Z 센서(38f)를 포함한다. Z 센서(38f)는, 헤드부(62F)의 +Y측에 근접한다. 화상 센서(36c 및 36d) 및 Z 센서(38d 내지 38f)는, 각각 지지 부재를 통해 메인 프레임(BD)에 현가 상태로 고정된다.

[0398] 한 쌍의 화상 센서(36c 및 36d)는, 웨이퍼 테이블(WTB2)(또는 WTB1)의 X축 방향 양쪽의 에지부에 각각 제공된 전술한 마크를 촬상하고 그 촬상 대상의 마크의 X 및 Y 위치를 그 검출 중심을 기준으로 하여 계측한다. Z 센서(38d 내지 38f)는, 예를 들어, 전술한 Z 센서(38a 내지 38c)와 유사한 광학식 변위 센서의 헤드로 이루어지고, 웨이퍼 테이블(WTB2)(또는 WTB1) 상면의 Z 위치를 각각 계측한다. 이들 화상 센서(36c 및 36d) 및 Z 센서(38d 내지 38f)의 계측값은 메인 제어기(20)에 공급된다.

- [0399] 따라서, 메인 제어기(20)에서는, 웨이퍼 스테이지(WST2 또는 WST1)가 후술하는 바와 같이 언로딩 위치(UP)로 복귀하는 도중 소정의 위치로 이동할 때 계측 좌표 세트용 계측계(35)와 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)를 이용하여 웨이퍼 테이블(WTB2 또는 WTB1)의 위치를 동시에 계측하고, 화상 센서(36c 및 36d) 및 Z 센서(38d 내지 38f)의 계측값(절대 위치)을 이용하여, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 원점을 복귀함으로써, 얼라인먼트 계측 등을 포함하는 후술하는 일련의 계측시에 계측 스테이션(300)에 있는 웨이퍼 테이블(WTB2)(또는 WTB1)의 위치를 제어하는 좌표계(계측시 좌표계)의 복귀가 가능해진다.
- [0400] 설명의 순서가 바뀌었지만, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에서는, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 어느 것이 노광 스테이션(200)에 있는가에 관계없이, 노광 스테이션(200)에 있는 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)가 구비하는 그레이팅(RG)에 대향하는 아암 부재(71₁)에 내장된 헤드(73a 내지 73d)에 의해 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)이 구성되고, 노광 스테이션(200)에 있는 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)가 구비하는 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂)에 각각 대향하는 헤드부(62A 및 62C)에 의해 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)이 구성된다.
- [0401] 또한, 노광 장치(1000)에서는, 노광 스테이션(200)에 있는 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)의 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및/또는 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)에 의해 전환부(150A)(도 40 참조)의 모드 설정에 따라 계측될 수 있다. 노광 장치(1000)에서, 메인 제어기(20)는, 전술한 것과 유사한 방식으로 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬를 수행한다. 또한, 메인 제어기(20)는, 좌표계의 리프레쉬에 의해 그리드가 업데이트된 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계에 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 스케일의 그리드를 전술한 것과 유사한 방식으로 비교 조절함으로써, 그 그리드를 업데이트한다. 즉, 이와 같이 하여, 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬가 행해진다.
- [0402] 제 2 실시형태에 관련된 노광 장치(1000)에서는, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 어느 것이 계측 스테이션(300)에 있는지에 관계 없이, 계측 스테이션(300)에 있는 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)가 구비하는 그레이팅(RG)에 대향하는 아암 부재(71₂)에 내장된 헤드(75a 내지 75d)에 의해 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)이 구성되고, 계측 스테이션(300)에 있는 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)가 구비하는 한 쌍의 스케일(39₁ 및 39₂)에 각각 대향하는 헤드부(62A 및 62C)에 의해 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보를 계측하는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)이 구성된다.
- [0403] 노광 장치(1000)에서는, 계측 스테이션(300)에 있는 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)의 조동 스테이지(WCS)에 의해 지지되는 미동 스테이지(WFS)(웨이퍼 테이블(WTB1 또는 WTB2))의 6 자유도 방향의 위치 정보는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및/또는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 의해 전환부(150B)(도 40 참조)의 모드 설정에 따라 계측될 수 있다. 노광 장치(1000)에서, 메인 제어기(20)는, 전술한 것과 유사한 방식으로 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬를 수행한다. 또한, 메인 제어기(20)는, 좌표계의 리프레쉬에 의해 그리드가 업데이트된 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계에 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 스케일의 그리드를 전술한 것과 유사한 방식으로 비교 조절함으로써, 그 그리드를 업데이트한다. 즉, 이와 같이 하여, 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계의 리프레쉬가 행해진다.
- [0404] 제 2 실시형태에서, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 각각과 계측 스테이션(MST)이 Y축 방향에 관하여 소정 거리 이내로 근접한 상태(접촉 상태를 포함)에 있어서, 각각 전술한 공간 이미지 계측 장치(45)(도 40 참조)가 구성된다. 그러나, 공간 이미지 계측 장치(45)가 웨이퍼 스테이지(WST1)와 계측 스테이션(MST) 사이 및 웨이퍼 스테이지(WST2)와 계측 스테이션(MST) 사이에서 동시에 구성되지 않으므로, 도 40에서, 공간 이미지 계측 장치(45)는 1개만 도시된다.
- [0405] 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 조동 스테이지(WCS)에는, 도 39에 도시된 바와 같이, 각각 파워 이용 공급 튜브(22A, 22B)를 통해 튜브 캐리어(TC1 및 TC2)가 접속된다. 웨이퍼 스테이지(WST1)에는, 베이스 보드(12)의 -X측에 분리하여 제공된 가이드면 상에 배치된 튜브 캐리어(TC1)가 튜브(22A)를 통해 접속되고, 웨이퍼 스테이지(WST2)에는, 베이스 보드(12)의 +X측에 분리하여 제공된 가이드면 상에 배치된 튜브 캐리어(TC2)가 튜브(22

B)를 통해 접속된다. 2개의 튜브 캐리어(TC1 및 TC2)는, 메인 제어기(20)에 의해 선형 모터 등을 통해 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)에 추종하여 Y축 방향으로 구동된다. 튜브 캐리어(TC1 및 TC2)의 Y축 방향으로의 구동은, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 Y축 방향의 구동에 엄밀하게 추종할 필요는 없고, 임의의 허용 범위 내에서 추종하면 된다. 또한, 튜브 캐리어(TC1 및 TC2)는 베이스 보드(12) 상에 배치될 수 있고, 이 경우, 튜브 캐리어(TC1 및 TC2)는 상술한 평면 모터에 의해 구동될 수 있다. 다른 부분의 구조 등은 상술한 제 1 실시형태와 유사하다.

[0406] 다음으로, 제 2 실시형태와 관련된 노광 장치(1000)에서, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)와 계측 스테이지(MST)를 이용한 동시 처리 동작에 대하여, 도 42 내지 55를 참조하여 설명한다. 이 도면에서는, 튜브 캐리어(TC1 및 TC2) 및 베이스 보드(12) 등의 도시가 생략된다. 부수적으로, 이하의 동작 중, 메인 제어기(20)에 의해, 국소 액체 침지 장치(8)의 액체 공급 장치(5) 및 액체 회수 장치(6)의 제어가 전술한 바와 같이 행해지고, 투영 광학계(PL)의 선단 렌즈(191)의 바로 아래에는 항상 물이 채워져 있다. 그러나, 이하에서는, 설명을 간략화하기 위하여, 액체 공급 장치(5) 및 액체 회수 장치(6)의 제어에 관한 설명은 생략한다. 또한, 이후의 동작 설명은 다수의 도면을 이용하여 행하지만, 도면마다 동일한 부호가 동일한 참조 부호를 갖거나 갖지 않을 수 있다. 즉, 도면마다, 기재되어 있는 부호가 다르지만, 이들 도면은 부호의 유무에 관계없이 동일한 구성이다. 지금까지의 설명에 이용된 각 도면에 대해서도 마찬가지이다.

[0407] 또한, 제 1 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A 및 70B) 및 제 1 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A 및 80B)의 각각의 헤드, AF 시스템, 얼라인먼트 검출계 등은 그들을 사용할 때 또는 적어도 그 사용전에 오프 상태로로부터 온 상태로 설정되지만, 이하의 동작 설명에서는 이 점에 대한 설명은 생략한다.

[0408] 또한, 제 2 실시형태에서도, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)와 계측계(MST)를 이용한 동시 처리 동작 중, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계의 리프레쉬 및 그에 기초한 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계의 리프레쉬 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계의 리프레쉬 및 그에 기초한 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계의 리프레쉬가 전술한 제 1 실시형태와 유사하게 행해지지만, 이하의 동작 설명에서는, 이점에 관한 설명은 생략한다.

[0409] 또한, 전제 조건으로서, 전환부(150A 및 150B)는 일 예로서 제 1 모드로 설정된 것으로 한다. 즉, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)로부터는, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)과 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 하이브리드 위치 신호(F_H)에 대응하는 계측값(이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측값이라 한다)이 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로부터는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)과 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 하이브리드 위치 신호(F_H)에 대응하는 계측값(이하, 특별히 필요한 경우를 제외하고, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측값이라 한다)이 각각 메인 제어기(20)에 대하여 출력된다.

[0410] 도 42는 후술하는 웨이퍼 얼라인먼트 계측 및 포커스 맵핑이 완료된 노광 전의 웨이퍼(W_2 라 한다)를 유지하는 웨이퍼 스테이지(WST2)가 소정의 대기 위치에서 대기함과 동시에, 메인 제어기(20)에 의해, 도 51의 흑색 화살표로 표시된 경로를 따라 웨이퍼 스테이지(WST1)를 이동하면서 웨이퍼 테이블(WTB1) 상에 유지된 웨이퍼(W_1 이라 한다)의 +X측 절반의 영역이 노광되는 상황을 나타낸다. 웨이퍼(W_1)의 +X측 절반의 영역의 노광은 -Y측의 샷 영역으로부터 +Y측의 샷 영역의 순으로 행해진다. 이에 앞서, 웨이퍼(W_1)는, 도 44 중에 웨이퍼 스테이지(WST2)에 대하여 표시된 흑색 화살표에 의해 도시된 경로를 따라 이동하면서 이 -X측 절반의 영역이 +Y측의 샷 영역으로부터 -Y측의 샷 영역의 순으로 노광이 완료된다. 이 동작에 의해, 웨이퍼(W_1) 상의 모든 샷 영역의 노광이 완료한 시점에서, 웨이퍼 스테이지(WST1)는 노광 개시 전의 위치와 거의 동일한 위치로 복귀한다. 부수적으로, 이 때, 웨이퍼 스테이지(WST2)의 위치는, 전술한 중간 위치 계측계(121)의 계측값에 기초하여 메인 제어기(20)에 의해 제어된다.

[0411] 제 2 실시형태에서, 상술한 샷 영역의 노광 순서를 채용하지만, 그 노광을 위해 웨이퍼 스테이지(WST1)가 이동하는 경로의 전체 길이는, 동일한 크기의 웨이퍼를 동일한 샷 맵을 따라 노광한 경우, 예를 들어 미국 특허 출원 공개 2008/0088843 등에 개시된 종래의 액체 침지 스캐너 등과 크게 다르지 않다.

[0412] 상기 노광 중에, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측값이 메인 제어기(20)에 공급되고, 메인 제어기(20)에 의해 웨이퍼 테이블(WTB1)의 위치의 서보 제어가 행해진다. 또한, 이 노광 중의 웨이퍼 테이블(WTB1)의 Z축 방향의 위치, Θ_y 회전 및 Θ_x 회전의 제어(웨이퍼(W)의 포커스 레벨링 제어)는 사전에 행해진 포

커스 맵핑(이에 대하여 후술함)의 결과에 기초하여 행해진다.

- [0413] 상기 스텝 앤드 스캔 방식의 노광 동작 중, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 X축 방향으로 이동하면, 그 이동에 따라, 제 1 탑 사이트 인코더 시스템(80A)의 헤드의 전환(복수의 헤드 사이에서의 계측값의 천이)이 행해진다. 이와 같이, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 위치 좌표에 따라 사용하는 제 1 탑 사이트 인코더 시스템(80A)의 인코더를 적절히 전환하여 웨이퍼 스테이지(WST1)의 구동이 행해진다.
- [0414] 메인 제어기(20)는, 또한, 상기 웨이퍼(W₁)의 +X측 절반의 샷 영역의 노광과 동시에, 계측 스테이지 위치 계측계(16B)(도 40 참조)의 계측값에 기초하여, 계측 스테이지(MST)를 도 42에 가상선(이점 쇄선)으로 표시된 대기 위치로부터 실선으로 표시된 스크럼 위치까지 XY 평면 내에서 구동한다. 이것에 의해, 노광 중에 서로 떨어져 있는 웨이퍼 스테이지(WST1)(웨이퍼 테이블(WTB1))과 계측 스테이지(MST)(계측 테이블(MTB))가 웨이퍼 테이블(WTB1)과 계측 테이블(MTB)이 접촉 또는 근접한 상태(스크럼 상태라 한다)로 이행한다. 이 접촉 또는 근접 상태로의 이행시에, 계측 스테이지(MST)는 횡측(측방)으로부터 계측 아암(71A)에 계합한다.
- [0415] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 상기 웨이퍼 테이블(WTB1)과 계측 테이블의 접촉 또는 근접 상태를 유지하면서도 도 43에 2개의 백색 화살표로 표시된 바와 같이, 계측 스테이지(MST)를 -Y방향으로 이동시키고 동시에 웨이퍼 스테이지(WST1)를 -Y 방향 뿐만 아니라 -X 방향으로도 이동시킨다. 이것에 의해, 투영 유닛(PU)의 아래에 형성되는 액체 침지 영역(14)(액체(L_q))이 웨이퍼 테이블(WTB1) 상으로부터 계측 테이블(MTB) 상으로 이동하고(전달되고), 투영 광학계(PL)와 계측 테이블(MTB)에 의해 액체 침지 영역(14)(액체(L_q))이 유지된다. 또한, 이 때, 웨이퍼 스테이지(WST1)를 -X 방향으로도 이동시키는 것은, 다음의 동작, 즉, 웨이퍼 스테이지(WST1)와 웨이퍼 스테이지(WST2)의 교환 동작을 노광 완료후 보다 단시간에 개시하도록 하기 때문이다.
- [0416] 상기 액체 침지 영역(14)(액체(L_q))의 웨이퍼 테이블(WTB1) 상으로부터 계측 테이블(MTB) 상으로의 전달이 완료한 단계에서는, 메인 제어기(20)는, 계측 테이블(MTB)의 위치를, 계측 테이블(MTB)의 이면에 제공한 그레이팅(RG)을 이용하는 제 1 백 사이트 인코더 시스템(70A)의 계측값에 기초하여, 계측 테이블 구동계(52B)(도 40 참조)를 통해 제어하는 것이 가능하다. 따라서, 메인 제어기(20)는, 필요한 노광에 관련된 계측 동작을, 계측 테이블(MTB)의 6 자유도 방향의 위치를 제어하면서 행할 수 있다.
- [0417] 상기 접촉 또는 근접 상태로 이행 후, 액체 침지 영역(14)(액체(L_q))의 웨이퍼 테이블(WTB1) 상으로부터 계측 테이블(MTB) 상으로의 이동이 완료하기 직전에, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측 범위로부터 벗어나, 제 1 탑 사이트 인코더 시스템(80A) 및 제 1 백 사이트 인코더 시스템(70A)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB1)의 위치 계측이 가능하지 않다. 그 직전에, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST1)(웨이퍼 테이블(WTB1))의 위치 제어에 이용되는 위치 계측계를, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)로부터 전술한 중간 위치 계측계(121)로 전환한다.
- [0418] 그 후, 메인 제어기(20)는, 도 44에 백색 화살표로 표시된 바와 같이, 이 시점에서도 전술한 대기 위치에 대기하고 있는 웨이퍼 스테이지(WST2)와 대향하지 않는 위치(도 45 참조)까지 웨이퍼 스테이지(WST1)를 -X 방향으로 구동한다.
- [0419] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 도 45에 각각 백색 화살표로 표시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST1)를 -Y 방향으로 구동하는 것과 동시에 웨이퍼 스테이지(WST2)를 +Y 방향으로 구동한다. 이것에 의해, 전술한 접촉 또는 근접 상태가 해제된 후, 웨이퍼 스테이지(WST1)는, 전술한 화상 센서(36d) 및 Z 센서(38e)의 하부의 위치, 즉, 전술한 웨이퍼 스테이지(WST2)의 대기 위치와 기준축(LV)에 관하여 대칭인 위치(이하, 이 위치를 웨이퍼 스테이지(WST1)의 "대기 위치"라 한다)로 이동한다. 이것과 동시에, 웨이퍼 스테이지(WST2)는, 액체 침지 영역(14)(액체(L_q))을 투영 광학계(PL)와 함께 유지하고 있는 계측 테이블(MTB)의 -Y측의 면으로 웨이퍼 테이블(WTB2)의 +Y측의 면의 -X측 절반이 Y축 방향에 관하여 접촉 또는 근접하는 위치로 이동한다(도 46 참조).
- [0420] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 도 46에 각각 개략적 화살표로 표시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST1)를 +X 방향으로 구동하는 것과 동시에 웨이퍼 스테이지(WST2)를 -X 방향으로 구동한다. 이것에 의해, 웨이퍼 스테이지(WST2)는, 노광 좌표 세트용 계측계(34)의 화상 센서(36a 및 36b) 및 Z 센서(38a 내지 38c)가 동시에 웨이퍼 테이블(WTB2)에 대향하는 위치에 이동함과 동시에, 웨이퍼 스테이지(WST1)는 상술한 대기 위치로부터 계측 좌표 세트용 계측계(35)의 화상 센서(36c 및 36d) 및 Z 센서(38d 및 38e)가 동시에 웨이퍼 테이블(WTB1)에 대향하는 위치로 이동한다(도 47 참조).
- [0421] 도 47에 도시된 위치까지 웨이퍼 스테이지(WST2)가 이동하면, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 테이블(WTB2)(웨이퍼 스테이지(WST2))의 위치 제어에 이용되는 위치 계측계를, 전술한 중간 위치 계측계(121)로부터 일시적으로 제 3

미동 스테이지 위치 계측계(110C)로 전환한다. 즉, 메인 제어기(20)는, 노광 좌표 세트용 계측계(34)와 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)에서, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 6 자유도 방향의 위치를 동시에 계측하고, 노광 좌표 세트용 계측계(34)(화상 센서(36a 및 36b) 및 Z 센서(38a 내지 38c))의 계측값(절대 위치)을 이용하여 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)를 구성하는 한 쌍의 4축 헤드(65₆ 및 64₆)로 이루어지는 한 쌍의 인코더의 계측값을 리셋함으로써, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)의 원점 복귀를 행한다. 이 후, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 위치의 제어는, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)에 의한 계측값에 기초하여 행해진다.

또한, 도 47에 도시된 위치까지 웨이퍼 스테이지(WST2)가 이동한 상태에서는, 웨이퍼 테이블(WTB2)은, 액체 침지 영역의 전달을 위해, 계측 테이블(MTB)에 대하여 Y축 방향에 관하여 접촉 또는 근접하는 상태(스크럼 상태)가 된다. 즉, 본 실시형태에서는, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 계측 테이블(MTB)에 대한 스크럼 개시 위치에서 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)의 원점 복귀(계측값의 리셋)이 행해지도록 정해지고, 이 스크럼 개시 위치에서의 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)의 원점 복귀가 가능해지도록, 웨이퍼 테이블(WTB2) 상의 소정의 위치에 전술한 마크가 제공되어 있다.

[0422] 제 2 실시형태에서, 메인 제어기(20)는, 전술한 투영 광학계(PL)와 계측 테이블(MTB)에 의한 액체 침지 영역(14)(액체(Lq))의 유지를 개시한 후, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 계측 테이블(MTB)에 대한 스크럼이 개시될 때까지의 사이의 적어도 일부의 기간에서, 계측 테이블(MTB)이 갖는 계측용 부재, 즉, 전술한 조도 불균일 센서(95), 공간 이미지 계측기(96), 파면 수차 계측기(97) 및 조도 모니터(98)의 적어도 하나를 이용하여 조명광(IL)을 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 각각의 계측기의 수광면을 통해 수광하는 노광에 관련된 계측, 즉, 조도 불균일 계측, 공간 이미지 계측, 파면 수차 계측 및 도즈(dose) 계측의 적어도 하나를 필요에 따라 행할 수 있다.

[0423] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 테이블(WTB2)과 계측 테이블(MTB)의 접촉 또는 근접 상태를 유지하면서, 도 47에 2개의 위로 향하는 백색 화살표로 각각 표시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST2)와 계측 스테이지(MST)를 +Y 방향으로 구동한다. 이에 의해, 투영 유닛(PU) 아래에 형성되는 액체 침지 영역(14)(액체(Lq))이 계측 테이블(MTB) 상으로부터 웨이퍼 테이블(WTB2) 상으로 이동하고(전달되고), 투영 광학계(PL)와 웨이퍼 테이블(WTB2)에 의해 액체 침지 영역(14)(액체(Lq))이 유지된다(도 49 참조).

[0424] 상기 액체 침지 영역(14)의 전달이 완료된 시점에서는, 웨이퍼 스테이지(WST2)의 공간 내에 계측 아암(71A)이 삽입되고, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 이면(그레이팅(RG))이 계측 아암(71A)의 헤드(73a 내지 73d)에 대향함과 동시에 헤드부(62A 및 62C)가 스케일(39₁ 및 39₂)에 대향하는 상태가 된다(도 49 참조). 즉, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 위치가 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)와 함께 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)에 의해서도 계측가능하다. 그러므로, 메인 제어기(20)는, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 계측값을, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)에서 계측되는 웨이퍼 테이블(WTB2)의 6 자유도 방향의 위치 좌표에 기초하여, 재설정함으로써, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 원점을 복귀한다. 이렇게 하여, 노광 스테이지(200) 내에서 이동하는 웨이퍼 테이블(WTB2)의 위치를 제어하는 노광시 좌표계의 복귀가 행해진다. 부수적으로, 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)와 노광 좌표 세트용 계측계(34)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB2)의 6 자유도 방향의 위치의 동시 계측이 가능해지면, 전술한 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C)의 원점 복귀와 마찬가지로, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 원점을 복귀할 수 있다.

[0425] 메인 제어기(20)는, 상술한 노광시 좌표계의 복귀 후, 웨이퍼 테이블(WTB2)의 위치를 제 1 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 계측값에 기초하여 제어한다.

[0426] 상술한 액체 침지 영역(14)의 전달을 위한 웨이퍼 스테이지(WST2)와 계측 스테이지(MST)의 +Y 방향의 구동과 동시에, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST1)를, 도 47에 하부로 향하는 백색 화살표에 표시된 바와 같이, 언로딩 위치(UP)(및 로딩 위치(LP))로 향하여 구동한다. 이 구동의 도중에, 중간 위치 계측계(121)에 의한 웨이퍼 스테이지(WST1)(웨이퍼 테이블(WTB1))의 위치 계측이 더 이상 행해질 수 없다. 그러므로, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 중간 위치 계측계(121)에 의한 계측 범위로부터 벗어나기 전에, 예를 들어, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 도 48에 도시된 위치에 도달한 시점에서, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 테이블(WTB1)(웨이퍼 스테이지(WST1))의 위치 제어에 이용되는 위치 계측계를, 전술한 중간 위치 계측계(121)로부터 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로 전환한다. 즉, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 도 48에 도시된 위치에 도달한 시점에서는, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 공간 내에 계측 아암(71B)이 삽입되고, 웨이퍼 테이블(WTB1)의 이면(그레이팅(RG))이 계측 아암(71B)의 헤드(75a 내지 75d)에 대향함과 동시에, 헤드부(62F 및 62E)가 스케일(39₁ 및 39₂)에 대향한다.

이 때, 계측 좌표 세트용 계측계(35)에 의한 웨이퍼 테이블(WTB1)의 6 자유도 방향의 절대 위치의 계측이 가능해진다. 그러므로, 메인 제어기(20)는, 계측 좌표 세트용 계측계(35)와 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)를 이용하여, 웨이퍼 테이블(WTB1)의 6 자유도 방향의 위치를 동시 계측한다. 그리고, 전술한 바와 같이, 메인 제어기(20)는, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 계측값을, 계측 좌표 세트용 계측계(35)에서 계측되는 웨이퍼 테이블(WTB1)의 절대 위치에 기초하여, 재설정함으로써, 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(70B) 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 원점을 복귀한다. 이것에 의해, 계측 스테이지(300) 내에서 이동하는 웨이퍼 테이블(WTB1)의 위치를 제어하는 계측시 좌표계의 복귀가 행해진다.

[0427] 계측 좌표 세트용 계측계(35)는 웨이퍼 테이블(WTB1)의 6 자유도 방향의 절대 위치의 계측이 가능해지므로, 상기 중간 위치 계측계(121)로부터 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로의 전환, 즉, 계측시 좌표계의 복귀가 단시간 내에 행해질 수 있다.

[0428] 메인 제어기(20)는, 상술한 계측시 좌표계의 복귀 후, 웨이퍼 테이블(WTB1)의 위치를, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측값에 기초하여 제어하면서 웨이퍼 스테이지(WST1)를 도 48에 백색 화살표로 표시된 바와 같이 -Y 방향 및 -X 방향으로 구동하여 언로딩 위치(UP)로 위치 결정한다(도 49 참조).

[0429] 언로딩 위치(UP)에서는, 노광 완료된 웨이퍼(W_1)가, 이하의 순서로 웨이퍼 스테이지(WST1) 상으로부터 언로딩된다. 즉, 도시되지 않은 진공 척에 의한 웨이퍼(W_1)의 흡착이 해제된 후, 수직 이동 핀(140)(예를 들어, 도 20(A) 참조)이 상승함으로써, 웨이퍼(W_1)가 웨이퍼 홀더로부터 들어 올려진다. 그 후, 도시되지 않은 웨이퍼 언로드 부재가 웨이퍼(W_1)와 홀더 사이에서 삽입되고, 웨이퍼 언로드 부재가 소정량만큼 상승함으로써, 웨이퍼(W_1)가 3개의 수직 이동 핀(140)으로부터 웨이퍼 언로드 부재로 전달된다. 그 후, 웨이퍼 언로드 부재에 의해 도 49에 흑색 화살표로 표시된 바와 같이 웨이퍼가 외부 반송계로의 전달 위치까지 반출된다. 이 경우, 3개의 수직 이동 핀(140)은 다음의 웨이퍼 로드예 대비하여 소정량만큼 상승한 상태를 유지한다.

