(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0125648
(43) 공개일자 2024년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) *G01N 21/95* (2006.01)
G06T 5/40 (2024.01) *G06T 7/00* (2017.01)
G06V 10/40 (2022.01) *H01L 21/66* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/8851 (2013.01)
G01N 21/9501 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7024477
(22) 출원일자(국제) 2022년12월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년07월19일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/045083
(87) 국제공개번호 WO 2023/120189
국제공개일자 2023년06월29일
(30) 우선권주장
JP-P-2021-206997 2021년12월21일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
이와나가 슈지
일본, 쿠마모토켄, 코시시, 후쿠하라, 1-1, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

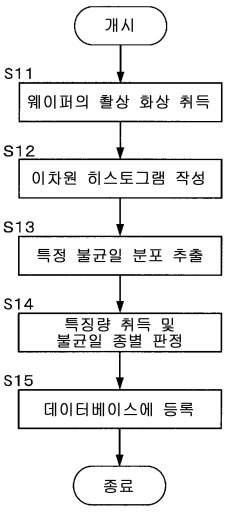
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **정보 처리 방법, 정보 처리 장치 및 기억 매체**

(57) 요 약

기판의 촬상 화상에 기초하여 기판을 검사하기 위한 정보를 처리하는 정보 처리 방법으로서, 기판의 촬상 화상을 취득하는 공정과, 취득한 기판의 촬상 화상에 관하여, 기판의 중심으로부터의 거리와, 휘도값을 축으로 하는 이차원 히스토그램을 작성하는 공정과, 미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 상기 이차원 히스토그램으로부터, 상기 촬상 화상에 있어서의 이질인 불균일에 대응하는 특정 불균일 분포를 추출하는 공정과, 추출된 상기 특정 불균일 분포의 특징량을 취득하고, 당해 특징량에 기초하여, 당해 특정 불균일 분포의 종별을 판정하는 공정을 포함한다.

대 표 도 - 도13



(52) CPC특허분류
G06T 5/40 (2024.01)
G06T 7/0004 (2013.01)
G06V 10/40 (2023.08)
H01L 22/12 (2013.01)
G01N 2021/8854 (2013.01)
G01N 2021/8883 (2013.01)
G01N 2021/8887 (2013.01)
G06T 2207/20081 (2013.01)
G06T 2207/30148 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판의 촬상 화상에 기초하여 기판을 검사하기 위한 정보를 처리하는 정보 처리 방법으로서,

기판의 촬상 화상을 취득하는 공정과,

취득한 기판의 촬상 화상에 관하여, 기판의 중심으로부터의 거리와 휘도값을 축으로 하는 이차원 히스토그램을 작성하는 공정과,

미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 상기 이차원 히스토그램으로부터, 상기 촬상 화상에 있어서의 이질인 불균일에 대응하는 특정 불균일 분포를 추출하는 공정과,

추출된 상기 특정 불균일 분포의 특징량을 취득하고, 상기 특징량에 기초하여 상기 특정 불균일 분포의 종별을 판정하는 공정을 포함하는 정보 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 판정하는 공정은, 상기 특정 불균일 분포마다, 상기 특정 불균일 분포가 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지가 미리 기억된 데이터베이스를 참조하여, 상기 추출하는 공정에서 추출된 상기 특정 불균일 분포가 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를 판정하는, 정보 처리 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 판정하는 공정에서의 판정 결과를 상기 데이터베이스에 등록하는 공정을 더 포함하는, 정보 처리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 판정하는 공정은, 전회 이전의 상기 판정하는 공정에서의 판정 결과가 등록된 상기 데이터베이스를 참조하는, 정보 처리 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추출하는 공정은, 상기 이차원 히스토그램을 기판의 중심으로부터의 거리와 휘도값을 축으로 하는 이차원 평면에 투영한 휘도값 분포에 대하여, 상기 휘도값의 최빈값을 기준으로 한 휘도값 축 방향에 관한 반전 처리를 행하고, 반전 처리 전의 상기 휘도값 분포와 반전 처리 후의 휘도값 분포에서 겹치지 않는 부분을 상기 특정 불균일 분포로서 추출하는, 정보 처리 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판정하는 공정은, 상기 특정 불균일 분포의 상기 특징량으로서, 상기 특정 불균일 분포의 형상에 관한 특징량을 취득하는, 정보 처리 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판정하는 공정은, 학습 완료 모델을 이용하여 상기 특정 불균일 분포의 상기 특징량을 추출하는, 정보 처리 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 정보 처리 방법을 정보 처리 장치에 실행시키기 위하여, 정보 처리 방법을 제어하는 제어부의 컴퓨터 상에서 동작하는 프로그램을 기억한 판독 가능한 컴퓨터 기억 매체.

청구항 9

기판의 촬상 화상에 기초하여 기판을 검사하기 위한 정보를 처리하는 정보 처리 장치로서,

기판의 촬상 화상을 취득하는 취득부와,

취득한 기판의 촬상 화상에 관하여, 기판의 중심으로부터의 거리와 휘도값을 축으로 하는 이차원 히스토그램을 작성하는 작성부와,

미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 상기 이차원 히스토그램으로부터 상기 촬상 화상에 있어서의 이질인 불균일에 대응하는 특정 불균일 분포를 추출하는 추출부와,

추출된 상기 특정 불균일 분포의 특징량을 취득하고, 상기 특징량에 기초하여 상기 특정 불균일 분포의 종별을 판정하는 판정부를 포함하는 정보 처리 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 판정부는, 상기 특정 불균일 분포마다, 상기 특정 불균일 분포가 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지가 미리 기억된 데이터베이스를 참조하여, 상기 추출하는 공정에서 추출된 상기 특정 불균일 분포가 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를 판정하는, 정보 처리 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 판정부에 의한 판정 결과를 상기 데이터베이스에 등록하는 등록부를 더 포함하는, 정보 처리 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 판정부는, 전회 이전의 상기 판정부에 의한 판정 결과가 등록된 상기 데이터베이스를 참조하는, 정보 처리 장치.

청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추출부는, 상기 이차원 히스토그램을 기판의 중심으로부터의 거리와 휘도값을 축으로 하는 이차원 평면에 투영한 휘도값 분포에 대하여, 상기 휘도값의 최빈값을 기준으로 한 휘도값 축 방향에 관한 반전 처리를 행하고, 반전 처리 전의 상기 휘도값 분포와 반전 처리 후의 휘도값 분포에서 겹치지 않는 부분을 상기 특정 불균일 분포로서 추출하는, 정보 처리 장치.

청구항 14

제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판정부는, 상기 특정 불균일 분포의 상기 특징량으로서 상기 특정 불균일 분포의 형상에 관한 특징량을 취득하는, 정보 처리 장치.

청구항 15

제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 판정부는, 학습 완료 모델을 이용하여 상기 특정 불균일 분포의 상기 특징량을 추출하는, 정보 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 정보 처리 방법, 정보 처리 장치 및 기억 매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특허 문헌 1에 개시된, 기판의 결함을 분석하는 장치는, 피검사 기판을 촬상하는 촬상부와, 촬상된 기판의 화상에 기초하여, 기판 면내에 있어서의 결함의 특징량을 추출하는 결함 특징량 추출부를 가지는 복수의 기판에 대한 상기 결함의 특징량을 적산하는 결함 특징량 적산부를 가진다. 또한, 이 장치는, 적산한 결함의 특징량이 정해진 임계치를 초과하고 있는지 여부를 판정하는 결함 판정부와, 결함 판정부에 있어서의 판정 결과를 출력하는 출력부를 가진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 2015-90964호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시에 따른 기술은, 기판의 촬상 화상에 불균일이 생겨 있는 경우라도 상기 촬상 화상에 기초하는 검사를 정확하게 행하는 것을 가능하게 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일태양은, 기판의 촬상 화상에 기초하여 기판을 검사하기 위한 정보를 처리하는 정보 처리 방법으로서, 기판의 촬상 화상을 취득하는 공정과, 취득한 기판의 촬상 화상에 관하여, 기판의 중심으로부터의 거리와, 휘도값을 축으로 하는 이차원 히스토그램을 작성하는 공정과, 미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 상기 이차원 히스토그램으로부터, 상기 촬상 화상에 있어서의 이질인 불균일에 대응하는 특정 불균일 분포를 추출하는 공정과, 추출된 상기 특정 불균일 분포의 특징량을 취득하고, 상기 특징량에 기초하여, 상기 특정 불균일 분포의 종별을 판정하는 공정을 포함한다.

발명의 효과

[0006] 본 개시에 따르면, 기판의 촬상 화상에 불균일이 생겨 있는 경우라도 상기 촬상 화상에 기초하는 검사를 정확하게 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 본 실시 형태에 따른 정보 처리 장치로서의 제어 장치를 구비하는, 기판 처리 시스템으로서의 웨이퍼 처리 시스템의 내부 구성의 개략을 나타내는 설명도이다.

도 2는 웨이퍼 처리 시스템의 정면측의 내부 구성의 개략을 나타내는 도이다.

도 3은 웨이퍼 처리 시스템의 배면측의 내부 구성의 개략을 나타내는 도이다.

도 4는 검사용 촬상 장치의 구성의 개략을 나타내는 횡단면도이다.

도 5는 검사용 촬상 장치의 구성의 개략을 나타내는 종단면도이다.

도 6은 웨이퍼 처리 시스템에 있어서의 검사에 관한 제어 장치의 기능 블록도이다.

도 7은 웨이퍼(W)의 촬상 화상의 일례를 나타내는 도이다.

도 8은 웨이퍼(W)의 촬상 화상의 일례를 나타내는 도이다.

도 9는 이차원 히스토그램의 일례를 나타내는 도이다.

도 10은 휘도값 분포의 일례를 나타내는 도이다.

도 11은 특정 불균일 분포의 일례를 나타내는 도이다.

도 12는 웨이퍼의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리의 사전에 데이터베이스(210)에 특정 불균일 분포를 등록하는 방법의 흐름을 나타내는 순서도이다.

도 13은 검사용 촬상 장치에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼의 검사를 위한 정보 처리의 흐름을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 반도체 디바이스 등의 제조 공정에서는, 반도체 웨이퍼(이하, '웨이퍼'라 함) 등의 기판 상에 레지스트액을 도포하여 레지스트막을 형성하는 레지스트 도포 처리, 레지스트막을 노광하는 노광 처리, 노광된 레지스트막을 현상하는 현상 처리 등이 순차 행해져, 기판 상에 레지스트 패턴이 형성된다. 그리고, 레지스트 패턴의 형성 처리 후에, 이 레지스트 패턴을 마스크로 한 에칭 대상층의 에칭 등이 행해져, 당해 에칭 대상층에 미리 정해진 패턴이 형성된다. 또한, 레지스트 패턴의 형성 시에, 레지스트막의 하층에, 레지스트막 이외의 막을 형성하는 경우도 있다.

