(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년03월30일
(11) 등록번호 10-2516159
(24) 등록일자 2023년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/68 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
H01L 21/677 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/682 (2013.01)
H01L 21/67259 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0115676
(22) 출원일자 2019년09월19일
심사청구일자 2022년09월16일
(65) 공개번호 10-2021-0031805
(43) 공개일자 2021년03월23일
(30) 우선권주장
16/570,453 2019년09월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009088184 A
US20120268585 A1
US20170133253 A1
KR1020170015209 A

(73) 특허권자
브룩스 오토메이션 인코퍼레이티드
미합중국, 매사추세츠 01824, 첼름스포드, 엘리자베스 드라이브 15
(72) 발명자
한센 카스파
미국 캘리포니아 94040 마운틴 뷰 윈필드 드라이브 2729
(74) 대리인
리앤목특허법인

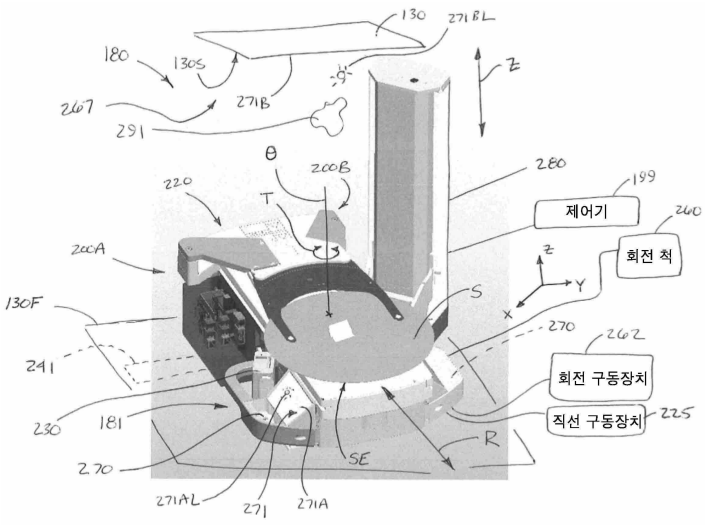
전체 청구항 수 : 총 36 항 심사관 : 신상인

(54) 발명의 명칭 **기판 정렬을 위한 방법 및 장치**

(57) 요 약

이송 아암과 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가진 반도체 웨이퍼 이송 장치. 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암에 결합되며, 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 시행하고 등록하도록 구성된다. 상기 웨이퍼의 표면을 비추는 조명원은, 상기 표면이, 상기 조명원으로부터의, 반사된 면 조명을 상기 광학적 에지 검출 센서 쪽으로 향하도록 하며, 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는, 배경의 배경 반사광을 광학적으로 가리도록 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치된다. 상기 웨이퍼의 주변 에지는, 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 횡단과 일치하는 에지 검출을 시행하기 위한 영상 대조에서 뚜렷하게 보이도록 형성된다.

대 표 도 - 도2a



(52) CPC특허분류
H01L 21/67742 (2013.01)
H01L 21/67766 (2013.01)
H01L 21/683 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

반도체 웨이퍼 이송 장치로서:

프레임;

상기 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암으로서, 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는 이송 아암;

상기 이송 아암에 결합되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하도록 구성된 광학적 에지 검출 센서; 및

상기 프레임에 연결되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면을 조명하도록 구성된 조명원(illumination source);을 포함하며,

상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 조명원은, 상기 표면이, 상기 조명원으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향시키고, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크(optically blank)하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된(optically blanked) 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는, 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 각각의 웨이퍼의 에지 검출이 실행되도록 구성되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)인, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 위에 있는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 아래에 있는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

배경 내에 배치되며, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록 구성된 콘트라스트 면(contrast face)을 더 포함하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상인, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 배경(common background)을 형성하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 조명원은 배면발광 전경 콘트라스트 면(backlit foreground contrast face)을 포함하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 조명원은 전경 콘트라스트 면(foreground contrast face)과 투광기(light projector)를 포함하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 20

반도체 웨이퍼 이송 장치로서:

프레임;

상기 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암으로서, 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는 이송 아암;

상기 이송 아암에 결합되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하도록 구성된 광학적 에지 검출 센서; 및

상기 프레임에 연결되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면으로부터 반사된 콘트라스트 면(contrast face)을 조명하도록 구성된 조명원(illumination source);을 포함하며,

상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 콘트라스트 면은, 상기 표면으로부터 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향된 반사된 콘트라스트 면이, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 웨이퍼의 표면으로부터의 배경광 반사(background light reflection)를 광학적으로 블랭크(optically blank)하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 반사된 콘트라스트 면과 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는, 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 각각의 웨이퍼의 에지 검출이 실행되도록 구성되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 24

제20항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 25

제20항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)인, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 26

제20항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 27

제20항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 웨이퍼 아래에 있는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 28

제20항에 있어서,

상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 웨이퍼 위에 있는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 29

제20항에 있어서,

상기 콘트라스트 면으로부터 상기 웨이퍼의 반대측에 배치되며, 적어도 부분적으로 상기 조명된 배경을 형성하는 배경 콘트라스트 면(background contrast face)을 더 포함하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 30

제29항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 상기 반사된 콘트라스트 면과 상기 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상인, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 31

제20항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 32

제20항에 있어서,

상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 33

제20항에 있어서,

상기 조명원은 상기 콘트라스트 면을 배면조명(backlight)하도록 구성되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 34

제20항에 있어서,

상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 35

제20항에 있어서,

상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

청구항 36

제20항에 있어서,

상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는, 반도체 웨이퍼 이송 장치.

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

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 예시적인 실시예들은 일반적으로 반도체 처리 장치에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로, 반도체 기판 정렬에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 반도체 제조에 있어서, 반도체 웨이퍼와 같은 기판은 처리 및 확인 추적을 포함하는 많은 작업들에 앞서서 특정 방향으로 정렬될 필요가 있다. 일반적으로, 기판들은 회전식 정렬장치(rotary aligner)에 의해 정렬되거나 또는 배면발광 기판(backlit substrate)을 촬상(imaging)함으로써 정렬된다. 회전식 정렬장치는 에지가 기판상의 노치(notch)의 윤곽을 확인하기 위한 촬상 시스템에 의해 보이는 곳으로 기판의 에지를 회전시킨다. 배면발광 기판의 촬상도 촬상 시스템으로 노치의 윤곽을 확인하는 것을 포함하지만, 기판은 회전식 정렬장치와 같이 회전될 필요가 없다. 이러한 정렬 공정들은 라인 기판 처리(line substrate processing)의 전단부(front end)에서는 주효하지만 후단부(back end) 기판 처리에서는 문제가 있을 수 있다.

[0003] 후단부 기판 처리에서, 기판은 몰딩된 기판(molded substrate)의 형태일 수 있다. 몰딩된 기판은, 예를 들어, 몰딩 공정에서 오직 기판의 바닥면(bottom side)만 볼 수 있도록 남겨두고 기판의 상면 또는 전면(frontside)은 에폭시로 덮인 표준 기판이다. 몰딩 공정은 기판 내의 노치를 에폭시로 채우게 되며, 이는 위에서 언급된 회전식 정렬 및 백라이트(backlight) 정렬 방법들이 노치의 윤곽을 확인하는 것을 막는다(즉, 노치의 윤곽은 더 이

상 보이지 않거나 검출이 어려울 수 있다).

발명의 내용

[0004] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 반도체 웨이퍼 이송 장치는:

[0005] 프레임;

[0006] 상기 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암으로서, 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는 이송 아암;

[0007] 상기 이송 아암에 결합되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하도록 구성된 광학적 에지 검출 센서; 및

[0008] 상기 프레임에 연결되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면을 조명하도록 구성된 조명원(illumination source);을 포함하며,

[0009] 상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 조명원은, 상기 표면이, 상기 조명원으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 상기 광학적 에지 검출 센서로 또는 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향시키고, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크(optically blank)하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

[0010] 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된(optically blanked) 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0011] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단한다.

[0012] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단한다.

[0013] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는, 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 각각의 웨이퍼의 에지 검출이 실행되도록 구성된다.

[0014] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0015] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)이다.

[0016] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0017] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 위에 있다.

[0018] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 아래에 있다.

[0019] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 반도체 웨이퍼 이송 장치는, 배경 내에 배치되며 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록 구성된 콘트라스트 면(contrast face)을

더 포함한다.

[0020] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상이다.

[0021] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0022] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 배경(common background)을 형성한다.

[0023] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0024] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 배면발광 전경 콘트라스트 면(backlit foreground contrast face)을 포함한다.

[0025] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 전경 콘트라스트 면(foreground contrast face)과 투광기(light projector)를 포함한다.

[0026] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0027] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성한다.

[0028] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0029] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 반도체 웨이퍼 이송 장치는:

[0030] 프레임;

[0031] 상기 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암으로서, 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는 이송 아암;

[0032] 상기 이송 아암에 결합되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하도록 구성된 광학적 에지 검출 센서; 및

[0033] 상기 프레임에 연결되며, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면으로부터 반사된 콘트라스트 면(contrast face)을 조명하도록 구성된 조명원(illumination source);을 포함하며,

[0034] 상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 콘트라스트 면은, 상기 표면으로부터 상기 광학적 에지 검출 센서로 또는 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향된 반사된 콘트라스트 면이, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 웨이퍼의 표면으로부터의 배경광 반사(background light reflection)를 광학적으로 블랭크(optically blank)하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

[0035] 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 반사된 콘트라스트 면과 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0036] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기

프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단한다.

[0037] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단한다.

[0038] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는, 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 각각의 웨이퍼의 에지 검출이 실행되도록 구성된다.

[0039] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0040] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)이다.

[0041] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0042] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 웨이퍼 아래에 있다.

[0043] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 웨이퍼 위에 있다.

[0044] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 반도체 웨이퍼 이송 장치는 상기 콘트라스트 면으로부터 상기 웨이퍼의 반대측에 배치되며, 적어도 부분적으로 상기 조명된 배경을 형성하는 배경 콘트라스트 면(background contrast face)을 더 포함한다.

[0045] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 상기 반사된 콘트라스트 면과 상기 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상이다.

[0046] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0047] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0048] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 콘트라스트 면을 배면조명(backlight)하도록 구성된다.

[0049] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0050] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성한다.

[0051] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0052] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 웨이퍼의 에지를 검출하기 위한 방법은:

[0053] 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암을 제공하는 단계로서, 상기 이송 아암은 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는, 단계;

[0054] 상기 이송 아암에 결합된 광학적 에지 검출 센서에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하는 단계; 및

[0055] 상기 프레임에 연결된 조명원(illumination source)에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면을 조명하는 단계;를 포함하며,

[0056] 상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 조명원은, 상기 표면이, 상기 조명원으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 상기 광학적 에지 검출 센서로 또는 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향시키고, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크(optically blank)하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

[0057] 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0058] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단한다.

[0059] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단한다.

[0060] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 각각의 웨이퍼의 에지 검출은 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 실행된다.

[0061] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0062] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)이다.

[0063] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0064] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 위에 있다.

[0065] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 아래에 있다.

[0066] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 배경 내에 콘트라스트 면(contrast face)이 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경을 광학적으로 블랭크하도록 구성된다.

[0067] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상이다.

[0068] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0069] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 배경(common background)을 형성한다.

[0070] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0071] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 배면발광 전경 콘트라스트 면(backlit foreground contrast face)을 포함한다.

[0072] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0073] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성한다.

[0074] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0075] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 웨이퍼의 에지를 검출하기 위한 방법은:

[0076] 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암을 제공하는 단계로서, 상기 이송 아암은 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는, 단계;

[0077] 상기 이송 아암에 결합된 광학적 에지 검출 센서에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하는 단계; 및

[0078] 상기 프레임에 연결된 조명원(illumination source)에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면으로부터 반사된 콘트라스트 면(contrast face)을 조명하는 단계;를 포함하며,

[0079] 상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 콘트라스트 면은, 상기 표면으로부터 상기 광학적 에지 검출 센서로 또는 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향된 반사된 콘트라스트 면이, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 웨이퍼의 표면으로부터의 배경광 반사(background light reflection)를 광학적으로 블랭크하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

[0080] 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 반사된 콘트라스트 면과 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0081] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단한다.

[0082] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단한다.

[0083] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는, 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 각각의 웨이퍼의 에지 검출이 실행되도록 구성된다.

[0084] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0085] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)이다.

[0086] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0087] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 웨이퍼 아래에 있다.

[0088] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 웨이퍼 위에 있다.

[0089] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 적어도 부분적으로 상기 조명된 배경을 형성하는 배경 콘트라스트 면(background contrast face)이 상기 콘트라스트 면으로부터 상기 웨이퍼의 반대측에 배치된다.

[0090] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 상기 반사된 콘트라스트 면과 상기 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상이다.

[0091] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0092] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0093] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 콘트라스트 면을 배면조명(backlight)하도록 구성된다.

[0094] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0095] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성한다.

[0096] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0097] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 웨이퍼를 정렬하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은:

[0098] 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암을 제공하는 단계로서, 상기 이송 아암은 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는, 단계;

[0099] 상기 이송 아암에 결합된 광학적 에지 검출 센서에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지되며 미리 결정된 기준 위치에 대하여 제1 위치에 있는 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하는 단계; 및

[0100] 상기 광학적 에지 검출 센서로부터의 에지 검출 데이터에 근거하여 상기 제1 위치로부터 제2 위치로 미리 결정된 기준 위치에 대한 웨이퍼의 정렬의 변경을 실행하기 위해 상기 웨이퍼를 상기 이송 아암에 의해 적어도 부분적으로 이동시키는 단계;를 포함하며,

[0101] 상기 에지 검출 데이터는, 상기 프레임에 연결된 조명원(illumination source)에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면을 조명함으로써 생성되며, 상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 조명원은, 상기 표면이, 상기 조명원으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 상기 광학적 에지 검출 센서로 또는 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향시키고, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록, 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며;

[0102] 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0103] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단한다.

[0104] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단한다.

[0105] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 각각의 웨이퍼의 에지 검출은 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 실행된다.

[0106] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0107] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)이다.

[0108] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0109] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 위에 있다.

[0110] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 아래에 있다.

[0111] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 배경 내에 콘트라스트 면(contrast face)이 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경을 광학적으로 블랭크하도록 구성된다.

[0112] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상이다.

[0113] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0114] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 배경(common background)을 형성한다.

[0115] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0116] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 배면발광 전경 콘트라스트 면(backlit foreground contrast face)을 포함한다.

[0117] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 전경 콘트라스트 면(foreground contrast face)과 투광기(light projector)를 포함한다.

[0118] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0119] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성한다.

[0120] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0121] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 웨이퍼를 정렬하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은:

[0122] 프레임에 이동 가능하게 장착된 이송 아암을 제공하는 단계로서, 상기 이송 아암은 상기 프레임에 대하여 직선으로 횡단하도록 상기 이송 아암에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터를 가지는, 단계;

[0123] 상기 이송 아암에 결합된 광학적 에지 검출 센서에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출(edge detection)을 기록하고 실행하는 단계로서, 상기 광학적 에지 검출 센서로부터의 에지 검출 데이터는 상기 이송 아암으로 전송되는 웨이퍼 정렬 데이터의 결정 요인(determinative)인, 단계; 및

[0124] 상기 프레임에 연결된 조명원(illumination source)에 의해, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 표면을 조명하는 단계;를 포함하며,

[0125] 상기 표면은 상기 웨이퍼의 주변부 에지를 묘사하고(delineate), 상기 조명원은, 상기 표면이, 상기 조명원으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 상기 광학적 에지 검출 센서로 또는 상기 광학적 에지 검출 센서를 향해 지향시키고, 상기 웨이퍼의 주변부 에지에서, 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록(optically blank), 상기 광학적 에지 검출 센서에 대하여 배치되며,

[0126] 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 상기 웨이퍼의 주변부 에지는 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0127] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 제1 방향으로 직선으로 횡단한다.

[0128] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 엔드 이펙터는 제2 방향으로 상기 이송 아암에 대하여 직선으로 횡단한다.

[0129] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 각각의 웨이퍼의 에지 검출은 상기 이송 아암 상의 적어도 하나의 엔드 이펙터의 각각의 엔드 이펙터의 제2 방향으로의 횡단에 의해 그리고 제2 방향으로의 횡단과 일치하여 실행된다.

[0130] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0131] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 적어도

하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 센서(common sensor)이다.

[0132] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야를 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0133] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 배면(backside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 위에 있다.

[0134] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 광학적 에지 검출 센서는 상기 광학적 에지 검출 센서의 시야가 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 전면(frontside surface)으로 지향되도록 배치되며, 배경은 웨이퍼 아래에 있다.

[0135] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 배경 내에 콘트라스트 면(contrast face)이 배치되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 보이는 배경을 광학적으로 블랭크하도록 구성된다.

[0136] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은, 상기 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사 및 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(image contrast)를 형성하기 위해, 상기 주변부 에지를 돋보이도록 형성하는 그레이 스케일(gray scale) 또는 어두운 색상이다.

[0137] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0138] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 배경(common background)을 형성한다.

[0139] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 콘트라스트 면은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 콘트라스트 면은 상기 콘트라스트 면을 통과하는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

[0140] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 배면발광 전경 콘트라스트 면(backlit foreground contrast face)을 포함한다.

[0141] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 전경 콘트라스트 면(foreground contrast face)과 투광기(light projector)를 포함한다.

[0142] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착된다.

[0143] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 이송 아암과 함께 하나의 유닛으로서 상기 프레임에 대하여 이동하도록 상기 이송 아암에 장착되며, 상기 조명원은 상기 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼의 각각의 웨이퍼의 에지 검출을 실행하는 공통 조명(common illumination)을 형성한다.

[0144] 본 발명의 하나 이상의 측면들에 따르면, 상기 조명원은 상기 프레임에 고정적으로 장착되며, 상기 조명원은 상기 조명원을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 상기 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 에지 검출을 실행한다.

도면의 간단한 설명

[0145] 개시된 실시예의 앞서 말한 측면들 및 다른 특징들은 첨부된 도면들과 관련하여 아래의 설명에서 설명된다.

도 1a, 1b, 및 1c는 본 발명의 측면들을 포함하는 예시적인 기판 처리 시스템들이며;

도 2a는 본 발명의 측면들을 포함하는 도 1a-1c의 기판 이송 장치의 부분 개략 사시도이며;

도 2b는 본 발명의 측면들을 포함하는 도 2a의 기판 이송 장치의 부분 개략 사시도이며;

도 2c-2f는 본 발명의 측면들에 따른 기판 이송 아암들의 개략적인 사시도들이며;

도 2h와 2i는 본 발명의 측면들에 따른 도 1a-1c의 기판 이송 장치의 부분 개략도들이며;

도 2j는 본 발명의 측면들에 따른 도 1a-1c의 기판 이송 장치의 개략도이며;

도 2k-2w는 본 발명의 측면들에 따른 도 1a-1c의 기판 이송 장치의 부분 개략도들이며;

도 2x는 본 발명의 측면들에 따라 검출된 몰딩된 웨이퍼의 몰딩 재료 내의 기판 특징 아티팩트들의 개략도이며;

도 3a는 본 발명의 측면들에 따른 도 2a의 기판 이송 장치의 촬상장치를 통해 보이는 기판의 부분 개략도이며;

도 3b는 본 발명의 측면들에 따라 도 3a에 도시된 기판의 부분의 처리된 이미지의 개략도이며;

도 3c는 본 발명의 측면들에 따라 극좌표 공간으로 변형된 도 3b의 처리된 이미지의 개략도이며;

도 4a는 본 발명의 측면들을 포함하는 도 1a와 1b의 기판 이송 장치의 부분 개략도이며;

도 4b는 본 발명의 측면들에 따른 도 2a의 기판 이송 장치의 촬상장치를 통해 보이는 기판의 부분의 개략도이며;

도 5a는 본 발명의 측면들을 포함하는 도 1a와 1b의 정렬장치의 부분 개략도이며;

도 5b는 본 발명의 측면들에 따른 도 5a의 정렬장치의 촬상장치를 통해 보이는 기판의 부분의 개략도이며;

도 6a와 6b는 각각 본 발명의 측면들에 따른 기판의 개략도와 극좌표 공간으로 변형된 기판의 부분의 개략도이며;

도 7은 본 발명의 측면들에 따른 방법의 흐름도이며;

도 8은 본 발명의 측면들에 따른 방법의 흐름도이며;

도 9는 본 발명의 측면들에 따른 방법의 흐름도이며;

도 10a는 본 발명의 측면들에 따른 예시적인 처리 시스템의 개략도이며;

도 10b는 예시적인 종래의 처리 시스템의 개략도이며;

도 11은 본 발명의 측면들에 따라 도 10a와 10b의 처리 시스템들의 이송 시간을 비교한 도표이며;

도 12a-12d는 본 발명의 측면들에 따른 머신 비전 시스템의 부분 개략도들이며;

도 13a-13d는 본 발명의 측면들에 따른 머신 비전 시스템의 부분 개략도들이며;

도 14는 본 발명의 측면들에 따른 방법(들)의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0146] 도 1a, 1b, 및 1c는 본 발명의 측면들에 따른 예시적인 기판 처리 장치(100, 150, 165)를 도시한다. 본 발명의 측면들은 도면들을 참조하여 설명될 것이지만, 본 발명의 측면들은 많은 형태로 구현될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 덧붙여, 임의의 적합한 크기, 형상 또는 유형의 요소들 또는 재료들이 사용될 수 있다.

[0147] 본 발명의 측면들은 기판(S)의 정렬을 위한 장치와 방법을 제공한다. 상기 기판(S)은 임의의 적합한 기판들일 수 있으며, 이는 반도체 웨이퍼, 평판 디스플레이, 또는 임의의 다른 적합한 반도체 기판을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다. 본 발명의 측면들은 하나 이상의 반도체 공정들에 채용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 측면들은 라인 공정(line process)의 전단부(front end)(140)(예를 들어, 에칭, 화학 기상 증착, 플라즈마 기상 증착, 주입(implantation), 계측, 급속 열처리, 건식 스트립 원자층(dry strip atomic layer), 산화/확산, 질소의 형성, 리소그라피(lithography), 에피택시(epitaxy), 또는, 포함하지는 않지만 금속 상호연결 층들의 증착까지의 반도체 내에 패터닝 된 개개의 반도체 구조물의 제조를 위한 다른 박막 공정과 같은 일반적으로 진공을 사용하는 박막 공정) 내에 채용될 수 있다. 본 발명의 측면들은 라인 공정의 후단부(back end)(160)(예를 들어, 일반적으로 라인 공정(140)의 전단부에 의해 형성된 반도체 구조물의 금속 상호연결 층들의 제조와 관련되며 라인 공정의 전단부 후에 최종 패시베이션 층의 제조까지 포함하는 임의의 적합한 공정 단계들을 포함한다) 내에 채용될 수도 있다. 본 발명의 측면들은 후단부 공정(170)(예를 들어, 일반적으로 기판 시험, 기판 배면 연마,

다이 분리, 다이 시험, IC(집적회로) 패키징, 및 최종 시험을 포함한다) 내에 채용될 수 있다.

[0148] 하나의 측면에서, 본 발명은, 상기 기판 이송 장치(180)에 의해 홀딩된 기판(S)의 하나의 기판 홀딩 위치로부터 다른 하나의 기판 홀딩 위치로의 이송 중에/직선 횡단 및/또는 아치형 횡단과 일치하여(즉, 기판 이송 장치(180)의 기판 홀더에 의해 운반되는/홀딩된 동안에 즉각적으로) 기판(S)의 온보드 정렬(onboard alignment)을 위해, 기판 이송 장치(180)에 현장 정렬장치(in-situ aligner)를 제공한다. 본 발명의 다른 측면은 기판 이송 장치(180)가 정렬을 위한 기판들(S)을 이송하는 정지 기판 정렬 스테이션을 제공한다.

[0149] 본 발명의 측면들은, 노치 및/또는 다른 특징들의 윤곽이 막혔는지/기판(S)의 전면(frontside surface)(TS)을 덮는 에폭시(예컨대, 후단부 공정(170)에서 사용되는 몰딩 재료(370)(도 3a))에 의해 채워졌는지 여부에 상관없이(즉, 기판이 몰딩된 기판인지 여부에 상관없이), 노치(notch)(350)(도 3a) 및/또는 기판 내의 다른 적합한 특징들을 확인하기 위해, 기판(S)의 적어도 부분의 제어된 높은 콘트라스트의 이미지들을 제공하는 머신 비전 시스템(machine vision system)을 포함한다. 상기 머신 비전 시스템은, 여기서 설명되는 콘트라스트 면들과 같은, 기판(S)의 고반사 표면(예를 들어, 후단부 공정(170)의 경우에 바닥면(BS), 또는 라인 공정의 전단부(150)와 라인 공정의 후단부(160)의 경우에, 예를 들어, 전면(TS) 또는 바닥면(BS))의 제어된(예를 들어, 노치(350) 및/또는 다른 특징들을 혼란스럽게 하는 특징들이 없는) 콘트라스트 이미지를 제공하는 요소들을 포함함으로써, 기판(S)의 부분의 이미지가 포착되어 기판(S)의 노치(350) 및/또는 다른 특징들의 위치를 확인하기 위한 임의의 적합한 방식으로 분석되도록 한다. 기판(S)의 중심(SC)의 오정렬 각도와 정합 이동(registration shift)뿐만 아니라 (예를 들어, 기판(S)의 직경을 포함하는) 기판(S)의 에지 형상은 기판(S)의 부분의 이미지와 노치(350)의 위치로부터 임의의 적합한 방식으로 측정될 수 있다.

[0150] 도 1a를 참조하면, 상기 기판 처리 장치(100)는 로드 포트(load port)(120), 이송 챔버(130), 및 상기한 바와 같은 임의의 적합한 라인 공정(140)의 전단부를 포함한다. 상기 로드 포트(120)는 이송 챔버(130)에 결합되며 임의의 적합한 기판 캐리어(carrier)(110)를 이송 챔버(130)에 접속시키도록 구성된다. 상기 이송 챔버(130)는 라인 공정의 전단부(140)에 결합되며, 기판들이 이송 챔버(130)와 라인 공정의 전단부(140) 사이를 통과하기 위한 임의의 적합한 개구 및/또는 밸브들을 포함한다. 상기 이송 챔버(130)는 캐리어(110)와 라인 공정의 전단부(140) 사이에서 기판들을 이송하도록 구성된 기판 이송 장치(180)를 포함한다. 상기 캐리어(110)는 임의의 적합한 캐리어(110), 예를 들어 전방 개방 캐리어(적합한 예는 도 1a와 1b에 도시된 전방 개방 통합 포드(FOUP)) 또는 바닥 개방 캐리어(적합한 예는 표준 기계 인터페이스(SMIF) 포드)일 수 있다. 하나의 측면에서, 상기 캐리어(110)는 2015년 8월 11일 등록된 미국 특허 번호 9,105,673호(명칭 "Side Opening Unified Pod")에 개시된 것과 실질적으로 유사할 수 있으며, 그 개시 내용은 그 전체가 여기에 참조로서 통합된다. 하나의 측면에서, 상기 이송 챔버(130)는 라인 공정의 전단부(140)와 동일한 분위기(예컨대, 진공 분위기)를 가지며; 한편, 다른 측면들에서, 상기 이송 챔버는 대기 환경을 가지고, 라인 공정의 전단부(140)는, 라인 공정의 전단부(140)의 처리 환경의 저하 없이 라인 공정의 전단부(140)와 이송 챔버(130) 사이에서 기판들(S)을 이송하기 위한 임의의 적합한 로드 록(load lock)을 포함한다.

[0151] 도 1b를 참조하면, 기판 처리 장치(150)는 로드 포트(120), 이송 챔버(130), 및 상기한 바와 같은 임의의 적합한 라인 공정(160)의 후단부를 포함한다. 상기 로드 포트(120)는 이송 챔버(130)에 결합되며 임의의 적합한 기판 캐리어(110)를 이송 챔버(130)에 접속시키도록 구성된다. 상기 이송 챔버(130)는 라인 공정의 후단부(160)에 결합되며, 기판들이 이송 챔버(130)와 라인 공정의 후단부(160) 사이를 통과하기 위한 임의의 적합한 개구 및/또는 밸브들을 포함한다. 상기 이송 챔버(130)는 캐리어(110)와 라인 공정의 후단부(160) 사이에서 기판들을 이송하도록 구성된 기판 이송 장치(180)를 포함한다. 상기 캐리어(110)는 임의의 적합한 캐리어(110), 예를 들어 전방 개방 캐리어(적합한 예는 도 1a와 1b에 도시된 전방 개방 통합 포드(FOUP)) 또는 바닥 개방 캐리어(적합한 예는 표준 기계 인터페이스(SMIF) 포드)일 수 있다. 하나의 측면에서, 상기 캐리어(110)는 2015년 8월 11일 등록된 미국 특허 번호 9,105,673호(명칭 "Side Opening Unified Pod")에 개시된 것과 실질적으로 유사할 수 있으며, 그 개시 내용은 그 전체가 여기에 참조로서 통합된다. 하나의 측면에서, 상기 이송 챔버(130)는 라인 공정의 후단부(160)와 동일한 분위기(예컨대, 진공 분위기)를 가지며; 한편, 다른 측면들에서, 상기 이송 챔버는 대기 환경을 가지고, 라인 공정의 후단부(160)는, 라인 공정의 후단부(160)의 처리 환경의 저하 없이 라인 공정의 후단부(160)와 이송 챔버(130) 사이에서 기판들(S)을 이송하기 위한 임의의 적합한 로드 록(load lock)을 포함한다.