[0430] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST1)를, 도 50에 도시된 백색 화살표로 표시된 바와 같이, +X 방향으로 소정량만큼 구동하여, 로딩 위치(LP)에 위치 결정한다. 로딩 위치(LP)에서는, 상술한 바와 같이 척 유닛(120)이 갖는 척 메인부(130)에 의해 지지되고 온도가 소정의 온도, 예를 들어, 23℃로 제어된 새로운 노광 전의 웨이퍼(W_3)(여기서는, 일 예로서, 어느 로트(1 로트는 25매 또는 50매)의 중간의 웨이퍼로 한다)가 전술한 제 1 실시형태에서 설명한 순서와 마찬가지로의 순서로 웨이퍼 테이블(WTB1) 상에 로딩된다. 도 50에는 새로운 노광 전의 웨이퍼(W_3)가 웨이퍼 테이블(WTB1) 상에 로딩된 상태가 도시된다.

[0431] 한편, 웨이퍼(W_1)의 언로드, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 로딩 위치(LP)로의 이동 및 웨이퍼(W_3)의 로드와 동시에, 웨이퍼 스테이지(WST2)는, 계측 테이블(MTB)과 웨이퍼 테이블(WTB2)의 접촉 또는 근접 상태를 유지하면서, 도 49 및 50에 2개의 백색 화살표로 각각 표시된 바와 같이, 웨이퍼(W_2)의 노광 개시 위치, 즉, 제 1 샷 영역의 노광을 위한 가속 개시 위치로 향하여 이동한다. 이 가속 개시 위치로의 이동 개시에 앞서, 도 49에 도시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST2)의 계측 플레이트(30)가 투영 광학계(PL)의 바로 아래에 배치된 위치에 있는 상태에서, 메인 제어기(20)는, 필요에 따라 양 스테이지(WST2, MST)를 정지하고, 얼라인먼트계(AL1)의 BCHK 후반의 처리 및 포커스 캘리브레이션 후반의 처리를 행한다.

[0432] 이상의 작업이 완료하면, 메인 제어기(20)는, 도 51에 도시된 바와 같이, 계측 스테이지(MST)를, +X 방향 및 +Y 방향으로 구동하여, 양 스테이지(WST2, MST)의 접촉 또는 근접 상태를 해제한다.

[0433] 그 후, 메인 제어기(20)는, 스텝 앤드 스캔 방식의 노광을 행하고, 새로운 웨이퍼(W_2) 상에 레티클 패턴을 전사한다. 이 노광 동작은, 메인 제어기(20)에 의해, 사전에 행해지는 웨이퍼 얼라인먼트(EGA)의 결과(웨이퍼 상의 모든 샷 영역의 배열 좌표) 및 얼라인먼트계(AL1)의 최신의 베이스 라인 등에 기초하여, 웨이퍼(W) 상의 각 샷 영역의 노광을 위한 주사 개시 위치(가속 개시 위치)로 웨이퍼 스테이지(WST)를 이동하는 샷들 사이의 이동과, 각 샷 영역에 대하여 레티클(R)에 형성된 패턴을 주사 노광 방식으로 전사하는 전사 노광을 반복하는 것에 의해 행해진다. 부수적으로, 상기 노광 동작은, 선단 렌즈(191) 및 웨이퍼(W) 사이에 액체(물)(Lq)을 유지한 상태에서 행해진다.

[0434] 또한, 제 2 실시형태에서는, 일 예로서, 최초로 노광되는 제 1 샷 영역이, 웨이퍼(W_2)의 -X측 절반의 +Y 단부에

위치하는 샷 영역으로 정해지므로, 먼저, 그 가속 개시 위치로 이동하도록 웨이퍼 스테이지(WST)가 +X 방향 및 +Y 방향으로 이동된다.

[0435] 그리고, 도 51에 도시된 흑색 화살표로 표시된 경로를 따라, 웨이퍼 스테이지(WST2)를 이동하면서 웨이퍼(W_2)의 -X측 절반의 영역을 +Y측의 샷 영역으로부터 -Y측의 샷 영역의 순으로 노광한다.

[0436] 상술한 웨이퍼(W_2)의 -X측 절반 영역의 노광과 동시에, 웨이퍼 스테이지(WST1)측에서는, 상술한 웨이퍼(W_3)의 로드 동작에 계속하여 이하의 일련의 계측 동작이 행해진다.

[0437] 먼저, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 로딩 위치(LP)에 있을 때, 얼라인먼트 검출계(AL1)의 베이스 라인 계측(BCHK)의 전반(前半)의 처리가 행해진다. 제 2 실시형태에서는, 전술한 웨이퍼(W_3)의 로드 동작과 적어도 일부와 동시에 BCHK의 전반 처리를 행할 수 있다.

[0438] BCHK의 전반의 처리에 이어, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 로딩 위치(LP)에 있을 때, 포커스 캘리브레이션 전반의 처리가 행해진다.

[0439] 다음으로, 메인 제어기(20)는, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B) 및 다점 AF 계(90a, 90b)를 이용한 포커스 맵핑을 개시한다.

[0440] 이제, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에서 행해지는 포커스 맵핑에 대하여 설명한다. 이 포커스 맵핑에서, 메인 제어기(20)는, 주로 스케일(39_1 및 39_2)에 각각 대향하는 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 2개의 4축 헤드(67 및 68)의 계측값에 기초하여 웨이퍼 테이블(WTB1)의 XY 평면 내의 위치를 제어한다.

[0441] 그리고, 이 상태에서, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼 스테이지(WST1)를, 도 51에 도시된 백색 화살표로 표시한 바와 같이, X축 방향의 스텝 이동(1샷 영역분의 이동)을 사이에 두고 -Y 방향 및 +Y 방향의 고속 스캔을 교호로 반복하고, 그 고속 스캔 중에 2개의 4축 헤드(67 및 68)의 각각에서 계측되는 웨이퍼 테이블(WTB1)의 표면(플레이트(28) 표면)의 X축 방향 양단부(한 쌍의 제 2 방수 플레이트(28b))의 X축, Y축 및 Z축 방향에 관한 위치 정보와, 다점 AF 계(90a, 90b)에서 검출되는 각 검출점에 있어서의 웨이퍼(W) 표면의 Z축 방향에 관한 위치 정보를 소정의 샘플링 간격으로 취입하고, 그 취입된 각 정보를 서로 대응시켜 도시되지 않은 메모리에 순차적으로 저장한다.

[0442] 그 후, 메인 제어기(20)는, 상기 샘플링을 완료하고, 다점 AF 계(90a, 90b)의 검출점에 대한 면 위치 정보를 동시에 취입된 2개의 4축 헤드(67 및 68) 각각에서 계측된 Z축 방향에 관한 위치 정보를 기준으로 하는 데이터로 변환한다. 메인 제어기(20)는, 다점 AF 계(90a, 90b)의 각 검출점에 있어서의 면 위치 정보를, 전술한 제 1 실시형태와 마찬가지로, 좌계측점의 면 위치와 우계측점의 면 위치를 연결하는 직선(이하, 편의상, 테이블 면 기준 선이라 함)을 기준으로 하는 면 위치 데이터로 변환한다. 이러한 변환을, 메인 제어기(20)는, 모든 샘플링시에 취입한 정보에 대하여 행한다.

[0443] 이제, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에서, 상기 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)에 의한 계측과 동시에, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 X축 방향, Y축 방향, Z축 방향 및 Θ_y 방향(및 Θ_z 방향)에 관한 웨이퍼 테이블(WTB1)(미동 스테이지(WFS))의 위치 정보의 계측이 가능해진다. 그러므로, 메인 제어기(20)는, 상기 2개의 4축 헤드(68, 67)의 각각에서 계측되는 웨이퍼 테이블(WTB1) 표면(플레이트(28)의 표면)의 X축 방향 양단의 X축, Y축 및 Z축 방향에 관한 위치 정보와, 다점 AF 계(90a, 90b)에서 검출된 각 검출점에서의 웨이퍼(W) 표면의 Z축 방향에 관한 위치 정보((면 위치 정보)의 취입과 동일한 타이밍에서, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)에 의한 상기 각 방향(X, Y, Z, Θ_y (및 Θ_z))에 관한 위치의 계측값을 취입한다. 그리고, 메인 제어기(20)는, 동시에 취입된 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 계측 정보로부터 얻어지는 테이블면 기준선의 데이터(Z, Θ_y)와, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 계측 정보(Z, Θ_y)의 관계를 구한다. 이것에 의해, 상술한 테이블면 기준선을 기준으로 하는 면 위치 데이터를, 이면 계측에 의해 얻어지는 웨이퍼 테이블(WTB)의 Z 위치 및 Θ_y 회전에서 정해지는 상술한 테이블면 기준선에 대응하는 기준선(이하, 편의상, 이면 계측 기준선이라 한다)을 기준으로 하는 면 위치 데이터로 변환할 수 있다.

[0444] 이렇게 하여, 미리 상기 변환 데이터를 취득하여 둬으로써, 예를 들어, 노광 시 등에는, 전술한 XZ 헤드(64X 및 65X)에서 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2) 표면(스케일(39_2))이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b) 상의 점 및 스케일(39_1)이 형성된 제 2 방수 플레이트(28b) 상의 점)을 계측하여, 웨이퍼 테이블(WTB1(또는 WTB2)의 Z 위치와 XY 평면에 대한 경사(주로 Θ_y 회전)를 산출한다. 이 산출된 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)의 Z 위치와

XY 평면에 대한 경사와 전술한 면 위치 데이터(테이블면 기준선을 기준으로 하는 면 위치 데이터)를 이용함으로써, 웨이퍼(W) 표면의 면 위치 정보를 실제로 취득하지 않고, 웨이퍼(W)의 면 위치 제어가 가능해진다. 따라서, 다점 AF 계를 투영 광학계(PL)로부터 떨어진 위치에 배치하여도 지장이 없으므로, 작업 거리가 좁은 노광 장치 등에서도, 제 2 실시형태의 포커스 맵핑이 적절히 적용될 수 있다.

[0445] 상술한 포커스 맵핑의 완료 후, 예를 들어, EGA 방식의 웨이퍼 얼라인먼트가 행해진다. 구체적으로, 메인 제어기(20)는, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측값에 기초하여, 웨이퍼 테이블(WTB)의 위치를 서보 제어하면서, 도 52에 백색 화살표로 표시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST1)를 XY 2차원 방향으로 스텝 구동하고, 각 스텝 위치에서, 웨이퍼 상의 각 샷 영역에 부설된 얼라인먼트 마크를, 얼라인먼트계(AL1)를 이용하여 검출하고, 얼라인먼트계(AL1)의 검출 결과와 그 검출시의 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측값을 관련시켜 도시되지 않은 메모리에 저장한다.

[0446] 그 후, 메인 제어기(20)는, 이와 같이 하여 얻어진 복수의 얼라인먼트 마크의 검출 결과에 대응하는 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 계측값을 이용하여, 예를 들어, 미국 특허 4,780,617호에 개시된 EGA 방식으로 통계 연산을 행하여, EGA 파라미터(X 오프셋, Y 오프셋, 직교도, 웨이퍼 회전, 웨이퍼 X 스케일링, 웨이퍼 Y 스케일링 등)을 산출하고, 그 산출 결과에 기초하여, 웨이퍼(W₂)의 모든 샷 영역의 배열 좌표를 구한다. 그 후, 메인 제어기(20)는, 그 배열 좌표를 기준 마크(FM)의 위치를 기준으로 하는 좌표로 변환한다. 이 시점에서도, 또한, 웨이퍼(W₂)의 -X측 절반 영역의 노광이 계속된다.

[0447] 노광 장치(1000)에서, 상기 한쪽의 웨이퍼 스테이지 상의 웨이퍼에 대한 EGA 방식의 웨이퍼 얼라인먼트는, 다른 쪽의 웨이퍼 스테이지 상의 웨이퍼의 노광과 동시에 행해지므로, 웨이퍼 상의 보다 많은 샷 영역을 샘플 샷 영역(얼라인먼트 영역)으로 하여 행하는 것이 바람직하다. 다른 쪽의 웨이퍼 스테이지 상의 웨이퍼의 노광과 동시에 행하는 한, 모든 샷 영역을 샘플 샷 영역으로 하는 소위 전점(total point) EGA를 행하는 것이 보다 바람직하다.

[0448] 부수적으로, 상기 설명에서, 포커스 맵핑의 완료 후에 웨이퍼 얼라인먼트가 행해지지만, 이에 제한되지 않고, 웨이퍼 얼라인먼트의 완료 후에 포커스 맵핑이 행해져도 되고 또는 포커스 맵핑과 웨이퍼 얼라인먼트가 적어도 일부 동시 처리될 수 있다.

[0449] 그 후, 일련의 계측 작업이 완료하면, 메인 제어기(20)는, 웨이퍼(W₃)를 유지한 웨이퍼 스테이지(WST1)를, 도 53에 백색 화살표로 표시된 바와 같이, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 대기 위치로 향하여, -X 방향 및 +Y 방향으로 구동한다. 도 54에는, 웨이퍼 스테이지(WST1)가 대기 위치로 이동하고, 그 위치에서 대기하는 상태가 표시된다. 이 대기 위치로의 이동 도중에, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 위치를 계측하는 계측계가 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)로부터 중간 위치 계측계(121)로 전환된다.

[0450] 상기 웨이퍼 스테이지(WST1)의 대기 위치로의 이동 및 그 후의 대기 위치에서의 대기과 동시에, 메인 제어기(20)에 의해, 도 53, 54 및 55에 각각 흑색 화살표로 도시된 바와 같은 경로를 따라 웨이퍼 스테이지(WST2)를 이동하면서 웨이퍼 테이블(WTB2) 상에 유지된 웨이퍼(W₂)의 +X측 절반의 영역의 노광이 행해진다.

[0451] 도 55 및 42를 비교하면 알 수 있는 바와 같이, 도 55의 상태는, 웨이퍼 스테이지(WST1)와 웨이퍼 스테이지(WST2)가 전환됨과 동시에, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 대기 위치가 웨이퍼 스테이지(WST2)의 대기 위치와 기준축(LV)에 관하여 좌우 대칭의 위치에 설정되지만, 2개의 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2) 상에 유지되는 2매의 웨이퍼(W)의 처리의 진보 상황은 동일하다.

[0452] 이하, 상술한 것과 마찬가지로의 동작이, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)를 교호로 이용하면서, 메인 제어기(20)에 의해 반복된다.

[0453] 그러나, 이 반복에서, 웨이퍼 스테이지(WST2)는, 웨이퍼 스테이지(WST2)에 의해 유지되는 웨이퍼(W)의 노광이 완료하면, +X 방향으로 구동된 후, 웨이퍼 스테이지(WST1)와의 교체를 위해 -Y 방향으로 구동된다. 이 경우, 웨이퍼 스테이지(WST1)는, 웨이퍼 스테이지(WST2)와의 교체를 위해 +Y 방향으로 구동된다.

[0454] 이상 상세히 설명하는 바와 같이, 제 2 실시형태에 따른 노광 장치(1000)에 의하면, 전술한 제 1 실시형태에 관한 노광 장치(100)와 동등한 효과를 얻을 수 있다. 이에 더하여, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에 의하면, 예를 들어, 노광 스테이션(200)에 한쪽의 웨이퍼 스테이지(WST1)(또는 WST2)가 있고 계측 스테이션(300)에 다른 쪽의 웨이퍼 스테이지(WST2)(또는 WST1)가 있는 경우, 노광 스테이션(200)에서 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)에 유지된 웨이퍼(W)가 조명광(IL)에 의해 투영 광학계(PL) 및 액체(Lq)를 통해 노광되는 것

과 동시에 계측 스테이션(300)에서 웨이퍼 테이블(WTB2)(또는 WTB1)에 유지된 웨이퍼에 대한 전술한 일련의 계측을 행하는 것이 가능해진다. 또한, 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)에 유지된 웨이퍼(W)에 대한 노광이 완료되면, 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)과 계측 테이블(MTB) 사이에서 투영 광학계(PL) 바로 아래의 액체(Lq)(액체 침지 영역(14))의 전달이 행해진다. 이에 의해 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)에 의해 유지되는 웨이퍼(W)의 노광이 완료된 직후에 액체(Lq)의 전달을 행하는 것이 가능해진다. 이것에 의해, 투영 광학계(PL)의 바로 아래에 공급되는 액체(Lq)를 웨이퍼 테이블(WTB1 및 WTB2)의 한쪽으로부터 다른 쪽으로 전달할 필요가 없어진다. 또한, 이것에 의해, 예를 들어, 웨이퍼 교환 등을 위해, 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)을 계측 스테이션(300) 측에 복귀할 때, 투영 광학계(PL)의 바로 아래에 공급된 액체(Lq)를 웨이퍼 테이블(WTB1 및 WTB2)의 한쪽으로부터 다른 쪽으로 전달하는 경우와 같이 웨이퍼 테이블(WTB1)(또는 WTB2)을 우회시킬 필요가 없다. 또한, 웨이퍼 스테이지(WST1) 및 웨이퍼 스테이지(WST2)가 노광 스테이션(200)과 계측 스테이션(300) 중 하나로부터 상술한 중간 영역 내의 상이한 이동 경로를 통과하는 노광 스테이션(200) 및 계측 스테이션(300) 중 다른 하나로 이동하고, 실시형태에서, 상이한 이동 경로는 X 방향의 위치가 상이하다는 것, 즉, 경로가 베이스 보드(12) 상의 X 방향의 일단측 및 타단측에 떨어져 있는 것을 의미한다. 실시형태에서, 튜브 캐리어는 -X 방향으로부터 웨이퍼 스테이지(WST1)에 접속되고 +X 방향으로부터 웨이퍼 스테이지(WST2)에 접속되므로, 웨이퍼 스테이지(WST1)의 이동 경로는 투영 광학계(PL)의 -X측상에서 X 방향으로 설정되고, 웨이퍼 스테이지(WST2)의 이동 경로는 투영 광학계(PL)의 +X측 상에 X 방향으로 설정된다.

[0455] 따라서, 스루풋이 향상되고 장치의 소형화가 가능해진다.

[0456] 또한, 메인 제어기(20)는, 상기 노광이 완료된 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2) 중 한쪽과 전술한 일련의 계측이 완료된 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 다른 쪽의 Y축 방향에 관한 위치의 교체를 포함하고 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2) 중 한쪽에 유지된 웨이퍼(W)의 노광 완료 후 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2) 중 다른 한쪽에 유지된 웨이퍼(W)의 노광이 개시될 때까지의 일부의 기간에서, 계측 테이블(MTB)이 갖는 계측 부재, 즉, 상술한 조도 불균일 센서(95), 공간 이미지 계측기(96), 파면 수차 계측기(97) 및 조도 모니터(98) 중 적어도 하나를 이용하여, 조도 불균일 계측, 공간 이미지 계측, 파면 수차 계측 및 도즈 계측 중 적어도 하나를 수행할 수 있다. 이것에 의해, 스루풋을 저하시키지 않고 필요에 따라 노광에 관련된 계측을 행하는 것이 가능하다.

[0457] 또한, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에 의하면, 메인 제어기(20)는, 포커스 맵핑 및 웨이퍼 얼라인먼트 계측을, 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)를 Y축 방향 뿐만 아니라 X축 방향으로 이동시키면서 행한다. 이것에 의해, 스트림 처리 특유의 트레이버스 체크 등이 불필요해진다. 즉, 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 좌표계(제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 좌표계 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 좌표계)과 다점 AF 계(90a, 90b) 및 얼라인먼트계(AL1) 간의 관계를 캘리브레이션할 필요가 없다.

[0458] 즉, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에서는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 검출 중심과 각각의 검출 중심의 XY 평면 내의 위치가 일치하는 얼라인먼트계(AL1) 및 다점 AF 계(90a, 90b)를 각각 이용하여, 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)를 전술한 바와 같이 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동시키면서 웨이퍼 얼라인먼트 계측(EGA) 및 포커스 맵핑이 행해진다. 이것은 상기 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 좌표계(제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 좌표계 및 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 좌표계)과, 다점 AF 계(90a, 90b) 및 얼라인먼트계(AL1)와의 관계가, 웨이퍼 얼라인먼트 계측(EGA) 및 포커스 맵핑시에 필연적으로 캘리브레이션되는 것을 의미한다. 부수적으로, 전술한 제 1 실시형태에서도, 제 2 실시형태의 방법에 의해, 웨이퍼 얼라인먼트 계측(EGA) 및 포커스 맵핑을 행하는 모드를 설정할 수 있다. 이것은 스트림 처리 특유의 오차 요인을 제거하고 스트림 처리 특유의 오차의 영향을 감소시키는 상술한 트레이버스 체크가 불필요하다.

[0459] 또한, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)에서는, 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 검출 중심에 대한 얼라인먼트 위치(얼라인먼트계(AL1)의 검출 중심), 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 각 헤드 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80B)의 각 헤드의 XY 평면 내의 위치 관계가, 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 검출 중심에 대한 노광 위치(투영 광학계(PL)의 광축, 노광 영역(IA)의 중심), 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 각 헤드 및 제 1 탑 사이드 인코더 시스템(80A)의 각 헤드의 XY 평면 내의 위치 관계와 동일 또는 대칭이다. 그리고, 웨이퍼 얼라인먼트시 등에는, 얼라인먼트 위치를 원점으로 하는 계측시 좌표계에 의해 웨이퍼 테이블(WTB1, WTB2)(즉, 웨이퍼)의 위치가 제어되고, 노광시에는, 계측시 좌표계와 좌표 그리드가 대응하고 노광 위치를 원점으로 하는 노광시 좌표계에 의해 웨이퍼 테이블(WTB1, WTB2)(즉, 웨이퍼)의 위치가 제어된다. 따라서, 웨이퍼 얼라인먼트 등의 계측 결과 등에 기초하여, 노광시에, 웨이퍼 테이블(WTB1, WTB2)(즉, 웨이퍼)의 위

치를 고정밀도로 제어하는 것이 가능해진다.

- [0460] 부수적으로, 상술한 제 2 실시형태에서, 언로딩 위치(UP)를 로딩 위치(LP)의 근방의 다른 위치로 설정하지만, 양자를 동일 위치로 설정할 수 있다. 또한, 로딩 위치(LP)는, 상술한 계측 플레이트(30) 상의 기준 마크(FM)의 리얼라인먼트계(AL1)의 시야(검출 영역) 내에 위치 결정된 위치로 제한되지 않고, 그 근방의 위치, 예를 들어, 언로딩 위치(UP)와 기준축(LV)에 관하여 대칭인 위치에서 위치결정될 수 있다.
- [0461] 또한, 상술한 제 2 실시형태에서, 노광 좌표 세트용 계측계(34) 및 계측 좌표 세트용 계측계(35)가 각각 Z 센서와 함께 웨이퍼 테이블 상의 마크의 XY 2차원 방향의 위치를 검출하는 한 쌍의 화상 센서를 구비하지만, 이에 제한되지 않고, 예를 들어, 화상 센서 대신에, 웨이퍼 테이블의 XY 2차원 방향의 절대 위치의 계측이 가능한 절대 인코더(absolute encoder)를 제공할 수 있다.
- [0462] 또한, 상술한 제 2 실시형태에서, 중간 위치 계측계 외에 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)가 각각 구비하는 조동 스테이지(WCS)의 위치 정보를 계측하는 다른 계측계는 제공되지 않지만, 계측 스테이션(300), 노광 스테이션(200)에서, 각각의 조동 스테이지(WCS)의 위치 정보를 계측하는 계측계를 별도로 제공할 수 있다. 이 계측계는 예를 들어 간접계 시스템, 인코더 시스템 또는 중간 위치 계측계(121)와 유사한 홀 소자 센서 등에 의해 구성될 수 있다.
- [0463] 또한, 상술한 제 2 실시형태에서, 제 3 미동 스테이지 위치 계측계(110C), 중간 위치 계측계(121), 노광 좌표 세트용 계측계(34) 및 계측 좌표 세트용 계측계가 제공되지만, 이들 시스템이 제공되지 않고, 제 1 및 제 2 백사이드 인코더 시스템(70A 및 70B) 및 제 1 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A 및 80B)에 의한 위치 정보의 계측이 수행될 수 없는 범위 내에서 2개의 웨이퍼 스테이지(WST1 및 WST2)의 각 위치 정보를 계측할 수 있는 계측 장치, 예를 들어, 전술한 제 4 탑 사이드 인코더 시스템(80D)이 제공될 수 있다. 이 경우, 예를 들어, 제 1 및 제 2 탑 사이드 인코더 시스템(80A 및 80B)에, 상술한 좌표 세트용 헤드가 추가될 수 있다.
- [0464] 부수적으로, 상술한 제 2 실시형태에서, 계측 스테이지(MST)의 복수의 계측 부재(센서)를 이용하는 모든 계측 동작이 웨이퍼 스테이지(WST1)와 웨이퍼 스테이지(WST2) 중 하나로부터 웨이퍼 스테이지(WST1) 및 웨이퍼 스테이지(WST2) 중 다른 하나로 전환 중에 수행되지 않고, 예를 들어, 웨이퍼 스테이지(WST1)로부터 웨이퍼 스테이지(WST2)로 전환하는 동안 복수의 계측의 일부가 수행되고 웨이퍼 스테이지(WST2)로부터 웨이퍼 스테이지(WST1)로 전환하는 동안 나머지 계측이 수행될 수 있다.
- [0465] 또한, 상술한 제 1 및 제 2 실시형태에서, 계측 스테이지(MST)는 상술한 다양한 계측 부재(센서)를 반드시 가질 필요는 없고, 웨이퍼 스테이지 대신에 투영 광학계(PL) 아래의 액체 침지 영역을 유지하는데 사용될 수 있고, 이 경우, 전술한 다양한 계측 부재(센서) 중 적어도 일부가 웨이퍼 스테이지 상에 제공되어야 한다.
- [0466] 부수적으로, 상술한 제 1 실시형태에서, 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)로서, 간접계 시스템 대신에, 중간 위치 계측계(121)와 마찬가지로의 홀 소자 센서, 또는 인코더 시스템을 이용할 수 있다. 즉, 제 1 실시형태에서, 간접계 시스템이 제공될 필요가 없다. 또한, 상기 제 1 실시형태에서, 전술한 노광 좌표 세트용 계측계(34)와 마찬가지로의 노광 좌표 세트용 계측계를 제공하고, 그 노광 좌표 세트용 계측계에 의해 미동 스테이지 위치 계측계(110A)의 적어도 제 1 백 사이드 인코더 시스템(70A)의 원점 복귀를 행할 수 있다. 또한, 제 1 실시형태에서, 전술한 계측 좌표 세트용 계측계(35)와 마찬가지로의 계측 좌표 세트용 계측계를 제공하고, 그 계측 좌표 세트용 계측계에 의해 미동 스테이지 위치 계측계(110B)의 적어도 제 2 백 사이드 인코더 시스템(70B)의 원점 복귀를 행할 수 있다.
- [0467] 부수적으로, 상술한 제 1 실시형태에서, 노광 스테이션(200) 및 계측 스테이션(300) 사이에 설정된 언로딩 위치(UP1) 및 대기 위치(UP2) 대신에, 언로딩 위치만이 로딩 위치(LP) 근방, 예를 들어, 로딩 위치(LP)와 동일한 Y 위치에 있고 -X측으로 소정 거리 떨어져 설정된 위치에 설정될 수 있다. 이 경우, 언로딩 위치는 로딩 위치(LP)와 동일한 위치에 설정될 수 있다. 또한, 로딩 위치(LP)는 상술한 계측 플레이트(30)의 기준 마크(FM)가 위치하는 프라이머리 얼라인먼트계(AL1)의 필드(검출 영역) 내의 위치로 제한되지 않고, 근방의 위치, 예를 들어, 기준축(LV)에 대하여 언로딩 위치와 대칭한 위치일 수 있다.
- [0468] 또한, 상술한 제 1 및 제 2 실시형태에서, 계측계(MST)의 위치를 계측하는 계측 스테이지 위치 계측계(16B)는, 간접계 시스템 대신에, 전술한 중간 위치 계측계(121)와 마찬가지로의 홀 소자 센서 또는 인코더 시스템일 수 있다. 후자의 경우, 도 56에 도시된 바와 같이, 계측 테이블(MTB)의 상면에 예를 들어 2차원 그레이팅을 제공하고, 이에 대향하여, 메인 프레임(BD)에 지지 부재를 통해 복수의 XZ 헤드와 YZ 헤드의 조합으로 이루어지는 4축 헤드를 계측계(MST)의 이동 경로를 따라 배치할 수 있다. 도 56에서, 한 쌍의 4축 헤드(166₁ 및 166₂),

한 쌍의 4축 헤드(166₃ 및 166₄) 및 한 쌍의 4축 헤드(166₅ 및 166₆)가 계측 스테이지(MST)의 이동 경로를 따라 배치된다. 이들 헤드 및 2차원 그레이팅(RG2)은 제 5 탑 사이드 인코더 시스템이라 할 수 있고, 도 56에 도시된 헤드의 배치(위치)를 변경하거나 적어도 하나의 헤드를 추가함으로써, 계측 스테이지(MST)의 위치 정보가 전술한 스크립 동작 동안 제 5 탑 사이드 인코더 시스템에 의해 계측될 수 있다.