[0009] 또한, 상술한 바와 같이 레지스트 패턴을 형성할 시, 또는 레지스트 패턴을 이용하여 에칭할 시에, 기판에 대하여 결함 검사 등의 검사가 행해지는 경우가 있다. 결함 검사에서는, 예를 들면, 레지스트 패턴이 적절하게 형성되어 있는지 여부, 및 기판에 이물의 부착이 있는지 여부 등이 검사된다. 최근에는, 이 결함 검사 등의 검사에, 기판의 표면을 촬상한 촬상 화상이 이용되는 경우가 있다.

[0010] 그러나, 기판의 촬상 화상은, 당해 기판의 최표층보다 아래에 위치하는 층 즉 하지의 상태 등의 영향을 받기 때문에, 기판이 정상인 상태라도, 색의 불균일 즉 휘도의 불균일이 생기는 경우가 있다. 검사 방법에 따라서는, 이러한 불균일을 이상이라 판정하고, 정확하게 검사를 행할 수 없는 경우가 있다. 즉, 기판의 촬상 화상에 있어서의 불균일이, 기판의 이상에 기인하는 불균일인지, 프로세스 성능 상 문제가 없는 정상인 범주의 불균일인지를 적절하게 판별할 수 없는 경우가 있다.

[0011] 본 개시에 따른 기술은, 기판의 촬상 화상에 불균일이 생겨 있는 경우라도 상기 촬상 화상에 기초하는 검사를 정확하게 행하기 위한 것이다.

[0012] 이하, 본 실시 형태에 따른 정보 처리 방법 및 정보 처리 장치를, 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 본 명세서 및 도면에 있어서, 실질적으로 동일한 기능 구성을 가지는 요소에 대해서는, 동일한 부호를 부여하는 것에 의해 중복 설명을 생략한다.

[0013] <웨이퍼 처리 시스템(1)>

[0014] 도 1은 본 실시 형태에 따른 정보 처리 장치로서의 제어 장치를 구비하는, 기판 처리 시스템으로서의 웨이퍼 처리 시스템의 내부 구성의 개략을 나타내는 설명도이다. 도 2 및 도 3은 각각, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 정면측과 배면측의 내부 구성의 개략을 나타내는 도이다. 또한, 본 실시의 형태에서는, 웨이퍼 처리 시스템(1)이, 기판으로서의 웨이퍼(W)에 포토리소그래피 처리를 행하는 도포 현상 처리 시스템인 경우를 예로서 설명한다.

[0015] 웨이퍼 처리 시스템(1)은, 도 1에 나타내는 바와 같이, 예를 들면 외부와의 사이에서 카세트(C)가 반입반출되는 카세트 스테이션(2)과, 웨이퍼(W)에 대하여 미리 정해진 처리를 실시하는 각종 처리 장치를 구비한 처리 스테이션(3)을 가진다. 웨이퍼 처리 시스템(1)은, 카세트 스테이션(2)과, 처리 스테이션(3)과, 처리 스테이션(3)에 인접하는 노광 장치(4)와의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달을 행하는 인터페이스 스테이션(5)을 일체로 접속한 구성을 가지고 있다. 또한, 웨이퍼 처리 시스템(1)은, 당해 웨이퍼 처리 시스템(1)의 제어를 행하는 제어 장치(6)를 가지고 있다.

[0016] 카세트 스테이션(2)은, 예를 들면 카세트 반입반출부(10)와 웨이퍼 반송부(11)로 나누어져 있다. 예를 들면 카세트 반입반출부(10)는, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 Y 방향 부측(도 1의 좌측)의 단부에 마련되어 있다. 카세트 반입반출부(10)에는, 카세트 배치대(12)가 마련되어 있다. 카세트 배치대(12) 상에는 복수, 예를 들면 4 개의

배치판(13)이 마련되어 있다. 배치판(13)은, 수평 방향인 X 방향(도 1의 상하 방향)으로 일렬로 배열되어 마련되어 있다. 이들 배치판(13)에는, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 외부에 대하여 카세트(C)를 반입반출할 시에, 카세트(C)를 배치할 수 있다.

[0017] 웨이퍼 반송부(11)에는, X 방향(도 1의 상하 방향)으로 연장되는 반송로(20) 상을 이동 가능한 웨이퍼 반송 장치(21)가 마련되어 있다. 웨이퍼 반송 장치(21)는, 상하 방향 및 연직축 둘레(θ 방향)로도 이동 가능하며, 각 배치판(13) 상의 카세트(C)와, 후술하는 처리 스테이션(3)의 제 3 블록(G3)의 전달 장치와의 사이에서 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다.

[0018] 처리 스테이션(3)에는, 각종 장치를 구비한 복수 예를 들면 4 개의 블록(G1, G2, G3, G4)이 마련되어 있다. 예를 들면 처리 스테이션(3)의 정면측(도 1의 X 방향 부측)에는, 제 1 블록(G1)이 마련되고, 처리 스테이션(3)의 배면측(도 1의 X 방향 정측)에는, 제 2 블록(G2)이 마련되어 있다. 또한, 처리 스테이션(3)의 카세트 스테이션(2)측(도 1의 Y 방향 부측)에는, 제 3 블록(G3)이 마련되고, 처리 스테이션(3)의 인터페이스 스테이션(5)측(도 1의 Y 방향 정측)에는, 제 4 블록(G4)이 마련되어 있다.

[0019] 제 1 블록(G1)에는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 복수의 액 처리 장치가 배열되어 있다. 구체적으로, 제 1 블록(G1)에는, 예를 들면 현상 처리 장치(30), 하부 반사 방지막 형성 장치(31), 레지스트 도포 장치(32), 상부 반사 방지막 형성 장치(33)가 아래로부터 이 순으로 배치되어 있다.

[0020] 현상 처리 장치(30)는, 웨이퍼(W)를 현상 처리한다.

[0021] 하부 반사 방지막 형성 장치(31)는, 웨이퍼(W)의 레지스트막의 하층에 반사 방지막(이하 '하부 반사 방지막'이라 함)을 형성한다.

[0022] 레지스트 도포 장치(32)는, 웨이퍼(W)에 레지스트액을 도포하여 레지스트막을 형성한다.

[0023] 상부 반사 방지막 형성 장치(33)는, 웨이퍼(W)의 레지스트막의 상층에 반사 방지막(이하 '상부 반사 방지막'이라 함)을 형성한다.

[0024] 제 1 블록(G1)의 각 액 처리 장치(30 ~ 33)는, 처리 시에 웨이퍼(W)를 수용하는 컵(F1)을 수평 방향으로 복수 가지고, 복수의 웨이퍼(W)를 병행하여 처리할 수 있다.

[0025] 또한, 액 처리 장치(30 ~ 33)에서는, 예를 들면, 스핀 도포법에 의해, 미리 정해진 처리액이 웨이퍼(W) 상에 도포된다. 스핀 도포법에서는, 예를 들면 도포 노즐(도시하지 않음)로부터 웨이퍼(W) 상에 처리액을 토출하고, 또한 웨이퍼(W)를 회전시켜, 처리액을 웨이퍼(W)의 표면에 확산시킨다. 액 처리 장치(30 ~ 33)에는 각각, 컵(F1) 외에, 웨이퍼(W)를 유지하여 회전시키는 회전 유지부로서의 스핀 척(F2)이 마련되어 있다. 또한, 컵(F1)에서는, 회전 중인 웨이퍼(W)로부터 털어내진 처리액 등을 회수할 수 있다.

[0026] 제 2 블록(G2)에는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(W)의 가열 처리 및 냉각 처리를 행하는 열 처리 장치(40), 웨이퍼(W)를 소수화 처리하는 소수화 처리 장치로서의 애드히전 장치(41), 웨이퍼(W)의 외주부를 노광하는 주변 노광 장치(42)가 상하 방향과 수평 방향으로 배열되어 마련되어 있다. 또한, 열 처리 장치(40), 애드히전 장치(41) 및 주변 노광 장치(42)의 수 및 배치는, 임의로 선택할 수 있다.

[0027] 제 3 블록(G3)에는, 복수의 전달 장치(50, 51, 52, 53, 54)가 아래로부터 차례로 마련되고, 그 위에 검사용 촬상 장치(55, 56, 57)가 아래로부터 차례로 마련되어 있다. 또한, 제 4 블록(G4)에는, 복수의 전달 장치(60, 61, 62)가 아래로부터 차례로 마련되고, 그 위에 검사용 촬상 장치(63, 64)가 아래로부터 차례로 마련되어 있다.

[0028] 도 1에 나타내는 바와 같이, 제 1 블록(G1) ~ 제 4 블록(G4)으로 둘러싸인 영역에는, 웨이퍼 반송 영역(R)이 형성되어 있다. 웨이퍼 반송 영역(R)에는, 예를 들면 웨이퍼 반송 장치(70)가 배치되어 있다.

[0029] 웨이퍼 반송 장치(70)는, 예를 들면 Y 방향, 전후 방향, θ 방향 및 상하 방향으로 이동 가능한 반송 암(70a)을 가지고 있다. 웨이퍼 반송 장치(70)는, 웨이퍼 반송 영역(R) 내를 이동하여, 주위의 제 1 블록(G1), 제 2 블록(G2), 제 3 블록(G3) 및 제 4 블록(G4) 내의 정해진 장치로 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다. 웨이퍼 반송 장치(70)는, 예를 들면, 도 3에 나타내는 바와 같이 상하로 복수 대 배치되어, 각 블록(G1 ~ G4)의 동일 정도의 높이의 정해진 장치로 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다.

[0030] 또한, 웨이퍼 반송 영역(R)에는, 제 3 블록(G3)과 제 4 블록(G4)과의 사이에서 직선적으로 웨이퍼(W)를 반송하는 셔틀 반송 장치(80)가 마련되어 있다.

[0031] 셔틀 반송 장치(80)는, 예를 들면 도 3의 Y 방향으로 직선적으로 이동 가능하게 되어 있다. 셔틀 반송 장치(80)는, 웨이퍼(W)를 지지한 상태로 Y 방향으로 이동하여, 제 3 블록(G3)의 전달 장치(52)와 제 4 블록(G4)의 전달 장치(62)와의 사이에서 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다.

[0032] 도 1에 나타내는 바와 같이, 제 3 블록(G3)의 X 방향 정측에는, 웨이퍼 반송 장치(90)가 마련되어 있다. 웨이퍼 반송 장치(90)는, 예를 들면 전후 방향, θ 방향 및 상하 방향으로 이동 가능한 반송 암(90a)을 가지고 있다. 웨이퍼 반송 장치(90)는, 웨이퍼(W)를 지지한 상태로 상하로 이동하여, 제 3 블록(G3) 내의 각 전달 장치로 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다.

