



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월04일  
(11) 등록번호 10-0924985  
(24) 등록일자 2009년10월28일

(51) Int. Cl.

G01N 21/956 (2006.01) G01B 11/30 (2006.01)

G06T 1/00 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7010315

(22) 출원일자 2007년11월30일

심사청구일자 2009년05월20일

(85) 번역문제출일자 2009년05월20일

(65) 공개번호 10-2009-0074245

(43) 공개일자 2009년07월06일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/001336

(87) 국제공개번호 WO 2008/068895

국제공개일자 2008년06월12일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-327102 2006년12월04일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2005156475 A

JP2001091228 A

JP2004317190 A

전체 청구항 수 : 총 17 항

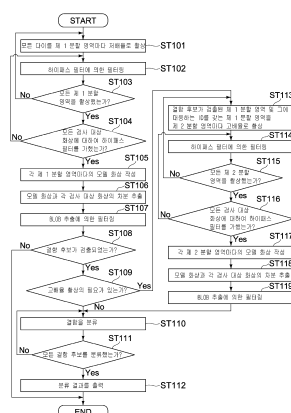
심사관 : 심재만

(54) 결합 검출 장치, 결합 검출 방법, 정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 그 프로그램

(57) 요약

절대적인 모델 화상을 필요로 하지 않고, 고정밀도이며 효율적으로 MEMS 디바이스의 결합을 검출하고, 또한, 결합의 종류를 정확하게 분별하는 것이다. 결합 검출 장치(100)는, 웨이퍼(1)의 각 다이(30)에 형성된 프로틴칩(35)을, 각 다이가 복수로 분할된 제 1 분할 영역(71)마다 저배율로 촬상하고, 각 제 1 분할 영역(71)을 식별하는 ID와 함께 검사 대상 화상으로서 보존하고, 대응하는 ID를 갖는 각 검사 대상 화상의 각 화소마다의 평균 휘도값을 산출하여, 각 제 1 분할 영역(71)마다의 모델 화상을 작성하고, 모델 화상과 각 검사 대상 화상과의 차분을 차분 화상으로서 추출한 후, 각 차분 화상에 대하여 Blob 추출을 행하지 않는 소정 면적 이상의 Blob를 추출하여 결합 유무를 판단하고, 또한, 결합이 있는 경우에는 제 1 분할 영역(71)을 더욱 분할한 제 2 분할 영역(72)마다 고배율로 촬상하고, 다시 모델 화상을 작성하여 Blob를 추출하여, 결합의 특징점을 기초로 결합의 종류를 분별한다.

대표도 - 도6



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체를, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상하는 촬상 수단과,

상기 촬상된 각 제 1 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 기억 수단과,

상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 모델 화상 작성 수단과,

상기 작성된 각 제 1 모델 화상과, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 검출 수단과,

상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 상기 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체를, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상하도록 상기 촬상 수단을 제어하고, 상기 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하도록 상기 기억 수단을 제어하고, 상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하도록 상기 모델 화상 작성 수단을 제어하는 제어 수단과,

상기 제 2 모델 화상과, 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 결함 분별 수단을

을 구비하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기억 수단은, 복수의 종류의 결함의 각 특징점을 나타내는 특징점 데이터를 기억하고,

상기 검출 수단은, 상기 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 검사 대상 화상과의 차분(差分)을 제 1 차분 화상으로서 추출하는 제 1 차분 추출 수단을 갖고,

상기 결함 분별 수단은,

상기 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 검사 대상 화상과의 차분을 제 2 차분 화상으로서 추출하는 제 2 차분 추출 수단과,

상기 추출된 차분 화상 중에 나타난 결함의 특징점을 추출하는 특징점 추출 수단과,

상기 추출된 특징점과 상기 특징점 데이터를 비교하여 상기 결함의 종류를 분별하는 분별 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기억 수단은, 상기 특징점 추출 수단에 의하여 추출된 특징점에 의하여 상기 특징점 데이터를 갱신하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제어 수단은, 상기 제 1 차분 추출 수단에 의하여 검출된 제 1 차분 화상 중의 결함이 상기 제 1 차분 화상 중에서 차지하는 화소수를 산출하고, 상기 화소수가 소정의 화소수보다 작은 경우에 상기 각 제 2 분할 영역마다의 상기 제 2 배율로의 촬상을 행하게하는 수단을 갖고,

상기 결함 분별 수단은, 상기 제 2 배율로의 촬상이 행해지지 않는 경우에는 상기 제 1 차분 화상을 기초로 상기 결함의 종류를 분별하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 모델 화상 작성 수단은, 상기 식별 정보가 대응하는 각 검사 대상 화상을 구성하는 화소마다 각각 휘도값의 평균치를 산출하는 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 촬상 수단은, 상기 각 다이 사이에서 대응하는 식별 정보를 갖는 각 분할 영역의 상기 미소 구조체를 연속하여 촬상하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 촬상 수단은, 하나의 상기 다이 내의 모든 분할 영역의 미소 구조체를 촬상한 후, 상기 하나의 상기 다이에 인접하는 다른 상기 다이의 각 분할 영역의 미소 구조체를 촬상하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 미소 구조체는, 시약 및 상기 시약과 교차 반응하는 항체를 도입하기 위한 박막 형상의 저면(底面)을 갖는 복수의 오목부와, 상기 항체와 반응하지 않는 상기 시약을 배출하기 위하여 상기 각 오목부의 저면에 복수 설치된 홀을 갖는 스크리닝 검사용 용기인 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 모델 화상 작성 수단은, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상의 각 평균 화에 앞서, 상기 각 제 1 및 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 용기의 각 오목부의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 각각 위치 조정하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 차분 추출 수단은, 상기 차분의 추출에 앞서, 상기 각 제 1 및 제 2 모델 화상 중의 상기 용기의 각 오목부의 형상과, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 검사 대상 화상 중 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 각 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 각 오목부의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 위치 조정하고, 상기 각 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 위치 조정하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

#### 청구항 11

제 2 항에 있어서,

상기 미소 구조체는, 복수의 전자 빔을 조사하기 위한 복수의 윈도우 홀을 갖는 플레이트 부재와, 상기 각 윈도우 홀을 덮도록 설치된 박막을 갖는 전자 빔 조사 플레이트인 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

## 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 모델 화상 작성 수단은, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상의 각 평균화에 앞서, 상기 각 제 1 및 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 전자 빔 조사 플레이트의 각 윈도우 홀의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 각각 위치 조정하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

## 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 차분 추출 수단은, 상기 차분의 추출에 앞서, 상기 각 제 1 및 제 2 모델 화상 중의 상기 전자 빔 조사 플레이트의 각 윈도우 홀의 형상과, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 검사 대상 화상 중 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 각 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 각 윈도우 홀의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 위치 조정하고, 상기 각 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 위치 조정하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 장치.