[0152] 도 1c를 참조하면, 기판 처리 장치(165)는 로드 포트(120), 이송 챔버(130), 및 상기한 바와 같은 임의의 적합한 후단부 공정(170)을 포함한다. 상기 로드 포트(120)는 이송 챔버(130)에 결합되며 임의의 적합한 기판 캐리어(110)를 이송 챔버(130)에 접속시키도록 구성된다. 상기 이송 챔버(130)는 후단부 공정(170)에 결합되며, 기

판들이 이송 챔버(130)와 후단부 공정(760) 사이를 통과하기 위한 임의의 적합한 개구 및/또는 밸브들을 포함한다. 상기 이송 챔버(130)는 캐리어(110)와 후단부 공정(170) 사이에서 기판들을 이송하도록 구성된 기판 이송 장치(180)를 포함한다. 상기 캐리어(110)는 임의의 적합한 캐리어(110), 예를 들어 전방 개방 캐리어(적합한 예는 도 1a와 1b에 도시된 전방 개방 통합 포드(FOUP)) 또는 위에서 언급된 바닥 개방 캐리어(적합한 예는 표준 기계 인터페이스(SMIF) 포드)일 수 있다. 하나의 측면에서, 상기 캐리어(110)는 2015년 8월 11일 등록된 미국 특허 번호 9,105,673호(명칭 "Side Opening Unified Pod")에 개시된 것과 실질적으로 유사할 수 있으며, 그 개시 내용은 그 전체가 여기에 참조로서 통합된다.

[0153] 도 2j를 참조하면, 본 발명의 측면들은 대기 이송 로봇(atmospheric transport robot)(180)(여기서 기판 이송 장치로서 언급된다)과 관련하여 설명될 것이지만, 개시된 실시예의 측면들은 진공 이송 로봇들에도 동등하게 적용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 구현될 수 있는 바와 같이, 상기 기판 이송 장치(180)는 적어도 X 방향 및/또는 Y 방향으로 이동할 수 있도록 직선 슬라이드(linear slide)(이하에서 더 상세하게 설명됨) 또는 붐 아암(boom arm)("Substrate Processing Apparatus"라는 명칭으로 2014년 8월 11일에 출원된 미국 특허 출원 번호 14/377,987호에 개시되며, 그 개시 내용은 그 전체가 여기에 참조로서 통합됨)에 장착되며; 반면에 다른 측면들에서, 상기 기판 이송 장치(180)는 기판 이송 장치(180)의 베이스(240)가 X 방향 및/또는 Y 방향의 이동으로부터 고정되도록 장착된다. 도시된 구성은 오직 설명의 목적으로 나타낸 것이며, 도시된 구성요소들의 배열, 형상 및 설치는 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고서 원하는 바에 따라 변할 수 있다.

[0154] 도 2j에 도시된 바와 같이, 하나의 측면에서, 상기 기판 이송 장치(180)는 이송 챔버(130)의 프레임(130F)에 이동 가능하게 장착되거나, 또는 다른 측면들에서 임의의 적합한 모듈의 프레임, 예컨대 라인 공정 모듈의 전단부의 프레임 또는 라인 공정 모듈의 후단부의 프레임에 이동 가능하게 장착된다. 이 측면에서, 상기 기판 이송 장치(180)는 X, Y, Z, Θ 및 R(기판 홀더 또는 엔드 이펙터의 연장) 축들 중 하나 이상을 따라서 기판을 이동시키기 위해 임의의 적합한 수의 구동축들을 포함한다. 예를 들어, 상기 기판 이송 장치(180)는 이송 아암(180TA)을 포함하며, 상기 이송 아암(180TA)은, 하나의 측면에서, 프레임(130F)에 이동 가능하게 장착되도록 캐리지(carriage)(241)에 장착된다. 상기 캐리지(241)는, 하나의 측면에서, X 방향으로 이동 가능하도록 슬라이드(241S)에 장착되며; 다른 측면에서, 상기 캐리지(241)는 X 방향 (및/또는 Y 방향)으로 고정되도록 프레임(130F)에 장착된다. 하나의 측면에서, 임의의 적합한 구동장치(drive)(242)는 프레임(130F)에 장착되며 베이스(240)를 X 방향으로 이동시키기 위한 임의의 적합한 전달장치(transmission) (242T)에 의해 캐리지(214)에 구동 가능하게 연결된다. 이 측면에서, 상기 전달장치(242T)는 벨트와 풀리 전달장치이며 상기 구동장치(242)는 회전 구동장치이지만, 다른 측면들에서 상기 구동장치(242)는, 임의의 적합한 전달장치에 의해 또는 전달장치 없이(예컨대, 캐리지가 선형 액추에이터의 구동 부분을 포함하는 경우) 캐리지(241)에 구동 가능하게 연결되는 선형 액추에이터이다.

[0155] 도 2a를 참조하면, 상기 기판 이송 장치(180)는 본 발명의 측면들에 따라 도시된다. 상기 기판 이송 장치(180)는 임의의 적합한 이송 아암(들)(180TA), 예를 들어, 도 2d에 도시된 바와 같은 직선 슬라이드 이송 아암(214) 또는 (예컨대, 도 2c-2f에 도시된 것과 같은) 임의의 적합한 아암 링키지 기구를 가진 임의의 다른 적합한 아암을 포함한다. 아암 링키지 기구의 적합한 예들은, 예를 들어, 2009년 8월 25일에 등록된 미국 특허 번호 7,578,649호; 1998년 8월 18일에 등록된 5,794,487호, 2011년 5월 24일에 등록된 7,946,800호; 2002년 11월 26일에 등록된 6,485,250호, 2011년 2월 22일에 등록된 7,891,935호; 2013년 4월 16일에 등록된 8,419,341호; 2011년 11월 10일에 출원된 "Dual Arm Robot"이라는 명칭의 미국 특허출원 번호 13/293,717호; 2013년 9월 5일에 출원된 "Linear Vacuum Robot with Z Motion and Articulated Arm"이라는 명칭의 미국 특허출원 번호 13/861,693호; 2010년 1월 19일에 등록된 미국 특허 번호 7,648,327호(명칭 "Wafer Engine"); 2019년 1월 25일에 출원된 미국 특허출원 번호 16/257,595호(명칭 "Automatic Wafer Centering Method and Apparatus"); 및 2015년 10월 30일에 출원된 미국 특허출원 번호 14/928,352호(명칭 "Wafer Aligner")에서 찾을 수 있으며, 이들의 개시 내용들은 모두 그 전체가 여기에 참조로서 통합된다.

[0156] 개시된 실시예의 측면들에서, 상기 적어도 하나의 이송 아암(180TA)은, 상부 아암, 밴드-구동형(band-driven) 포어아암(forearm) 및 밴드-구속형(band-constrained) 엔드-이펙터를 포함하는 종래의 스카라(SCARA: Selective Compliant Articulated Robot arm) 유형의 디자인(도 2g의 스카라 아암(219) 참조), 또는 신축형 아암(telescoping arm) 또는 임의의 적합한 아암 디자인, 예컨대 직교좌표형 직선 슬라이딩 아암(예를 들어, 도 2a 참조)으로부터 유래되거나 유래될 수 있으며, 이러한 어떤 디자인 구성도 여기서 더 설명되는 바와 같이 슬라이드 몸체(220), 정렬장치(aligner)(181) 및 기판 홀더(들)(200A, 200B)을 포함한다. 예를 들어 하나의 측면에서 상기 슬라이드 몸체(220)는 임의의 적합한 관절형 이송 아암의 아암 링크에 장착된다. 이송 아암들의 적합

한 예들은, 예를 들어, 2008년 5월 8일에 출원된 "Substrate Transport Apparatus with Multiple Movable Arms Utilizing a Mechanical Switch Mechanism"이라는 명칭의 미국 특허출원 번호 12/117,415호와 2010년 1월 19일에 등록된 미국 특허 번호 7,648,327호에서 찾을 수 있으며, 이들의 개시 내용들은 그 전체가 여기에 참조로서 통합된다. 상기 이송 아암들의 작동은 서로 독립적일 수 있으며, 로스트 모션 스위치(lost motion switch)를 통해 작동되거나 또는 아암들이 적어도 하나의 공통 구동축을 공유하는 임의의 적합한 방식으로 작동 가능하게 연결될 수 있다. 다른 측면들에서, 상기 이송 아암들은 임의의 다른 원하는 배치, 예컨대 프로그-레그(frog-leg) 아암(216)(도 2c) 구성, 리프 프로그 아암(leaf frog arm)(217)(도 2f) 구성, 이중-대칭 아암(bi-symmetric arm)(218)(도 2e) 구성, 등을 가질 수 있다. 이송 아암들의 적합한 예들은, 2001년 5월 15일에 등록된 미국 특허 6,231,297호; 1993년 1월 19일에 등록된 5,180,276호; 2002년 10월 15일에 등록된 6,464,448호, 2001년 5월 1일에 등록된 6,224,319호; 1995년 9월 5일에 등록된 5,447,409호, 2009년 8월 25일에 등록된 7,578,649호; 1998년 8월 18일에 등록된 5,794,487호, 1998년 8월 18일에 등록된 5,794,487호; 2011년 5월 24일에 등록된 7,946,800호, 2002년 11월 26일에 등록된 6,485,250호; 2011년 2월 22일에 등록된 7,891,935호; 2019년 1월 25일에 출원된 미국 특허출원 번호 16/257,595호(명칭 "Automatic Wafer Centering Method and Apparatus"); 2011년 11월 10일에 출원된 미국 특허출원 번호 13/293,717호(명칭 "Dual Arm Robot"); 및 2011년 10월 11일에 출원된 미국 특허출원 번호 13/270,844호(명칭 "Coaxial Drive Vacuum Robot")에서 찾을 수 있으며, 이들의 개시 내용은 모두 그 전체가 여기에 참조로서 통합된다.

[0157] 도 2a를 참조하면, 상기 기판 이송 장치(180)는 회전 구동장치(262), Z-구동 칼럼(Z-drive column)(280), 슬라이드 몸체(220) 및 하나 이상의 기판 홀더들(200A, 200B)(엔드 이펙터로도 지칭됨)을 포함한다. 상기 회전 구동장치(262)는 이송 챔버(130)의 프레임(130F) 또는 이송 챔버(130)의 슬라이딩 캐리지(241)에 장착된 임의의 적합한 회전 구동장치이며, 상기 슬라이딩 캐리지(241)는 기판 이송장치(180)를 이송 챔버(130)의 길이를 따라서 직선으로 이동시키도록 구성된다. 상기 기판 이송 장치는 Θ축(예컨대, Θ방향 - 도 2h 참조) 둘레로 화살표 T 방향으로 회전하도록 회전 구동장치(262)의 출력부에 장착되는 Z 구동 칼럼(280)을 포함할 수 있다. 상기 슬라이드 몸체(220)는 Z 구동 칼럼(280)에 이동 가능하게 장착되며, 이 경우 상기 Z 구동 칼럼(280)은 슬라이드 몸체(220)를 Z 방향으로 이동시키기 위한 임의의 적합한 구동 모터 및/또는 전달장치를 포함한다. 구현될 수 있는 바와 같이, 슬라이드 몸체(220)에 대한 Z-구동 칼럼(280)의 상대적인 위치는, 아래에서 더 설명되는 바와 같이 정렬장치(181)에 의한 기판 검출을 시행하기 위해 기판 홀더들(200A, 200B)과 기판들(S)의 적절한 횡단을 위한 충분한 간격을 제공한다.

[0158] 하나 이상의 (적어도 하나의) 기판 홀더들(200A, 200B)은 R 방향으로 연장 및 후퇴하도록 임의의 적합한 방식으로 슬라이드 몸체(220)에 이동 가능하게 장착된다. 오직 예시적인 목적으로 두 개의 기판 홀더들(200A, 200B)이 도시되어 있지만, 임의의 적합한 수의 기판 홀더들이 슬라이드 몸체(220)에 장착될 수 있다(즉, 슬라이드 몸체(220)에 매달려 슬라이드 몸체(220)를 따라서 이동/슬라이딩하도록 슬라이드 몸체(220)에 결합된다)는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 하나의 측면에서, 여기서 설명되는 방식으로 기판(들)의 이송과 정렬을 시행하기 위해 슬라이드 몸체(220)에 장착된 단일의 기판 홀더가 있다. 다른 측면들에서, 여기서 설명되는 방식으로 기판(들)의 이송과 정렬을 시행하기 위해 슬라이드 몸체(220)에 장착된 두 개 이상의 기판 홀더들이 있다.

[0159] 구현될 수 있는 바와 같이, 하나 이상의 기판 홀더들(200A, 200B)은, 이송 아암(180TA)과 하나의 유닛으로서, 프레임(130F)에 대하여 제1 방향(예컨대, X, Y 및 Z 방향들 중 하나 이상의 방향)으로 횡단하며, 상기 이송 아암(180TA)에 대하여 제1 방향과 상이한 제2 방향(예컨대, R 방향)으로 직선으로 횡단한다. 상기 슬라이드 몸체(220)는 각각의 기판 홀더(200A, 200B)를 R 방향으로 독립적으로 이동시키도록 구성된 하나 이상의 직선 구동장치(225)를 포함한다. 상기 하나 이상의 직선 구동장치들(225)은, 하나의 측면에서, 예를 들어, 2018년 11월 20일에 등록된 미국 특허 번호 10,134,621호(명칭: "Substrate Transport Apparatus")(그 개시 내용은 전체가 여기에 참조로서 통합됨)에 기재된 것과 실질적으로 유사한 임의의 적합한 전달장치들을 가진 임의의 적합한 구동장치(들)이다. 상기 기판 홀더들(200A, 200B)은 연장 및 후퇴(R)의 공통 축을 가지기 위해 하나가 다른 하나의 위에 적층되도록 슬라이드 몸체(220)에 배치된다.

[0160] 본 발명의 측면들에 따르면, 상기 기판 처리 장치(100, 150, 165)는 여기서 설명되는 바와 같이 기판을 정렬하기 위한 정렬장치(aligner)(181)를 포함한다. 하나의 측면에서, 상기 정렬장치(181)는 기판 이송 장치(180) 자체에 있을 수 있으며; 다른 측면들에서, 상기 정렬장치(181)의 적어도 부분은 기판 이송 장치(180) 외부에 배치될 수 있거나, 또는 상기 정렬장치(181)는 정지된 기판 정렬 스테이션일 수 있다. 상기 기판 이송 장치(180)와 정렬장치(181)가 이송 챔버(130) 내에 위치한 것으로 도시되어 있지만, 다른 측면들에서 상기 기판 이송 장치(180)와 정렬장치(181)는, 상기 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 임의의 적합한 부분, 예를 들어 라인 공정의

전단부(140)의 처리 모듈들, 라인 공정 후단부(160)의 처리 모듈들, 및/또는 후단부 공정(170)의 처리 모듈들에 배치될 수 있지만, 이에 한정되지는 않는다.

[0161] 상기 정렬장치(181)는 정렬/머신 비전 시스템이다. 하나 이상의 이미지 센서들(170)과 하나 이상의 제어된 표면들(controlled surfaces)(271)(여기서 콘트라스트 면들로도 지칭됨)을 포함한다. 하나의 측면에서, 도 2a와 2b를 참조하면, 상기 정렬장치(181)는 (예컨대, 슬라이드 몸체(220) 상의) 이송 아암(180TA)에 장착된 하나의 상의 이미지 센서들(270)과 하나 이상의 제어된 표면들(271)을 포함한다. 하나의 측면에서, 상기 이미지 센서(270)는 이송 아암(180TA)과 함께 하나의 유닛으로서 프레임(130F)에 대하여 이동하도록 이송 아암(180TA)에 장착되며; 다른 측면들에서, 하나 이상의 이미지 센서(270)는 이송 아암(180TA)이 이미지 센서(270)와는 독립적으로 이동하도록 프레임(130F)에 고정된다. 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은, 여기서 설명되는 바와 같이 하나 이상의 이미지 센서들(270)이 이송 아암(180TA)에 장착되었는지 또는 프레임(130F)에 고정되었는지에 따라 상이하게 교정(예를 들어, 기판 이송 장치의 기준 프레임(reference frame)에서 교정 또는 전역(global) 기준 프레임에서 교정)될 수 있다.

[0162] 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)(여기서 광학적 에지 검출 센서들로서도 지칭됨)은 임의의 적합한 촬상 센서(imaging sensor)/카메라일 수 있다. 예를 들어, 촬상 센서/카메라는 면 또는 선 주사(area or line scanning)를 채용한 비월 또는 순차 주사(interlaced or progressive scanning) 구성을 가진 아날로그 또는 디지털 장치일 수 있다. 상기 촬상 센서/카메라는 단색 또는 칼라 이미지를 포착하도록 구성될 수 있다. 상기 촬상 센서/카메라는 (예컨대, 고속 이동에 사용하기 위한) 글로벌 셔터(global shutter) 또는 롤링 셔터(rolling shutter)를 가지도록 구성될 수 있다. 상기 촬상 센서/카메라는 여기서 설명되는 기판들(S)의 특징들을 포착하기 위한 임의의 적합한 프레임 속도(frame rate)와 해상도를 가질 수 있다. 촬상 센서/카메라의 적합한 예들은 CCD(고체 촬상 소자) 센서/카메라, CMOS(상보성 금속 산화물 반도체) 센서/카메라, 또는 임의의 다른 적합한 촬상 센서를 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다.

[0163] 도 2a와 2b를 참조하면, 하나의 측면에서, 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은 이송 아암(180TA)에 결합되며 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지되는 기판(S)의 에지 검출을 기록하고 실행하도록 구성된다. 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은, 기판(S)의 하나 이상의 미리 결정된 특징들, 예를 들어 웨이퍼 직경, 정렬 기준(FID)(예컨대, 노치/플랫, 마크 또는 다른 특징)의 위치, 웨이퍼 중심선의 위치, 웨이퍼 중심(SC)의 위치, 또는 기판 홀더들(200A, 200B)에 의해 운반되는 웨이퍼(들)에 관계된 임의의 다른 적합한 정보를 결정하기 위해 기판(S)의 에지(SE)를 측정/검출하도록 구성된다. 구현될 수 있는 바와 같이, 이 측면에서, 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은 이송 아암(180)과 함께 하나의 유닛으로서 프레임(130F)에 대하여 이동하도록 이송 아암(180TA)에 장착되며, 여기서, 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은 하나 이상의 기판 홀더들(200A, 200B)에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 웨이퍼들(S) 각각의 기판의 에지 검출/정렬을 즉각적으로 시행하는 공통 센서(예컨대, 각각의 기판 홀더(200A, 200B)와 그 위에서 운반되는 기판(S)에 대해 공통인 센서)이다.

[0164] 이하에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은, 기판 이송 장치(180) 상의 하나보다 많은 기판 홀더들(200A, 200B)의 각각의 기판 홀더(200A, 200B)의 제2 방향으로의 직선 횡단에 의해 그리고 직선 횡단과 일치하여 각각의 기판의 즉각적인(on-the-fly) 에지 검출이 시행되도록 구성된다. 예를 들어, 각각의 기판 홀더(200A, 200B)의 제2 방향(예컨대, 연장 및 후퇴 축(R)을 따르는 방향)으로의 횡단은, 기판 홀더(들)(200A, 200B)에 의해 동시에 지지되는 하나보다 많은 기판들(S) 중, 기판 홀더(200A, 200B)에 안착된, 대응되는 기판(S)을 상기 기판(S)의 적어도 에지(SE) 검출을 시행하는 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 대하여 직선으로 이송시킨다.

[0165] 상술한 바와 같이, 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은, 아래에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 웨이퍼 에지 위치 및/또는 웨이퍼 기준(wafer fiducial)(예컨대 노치)을 측정/검출하도록 구성된 촬상 장치들(imaging devices)이다. 하나의 측면에서, 상기 이미지 센서(들)(270)은 기판(S)의 에지(SE)(예컨대, 리딩 에지와 트레일링 에지)의 임의의 적합한 부분을 검출하고 이로부터 미리 결정된 기준 프레임, 예를 들어 기판 이송 장치(180)의 기준 프레임, 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 전역 기준 프레임(global reference frame), 및/또는 임의의 적합한 기판 홀딩 스테이션의 기준 프레임에 대한 기판 위치와 오정렬을 확인하도록 구성된다. 예로서, 이미지 센서(들)(270)은 기판(S) 에지(SE)의 원호(예를 들어, 도 3b와 6a 참조)를 검출하도록 구성된다(예를 들어, 기판(S) 에지(SE)의 원호를 형성하는 다수의 포인트들의 검출을 통해, 또는 기판(S) 에지(SE)의 연속적인 또는 실질적으로 연속적인 스캔(scan)을 통해 시행된다). 또 다른 측면에서, 상기 이미지 센서(들)(270)은, 예를 들어, 기판(S) 상에 위치한 기판 식별 마킹 특징들, 예를 들어, 영숫자 식별자, 이차원 코드 또는 다른 적합

한 식별 표시들을 판독하도록 구성될 수 있으며; 다른 측면들에서, 기판 식별 마킹 특징들을 판독하기 위해 (하나 이상의 이미지 센서들(270)로부터 분리되고 구별되는) 식별 판독기(230)가 기판 이송 장치(180)에 제공될 수 있다.

[0166] 몇몇 측면들에서, 기판(S)의 전면(frontside surface)(TS)은 에폭시로 덮여 있을 수 있기 때문에, 하나의 측면에서, 하나 이상의 이미지 센서들(270)은 기판(S)의 바닥면(bottom surface)(BS)(예컨대, 기판(S)이 배치된 기판 홀더(200A, 200B)와 마주보는 기판(S)의 고반사면)과 주변부 에지(SE)를 스캔/촬상하도록 구성됨으로써, 후단부 공정(170), 라인 공정의 후단부(150), 및 라인 공정의 전단부(140) 각각에서 기판 정렬이 시행될 수 있으며; 다른 측면들에서, 기판(S)의 주변부 에지(SE) 및/또는 노치(350)를 나타내는 아티팩트들(222, 223)이 몰딩 재료(370) 내에 존재하는 경우에(도 2x와 아래의 설명 참조), 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은, 여기서 설명된 기판(S)의 미리 결정된 특징들을 결정하기 위한 주변부 에지(SE) 및/또는 노치(350)를 식별하기 위해 전면(TS)(예컨대, 기판(S)이 배치된 기판 홀더들(200A, 200B)로부터 외면하는/반대쪽의 기판의 면)을 스캔/촬상하도록 구성될 수 있다. 또 다른 측면들에서, 상기 하나 이상의 이미지 센서들(270)은, 라인 공정의 전단부(140)와 라인 공정의 후단부(160)에서 기판 정렬이 실행될 수 있도록, (여기서 설명된 것과 실질적으로 유사한 방식으로) 기판(S)의 전면(TS)(예컨대, 전면(TS)은 라인 공정의 전단부(140)와 라인 공정의 후단부(160)의 경우에 고반사 표면일 수 있음)과 주변부 에지(SE)를 스캔/촬상하도록 구성될 수 있다.

[0167] 하나의 측면에서, 도 2h와 2i를 참조하면, 상기 정렬장치(181)는 임의의 적합한 회전 척(rotary chuck)(260)(예컨대, 스피너(spinner)로 지칭되기도 함)을 포함하며, 이는 슬라이드 몸체(220)와 하나의 유닛으로서 이동하도록 슬라이드 몸체(220)에 연결된다. 상기 회전 척(260)은 기판 이송 장치(180)에 배치되어, 각각의 기판 홀더(200A, 200B)와 협력하여 기판 홀더(200A, 200B) 상에 안착된 대응되는 웨이퍼의 회전을 실행한다. 상기 회전 척(260)은 기판(S) 상의 광학적 특성 인식 마크들을 찾고 판독하며(예컨대, 기판 식별) 웨이퍼를 회전식으로 미리 결정된 방향으로 배치하기 위해(예컨대 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 의한 노치 검출에 응답하여 웨이퍼 정렬을 위한 재배치를 실행하기 위해) 채용될 수 있다. 상기 회전 척(260)은 상기 척의 회전 중심(Θ2)이 기판 홀더들(200A, 200B)의 중심선(CL)과 실질적으로 일치하도록 슬라이드 몸체(220)에 회전 가능하게 장착된다. 반면에, 다른 측면들에서, 상기 회전 척(260)은 기판 홀더들(200A, 200B)과 각각의 기판 홀더(200A, 200B)와 회전 척(260) 사이에서 기판(들)(S)의 이송을 허용하는 임의의 적합한 공간적 관계를 가진다.

[0168] 하나의 측면에서, 상기 회전 척(260)은 능동 에지 파지용 척(active edge gripping chuck)(척은 웨이퍼의 에지를 파지하는 가동 그리퍼(gripper)를 포함한다), 수동 파지용 척(예컨대, 웨이퍼가 척의 수동 지지 패드 상에 놓인다) 또는 진공 파지용 척이다. 하나의 측면에서, 상기 회전 척(260)은 적어도 두 개의 자유도를 포함한다. 예를 들어, 상기 회전 척(260)은 축(Θ2) 둘레로 회전 가능하며 축(Θ2)을 따라서 Z 방향으로 직선 이동 가능하다. 상기 회전 척(260)은 척 구동 장치(260D)를 포함하며, 이는 구동 샤프트(277)를 각각 회전 및 직선 이동으로 구동시키는 회전 구동장치(275)와 Z축 구동장치(276)를 포함한다. 예를 들어, 척 구동장치(260D)는 내부에 구동 샤프트(277)가 배치된 회전 스플라인 베어링(278)을 포함한다. 상기 구동 샤프트(277)는, 회전 스플라인 베어링(278)이 회전할 때 이와 함께 구동 샤프트(277)가 회전하도록 회전 스플라인 베어링(278)의 스플라인들과 접속하는 스플라인들을 포함한다. 풀리(278P)는 회전 스플라인 베어링(278)에 고정되며 전달장치(275T)를 통해 회전 구동장치(275)에 의해 구동된다. 구현될 수 있는 바와 같이, 상기 풀리(278P)가 회전할 때 상기 회전 스플라인 베어링(278)도 이와 함께 회전한다. 상기 구동 샤프트(277)는 예를 들어, 캐리지(277C)에 의해 회전 스플라인 베어링(278) 내부에서 Z 방향으로 지지되며, 캐리지(277C)는 수직 구동 전달장치(276T)의 벨트(276TB)에 고정됨으로써, 벨트(276TB)가 Z 방향으로 이동할 때 캐리지(277C)는 이와 함께 이동한다. 상기 벨트(276TB)는 Z 축 구동장치(276)에 의 해 풀리들 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 구동된다. 상기 캐리지(277C)는 캐리지(277C) 내부에 구동 샤프트(277)를 지지하도록 구성된 임의의 적합한 베어링(279)(예를 들어, 스러스터 베어링)을 포함한다. 다른 측면들에서, 전달장치들(276T, 275T)과 구동장치들(275, 276)은 구동 샤프트(277)와 이에 장착된 회전 척(260)을 Θ2와 Z 축들로 움직이기 위한 임의의 적합한 구성을 가진다. 상기 척 구동장치(260D)가 슬라이드 몸체(220) 아래에 있는 것으로 도시되어 있지만, 다른 측면들에서 척 구동장치(260D)의 적어도 부분은 슬라이드 몸체(220)의 측부에 배치된다는 것을 이해하여야 한다.

[0169] 다른 측면들에서, 상기 기판 이송 장치(180)는 회전 척(260)을 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 임의의 적합한 회전 척(즉, 외장(off-board) 척)이 이송 챔버(130) 내에 또는 라인 공정의 전단부(140)의 모듈 내에 또는 라인 공정의 후단부(160)의 모듈 내에 위치할 수 있다. 상기 기판 이송 장치(180)는 기판(S) 노치의 위치/방향을 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 제어기(199)로 전달하도록 구성될 수 있으며, 제어기(199)는 기판 이송 장치(180)의 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 의해 결정된 기판(S) 노치의 위치/방향에 근거하여 외장 척이 기

판(S)을 원하는 방향으로 회전시키도록 명령할 수 있다.

[0170] 도 2a, 2b, 및 3a-3c를 참조하면, 도 2a와 2b에 도시된 측면에서, 상기 정렬장치(181)는 적어도 하나의 조명원(illumination source)(271AL, 271BL)과, 슬라이드 몸체(220)에 장착된 전경 제어된 콘트라스트 표면(foreground controlled contrast surface) 또는 콘트라스트 면(contrast face)(271A)을 포함한다. 상기 적어도 하나의 조명원(271AL, 271BL)은, 하나의 측면에서, 배면발광 전경 콘트라스트 면(backlit foreground contrast face)(도 2a, 12b, 13b 참조 - 예컨대, 조명원(271AL)이 전경 제어된 콘트라스트 표면 또는 콘트라스트 면(271A, 271A', 271A")의 뒤에 배치된 때), 또는 배면발광 배경 콘트라스트 면(backlit background contrast face)(도 12d, 13d 참조 - 예컨대, 조명원(271BL)이 배경 제어된 콘트라스트 표면(background controlled contrast surface) 또는 콘트라스트 면(271B, 271B', 271B") 뒤에 배치된 때)을 포함할 수 있다. 상기 배면발광 콘트라스트 면들은 자체-조명 콘트라스트 면으로서 지칭될 수 있다. 다른 측면들에서, 상기 조명원은 투광기(light projector)/방사 등(radiating light)(예를 들어, 광이 조명원으로부터 콘트라스트 면으로 방사 또는 투사되는 도 2l, 2n-2u, 12a, 12c, 13a, 13c의 조명원 참조)을 포함한다.