[0033] 인터페이스 스테이션(5)에는, 웨이퍼 반송 장치(100)가 마련되어 있다. 웨이퍼 반송 장치(100)는, 예를 들면 전후 방향, θ 방향 및 상하 방향으로 이동 가능한 반송 암(100a)을 가지고 있다. 웨이퍼 반송 장치(100)는, 예를 들면 반송 암(100a)에 웨이퍼(W)를 지지하여, 제 4 블록(G4) 내의 각 전달 장치, 노광 장치(4)로 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다.

[0034] 제어 장치(6)는, 예를 들면 CPU 등의 프로세서 및 메모리, 통신 인터페이스 등을 구비한 컴퓨터를 포함하고, 프로그램 저장부(도시하지 않음)를 가지고 있다. 프로그램 저장부에는, 상술한 각종 처리 장치 및 반송 장치 등의 구동계의 동작을 제어하여, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 정해진 작용, 즉 웨이퍼(W)에 대한 레지스트액의 도포, 현상, 가열 처리, 웨이퍼(W)의 전달, 웨이퍼(W)의 촬상, 각 장치의 제어 등을 실현시키기 위한 지령을 포함하는 프로그램이 저장되어 있다. 이와 더불어, 프로그램 저장부에는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리(예를 들면, 검사용 촬상 장치(55, 56, 57, 63, 64)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리 등)용의 지령을 포함하는 프로그램도 저장되어 있다. 즉, 프로그램 저장부에는, 검사용 촬상 장치(55, 56, 57, 63, 64)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리 방법을 제어하는 웨이퍼 처리 시스템(1)의 제어 장치(6)의 컴퓨터상에서 동작하는 프로그램도 저장되어 있다. 또한, 상기 프로그램은, 컴퓨터에 판독 가능한 기억 매체(M)에 기록되어 있던 것으로, 당해 기억 매체(M)로부터 제어 장치(6)에 인스톨된 것이어도 된다. 기억 매체(M)는, 일시적인 것이어도 비일시적인 것이어도 된다. 또한, 프로그램의 일부 또는 전부는 전용 하드웨어(회로 기판)로 실현해도 된다.

[0035] <검사용 촬상 장치(55)>

[0036] 다음으로, 검사용 촬상 장치(55)의 구성에 대하여 설명한다. 도 4 및 도 5는 각각, 검사용 촬상 장치(55)의 구성의 개략을 나타내는 횡단면도 및 종단면도이다.

[0037] 검사용 촬상 장치(55)는, 도 4에 나타내는 바와 같이 케이싱(110)을 가지고 있다. 케이싱(110) 내에는, 도 5에 나타내는 바와 같이 웨이퍼(W)를 배치하는 배치대(120)가 마련되어 있다. 이 배치대(120)는, 모터 등의 회전 구동부(121)에 의해, 회전, 정지가 가능하다. 케이싱(110)의 저면에는, 케이싱(110) 내의 일단측(도 5의 X 방향 부측)으로부터 타단측(도 5의 X 방향 정측)까지 연신하는 가이드 레일(122)이 마련되어 있다. 배치대(120)와 회전 구동부(121)는, 가이드 레일(122) 상에 마련되고, 구동부(123)에 의해 가이드 레일(122)을 따라 이동할 수 있다.

[0038] 케이싱(110) 내의 타측(도 5의 X 방향 정측) 가장자리의 측면에는, 촬상부(130)가 마련되어 있다. 촬상부(130)에는, 예를 들면 광각형의 CCD 카메라가 이용되며, 그 화상의 bit수는, 예를 들면 8 bit(0 ~ 255의 256 계조)이다. 케이싱(110)의 상부 중앙 부근에는, 하프 미러(131)가 마련되어 있다. 하프 미러(131)는, 촬상부(130)와 대향하는 위치에, 경면이 연직 하방을 향한 상태로부터 촬상부(130)의 방향을 향해 45도 상방으로 경사진 상태로 마련되어 있다. 하프 미러(131)의 상방에는, 조명부(132)가 마련되어 있다. 하프 미러(131)와 조명부(132)는, 케이싱(110) 내부의 상면에 고정되어 있다. 조명부(132)로부터의 조명은, 하프 미러(131)를 통과하여 하방을 향해 비추어진다. 따라서, 조명부(132)의 하방에 있는 물체에 의해 반사된 광은, 하프 미러(131)에서 더 반사되어, 촬상부(130)에 담아진다. 즉, 촬상부(130)는, 조명부(132)에 의한 조사 영역에 있는 물체를 촬상할 수 있다. 그리고, 촬상부(130)에 의한 촬상 결과는, 제어 장치(6)에 입력된다.

[0039] 또한, 검사용 촬상 장치(56, 57, 63, 64)의 구성은, 상술한 검사용 촬상 장치(55)의 구성과 동일하기 때문에, 그 설명은 생략한다.

[0040] <제어 장치(6)>

[0041] 도 6은 웨이퍼 처리 시스템(1)에 있어서의 검사에 관한 제어 장치(6)의 기능 블록도이다. 도 7 및 도 8은 각각, 웨이퍼(W)의 촬상 화상의 일례를 나타내는 도이다. 도 9는 후술하는 작성부가 작성하는 이차원 히스토그램의 일

례를 나타내는 도이다. 도 10은 후술하는 휘도값 분포의 일례를 나타내는 도이다. 도 11은 후술하는 특정 불균일 분포의 일례를 나타내는 도이다.

[0042] 제어 장치(6)는, 도 6에 나타내는 바와 같이, CPU 등의 프로세서가 기억부(도시하지 않음)에 기억된 프로그램을 읽어내 실행하는 것에 의해 실현되는, 취득부(201), 작성부(202), 추출부(203) 및 판정부(204)를 가진다.

[0043] 일실시 형태에 있어서, 제어 장치(6)는, 후술하는 데이터베이스(210)를 가진다.

[0044] 취득부(201)는, 검사용 촬상 장치(55, 56, 57, 63, 64)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 웨이퍼(W)의 촬상 화상을 취득한다. 구체적으로, 취득부(201)는, 예를 들면, 검사용 촬상 장치(55, 56, 57, 63, 64)의 촬상부(130)에서 촬상된 화상에 대하여 필요한 화상 처리를 실시하고, 이에 의해, 웨이퍼(W)의 촬상 화상으로서, 당해 웨이퍼(W)의 표면 전체를 나타내는 화상을 생성한다.

[0045] 또한, 웨이퍼(W)에 대해서는, 스핀 도포법에 의한 처리, 또는 웨이퍼(W)의 이면의 연마 처리 등, 웨이퍼(W)의 회전을 수반하는 처리가 많다. 이 때문에, 도 7에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(W)의 촬상 화상(Im)에는, 웨이퍼(W)가 정상인 상태라도, 웨이퍼(W)의 중심을 중심으로 한 원환(圓環) 형상의 불균일(M1) 또는 동심원 형상의 불균일이 발생하는 경우가 있다. 또한, 웨이퍼(W)의 촬상 화상(Im)에는, 도 8에 나타내는 바와 같이, 비동심원 환상 또한 비동심원 형상의 불균일(즉 이질인 불균일)(M2, M3)이 발생하는 경우가 있다. 단, 불균일(M2, M3)의 형상이 비동심원 환상 또한 비동심원 형상인 경우에, 반드시 불균일(M2, M3)이 웨이퍼(W)의 상태가 이상인 것에 기인한다고는 할 수 없다. 예를 들면, 불균일(M2, M3) 중, 불균일(M2)만이 웨이퍼(W)의 상태가 이상인 것에 기인하는 경우가 있다. 이 경우, 촬상 화상(Im)에 기초하는 검사에서는, 촬상 화상(Im)에 있어서의 불균일(M2)에 대응하는 부분과 불균일(M3)에 대응하는 부분에서, 검사 결과를 상이하게 할 필요가 있다. 이 때문에 이하의 작성부(202), 추출부(203) 및 판정부(204)가 마련되어 있다.

[0046] 작성부(202)는, 취득부(201)에 의해 취득된 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 관하여, 도 9에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리(즉 웨이퍼(W)를 중심으로 한 직경 방향의 위치)(r)와 휘도값(V)을 축으로 하는 이차원 히스토그램(H)을 작성한다.

[0047] 추출부(203)는, 미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 작성부(202)에 의해 작성된 이차원 히스토그램(H)으로부터, 특정 불균일 분포(D)를 추출한다. 상기 특정 불균일 분포(D)는, 웨이퍼(W)의 촬상 화상(Im)에 있어서의 상술한 이질인 불균일(M2, M3)에 대응하는 분포이다.

[0048] 구체적으로, 예를 들면, 추출부(203)는, 작성부(202)에 의해 작성된 이차원 히스토그램(H)으로부터 도 10에 나타내는 바와 같은 휘도값 분포(VD1)를 취득한다. 휘도값 분포(VD1)는, 작성부(202)에 의해 작성된 이차원 히스토그램(H)을, 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리(직경 방향 위치)(r)와 휘도값(V)을 축으로 하는 이차원 평면에 투영한 분포이다. 환언하면, 추출부(203)는, 작성부(202)에 의해 작성된 이차원 히스토그램(H)에 대하여 2치화 처리를 행하여, 휘도값 분포(VD1)를 취득한다.

[0049] 휘도값 분포(VD1)의 직경 방향 위치 각각에 있어서의, 휘도값(V)의 최빈값(Vm)의 주위의 부분은, 웨이퍼(W)가 정상인 상태라도 발생하는, 웨이퍼(W)의 중심을 중심으로 한 원환 형상의 불균일(M1) 또는 동심원 형상의 불균일에 대응한다고 상정된다.

[0050] 이에, 추출부(203)는, 휘도값의 최빈값을 기준으로서, 휘도값 분포(VD1)에 대하여, 휘도값 축 방향에 관한 반전 처리를 행한다. 예를 들면, 추출부(203)는, 도 11에 나타내는 바와 같이, 휘도값 분포(VD1)에 있어서의 휘도값의 최빈값을 나타내는 축(P)을 중심으로 한 반전 처리를, 당해 휘도값 분포(VD1)에 대하여 행하여, 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)를 취득한다. 본 실시 형태에서는, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)와 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)에서 겹치는 부분(VD3)은, 웨이퍼(W)가 정상인 상태라도 발생하는, 웨이퍼(W)의 중심을 중심으로 한 원환 형상의 불균일(M1) 또는 동심원 형상의 불균일에 대응하는 것이라 간주한다. 따라서, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)와 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)에서 겹치는 부분(VD3)은, 검사에 특별히 필요하지 않기 때문에, 추출부(203)는, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)와 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)에서 겹치지 않는 부분(VD4, VD5)을, 특정 불균일 분포(D)로서 추출한다. 환언하면, 추출부(203)는, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)에 있어서의, 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)와 겹치지 않는 부분(VD4, VD5)을, 특정 불균일 분포(D)로서 추출한다.