## 청구항 14

반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체를, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상하는 단계와,

상기 촬상된 각 제 1 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와,

상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 단계와,

상기 작성된 각 제 1 모델 화상과, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 단계와,

상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 상기 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체를, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상하는 단계와,

상기 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와,

상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하는 단계와,

상기 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 단계

를 구비하는 것을 특징으로 하는 결함 검출 방법.

## 청구항 15

반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체가, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상된 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 기억 수단과,

상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의

각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 모델 화상 작성 수단과,

상기 작성된 각 제 1 모델 화상과, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 검출 수단과,

상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 상기 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체가, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬영된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하도록 상기 기억 수단을 제어하고, 상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하도록 상기 모델 화상 작성 수단을 제어하는 제어 수단과,

상기 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 결함 분별 수단을

을 구비하는 것을 특징으로 하는 정보 처리 장치.

#### 청구항 16

반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체가, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬영된 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와,

상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 단계와,

상기 작성된 각 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 단계와,

상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 상기 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체가, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬영된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와,

상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하는 단계와,

상기 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 단계

를 구비하는 것을 특징으로 하는 정보 처리 방법.

#### 청구항 17

정보 처리 장치에,

반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체가, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬영된 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와,

상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의

각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 단계와,

상기 작성된 제 1 모델 화상과, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 단계와,

상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 상기 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체가, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬영된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와,

상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하는 단계와,

상기 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 단계

를 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 기록 매체.

## 명세서

### 기술분야

- <1> 본 발명은 반도체 웨이퍼 상에 형성된 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 등의 미소 구조체의 외관을 검사하여, 이물질 또는 흠집 등의 결함을 검출할 수 있는 결함 검출 장치, 결함 검출 방법, 정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 그 프로그램에 관한 것이다.

### 배경기술

- <2> 최근, 특히 반도체 미세 가공 기술을 이용하여, 기계, 전자, 광(光), 화학 등의 분야에서의 다양한 기능을 집적화한 MEMS가 주목받고 있다. 지금까지 실용화되어 있는 MEMS 디바이스로서는, 예를 들면, 자동차 또는 의료용의 각종 센서로서, 가속도 센서 또는 압력 센서, 에어 플로우 센서 등이 있다. 또한, 특히, 잉크젯 프린터용의 프린터 헤드 또는 반사형 프로젝터용의 마이크로 미러 어레이, 그 밖의 액츄에이터 등에도 MEMS 디바이스가 채용되어 있다. 나아가, 예를 들면, 단백질 분석용 칩(이른바 프로테인칩) 또는 DNA 분석용 칩 등, 화학 합성 또는 바이오 분석 등의 분야에서도 MEMS 디바이스가 응용되어 있다.
- <3> 그런데, MEMS 디바이스는 매우 미세한 구조체이므로, 제조에 있어서 그 외관에서의 이물질 또는 흠집 등의 결함 검사가 중요하다. 종래부터 MEMS 디바이스의 외관 검사에 있어서는, 현미경을 사용한, 사람 손에 의한 검사가 행해지고 있었으나, 이러한 검사는 많은 시간을 요하고, 또한 검사원의 눈으로 행하므로 판단 착오가 발생된다.
- <4> 여기서, 이러한 외관 검사를 자동화하기 위한 기술로서, 예를 들면 하기 특허 문헌 1에는, 예를 들면 CCD(Charge Coupled Device) 카메라 등으로 검사 대상물 중 임의의 복수의 양품을 촬영하여, 복수의 양품 화상으로서 메모리에 기억하고, 이들 각 양품 화상의 위치 조정을 행한 후에, 이들 각 양품 화상의 동일 위치의 화소마다 휘도값의 평균과 표준 편차를 산출해 두고, 이들 평균 휘도값과 표준 편차와, 피검사품을 촬영한 화상의 각 화소의 휘도값을 비교함으로써, 피검사품의 불량 여부 판정을 행하는 기술이 기재되어 있다.
- <5> 또한, 하기 특허 문헌 2에는, 배선 기판 또는 인쇄물 등의 패턴 검사에서, 양품의 기준이 되는 기준 화상 데이터를 작성함에 있어서, 복수의 기준 패턴을 각각 촬영하고, 각 기준 패턴 화상을 기억해 두고, 각 기준 패턴의 위치를 조정하여, 각 화소마다 각 화상 데이터 사이의 평균치 연산 또는 중간치 연산을 행하고, 불균일이 큰 데이터 또는 이상치를 피하여, 적절한 기준이 되는 기준 화상 데이터를 작성해 두고, 해당 기준 화상 데이터와 검사 화상 데이터를 비교함으로써, 패턴의 결함 검출을 행하는 것이 기재되어 있다.
- <6> 특허 문헌 1 : 일본특허공개공보 2005-265661호(도 1 등)
- <7> 특허 문헌 2 : 일본특허공개공보 평11-73513호(단락 [0080] 등)

<8> 특허 문헌 3 : 일본특허공개공보 2001-185591호(단락 [0050] ~ [0053] 등)

### 발명의 상세한 설명

<9> 발명이 해결하고자 하는 과제

<10> 그러나, 상기 특허 문헌 1 및 특허 문헌 2 중 어느 하나에 기재된 기술에서도, 검사 기준이 되는 양품 화상 데이터 또는 기준 화상 데이터(이하, 이들을 모델 화상 데이터라고 함)는, 검사 대상의 화상과는 별개로 준비한 복수의 양품을 촬상한 화상을 기초로 작성되어 있다. 따라서, 모델 화상 데이터의 작성에 앞서 양품인지의 여부를 판단하고, 양품을 선택하는 처리가 필요하게 되고, 이 처리는 사람 손에 의지하지 않을 수 없으므로, 그 만큼의 수고와 시간을 필요로 하게 된다. 그리고, MEMS 디바이스와 같이, 매우 미소한 약간의 흠집 또는 이물질 등이 결합이 되는 구조체의 검사에 있어서는, 절대적인 양품(모델)을 준비하는 것 자체가 모델 화상 데이터의 유지 또는 관리 등의 면에서 곤란하다.