[0171] 하나의 측면에서, 상기 적어도 하나의 조명원(271AL, 271BL)은 임의의 적합한 디퓨저(diffuser)를 포함함으로써 적어도 하나의 조명원(271AL, 271BL)으로부터 방출되는 광은 임의의 적합한 방식으로 적어도 각각의 콘트라스트 면을 향해 지향된 확산 광(diffuse light)이 된다. 예를 들어, 조명원(271AL, 271BL)이 콘트라스트 면에 배면광을 비추는 경우, 콘트라스트 면은 조명원(271AL, 271BL)으로부터의 광을 확산시킨다. 조명원(271AL, 271BL)이 투광기/방사 등인 경우에, 디퓨저(1200)(도 12a, 12c, 13a, 13c)는 광을 확산시키기 위해 광 경로 내에 제공될 수 있다. 광을 적어도 각각의 콘트라스트 면쪽으로 지향시키기 위해, 조명원(271AL, 271BL)은 광을 각각의 콘트라스트 면을 향해 지향시키도록 배치된 임의의 적합한 반사기(reflector)(1210)(도 12a-12d, 13a-13d)를 포함할 수 있다. 하나의 측면에서, 확산광은 조명원(271AL, 271BL)에 의해 기판(S)의 전면(TS) 또는 바닥면(BS)을 향해 지향될 수 있으며, 여기서 광은 각각의 콘트라스트 면을 조명하기 위해 웨이퍼 표면으로부터 각각의 콘트라스트 면을 향해 반사된다.

[0172] 상기 하나 이상의 조명원(271AL, 271BL)은, 배경 반사(background reflection)를 광학적으로 블랭크(optically blank) 하기 위해 기판(S) 주위의 임의의 주변 광을 극복하도록, 또는 여기서 설명되는 이미지 콘트라스트(image contrast)를 생성하기 위해 콘트라스트 면을 기판 표면상에 실질적으로 균일하게 반사하도록, 충분한 강도를 가질 수 있다. 하나의 측면에서, 주변 광을 극복하는 조명 강도는 이미지 센서(270)의 노출 시간을 설정함으로써 달성되거나 또는 임의의 다른 적합한 방식으로 달성된다. 하나 이상의 조명원(271AL, 27ABL)은 광 스펙트럼으로 광을 생성할 수 있으며, 광 스펙트럼은, 배경 반사를 광학적으로 블랭크하기 위해 또는 여기서 설명되는 이미지 콘트라스트를 생성하기 위해 콘트라스트 면을 기판 표면에 실질적으로 균일하게 반사하기 위해, 기판(S) 주위의 주변 조명과 표면 상태에 근거하여 결정된다.

[0173] 하나의 측면에서, 상기 조명원(271AL, 271BL)은 프레임(130F)에 (직접 또는 간접적으로) 연결되고, 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 표면으로부터 반사된 콘트라스트 면을 조명하도록 구성되며(도 2a, 2b, 12a, 12b, 13a, 13b 참조), 이 표면은 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 묘사하고, 상기 콘트라스트 면은, 상기 표면으로부터 이미지 센서(270)로 지향된 반사된 콘트라스트 면이, 기판(S)의 주변부 에지(SE)에서, 적어도 하나의 기판 홀더에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 이미지 센서(270)에 의해 보이는 기판의 표면으로부터의 배경 광 반사를 광학적으로 블랭크하도록, 이미지 센서(270)에 대하여 배치된다. 여기서, 적어도 하나의 엔드 이펙터에 의해 지지된 웨이퍼의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해, 이미지 센서(270)에 의해 기록된, 반사된 콘트라스트 면과 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트(영상 대조: image contrast)에서 기판(S)의 주변부 에지(SE)는 뚜렷하게 돋보이게(in relief) 형성된다.

[0174] 다른 측면에서, 적어도 하나의 조명원(271AL, 271BL)은 프레임(130F)에 (예컨대, 직접 또는 간접적으로) 연결되며, 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판의 표면(예컨대, 바닥면(BS) 또는 전면(TS))(이 표면은 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 묘사한다) 및/또는 콘트라스트 면(이 콘트라스트 면은 기판(S)에 의해 반사되지 않는다)을 조명하도록 구성된다(예컨대, 도 12c, 12d, 13c, 13d 참조). 상기 적어도 하나의 조명원(271AL, 271BL)은, 상기 표면이, 조명원(271AL, 271BL)으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 이미지 센서(270)로 지향시키며, 기판(S)의 주변부 에지에서, 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 이미지 센서(270)에 의해 보이는 배경(267)의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록, 이미지 센서(270)에 대하여 배치된다.

[0175] 도 2a, 2b, 12a-12d, 및 13a-13d를 참조하면, 기판(S)의 바닥면(BS)(또는 전면(TS))에 의해 반사된, 전경 제어

된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")의 반사(reflection)(300)가 이미지 센서(27)에 보일 수 있도록, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")과 각각의 이미지 센서(270)는 서로에 대하여 그리고 기판(S)에 대하여 배치되며, 여기서 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해, 이미지 센서(270)에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사와 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된, 이미지 콘트라스트(image contrast)에서 기판의 주변부 에지(SE)는 뚜렷하게 형성된다. 예를 들어, 에지(SE)에 인접하고 에지(SE)를 포함하는 기판(S)의 바닥면(BS)(또는 전면(TS))에 광학적으로 블랭크된 반사/모습(appearance)을 제공하기 위해, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)의 반사(300)는 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 따라서/그 주변부 에지에 인접하게 연장된다(예컨대, 광학적으로 블랭크한다(optically blank)는 것은, 센서의 시야 내에서, 이미지 센서에 의해 기록되는 특징들이 없는 배경으로부터의 모습(appearance)/반사광의 렌더링(rendering)이며 - 기판의 반사면은 특징이 없는 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A) 이외에 반사될 다른 객체들을 가지지 않는 실질적으로 단일 색상으로 제공된다).

[0176] 하나의 측면에서, 상기 정렬장치(181)는 콘트라스트 면을 포함할 수 있으며, 상기 콘트라스트 면은 배경(background)(267) 내에 (전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)으로부터 기판의 반대쪽에) 배치되며, 이미지 센서(270)에 의해 보이는 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록 배치된다(다시, 광학적으로 블랭크한다는 것은, 센서의 시야 내에서, 이미지 센서에 의해 기록되는 특징들이 없는 배경으로부터의 외관(appearance)/반사광의 렌더링(rendering)이다). 예를 들어, 대조되는(contrasting) 배경 제어된 콘트라스트 표면 또는 면(271B, 271B', 271B")은, 도 2a와 2b에 도시된 측면에서, 이송 챔버(130)의 내면(130S)이다; 그러나, 다른 측면들에서, 대조되는(contrasting) 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 기판 이송 장치(180)에 장착되거나 기판 이송 장치(180)로부터 분리된 임의의 다른 표면일 수 있으며, 이는 이미지 센서(270)의 시야(FOV) 내에서 기판(S) 위에 적어도 부분적으로 배치되고, 특징들이 없는(즉, 블랭크된(blanked)) 실질적으로 균일한 이미지 배경을 생성하도록 구성되며, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")의 색상에 대해 대조되는 색상을 가진다.

[0177] 하나의 측면에서(예를 들어, 도 12a, 12b, 13a, 13b 참조), 대조되는 전경 제어된 콘트라스트 표면 또는 면(271A, 271A', 271A")은 적어도 부분에서 조명된 반사상(reflection)을 형성하며, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B', 271B")으로부터 기판의 반대측에 배치됨으로써, 기판(S)의 이미지(도 3a와 4b의 이미지(399, 399') 참조) 내에서 배경은 어둡게 나타나며 기판(S) 상의 반사된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")은 어두운 배경에 비해 밝게 나타난다. 다른 측면에서(도 12c, 12d, 13c, 13d 참조), 대조되는 배경 제어된 콘트라스트 표면 또는 면(271B, 271B', 271B")은 적어도 부분에서 조명된 반사상을 형성하며, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")으로부터 기판의 반대측에 배치됨으로써, 기판(S)의 이미지(도 5b의 이미지(399") 참조) 내에서 배경은 밝게 나타나며 기판(S) 상의 반사된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')은 밝은 배경에 비해 어둡게 나타난다. 구현될 수 있는 바와 같이, 배경 제어된 콘트라스트 표면 또는 면(271B, 271B', 271B")은 기판(S)에 비교하여 더 큰 크기를 가질 수 있다(예컨대, 대조되는 배경 제어된 콘트라스트 표면 또는 면(271B, 271B', 271B")은 기판(S)보다 더 큰 크기를 가짐으로써, 이미지 센서(270)에 의해 보일 때 대조되는 배경 제어된 콘트라스트 표면 또는 면(271B, 271B', 271B")은 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 넘어서 연장되어 이미지 센서(270)에 의해 촬상된 이미지의 블랭크된(blanked) 배경을 형성한다).

[0178] 광학적 에지 검출 센서에 의해 기록된, 웨이퍼 표면 반사와 (예컨대, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B')에 의해 형성된) 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트를 형성하기 위해, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B') 중 하나 이상은 그레이 스케일(gray scale)이거나 또는 어두운 색상이며, 이는 (이미지(399, 399', 399") 내에서) 주변부 에지(SE)를 뚜렷하게 돋보이도록 형성한다. 여기서, 예로서, 이미지 센서(270)에 의해 촬상된 이미지(199) 내에서, 기판(S)과 에지(SE)는 밝은 단일 색상의 표면으로 나타나며, 기판(S) 뒤의 이미지(399)의 영역은 어두운 대조되는 배경으로서 나타난다. 구현될 수 있는 바와 같이, 예를 들어 기판의 바닥면(BS)의 어두운 반사상(reflection)과 밝은 색상의 배경, 또는 기판(S)의 반사 바닥면(BS)과 기판(S)의 반대측(예컨대, 전면(TS)) 상의 공간(291)(예컨대, 기판(S) 위 또는 아래의 공간) 사이에 이미지 콘트라스트를 제공하는 임의의 다른 색상/명도 조합과 같은 다른 대조되는 색상 조합들도 채용될 수 있다.

[0179] 하나의 측면에서, 위에서 언급한 이미지 콘트라스트는, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 중 하나는 조명하면서 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 중 다른 하나는 적게 조명하거나(적게 밝히거나) 또는 전혀 조명하지 않음으로써, 제공된다. 예를 들어, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)은 임의의 적합한 광원(271AL)(예컨대, 발광 다이오드 또는 LED)에 의해 배면조명(예컨대, 자체-조명)될 수 있으며, 반면에 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 기판(S) 둘레를 통과하

는 광원(271AL)으로부터의 주변 광에 의해 조명된다.

[0180] 하나의 측면에서, 도 2a와 2b에 도시된 바와 같이, 광원(271AL)은 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)보다 기판(S)의 바닥면(BS)에 더 가깝다. 구현될 수 있는 바와 같이, 광의 역제곱 법칙(Inverse-Square Law)에 따르면, 광원(271AL)에 더 가까운 표면(즉, 기판의 바닥면(BS))은 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)(즉, 광이 저하한다)보다 더 높은 광의 강도를 겪을 것이며, 이에 의해 기판(S)의 바닥면(BS)은 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)의 대조되는 어두운 표면보다 더 밝게 나타난다(도 3a 참조). 다른 측면들에서, 이미지 센서(270)는 개구 크기(aperture size)를 포함할 수 있고 및/또는 셔터 속도(즉, 촬상 시간)를 가질 수 있으며, 기판(S)의 바닥면(BS)에 의해 반사된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)의 반사와 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 사이의 이미지 콘트라스트를 실행하도록 구성된다. 하나의 측면에서, 이미지 콘트라스트를 생성하기 위해 광의 역제곱 법칙, 개구 크기, 및/또는 셔터 속도가 채용된 경우에, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 생략될 수 있다.

[0181] 다른 측면들에서, 기판(S)의 바닥면(BS)에 의해 반사된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)의 반사와 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 사이의 콘트라스트는, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 중 각각 하나를 배면 조명 또는 다르게 조명하도록 구성된 상이한 색상의 조명기들에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)상으로 투사되는 광원(271AL)은 따뜻한 색상(예컨대, 적색, 황색, 또는 오렌지)을 가질 수 있으며, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)상으로 투사되는 다른 광원(271BL)은 차가운 색상(예컨대, 따뜻한 색상에 대조되는 색상인 청색, 녹색 또는 보라색)을 가진다(예를 들어, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)은 이미지(199) 내에서 적색을 나타내며, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 이미지(399) 내에서 청색을 나타낸다). 다른 측면들에서, 광원(271AL)은 차가운 색상을 가질 수 있으며, 조명원(271BL)은 따뜻한 색상을 가질 수 있다. 다른 측면들에서, 조명원들(271AL, 271BL)은 동일한 색상이지만, 이미지(399) 내의 각각의 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 사이의 콘트라스트를 발생시키는 상이한 강도를 가질 수 있다(예컨대, 광원(271AL)이 조명원(271BL)보다 더 밝은 강도를 가지거나, 또는 이와 반대도 같다). 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)의 조명은, 기판(S)의 에지(SE)와 노치(350)가 이미지(399) 내에서 식별될 수 있도록 기판(S)의 반사 바닥면(BS)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 사이에서 이미지(399) 내에 충분한 콘트라스트가 있는 한 균등한 조명일 필요는 없다.

[0182] 다른 측면들에서, 콘트라스트는 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)의 각각의 색상들에 의해 발생될 수 있다. 예를 들어, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)은 따뜻한 색상 또는 백색인 반면에 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 차가운 색상 또는 흑색/회색 색조이거나, 또는 이와 반대이다.

[0183] 도 3a를 참조하면, 위에서 설명된 방식으로 발생된 이미지 콘트라스트는, 노치(350)가 몰딩 재료(370)로 채워졌는지 여부에 관계없이 이미지 내에서 노치(350)가 식별될 수 있도록 한다(예를 들어, 도 3a 참조). 예를 들어, 기판(S)의 바닥면(BS) 상의 콘트라스트 표면(271)의 반사는 기판(S) 상에 어둡거나 밝은 비-거울상(non-specular) 표면을 효과적으로 형성하며, 이는 몰딩 재료(370)의 색상과 대조됨으로써, 몰딩된 기판(S)의 자세 결정 특징(예컨대, 노치(350))은 기판(S)의 바닥면(BS) 상의 콘트라스트 표면의 반사에 의해 형성된 비-거울상 표면과 대조될 수 있다. 하나의 측면에서, 예를 들어 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')에 의해 기판(S) 상에 형성된 비-거울상 표면은 예를 들어 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)에 의해 형성된 어두운 배경과 비교하여 밝은 색상일 수 있다(도 3a와 4b의 이미지(399, 399') 참조); 반면에 다른 측면들에서, 예를 들어 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')에 의해 기판(S) 상에 형성된 비-거울상 표면은 예를 들어 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)에 의해 형성된 밝은 배경과 비교하여 어두운 색상일 수 있다(도 5b의 이미지(399") 참조). 예를 들어, 기판(S)의 에지(SE)를 넘어서 연장된 몰딩 재료(370)의 윤곽은, (예컨대 라인 공정의 후단부(160)에서) 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)과 기판(S)의 바닥면(BS) 내에 투영된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)의 반사 중 하나 이상과 몰딩 재료(370) 사이의 색상/강도의 콘트라스트를 통해 식별되며; 노치(350)를 채우는 몰딩 재료(370)는, 기판(S)의 바닥면(BS) 내에 투영된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)의 반사와 몰딩 재료(370) 사이의 색상/강도의 콘트라스트를 통해 식별되며; 및/또는 노치(350)는, (예컨대 라인 공정의 전단부(140)에서) 기판(S)의 바닥면(BS) 내에 투영된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)의 반사와 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B) 사이의 색상/강도의 콘트라스트를 통해 식별된다.

[0184] 도 2k, 4a 및 4b를 참조하면, 하나의 측면에서, 상기 기판 이송 장치(180)는 기판 이송 장치(180)에 장착된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')을 둘 다 가진 것으로 도시된다. 예를 들어, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 기판 이송 장치(180)의 임의의 적합한 부분(들), 예를 들어 슬라이드 몸체(220) 및/또는 Z-구동 칼럼(280)에 장착

될 수 있다. 하나의 측면에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B') 둘 다 슬라이드 몸체에 장착되며; 다른 측면들에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')은 슬라이드 몸체에 장착되고 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 Z-구동 칼럼(280)에 (예컨대, 캔틸레버식으로) 장착된다. 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 의해 위에서 설명된 것과 실질적으로 유사한 방식으로 얻어진 이미지(399') 내에 콘트라스트를 제공하도록 구성된다.

[0185] (예컨대 도 4a와 4b에 도시된) 하나의 측면에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 중심 개구(central aperture)(400)를 가진 디스크로서 도시되지만, 다른 측면들에서 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 임의의 적합한 형상과 크기를 가질 수 있다. 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은, 기판(S)의 중심(SC)이 상기 중심 개구(400)의 중심 위를 통과하거나 또는 인접하여 통과할 때, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')의 반사가 기판(S) 상에 제공되도록, 기판 홀더들(200A, 200B)의 중심선(CL)을 따라 중심을 둘 수 있다. 다른 측면들에서, 기판(S)의 에지(SE)를 따르는 그리고 에지(SE)에 인접한, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')의 각개의 부분이 기판(S)에 의해 각각의 이미지 센서(270)로 반사되는 한, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 기판 홀더들(200A, 200B)에 대하여 임의의 적합한 공간적 관계를 가질 수 있다. 여기서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 슬라이드 몸체(220)에 장착된 하나 이상의 이미지 센서들(270) 각각에 공통일 수 있으며; 반면에 다른 측면들에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 분할된 표면일 수 있으며, 각각의 이미지 센서(270)는 분할된 표면의 각개의 부분을 촬상할 수 있다. 다른 측면들에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 위에서 설명된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 실질적으로 유사할 수 있다. 하나의 측면에서, 위에서 설명된 것들과 유사한 임의의 적합한 광원이 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B') 중 하나 이상을 배면 조명 또는 조명하기 위해 제공될 수 있다. 기판(S)은 도 4a와 4b에서 라인 공정의 전단부(140)에서 사용되는 표준(몰딩되지 않은) 기판으로서 도시되어 있으나, 다른 측면들에서 기판은 라인 공정의 후단부(160)에서 사용되는 몰딩된 웨이퍼일 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0186] 하나 이상의 이미지 센서(270)는, (도 4b의 이미지(399') 내에 도시된 바와 같이) 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')의 중심 개구(400)를 통해, 기판(S)의 에지(SE)와 기판상의 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')의 반사를 촬상하도록 배치될 수 있으며; 반면에 다른 측면들에서, 하나 이상의 이미지 센서(270)는 기판의 에지(SE)와 기판상의 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')의 반사를 촬상하기 위해, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')의 반경 방향 외측에 배치될 수 있다(예컨대, 중심 개구(400)를 통해 기판(S)을 보지 않는다 - 도 13a-13d 참조).

[0187] 이 측면에서 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 하나 이상의 이미지 센서들(270)의 시야 내에 있도록 기판의 에지(SE)를 넘어서 반경 방향으로 연장된 디스크로서 도시된다; 그러나, 다른 측면들에서, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')이 이미지(399, 399') 내에서 기판(S)의 바닥면(BS) 상의 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')의 반사상에 콘트라스트를 제공하는 한, (분할되거나 연속적인) 임의의 적합한 형상과 크기를 가질 수 있다.

[0188] 도 21-2r을 참조하면, 촬상 시스템의 다른 예시적인 구성들이 도시되며, 여기서 이미지 센서(270)의 시야(FOV)는, 기판(S) 위에(예컨대, 기판의 전면 상에, 여기서 전면은 바닥의 반대측이다) 배치된 콘트라스트 면에 의해 형성된 배경을 가진 기판 홀더들(200A, 200B) 상에 지지된 기판(S)의 바닥면(BS)으로 지향되거나, 및/또는 기판(S) 아래에 배치된 콘트라스트 면에 의해 형성된 배경을 가진 기판 홀더(200A, 200B) 상에 지지된 기판(S)의 전면(TS)으로 지향될 수 있다. 예를 들어, 아래에서 설명되는 바와 같이, 하나의 측면에서, 콘트라스트 면들 중 하나 이상은 이송 아암에 장착됨으로써, 콘트라스트 면이 이송 아암(180TA)과 함께 하나의 유닛으로서 프레임(130F)에 대하여 이동하도록 할 수 있다. 하나의 측면에서, 콘트라스트 면은 적어도 하나의 기판 홀더들(200A, 200B)에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 기판들(S)의 각각의 기판(S)의 에지 검출을 실행하는 공통 배경을 형성한다. 하나의 측면에서, 적어도 하나의 콘트라스트 면이 프레임(130F)에 고정적으로 장착되고, 그 콘트라스트 면은 그 콘트라스트 면을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 에지 검출을 실행한다. 하나의 측면에서, 조명원(271AL)은 이송 아암(180TA)에 장착됨으로써, 조명원(271AL)은 이송 아암과 하나의 유닛으로서 프레임(140F)에 대하여 이동한다. 하나의 측면에서, 조명원(271AL)은 적어도 하나의 기판 홀더들(200A, 200B)에 의해 동시에 지지된 하나보다 많은 기판들(S)의 각각의 기판(S)의 에지 검출을 실행하는 공통 조명을 형성한다. 하나의 측면에서, 조명원(271AL)은 프레임(130F)에 고정적으로 장착되고, 그 조명원(271AL)은 그 조명원(271AL)을 지나가는 웨이퍼 직선 횡단과 일치하여 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판의 에지 검출을 실행한다.

[0189] 도 2n, 2q, 2r 및 2w를 참조하면, 하나의 측면에서, 상기 기판 이송 장치(180)는, 이미지 센서(270)는 프레임

(130F)에 고정되고 적어도 하나의 콘트라스트 면은 이송 아암(180TA)에 결합되어 이송 아암(180TA)과 함께 이동하도록 구성될 수 있다. 여기서, 이미지 센서(270)는 프레임(130F)에 고정적으로 장착되며, 이미지 센서(270)의 시야(FOV)를 통과하는 기판 직선 횡단과 일치하여 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 에지 검출을 실행한다. 예를 들어, 도 2n은 프레임(130F)에 장착된 이미지 센서(270)와 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')을 보여주는 반면에, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 이송 아암(180TA)과 함께 이동하도록 이송 아암(180TA)(예컨대, Z-구동 칼럼(280) 또는 슬라이드 몸체(220))에 결합된다(다른 측면들에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 도 2q에 도시된 바와 같이 이송 아암(180TA)에 결합될 수 있으며, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 도 2r에 도시된 바와 같이 프레임(130F)에 고정될 수 있다). 도 2q는 프레임(130F)에 고정되는 이미지 센서(270)를 보여주지만, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 둘 다 이송 아암(180TA)(예컨대, Z-구동 칼럼(280) 또는 슬라이드 몸체(220))에 결합된다. 도 2r은 각각 프레임(130F)에 고정되는 이미지 센서(270), 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A'), 및 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')을 보여준다. 도 2w는 도 2a의 구성과 유사한 구성을 보여주지만, 이 측면에서 이미지 센서(270)는 기판의 바닥면(BS)보다는 기판의 전면(TS)을 촬상하도록 배치된다. 도 2w에서, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 이미지 센서(270) 둘 다 프레임(130F)에 고정되지만, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 이송 아암(180TA)에 고정된다(이 경우에 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 슬라이드 몸체(220)에 의해 형성될 수 있다). 구현될 수 있는 바와 같이, 도 2n, 2q, 2r, 및 2w에 도시된 촬상 시스템(imaging system)은 기판(S)의 전면(TS)을 촬상하도록 구성된다; 그러나, 다른 측면들에서, 도 2s-2u, 12a-12d, 및 13a-13d에 도시된 바와 같이, 촬상 시스템은 이미지 센서(270), 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A'), 및 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')의 순서를 반전시킴으로써 기판(S)의 바닥면(BS)을 촬상하도록 구성될 수 있다.

[0190] 다른 측면들에서, 도 2l, 2m, 2o, 2p, 및 2v를 참조하면, 이미지 센서(270)는 이송 아암(180TA)에 결합되어 이송 아암(180TA)과 함께 이동할 수 있고, 적어도 하나의 콘트라스트 면은 프레임(130F)에 고정되며, 여기서 이미지 센서(270)는 기판(S)의 바닥면(BS)(도 2l 및 2m 참조) 및/또는 기판(S)의 전면(TS)(도 2o 및 2p 참조)을 촬상하도록 배치된다. 예를 들어, 도 2l은 슬라이드 몸체(220)에 장착된 이미지 센서(270)를 보여주지만, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 둘 다 프레임(130F)에 고정된다. 도 2m은 슬라이드 몸체(220)에 장착된 이미지 센서(270)와 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)을 보여주지만, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 프레임(130F)에 고정된다. 도 2o는 Z-구동 칼럼(280)에 장착된 이미지 센서(270)와 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')을 보여주지만(배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 슬라이드 몸체(220)에 장착될 수도 있음), 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')은 프레임(130F)에 고정된다. 도 2p는 Z-구동 칼럼(280)에 장착된 이미지 센서(270)를 보여주지만, 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B')은 둘 다 프레임(130F)에 고정된다. 도 2v는 도 2a와 유사한 구성을 보여준다; 그러나, 이 측면에서 이미지 센서(270)는 기판의 바닥면(BS)이 아니라 기판의 전면(TS)을 촬상하도록 배치된다. 도 2v에서 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A)과 이미지 센서(270)는 둘 다 Z-구동 칼럼(280)에 고정되지만, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 슬라이드 몸체(220)에 고정된다(이 경우에, 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B)은 슬라이드 몸체(220)에 의해 형성될 수 있다). 하나의 측면에서, Z-구동 칼럼(280)에 장착된 때, Z-구동 칼럼에 장착된 하나 이상의 이미지 센서(270), 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B', 271B"), 및 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")은 고정된 높이로서 배치될 수 있으며(즉, Z 방향으로 이동하지 않으며); 반면에 다른 측면들에서, Z-구동 칼럼에 장착된 하나 이상의 이미지 센서(270), 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B', 271B"), 및 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A")은 기판 홀더들(200A, 200B)과 일치하여 또는 기판 홀더들(200A, 200B)과는 독립적으로 Z 방향으로 이동하도록 이동 가능한 캐리지에 배치될 수 있다.

[0191] 구현될 수 있는 바와 같이, 도 2k-2w에 도시된 본 발명의 측면들은 예시적이며, 다른 측면들이 임의 적합한 방식으로 서로 조합될 수 있다. 다른 측면들에서, 이미지 센서(270), 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A"), 및 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B', 271B")은 여기서 설명된 방식으로 기판(S)을 촬상하기 위한 임의의 적합한 배치를 가질 수 있다.

[0192] 도 2n-2r, 2v, 2w, 2x, 12a-12d, 및 13a-13d를 참조하면, 기판(S)의 전면(TS)을 촬상하도록 배치된 이미지 센서(270)는, 예컨대 후단부 공정(170)에서, 기판(S)의 전면(TS) 상의 몰딩 재료(370)(도 2x 참조)를 촬상할 수 있다. 여기서, 조명원(271AL, 271BL), 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A', 271A"), 및 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B', 271B")에 의해 제공된 이미지 콘트라스트는, 몰딩 재료(370)를 관통하여 기판(S)의 아티팩트들(222, 223)이 식별되도록 할 수 있다. 예를 들어, 하나의 측면에서, 몰딩 재료가 기판(S)의 전면(TS)의 외측으로 전이되어 주변부 에지(SE)의 윤곽/형상을 따르는 아티팩트(222)를 형성한 것과 같이, 몰딩 재료(370)는 기판(S)의 주변부 에지(SE)와 대응되는 융기된 부분들 및/또는 우묵한 부분들(222A)을 포함할 수 있다.

유사하게, 몰딩 재료가 기판(S)의 전면(TS)의 외측으로 전이되어 기판(S)의 노치 영역 내부로 들어가서 노치(350)의 윤곽/형상을 따르는 아티팩트(223)를 형성한 것과 같이, 몰딩 재료(370)는 기판(S)의 노치(350)와 대응되는 융기된 부분들 및/또는 우묵한 부분들(223A)을 포함할 수 있다. 조명원(271AL, 271BL)에 의한 기판(S)의 조명(전면(TS) 또는 바닥면(BS)의 직접적인 또는 콘트라스트 면으로부터의 반사에 의한 조명)은 융기된 부분들 및/또는 우묵한 부분들(222A, 223A)에 대응하여 변하는 콘트라스트(예컨대, 어둡고 밝은 선들))를 초래하며, 이미지 센서(270)와 제어기(199)는 변하는 콘트라스트와, 대응되는 주변부 에지(SE) 및/또는 노치(350)를 식별하도록 구성된다.