[0469] 부수적으로, 상술한 제 1 및 제 2 실시형태에서, 각각의 백 사이드 인코더 시스템의 헤드부 등의 구조는 이에 제한되지 않고 임의의 구성을 채용할 수 있다. 또한, 각 탑 사이드 인코더 시스템의 배치 및 수는 임의적일 수 있다.

[0470] 조동 스테이지(WCS) 및 미동 스테이지(WFS)의 위치를 계측하는 계측계가 개별적으로 설정되는 경우, 조동 스테이지(WCS) 및 미동 스테이지(WFS)의 상대적 위치 정보를 계측하는 계측계가 제공될 수 있다. 마찬가지로, 계측 스테이지(MST)의 슬라이더부(60) 및 지지부(62)와 계측 테이블(MTB)와의 상대 위치 정보를 계측하는 계측계가 제공될 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 실시형태에서, 웨이퍼 스테이지 위치 계측계(16A)가 제공되지 않는다.

[0471] 부수적으로, 상술한 각 실시형태에서, 노광 장치가 액체 침지형 노광 장치인 경우에 대하여 설명하였지만, 이에 제한되지 않고, 상술한 각 실시형태는 액체(물)를 이용하지 않고 노웨이퍼(W)의 노광을 행하는 드라이 타입 노광 장치에도 적용될 수 있다. 예를 들어, 제 2 실시형태에 관한 노광 장치(1000)가, 드라이 타입 노광 장치인 경우, 메인 제어기(20)는, 예를 들어, 한쪽의 웨이퍼 스테이지(WST1 또는 WST2)에 유지된 웨이퍼(W)의 노광 완료 후, 그 한쪽의 웨이퍼 스테이지가 투영 광학계(PL)의 아래쪽으로 멀어지고 다른 쪽의 웨이퍼 스테이지(WST2 또는 WST1)에 유지된 웨이퍼(W)의 노광이 개시될 때까지의 사이에, 계측 테이블(MTB)이 갖는 계측용 부재(즉, 전술한 조도 불균일 센서(95), 공간 이미지 계측기(96), 파면 수차 계측기(97) 및 조도 모니터(98) 중 적어도 하나)를 이용하여, 조명광(IL)을 투영 광학계(PL)를 통해 각각의 계측기의 수광면을 통해 수광하는 노광에 관련된 계측, 즉, 조도 불균일 계측, 공간 이미지 계측, 파면 수차 계측 및 도즈 계측 중 적어도 하나를 행할 수 있다. 이에 의해 스루풋을 저하시키지 않고 필요에 따라 노광에 관련된 계측을 행할 수 있다.

[0472] 부수적으로, 상술한 각 실시형태에서, 노광 장치가 스캐닝 스테퍼인 경우에 대하여 설명하였지만, 이에 제한되지 않고, 스테퍼 등의 정지형 노광 장치에 상술한 실시형태를 적용할 수 있다. 또한, 샷 영역과 샷 영역을 합성하는 스텝 앤드 스텝 앤드 스티치 방법(step-and-stitch method) 방식의 축소 투영 노광 장치에도 상술한 각 실시형태를 적용할 수 있다.

[0473] 또한, 상술한 각 실시형태에 관한 노광 장치에서의 투영 광학계는 축소 시스템으로 제한되지 않고 등배 또는 확대 시스템일 수 있고, 투영 광학계(PL)는 굴절계로 제한되지 않고, 반사계 및 반사 굴절계일 수 있고, 투영 이미지는 도립상(inverted image) 또는 정립상(uplight image)일 수 있다.

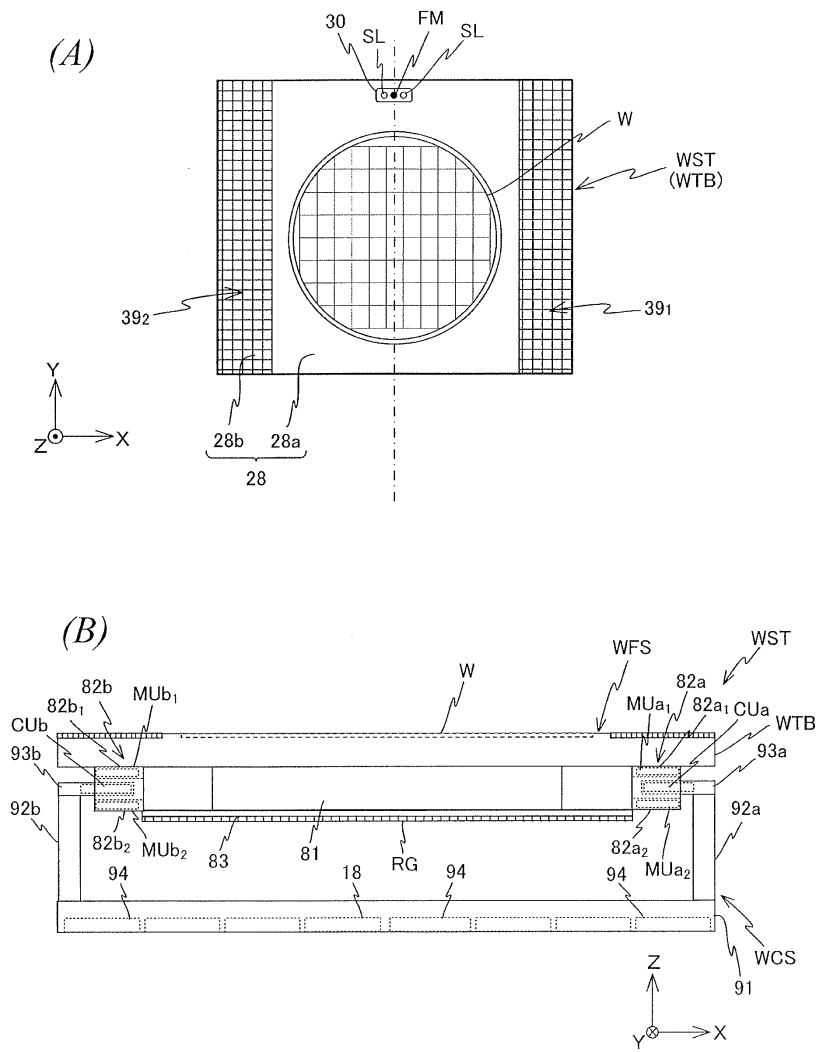
[0474] 또한, 조명광(IL)은, KrF 엑시머 레이저광(파장 193 nm)으로 제한되지 않고, KrF 엑시머 레이저광(파장 248nm) 등의 자외광이나 F₂ 레이저광(파장 157nm) 등의 진공 자외광일 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 7,023,610에 개시된 바와 같이, 진공 자외광으로서 DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저로부터 발진되는 적외역 또는 가시역의 단일 파장 레이저광을 예를 들어 에르븀(또는 에르븀 및 이테륨)이 도핑된 파이버 증폭기로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 이용하여 자외광으로 파장 변환한 고주파를 이용할 수 있다.

[0475] 또한, 상술한 각 실시형태에서, 노광 장치의 조명광(IL)으로서 파장 100 nm 이상의 광으로 제한되지 않고, 파장 100 nm 미만의 광을 이용할 수 있다. 예를 들어, 연X선 영역(예를 들어, 5 내지 15 nm의 파장역)의 EUV(extreme ultraviolet) 광을 이용하는 EUV 노광 장치에도 상술한 실시형태를 적용할 수 있다. 또한, 전자선 또는 이온빔 등의 하전입자선을 이용하는 노광 장치에도 상술한 실시형태를 적용할 수 있다.

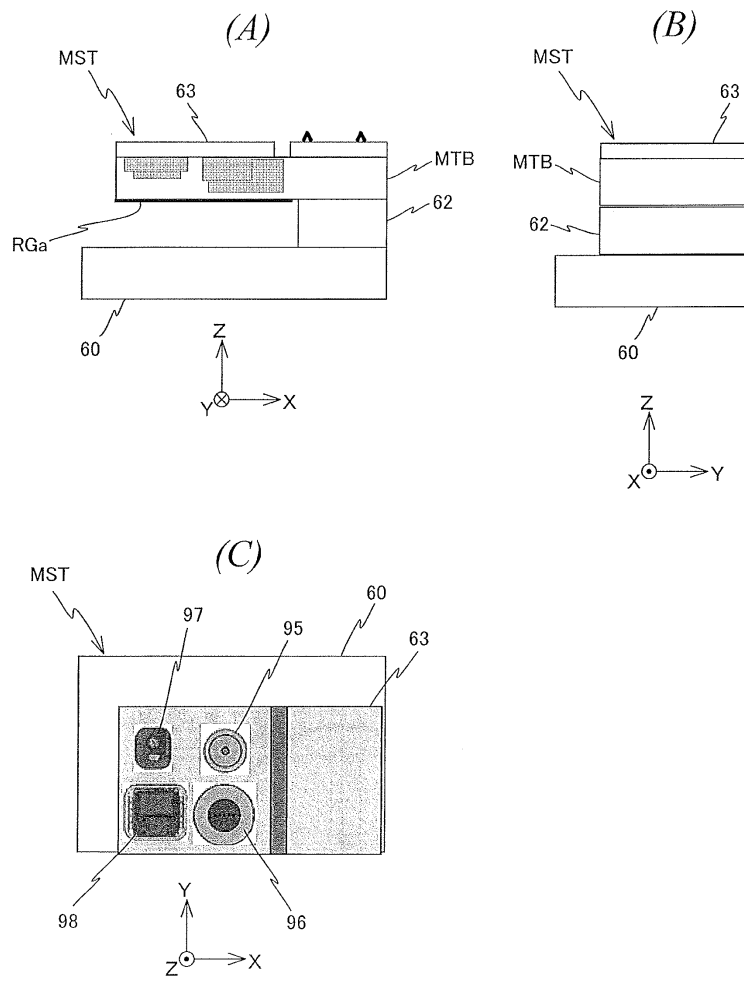
[0476] 또한, 상술한 각 실시형태에서, 광투과성의 기관 상에 소정의 차광 패턴(또는 위상 패턴 또는 감광(light-attenuation) 패턴)을 형성한 광투과형 마스크(레티클)를 이용하였지만, 이 레티클 대신, 예를 들어, 미국 특허 6,778,257에 개시된 바와 같이, 노광될 패턴의 전자 데이터에 기초하여, 투과 패턴 또는 반사 패턴 또는 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크(가변 성형 마스크, 액티브 마스크 또는 이미지 제너레이터라 불리우고 예를 들어 비발광형 화상 표시 소자(공간 광 변조기)의 일종인 DMD(digital micro-mirror device) 등을 포함)을 이용할 수 있다. 이러한 가변 성형 마스크를 이용하는 경우에는, 웨이퍼 또는 글래스 플레이트 등이 탑재되는 스테이지가 가변 성형 마스크에 대하여 주사되므로, 이 스테이지의 위치를 전술한 제 1 및 제 2 미동 스테이지 위치 계측계(110A 및 110B)를 이용하여 계측함으로써, 상술한 각 실시형태와 동등한 효과를 얻을 수 있다.

- [0477] 또한, 예를 들어, PCT 국제 공개 2001/035168에 개시된 바와 같이, 간접 무늬를 웨이퍼(W) 상에 형성함으로써, 웨이퍼(W) 상에 라인 앤드 스페이스 패턴(line-and-space pattern)을 형성하는 노광 장치(리소그래피 시스템)에도 상술한 실시형태를 적용할 수 있다.
- [0478] 또한, 예를 들어, 미국 특허 6,611,316에 개시된 바와 같이, 2개의 레티클 패턴을 투영 광학계를 통해 웨이퍼 상에서 합성하고, 1회의 스캔 노광에 의해 웨이퍼 상의 1개의 샷 영역을 거의 동시에 이중 노광하는 노광 장치에도 상술한 각 실시형태를 적용할 수 있다.
- [0479] 부수적으로, 상술한 각 실시형태에서, 패턴을 형성할 물체(에너지 빔이 조사되는 노광 대상의 물체)는 웨이퍼로 제한되지 않고, 글래스 플레이트, 세라믹 기판, 필름 부재 또는 마스크 블랭크 등의 다른 물체일 수 있다.
- [0480] 또한, 노광 장치의 용도로서 반도체 제조용의 노광 장치로 제한되지 않고, 예를 들어, 각형(spare shaped)의 글래스 플레이트에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정용 노광 장치 또는 유기 EL, 박막 자기 헤드, 촬상 소자(CCD 등), 마이크로머신 및 DNA 칩등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용될 수 있다. 또한, 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스 등을 생성하는 노광 장치 뿐만 아니라, 광 노광 장치, EUV 노광 장치, X선 노광 장치 및 전자선 노광 장치 등에서 사용되는 레티클 또는 마스크를 제조하기 위하여, 글래스 기판 또는 실리콘 웨이퍼 등에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 상술한 각 실시형태를 적용할 수 있다.
- [0481] 반도체 장치 등의 전자 디바이스는, 디바이스의 기능 및 성능 설계를 행하는 스텝, 이 설계 스텝에 기초한 레티클을 제작하는 스텝, 실리콘 재료로부터 웨이퍼를 제작하는 스텝, 전술한 각 실시형태에 관한 노광 장치(패턴 형성 장치) 및 그 노광 장치에 의해 마스크(레티클)의 패턴을 웨이퍼에 전사하는 리소그래피 스텝, 노광된 웨이퍼를 현상하는 현상 스텝, 레지스트가 잔존하는 부분 이외의 부분의 노광 부재를 에칭에 의해 제거하는 에칭 스텝, 에칭이 완료되어 불필요해진 레지스트를 제거하는 레지스트 제거 스텝, 디바이스 조립 스텝(다이싱 공정, 본딩 공정, 패키징 공정을 포함), 검사 스텝 등을 통해 제조된다. 이 경우, 리소그래피 스텝에서, 상술한 각 실시형태의 노광 장치를 이용하여 전술한 노광 방법이 실행되고, 웨이퍼 상에 디바이스 패턴이 형성되므로, 고집적도의 디바이스를 생산성 좋게 제조할 수 있다.
- [0482] 또한, 본 출원의 청구항에 기재된 각 구성요소를 포함하여 소정의 기계적 정확도, 전기적 정확도 및 광학적 정확도를 유지하는 다양한 서브시스템을 조립함으로써 상술한 실시형태의 노광 장치(패턴 형성 장치)가 제조된다. 이들 다양한 종류의 정확성을 확보하기 위하여, 조립 후후에, 다양한 광학계에 대한 광학적 정확도를 달성하기 위한 조절, 다양한 기계적 시스템에 대한 기계적 정확도를 달성하기 위한 조절 및 다양한 전자 시스템에 대한 전자적 정확도를 달성하기 위한 조절이 행해진다. 다양한 서브시스템을 노광 장치에 조립하는 프로세스는 다양한 타입의 서브시스템 간의 기계적 접속, 전자 회로의 배선 접속, 압력 회로의 파이프 접속 등을 포함한다. 개별 서브시스템의 조립은 다양한 서브시스템을 노광 장치에 조립하는 프로세스 전에 수행됨은 두말할 필요가 없다. 다양한 서브시스템을 노광 장치에 조립하는 프로세스가 완료되면, 전체 조절이 수행되고, 전체 노광 장치로서의 다양한 종류의 정확도가 확보된다. 부수적으로, 노광 장치는 온도, 청결도 등이 제어되는 클린룸에서 제조되는 것이 바람직하다.
- [0483] 부수적으로, 노광 장치 등에 관련된 설명에서 인용된 PCT 국제 공개 및 미국 특허 출원 공개 및 미국 특허의 개시는 참고로 여기에 포함된다.