<11> 또한, 상기 특허 문헌 1 및 특허 문헌 2에 기재된 기술에서, 배선 기관 등의 검사 대상물은 1 개씩 테이블에 재치되어 촬상되므로, 각 검사 대상물에 있어서 결합이 아닌 제조 시의 개체차가 있는 경우에는, 그 개체차를 결합으로서 오검출하게될 우려가 있으므로, 검사 정밀도가 저하되어버린다.

<12> 또한, 검사 대상물을 촬상하는 경우의 해상도에 따라서는, 미소한 결합이 상(像)으로서 포착되지 않고, 그 결합을 간과해버리는 경우, 또는 결합의 크기를 정확하게 검출할 수 없는 경우도 생각할 수 있다. 이 문제와 관련하여, 상기 특허 문헌 3에는, 검사 대상물을 우선 저배율로 촬상하여 결합 유무를 검출하고, 이어서, 검사 대상물 중에서 결합이 검출된 부분에 대하여 고배율로 촬상함으로써, 저배율로는 발견할 수 없던 미소한 결합을 검출하고, 또한 결합의 정확한 크기를 파악하는 것이 기재되어 있다.

<13> 그러나, 상기 특허 문헌 3에 기재된 기술에서는, 결합의 간과를 방지하거나 결합의 정확한 크기를 파악할 수는 있어도, 그 결합이 어떠한 종류의 결합인지를 인식하는 것은 불가능하다. 따라서, 결합이 발견되어도, 그 결합이 복구 가능한 것인지의 여부를 판단하거나 그 원인을 구명하는 것은 불가능하며, 결합 검출 후의 처리를 순조롭게 진행할 수 없다.

<14> 이상과 같은 사정에 비추어보아, 본 발명의 목적은, 절대적인 모델 화상을 필요로 하지 않고, 고정밀도이면서도 효율적으로 MEMS 디바이스의 결합을 검출하고, 또한, 결합의 종류를 정확하게 분별할 수 있는 결합 검출 장치, 결합 검출 방법, 정보 처리 장치, 정보 처리 방법 및 그 프로그램을 제공하는 것에 있다.

<15> 과제를 해결하기 위한 수단

<16> 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 주된 관점에 따른 결합 검출 장치는, 반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체를, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상하는 촬상 수단과, 상기 촬상된 각 제 1 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 기억 수단과, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 모델 화상 작성 수단과, 상기 작성된 각 제 1 모델 화상과, 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결합 유무를 검출하는 검출 수단과, 상기 결합이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 해당 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체를, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상하도록 상기 촬상 수단을 제어하고, 해당 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하도록 상기 기억 수단을 제어하고, 해당 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하도록 상기 모델 화상 작성 수단을 제어하는 제어 수단과, 상기 제 2 모델 화상과, 해당 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결합의 종류를 분별하는 결합 분별 수단을 구비한다.

<17> 여기서 미소 구조체란, 이른바 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)이다. 촬상 수단은, 예를 들면 CCD(Charge Coupled Device) 또는 CMO S(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 센서 등의 촬상 소자를 내



장한 카메라 등이다. 또한 결함의 종류란, 예를 들면 이물질 또는 흠집, 깨짐 등을 말한다.

- <18> 이 구성에 의하여, 피검사 대상인 각 분할 영역의 각 화상을 기초로 모델 화상을 작성하기 위하여, 절대적인 양품의 모델(샘플)을 입수하기 곤란한 미소 구조체의 외관 검사를 고정밀도로 행할 수 있다.
- <19> 또한, 상기 제 1 배율로 촬상된 제 1 검사 대상 화상을 기초로 결함 유무를 검출하고, 또한 제 1 배율보다 고배율의 제 2 배율로 촬상된 제 2 검사 대상 화상을 기초로 결함의 종류를 정확하게 분류할 수 있으므로, 검출된 결함의 종류에 따라 검출 후의 처리를 순조롭게 행하게 할 수 있다.
- <20> 상기 결함 검출 장치에서, 상기 기억 수단은, 복수의 종류의 결함의 각 특징점을 나타낸 특징점 데이터를 기억하고, 상기 검출 수단은, 상기 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 검사 대상 화상과의 차분(差分)을 제 1 차분 화상으로서 추출하는 제 1 차분 추출 수단을 갖고, 상기 결함 분별 수단은, 상기 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 검사 대상 화상과의 차분을 제 2 차분 화상으로서 추출하는 제 2 차분 추출 수단과, 상기 추출된 차분 화상 중에 나타난 결함의 특징점을 추출하는 특징점 추출 수단과, 상기 추출된 특징점과 상기 특징점 데이터를 비교하여 상기 결함의 종류를 분별하는 분별 수단을 갖고있어도 좋다.
- <21> 여기서 특징점이란, 예를 들면 결함의 면적, 주위 길이, 비진원도(非眞圓度), 어스펙트비(aspect ratio) 등이다. 이러한 특징점을 나타낸 특징점 데이터를 기억해 둬으로써, 검출된 결함의 정확한 분별이 가능해진다.
- <22> 이 경우, 상기 기억 수단은, 상기 특징점 추출 수단에 의하여 추출된 특징점에 의하여 상기 특징점 데이터를 갱신하는 수단을 가지고 있어도 상관없다.
- <23> 이에 의해, 특징점 데이터를 수시로 갱신하여 그 수 및 종류를 늘릴 수 있고, 결함의 검출을 거듭할 때마다 결함의 특징점을 학습시킴으로써, 결함의 분별 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- <24> 상기 결함 검출 장치에서, 상기 제어 수단은, 상기 제 1 차분 추출 수단에 의하여 검출된 제 1 차분 화상 중의 결함이 상기 제 1 차분 화상 중에서 차지하는 화소수를 산출하고, 해당 화소수가 소정의 화소수보다 작은 경우에 상기 각 제 2 분할 영역마다의 상기 제 2 배율로의 촬상을 행하게하는 수단을 갖고, 상기 결함 분별 수단은, 상기 제 2 배율로의 촬상이 행해지지 않는 경우에는 상기 제 1 차분 화상을 기초로 상기 결함의 종류를 분별하도록 해도 좋다.
- <25> 이에 의해, 제 1 차분 화상 중의 결함의 화소수에 따라 제 2 배율로의 촬상을 행하게 할지의 여부를 결정할 수 있으므로, 그 화소수가 결함의 분별에 충분할 만큼 큰 경우에는 제 2 배율로의 촬상 및 그 이후의 처리를 행하지않고 제 1 차분 화상 중으로부터 결함을 검출함으로써, 처리 시간 및 처리 부하를 경감할 수가 있어, 보다 효율적으로 결함의 분별을 행할 수 있다.
- <26> 상기 결함 검출 장치에서, 상기 모델 화상 작성 수단은, 상기 식별 정보가 대응하는 각 검사 대상 화상을 구성하는 화소마다 각각 휘도값의 평균치를 산출하는 수단을 가지고 있어도 좋다.
- <27> 이에 의해, 각 검사 대상 화상의 화소마다 평균치를 산출함으로써 각 화상의 불균일함을 효과적으로 흡수하여, 고품질의 모델 화상을 작성할 수 있고, 검출 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- <28> 상기 결함 검출 장치에서, 상기 촬상 수단은, 상기 각 다이 사이에서 대응하는 식별 정보를 갖는 각 분할 영역의 상기 미소 구조체를 연속하여 촬상하도록 해도 좋다.
- <29> 이에 의해, 각 다이 사이의 동일 위치의 분할 영역을 일괄하여 연속적으로 촬상함으로써, 각 분할 영역의 모델 화상을 효율적으로 작성하여 검사 효율을 향상시킬 수 있다.
- <30> 또한, 상기 촬상 수단은, 하나의 상기 다이 내의 모든 분할 영역의 미소 구조체를 촬상한 후, 해당 하나의 상기 다이에 인접하는 다른 상기 다이의 각 분할 영역의 미소 구조체를 촬상해도 상관없다.
- <31> 이에 의해, 각 다이 사이에서 동일 위치의 각 분할 영역을 일괄하여 연속적으로 촬상함으로써, 각 분할 영역의 모델 화상을 효율적으로 작성하여 검사 효율을 향상시킬 수 있다.
- <32> 상기 결함 검출 장치에서, 상기 미소 구조체는, 시약 및 해당 시약과 교차 반응하는 항체를 도입하기 위한 박막형상의 저면(底面)을 갖는 복수의 오목부와, 상기 항체와 반응하지 않는 상기 시약을 배출하기 위하여 상기 각 오목부의 저면에 복수 설치된 홀을 갖는 스크리닝 검사용 용기여도 좋다.
- <33> 여기서 상기 용기는 프로틴칩이라고 하는 것이다. 이에 의해, 예를 들면 프로틴칩의 박막(멤브레인)의 깨짐 또는 흠집, 박막에 부착된 이물질 등을 고정밀도로 검출할 수 있다.