[0193] 다른 측면에서, 아티팩트들(222, 223)은 몰딩 재료(370)의 반투명성(translucency)에 의해 생성될 수 있으며, (예를 들어, 조명원(271AL, 271BL)에 의해 배면 조명될 때와 같이) 기판(S)의 전면(TS)에 접합되지 않은 몰딩 재료(370)의 부분(예컨대, 노치(350)를 채우는 본딩 재료(370)와 주변부 에지(SE)를 넘어서 연장된 몰딩 재료(370))은 전면(TS)에 접합된 몰딩 재료(370)의 부분에 비해 더 밝게 나타난다. 조명원(271AL, 271BL)에 의한 기판(S)의 조명(전면(TS) 또는 바닥면(BS)의 직접적인 또는 콘트라스트 면으로부터의 반사에 의한 조명)은

[0194] 변하는 콘트라스트(예컨대, 도 3a에 도시된 몰딩 재료(370)와 기판(S) 사이의 콘트라스트와 유사한 반투명성 몰딩 재료(370)의 밝고 어두운 부분들)를 초래하며, 이미지 센서(270)와 제어기(199)는 변하는 콘트라스트와, 대응되는 주변부 에지(SE) 및/또는 노치(350)를 식별하도록 구성된다.

[0195] 위에서 언급된 바와 같이, 하나 이상의 이미지 센서들(270)(및 촬상 시스템)은 하나 이상의 이미지 센서들(270)이 이송 아암(180TA)에 장착되었는지 또는 프레임(130F)에 고정되었는지에 따라 상이하게 교정(예를 들어, 기판 이송 장치의 기준 프레임(reference frame)에서 교정 또는 전역 기준 프레임에서 교정)될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 이미지 센서들(270)이 이송 아암(180TA)에 장착된 경우에, 하나 이상의 이미지 센서들(270)(및 촬상 시스템)은 기판 이송 장치(180)의 기준 프레임에서 기판(S)의 하나 이상의 미리 결정된 특징들을 식별하도록 교정될 수 있으며, 여기서 임의의 적합한 제어기(199)는, 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 기판 홀딩 위치에 기판(S)을 배치(예를 들어, 아래에서 설명되는 바와 같은 임의의 적합한 자동 기판 센터링 알고리즘에 따라 자동 기판 센터링)하기 위해, 기판(S) 정보(예를 들어, 도 6a에 관하여 설명된 것과 같은 노치의 위치, 기판의 오프셋, 기판의 중심선, 등)를 필요에 따라 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 전역 기준 프레임으로 변형시킨다. 예를 들어, 하나 이상의 이미지 센서들(270)이 프레임(130F)에 고정된 경우에, 하나 이상의 이미지 센서들(270)(및 촬상 시스템)은 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 전역 기준 프레임에서 기판(S)의 하나 이상의 미리 결정된 특징들을 식별하도록 교정될 수 있으며, 여기서 임의의 적합한 제어기(199)는, 기판 처리 장치(100, 150, 165)의 기판 홀딩 위치에 기판(S)을 배치(예를 들어, 아래에서 설명되는 바와 같은 임의의 적합한 자동 기판 센터링 알고리즘에 따라 자동 기판 센터링)하기 위해, 기판(S) 정보(예를 들어, 도 6a에 관하여 설명된 것과 같은 노치의 위치, 기판의 오프셋, 기판의 중심선, 등)를 필요에 따라 기판 이송 장치 기준 프레임으로 변형시킨다.

[0196] 도 5a와 5b를 참조하면, 기판 정렬 스테이션(500)이 도시된다. 상기 기판 정렬 스테이션(500)은 기판 정렬 스테이션(500)의 프레임(500F)에 장착된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A")과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B")을 포함한다. 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A")과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B")은, 위에서 설명된 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A, 271A')과 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B, 271B')에 실질적으로 유사할 수 있으며, 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 의해 위에서 설명된 것과 실질적으로 유사한 방식으로 얻어진 이미지(399") 내에 콘트라스트를 제공하도록 구성된다. 여기서, 하나 이상의 이미지 센서들(270)과 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A")은 기판(S) 위에 배치되고 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B")은 기판(S) 아래에 배치된다(즉, 기판 정렬 스테이션(500)은 라인 공정의 전단부(140)에서 기판(S)의 전면(TS)을 촬상하도록 구성된다); 그러나, 다른 측면들에서, 하나 이상의 이미지 센서(270)와 전경 제어된 콘트라스트 표면(271A")은 기판(S) 아래에 배치되고 배경 제어된 콘트라스트 표면(271B")은 기판(S) 위에 배치된다(즉, 기판 정렬 스테이션(500)은 라인 공정의 후단부(160)에서 기판(S)의 바닥면(BS)을 촬상하도록 구성된다).

[0197] 도 2a, 2b, 3a-3c, 4b, 5b, 6a-6b, 및 7을 참조하면, 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 의해 얻어진 이미지들(399, 399', 399")은 임의의 적합한 제어기, 예컨대 제어기(199)에 의해 분석된다. 상기 제어기(199)는, 미리 결정된 기준 프레임에 대한, 예컨대, 기판 홀더들(200A, 200B)의 기판 홀딩 위치의 중심 포인트(600) 및/또는 기판 홀더들(200A, 200B)의 중심선(601)에 대한 기판(S)의 중심(SC)과 노치(350)의 각도(β) 중 적어도 하나 이상을 식별하도록 구성된 임의의 적합한 이미지 처리 소프트웨어로 프로그래밍 된다. 예시적인 목적으로, 기판(S)의 중심(SC) 및/또는 각도(β)의 식별은, 이미지(399, 399', 399")를 극좌표 공간(polar coordinate space)(330)(도 3c, 5b, 및 6b 참조)으로 변형하는 단계, 템플릿 매칭(template matching) 단계, 및/또는 노치

(350)를 식별하기 위해 기판(S)의 에지(SE)를 따라 강도(intensity)를 측정하는 단계를 포함한다.

[0198] 도 3a는 하나 이상의 이미지 센서들(270)에 의해 촬상된 예시적인 이미지(399)(이미지들(399', 399')과 유사함)를 보여준다. 도 3b는 예를 들어, 기판 홀더(200A, 200B)에 중심이 맞춰진 교정된 기판 반경(또는 직경(D))에 근거하여 기판의 에지(예컨대, 투영된 기판 에지)의 템플릿(template)(310)을 보여주는 처리된 이미지(399P)를 도시한다. 처리된 이미지(399P)는 또한 이미지(399)로부터 얻어진 기판(S)의 관찰된 에지(315)를 보여주며, 이는 템플릿(310)을 가진 처리된 이미지(399P) 내에 중첩된다(overlaid). 상기 제어기(199)는 처리된 이미지(399P) 내에서 기판(S)의 관찰된 에지(315)에 속하며 처리된 이미지(399P) 내의 노이즈가 아닌 포인트들을 결정한다(도 7의 블록(700)). 처리된 이미지(399P) 내에서 어느 포인트들이 기판(S)의 관찰된 에지(315)에 속하는지를 결정하기 위해, 관찰된 에지(315)에 의해 형성된 곡선의 엔드 포인트들(end points)(320, 321)이 결정된다. 설명의 목적으로, 엔드 포인트(320)는 우측 경계 포인트로서 지칭될 것이며 엔드 포인트(321)는 좌측 경계 포인트로서 지칭될 것이다.

[0199] 좌측 및 우측 경계 포인트들(320, 321)의 위치를 결정하기 위해, 관찰된 에지(315)의 최우측 포인트(320')와 관찰된 에지(315)의 최좌측 포인트(321')가 최우측 포인트(320')와 최좌측 포인트(321') 둘 다를 통과하는 반경을 사용하여 원의 중심(600)을 산출하기 위해 사용된다. 최우측 포인트(320')는 관찰된 에지(315)를 따라서 고정되도록 유지되는 반면에, 최좌측 포인트(321')는 관찰된 에지(315)를 따라서 최우측 포인트(320')를 향해 이동하며, 여기서 최좌측 포인트(321')의 각각의 이동에 대하여 (예를 들어, 이동하는 최좌측 포인트(321') 각각의 위치와 고정된 최우측 포인트(320')를 둘 다 통과하는 반경을 사용하여) 중심(600A)이 산출된다. 중심점들(600, 600A)은 비교되며, 서로에 대한 중심점들(600, 600A)의 위치가 미리 결정된 공차를 벗어난 경우에, 관찰된 에지(315)의 좌측을 따른 포인트들은 노이즈로 간주되어 중심점들(600, 600A)이 안정되거나 또는 서로에 대해 수렴될 때까지 버려진다(즉, 최좌측 포인트(321')는 관찰된 에지(315)를 따라서 중심점들(600, 600A)이 서로로부터 미리 결정된 공차 내에 있게 되는 위치까지 최우측 포인트(320')를 향해 이동한다). 중심점들(600, 600A)이 안정되는(예를 들어, 서로에 대해 수렴되는) 최좌측 포인트(321')의 위치는 처리된 이미지(399P) 내의 유효한 기판 에지를 위한 최외측 경계 포인트(321)를 표시한다.

[0200] 최좌측 포인트(321')는 관찰된 에지(315)를 따라서 고정되도록 유지되는 반면에, 최우측 포인트(320')는 관찰된 에지(315)를 따라서 최좌측 포인트(321')를 향해 이동하며, 여기서 최우측 포인트(320')의 각각의 이동에 대하여 (예를 들어, 이동하는 최우측 포인트(320') 각각의 위치와 고정된 최좌측 포인트(321')를 둘 다 통과하는 반경을 사용하여) 중심(600B)이 산출된다. 중심점들(600, 600B)은 비교되며, 서로에 대한 중심점들(600, 600B)의 위치가 미리 결정된 공차를 벗어난 경우에, 관찰된 에지(315)의 좌측을 따른 포인트들은 노이즈로 간주되어 중심점들(600, 600B)이 안정되거나 또는 서로에 대해 수렴될 때까지 버려진다(즉, 최우측 포인트(320')는 관찰된 에지(315)를 따라서 중심점들(600, 600B)이 서로로부터 미리 결정된 공차 내에 있게 되는 위치까지 최좌측 포인트(321')를 향해 이동한다). 중심점들(600, 600B)이 안정되는 최우측 포인트(320')의 위치는 처리된 이미지(399P) 내의 유효한 기판 에지를 위한 최외측 경계 포인트(321)를 표시한다. 다른 측면들에서, 경계 포인트들(320, 321)은 임의의 적합한 방식으로 결정될 수 있다.

[0201] 제어기(199)에 의해, 검출된 기판 중심(600)과 예를 들어 기판 홀더(200A, 200B)의 교정된 기판 홀딩 위치(660) 사이의 비교를 통해 기판 이동(shift) 또는 오프셋(offset)(XC, YC)(도 6a)이 결정된다(도 7의 블록(710)).

[0202] 관찰된 에지(315)에 의해 형성된 원호 세그먼트(arc segment)의 시작 각도(start angle)(α_S)와 종료 각도(end angle)(α_E)는 최우측 경계 포인트(320)와 최좌측 경계 포인트(321)(도 3b와 6a 참조)에 근거하여 임의의 적합한 방식으로 결정된다(도 7, 블록(720)). 처리된 이미지(399P)는 임의의 적합한 방식으로, 예를 들어, 관찰된 에지(315)를 실질적으로 직선으로 번역하기 위한 부분적 직선 폴라 알고리즘(partial linear polar algorithm)을 사용하여, 극좌표 공간(330)으로 변형된다(도 7, 블록(730)). 부분적 직선 폴라 알고리즘은 python™ 프로그래밍 언어에 제공된 "WarpPolar" 또는 "linearPolar" 기능들과 같은 기존의 직교-극 좌표 변형의 연장이다. 비교하면, 종래의 직교-극 좌표 변형들(예컨대, WarpPolar 또는 linearPolar 기능들)은 입력 이미지를 반경 0-Rmax(반경은 사용자가 정의한다)를 가진 완전한 0 - 2π 라디안의 원의 극좌표로 맵핑하지만, 부분적 직선 폴라 알고리즘은 입력 이미지를 도 6a와 6b에 도시된 바와 같은 극좌표의 서브세트(subset)로 맵핑한다. 하나의 측면에서, 극좌표 공간으로의 변형은 1998년 10월 20일에 등록된 미국 특허 5, 825,913호(명칭 "System for Finding the Orientation of a Wafer")에 개시된 것과 실질적으로 유사한 방식으로 수행될 수 있으며, 그 개시 내용은 전체가 여기에 참조로서 통합된다.

[0203] 폴라 변형(polar transformation)의 예로서, (예를 들어, 기판(S)의 에지(SE)를 표현하는) 원의 부분, 시작 각도(α_S)와 종료 각도(α_E), 원의 중심점(XC, YC), 및 원의 반경(R)을 포함하는 처리된 이미지(399P)가 주어지면, 이미지(399P) 내의 각각의 (x', y') 포인트를 극좌표 공간 이미지(331) 내의 대응되는 (x, y) 포인트로 맵핑한다.

[0204] 여기서:

[0205] x' = r * cos(관찰된 에지(315)를 따르는 포인트의 각도) + XC

[0206] 그리고, 극좌표 공간 이미지(331)의 폭(W)은 입력으로서 제공된 각도들(α_S, α_E)의 폭에 적용된 입력 스케일 팩터(input scale factor)에 의해 결정되며,

[0207] y' = r * sin(관찰된 에지(315)를 따르는 포인트의 각도) + YC

[0208] 그리고, 극좌표 공간 이미지(331)의 높이(H)는, 입력 r-start와 r-end로서 제공된 극좌표 반경의 시작 및 종료 포인트들에 적용된 입력 스케일 팩터에 의해 결정된다.

[0209] 상기 제어기(199)는 극좌표 공간 이미지(331) 내에 노치(350)의 존재와 노치(350)의 위치를 검출/측정하기 위한 임의의 적합한 검출 알고리즘을 포함할 수 있다. 오직 예시적인 목적으로, 상기 제어기(199)는 Xmax와 Ymax에 위치하는 가장 높은 포인트(333)를 측정하기 위해 극좌표 공간 이미지(331)를 분석할 수 있다. 상기 제어기(199)는, 가장 높은 포인트(333)로부터 시작하여 가장 높은 포인트(333)의 좌측으로, 예를 들어, SEMI-표준 노치 폭의 절반까지 각각의 포인트의 경사(slope)(334)를 측정하도록 구성되며, 이미지의 끝에 도달한 경우 일찍 정지한다. 측정된 경사(334)가 SEMI-표준 노치 형상을 나타낸 함수(예컨대, 방정식)로부터 미리 결정된 범위 또는 공차를 벗어난 경우에, 상기 제어기(199)는 누적 오차 변수(accumulated error variable)에 값을 더한다. 누적 오차 변수가 관찰된 포인트들의 전체 수에서 오차 포인트들의 허용 가능한 퍼센트보다 위인 경우에, 이미지는 노치(350)를 포함하지 않는다. 가장 높은 포인트(33)의 좌측으로 각각의 측정된 포인트의 경사들은 가장 높은 포인트(333)가 관찰된 에지(315)의 나머지로부터 얼마나 멀리(예를 들어, 높이(H1)) 융기되는지를 결정하기 위해 합계된다. 높이(H1)가 SEMI-표준 노치 깊이의 미리 결정된 범위 또는 공차 내에 있지 않은 경우, 이미지는 노치(350)를 포함하지 않는다.

[0210] 가장 높은 포인트(33)의 좌측의 측정된 포인트들의 분석으로부터 이미지가 노치(350)를 포함하는 것으로 결정된 경우에, 이미지 내에 노치(350)가 실제로 존재한다는 것을 확인하기 위해 가장 높은 포인트(333)의 우측의 포인트들이 분석된다. 상기 제어기(199)는, 가장 높은 포인트(333)로부터 시작하여 가장 높은 포인트(333)의 우측으로, 예를 들어, SEMI-표준 노치 폭의 절반까지 각각의 포인트의 경사(slope)(335)를 측정하도록 구성되며, 이미지의 끝에 도달한 경우 일찍 정지한다. 측정된 경사(335)가 SEMI-표준 노치 형상을 나타낸 함수(예컨대, 방정식)로부터 미리 결정된 범위 또는 공차를 벗어난 경우에, 상기 제어기(199)는 누적 오차 변수(accumulated error variable)에 값을 더한다. 누적 오차 변수가 관찰된 포인트들의 전체 수에서 오차 포인트들의 허용 가능한 퍼센트보다 위인 경우에, 이미지는 노치(350)를 포함하지 않는다. 가장 높은 포인트(33)의 우측으로 각각의 측정된 포인트의 경사들은 가장 높은 포인트(333)가 관찰된 에지(315)의 나머지로부터 얼마나 멀리(예를 들어, 높이(H1)) 융기되는지를 결정하기 위해 합계된다. 높이(H1)가 SEMI-표준 노치 깊이의 미리 결정된 범위 또는 공차 내에 있지 않은 경우, 이미지는 노치(350)를 포함하지 않는다. 가장 높은 포인트(333)의 우측의 측정된 포인트들의 분석에 근거하여 노치(350)가 존재한다는 것이 확인된 경우에, 처리된 이미지(399P) 내의 노치(350)의 각도(β)(도 6a 참조)는 아래의 공식을 따른다.

[0211] $\beta = ((Xmax / W) * (\alpha_S - \alpha_E)) + \alpha_S$

[0212] 최종 스테이션-조절되는 정렬 오프셋은, 웨이퍼 이동(XC, YC), 측정된 노치 각도(β), 및 원하는 노치 각도에 근거하여 임의의 적합한 방식으로 결정된다(도 7, 블록(750)). 최종 스테이션-조절되는 정렬 오프셋 결정의 하나의 적합한 예는, 2011년 4월 12일에 등록된 미국 특허 번호 7,925,378호; 2018년 11월 20일에 등록된 미국 특허 번호 10,134,623호, 및 2019년 1월 25일에 출원된 미국 특허출원 번호 16/257,595호(명칭 "Automatic Wafer Centering Method and Apparatus")에서 찾을 수 있으며, 그 개시 내용은 전체가 여기에 참조로서 통합된다.

[0213] 예를 들어, 도 2a-2u 및 8을 참조하여, 기판(W)의 주변부 에지(DE)를 검출하기 위한 방법이 설명될 것이다. 이송 아암(180TA)이 제공되며(도 8, 블록(800)) 프레임(130F)에 이동 가능하게 장착된다. 이송 아암(180TA)은 프레임(130F)에 대하여 직선으로 횡단하도록 이송 아암(180TA)에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)를 가진다. 이송 아암(180TA)에 결합된 이미지 센서(270)는 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200

B)에 의해 지지된 기판(S)의 에지 검출을 기록하고 실행한다(도 8, 블록(810)). 조명원(271AL)은 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 표면을 조명하며, 이 표면은 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 묘사한다. 상기 조명원(271AL)은, 상기 표면이, 조명원(171AL)으로부터 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 이미지 센서(270)로 지향시키며, 기판(S)의 주변부 에지(SE)에서, 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 이미지 센서(270)에 의해 보이는 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록, 이미지 센서(270)에 대하여 배치된다. 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해, 이미지 센서(270)에 의해 기록된, 기판 표면 반사와 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트에서 기판(S)의 주변부 에지(SE)는 뚜렷하게 돋보이도록 형성된다.

[0214] 예를 들어, 도 2a-2u 및 9를 참조하여, 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 검출하는 방법이 설명될 것이다. 이송 아암(180TA)이 제공되며(도 9, 블록(900)) 프레임(130F)에 이동 가능하게 장착된다. 이송 아암(180TA)은 프레임(130F)에 대하여 직선으로 횡단하도록 이송 아암(180TA)에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)를 가진다. 이송 아암(180TA)에 결합된 이미지 센서(270)는 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 에지 검출을 기록하고 실행한다(도 9, 블록(910)). 조명원(271AL)은 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 표면으로부터 반사된 콘트라스트 면을 조명하며, 이 표면은 기판(S)의 주변부 에지(SE)를 묘사한다. 상기 콘트라스트 면은, 상기 표면으로부터 이미지 센서(270)로 지향된 반사된 콘트라스트 면이, 기판(S)의 주변부 에지(SE)에서, 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 이미지 센서(270)에 의해 보이는 기판(S)의 표면으로부터의 배경 광 반사를 광학적으로 블랭크하도록, 이미지 센서(270)에 대하여 배치된다. 적어도 하나의 기판 홀더(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해, 이미지 센서(270)에 의해 기록된, 반사된 콘트라스트 면과 조명된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 이미지 콘트라스트에서 기판(S)의 주변부 에지(SE)는 뚜렷하게 돋보이게 형성된다.

[0215] 도 2a-2u 및 14를 참조하면, 웨이퍼(S)를 정렬(예를 들어, 즉각적인(on-the-fly) 정렬)하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은 프레임(130F)에 이동 가능하게 장착된 이송 아암(180TA)을 제공하는 단계를 포함한다(도 14, 블록(1400)). 상기 이송 아암(180TA)은, 프레임(130F)에 대하여 직선으로 횡단하도록 이송 아암(180TA)에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)를 가진다. 상기 방법은, 이송 아암(180TA)에 결합된 광학적 에지 검출 센서(270)에 의해, 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 웨이퍼(S)의 에지 검출을 기록하고 실행하는 단계(도 14, 블록(1410))를 포함하며, 웨이퍼(S)는 미리 결정된 기준 위치(예를 들어, 제1 위치가 기판 홀딩 스테이션에 대하여 오정렬된 위치에 있는 경우에, 임의의 적합한 기판 홀딩 스테이션)에 대하여 제1 위치에 있다. 광학적 에지 검출 센서(270)로부터의 에지 검출 데이터에 근거하여, 제1 (오정렬된) 위치로부터 제2 위치로, 미리 결정된 기준 위치에 대한 웨이퍼(S)의 정렬의 변경을 실행하기 위해, 상기 웨이퍼(S)는 이송 아암(180A)에 의해 적어도 부분적으로 이동된다(도 14, 블록(1420))(여기서, 제2 위치는 웨이퍼(S)가 예를 들어 기판 홀딩 스테이션에 미리 결정된 위치와 방향으로 배치되도록 기판 홀딩 스테이션과 정렬된 웨이퍼(S)의 위치이다). 여기서, 에지 검출 데이터는, 프레임(130F)에 연결된 조명원(271AL, 271BL)으로 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 기판의 표면을 조명함으로써 생성되며(도 14, 블록(1430)), 이 표면은 웨이퍼(S)의 주변부 에지(SE)를 묘사하고, 상기 조명원(271AL, 271BL)은, 상기 표면이, 조명원(271AL, 271BL)으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 이미지 센서(270)로 또는 이미지 센서를 향해 지향시키며, 기판(S)의 주변부 에지에서, 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 광학적 에지 검출 센서(270)에 의해 보이는, 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록, 광학적 에지 검출 센서(270)에 대하여 배치된다. 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해, 광학적 에지 검출 센서(270)에 의해 기록된, 기판 표면 반사와 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 (여기서 설명된) 이미지 콘트라스트에서 기판(S)의 주변부 에지(SE)는 뚜렷하게 돋보이게 형성된다.

[0216] 도 2A-2U 및 14를 참조하면, 웨이퍼(S)를 정렬(예를 들어, 즉각적인(on-the-fly) 정렬)하기 위한 방법이 제공된다. 상기 방법은 프레임(130F)에 이동 가능하게 장착된 이송 아암(180TA)을 제공하는 단계를 포함하며(도 14, 블록(1400)), 상기 이송 아암(180TA)은, 프레임(130F)에 대하여 직선으로 횡단하도록 이송 아암(180TA)에 이동 가능하게 장착된 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)를 가진다. 상기 방법은 또한, 이송 아암(180TA)에 결합된 광학적 에지 검출 센서(270)에 의해, 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 웨이퍼(S)의 에지 검출을 기록하고 실행하는 단계(도 14, 블록(1410))를 포함하며, 광학적 에지 검출 센서(270)로부터의 에지 검출 데이터는 (예를 들어, 제어기(199) 또는 임의의 다른 적합한 제어기에 의해) 이송 아암(180TA)으로 전

송되는 웨이퍼 정렬 데이터의 결정 요인(determinative)이다. 웨이퍼(S)의 표면은 프레임(130F)에 연결된 조명원(271AL, 271BL)에 의해 조명되며(도 14, 블록(1430)), 상기 웨이퍼(S)는 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지되고, 이 표면은 웨이퍼(S)의 주변부 에지(SE)를 묘사한다. 상기 조명원(271AL, 271BL)은, 상기 표면이, 조명원(271AL, 271BL)으로부터, 반사된 표면 조명(reflected surface illumination)을 이미지 센서(270)로 또는 이미지 센서를 향해 지향시키며, 기판(S)의 주변부 에지에서, 적어도 하나의 에드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 광학적 에지 검출 센서(270)에 의해 보이는, 배경의 배경 반사광을 광학적으로 블랭크하도록, 광학적 에지 검출 센서(270)에 대하여 배치된다. 적어도 하나의 엔드 이펙터(200A, 200B)에 의해 지지된 기판(S)의 직선 횡단과 일치하는 에지 검출을 실행하기 위해, 광학적 에지 검출 센서(270)에 의해 기록된, 기판 표면 반사와 광학적으로 블랭크된 배경에 의해 그리고 이들 사이에 형성된 (여기서 설명된) 이미지 콘트라스트에서 기판(S)의 주변부 에지(SE)는 뚜렷하게 돋보이게 형성된다.

[0217] 도 2a-2u, 10a 및 10b를 참조하면, 구현될 수 있는 바와 같이, 여기서 설명된 바와 같은 즉각적인 정렬에 대한 이점은, 각각의 기판(S)이, 예를 들어, 이송 챔버(130)(예를 들어 EFEM 또는 다른 적합한 이송 챔버) 내에서 분류, 정렬 및/또는 식별되는 동안 소모하는 시간이 현저하게 감소한다는 것과 관련된다. 이러한 시간 감소는, 여기서 설명되는 바와 같은 즉각적인 정렬 및/또는 주어진 기판이 기판 캐리어(110)에 의해 제공된 보호 엔벨로프(protection envelope)로부터 떠나서 소모하는 시간의 현저한 감소에 의해 달성될 수 있는 더 높은 처리 속도와 관련된다. 이러한 이점은 특히 주어진 기판 캐리어(110) 내의 모든 웨이퍼들의 정렬 및/또는 광학 문자 인식(OCR) 판독을 제공하는 공통 분류 레시피(common sort recipe)에서 명백하다. 예를 들어, 도 10b를 참조하면, 종래의 시스템(870)은 높은 전체 처리 속도를 달성하기 위해 일반적으로 이중의 고정된 정렬장치들(800A, 800B)에 의존하지만, 이러한 아키텍처는 국소 환경 내에서 각각의 기판에 의한 더 긴 기판 이동 거리, 로봇식 모션, 및 경과 시간 소모를 초래한다. 예를 들어, 도 10b는 웨이퍼들의 분류, 정렬 및/또는 식별을 위해 이송 챔버(130) 내부에서 기판들의 이송을 위한 종래의 예시적인 이송 경로들을 보여준다. 기판 이송 경로들(TP1-TP8)은 기판 캐리어들(110A, 110B) 중 하나의 내부의 미리 결정된 기준 위치(DL1, DL2)로부터 고정된 정렬장치들(800A, 800B) 중 하나의 내부의 미리 결정된 기준 위치(DL3, DL4)까지 그리고 그 다음에 로드 록들(11010A, 11010B) 중 하나의 내부의 미리 결정된 기준 위치(DL5, DL6)까지이거나 또는 기판 캐리어들(110A, 110B) 중 하나의 내부의 미리 결정된 기준 위치(DL1, DL2)까지 되돌아간다. 비교하면, 도 10a를 참조하면, 기판(S)의 분류, 정렬 및/또는 식별을 위해 이송 챔버(130) 내부의 기판들의 이송을 위한 시스템(869)(위에서 설명된 기판 처리 장치(100, 150, 165)에 실질적으로 유사함 - 도 1a-1c 참조)의 웨이퍼 이송 경로(TP10-TP13)가 본 발명의 측면에 따라 도시된다. 도 10a에 도시된 바와 같이, 이송 경로들(TP10-TP15) 중 임의의 하나는 도 10b에 도시된 종래의 이송 경로들(TP1-TP8) 중 임의의 하나보다 길이가 더 짧다. 구현될 수 있는 바와 같이, 기판들(S)이 분류되고 그들이 픽킹되었던 기판 캐리어 또는 로드 포트에 인접한 곳에 있는 인접한 기판 캐리어 내에 다시 배치되는 이송 경로들(TP14, TP15)은 가장 짧은 경로이며, 도 10b에 도시된 기판 캐리어들(110A, 110B)로부터 정렬장치들(800A, 800B) 중 하나까지 그리고 그 다음에 기판 캐리어들(110A, 110B) 중 하나까지의 대응되는 경로들보다 상당히 짧다. 예를 들어, 도10a의 경로들(TP14, TP15)을 따라서 분류할 때, 기판 홀더들(200A, 200B)은 공통 기판 캐리어, 예를 들어 기판 캐리어(110A) 또는 기판 캐리어(110B)로부터 순차적으로 기판들(S)을 픽킹한다(그래서 기판들(S)은 섞인다). 각각의 기판(S)이 순차적으로 픽킹될 때, 각각의 기판(S)이 기판 캐리어(110A, 110B)로부터 후퇴되는 중에, 위에서 설명한 바와 같이 기판들(S)의 주변부 에지(SE)를 검출하기 위해 각각의 기판(A)은 이미지 센서(270)를 지나간다. 기판들(S)은 각각의 기판이 순차적으로 정렬되도록 기판 이송 장치(180) 상에 섞인다. 정렬된 기판들은 하나 이상의 기판 캐리어들(110A, 110B)에 미리 결정된 순서로 배치된다.