[0051] 또한, 반전 처리 시, 추출부(203)는, 웨이퍼(W)의 직경 방향(웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리 방향)으로 휘도값 분포(VD1)를 분할한 분할 영역마다, 당해 분할 영역에 있어서의 휘도값의 최빈값을 기준으로, 휘도값 축 방

향에 관한 반전 처리를 행해도 된다.

[0052] 판정부(204)는, 추출부(203)에 의해 추출된 특정 불균일 분포(D)(이하, 추출부(203)가 추출한 특정 불균일 분포(D)를 추출 불균일 분포(De)라 하는 경우가 있음)의 특징량을 취득하고, 당해 특징량에 기초하여, 추출 불균일 분포(De)의 종별을 판정한다. 구체적으로, 판정부(204)는, 추출 불균일 분포(De)가, 웨이퍼(W)의 상태가 정상인 경우의 불균일 즉 정상인 불균일, 웨이퍼(W)의 상태가 이상한 경우의 불균일 즉 이상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를 판정한다. 이상인 불균일이란 예를 들면 결함에 기인하는 불균일이다.

[0053] 또한, 특정 불균일 분포(D)의 특징량이란, 구체적으로, 특정 불균일 분포(D)의 형상에 관한 특징량이다. 특정 불균일 분포(D)의 형상에 관한 특징량이란, 예를 들면 이하의 (A) ~ (I)이다.

[0054] (A) 특정 불균일 분포(D)의 중심 위치

[0055] (B) 특정 불균일 분포(D)에 외접하는 사각형의 좌표

[0056] (C) 특정 불균일 분포(D)의 면적

[0057] (D) 특정 불균일 분포(D)의 주위 길이

[0058] (E) 특정 불균일 분포(D)의 휘도값 축 방향의 폭

[0059] (F) 특정 불균일 분포(D)의 직경 방향의 폭,

[0060] (G) 특정 불균일 분포(D)의 평균 휘도값

[0061] (H) 특정 불균일 분포(D)의 외형의 요철도

[0062] (I) 특정 불균일 분포(D)의 엣지 히스토그램

[0063] 일실시 형태에 있어서, 판정부(204)는, 데이터베이스(210)를 참조하여, 추출 불균일 분포(De)의 종별의 판정을 행한다. 상기 데이터베이스(210)에는, 과거의 웨이퍼(W)의 촬상 화상으로부터 추출된 특정 불균일 분포(D)마다, 당해 특정 불균일 분포(D)가 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지가, 미리 기억(즉 등록)되어 있다. 이하에서는, 데이터베이스(210)에 미리 기억되어 있는 특정 불균일 분포(D)를 등록 불균일 분포(Dr)라 하는 경우가 있다. 또한, 데이터베이스(210)에는, 예를 들면, 등록 불균일 분포(Dr)마다, 당해 등록 불균일 분포(Dr)의 특징량이 기억되어 있다.

[0064] 판정부(204)는, 등록 불균일 분포(Dr) 중, 추출 불균일 분포(De)에 가장 유사한 것을, 특징량에 기초하여, 특정한다. 예를 들면, 판정부(204)는, 데이터베이스(210)를 참조하여, 등록 불균일 분포(Dr)마다, 추출 불균일 분포(De)에 대한 유사도를 특징량에 기초하여 산출하고, 가장 유사도가 높은 등록 불균일 분포(Dr)를 특정한다. 유사도의 산출에 이용하는 특징량에는, 예를 들면, 전술한 특정 불균일 분포(D)의 형상에 관한 특징량 (A) ~ (I) 중 어느 것 복수가 이용된다. 또한, 유사도의 산출에는, 예를 들면, 유클리드 거리, 마할라노비스 거리, 맨하탄 거리, 민코프스키 거리, 코사인 유사도가 이용된다.

[0065] 그리고, 판정부(204)는, 추출 불균일 분포(De)에 가장 유사한(즉 유사도가 가장 높은) 등록 불균일 분포(Dr)가, 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응한다고 데이터베이스(210)에 등록되어 있는지에 기초하여, 추출 불균일 분포(De)가, 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를 판정한다. 가장 유사한 등록 불균일 분포(Dr)가 정상인 불균일에 대응한다고 등록되어 있는 경우, 판정부(204)는, 추출 불균일 분포(De)가 정상인 불균일에 대응한다고 판정한다. 한편, 가장 유사한 등록 불균일 분포(Dr)가 이상인 불균일에 대응한다고 등록되어 있는 경우, 판정부(204)는, 추출 불균일 분포(De)가 이상인 불균일에 대응한다고 판정한다.

[0066] 제어 장치(6)는, 도시하는 바와 같이, CPU 등의 프로세서가 기억부(도시하지 않음)에 기억된 프로그램을 읽어내 실행하는 것에 의해 실현되는, 등록부(205)를 더 가지고 있어도 된다.

[0067] 등록부(205)는, 판정부(204)에 의한 판정 결과를 데이터베이스(210)에 등록한다. 구체적으로, 등록부(205)는, 추출부(203)가 추출한 특정 불균일 분포(D)를, 당해 특정 불균일 분포(D)로부터 판정부(204)가 추출한 특징량과, 당해 특정 불균일 분포(D)에 대한 판정부(204)에 의한 판정 결과와 함께, 데이터베이스(210)에 기억시킨다.

[0068] 등록부(205)가 등록한 경우, 등록 이후, 판정부(204)는, 전회 이전의 판정부(204)에서의 판정 결과가 등록된 데이터베이스(210)를 참조하여, 판정을 행한다.

[0069] <웨이퍼 처리>

[0070] 계속해서, 웨이퍼 처리 시스템(1)에서 행해지는 웨이퍼 처리에 대하여 설명한다.

[0071] 먼저, 복수의 웨이퍼(W)를 수납한 카세트(C)가, 카세트 스테이션(2)으로 반입된다. 그리고, 제어 장치(6)의 제어 하에, 카세트(C) 내의 웨이퍼(W)가, 제 3 블록(G3)의 검사용 촬상 장치(55)로 반송된다. 그리고, 하부 반사 방지막 등의 각종 막을 형성하기 전의, 즉, 초기 상태의 웨이퍼(W)가, 촬상부(130)에 의해 촬상된다. 촬상 결과는, 제어 장치(6)에 출력된다.

[0072] 이어서, 웨이퍼(W)가, 제 1 블록(G1)의 하부 반사 방지막 형성 장치(31)로 반송되어, 웨이퍼(W) 상에 하부 반사 방지막이 형성된다.

[0073] 계속해서, 웨이퍼(W)가, 제 2 블록(G2)의 하부 반사 방지막용의 열 처리 장치(40)로 반송되어, 하부 반사 방지막의 가열 처리가 행해진다.

[0074] 이 후, 웨이퍼(W)가, 검사용 촬상 장치(63)로 반송된다. 그리고, 촬상부(130)에 의한 하부 반사 방지막 형성 후의 웨이퍼(W)의 촬상이 행해진다. 촬상 결과는, 제어 장치(6)에 출력된다.

[0075] 이어서, 웨이퍼(W)가, 제 1 블록(G1)의 레지스트 도포 장치(32)로 반송되어, 웨이퍼(W)의 하부 반사 방지막 상에 레지스트막이 형성된다.

[0076] 계속해서, 웨이퍼(W)가, 제 2 블록(G2)의 PAB 처리용의 열 처리 장치(40)로 반송되어, PAB 처리가 행해진다.

[0077] 이 후, 웨이퍼(W)가, 검사용 촬상 장치(56)로 반송된다. 그리고, 촬상부(130)에 의한 레지스트막 형성 후의 웨이퍼(W)의 촬상이 행해진다. 촬상 결과는, 제어 장치(6)에 출력된다.

[0078] 이어서, 웨이퍼(W)가, 제 1 블록(G1)의 상부 반사 방지막 형성 장치(33)로 반송되어, 웨이퍼(W)의 레지스트막 상에 상부 반사 방지막이 형성된다.

[0079] 계속해서, 웨이퍼(W)가, 제 2 블록(G2)의 상부 반사 방지막용의 열 처리 장치(40)로 반송되어 상부 반사 방지막의 가열 처리가 행해진다.

[0080] 이 후, 웨이퍼(W)가, 검사용 촬상 장치(64)로 반송된다. 그리고, 촬상부(130)에 의한 상부 반사 방지막 형성 후의 웨이퍼(W)의 촬상이 행해진다. 촬상 결과는, 제어 장치(6)에 출력된다.

[0081] 이어서, 웨이퍼(W)가, 노광 장치(4)로 반송되어, 원하는 패턴으로 노광된다.

[0082] 계속해서, 웨이퍼(W)가, 제 2 블록(G2)의 PEB 처리용의 열 처리 장치(40)로 반송되어, PEB 처리가 행해진다.

[0083] 다음으로, 웨이퍼가, 제 1 블록(G1)의 현상 처리 장치(30)로 반송되어, 현상 처리가 행해지고, 당해 웨이퍼(W) 상에 레지스트 패턴이 형성된다.

[0084] 이 후, 웨이퍼(W)가 검사용 촬상 장치(57)로 반송된다. 그리고, 촬상부(130)에 의한 레지스트 패턴 형성 후의 웨이퍼(W)의 촬상이 행해진다. 촬상 결과는, 제어 장치(6)에 출력된다.

[0085] 그리고, 웨이퍼(W)가, 카세트(C)로 되돌려져, 일련의 웨이퍼 처리가 완료된다. 이 후, 상술한 웨이퍼 처리가, 다른 웨이퍼(W)에 대해서도 행해진다.

[0086] <정보 처리 및 데이터베이스(210)에 대한 등록 방법>

[0087] 이어서, 검사용 촬상 장치(55, 56, 57, 63, 64)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리와, 상기 촬상 결과에 기초하는 정보 처리의 사전에 데이터베이스(210)에 특정 불균일 분포(D)를 등록하는 방법에 대하여 설명한다.

[0088] 먼저, 사전에 데이터베이스(210)에 등록하는 방법에 대하여 도 12를 이용하여 설명한다. 도 12는 상기 촬상 결과에 기초하는 정보 처리의 사전에 데이터베이스(210)에 특정 불균일 분포(D)를 등록하는 방법의 흐름을 나타내는 순서도이다.

[0089] 사전의 데이터베이스(210)에 대한 특정 불균일 분포(D)의 등록은, 예를 들면 웨이퍼 처리 시스템(1)의 외부의 제어 장치(도시하지 않음)를 이용하여 행해진다.