- <34> 이 경우, 상기 모델 화상 작성 수단은, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상의 각 평균화에 앞서, 해당 각 제 1 및 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 용기의 각 오목부의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 각각 위치 조정해도 좋다.
- <35> 이에 의해, 용기의 각 오목부의 형상을 이용함으로써, 각 제 1 및 제 2 검사 대상 화상의 중복 위치를 정확하게 조정하여, 보다 고품질의 제 1 및 제 2 모델 화상을 작성할 수 있다. 또한, 위치 조정은, 구체적으로는 각 화상을 X 방향 및 Y 방향으로 이동시키거나  $\theta$  방향으로 회전시켜, 각 화상의 상대 위치를 변화시킴으로써 행해진다.
- <36> 또한 이 경우, 상기 제 1 및 제 2 차분 추출 수단은, 상기 차분의 추출에 앞서, 상기 각 제 1 및 제 2 모델 화상 중의 상기 용기의 각 오목부의 형상과, 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 검사 대상 화상 중 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 각 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 각 오목부의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 위치 조정하고, 상기 각 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 위치 조정해도 상관없다.
- <37> 이에 의해, 용기의 각 오목부의 형상을 이용함으로써, 제 1 및 제 2 모델 화상과 제 1 및 제 2 검사 대상 화상과의 중복 위치를 정확하게 조정하여, 결함을 보다 고정밀도로 검출할 수 있다.
- <38> 상기 결합 검출 장치에서, 상기 미소 구조체는, 복수의 전자 빔을 조사하기 위한 복수의 윈도우 홀을 갖는 플레이트 부재와, 해당 각 윈도우 홀을 덮도록 설치된 박막을 갖는 전자 빔 조사 플레이트여도 좋다.
- <39> 이에 의해, 예를 들면 전자 빔 조사 플레이트의 박막(멤브레인)의 깨짐또는 흠집, 박막에 부착된 이물질 등을 고정밀도로 검출할 수 있다.
- <40> 이 경우, 상기 모델 화상 작성 수단은, 상기 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상의 각 평균화에 앞서, 해당 각 제 1 및 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 전자 빔 조사 플레이트의 각 윈도우 홀의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 및 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 각각 위치 조정해도 좋다.
- <41> 이에 의해, 전자 빔 조사 플레이트의 각 윈도우 홀의 형상을 이용함으로써, 각 제 1 및 제 2 검사 대상 화상의 중복 위치를 정확하게 조정하여, 보다 고품질의 제 1 및 제 2 모델 화상을 작성할 수 있다.
- <42> 또한 이 경우, 상기 제 1 및 제 2 차분 추출 수단은, 상기 차분의 추출에 앞서, 상기 각 제 1 및 제 2 모델 화상 중의 상기 전자 빔 조사 플레이트의 각 윈도우 홀의 형상과, 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 검사 대상 화상 중 및 상기 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 각 제 2 검사 대상 화상 중의 상기 각 윈도우 홀의 형상을 기초로, 상기 각 제 1 모델 화상과 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 위치 조정하고, 상기 각 제 2 모델 화상과 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 위치 조정해도 상관없다.
- <43> 이에 의해, 전자 빔 조사 플레이트의 각 윈도우 홀의 형상을 이용함으로써, 모델 화상과 검사 대상 화상과의 중복 위치를 정확하게 조정하여, 결함을 보다 고정밀도로 검출할 수 있다.
- <44> 본 발명의 다른 관점에 따른 결합 검출 방법은, 반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체를, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상하는 단계와, 상기 촬상된 각 제 1 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 단계와, 상기 작성된 각 제 1 모델 화상과, 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결합 유무를 검출하는 단계와, 상기 결합이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 해당 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체를, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상하는 단계와, 상기 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와, 상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상

기 제 2 식별 정보마다 작성하는 단계와, 상기 제 2 모델 화상과 해당 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 단계를 구비한다.