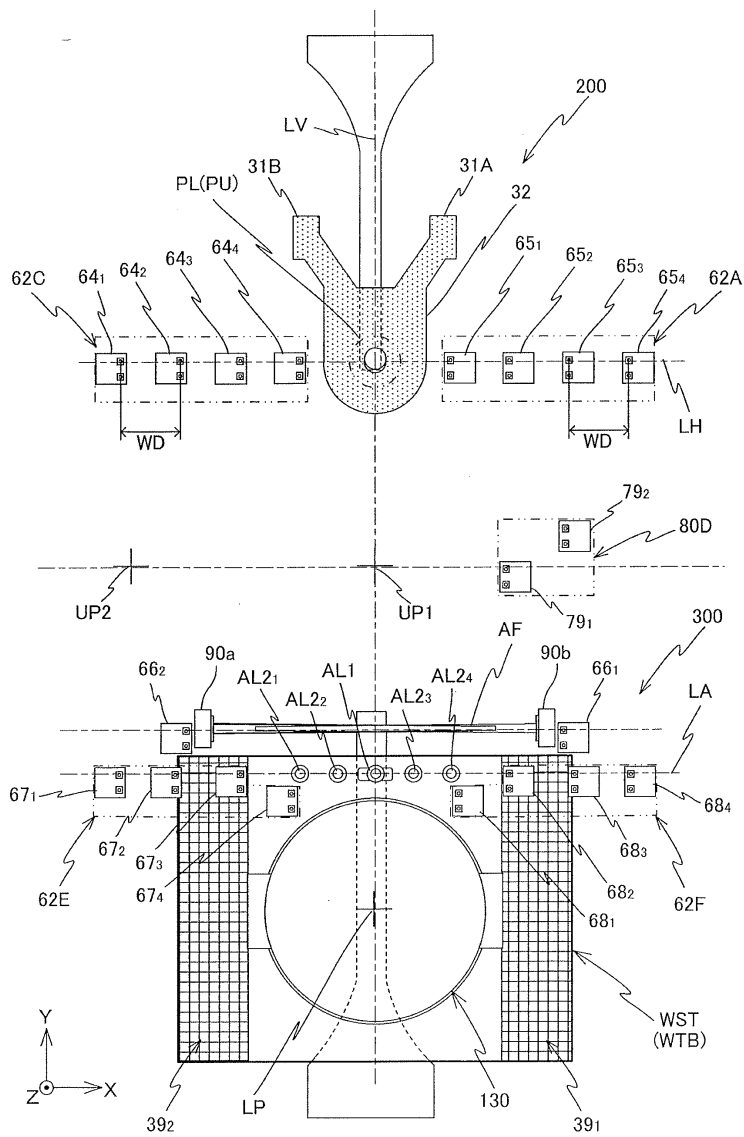
도면2



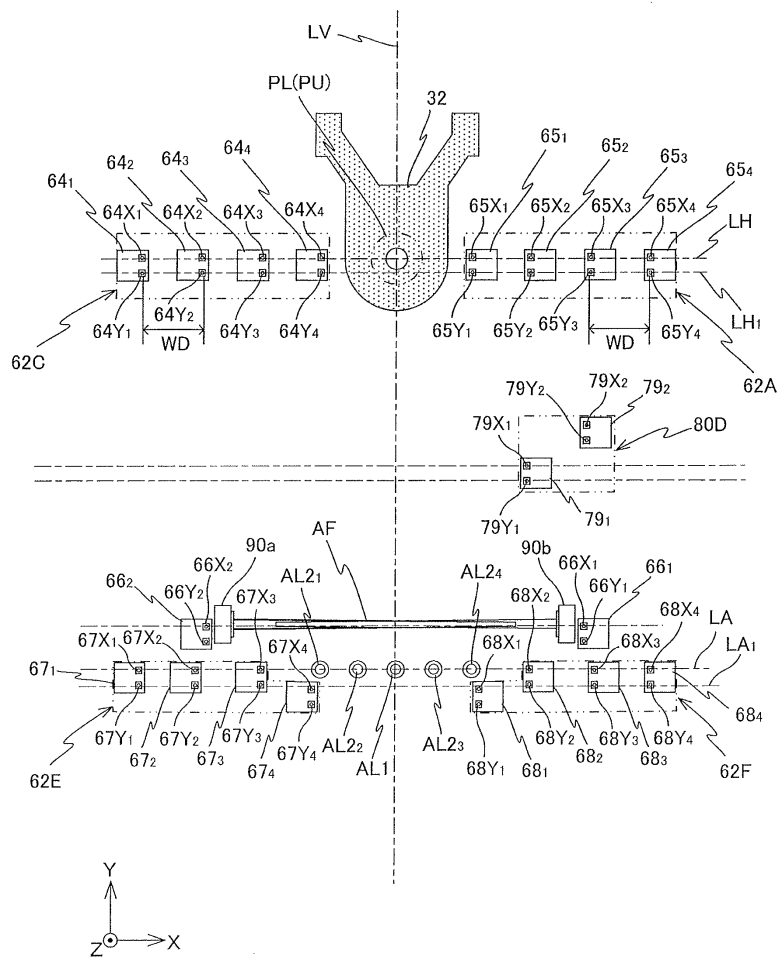
도면3



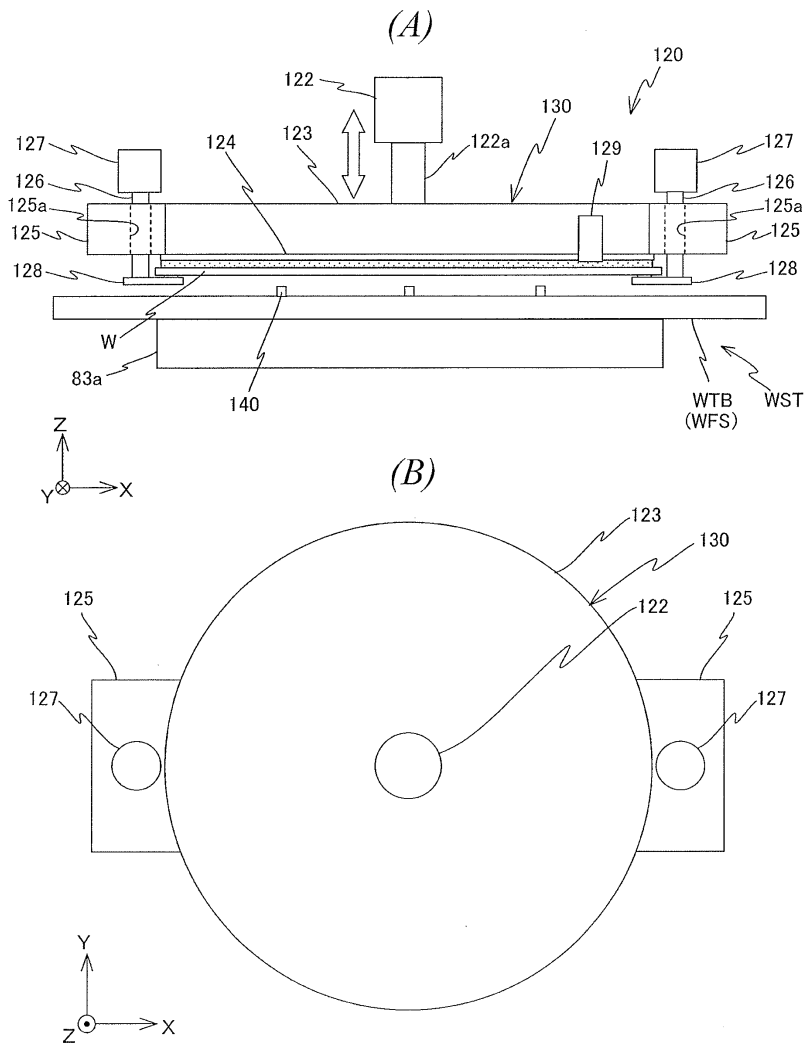
도면4



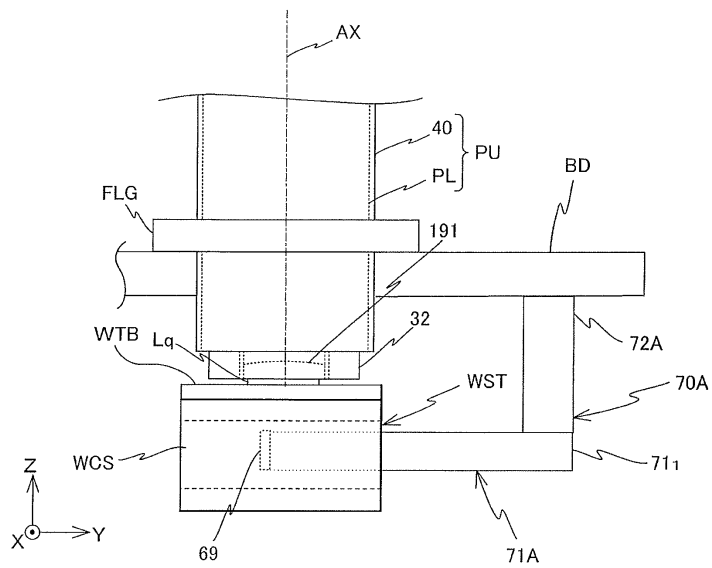
도면5



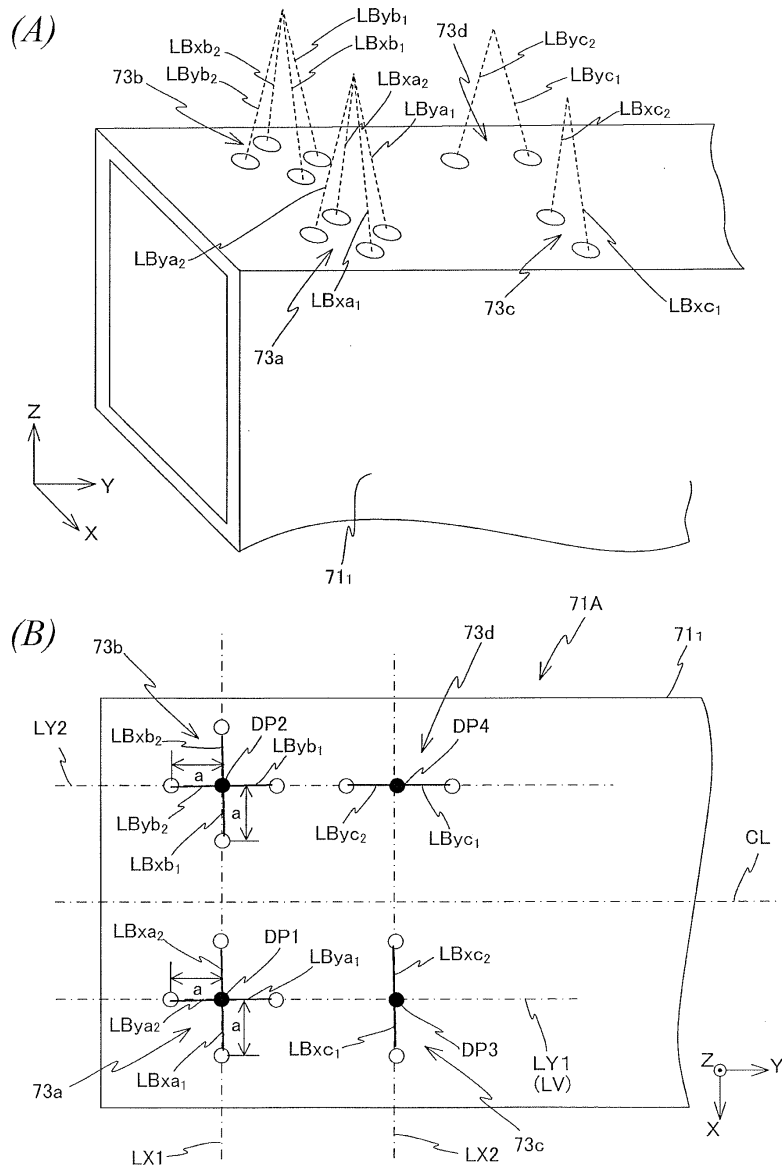
도면6



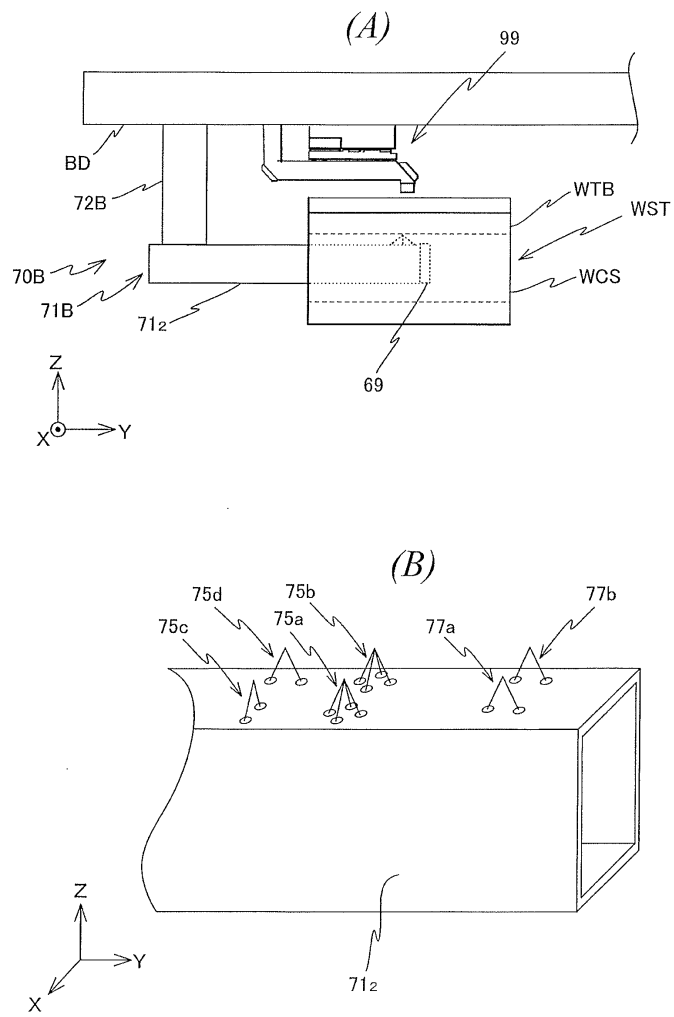
도면7



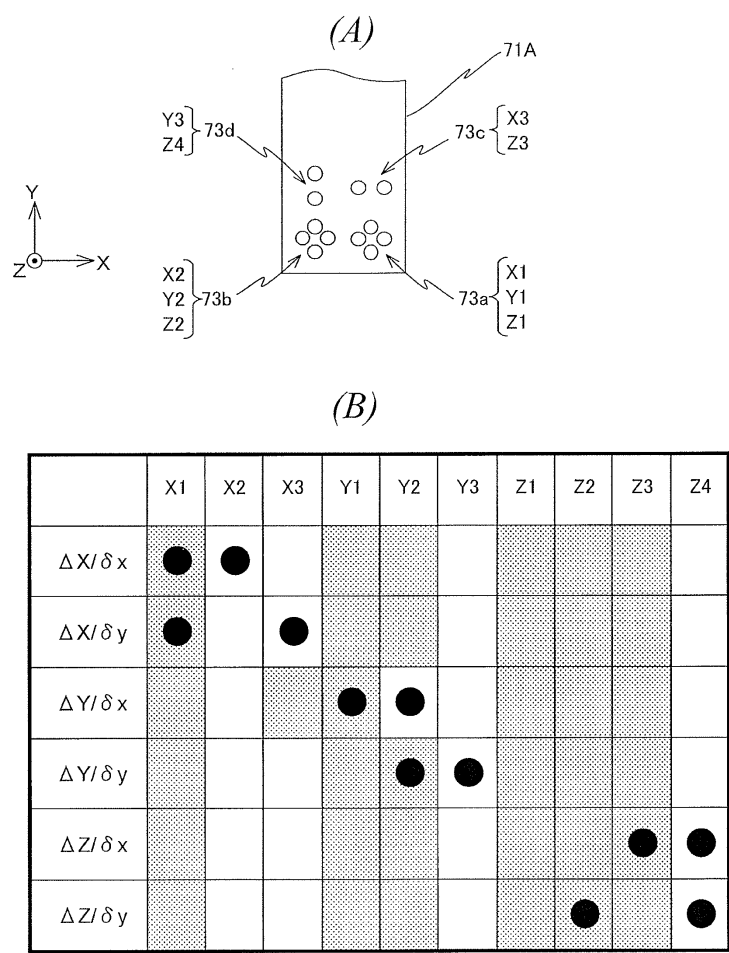
도면8



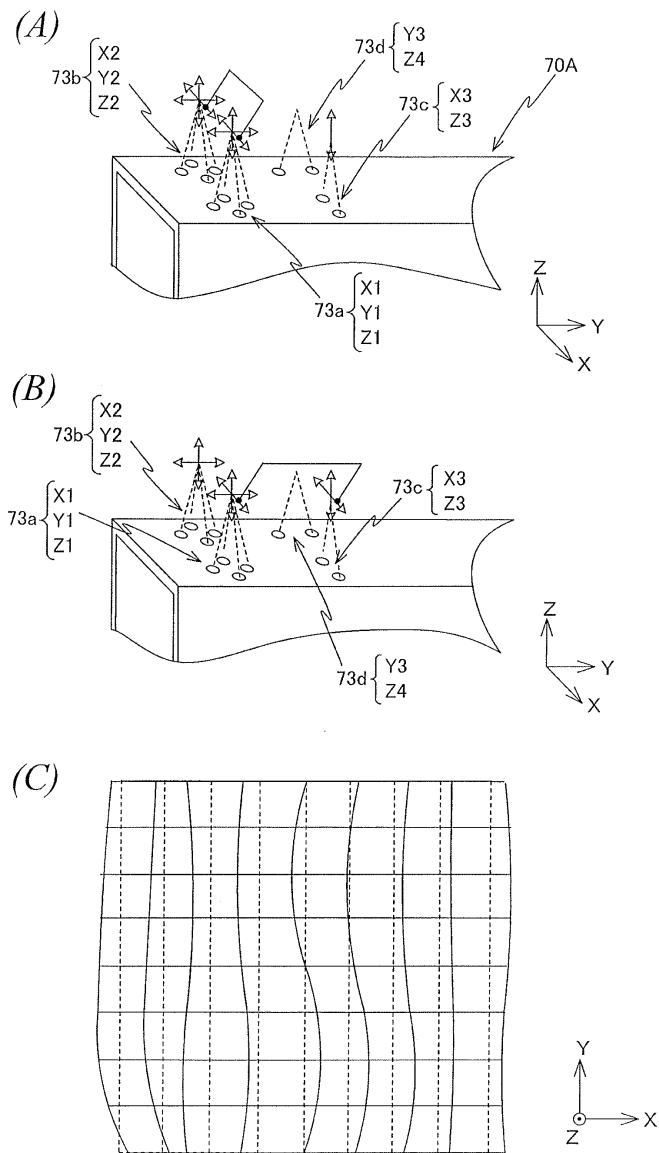
도면9



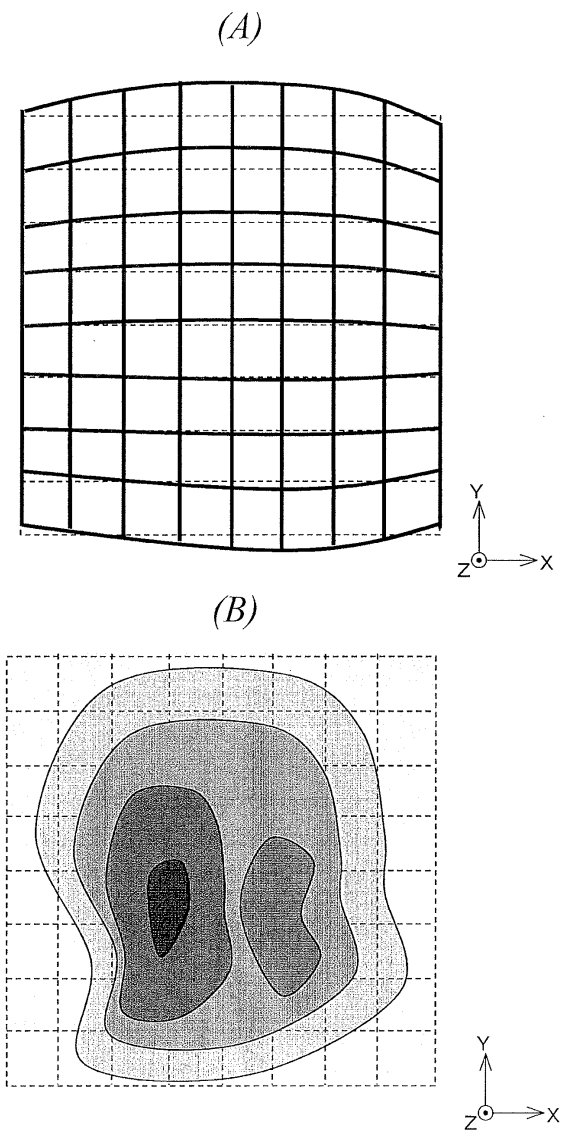
도면10



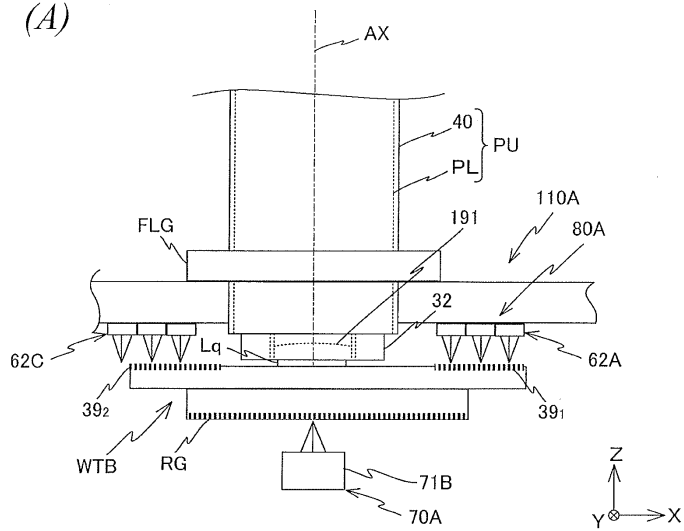
도면11



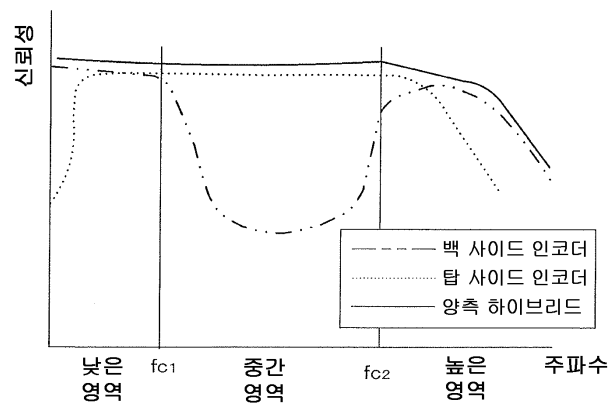
도면12



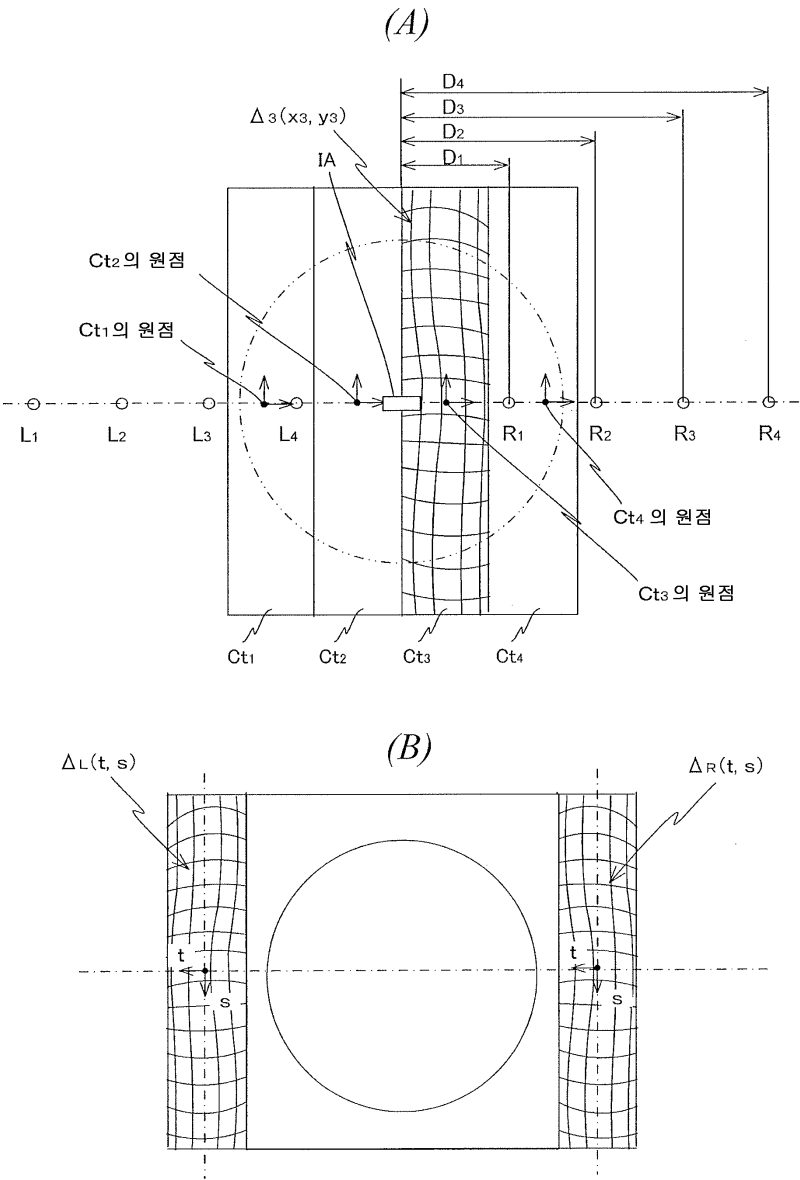
도면13

$$(A)$$


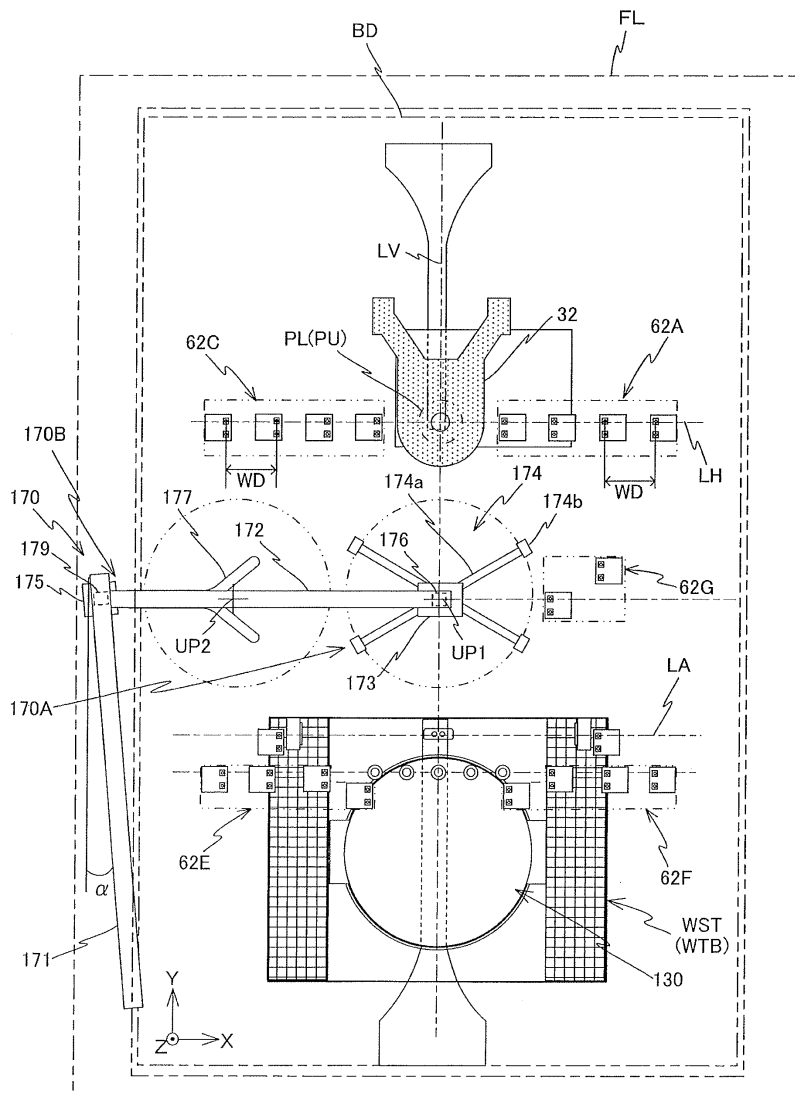
(B)