[0090] 먼저, 외부의 제어 장치가, 전술한 취득부(201)와 동일하게 하여, 검사용 촬상 장치(55, 56, 57, 63, 64)와 동일한 검사용 촬상 장치(도시하지 않음)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 웨이퍼(W)의 촬상 화상을 취

득한다(단계(S1)).

[0091] 계속해서, 외부의 제어 장치가, 전술한 작성부(202)와 동일하게 하여, 단계(S1)에서 취득한 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 관하여, 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리(r)와 휘도값(V)을 축으로 하는 이차원 히스토그램(H)을 작성한다(단계(S2)).

[0092] 이어서, 외부의 제어 장치가, 전술한 추출부(203)와 동일하게 하여, 미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 단계(S2)에서 작성된 이차원 히스토그램(H)으로부터, 특정 불균일 분포(D)를 추출한다(단계(S3)).

[0093] 이 후, 외부의 제어 장치가, 전술한 판정부(204)와 동일하게 하여, 단계(S3)에서 추출된 특정 불균일 분포(D)의 특징량을 취득한다(단계(S4)).

[0094] 그리고, 예를 들면, 단계(S1)에서 취득된 웨이퍼(W)의 촬상 화상과 단계(S3)에서 추출된 특정 불균일 분포가 표시 장치(도시하지 않음)에 표시된다. 이 후, 표시 장치의 표시 내용을 확인한 오퍼레이터로부터, 키보드 및 마우스, 터치 패널 등의 입력 디바이스를 개재하여, 단계(S3)에서 추출된 특정 불균일 분포가 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지가 입력된다.

[0095] 오퍼레이터로부터의 입력부(도시하지 않음)를 개재한 입력에 따라, 외부의 제어 장치는, 단계(S3)에서 추출된 특정 불균일 분포(D)에 대하여, 당해 특정 불균일 분포가 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지의 정보를 데이터베이스(210)에 등록시킨다(단계(S5)). 이 때, 외부의 제어 장치는, 당해 특정 불균일 분포에 대하여 단계(S4)에서 취득된 특징량도, 당해 특정 불균일 분포에 연결시켜 데이터베이스(210)에 등록시킨다. 또한, 촬상 화상으로부터 특정 불균일 분포가 취득된 웨이퍼(W)에 관한 웨이퍼 식별 정보(ID), 로트 식별 정보(ID), 디바이스 식별 정보(ID)도 연결시켜 데이터베이스(210)에 등록시켜도 된다. 디바이스 식별 정보(ID)는, 촬상된 웨이퍼(W)의 하층막의 정보(예를 들면 하층막의 종별, 하층막의 층 수 등)에 대응한다.

[0096] 이상의 단계(S1) ~ 단계(S5)는 복수 매의 웨이퍼(W) 각각에 대하여 행해진다.

[0097] 이어서, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 검사용 촬상 장치(56)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리에 대하여, 도 13을 이용하여 설명한다. 도 13은 검사용 촬상 장치(56)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리의 흐름을 나타내는 순서도이다.

[0098] 웨이퍼 처리 시스템(1)의 제어 장치(6)의 취득부(201)가, 검사용 촬상 장치(56)에 의한 레지스트막 형성 후의 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 당해 웨이퍼(W)의 촬상 화상을 취득한다(단계(S11)).

[0099] 이어서, 제어 장치(6)의 작성부(202)가, 취득부(201)가 취득한, 레지스트막 형성 후의 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 관하여, 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리(r)와 휘도값(V)을 축으로 하는 이차원 히스토그램(H)을 작성한다(단계(S12)). 이 이차원 히스토그램(H)의 작성 시에, 방사 형상 화상을 이용해도 된다. 방사 형상 화상은, 웨이퍼(W)의 중심에 상당하는 부분으로부터 직경 방향 외측을 향해 휘도값이 일차 함수적으로 단조 증가 또는 단조 감소하는 화상이며, 방사 형상 화상의 휘도값은 웨이퍼(W)의 직경 방향 위치에 상당한다. 여기서, 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 있어서의 웨이퍼(W)가 존재하는 부분의 좌표를 점(xn, yn)이라 한다. 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리(r)와 휘도값(V)과 빈도를 축으로 하는 삼차원 공간에, (웨이퍼(W)의 촬상 화상에 있어서의 점(xn, yn)의 휘도값, 방사 형상 화상에 있어서의 (xn, yn)의 휘도값)을 모든 점(xn, yn)에 대하여, 플롯함으로써, 상기 이차원 히스토그램(H)을 얻을 수 있다. 이와 같이 동심 화상을 이용함으로써 용이하게 이차원 히스토그램(H)을 작성할 수 있다.

[0100] 이어서, 제어 장치(6)의 추출부(203)가, 미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 작성부(202)에 의해 작성된 이차원 히스토그램(H)으로부터, 특정 불균일 분포(D)를 추출한다(단계(S13)). 구체적으로, 예를 들면, 추출부(203)가, 작성부(202)에 의해 작성된 이차원 히스토그램(H)으로부터 전술한 휘도값 분포(VD1)를 취득한다. 또한, 추출부(203)가, 상기 휘도값 분포(VD1)에 있어서의 휘도값의 최빈값을 나타내는 축(P)을 중심으로 한 반전 처리를, 당해 휘도값 분포(VD1)에 대하여 행하고, 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)를 취득한다. 그리고, 추출부(203)가, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)에 있어서의, 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)와 겹치지 않는 부분을, 특정 불균일 분포(D)로서 추출한다. 또한, 추출부(203)가 추출하는 특정 불균일 분포는 1 개인 경우도 있지만, 복수인 경우도 있다.

[0101] 이 후, 판정부(204)가, 추출부(203)에 의해 추출된 특정 불균일 분포(D) 즉 추출 불균일 분포(De)마다, 당해 추출 불균일 분포(De)의 특징량을 취득하고, 당해 특징량에 기초하여, 추출 불균일 분포(De)의 종별을 판정한다

(단계(S14)).

[0102] 구체적으로, 판정부(204)가, 추출 불균일 분포(De)마다, 당해 추출 불균일 분포(De)의 형상에 관한 전술한 특징량 (A) ~ (I)를 모두 취득한다. 이하, 특징량 (A) ~ (I)를 일괄하여 특징량군이라 한다.

[0103] 이어서, 판정부(204)가, 추출 불균일 분포(De)마다, 데이터베이스(210)에 등록되고 특정 불균일 분포(D) 즉 등록 불균일 분포(Dr) 중, 당해 추출 불균일 분포(De)에 가장 유사한 것을, 판정부(204)가 추출한, 추출 불균일 분포(De)의 형상에 관한 특징량군에 기초하여, 특정한다. 예를 들면, 판정부(204)는, 데이터베이스(210)를 참조하여, 등록 불균일 분포(Dr)마다, 추출 불균일 분포(De)에 대한 유사도를 특징량군에 기초하여 산출하고, 가장 유사도가 높은 등록 불균일 분포(Dr)를 특정한다. 유사도군에 기초하는 유사도의 산출에는, 예를 들면, 추출 불균일 분포(De)의 형상에 관한 특징량군으로부터 등록 불균일 분포(Dr)의 형상에 관한 특징량군까지의 유클리드 거리, 마할라노비스 거리, 맨하탄 거리 또는 민코프스키 거리가 이용된다.

[0104] 또한, 유사도의 산출은, 모든 등록 불균일 분포(Dr)에 대하여 행해도 되지만, 등록 불균일 분포(Dr) 중, 검사 대상인 웨이퍼(W)의 웨이퍼 ID, 로트 ID 또는 디바이스 ID에 대응하는 등록 불균일 분포(Dr)에 대해서만 행하도록 해도 된다.

[0105] 그리고, 판정부(204)가, 유사도가 높은 등록 불균일 분포(Dr)가, 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응한다고 데이터베이스(210)에 등록되어 있는지에 기초하여, 추출 불균일 분포(De)가, 정상인 불균일 또는 이상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를 판정한다. 판정부(204)에 의한 판정 결과는, 액정 표시 패널 등의 표시 장치(도시하지 않음)에 표시시키도록 해도 된다.

[0106] 또한, 취득한 추출 불균일 분포(De)의 특징량이 정해진 범위 내에 없고 이상값을 나타내고 있는 경우에는, 판정부(204)가, 유사도의 산출은 행하지 않고, 추출 불균일 분포(De)는 이상인 불균일에 대응한다고 판정해도 된다.

[0107] 또한, 추출 불균일 분포(De)가, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)와 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)에서 겹치는 부분(VD3)에 연속하고 있지 않은 경우(즉 추출 불균일 분포(De)가 고립하여 존재하고 있는 경우)도, 판정부(204)가, 유사도의 산출은 행하지 않고, 추출 불균일 분포(De)는 이상인 불균일에 대응한다고 판정해도 된다. 또한, 추출 불균일 분포(De)가, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)와 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)에서 겹치는 부분(VD3)에 연속하고 있지 않을 뿐 아니라, 추출 불균일 분포(De)로부터 상기 부분(VD3)까지의 거리가 정해진 값 이상인 경우에, 판정부(204)가, 유사도의 산출은 행하지 않고, 추출 불균일 분포(De)는 이상인 불균일에 대응한다고 판정해도 된다. 이들의 경우, 유사도의 산출뿐 아니라, 추출 불균일 분포(De)의 특징량의 추출도 불필요하지만, 특징량의 추출에 대해서는 행해도 된다.

[0108] 판정부(204)에 의한 판정 후, 등록부(205)가, 판정부(204)에 의한 판정 결과를 데이터베이스(210)에 등록한다(단계(S15)). 구체적으로, 등록부(205)는, 추출부(203)가 추출한 특정 불균일 분포(D)를, 당해 특정 불균일 분포(D)로부터 판정부(204)가 추출한 특징량과, 당해 특정 불균일 분포(D)에 대한 판정부(204)에 의한 판정 결과와 함께, 데이터베이스(210)에 기억시킨다. 또한, 등록부(205)가, 판정 대상 즉 검사 대상인 웨이퍼(W)에 관한 웨이퍼 ID, 로트 ID, 디바이스 ID도, 특정 불균일 분포(D)에 연결시켜 데이터베이스(210)에 기억시켜도 된다.

[0109] 또한, 판정부(204)에 의한 판정 결과를 확인한 오퍼레이터에 의해, 상기 판정 결과에 오류가 있는 것이 확인된 경우, 판정부(204)에 의한 판정 결과는, 오퍼레이터에 의해 갱신된 후에, 데이터베이스(210)에 등록된다.

[0110] 검사용 촬상 장치(55, 57, 63, 64)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리는, 상술한 검사용 촬상 장치(56)에 의한 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리와 동일하다.