<45> 본 발명의 또 다른 관점에 따른 정보 처리 장치는, 반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체가, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상된 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 기억 수단과, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 모델 화상 작성 수단과, 상기 작성된 각 제 1 모델 화상과, 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 검출 수단과, 상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 해당 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체가, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하도록 상기 기억 수단을 제어하고, 해당 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하도록 상기 모델 화상 작성 수단을 제어하는 제어 수단과, 상기 제 2 모델 화상과 해당 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 결함 분별 수단을 구비한다.

<46> 여기서, 정보 처리 장치란, 예를 들면 PC(Personal Computer) 등의 컴퓨터이며, 이른바 노트형이어도 좋고 데스크탑형이어도 좋다.

<47> 본 발명의 또 다른 관점에 따른 정보 처리 방법은, 반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체가, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상된 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 단계와, 상기 작성된 각 제 1 모델 화상과 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 단계와, 상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 해당 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체가, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와, 상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하는 단계와, 상기 제 2 모델 화상과 해당 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 단계를 구비한다.

<48> 본 발명의 또 다른 관점에 따른 프로그램은, 정보 처리 장치에, 반도체 웨이퍼 상의 복수의 다이에 각각 형성된 미소 구조체가, 상기 각 다이의 영역이 복수로 분할된 제 1 분할 영역마다 제 1 배율로 촬상된 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 1 분할 영역의 위치를 식별하는 제 1 식별 정보와 대응시켜 제 1 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와, 상기 각 제 1 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 각 제 1 분할 영역의 각 제 1 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 1 모델 화상으로서 상기 제 1 식별 정보마다 작성하는 단계와, 상기 작성된 제 1 모델 화상과, 해당 각 제 1 모델 화상에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 1 검사 대상 화상을 비교하여, 하나의 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역에서의 상기 미소 구조체의 결함 유무를 검출하는 단계와, 상기 결함이 검출된 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체 및 해당 각 제 1 분할 영역에 상기 제 1 식별 정보가 대응하는 다른 상기 다이 내의 상기 각 제 1 분할 영역의 상기 미소 구조체가, 상기 각 제 1 분할 영역이 복수로 분할된 제 2 분할 영역마다, 상기 제 1 배율보다 높은 제 2 배율로 촬상된 각 제 2 분할 영역마다의 화상을, 상기 각 다이 내에서의 상기 각 제 2 분할 영역의 위치를 식별

하는 제 2 식별 정보와 대응시켜 제 2 검사 대상 화상으로서 기억하는 단계와, 상기 각 제 2 검사 대상 화상 중, 상기 각 다이 사이에서 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 분할 영역의 각 제 2 검사 대상 화상을 평균화한 평균 화상을 제 2 모델 화상으로서 상기 제 2 식별 정보마다 작성하는 단계와, 상기 제 2 모델 화상과 해당 각 제 2 모델 화상에 상기 제 2 식별 정보가 대응하는 상기 각 제 2 검사 대상 화상을 비교하여, 상기 검출된 결함의 종류를 분별하는 단계를 실행시키기 위한 것이다.

#### <49> 발명의 효과

<50> 이상과 같이, 본 발명에 의하면, 절대적인 모델 화상을 필요로 하지 않고, 고정밀도이며 효율적으로 MEMS 디바이스의 결함을 검출하고, 또한 결함의 종류를 정확하게 분별할 수 있다.

### 실시예

<103> 이하, 본 발명의 실시예를 도면에 기초하여 설명한다.

<104> 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 검출 장치의 구성을 도시한 도면이다. 도 1에 도시한 바와 같이, 결함 검출 장치(100)는, 예를 들면 실리콘제의 반도체 웨이퍼(1)(이하, 간단히 웨이퍼(1)라고 함)를 유지하는 웨이퍼 테이블(2)과, 해당 웨이퍼 테이블(2)을 상기 도면 X 방향, Y 방향 및 Z 방향으로 이동시키기 위한 XYZ 스테이지(3)와, 웨이퍼(1)를 상방으로부터 촬상하는 CCD 카메라(6)와, 이 CCD 카메라(6)에 의한 촬상 시에 웨이퍼(1)를 조명하는 광원(7)과, 이들 각 부의 동작을 제어하고, 또한 후술하는 화상 처리를 행하는 화상 처리용 PC(Personal Computer)(10)를 갖는다.

<105> 웨이퍼(1)는, 도시하지 않은 반송암 등에 의하여 웨이퍼 테이블(2) 상으로 반송되어, 예를 들면, 도시하지 않은 진공 펌프 등의 흡착 수단에 의하여 웨이퍼 테이블(2)에 흡착되어 고정된다. 또한, 웨이퍼(1)를 웨이퍼 테이블(2)에 직접 흡착시키는 것이 아니라, 예를 들면, 별도 웨이퍼(1)를 유지 가능한 트레이(도시하지 않음)를 준비하여, 웨이퍼(1)가 해당 트레이에 유지된 상태에서 트레이를 흡착 고정하도록 해도 좋다. 후술하는 바와 같이, 웨이퍼(1)에 홀이 형성되어 있는 경우 등에는 웨이퍼를 직접 진공 흡착시키기 곤란한 경우도 있으므로, 이 트레이를 이용한 흡착 방법은 효과적이다. 웨이퍼(1) 상에는, MEMS 디바이스로서 프로틴칩이 형성되어 있다. 결함 검출 장치(100)는, 이 프로틴칩을 검사 대상으로 하여, 프로틴칩 상의 이물질 또는 흠집 등의 결함을 검출하기 위한 장치이다. 해당 프로틴칩의 상세에 대해서는 후술한다.