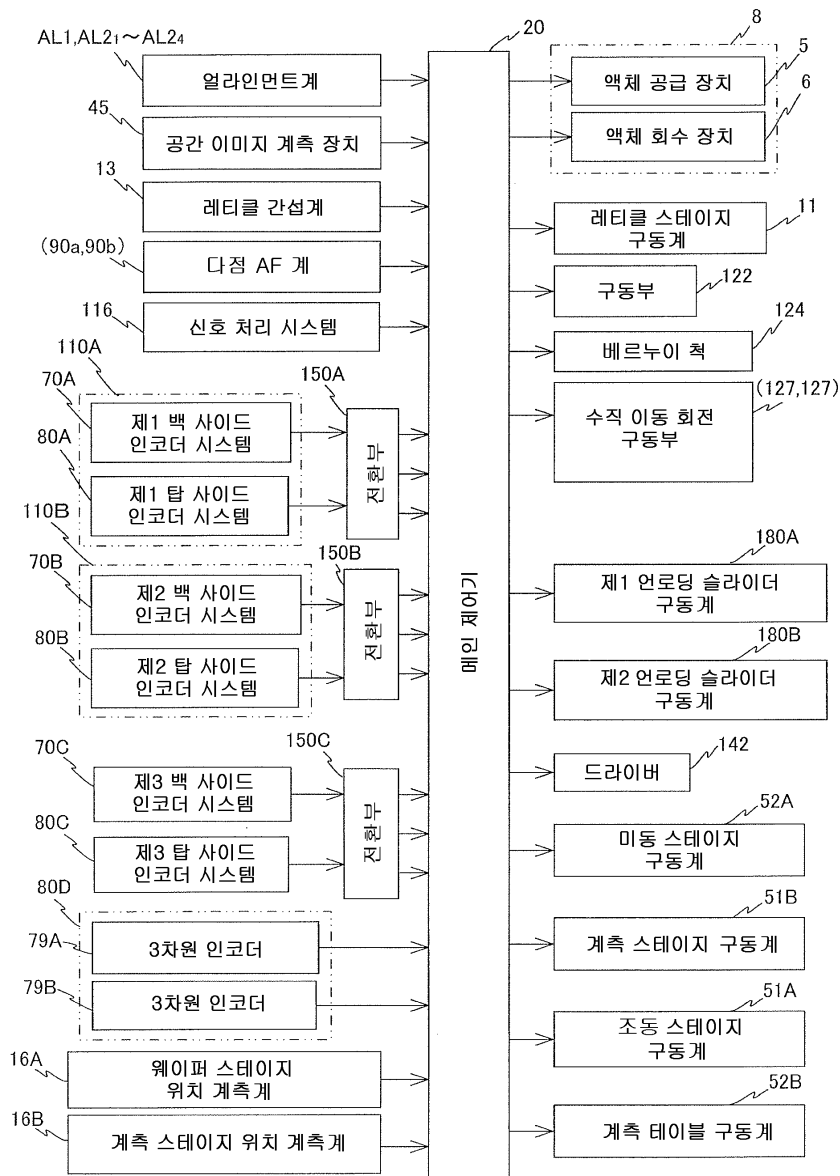
도면14



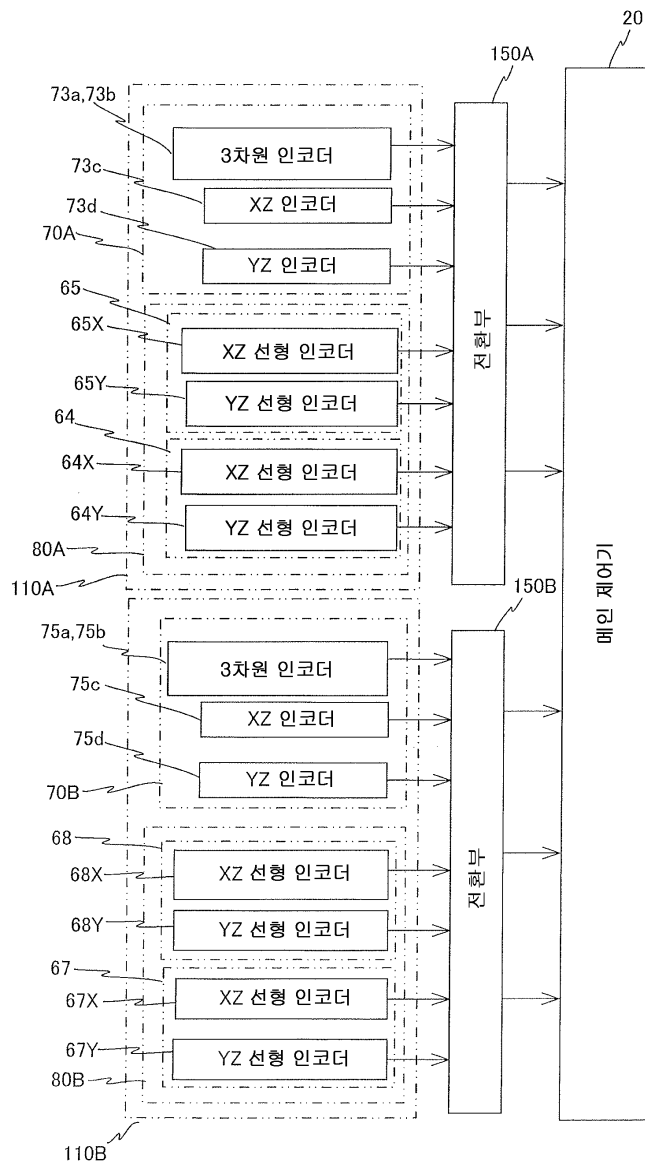
도면15



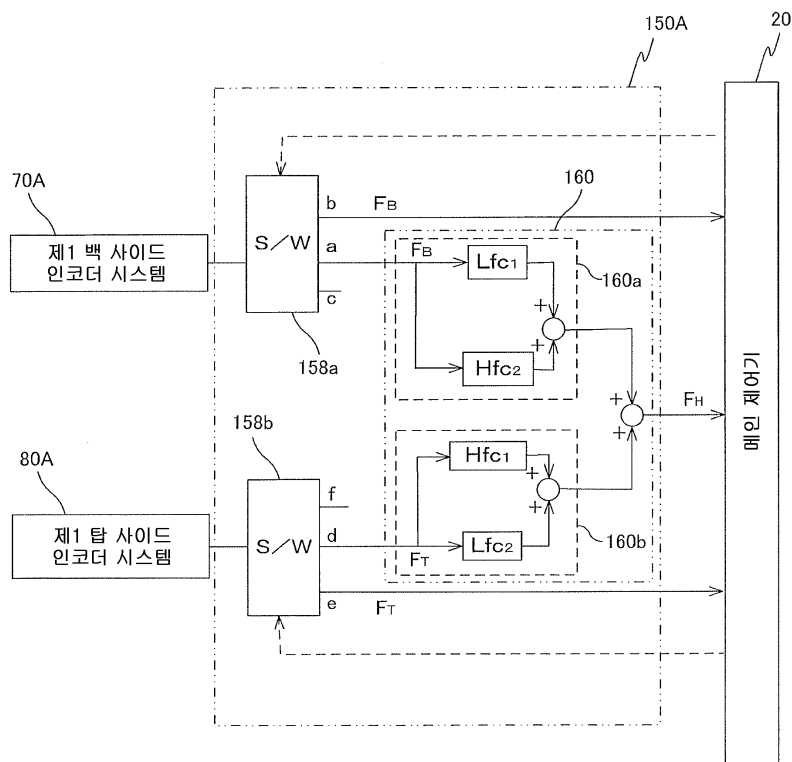
도면16



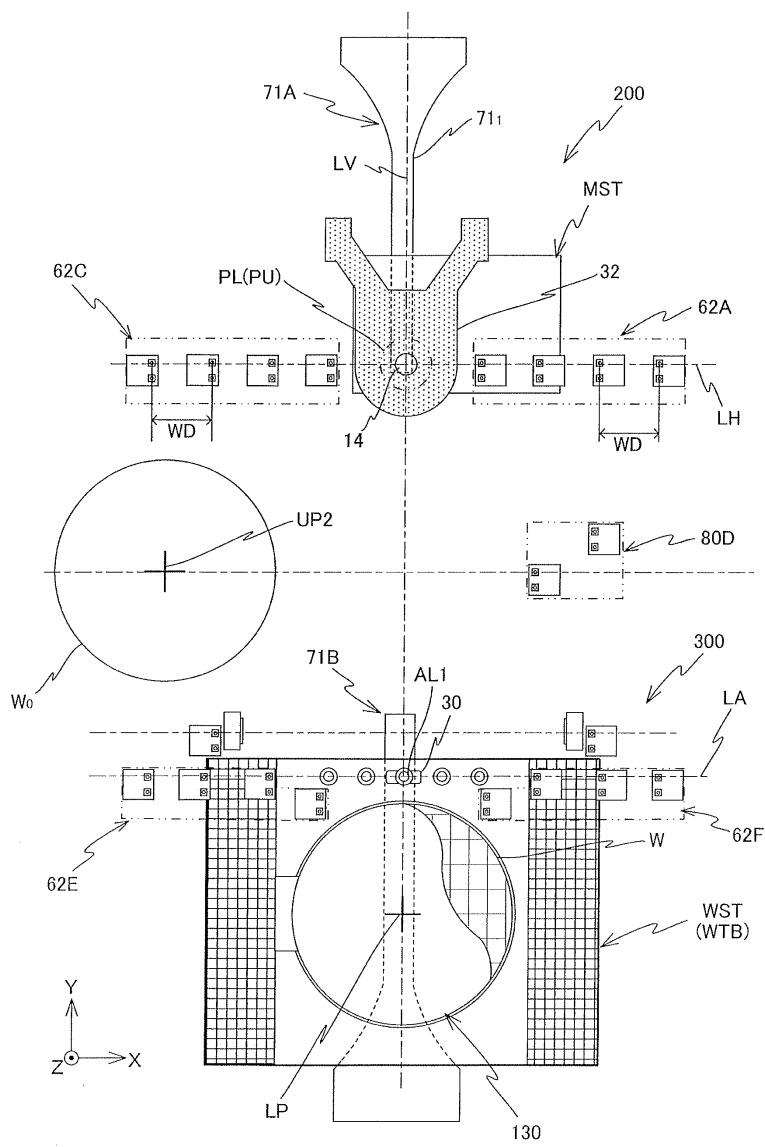
도면17



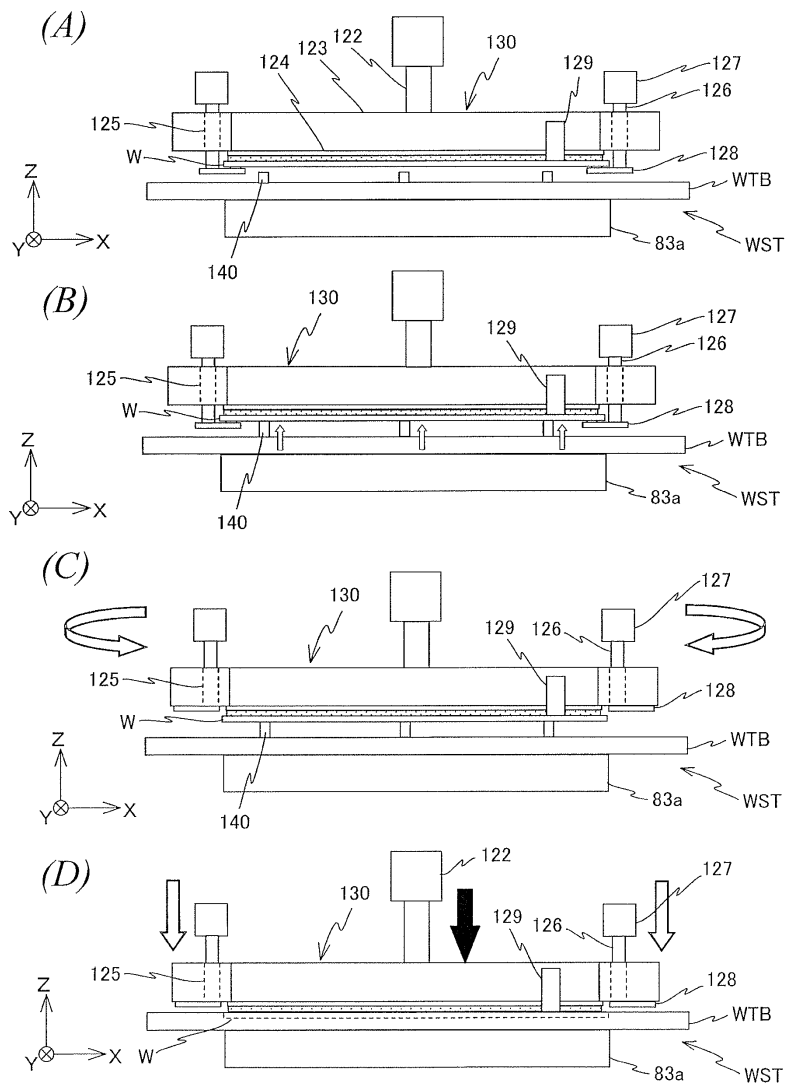
도면18



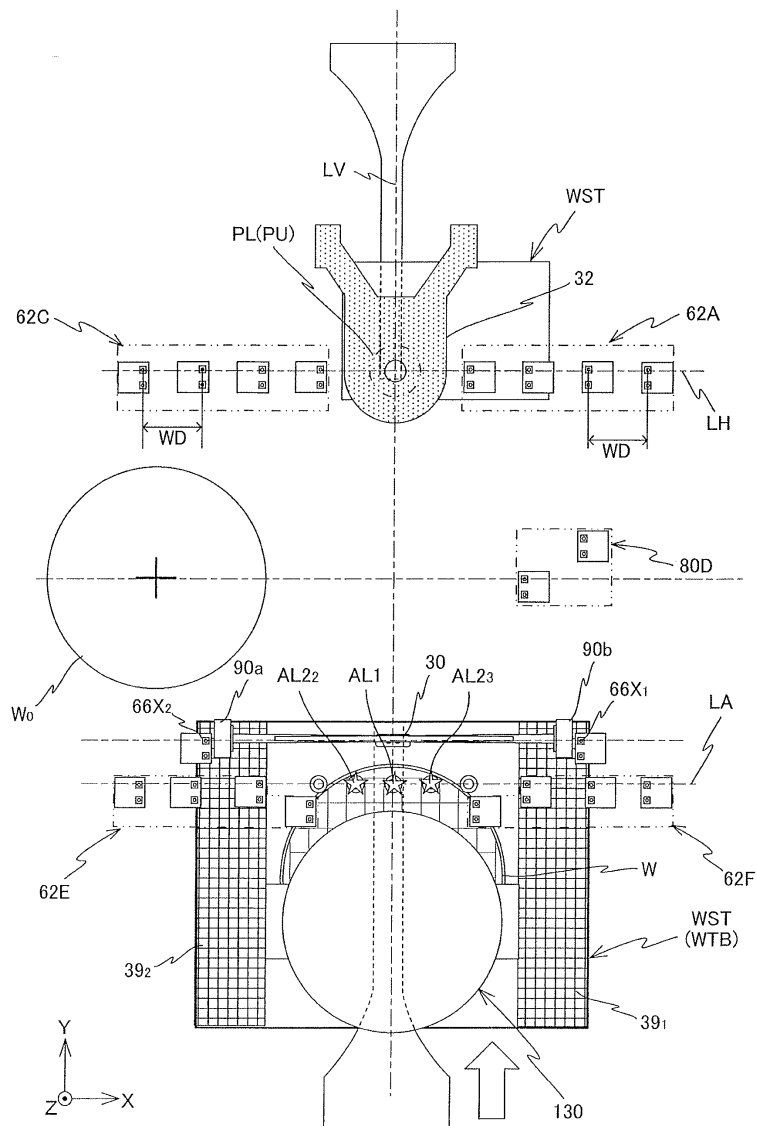
도면19



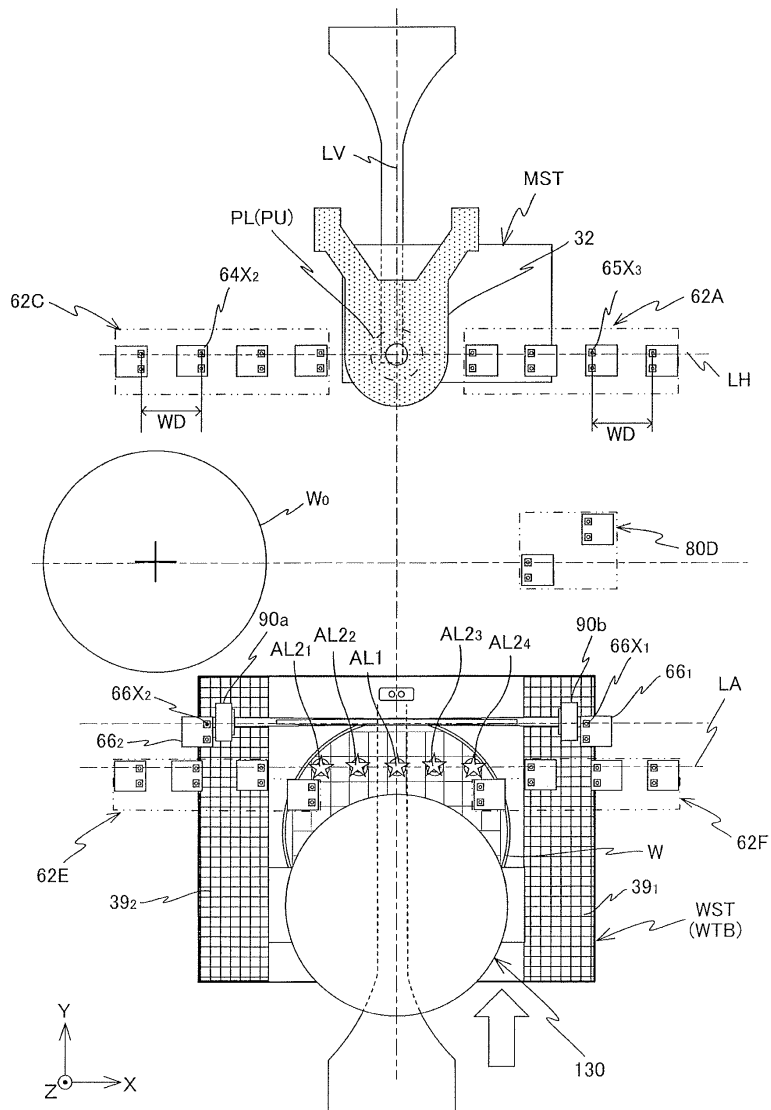
도면20



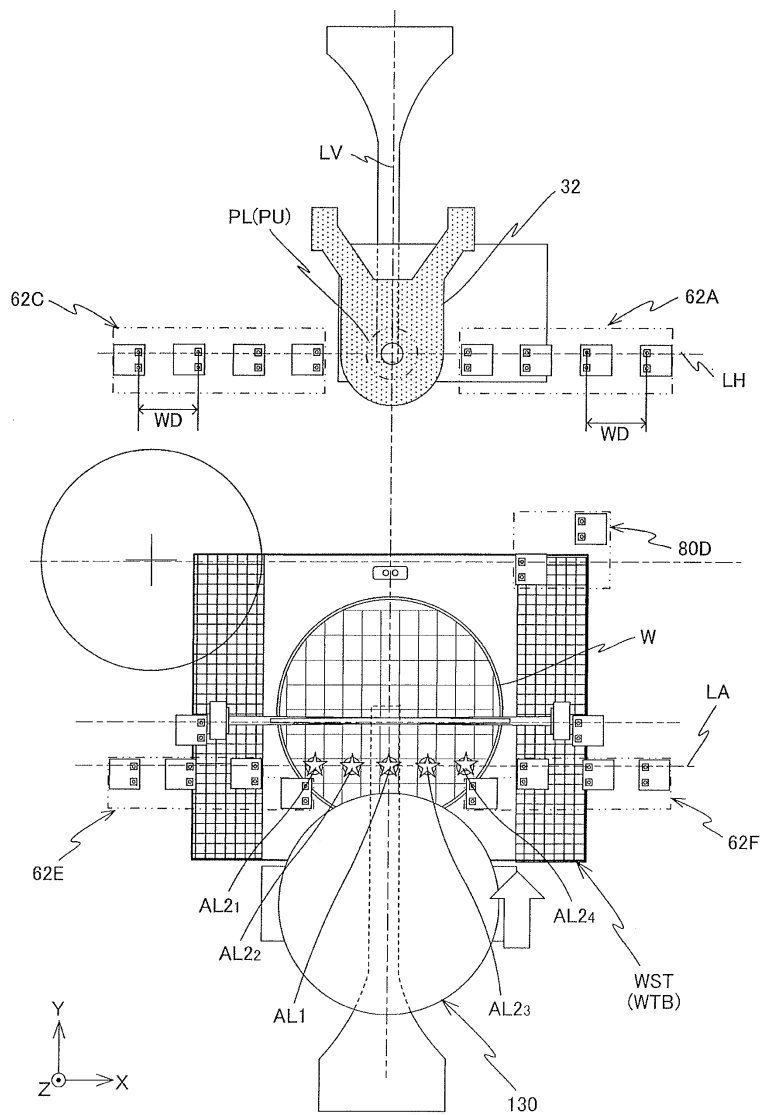
도면21



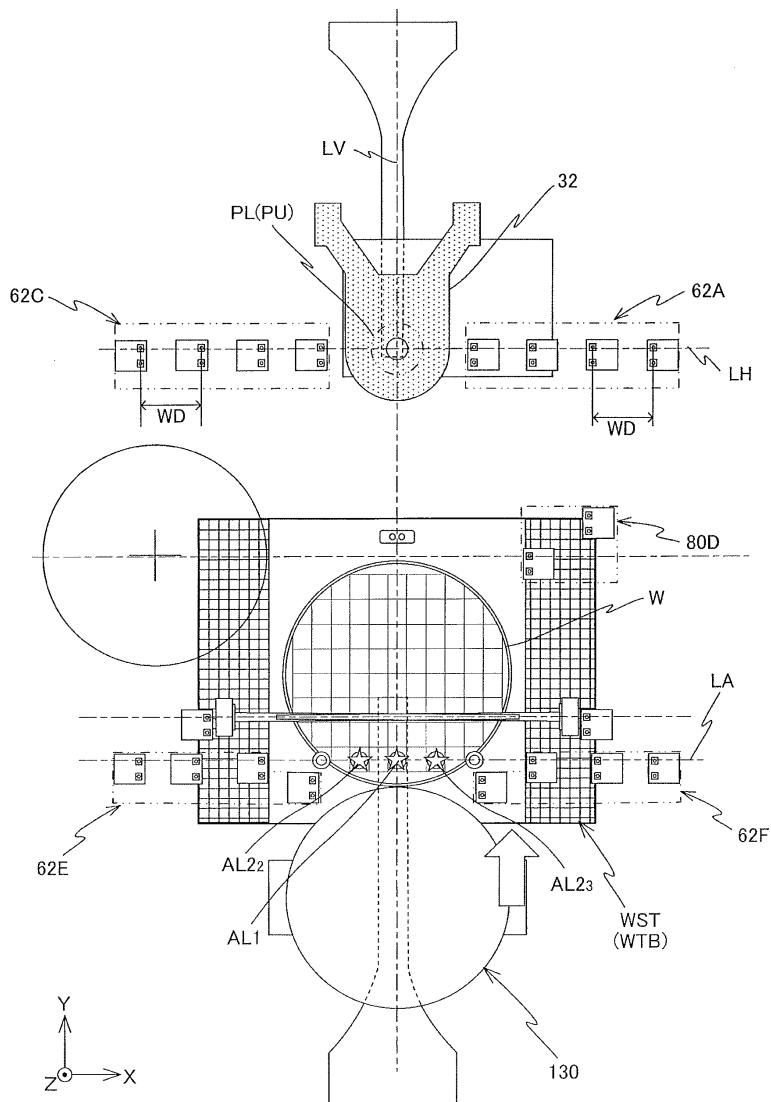
도면22



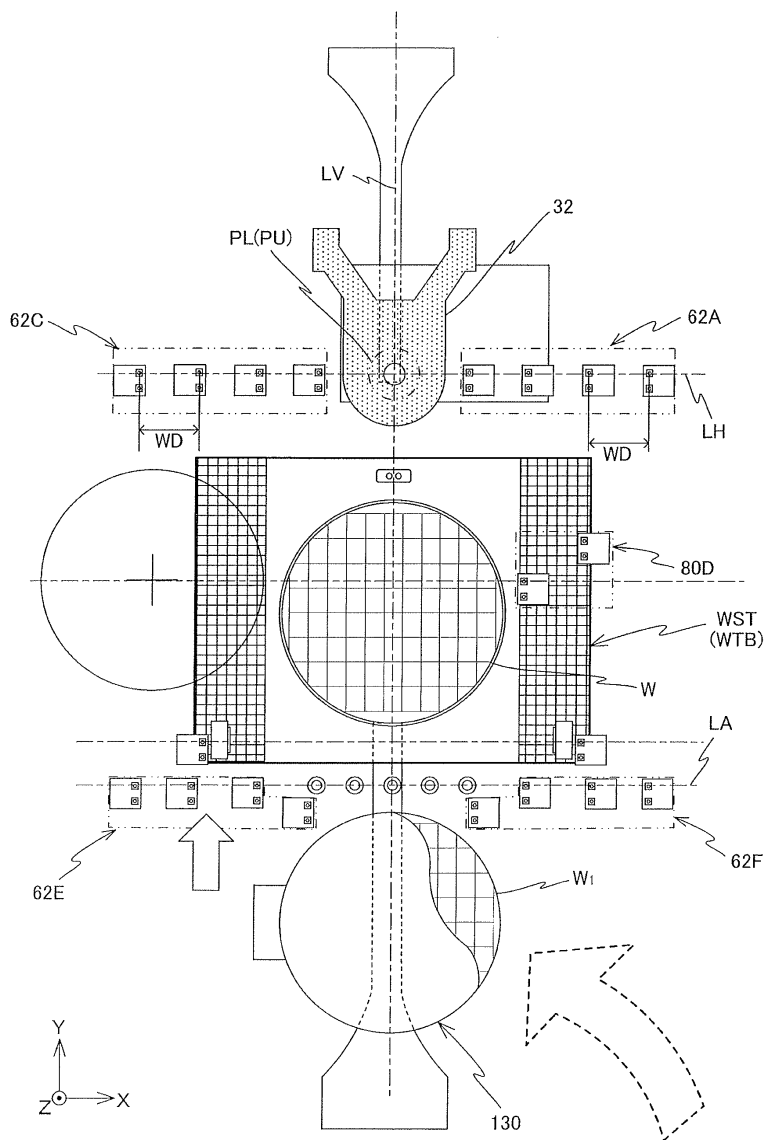
도면23



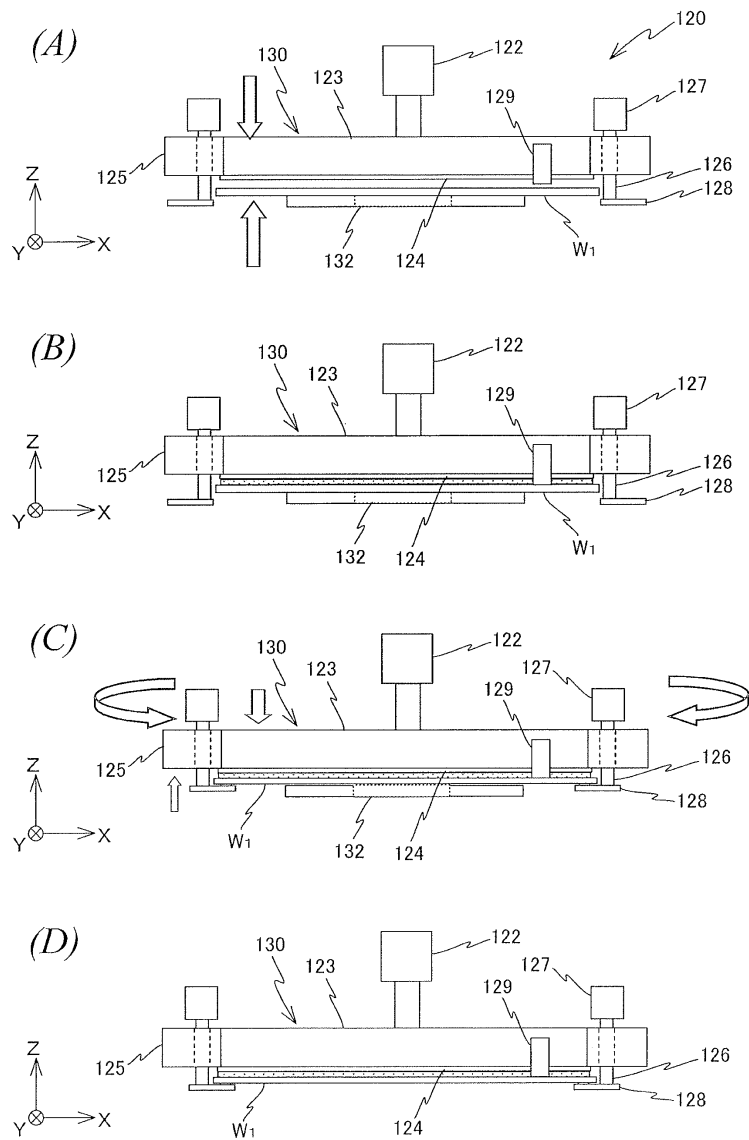
도면24