[0111] <주된 효과>

[0112] 이상과 같이, 본 실시 형태에 따른 정보 처리 방법은, 기판의 촬상 화상에 기초하여 기판을 검사하기 위한 정보를 처리하는 방법이며, 기판의 촬상 화상을 취득하는 취득 공정과, 취득한 기판의 촬상 화상에 관하여, 기판의 중심으로부터의 거리와, 휘도값을 축으로 하는 이차원 히스토그램(H)을 작성하는 작성 공정을 포함한다. 또한, 본 실시 형태에 따른 정보 처리 방법은, 미리 정해진 영역 정의에 기초하여, 작성 공정에서 작성된 이차원 히스토그램(H)으로부터, 촬상 화상에 있어서의 이질인 불균일(즉 비동심원 환상 또한 비동심원 형상의 불균일) 촬상 화상에 있어서의 이질인 불균일(즉 비동심원 환상 또한 비동심원 형상의 불균일)에 대응하는 특정 불균일 분포(D)를 추출하는 추출 공정을 포함한다. 이 추출 공정에서는, 이차원 히스토그램(H)에 있어서, 웨이퍼(W)가 정상인 상태라도 발생하는 원환 형상의 불균일(M1) 또는 동심원 형상의 불균일에 대응하는 부분은 추출되지 않는다.

그리고, 본 실시 형태에 따른 정보 처리 방법은, 추출 공정에서 추출된 특정 불균일 분포(D)의 특징량을 취득하고, 당해 특징량에 기초하여, 당해 특정 불균일 분포(D)의 종별을 판정하는 판정 공정을 포함한다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 적어도, 웨이퍼(W)가 정상인 상태라도 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 발생하는 원환 형상의 불균일(M1) 또는 동심원 형상의 불균일을, 이상인 불균일로 판정하는 것을 억제할 수 있다. 환언하면, 본 실시 형태에 따르면, 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 불균일이 생긴 경우라도 상기 촬상 화상에 기초하는 검사를 보다 정확하게 행할 수 있다.

[0113] 또한, 종래는, 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 대하여, 직접적으로 2치화 처리를 행하고, 2치화 처리 후의 화상으로부터 추출된 영역에 대하여, 이상 판정을 행하고 있었다.

[0114] 그에 대하여, 본 실시 형태에서는, 웨이퍼(W)의 촬상 화상으로부터, 일단, 직경 방향 위치(r)를 축으로 하는 이차원 히스토그램(H)을 작성한 후에, 이차원 히스토그램(H)에 대하여 2치화 처리를 행하여 휘도값 분포(VD1)로 하고, 이 휘도값 분포(VD1)로부터 추출된 영역 즉 특정 불균일 분포(D)에 대하여 이상 판정을 행하고 있다. 이 때문에, 본 실시 형태에 있어서, 이상 판정의 대상인 영역에는, 종래와는 달리, 불균일의 판정에 중요한 직경 방향 위치(r)의 정보가 포함되어 있다. 즉, 본 실시 형태에 있어서는, 이상 판정의 대상인 영역을, 불균일의 판정에 중요한 직경 방향 위치(r)를 고려한 형상 특징으로서 취급할 수 있다. 따라서, 본 실시 형태에 따르면, 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 기초하는 검사의 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0115] 또한, 본 실시 형태에 따른 정보 처리 방법에서는, 상기 판정 공정은, 특정 불균일 분포(D)마다 당해 특정 불균일 분포가 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지가 미리 기억된 데이터베이스를 참조하여, 추출 불균일 분포(De)가, 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를 판정한다. 따라서, 추출 불균일 분포에 대하여, 당해 분포가 결함에 기인하는 불균일 또는 정상인 불균일 중 어느 것에 대응하는지를, 보다 정확하게 판정할 수 있다.

[0116] 또한, 본 실시 형태에 따른 정보 처리 방법에서는, 이차원 히스토그램(H)을 정해진 이차원 평면에 투영한 휘도값 분포(VD1)에 대하여, 휘도값의 최빈값을 기준으로서, 휘도값 축 방향에 관한 반전 처리를 행하고, 반전 처리 전의 휘도값 분포(VD1)와 반전 처리 후의 휘도값 분포(VD2)에서 겹치지 않는 부분을, 특정 불균일 분포(D)로서 추출한다. 따라서, 휘도값 분포(VD1)에 있어서의, 특정 불균일 분포(D)로서 추출하지 않아야 될 부분을, 검사 대상인 웨이퍼(W)의 촬상 화상의 상태에 맞추어, 특정 불균일 분포(D)로부터 제외할 수 있다.

[0117] <검사의 다른 예>

[0118] 본 실시 형태에 따른 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 기초하는 웨이퍼(W)의 검사는, 종래의 웨이퍼(W)의 촬상 화상에 기초하는 웨이퍼(W)의 검사와 병행하여 행해도 된다.

[0119] <유사도의 산출의 다른 예>

[0120] 이상의 예에서는, 데이터베이스(210)에 등록되어 있는 모든 특정 불균일 분포(D)에 대하여 유사도를 산출하고 있었지만, 특정 불균일 분포(D)는 검사 대상인 웨이퍼(W)의 하지의 영향을 받기 때문에, 검사 대상인 웨이퍼(W)의 하지에 대응하는 특정 불균일 분포(D)에 대해서만, 유사도를 산출하도록 해도 된다. 이 경우, 검사 대상인 웨이퍼(W)의 하지, 및 데이터베이스(210)에 등록되어 있는 특정 불균일 분포가 어느 하지에 대응하는지는, 예를 들면 디바이스 ID에 기초하여 결정된다.

[0121] <웨이퍼(W)의 촬상 화상의 색에 대하여>

[0122] 이상에서는, 설명의 단순화를 위하여, 웨이퍼(W)의 촬상 화상은 단색인 것으로 했지만, 웨이퍼(W)의 촬상 화상은 일반적으로 RGB(Red, Green, Blue)의 3 원색으로 구성되어 있다. 이 때문에, 실제는, 본 실시 형태에 따른 정보 처리는 예를 들면 R, G, B 각각에 대하여 행해진다. 이 경우, RGB 간에서 추출 불균일 분포(De)가 겹치는 경우, 당해 추출 불균일 분포(De)에 대한 정상/이상의 판정은 예를 들면 다수결 방식으로 행해진다. 즉, RGB의 3 색 중 2 색 이상에서 공통인 판정 결과가 채용된다.

[0123] 또한, 본 실시 형태에 따른 정보 처리는, 예를 들면 RGB 중 일부에 대해서만 행해도 된다. 이 경우, 어느 색에 대하여 정보 처리를 행할지는, 예를 들면, 검사 대상인 웨이퍼(W)에 연결되어 있는 웨이퍼 ID, 로트 ID 또는 디바이스 ID 중 적어도 어느 1 개에 기초하여 결정된다. 또한, 이 경우, 데이터베이스(210)에 등록되어 있는 모든 색의 특정 불균일 분포(D)에 대하여 유사도의 산출을 행하는 것이 아니라, 정보 처리 대상인 색에 대응하는 특정 불균일 분포에 대해서만 유사도의 산출을 행해도 된다. 데이터베이스(210)에 등록되어 있는 특정 불균일 분포가 어느 색에 대응하는지는 예를 들면 웨이퍼 ID, 로트 ID 또는 디바이스 ID 중 적어도 어느 1 개에 기초하여

결정된다.

[0124] <특징량의 다른 예>

[0125] 이상의 예에서는, 판정부(204)가, 특정 불균일 분포(D)의 특징량으로서, 특정 불균일 분포(D)의 형상에 관한 특징량을 취득하고 있었다. 이것 대신에, 판정부(204)가, 학습 완료 모델을 이용하여, 특정 불균일 분포(D)의 특징량을 추출해도 된다. 학습 완료 모델이란, 구체적으로, 예를 들면, 학습 완료된 Alexnet 등의 합성곱 신경망(CNN)이다. 또한, 이 경우의 특정 불균일 분포(D)의 특징량은, 예를 들면, CNN 모델의 전 결합층으로부터의 출력 전부가 이용된다.

[0126] 또한, 특정 불균일 분포(D)의 특징량으로서, 특정 불균일 분포(D)의 형상에 관한 특징량과, 학습 완료 모델을 이용하여 추출된 특징량의 양방을 이용해도 된다.

[0127] <그 외의 변형예>

[0128] 이상의 예에서는, 웨이퍼(W)의 촬상 결과에 기초하는 정보 처리를 포함하는, 웨이퍼(W)의 검사를 위한 정보 처리를, 웨이퍼 처리 시스템(1)이 가지는 제어 장치(6)에서 행했지만, 웨이퍼 처리 시스템(1)의 외부의 정보 처리 장치에서 행해도 된다.

[0129] 금회 개시된 실시 형태는 모든 점에서 예시로 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 상기의 실시 형태는, 첨부한 청구의 범위 및 그 주지를 일탈하지 않고, 다양한 형태로 생략, 치환, 변경되어도 된다.