<106> CCD 카메라(6)는, 웨이퍼(1)의 상방의 소정 위치에 고정되어 있으며, 렌즈 또는 셔터(도시하지 않음) 등을 내장하고 있다. CCD 카메라(6)는, 화상 처리용 PC(10)로부터 출력되는 트리거 신호에 기초하여, 내장된 렌즈에 의하여 확대된, 웨이퍼(1)의 소정 부분에 형성된 프로틴칩의 상(像)을, 광원(7)에 의하여 발해진 섬광 하에서 촬상하고, 촬상 화상을 화상 처리용 PC(10)로 전송한다. 또한, 상기 XYZ 스테이지(3)는, 웨이퍼(1)를 상하 방향(Z 방향)으로 이동시킴으로써, CCD 카메라(6)와 웨이퍼(1)와의 상대 거리를 가변하여, CCD 카메라(6)가 웨이퍼(1)를 촬상할 때의 초점 위치를 가변할 수 있도록 되어 있다. 또한, XYZ 스테이지(3)가 아닌 CCD 카메라(6)를 Z 방향으로 이동시켜 초점 위치를 가변해도 상관없다.

<107> 또한, CCD 카메라(6)의 상기 렌즈는 줌 렌즈로서 구성되고, 초점 거리를 가변함으로써, 다른 배율로 프로틴칩을 촬상할 수 있도록 되어 있다. 본 실시예에서는, CCD 카메라(6)의 배율은 약 7 배(저배율)와 약 18 배(고배율)의 두 단계로 가변 가능한 것으로 한다. 저배율의 경우의 시야 사이즈는, 예를 들면  $680 \times 510(\mu\text{m}^2)$ , 고배율의 경우의 시야 사이즈는, 예를 들면  $270 \times 200(\mu\text{m}^2)$ 이지만, 이들 배율에 한정되지는 않는다. 또한, CCD 카메라(6) 대신에 CMOS 센서 등의 다른 촬상 소자를 내장한 카메라를 이용해도 상관없다.

<108> 광원(7)은, 웨이퍼(1)의 상방의 소정 위치에 고정되어 있으며, 예를 들면, 고휘도의 백색 LED 또는 크세논 램프 등으로 이루어진 플래시 램프 및 해당 플래시 램프의 점등을 제어하는 플래시 점등 회로 등을 갖는다. 광원(7)은, 화상 처리용 PC(10)로부터 출력되는 플래시 신호에 기초하여, 예를 들면 수  $\mu$  초 정도의 소정 시간, 고휘도의 섬광을 발함으로써, 웨이퍼(1)의 상기 소정 부분을 조명한다.

<109> XYZ 스테이지(3)는, X 스테이지(11) 및 Y 스테이지(12)를 이동축(13)을 따라 각각 X 방향, Y 방향 및 Z 방향으로 이동시키기 위한 모터(4)와, 해당 X 스테이지(11) 및 Y 스테이지(12)의 이동 거리를 판별하기 위한 인코더(5)를 갖는다. 모터(4)는, 예를 들면 AC 서보 모터, DC 서보 모터, 스테핑 모터, 리니어 모터 등이며, 인코더(5)는 예를 들면 각종 모터 인코더 또는 리니어 스케일 등이다. 인코더(5)는, X 스테이지(11) 및 Y 스테이지(12)가 X, Y 및 Z 방향으로 단위 거리만큼 이동할 때마다, 그 이동 정보(좌표 정보)인 인코더 신호를 생성하고,

해당 인코더 신호를 화상 처리용 PC(10)로 출력한다.