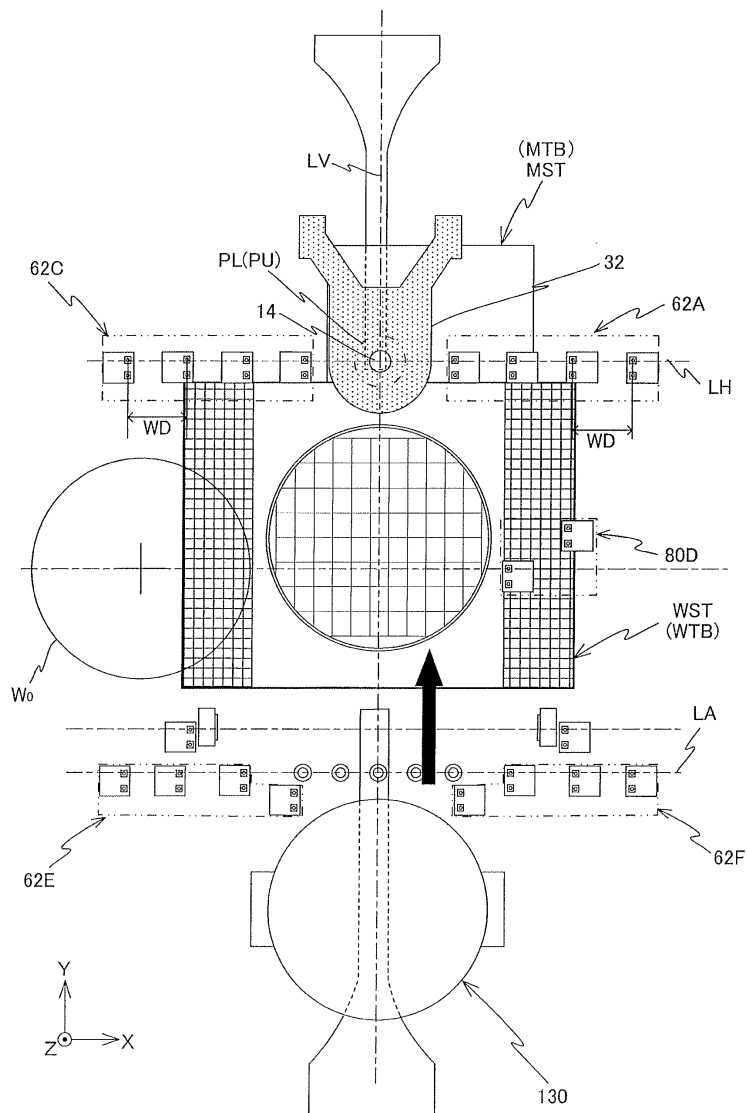
도면25



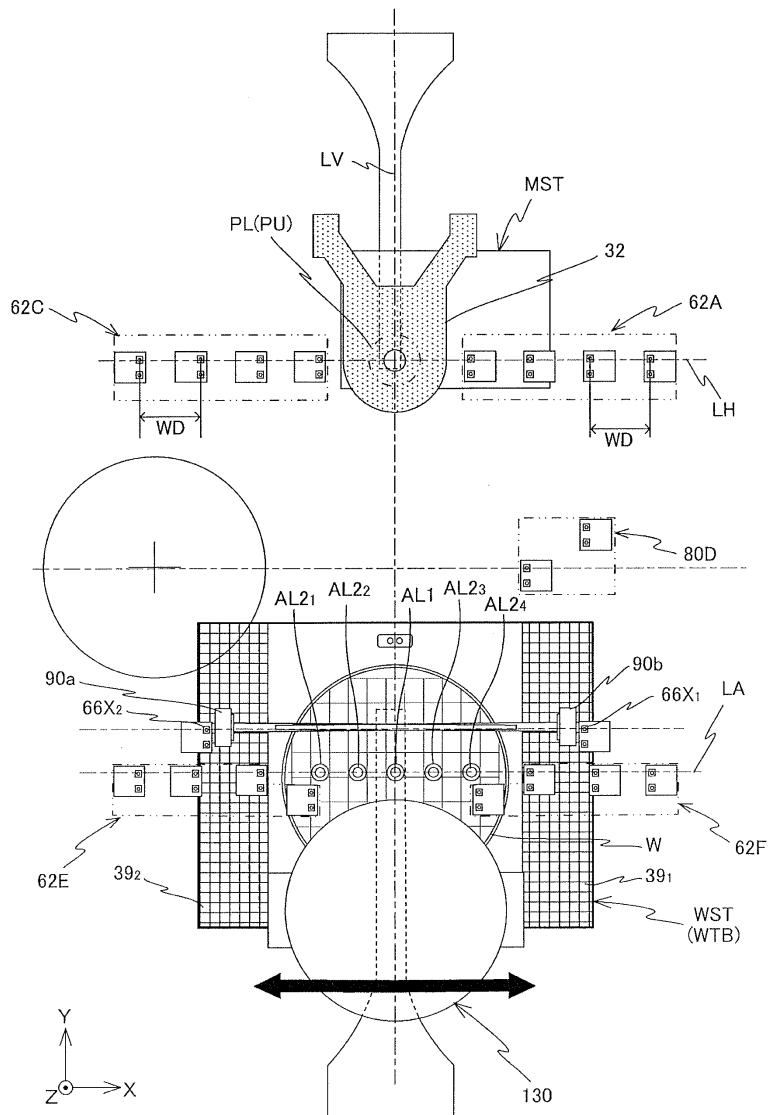
도면26



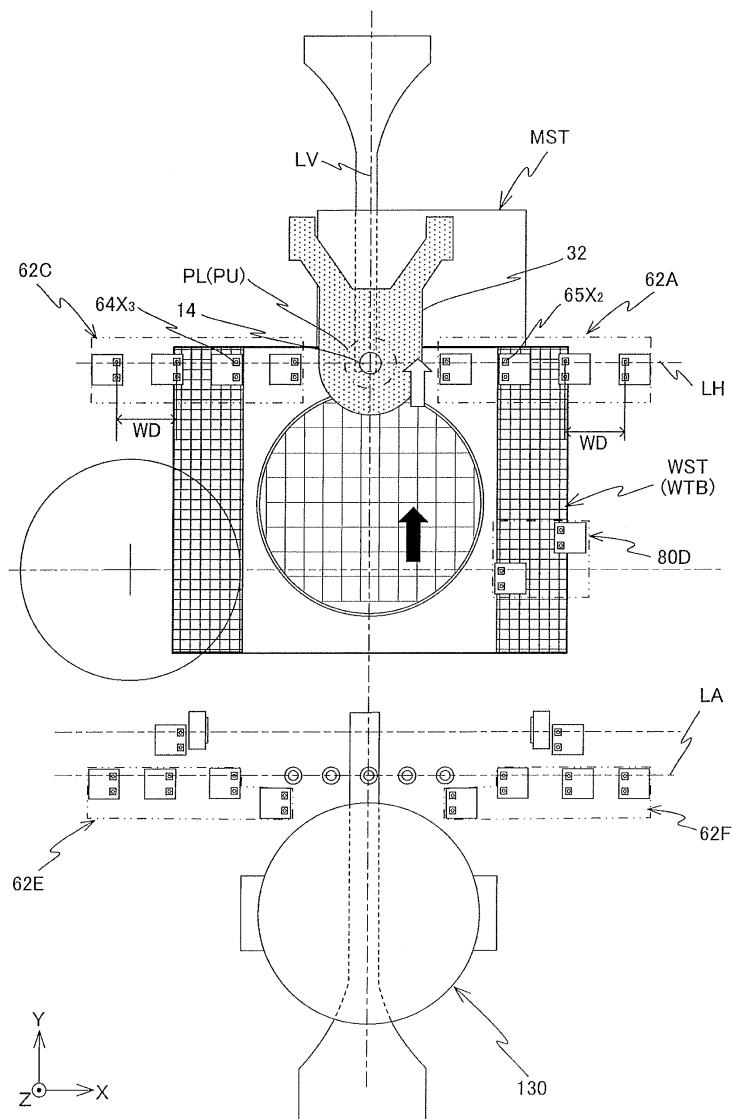
도면27



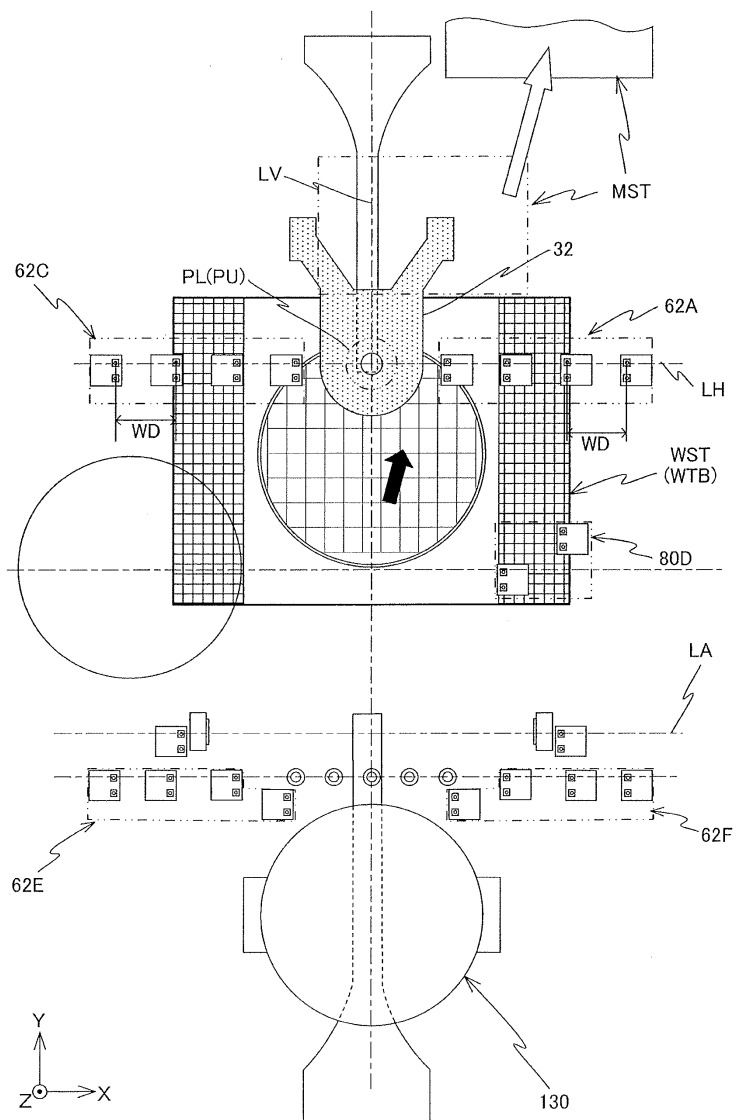
도면28



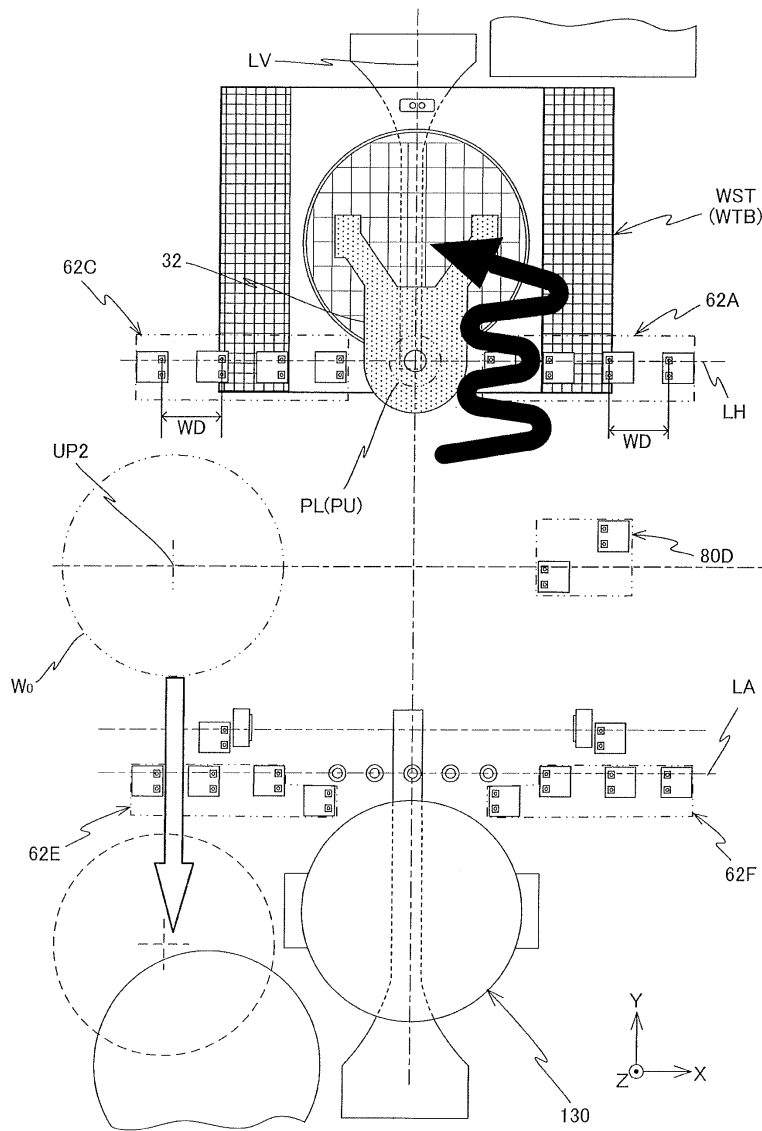
도면29



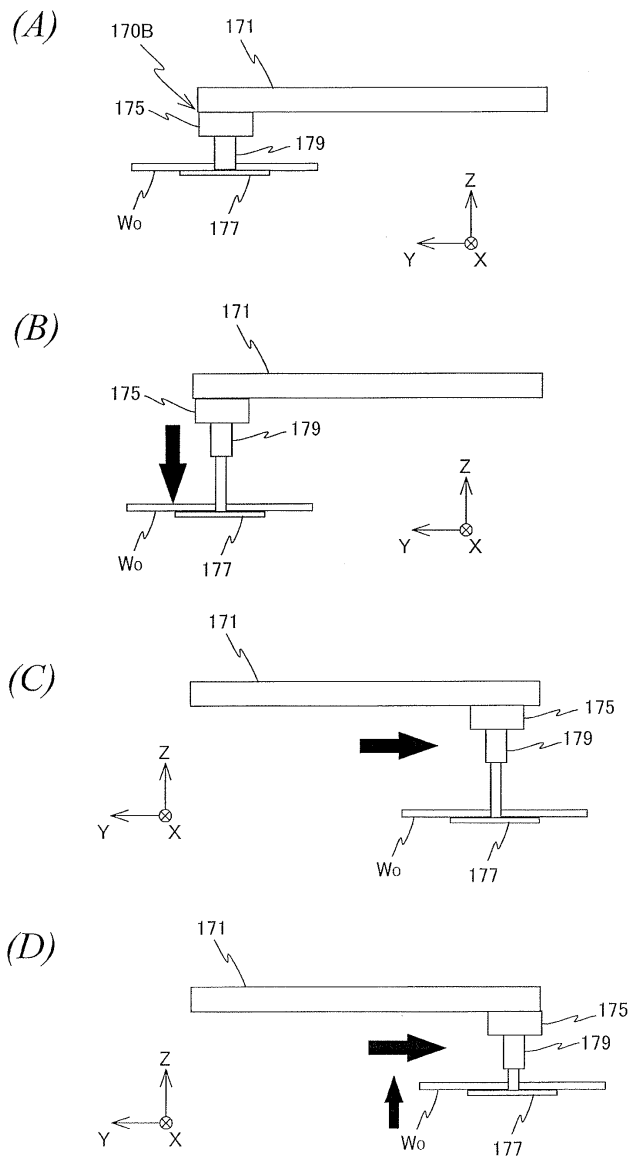
도면30



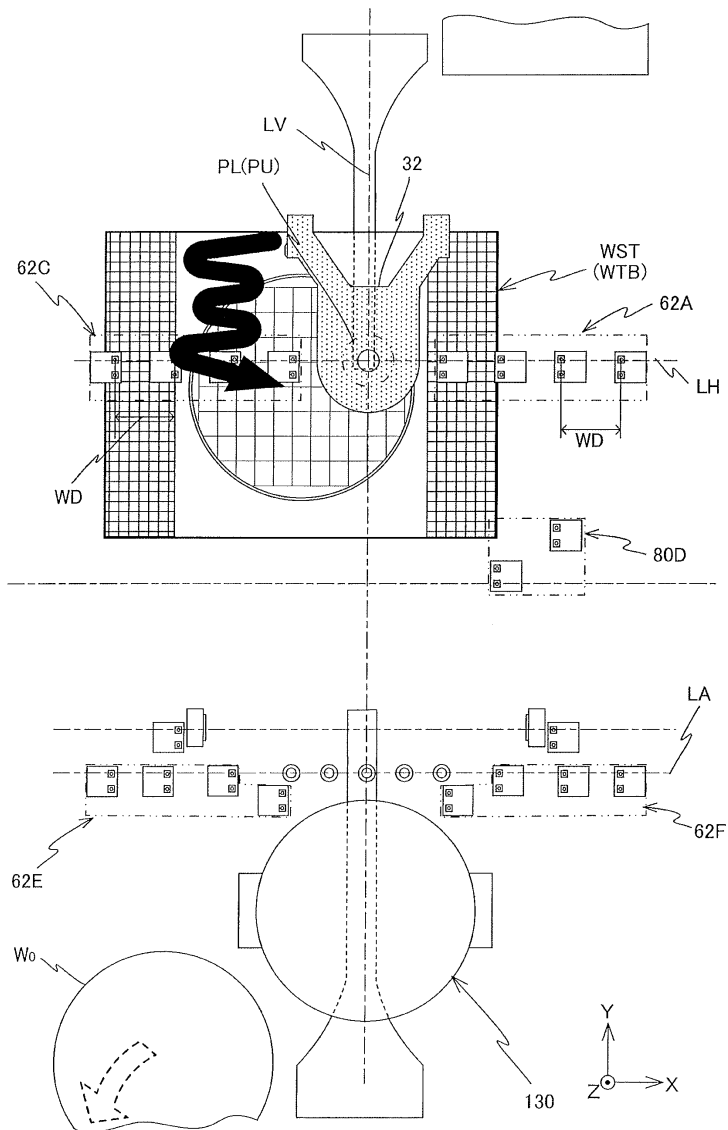
도면31



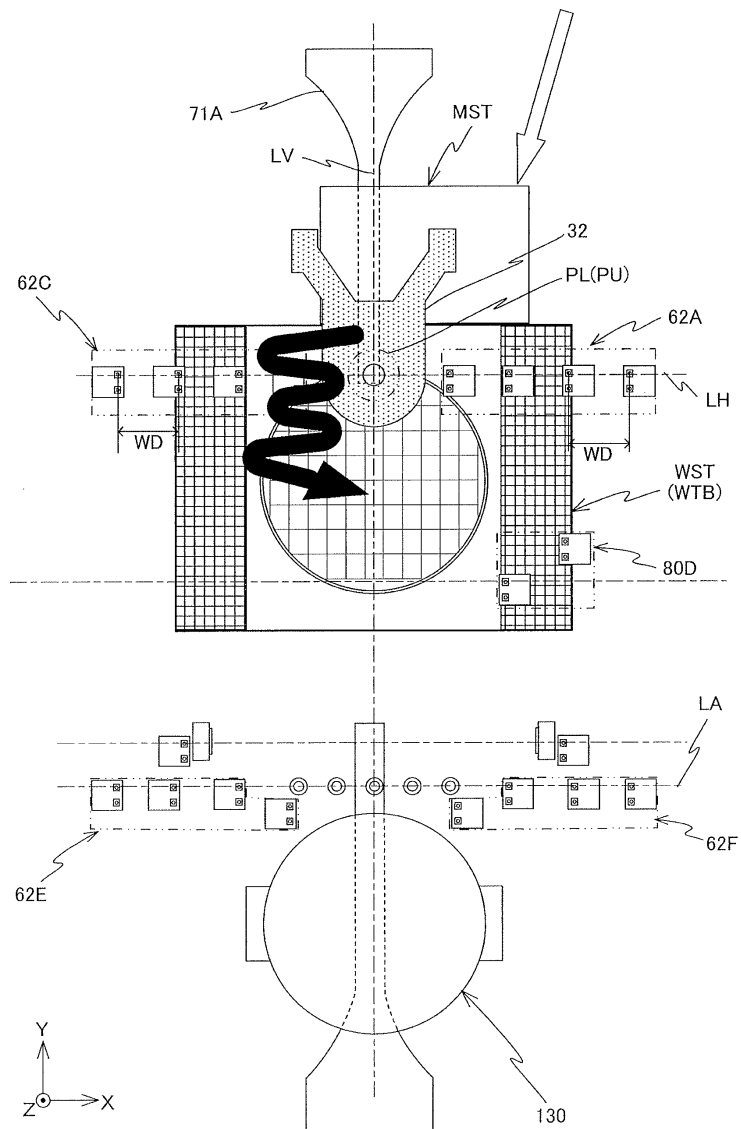
도면32



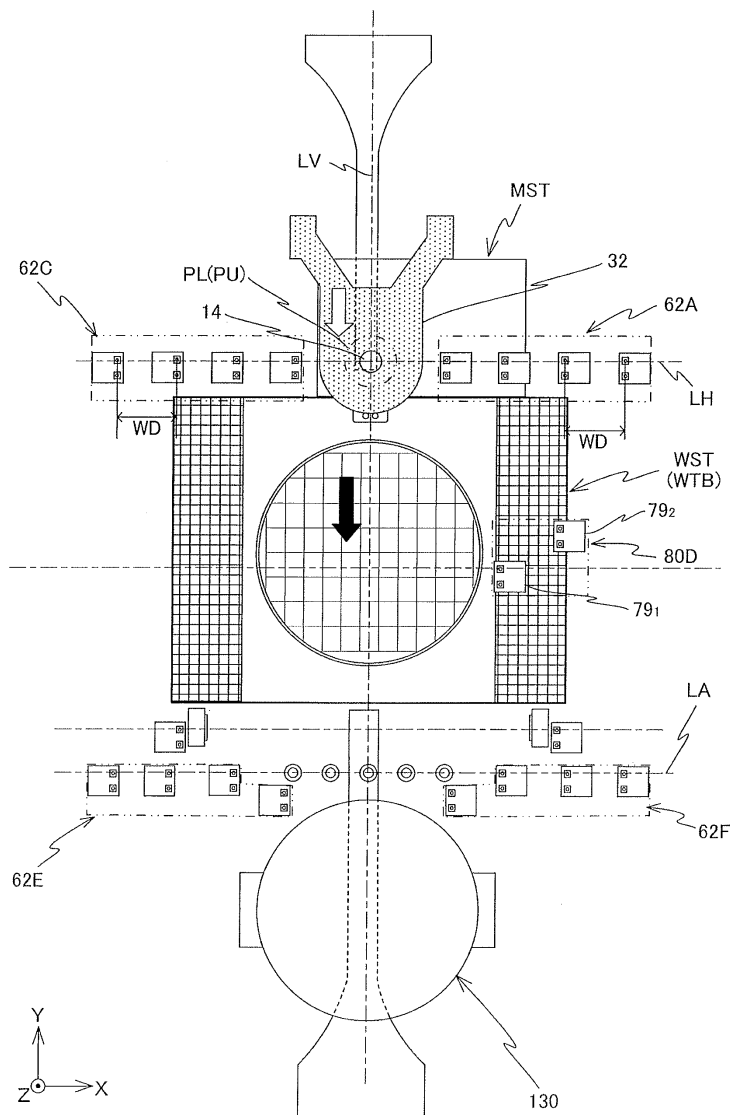
도면33



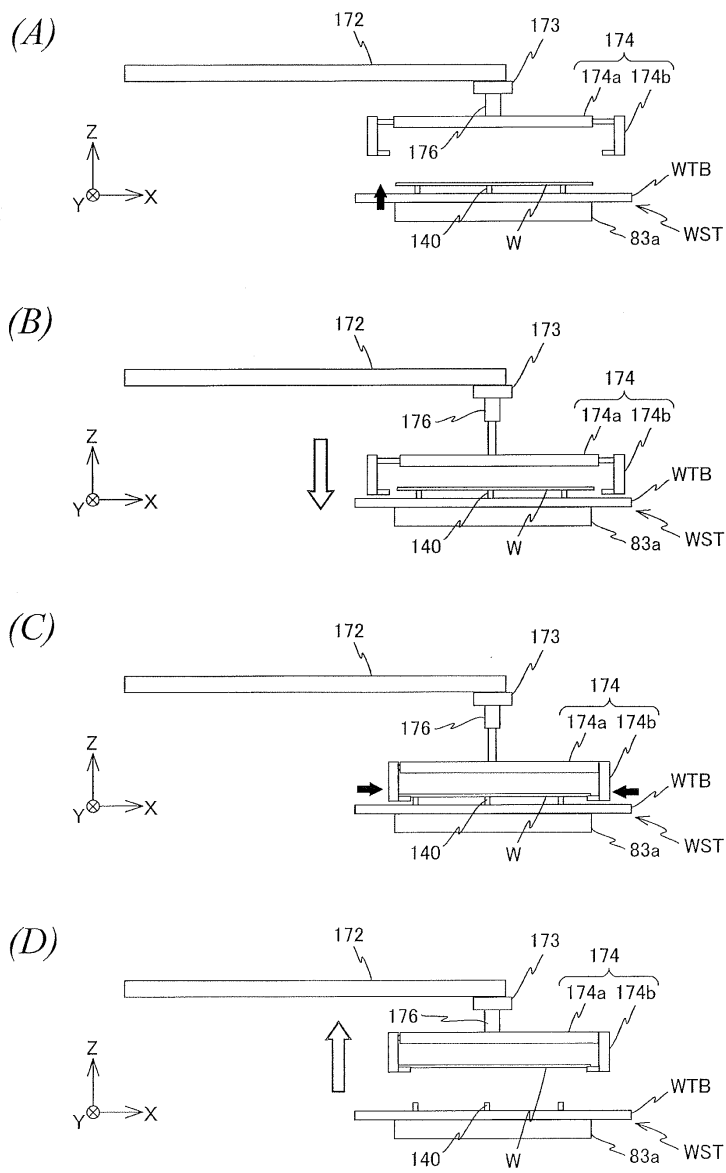
도면34



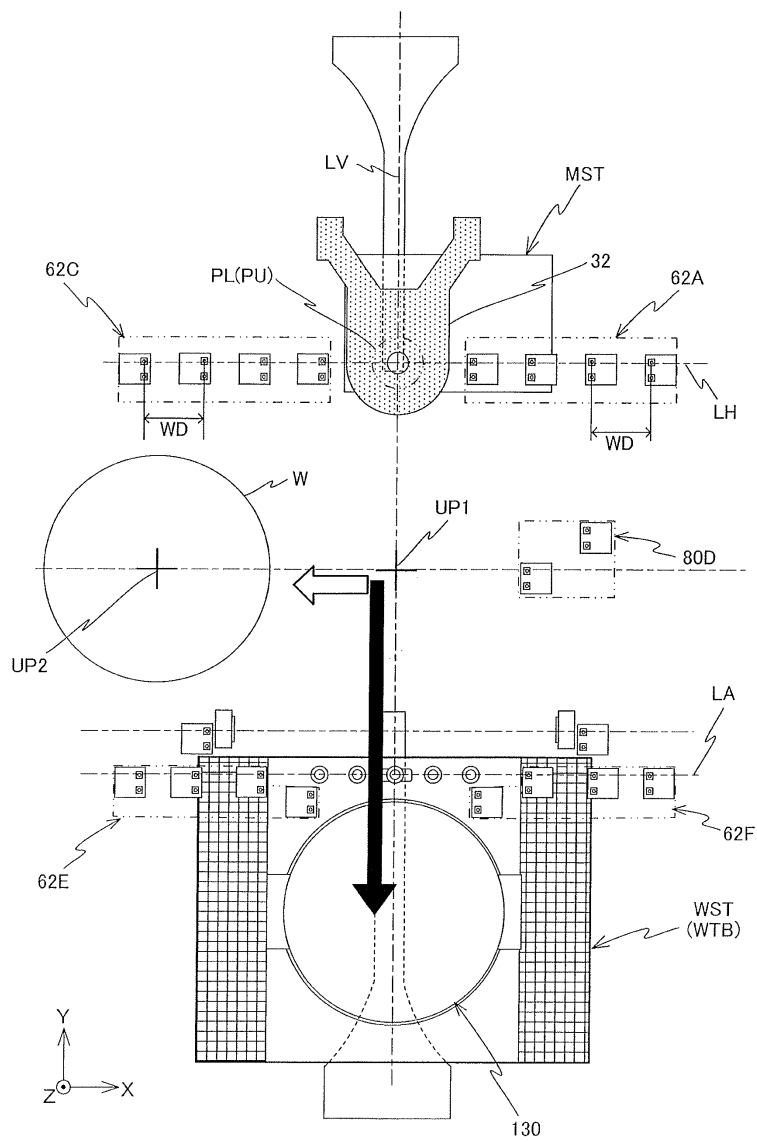
도면35