[0218] 도 11을 참조하면, 기판(들)이 이송 챔버(130) 내에서 소모하는 시간은 두 개의 고정된 정렬장치들(800A, 800B)을 사용하는 종래의 시스템(870)보다 시스템(869) 내에서 더 짧다. 예를 들어, 도 11에 도시된 테이블은 이송 작업들을 보여주며, 각각은 도 10b의 종래의 이송/정렬 시스템(870)(예를 들어, "종래의 이송 시간")에 대하여 특정 이송 시간을 가진다. 도 11의 테이블은 또한 이송 작업들을 보여주며, 각각 본 발명의 측면들에 따른 도 10a의 이송/정렬 시스템(869)에 대하여 특정 이송 시간을 가진다. 테이블에서 볼 수 있는 바와 같이, 종래의 이송/정렬 시스템(870)과 상기 시스템(869)은 둘 다 기판 캐리어(110A, 110B)로부터 하나 이상의 기판들(S)의 픽킹(picking)과 관련된 시간과, 로드 록(11010A, 11010B)에 하나 이상의 기판들(S)의 배치와 관련된 시간을 가지지만, 이는 이송 시간 종료에서 유사성이 있는 경우이다. 예를 들어, 시스템(869) 내에서와 같이 기판을 기판 캐리어(110A, 110B)로부터 기판 홀딩 위치(기판 홀딩 위치가 로드 포트(load port)에 있는 하나 이상의 기판 캐리어, 로드 포트에 인접해 있는 상이한 기판 캐리어, 및 로드 록(load lock)인 경우)로 실질적으로 직접 이송하는 것보다는, 종래의 시스템은 고정된 정렬장치들(800A, 800B) 중 하나의 미리 결정된 기준 위치(DL3, DL4)로 또는 이로부터 기판(들)을 이송하기 위한 추가적인 이송 시간을 포함한다. 또한, 종래의 시스템(870)은 기판

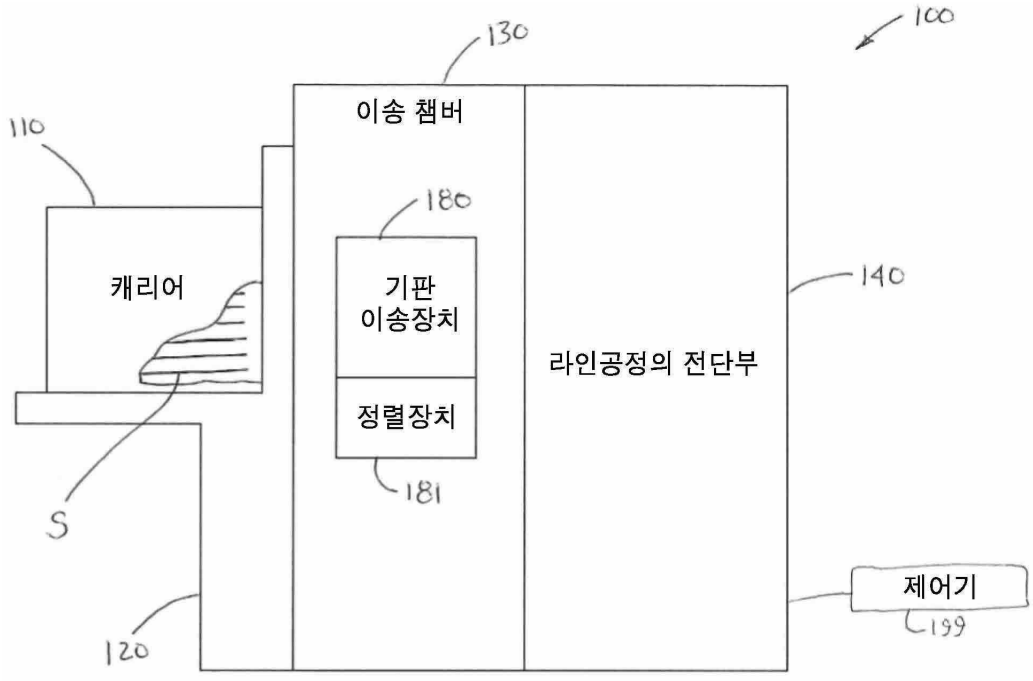
(S)이 정렬장치(800A, 800B) 내부에 배치되고 정렬되는 유휴 이송 시간(idle transfer time)을 포함한다. 상기 시스템(869)에서, 기판(들)이 기판 이송 장치(180)의 기판 홀더(들)(200A, 200B) 상에 배치된 상태로 미리 결정된 기준 위치(DL1, DL2)와 미리 결정된 기준 위치(DL5, DL6)(기판들이 로드 록으로 이송되는 경우)와 미리 결정된 기준 위치(DL1, DL2)(기판들이 분류 중과 같이 기판 캐리어(들)로 복귀하는 경우) 사이에서 이송 중에 정렬되기 때문에, 이 "정렬 시간"은 실질적으로 제거된다. 덧붙여, (예를 들어, 로드 록(11010A, 11010B)의 앞에서와 같이) 웨이퍼들이 슬라이드 몸체(220)를 정지된 상태로 유지하는 기판 이송 장치를 가진 시스템(869) 내에 정렬된다 하더라도, 기판을 기판 홀더(200A, 200B)로부터 회전 척(260)(도 2i 참조)으로 이송하기 위한 시간은, 예를 들어, Z 방향으로 짧아진 이동 거리로 인해, 종래의 기판 홀더로부터 고정된 정렬장치(800A, 800B)로 이송하기 위한 시간보다 상당히 작다. 예를 들어, 본 발명의 측면들에 따른 기판 정렬 및 식별을 수행하기 위해, 회전 척(260)은 완전히 낮아진 기준 위치(CD)(도 2i)로부터 Z 방향으로 작은 거리(Z1)(예컨대, 대략 20㎜ 이하)만큼 이동하고, 기판 홀더(200A, 200B)는 기판 홀더(200A, 200B)와 회전 척(260) 사이에서 기판(S)을 이송하기 위해 오직 R 방향으로 부분적으로 연장된다. 대조적으로, 본 발명의 측면들의 즉각적인 정렬이 없는 기판 이송 장치는 기판(S)을 이송하기 위해, 예를 들어, 미리 결정된 기판 이송 평면으로부터 이송 챔버(130)를 고정된 정렬장치(800A, 800B)의 웨이퍼 지지 표면의 레벨까지 더 많은 Z 이동을 필요로 하며, 예를 들어, 기판 홀더의 기준(datum)을 정렬장치(800A, 800B)의 기준(DL3, DL4)과 정렬하는 동안 X, Y, 및 Θ 축들 중 하나 이상으로 추가적인 이동을 통해 기판 홀더를 R 방향으로 완전히 연장시켜야 한다.

[0219] 구현될 수 있는 바와 같이, 본 발명의 측면들에 따른 시스템(869)의 감소된 웨이퍼 이송 시간은 기판 캐리어(110)의 도어가 개방되는 동안의 경과 시간을 감소시킬 수 있다. 감소된 "캐리어 도어 개방" 시간은, 예를 들어, 대기 환경으로부터의 기판 캐리어(110) 내부의 오염을 감소시키며, 기판 캐리어(110)의 내부와 그 내부에 배치된 기판(S)을 위해 증가된 불활성 가스 보호를 제공한다. 구현될 수 있는 바와 같이, 감소된 "캐리어 도어 개방" 시간은 기판 캐리어(110) 내부의 환경 변화와 오염을 최소화하며, 기판 캐리어(110) 내부의 불활성 가스 복원 시간(및 복원에 필요한 불활성 가스의 양)을 감소시킨다. 반대로, 이송 챔버(130)의 환경 교란도 감소된다. 위에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 측면들은 여기서 더 높은 웨이퍼 처리량을 제공할 뿐 아니라 향상된 청결 및 기판(S)의 감소된 환경 노출을 제공한다.

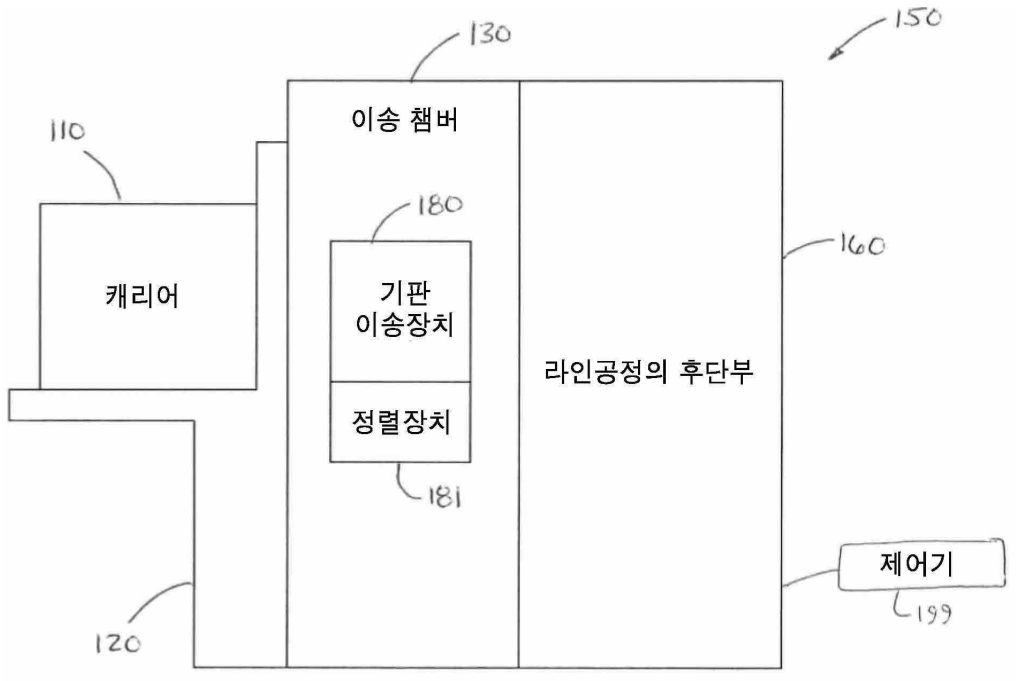
[0220] 전술한 설명은 오직 본 발명의 측면들을 보여주는 것으로 이해하여야 한다. 본 기술 분야의 기술자에 의해 본 발명의 측면들로부터 벗어나지 않고서 다양한 대안들과 변형들이 고안될 수 있다. 따라서, 본 발명의 측면들은 첨부된 임의의 청구항들의 범위 내에 속하는 이러한 모든 대안들, 수정 및 변형들을 포괄하도록 의도되었다. 또한, 상이한 특징들이 서로 상이한 종속항들 또는 독립항들에 기재된다는 단순한 사실은 이 특징들의 조합이 유리하게 사용될 수 없다는 것을 가리키지 않으며, 이러한 조합은 본 발명의 측면들의 범위 내에 유지된다.

도면

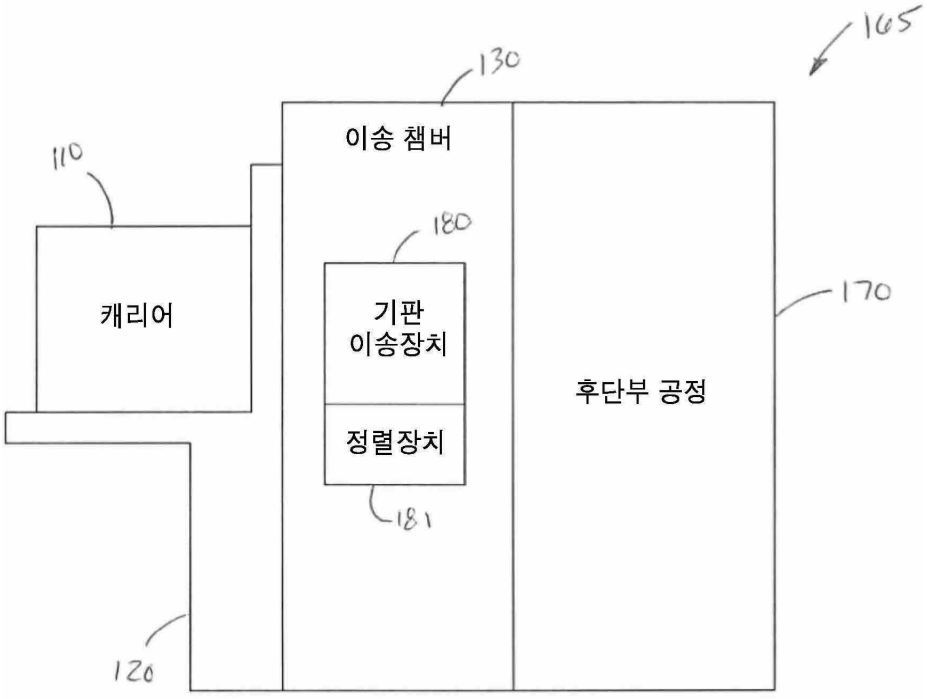
도면1a


100
130
이송 챔버
110
캐리어
180
기판
이송장치
정렬장치
181
S
120
라인공정의 전단부
140
제어기
199

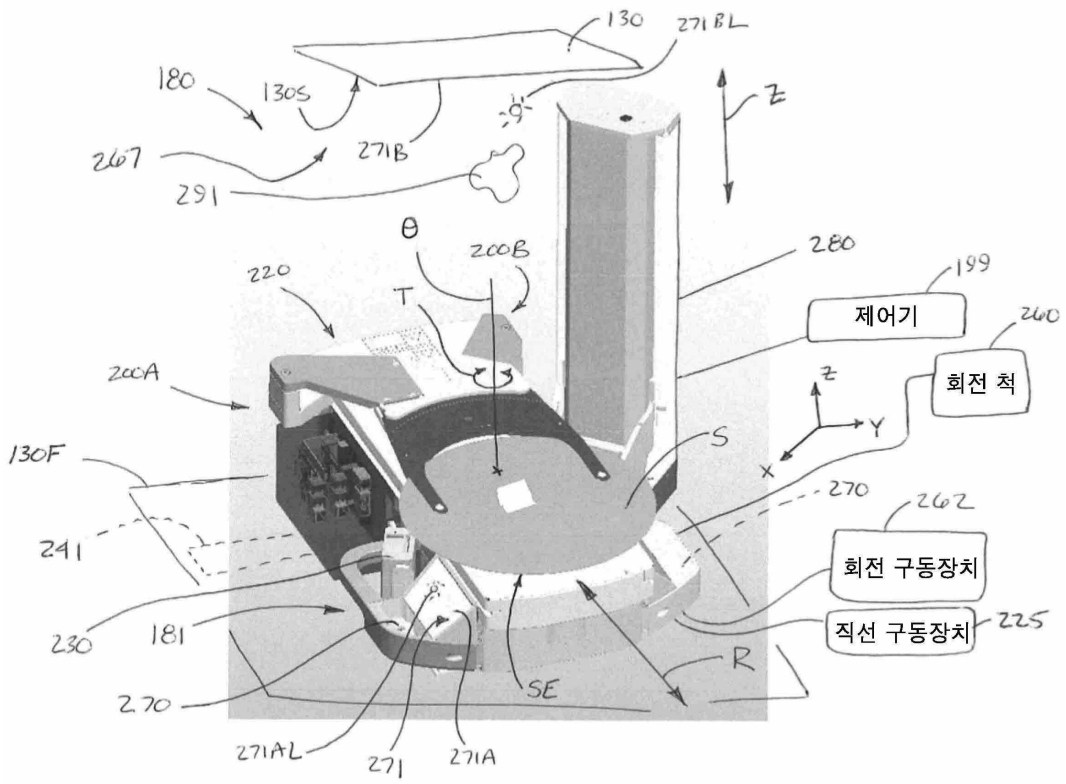
도면1b


150
130
이송 챔버
110
캐리어
180
기판
이송장치
정렬장치
181
120
라인공정의 후단부
160
제어기
199

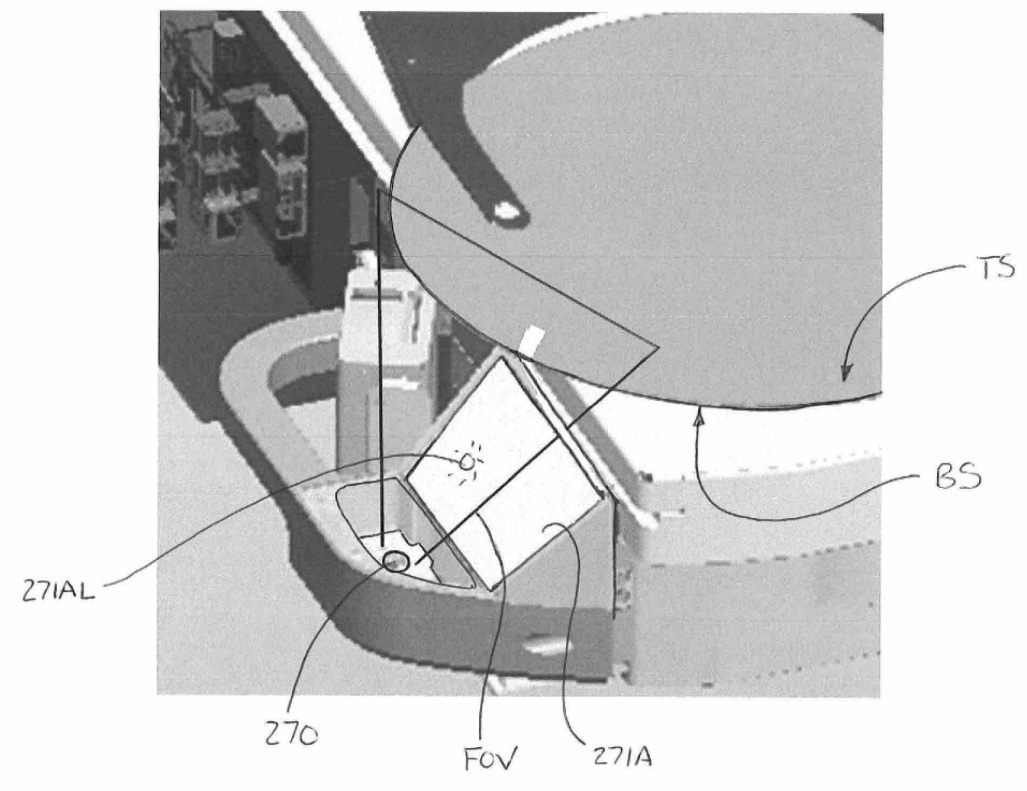
도면1c


165
130
이송 챔버
110
180
캐리어
기판
이송장치
170
후단부 공정
정렬장치
181
120

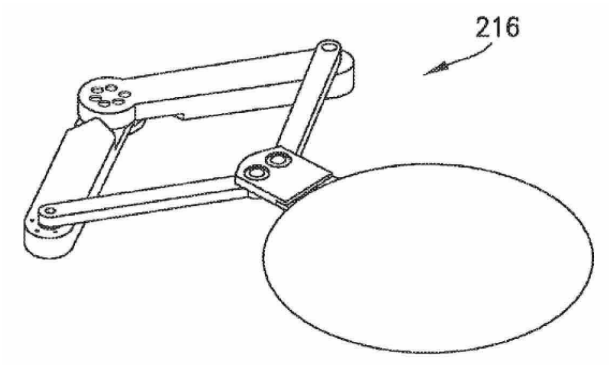
도면2a


130
271BL
180
130S
271B
Z
267
291
θ
200B
280
220
T
199
제어기
260
200A
회전 척
Z
Y
X
130F
S
270
262
241
회전 구동장치
230
181
직선 구동장치
225
270
SE
R
271AL
271
271A