부호의 설명

[0130] 6 : 제어 장치

201 : 취득부

202 : 작성부

203 : 추출부

204 : 판정부

D : 특정 불균일 분포

De : 추출 불균일 분포

H : 이차원 히스토그램

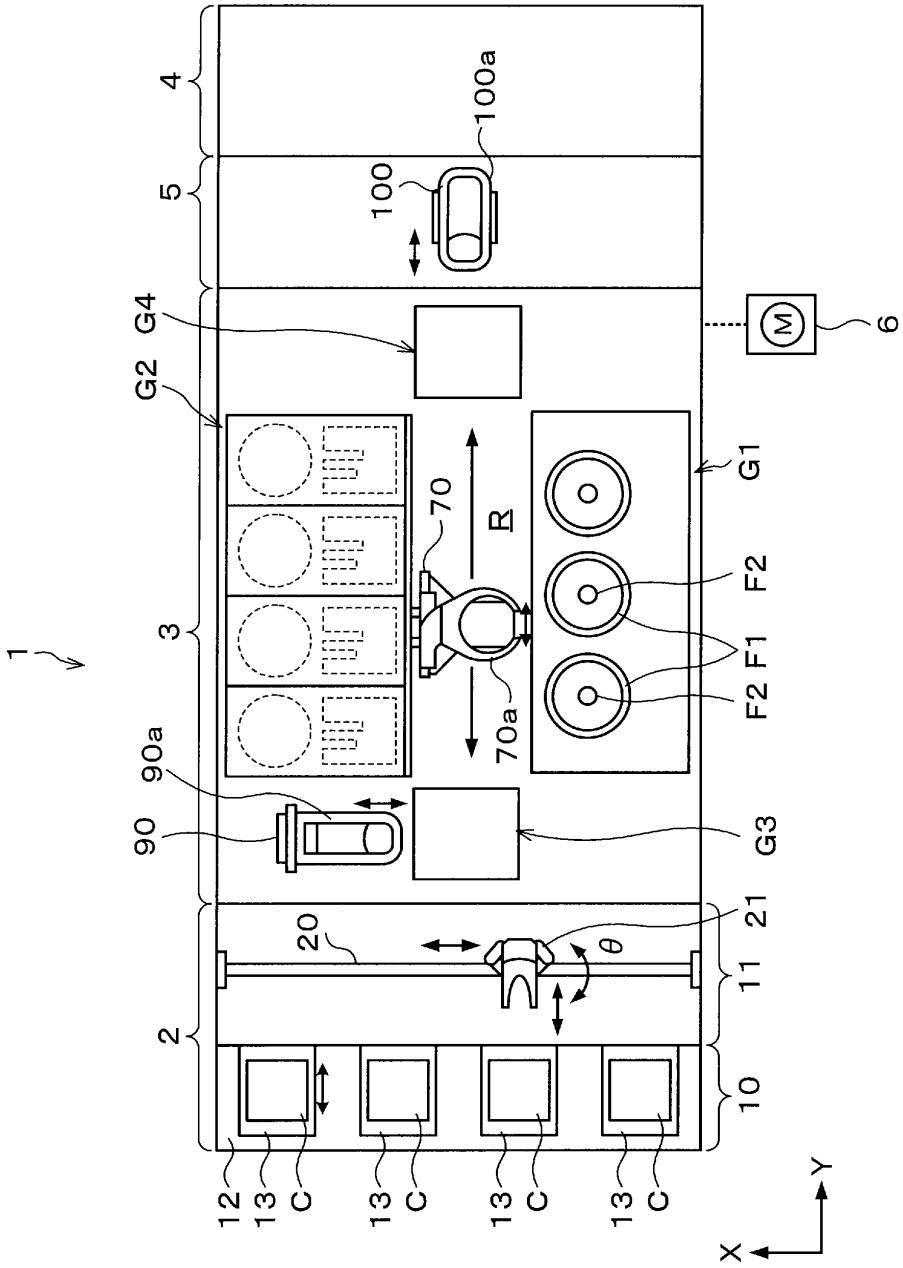
Im : 촬상 화상

V : 휘도값

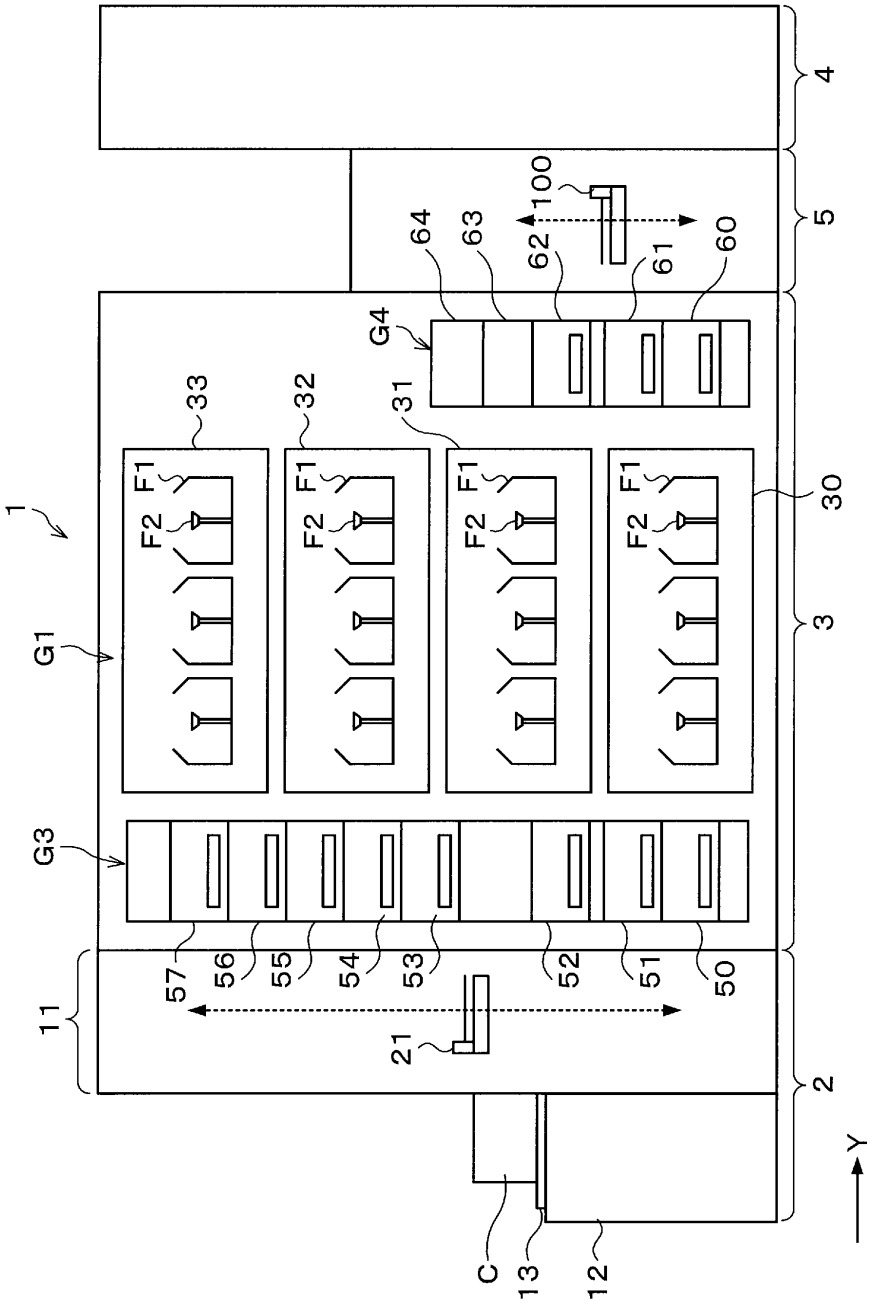
W : 웨이퍼

도면

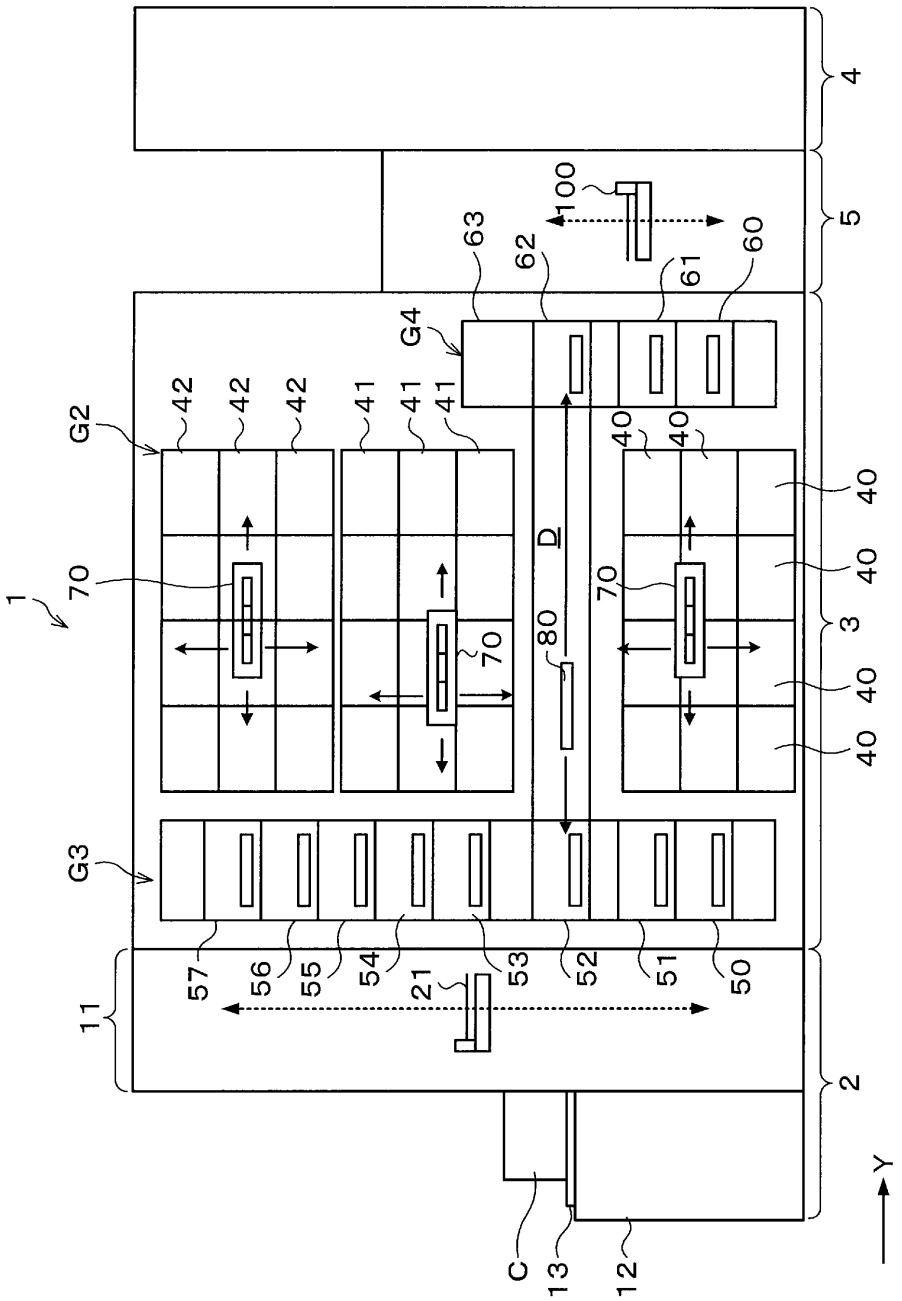
도면1


1
2
3
4
5
6
10
11
12
13
20
21
70
70a
90
90a
100
100a
G1
G2
G3
G4
F1
F2
C
R
θ
X
Y
M