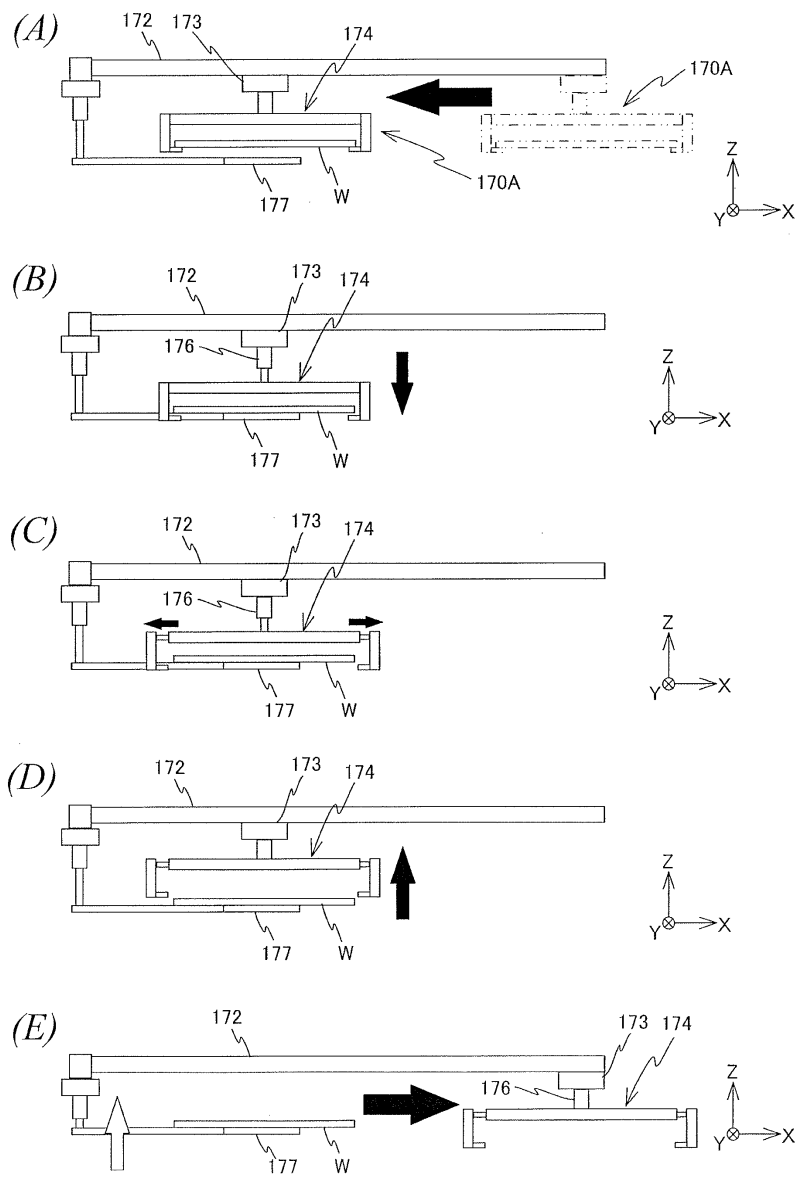
도면36



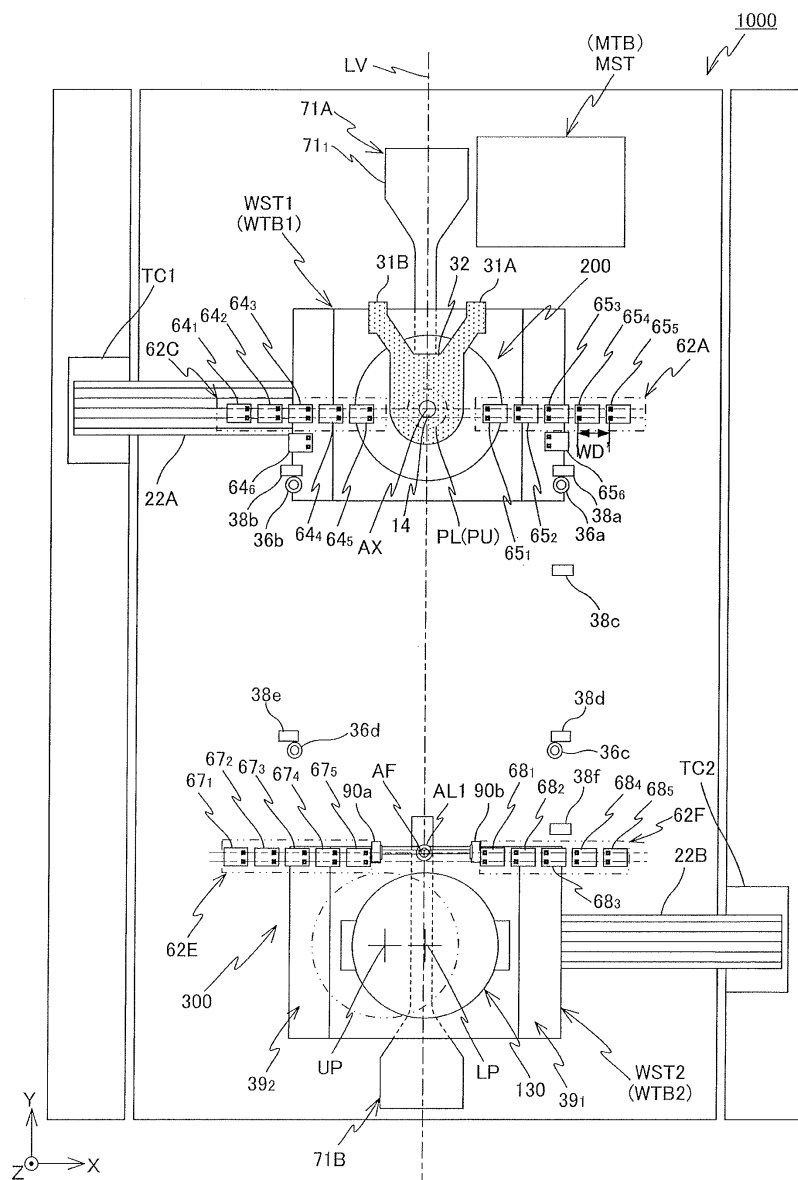
도면37



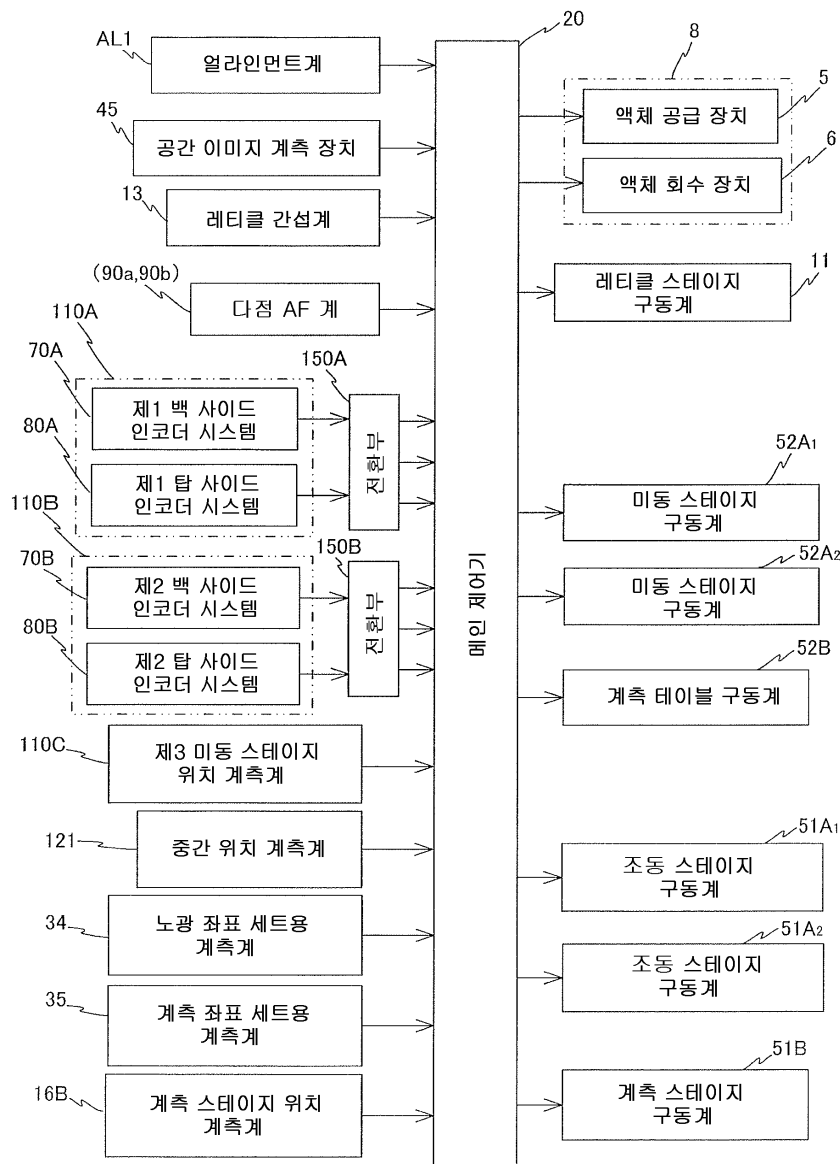
도면38



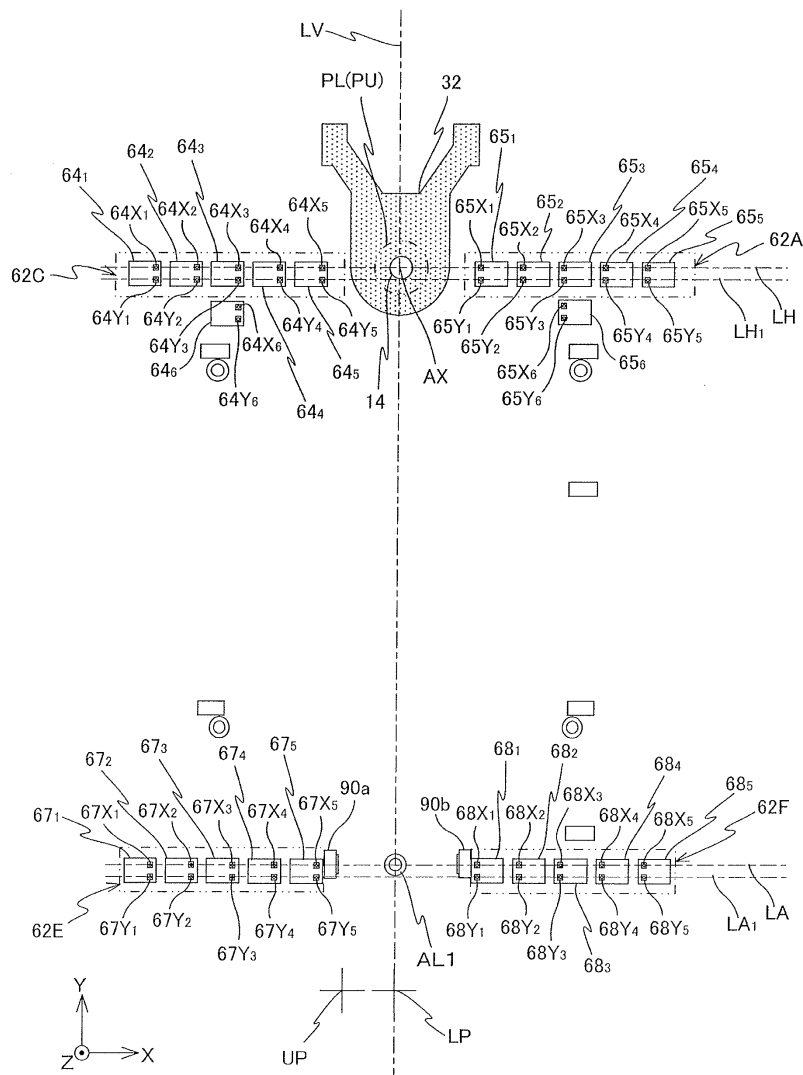
도면39



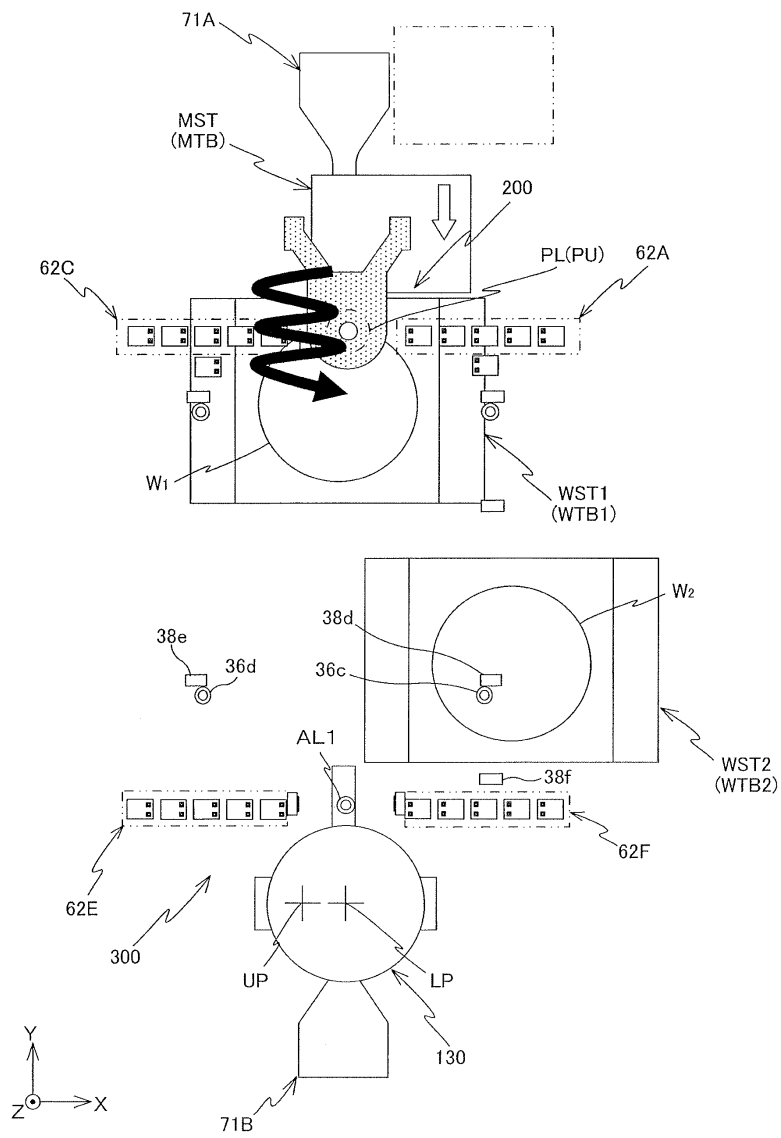
도면40



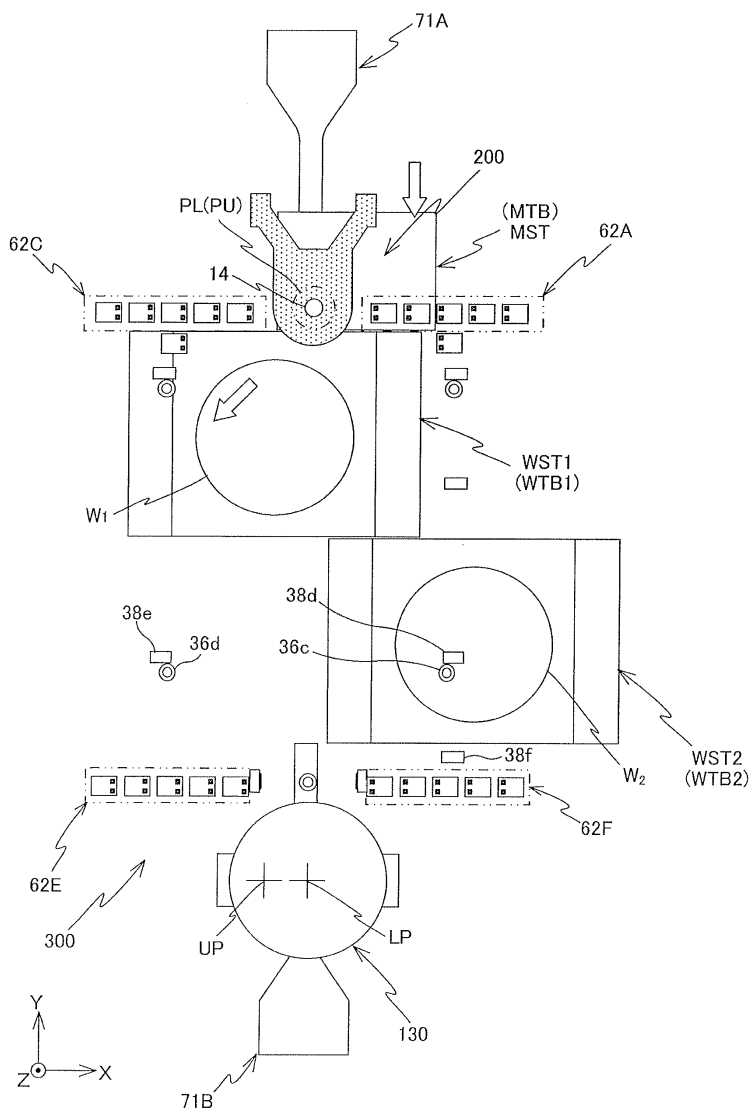
도면41



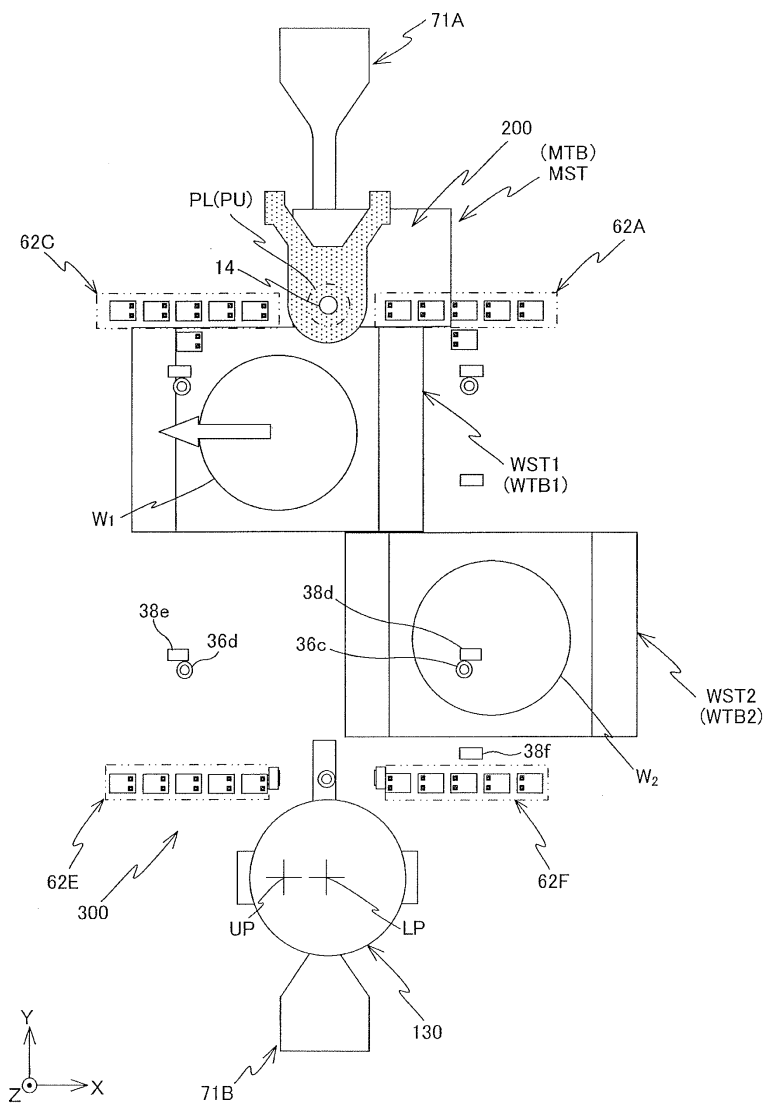
도면42



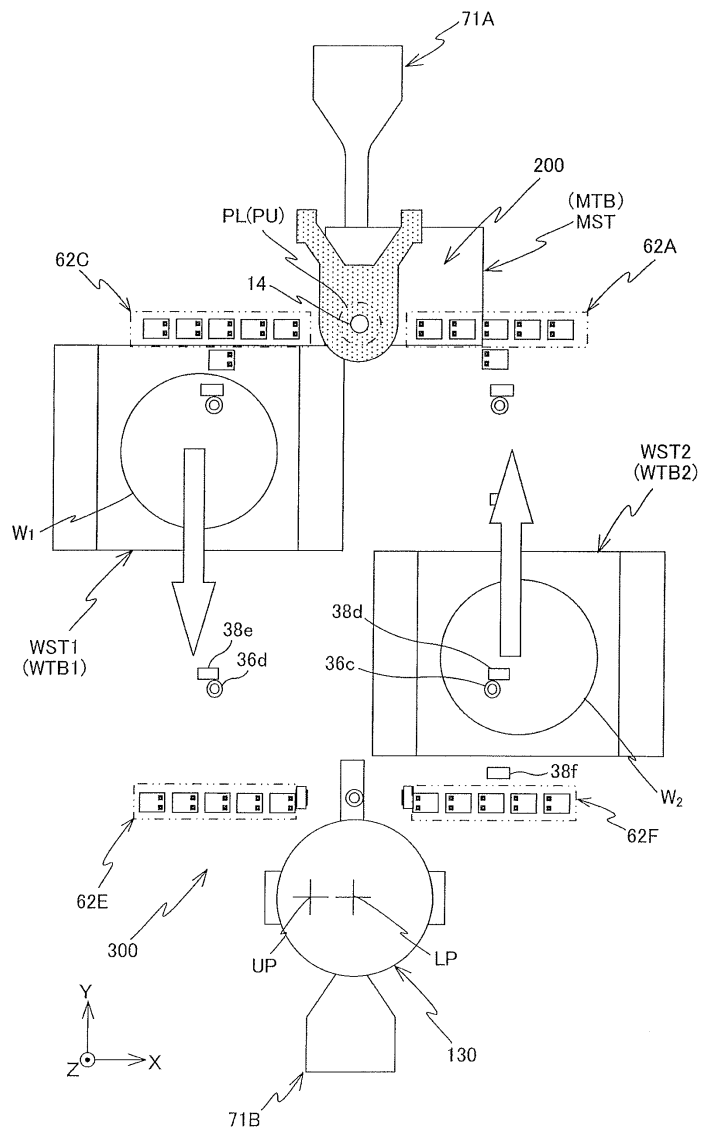
도면43



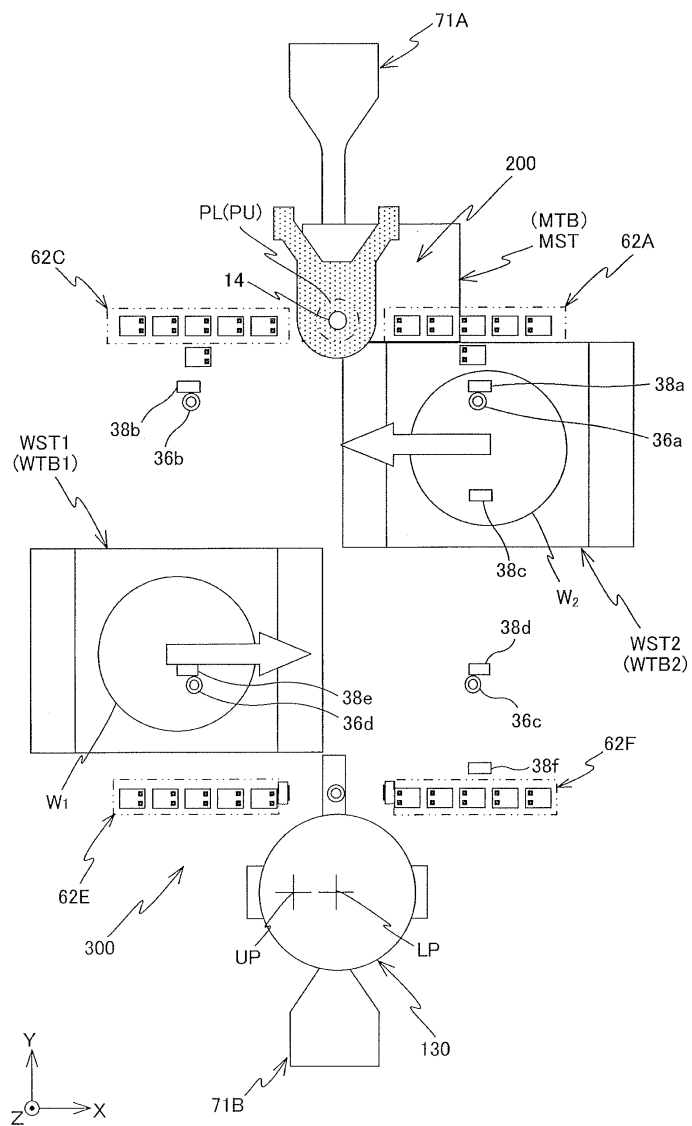
도면44



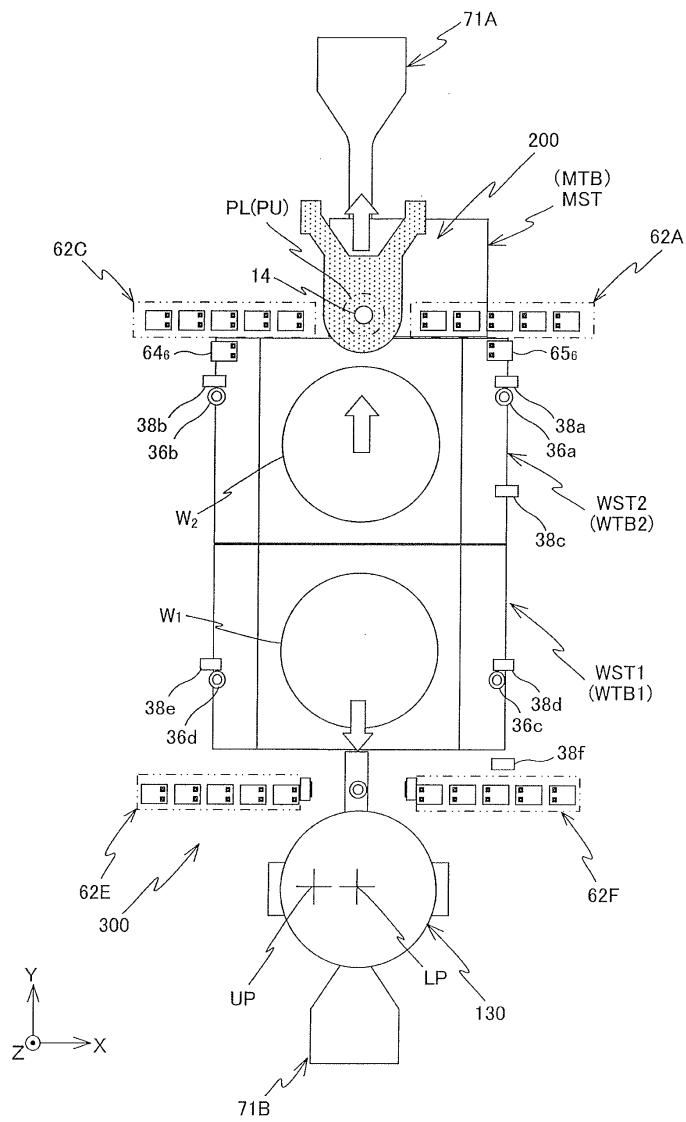
도면45



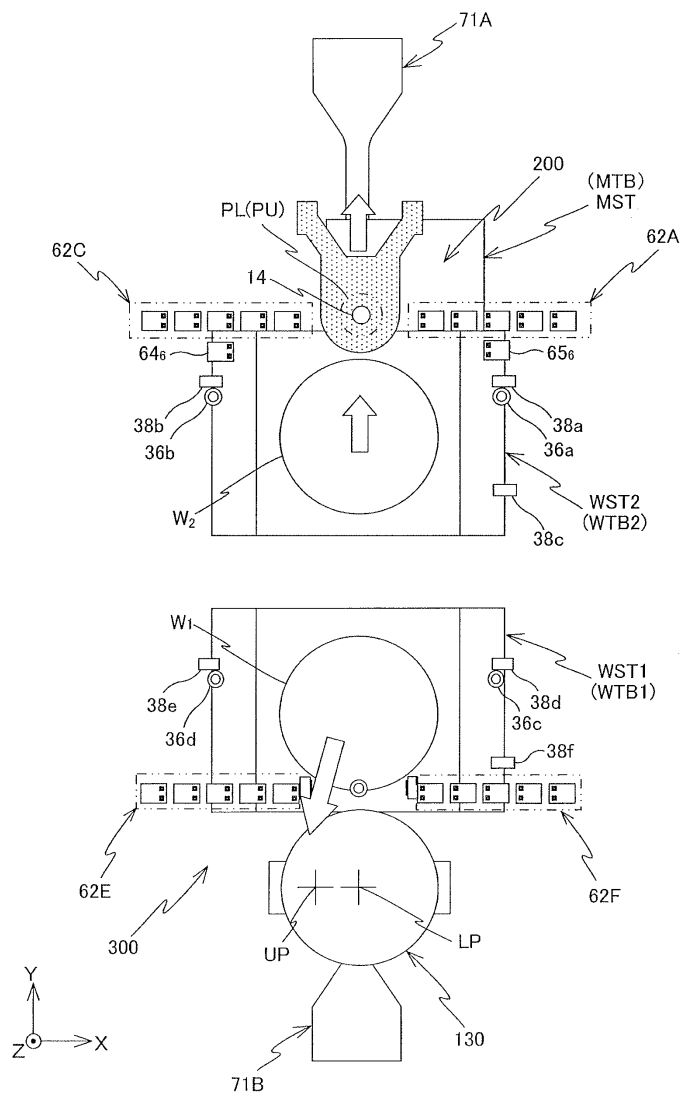
도면46