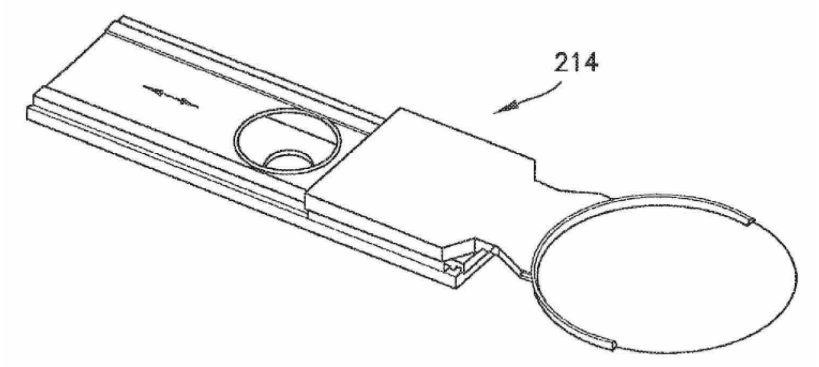
도면2b



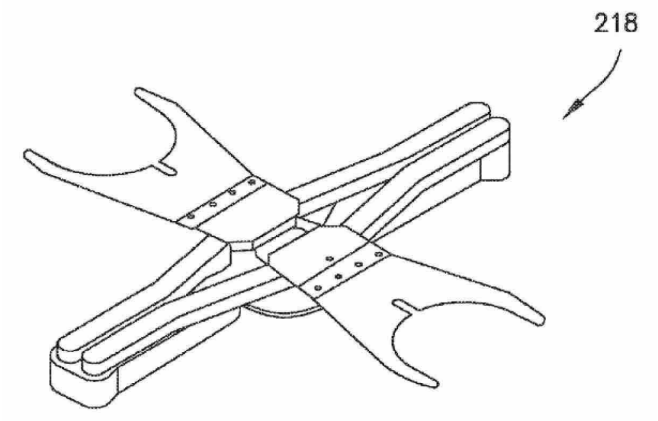
도면2c



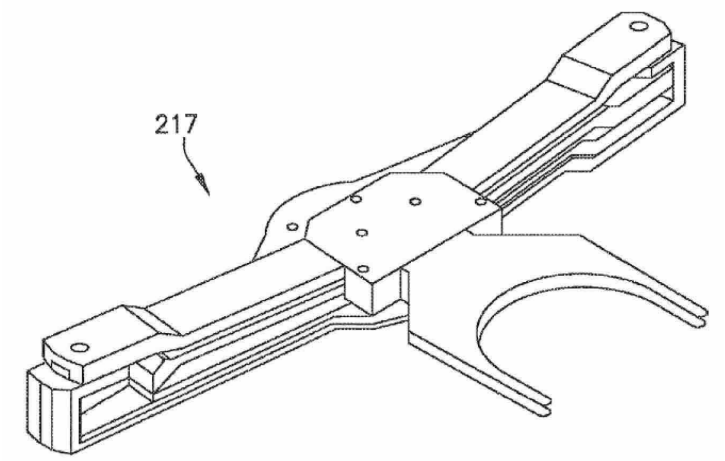
도면2d



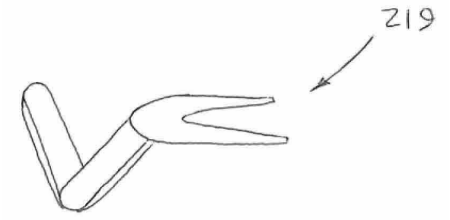
도면2e



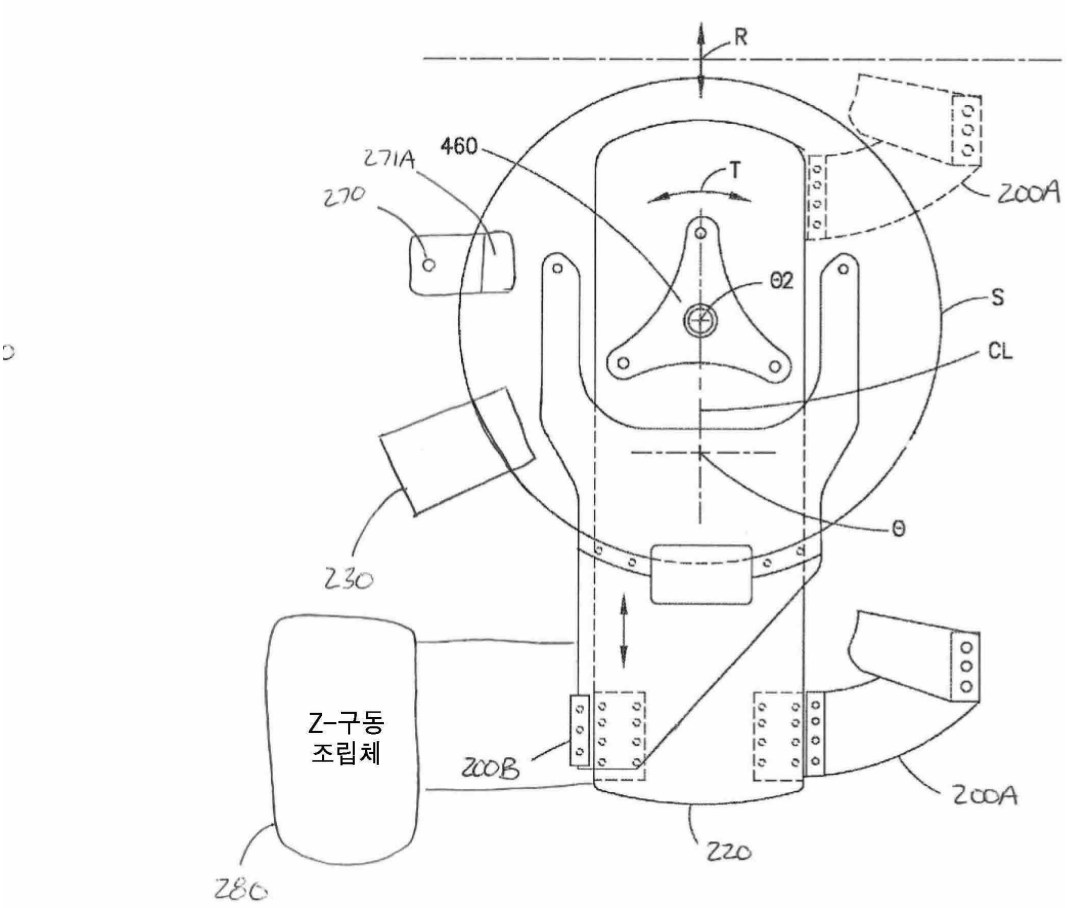
도면2f



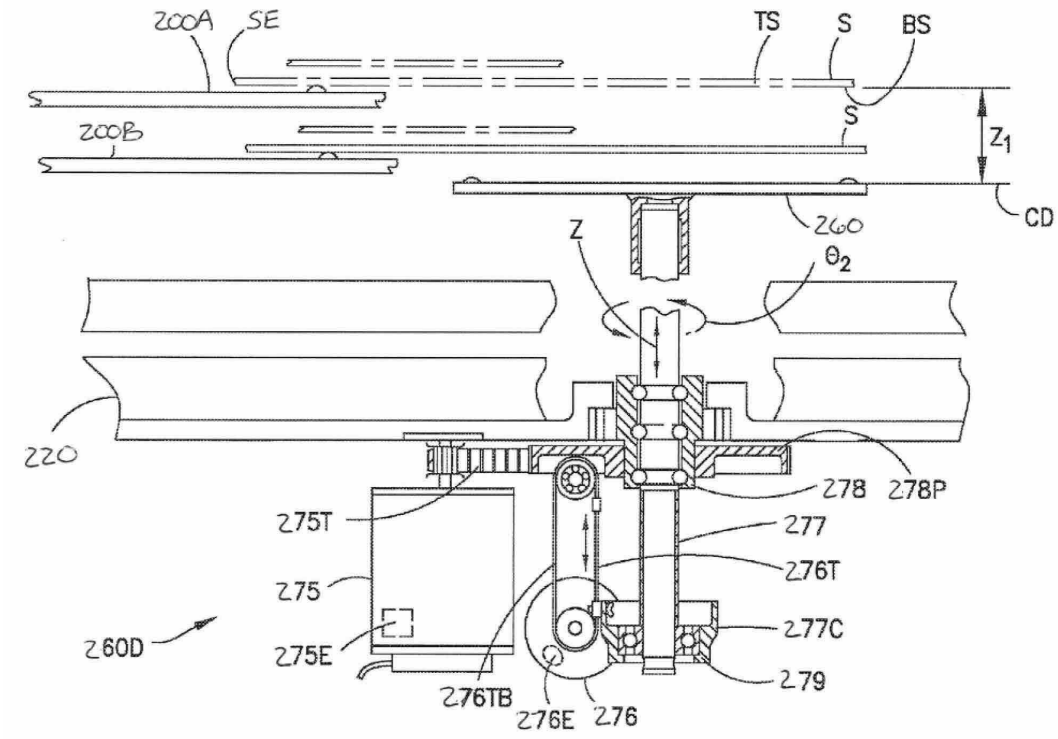
도면2g



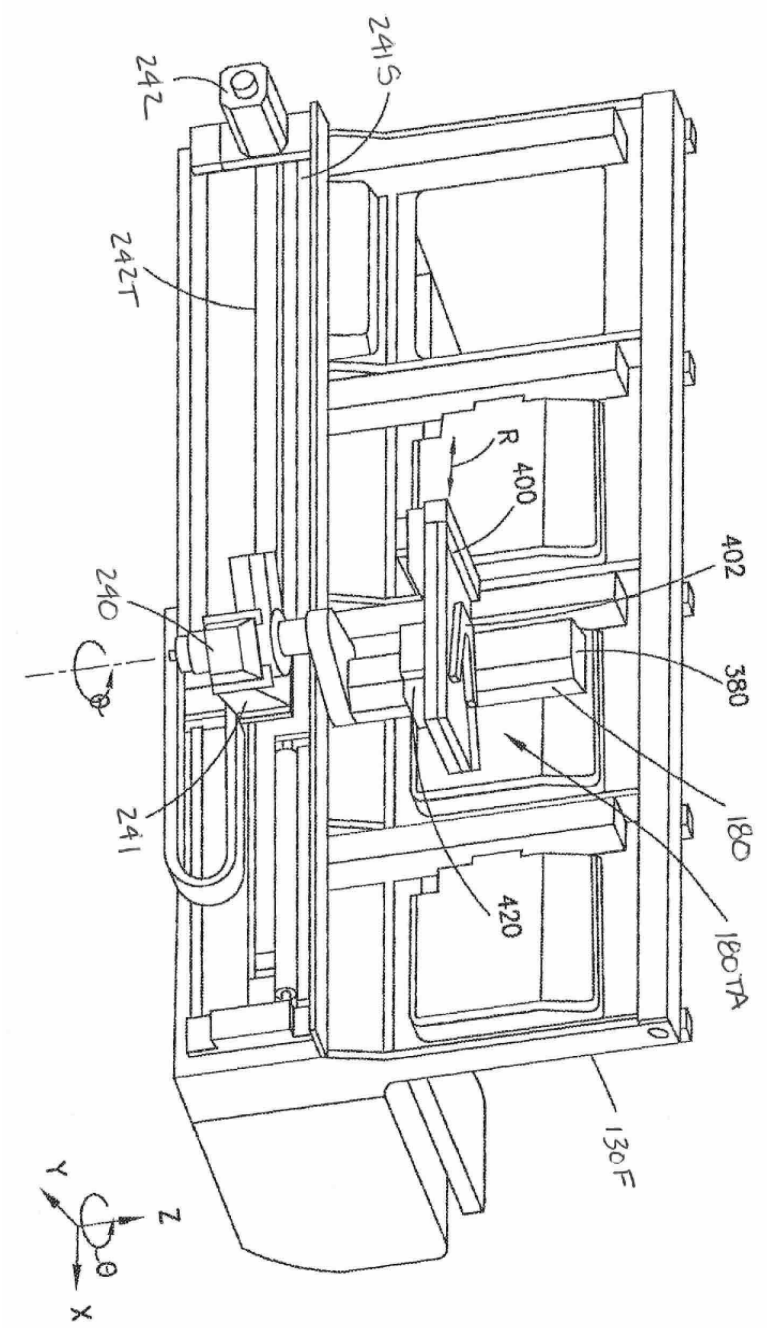
도면2h


R
271A
460
270
T
200A
θ2
S
CL
θ
230
Z-구동
조립체
200B
200A
220
280

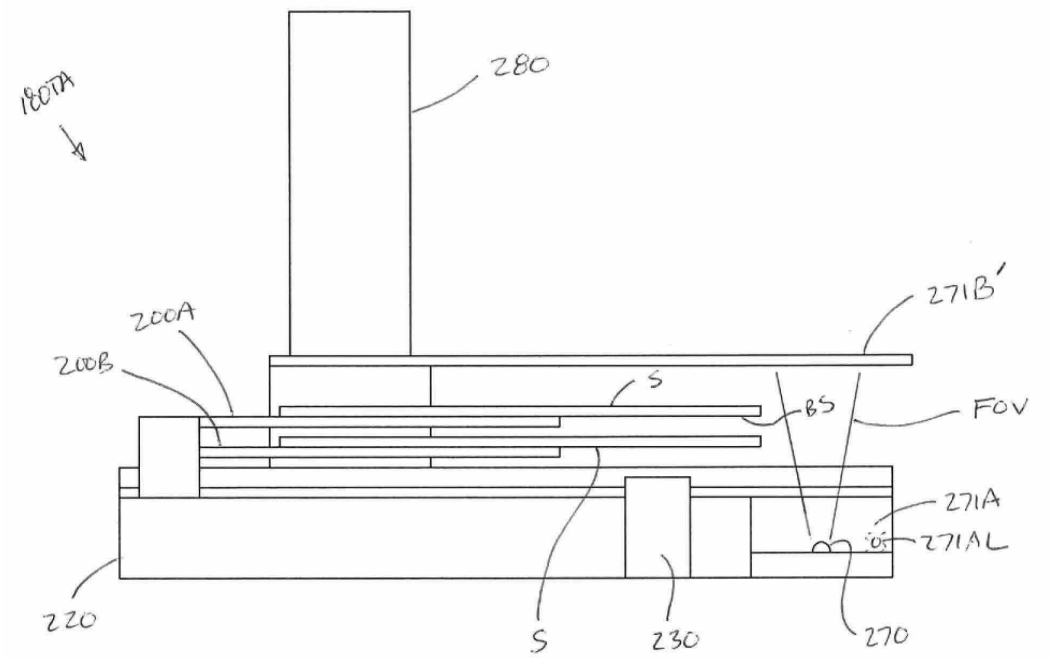
도면2i


200A
SE
TS
S
BS
200B
S
Z1
CD
260
Z
θ2
220
278
278P
275T
277
276T
275
277C
260D
275E
279
276TB
276E
276

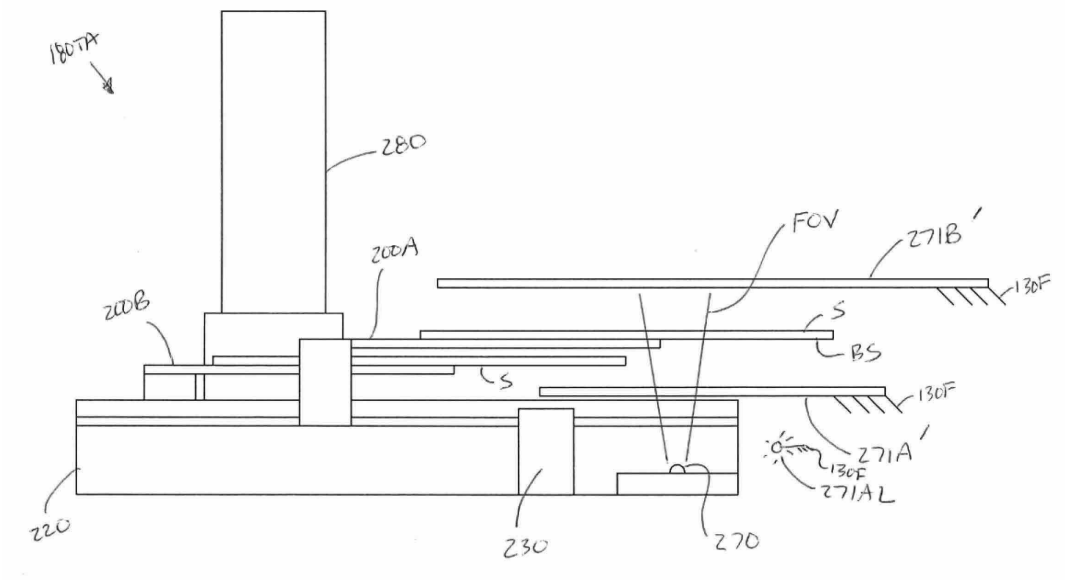
도면2j



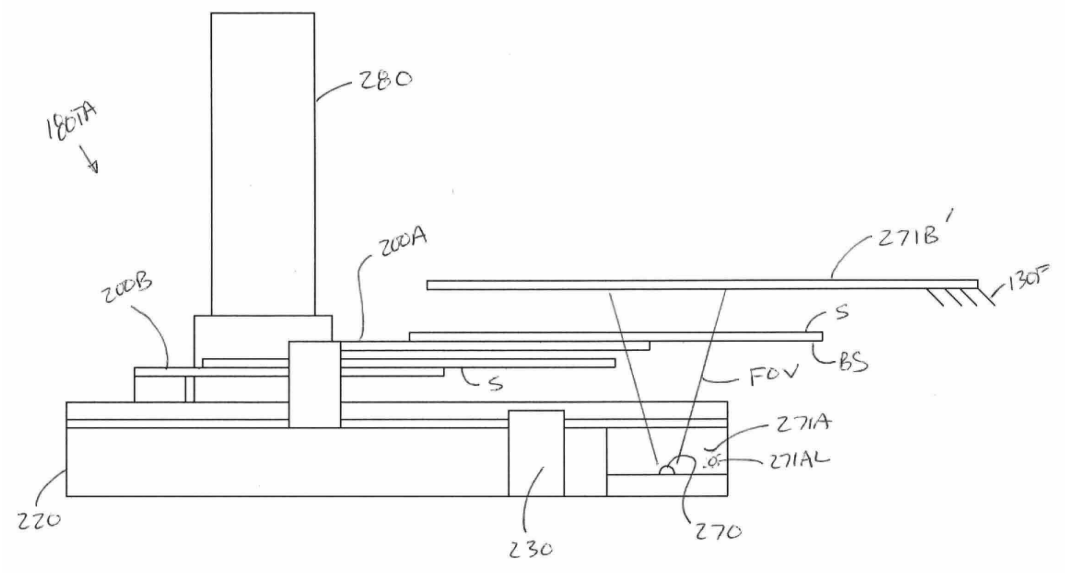
도면2k


180TA
280
200A
200B
271B'
S
BS
FOV
271A
271AL
220
S
230
270

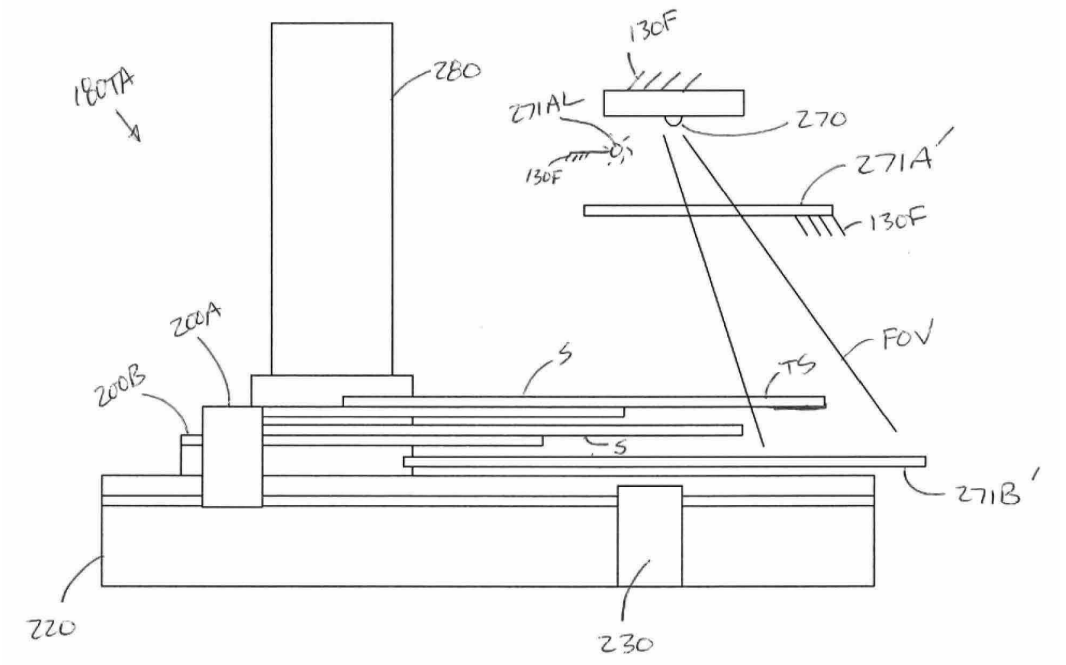
도면21


180TA
280
200A
200B
FOV
271B'
130F
S
BS
S
130F
271A'
130F
271AL
220
230
270

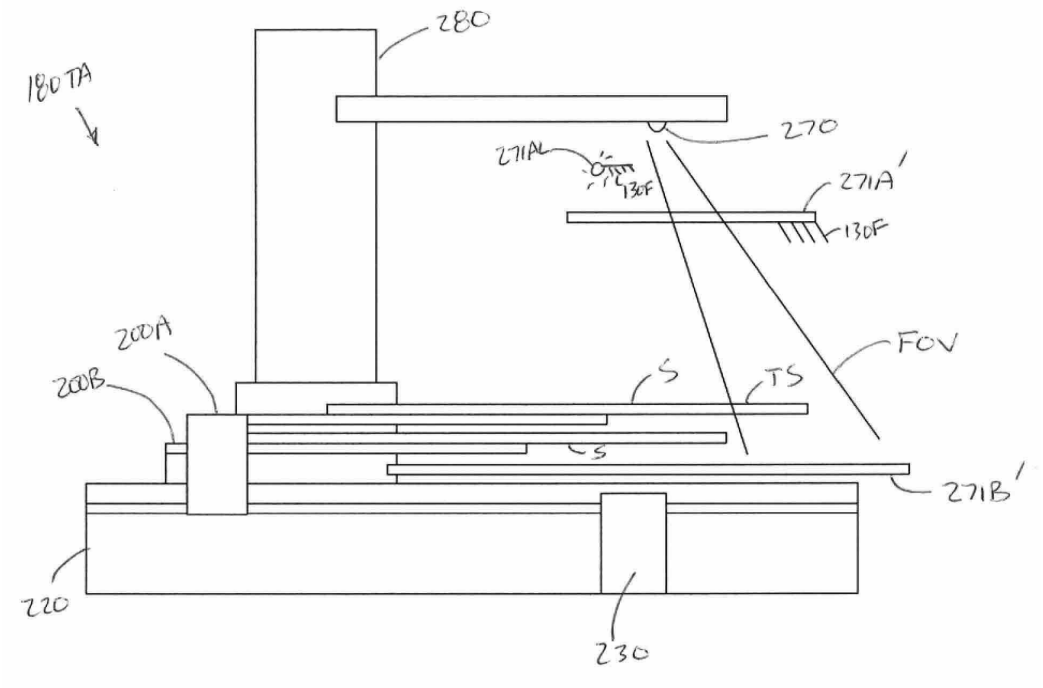
도면2m


180TA
280
200A
200B
271B'
130F
S
BS
FOV
271A
271AL
220
230
270

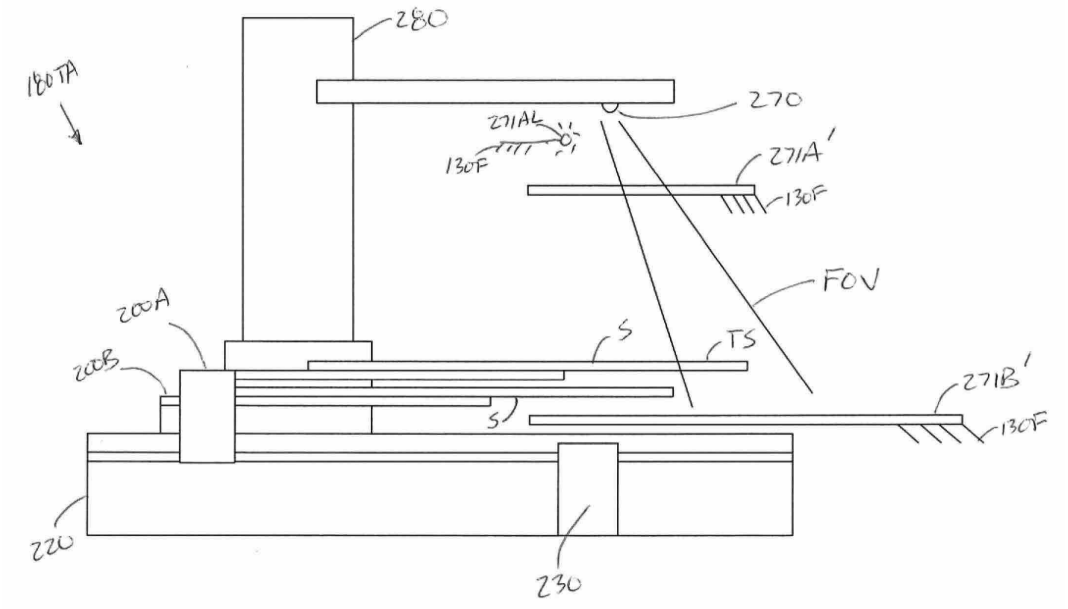
도면2n


180TA
280
130F
271AL
270
271A'
130F
200A
200B
S
TS
FOV
271B'
220
230

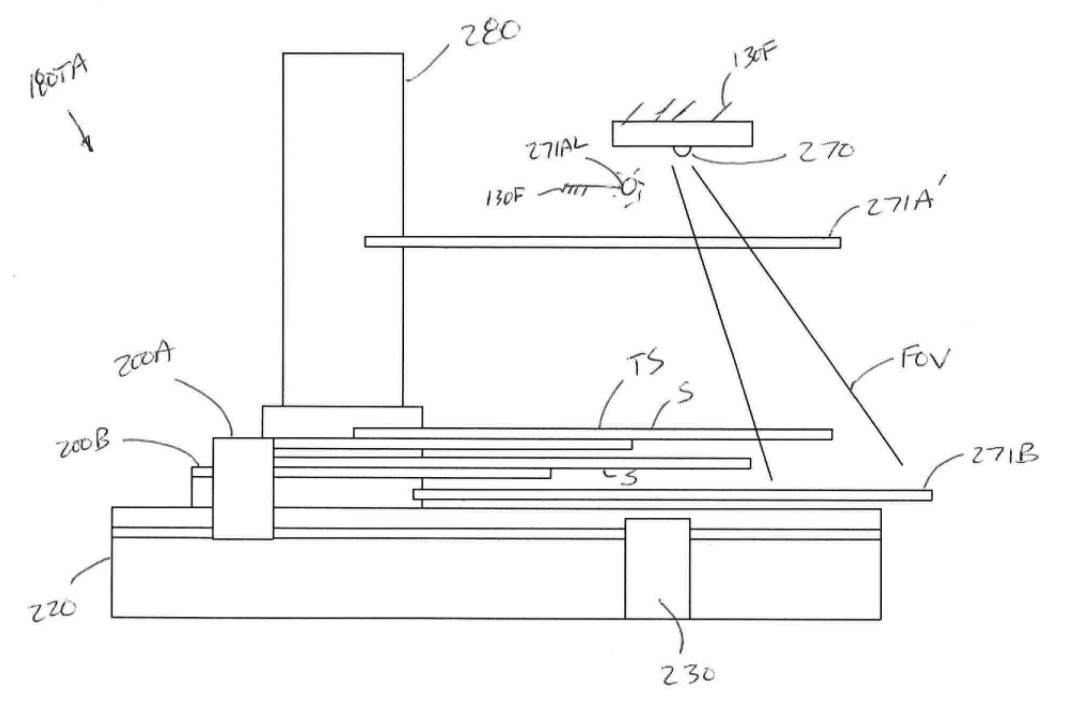
도면2o


280
180TA
270
271AL
130F
271A'
130F
200A
200B
FOV
S
TS
S
271B'
220
230

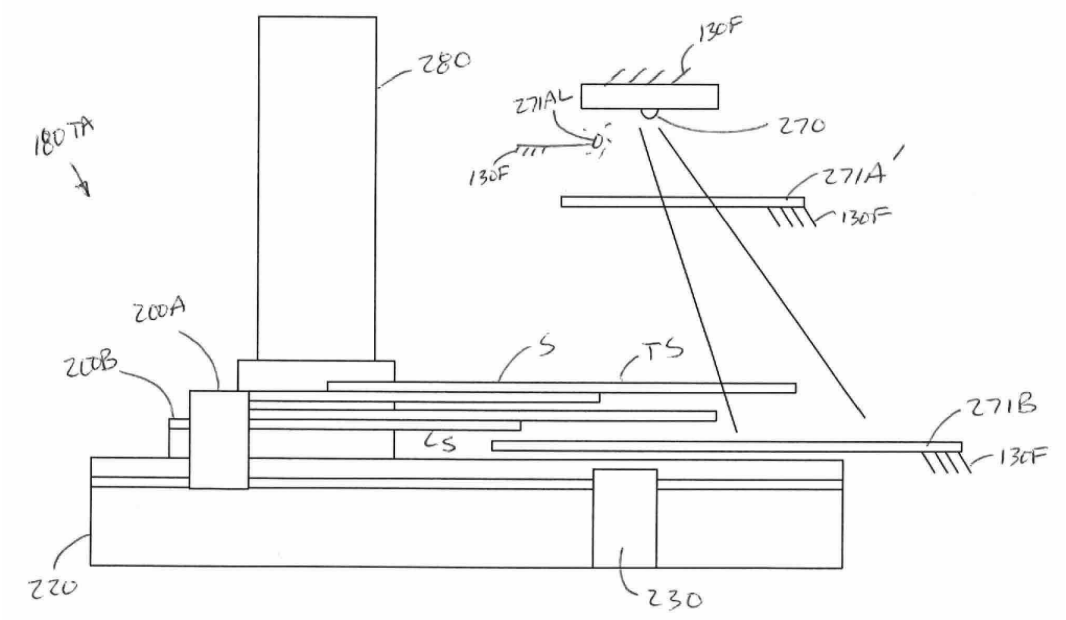
도면2p


280
180TA
270
271AL
130F
271A'
130F
FOV
200A
200B
S
TS
271B'
S
130F
220
230

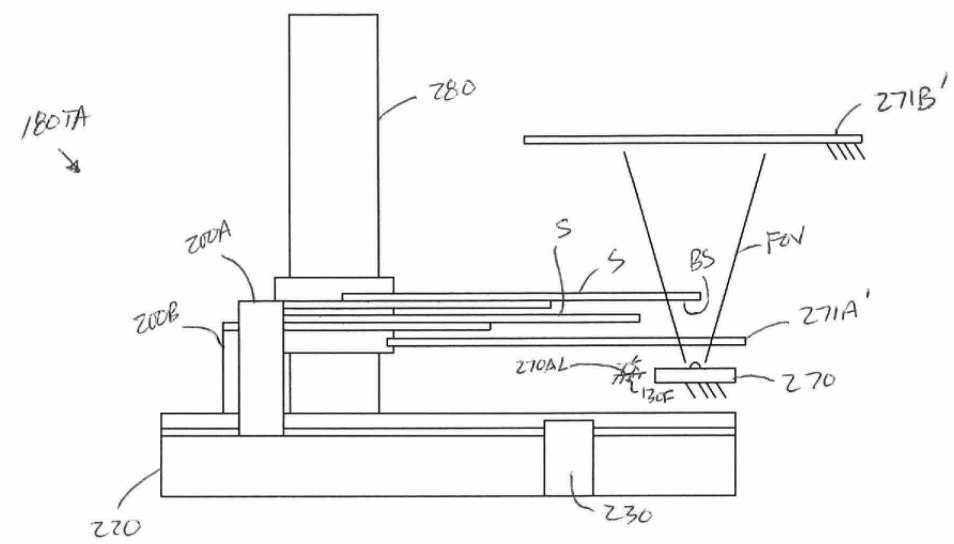
도면2q


180TA
280
130F
271AL
270
130F
271A'
200A
TS
S
FOV
200B
271B
CS
220
230