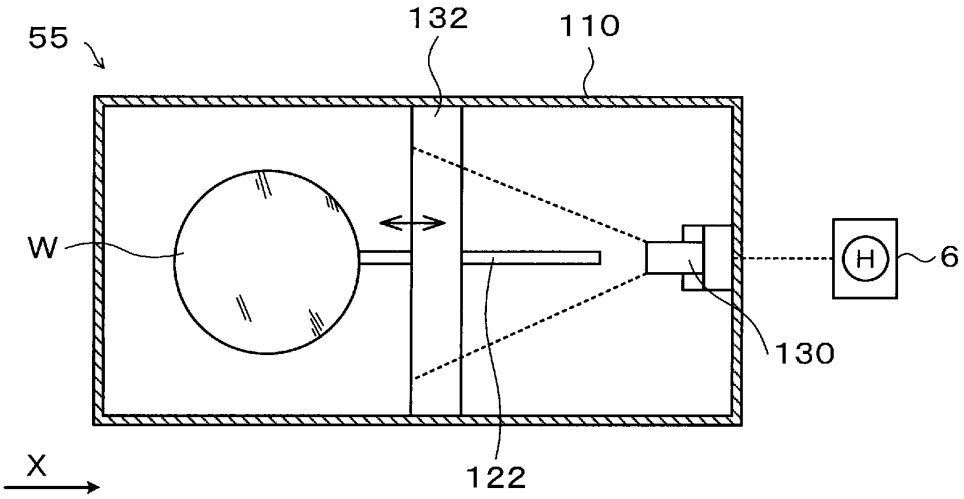
도면2


1
G1
G3
G4
F1
F2
30
31
32
33
3
4
5
2
11
50
51
52
53
54
55
56
57
60
61
62
63
64
100
21
C
13
12
Y

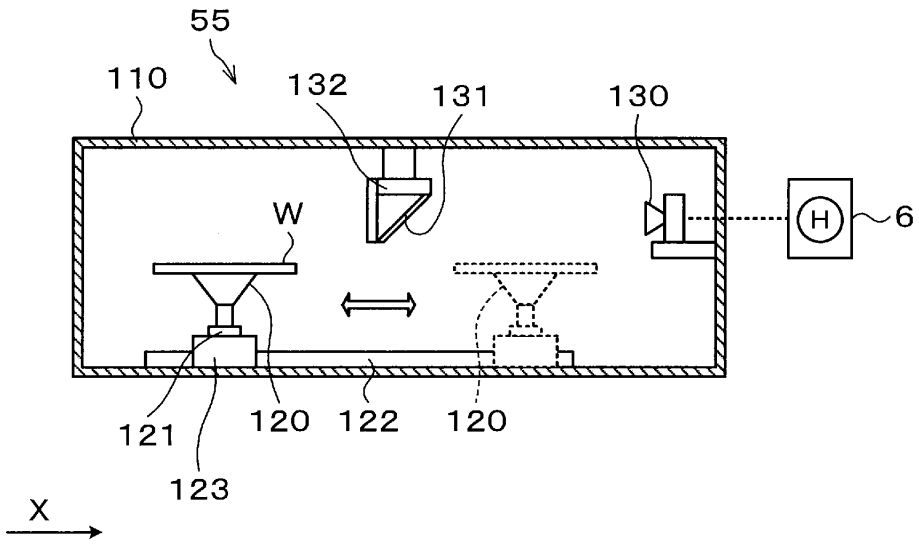
도면3


1
2
3
4
5
11
12
13
21
40
41
42
50
51
52
53
54
55
56
57
60
61
62
63
70
80
100
C
D
G2
G3
G4
Y

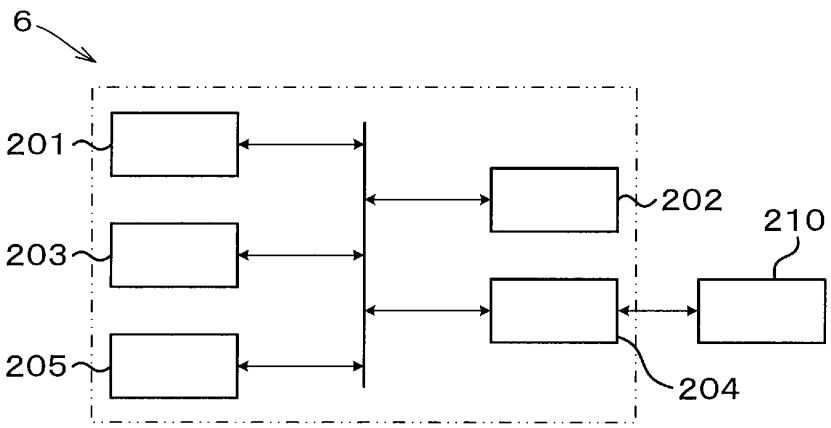
도면4


55
132
110
W
H
6
130
122
X

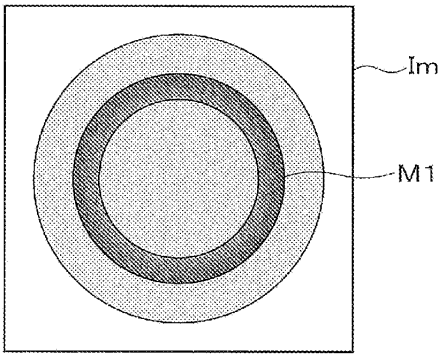
도면5


55
110
132
131
130
W
H
6
121
120
122
120
123
X

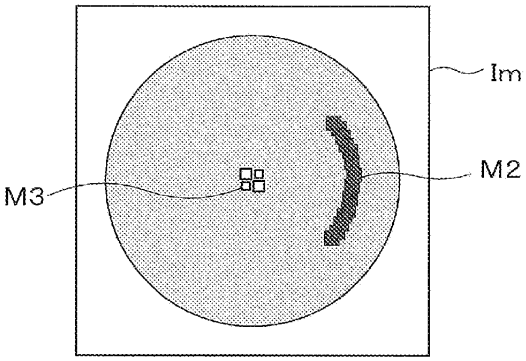
도면6


6
201
203
205
202
210
204

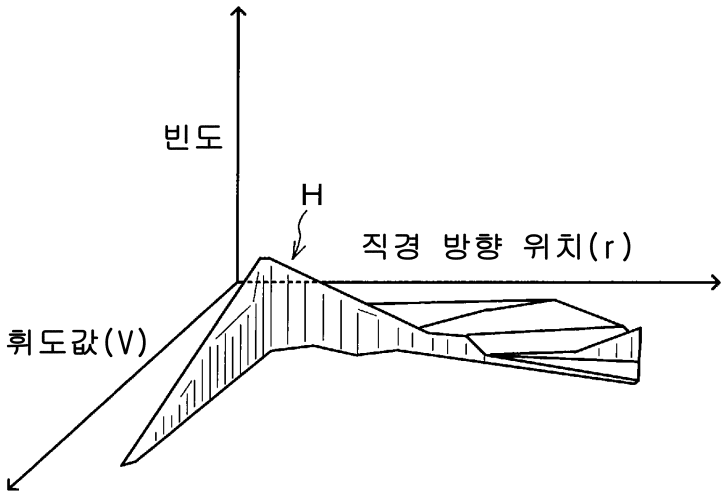
도면7



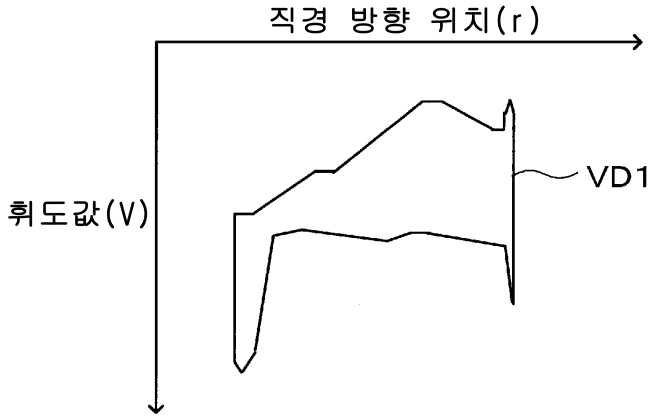
도면8



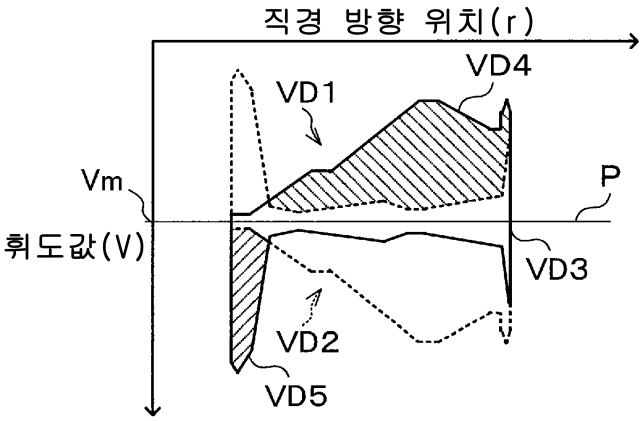
도면9



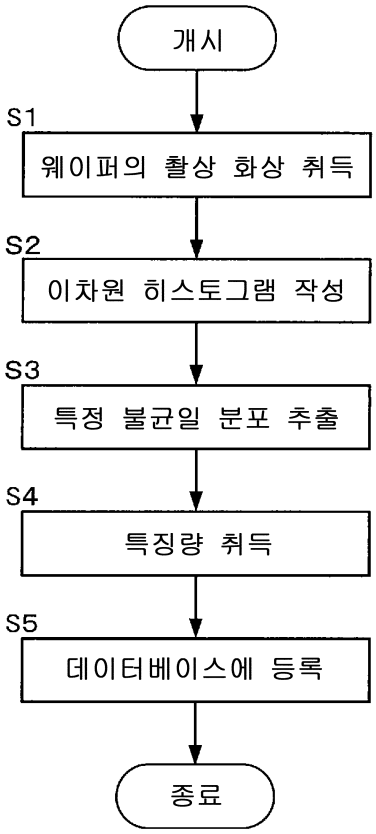
도면10



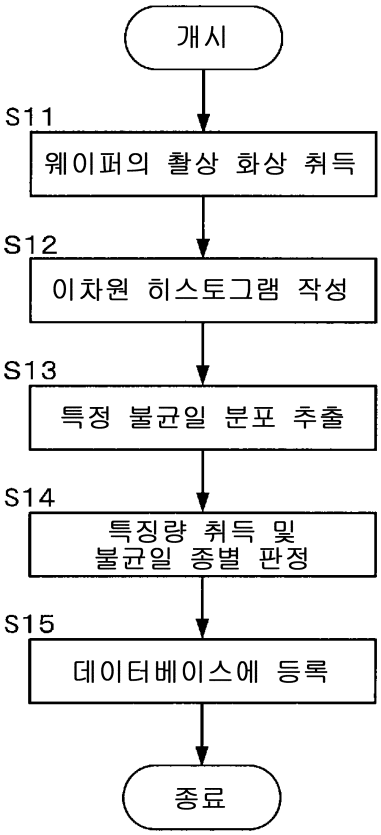
도면11



도면12


개시
S1
웨이퍼의 촬상 화상 취득
S2
이차원 히스토그램 작성
S3
특정 불균일 분포 추출
S4
특징량 취득
S5
데이터베이스에 등록
종료

도면13


개시
S11
웨이퍼의 촬상 화상 취득
S12
이차원 히스토그램 작성
S13
특정 불균일 분포 추출
S14
특징량 취득 및
불균일 종별 판정
S15
데이터베이스에 등록
종료