- <110> 화상 처리용 PC(10)는, 인코더(5)로부터 상기 인코더 신호를 입력받고, 해당 인코더 신호에 기초하여, 광원(7)에 대해 플래시 신호를 출력하고, 한편 CCD 카메라(6)에 대해 트리거 신호를 출력한다. 또한, 화상 처리용 PC(10)는, 인코더(5)로부터 입력한 인코더 신호를 기초로 모터(4)의 구동을 제어하는 모터 제어 신호를 모터(4)로 출력한다.
- <111> 도 2는, 해당 화상 처리용 PC(10)의 구성을 도시한 블록도이다. 도 2에 도시한 바와 같이, 화상 처리용 PC(10)는, CPU(Central Processing Unit)(21), ROM(Read Only Memory)(22), RAM(Random Access Memory)(23), 입출력 인터페이스(24), HDD(Hard Disk Drive)(25), 표시부(26) 및 조작 입력부(27)를 갖고, 각 부는 내부 버스(28)에서 서로 전기적으로 접속되어 있다.
- <112> CPU(21)는, 화상 처리용 PC(10)의 각 부를 통괄적으로 제어하고, 후술하는 화상 처리에서의 각종 연산을 행한다. ROM(22)은, 화상 처리용 PC(10)의 기동 시에 필요한 프로그램 또는 그 밖의 갱신 불필요 프로그램 또는 데이터를 기억하는 불휘발성의 메모리이다. RAM(23)은, CPU(21)의 작업 영역으로서 이용되고, HDD(25) 또는 ROM(22)으로부터 각종 데이터 또는 프로그램을 독출하여 일시적으로 저장하는 휘발성의 메모리이다.
- <113> 입출력 인터페이스(24)는, 조작 입력부(27) 또는 상기 모터(4), 인코더(5), 광원(7) 및 CCD 카메라(6)와 내부 버스(28)를 접속하고, 조작 입력부(27)로부터의 조작 입력 신호의 입력 또는 모터(4), 인코더(5), 광원(7) 및 CCD 카메라(6)와의 각종 신호의 교환을 행하기 위한 인터페이스이다
- <114> HDD(25)는, OS(Operating System) 또는 후술하는 촬상 처리 및 화상 처리를 행하기 위한 각종 프로그램, 그 밖의 각종 어플리케이션, 그리고 상기 CCD 카메라(6)로 촬상한 검사 대상 화상으로서의 프로틴칩의 화상 및 해당 검사 대상 화상으로부터 작성한 모델 화상(후술함) 등의 화상 데이터 또는 촬상 처리 및 화상 처리에서 참조하기 위한 각종 데이터 등을 내장된 하드디스크에 기억한다.
- <115> 표시부(26)는, 예를 들면 LCD(Liquid Crystal Display) 또는 CRT(Cathode Ray Tube) 등으로 이루어지고, 상기 CCD 카메라(6)로 촬상한 화상 또는 화상 처리용의 각종 조건 화면 등을 표시한다. 조작 입력부(27)는, 예를 들면 키보드 또는 마우스 등으로 이루어지고, 후술하는 화상 처리 등에서의 유저로부터의 조작을 입력한다.
- <116> 이어서, 상기 웨이퍼(1) 상에 형성되는 프로틴칩에 대하여 설명한다. 도 3은 웨이퍼(1)의 상면도이다. 상기 도면에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(1) 상에는, 예를 들면 88 개의 반도체칩(30)(이하, 간단히 칩(30) 또는 다이(30)라고 함)이 그리드 형상으로 형성되어 있다. 물론 다이(30)의 수는 88 개에 한정되지 않는다.
- <117> 도 4는 웨이퍼(1)의 각 다이(30) 중의 하나를 도시한 상면도이다. 도 4에 도시한 바와 같이, 각 다이(30)에는, 그 전면에 걸쳐 복수의 원형의 오목부(50)를 갖는 프로틴칩(35)이 형성되어 있다. 각 다이(30), 즉, 각 프로틴칩(35)은 대략 정사각형 형상을 하고 있고, 그 한 변의 길이 s는, 예를 들면 수 mm ~ 수십 mm 정도이지만, 이 치수에 한정되지 않는다.
- <118> 도 5(a) 및 5(b)는 프로틴칩(35) 중 하나의 오목부(50)를 확대하여 도시한 도면이다. 도 5(a)는 오목부(50)의 상면도이며, 도 5(b)는 오목부(50)의 Z 방향의 단면도이다.
- <119> 도 4 및 도 5(a) 및 5(b)에 도시한 바와 같이, 프로틴칩(35)의 각 오목부(50)의 저면(52)에는, 복수의 홀(55)을 갖는 박막(멤브레인)(53)이 형성되어 있다. 홀(55)은 각 오목부(50)의 원형의 저면(52)의 전면에 걸쳐 형성되어 있다. 각 오목부(50)의 직경(d1)은, 예를 들면 수백  $\mu\text{m}$ 이며, 각 홀(55)의 직경(d2)은, 예를 들면 수  $\mu\text{m}$ 이며, 또한, 오목부(50)의 깊이(상면(51)으로부터 저면(52)까지의 높이)(h)는, 예를 들면 수백  $\mu\text{m}$ 이지만, 이들 치수에 한정되지는 않는다.
- <120> 이 프로틴칩(35)은 오목부(50)의 저면(52)에 담체(擔體)로서, 예를 들면 라텍스제의 미립자(라텍스 비즈)를 재치하고, 오목부(50)에 시약으로서 항체(단백질)를 투입하고, 항체 교차 반응에 의하여 라텍스 비즈와 흡착하는 특성의 성질을 갖는 단백질을 스크리닝하기 위한 실리콘제의 용기이다. 라텍스 비즈와 흡착하지 않은 시약(단백질)은 상기 저면(52)의 각 홀(55)로부터 배출되어, 특정한 성질을 갖는 단백질만이 오목부(50) 내에 남게 된다.
- <121> 여기서, 이 프로틴칩(35)의 제조 방법에 대하여 간단하게 설명한다. 우선, 웨이퍼(1)의 한쪽 면에 CVD(Chemical Vapor Deposition)법에 의하여 실리콘 산화막 등의 박막(53)을 형성한다. 이어서, 웨이퍼(1)의 다른 한쪽 면에 포토레지스트를 도포하고, 포토리소그래피 기술에 의하여 불필요한 부분을 제거하고, 레지스트 패턴을 마스크로 하여 에칭을 행한다. 이에 의해, 웨이퍼(1)에 박막(53)을 남기고 복수의 오목부(50)를 형성한다. 그리고, 이 각 오목부(50)의 박막(53)에 포토레지스트를 도포하고, 포토리소그래피 기술에 의하여 포토레지스트의 홀(55) 부분



을 제거하고, 레지스트 패턴을 마스크로 하여 에칭을 행한다. 이에 의해, 상기 도 5에 도시한 바와 같은 다수의 홀(55)이 형성된 박막(53)을 갖는 복수의 오목부(50)로 구성되는 프로틴칩(35)을 형성할 수 있다.