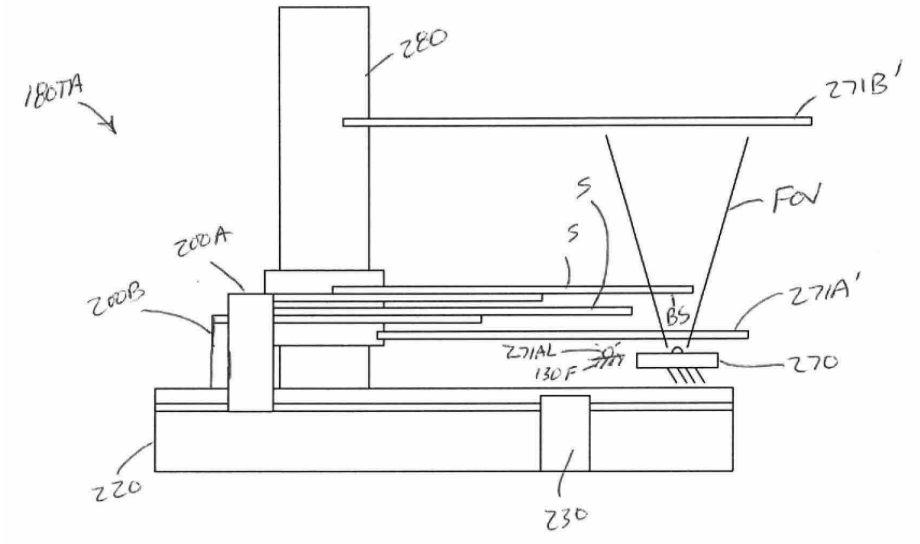
도면2r


180TA
280
130F
271AL
270
130F
271A'
130F
200A
S
TS
200B
271B
CS
130F
220
230

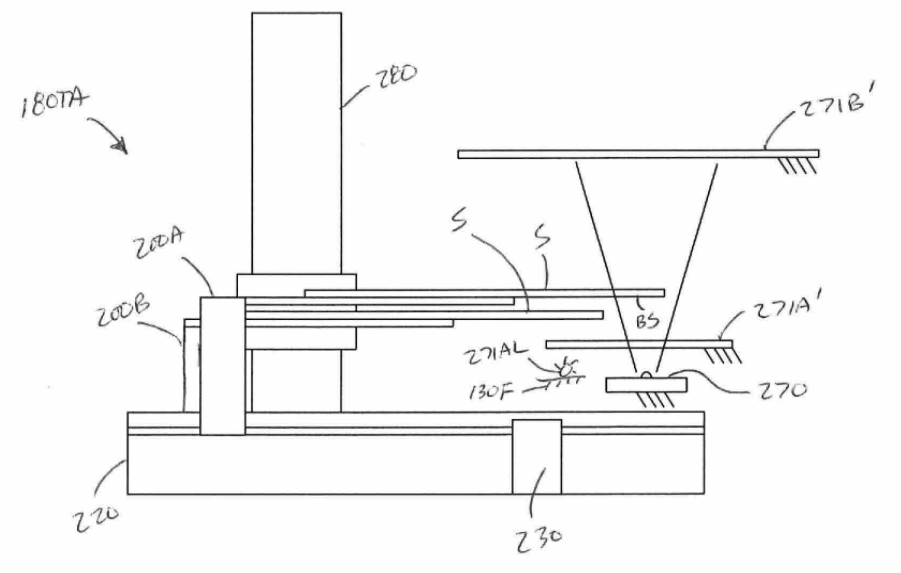
도면2s


180TA
280
271B'
200A
S
S
BS
FoV
200B
271A'
270AL
130F
270
220
230

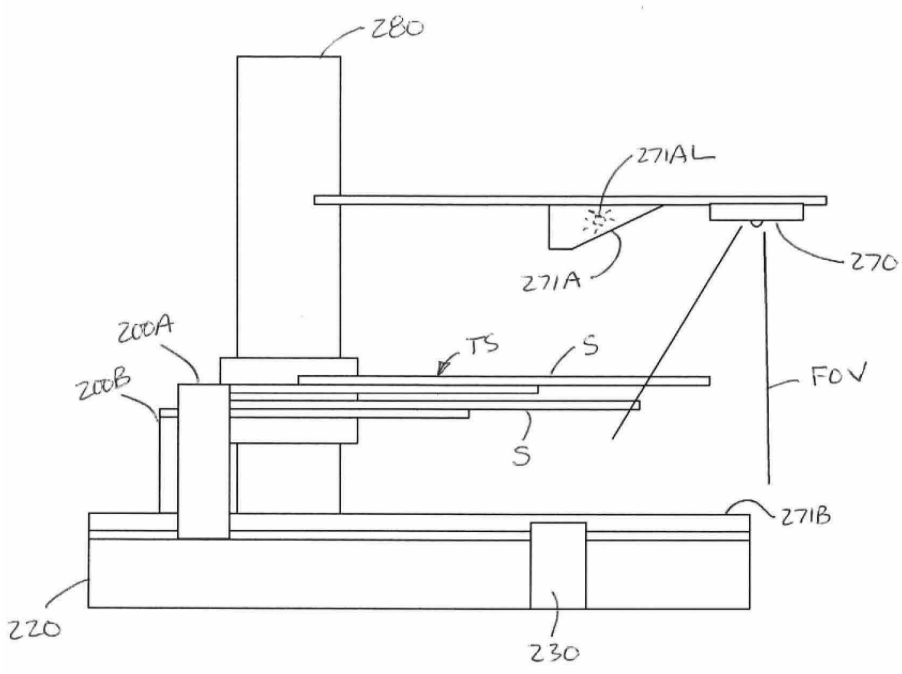
도면2t


180TA
280
271B'
S
S
FoV
200A
200B
271A'
BS
271AL
130F
270
220
230

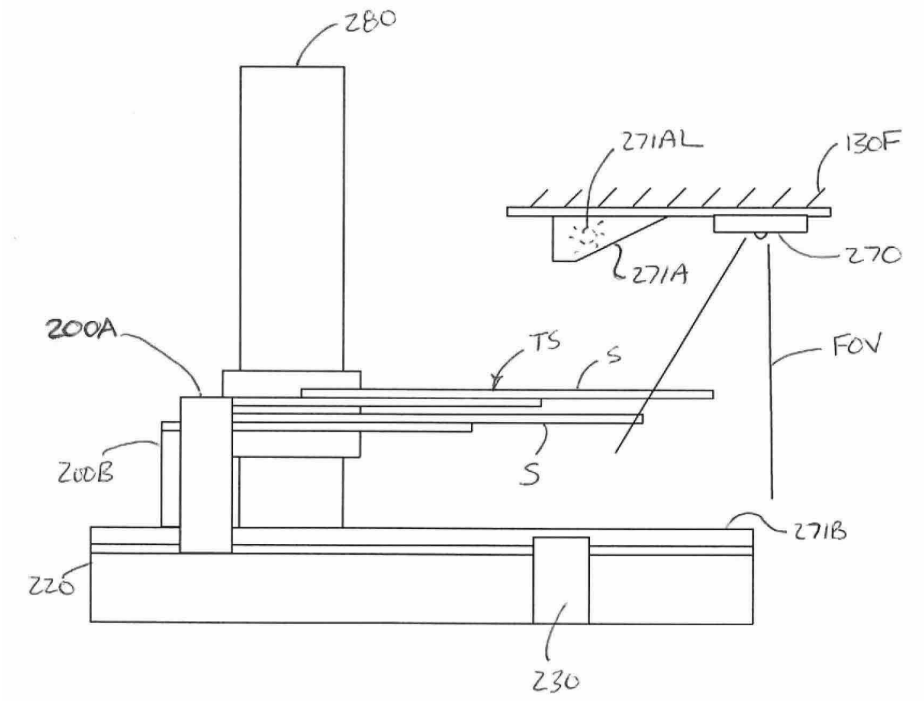
도면2u


180TA
280
271B'
200A
S
S
200B
BS
271A'
271AL
130F
270
220
230

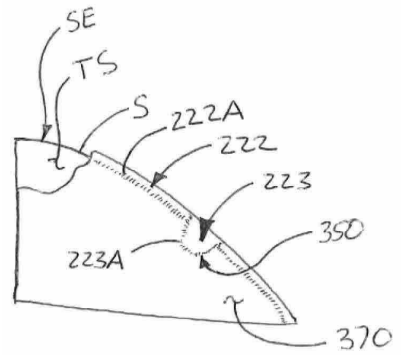
도면2v


280
271AL
270
271A
200A
TS
S
200B
FOV
S
271B
220
230

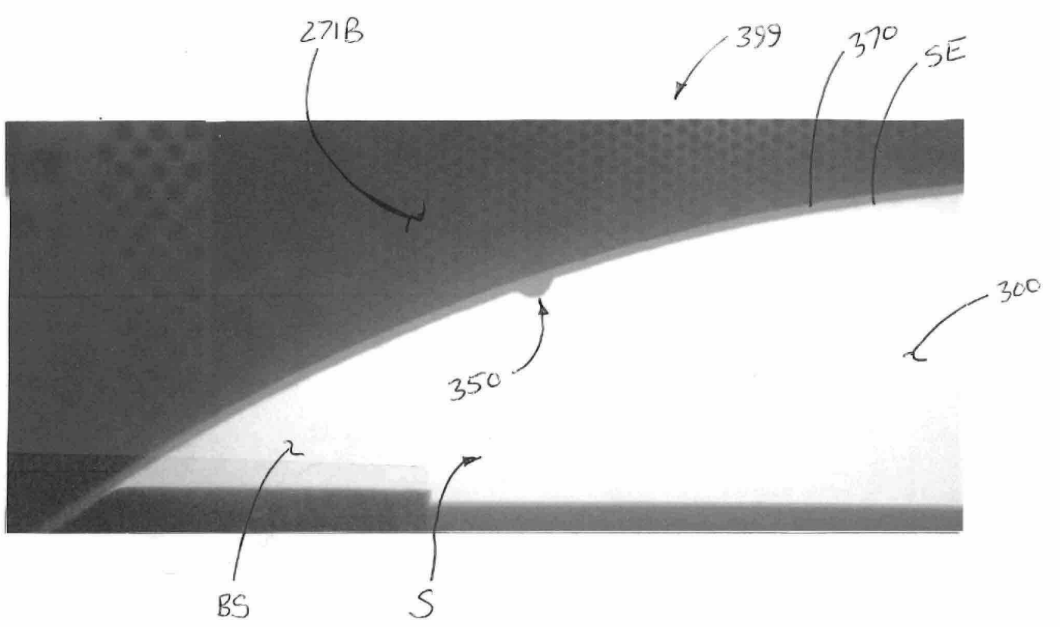
도면2w


280
271AL
130F
270
271A
200A
TS
S
FOV
S
200B
271B
220
230

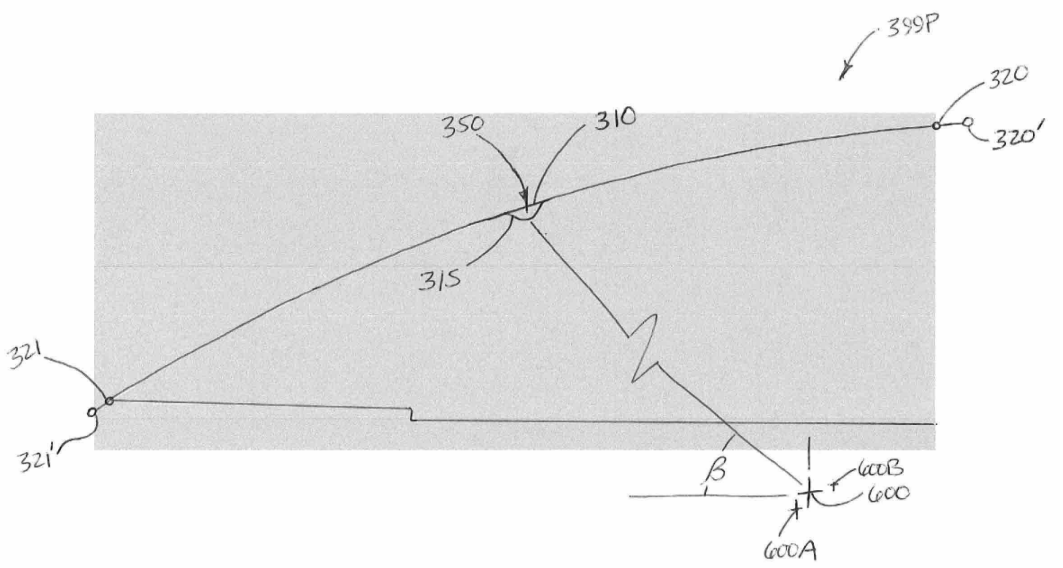
도면2x


SE
TS
S
222A
222
223
350
223A
370

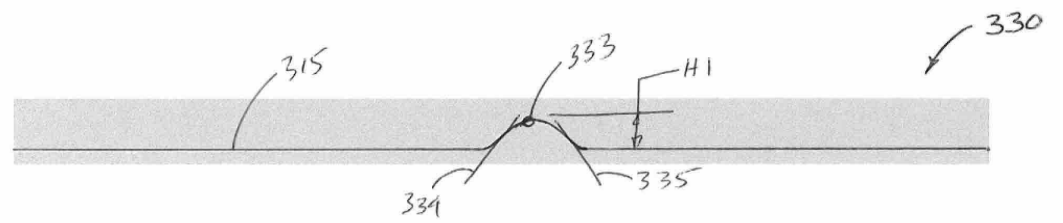
도면3a



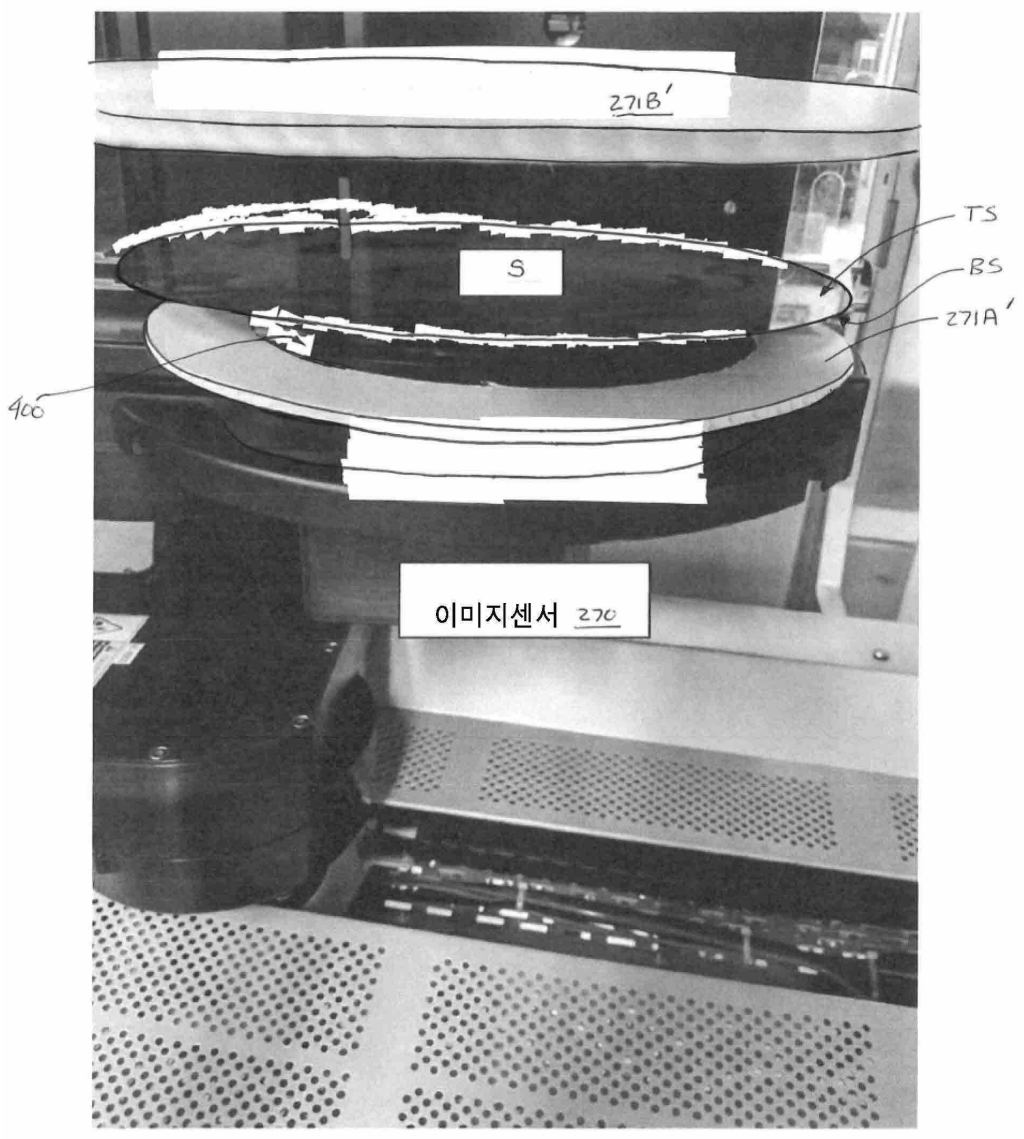
도면3b



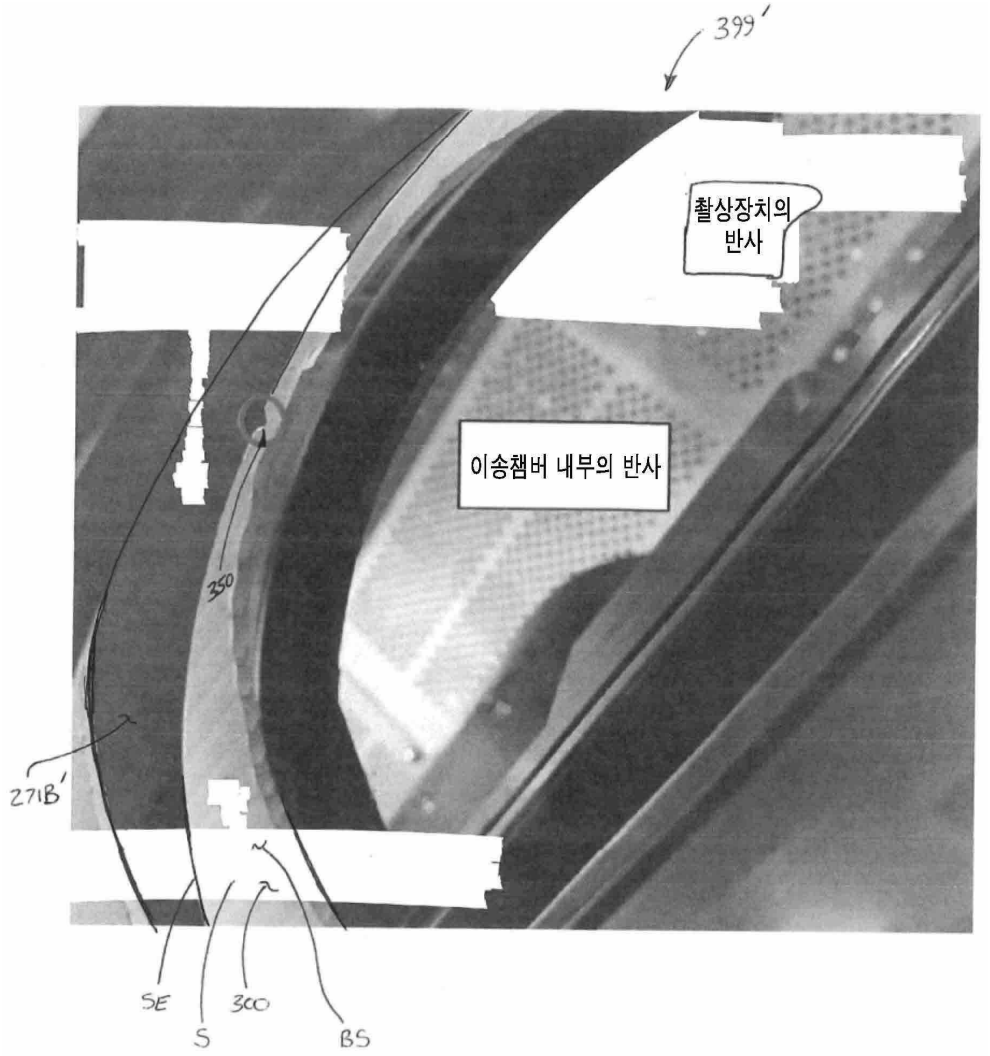
도면3c



도면4a



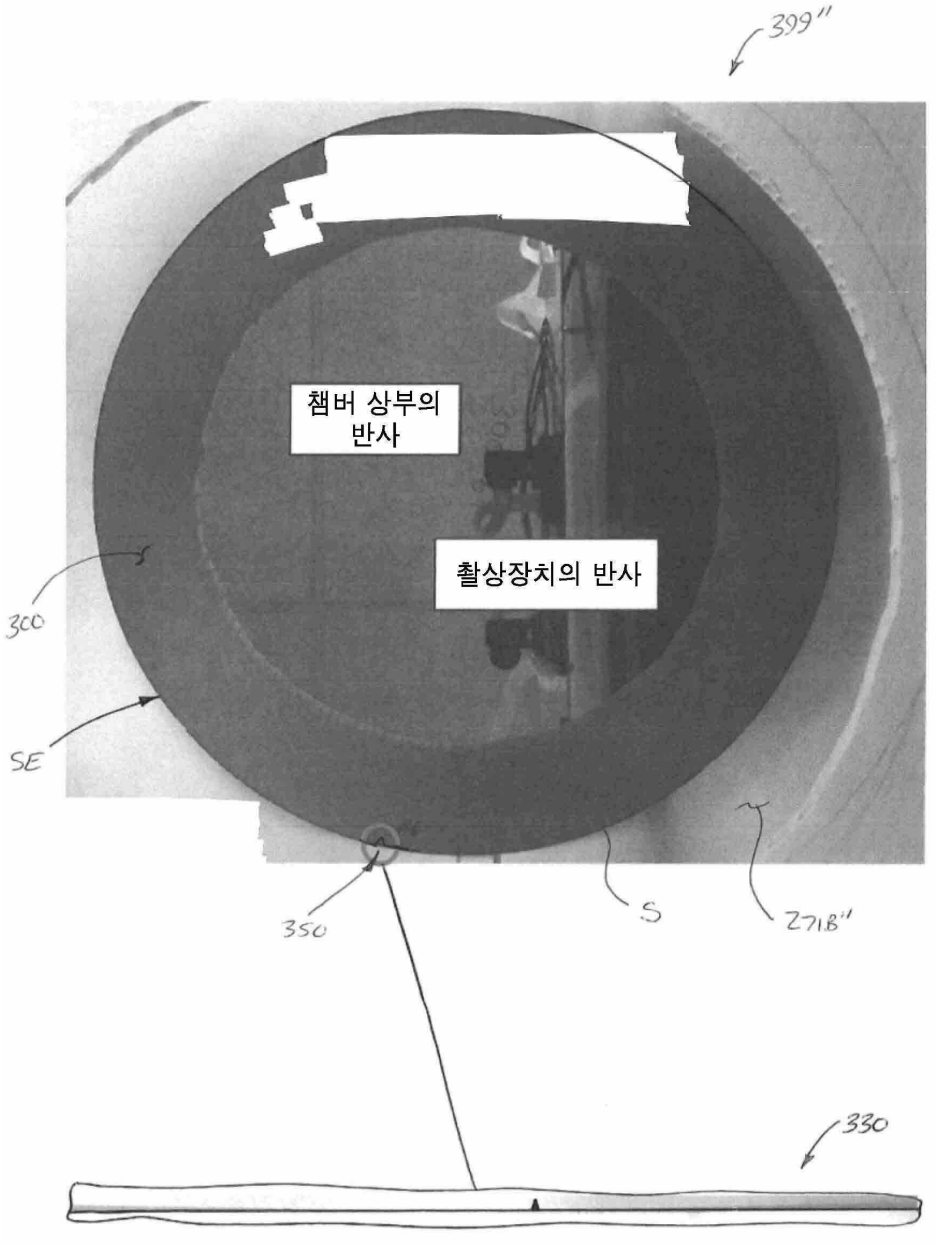
도면4b



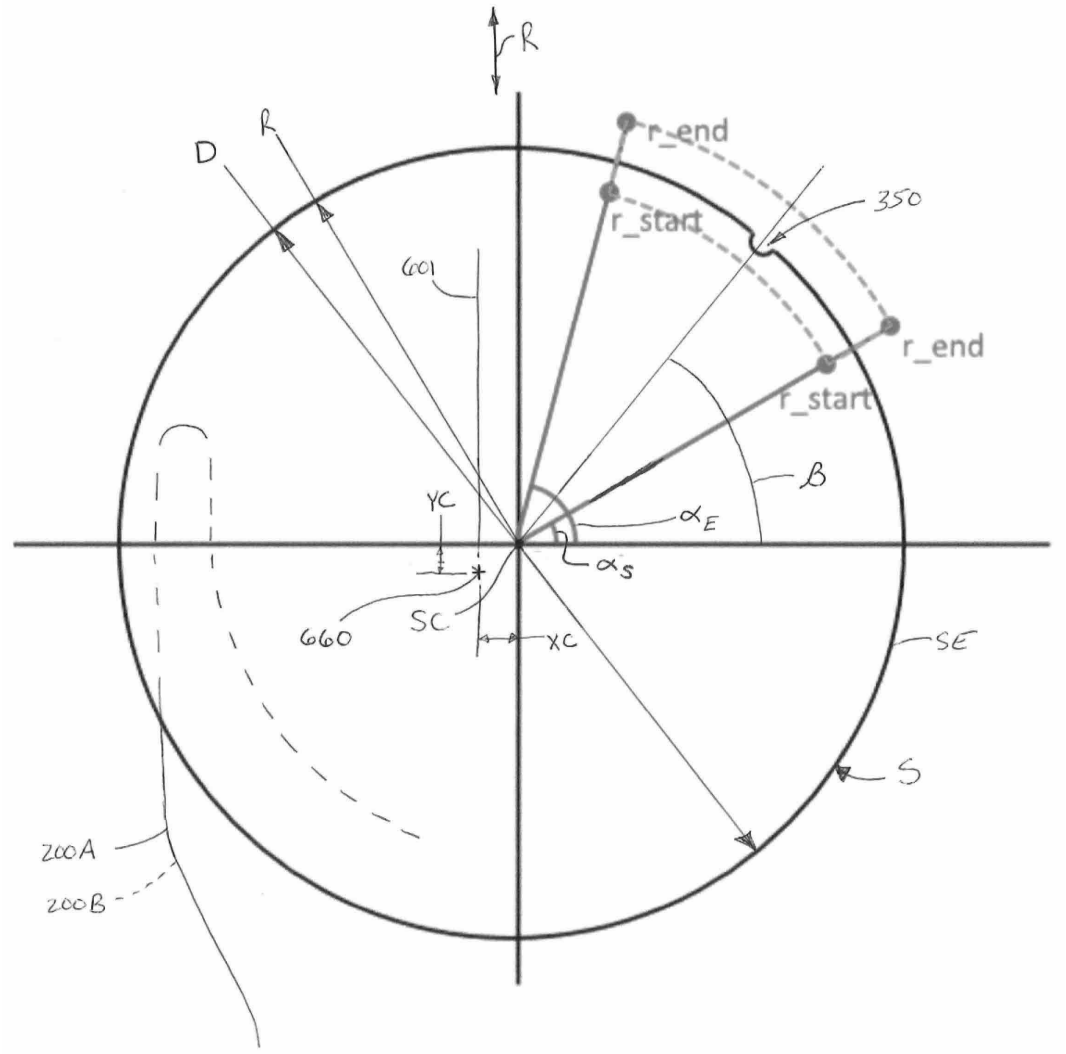
도면5a



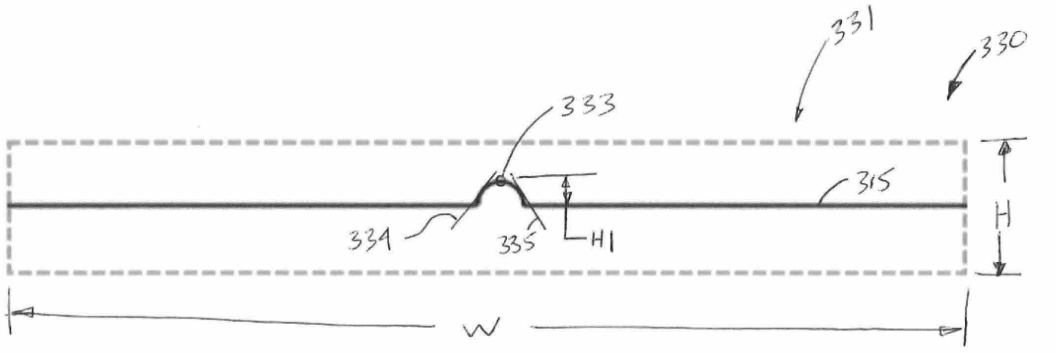
도면5b



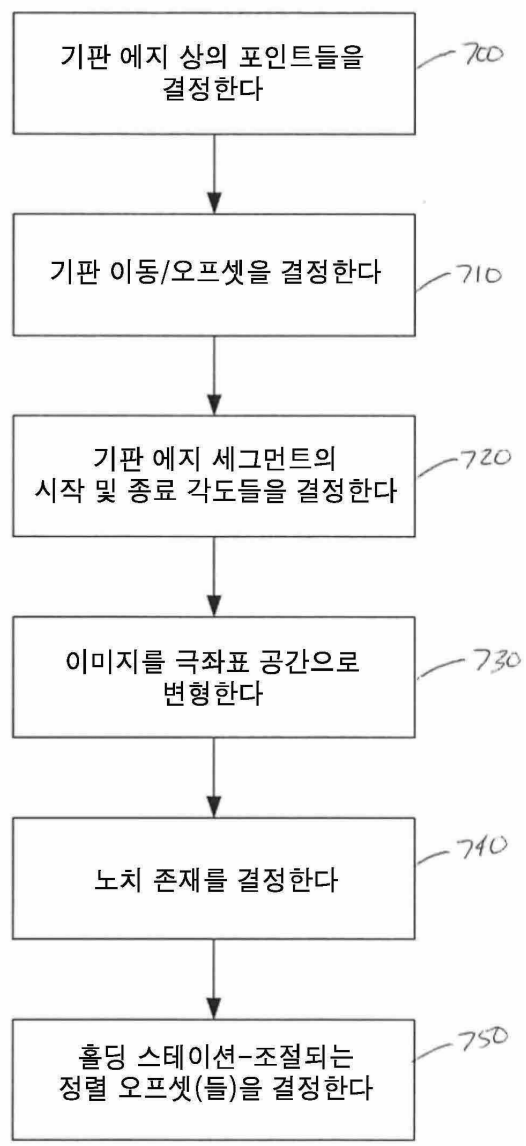
도면6a


R
D
R
r_end
r_start
350
601
r_end
r_start
B
YC
α_E
α_S
660
SC
XC
SE
S
200A
200B

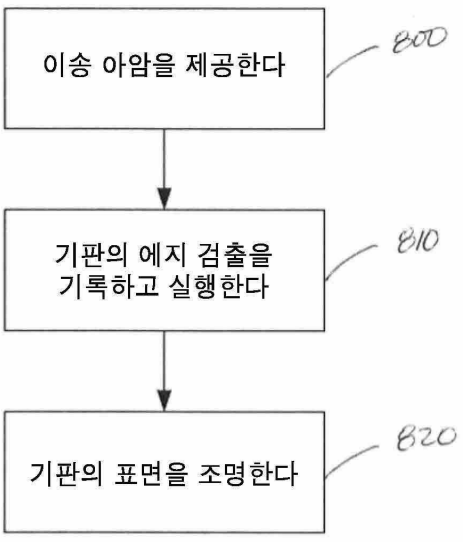
도면6b


331
330
333
315
H
334
335
H1
W

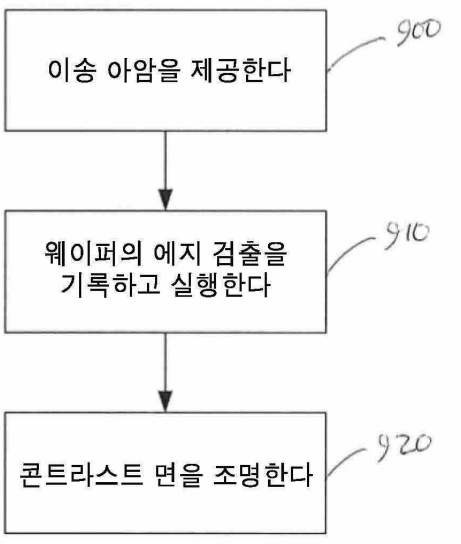
도면7


기판 에지 상의 포인트들을 결정한다
700
기판 이동/오프셋을 결정한다
710
기판 에지 세그먼트의 시작 및 종료 각도들을 결정한다
720
이미지를 극좌표 공간으로 변형한다
730
노치 존재를 결정한다
740
홀딩 스테이션-조절되는 정렬 오프셋(들)을 결정한다
750