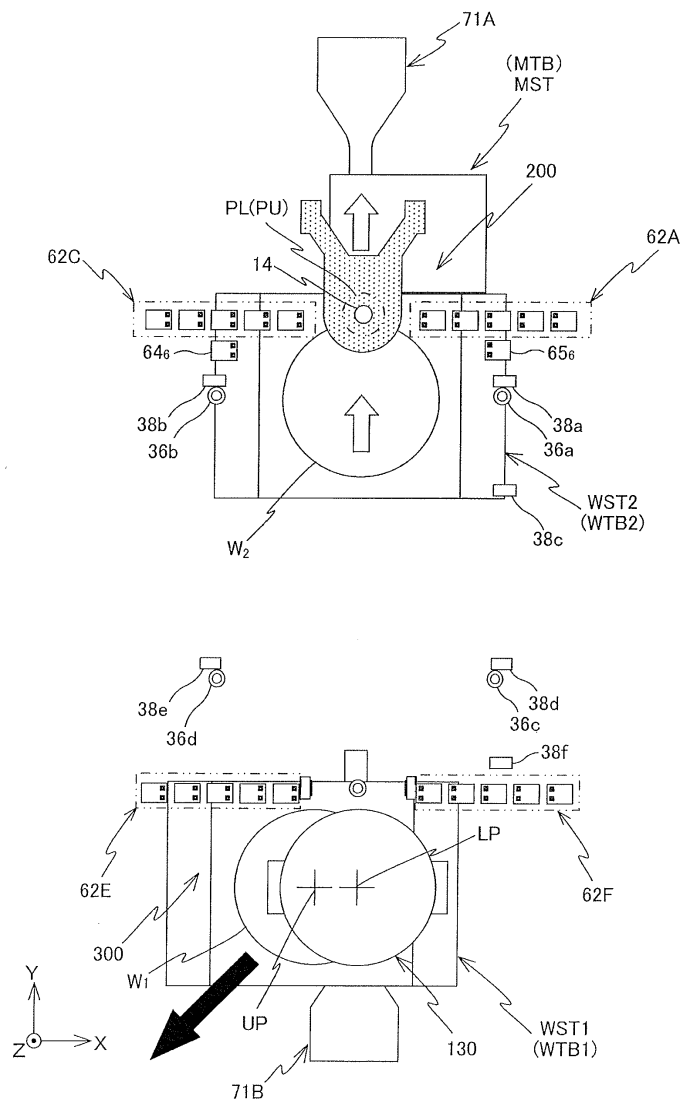
도면47



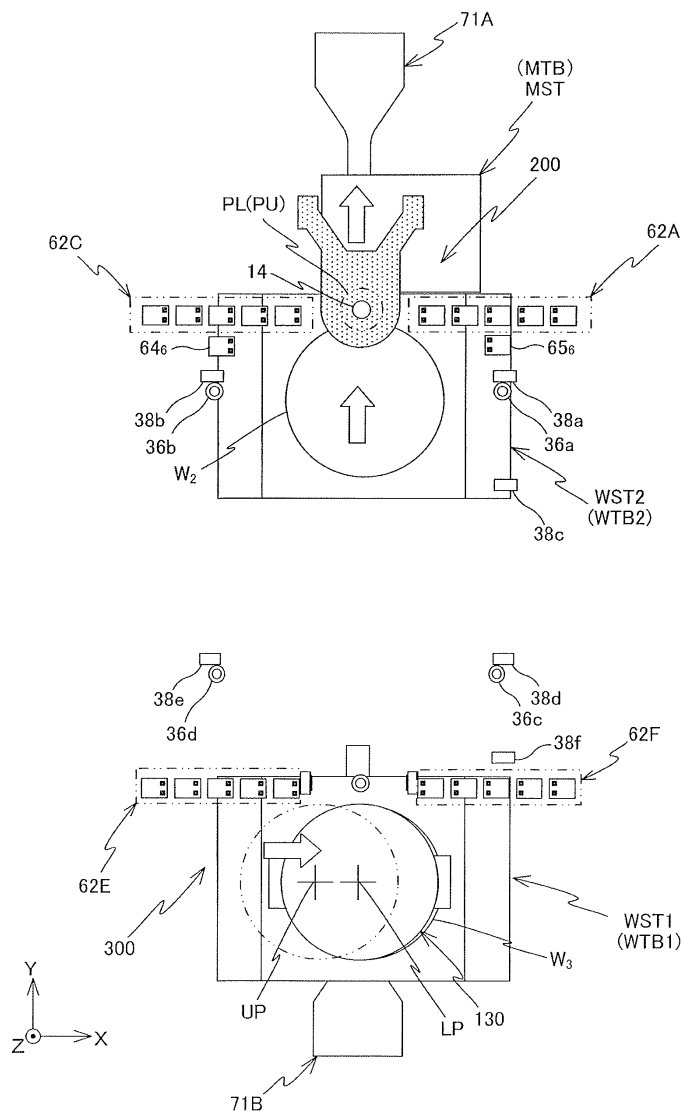
도면48



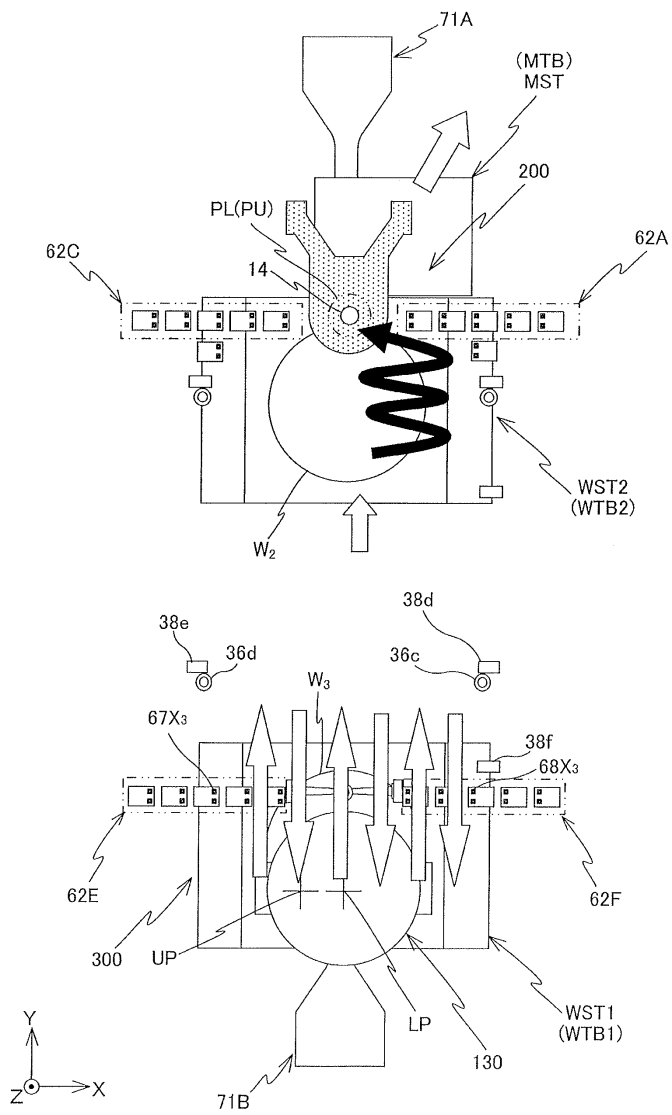
도면49



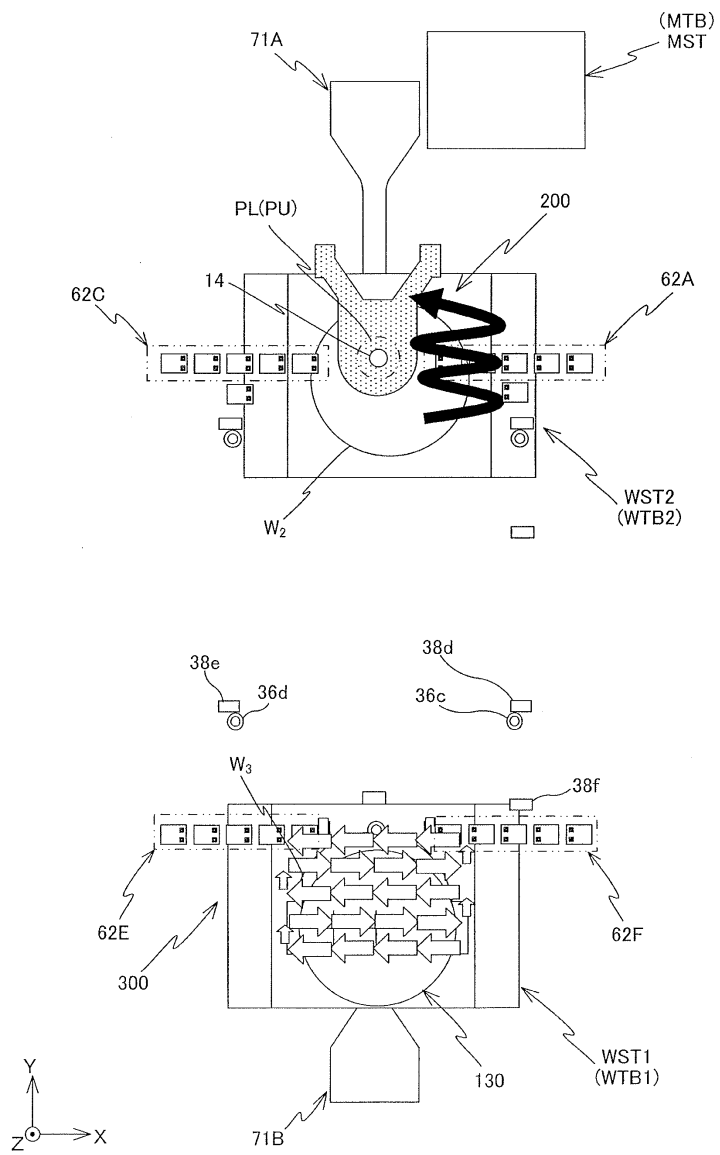
도면50



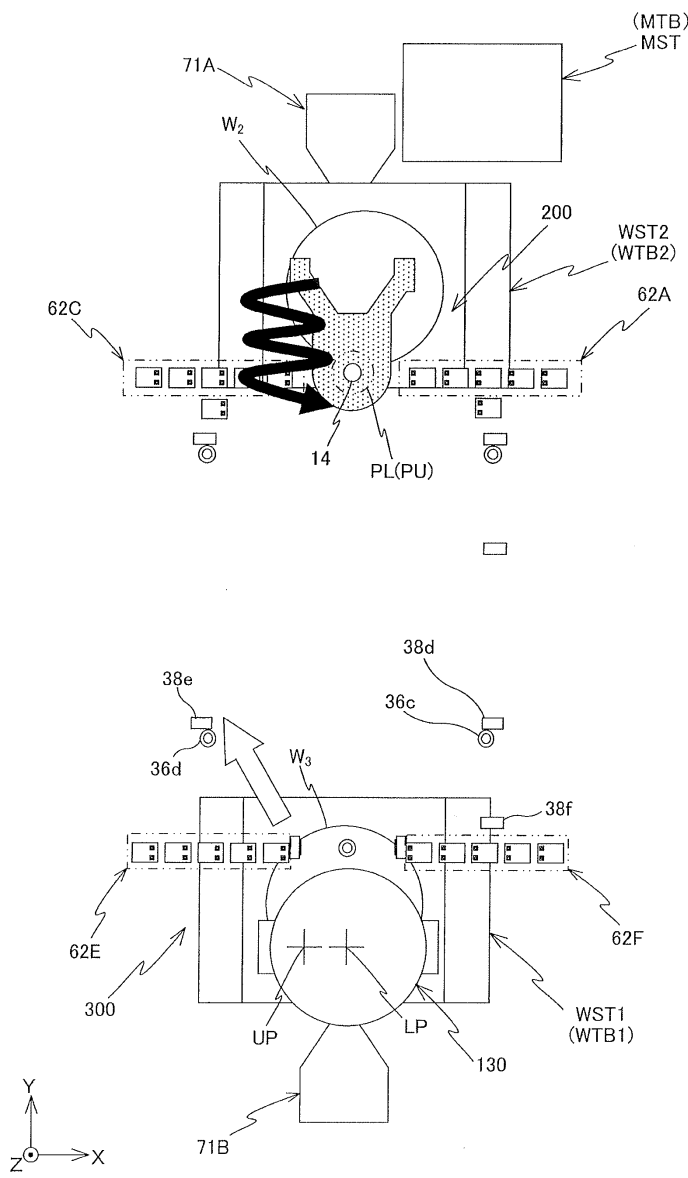
도면51



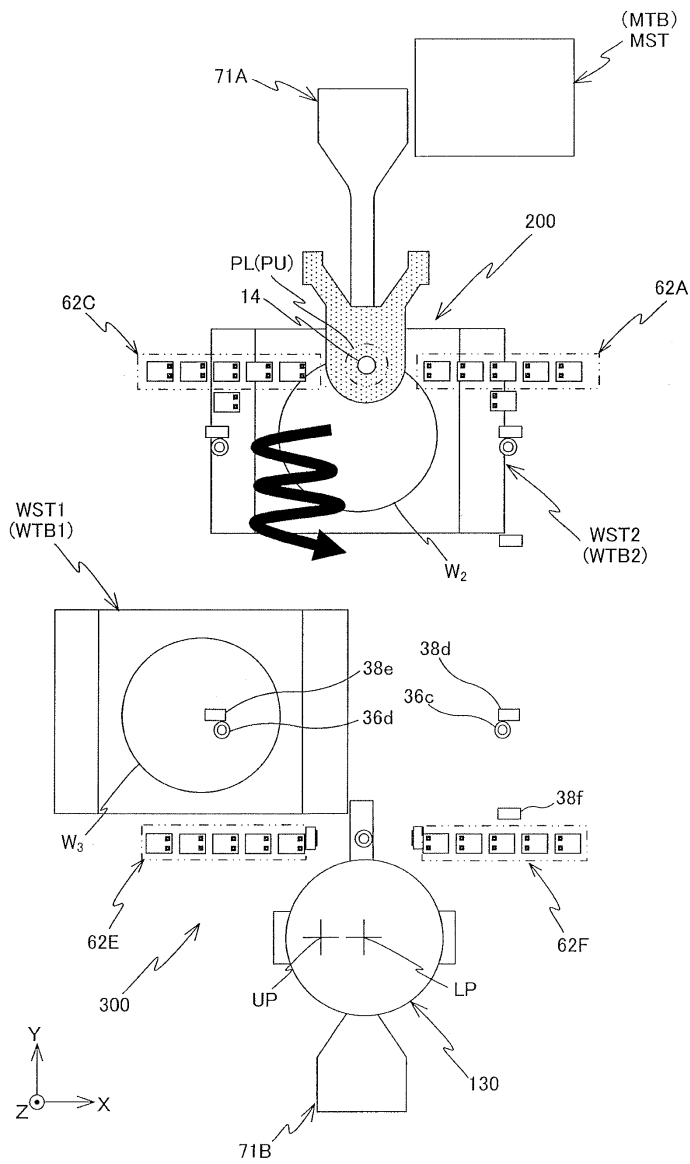
도면52



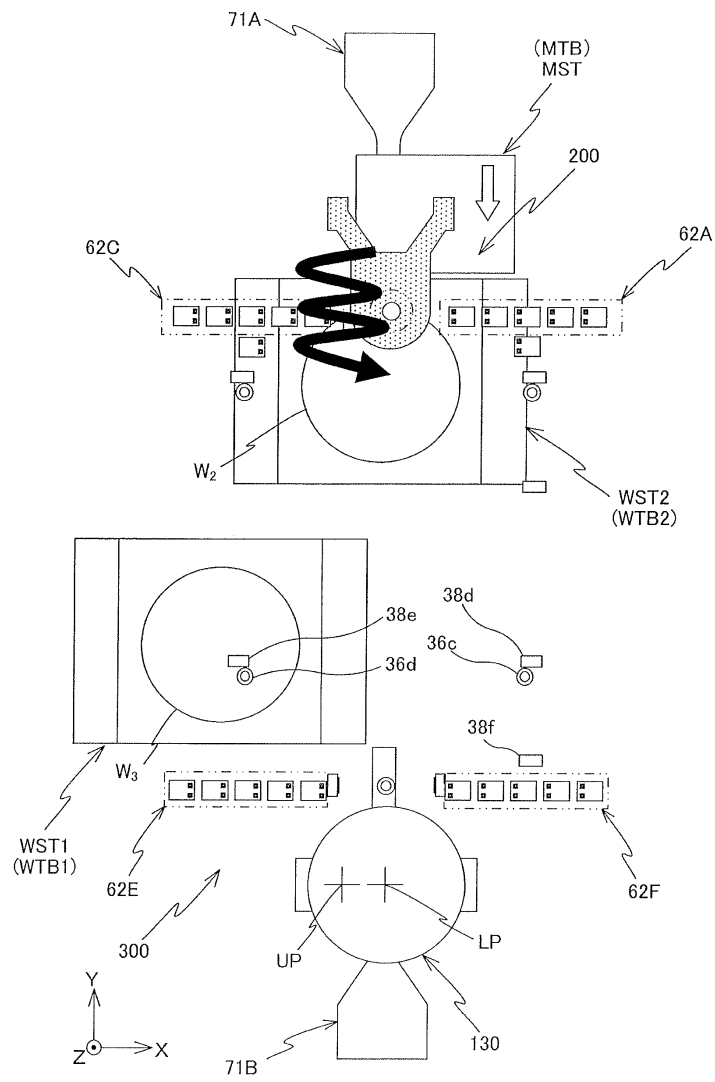
도면53



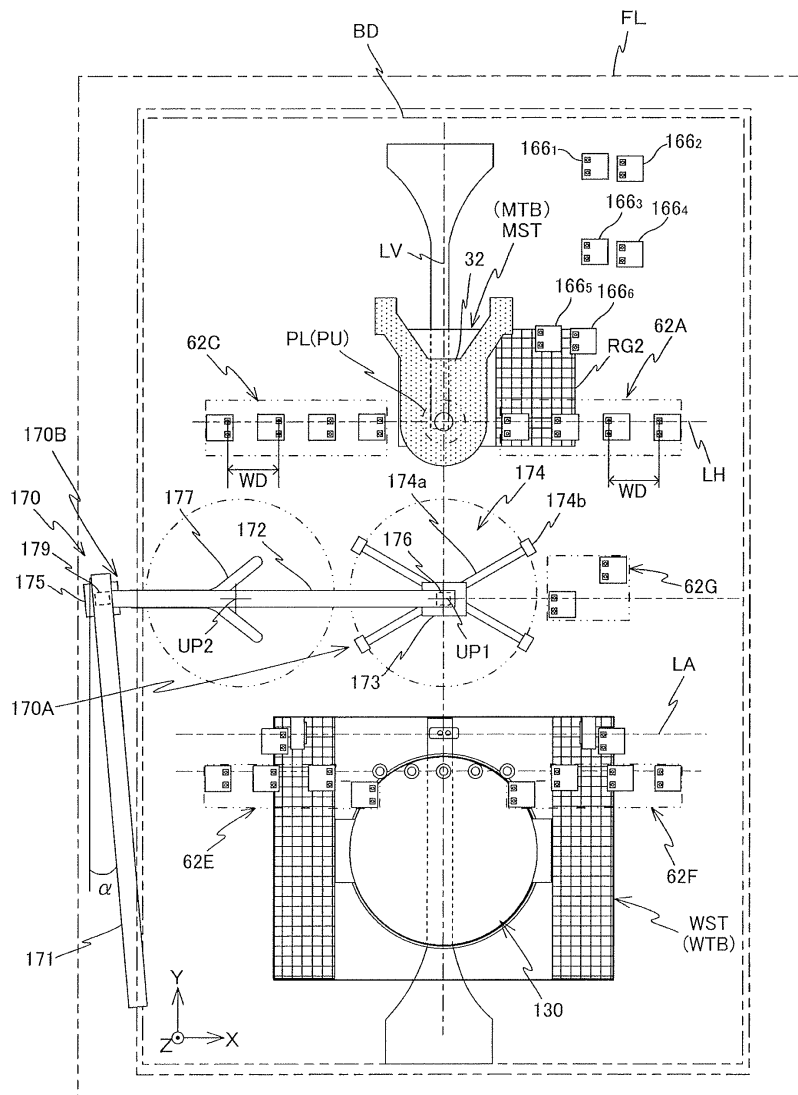
도면54



도면55



도면56



【심사관 직권보정사항】

【저작권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 2, 10

【변경전】

상기 제1 제어 시스템 및 상기 제 2 제어 시스템

【변경후】

상기 제 1 계측 시스템 및 상기 제 2 계측 시스템