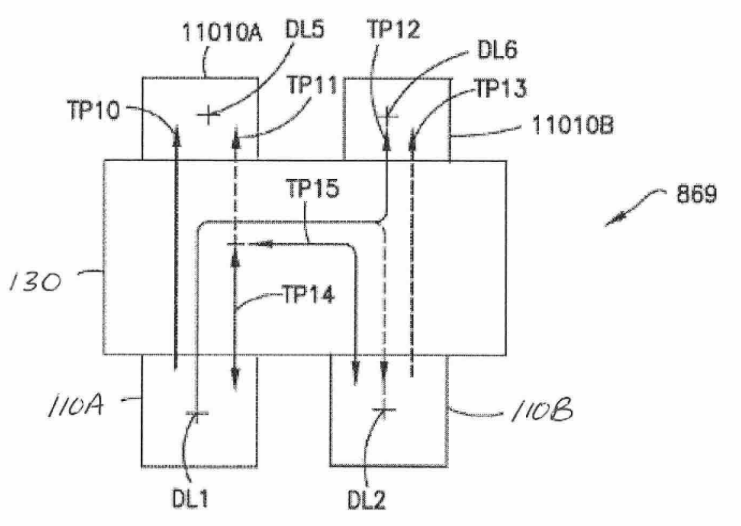
도면8


이송 아암을 제공한다
800
기판의 에지 검출을 기록하고 실행한다
810
기판의 표면을 조명한다
820

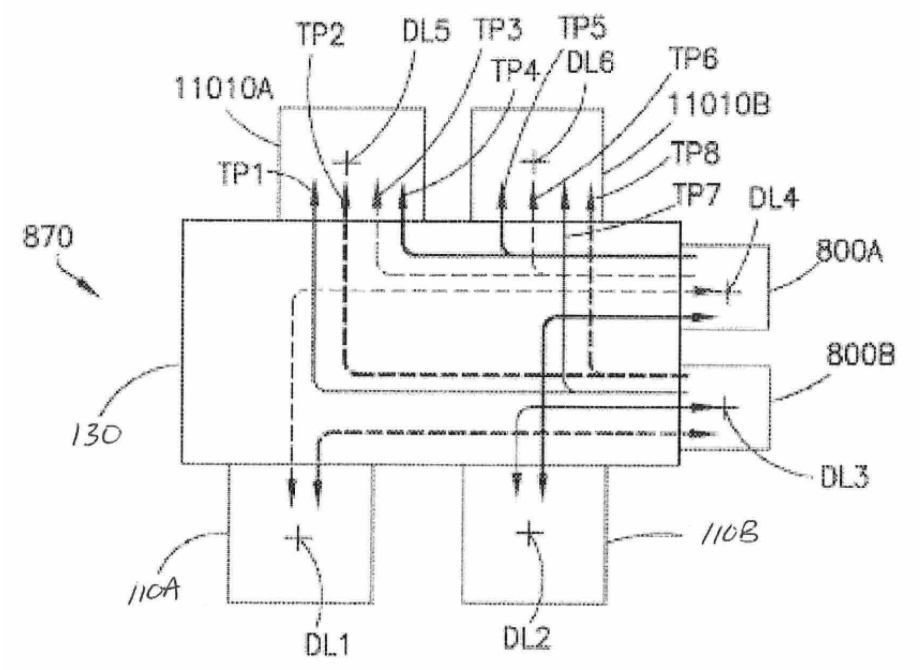
도면9


이송 아암을 제공한다
900
웨이퍼의 에지 검출을 기록하고 실행한다
910
콘트라스트 면을 조명한다
920

도면10a


11010A
DL5
TP12
DL6
TP11
TP13
TP10
11010B
TP15
869
130
TP14
110A
110B
DL1
DL2

도면10b



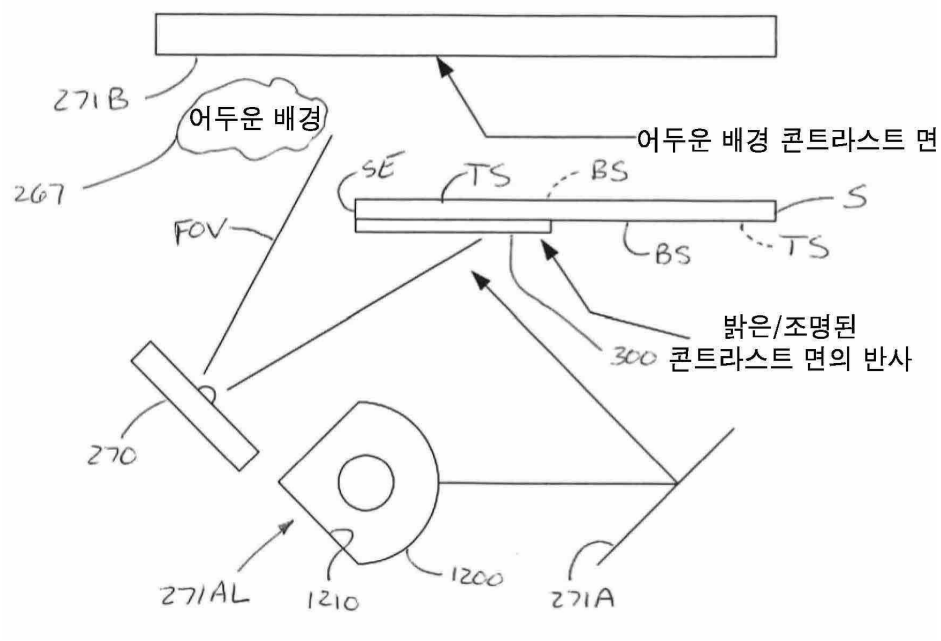
도면11

종래의 이송 시간
카세트로부터 몰딩된 기판 픽킹
몰딩된 기판을 카세트로부터 고정된 정렬장치로 이송
몰딩된 기판을 고정된 정렬장치에 배치
몰딩된 기판을 정렬/판독
고정된 정렬장치로부터 몰딩된 기판을 픽킹
몰딩된 기판을 고정된 정렬장치로부터 홀딩 위치로 이송
몰딩된 기판을 홀딩 위치에 배치

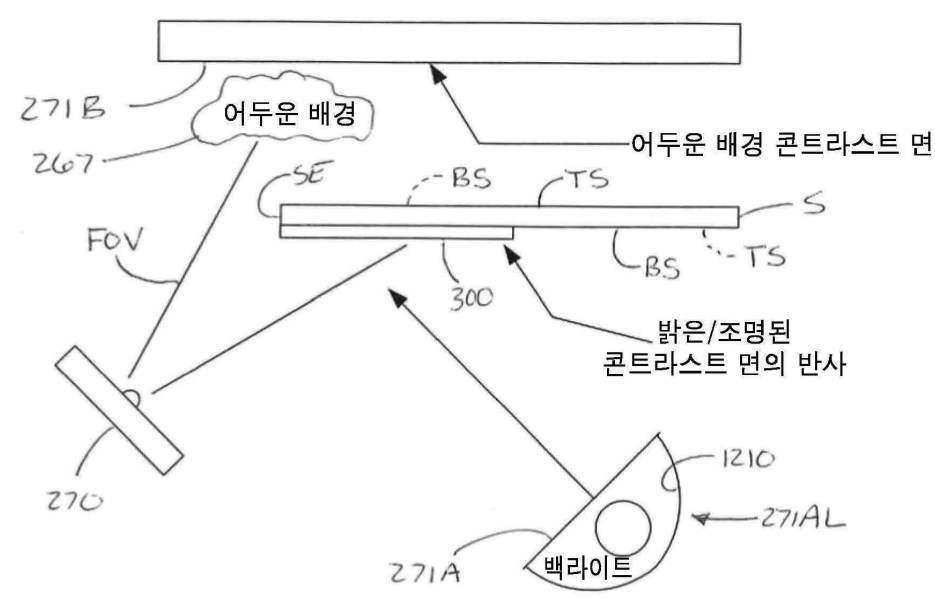
본 발명에서의 이송 시간
카세트로부터 몰딩된 기판 픽킹
몰딩된 기판을 카세트로부터 즉각적인 정렬/판독 기능을 가진 홀딩 위치로 이송
몰딩된 기판을 홀딩 위치에 배치**

**홀딩 위치는 기판이 제거된 로드 포트에 있는 카세트, 상이한 로드 포트에 있는 상이한 카세트, 로드 록, 및 라인 공정 후단부의 처리 모듈 중 하나 이상임.

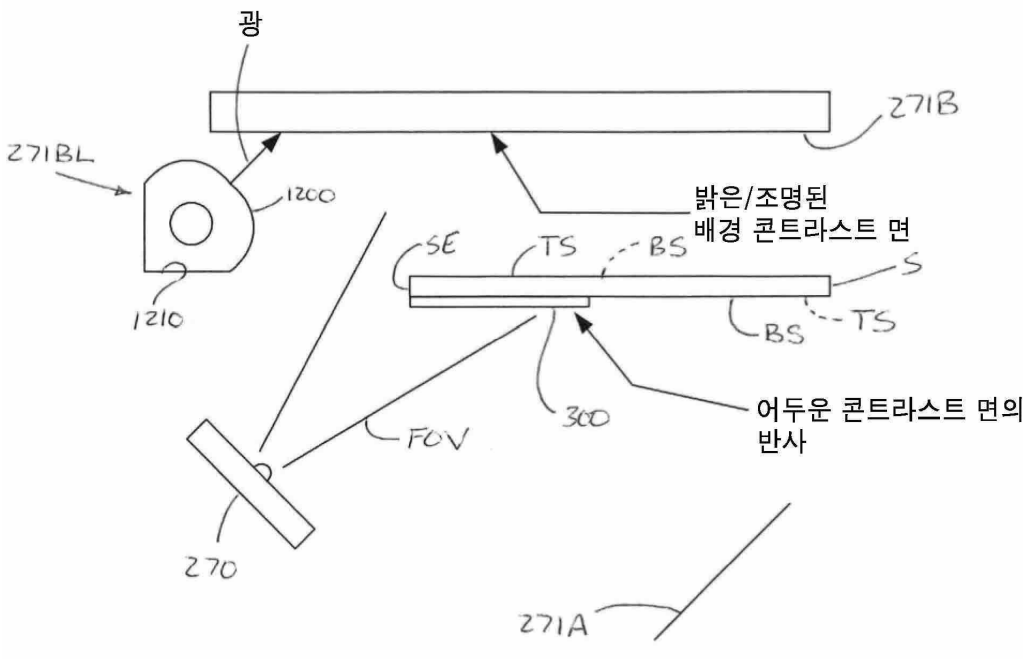
도면12a


271B
어두운 배경
267
FOV
어두운 배경 콘트라스트 면
SE
TS
BS
S
BS
TS
밝은/조명된
300 콘트라스트 면의 반사
270
271AL
1210
1200
271A

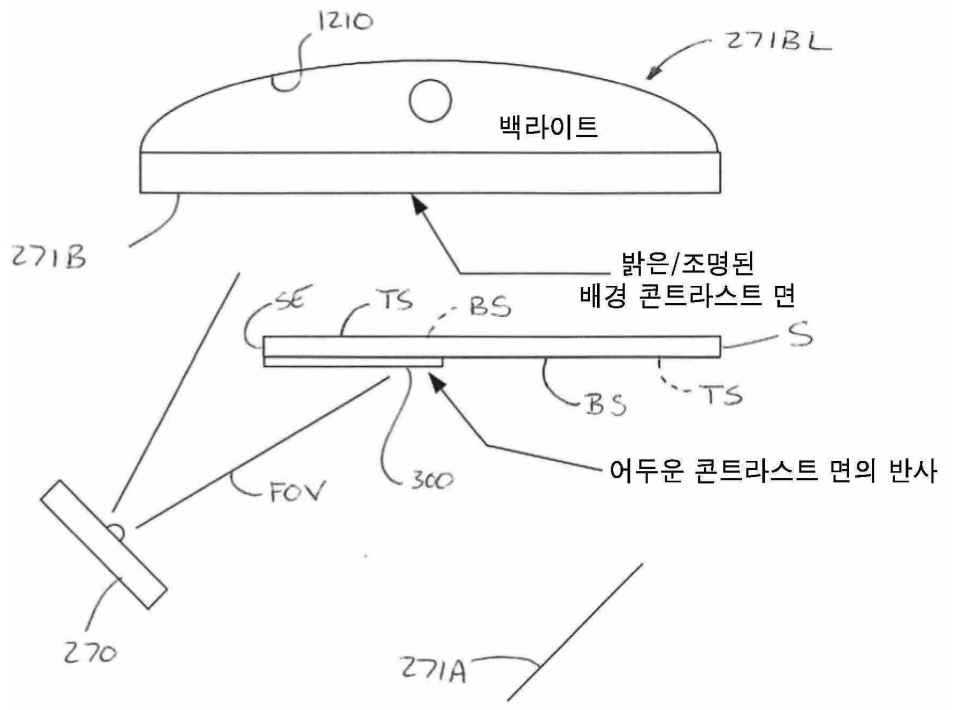
도면12b


271B
어두운 배경
267
FOV
어두운 배경 콘트라스트 면
SE
BS
TS
S
BS
TS
300
밝은/조명된
콘트라스트 면의 반사
270
1210
271AL
271A
백라이트

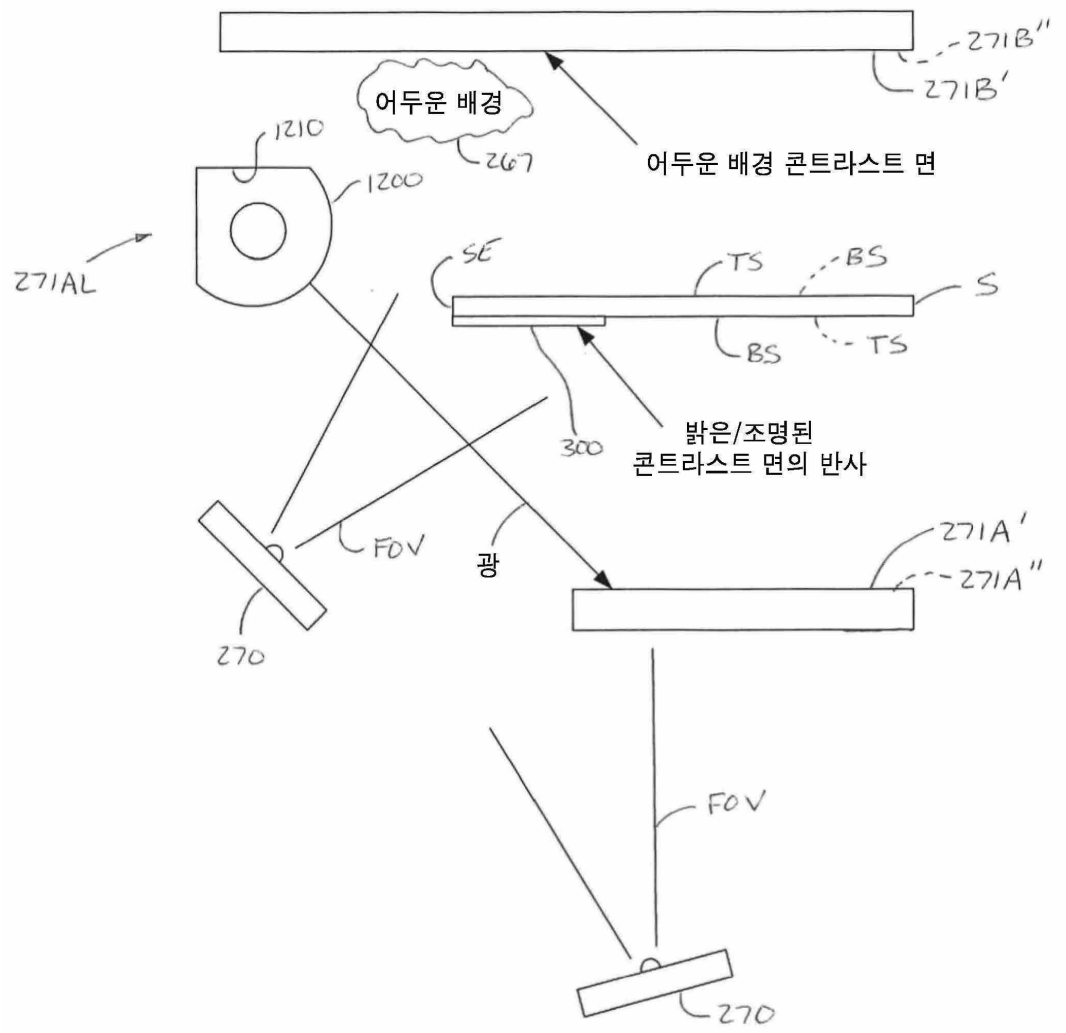
도면12c


광
271B
271BL
1200
밝은/조명된
배경 콘트라스트 면
SE
TS
BS
S
1210
BS
TS
300
어두운 콘트라스트 면의
반사
FOV
270
271A

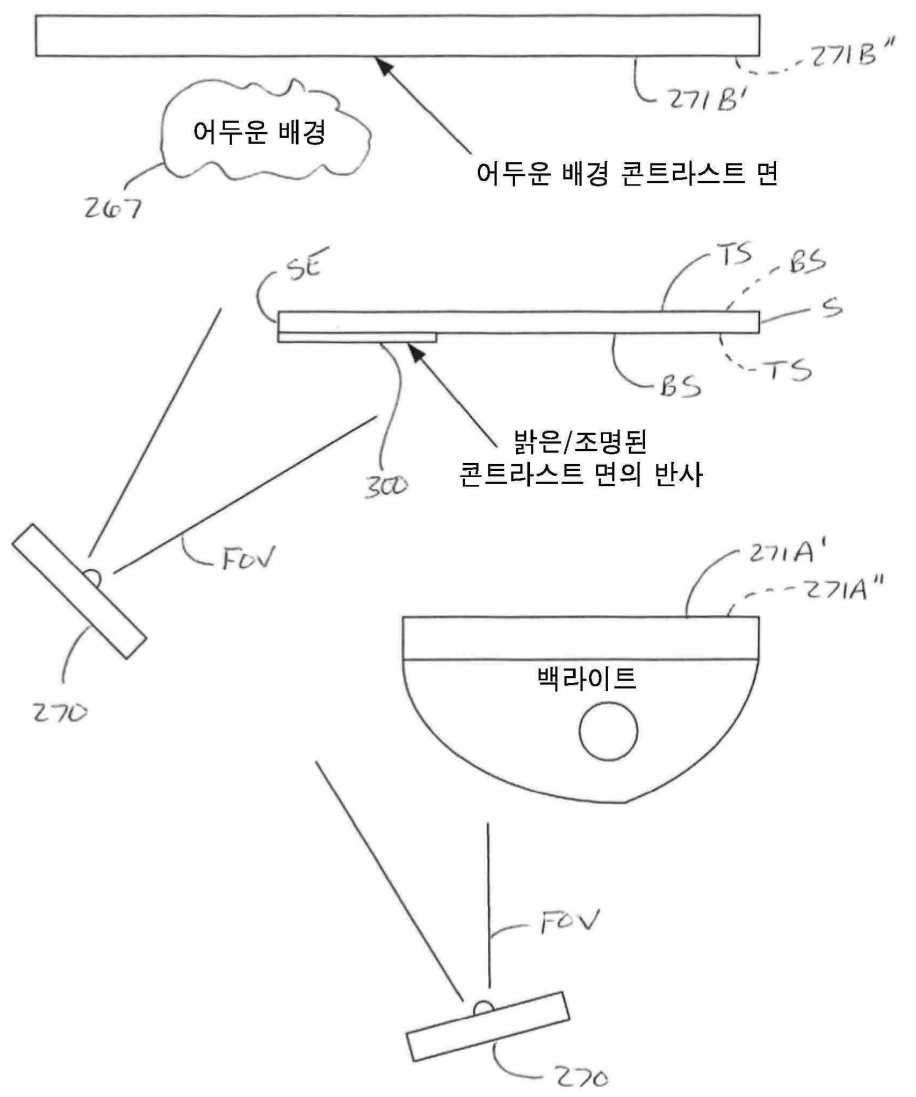
도면12d


1210
271BL
백라이트
271B
밝은/조명된
배경 콘트라스트 면
SE
TS
BS
S
BS
TS
300
어두운 콘트라스트 면의 반사
FOV
270
271A

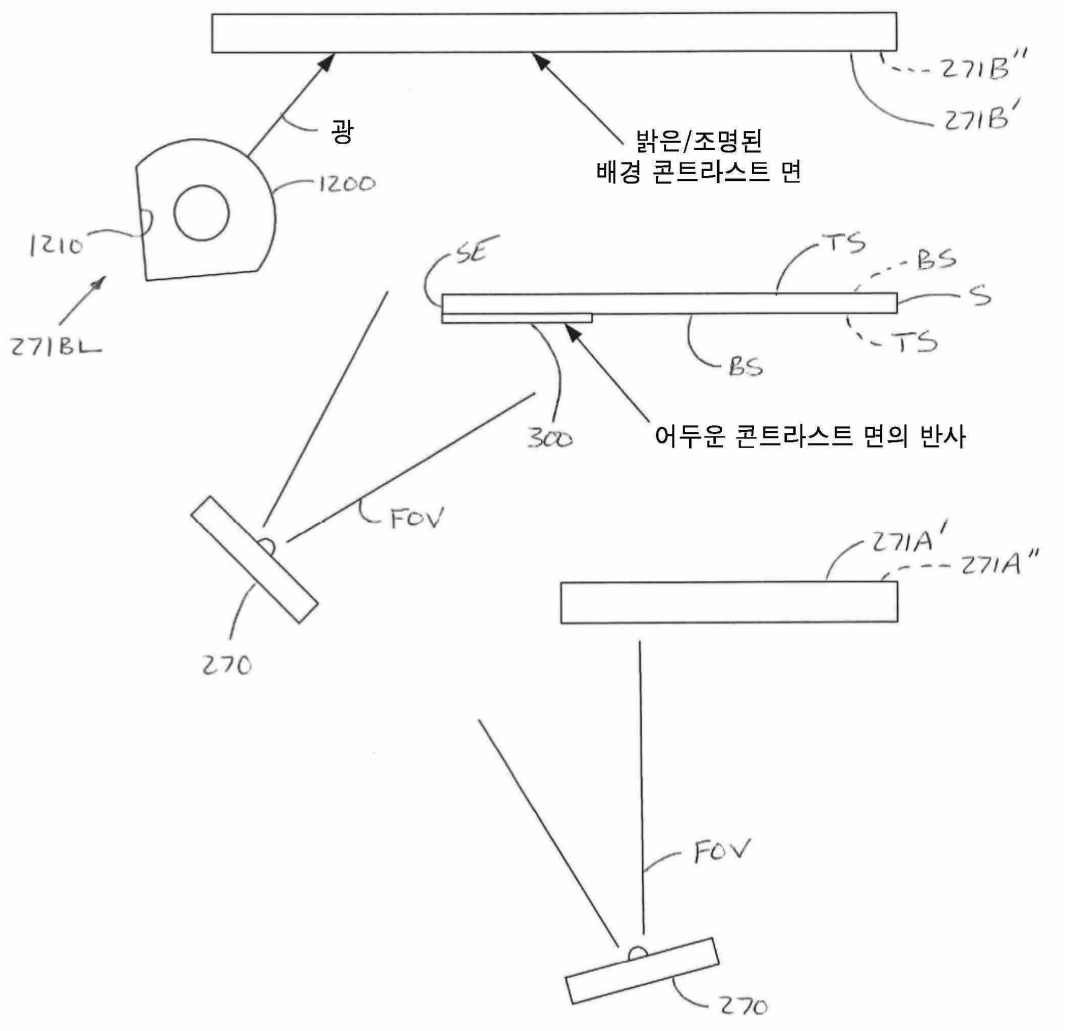
도면13a


271B''
271B'
어두운 배경
267
어두운 배경 콘트라스트 면
1210
1200
271AL
SE
TS
BS
S
BS
TS
300
밝은/조명된
콘트라스트 면의 반사
FOV
광
271A'
271A''
270
FOV
270

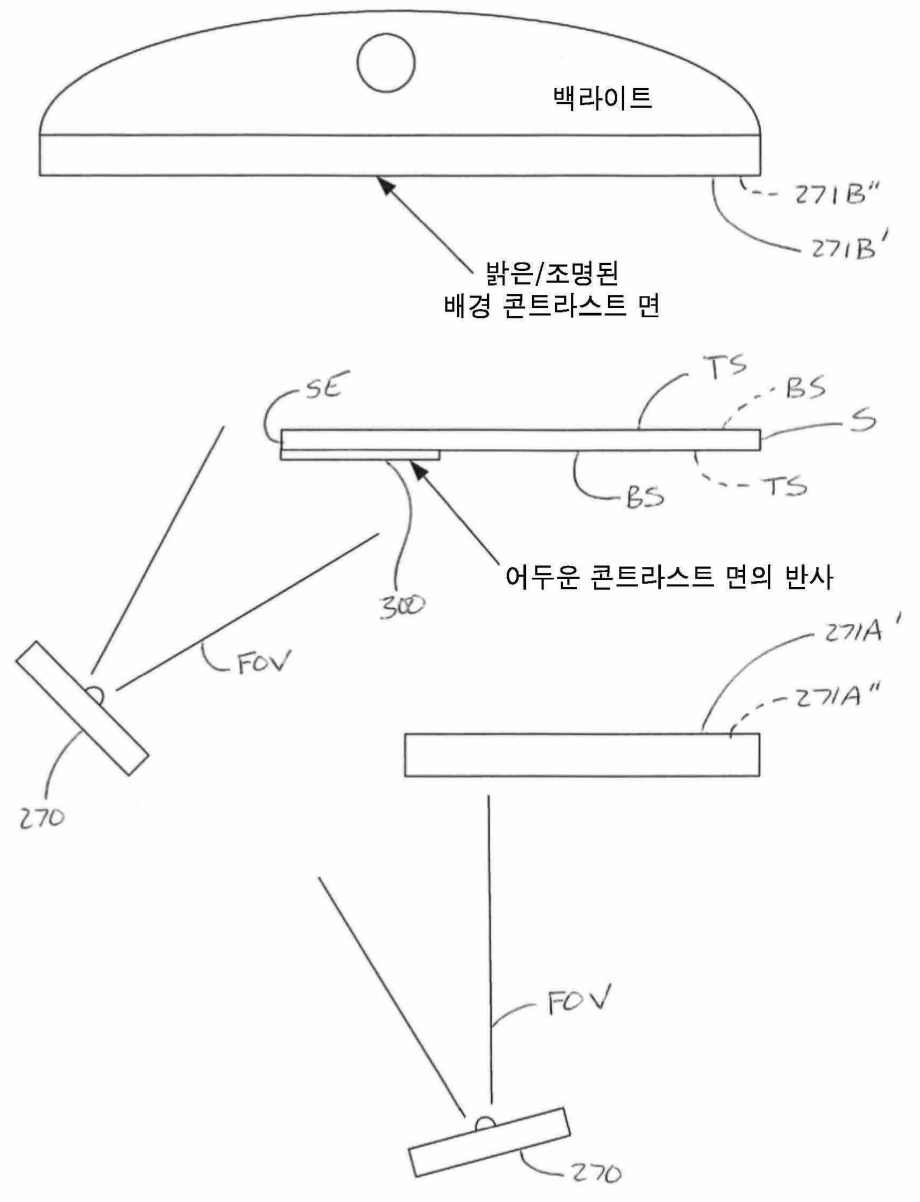
도면13b


271B"
271B'
어두운 배경
어두운 배경 콘트라스트 면
267
SE
TS
BS
S
BS
TS
밝은/조명된
콘트라스트 면의 반사
300
FOV
271A'
271A"
백라이트
270
FOV
270

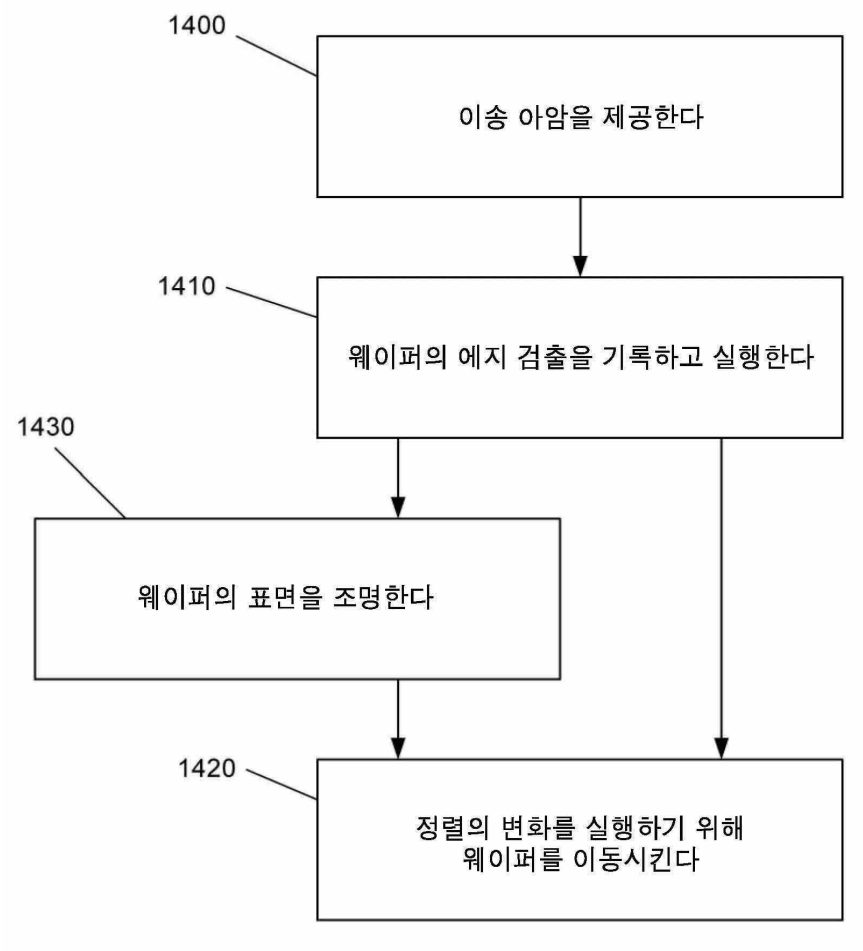
도면13c


271B''
271B'
광
밝은/조명된
배경 콘트라스트 면
1200
1210
271BL
SE
TS
BS
S
TS
BS
300
어두운 콘트라스트 면의 반사
FOV
270
271A'
271A''
FOV
270

도면13d


백라이트
271B"
271B'
밝은/조명된
배경 콘트라스트 면
SE
TS
BS
S
BS
TS
어두운 콘트라스트 면의 반사
300
FOV
271A'
271A"
270
FOV
270

도면14


1400
이송 아암을 제공한다
1410
웨이퍼의 에지 검출을 기록하고 실행한다
1430
웨이퍼의 표면을 조명한다
1420
정렬의 변화를 실행하기 위해
웨이퍼를 이동시킨다