- <122> 이어서, 본 실시예에서의 결합 검출 장치(100)가 프로틴칩(35)의 결합을 검출하는 동작에 대하여 설명한다. 도 6은 결합 검출 장치(100)가 결합을 검출할 때까지의 동작의 대략적인 흐름을 나타낸 순서도이다.
- <123> 도 6에 나타낸 바와 같이, 우선, CCD 카메라(6)는, 프로틴칩(35)이 형성된 각 다이(30)의 화상을 상기 저배율로 촬상한다(단계 101). 구체적으로는, 도 7에 도시한 바와 같이, 각 다이를, 예를 들면, 18 행 × 13 열의 합계 234 개의 제 1 분할 영역(71)으로 나누고, 광원(7)에 의한 섬광 하에서 CCD 카메라(6)로 해당 제 1 분할 영역(71)마다의 화상을 취득한다. 제 1 분할 영역(71)의 수 및 종횡비는 이 수에 한정되지 않는다. 이 각 제 1 분할 영역(71)에는, 사전에 그 위치를 식별하기 위한 ID가 붙여져 있으며, 화상 처리용 PC(10)의 HDD(25)는, 그 각 ID를 기억해 둔다. 이 ID에 의하여, 화상 처리용 PC(10)는, 다른 다이(30) 사이에서 동일 위치에 존재하는 제 1 분할 영역(71)을 식별할 수 있게 되어 있다. 또한, 각 다이(30)에도 각각 ID가 붙여져 있으며, 화상 처리용 PC(10)는, 각 제 1 분할 영역(71)이 어느 다이(30)의 어느 제 1 분할 영역(71)인지를 식별할 수 있도록 되어 있다.
- <124> 이 때, 상술한 바와 같이, 화상 처리용 PC(10)는, 인코더(5)로부터의 인코더 신호를 기초로 모터(4)로 모터 구동 신호를 출력하여 XYZ 스테이지(3)를 이동시키고, 또한, 상기 인코더 신호를 기초로 트리거 신호 및 플래시 신호를 생성하고, 트리거 신호를 CCD 카메라(6)로, 플래시 신호를 광원(7)으로 각각 출력한다.
- <125> 상기 XYZ 스테이지(3)가 이동할 때마다, 광원(7)은, 상기 플래시 신호를 기초로 수  $\mu$ 초마다 프로틴칩(35)을 향하여 섬광을 발하고, CCD 카메라(6)는, 상기 해당 섬광 하에서, 상기 트리거 신호를 기초로, 예를 들면 50 매 / 초의 속도로 웨이퍼(1) 상의 프로틴칩(35)의 각 제 1 분할 영역(71)을 연속하여 촬상한다.
- <126> 도 8(a) 및 8(b)는 CCD 카메라(6)가 프로틴칩(35)을 제 1 분할 영역(71)마다 촬상할 때의 촬상 위치의 궤적을 도시한 도면이다. 본 실시예에서는, 도 8(a) 및 8(b)에 도시한 바와 같이, 두 개의 촬상 경로를 생각할 수 있다.
- <127> 도 8(a)에 도시한 바와 같이, CCD 카메라(6)는, 웨이퍼(1)의 88 개의 다이(30) 중, 예를 들면 Y 좌표가 최대가 되는 다이(30) 중, 좌측단의 다이(30)를 시작점으로 하여, 해당 다이(30)의 18 행 × 13 열의 각 제 1 분할 영역(71)을, 예를 들면 한 행마다 연속적으로 모두 촬상한 후, 다음 다이(30)로 옮기고, 또한 한 행마다 모든 제 1 분할 영역(71)을 촬상한다.
- <128> 즉, 화상 처리용 PC(10)는 하나의 다이(30)의 각 제 1 분할 영역(71)에서의 촬상 위치를, 예를 들면, 상단(上端)의 행 및 좌측단의 열에 속하는 제 1 분할 영역(71)을 시작점으로 하여 X 방향의 우측으로 이동시키고, 우측단까지 이동하면 한 행분 만큼 Y 방향으로 이동시킨 후에 X 방향의 좌측으로 이동시키고, 좌측단까지 이동하면 또 한 행분 만큼 Y 방향으로 이동시키고 다음 행에서 X 방향의 우측으로 이동시키는 동작을 반복하여, 하나의 다이(30)의 모든 제 1 분할 영역(71)의 촬상이 종료하면, 인접하는 다른 다이(30)로 이동시켜 마찬가지로의 이동을 반복시키도록 모터(4)에 대하여 모터 구동 신호를 출력한다. 또한, CCD 카메라(6)의 위치 자체는 고정이므로, 실제로는 이 때 XYZ 스테이지(3)가, 도 8(a)에 도시한 궤적과는 역방향으로 이동하게 된다. CCD 카메라(6)는 이 이동에 맞추어 화상 처리용 PC(10)로부터 출력되는 트리거 신호에 기초하여 각 제 1 분할 영역(71)을 연속하여 촬상한다.
- <129> 또한, 도 8(b)에 도시한 바와 같이, CCD 카메라(6)는, 각 다이(30) 사이에서 대응하는 ID를 갖는(동일 위치에 존재하는) 제 1 분할 영역(71)을 연속하여 촬상하도록 촬상 위치를 이동시켜도 좋다.
- <130> 즉, 화상 처리용 PC(10)는, CCD 카메라(6)의 촬상 위치를, 예를 들면 Y 좌표가 최대가 되는 다이(30) 중 좌측단의 다이(30)를 시작점으로 하고, 우선 첫번째로는 다른 각 다이(30) 사이에서 대응하는 ID를 갖는, X 좌표가 최소, Y 좌표가 최대가 되는 위치에 존재하는 각 제 1 분할 영역(71)(검게 칠한 동그라미로 나타낸 제 1 분할 영역(71)) 상을 통과하도록 X 방향 및 Y 방향으로 이동시키고, 이어서, 두번째로는 첫번째의 촬상 위치에 X 방향으로 인접하는, 대응하는 ID를 갖는 각 제 1 분할 영역(71)(하얗게 칠한 동그라미로 나타낸 제 1 분할 영역(71)) 상을 통과하도록 이동시키고, 그 후에도 마찬가지로 각 다이(30) 사이에서 동일 위치에 존재하는 각 제 1 분할 영역(71) 상을 CCD 카메라(6)가 통과하는 동작을 반복하도록 모터(4)를 구동시킨다. CCD 카메라(6)는 이 이동에 맞추어 화상 처리용 PC(10)로부터 출력되는 트리거 신호에 기초하여, 대응하는 ID를 갖는 복수의 제 1 분할 영역(71)을 일괄적으로 연속하여 촬상하는 동작을 모든 다이(30)에 대하여 반복한다.
- <131> 화상 처리용 PC(10)는, 이 두 개의 촬상 경로 중, 촬상 시간이 짧아지는 경로를 선택하여 CCD 카메라(6)에 촬상

시킨다. 도 8(a)에 도시한 촬상 경로를 취하는 경우에는, 각 제 1 분할 영역(71)의 각 촬상 시의 촬상 간격, 즉, XYZ 스테이지(3)의 이동 간격은 각 제 1 분할 영역(71)의 간격과 동일하고, 도 8(b)에 도시한 촬상 경로를 취하는 경우에는, XYZ 스테이지(3)의 이동 간격은 각 다이(30)의 간격과 동일하다. 따라서, 화상 처리용 PC(10)의 CPU(21)는, 이들 이동 간격과 CCD 카메라(6)의 촬상 주파수로부터 모터(4)의 구동 속도를 산출할 수 있다. 이 구동 속도로, 도 3에 도시한 다이(30)의 레이아웃으로부터 정해지는 상기 도 8(a) 및 8(b)에 도시한 전체의 촬상 경로를 곱함으로써, 모든 다이(30)의 제 1 분할 영역(71)을 촬상할 때의 도 8(a) 및 8(b) 각각의 경우의 촬상 시간이 추정된다. 화상 처리용 PC(10)는, 이 각 촬상 시간을 비교함으로써, 도 8(a) 및 8(b) 중 어느 쪽의 촬상 경로를 취하면 촬상 시간이 빨라질지를 판단하여, 촬상 시간이 빠른 쪽의 촬상 경로를 선택한다.

<132> 그리고, CCD 카메라(6)로 촬상된 각 제 1 분할 영역(71)의 화상은, 상기 각 제 1 분할 영역(71)을 식별하는 ID와 함께, 검사 대상 화상으로서 화상 처리용 PC(10)로 송신되어, 화상 처리용 PC(10)의 입출력 인터페이스(24)를 거쳐 HDD(25) 또는 RAM(23)에 보존된다. 또한, 본 실시예에서 CCD 카메라(6)로 촬상되는 검사 대상 화상의 사이즈는, 이른바 VGA(Video Graphics Array) 사이즈(640 × 480 픽셀)의 화상이지만, 이 사이즈에 한정되지는 않는다.

<133> 본 실시예에서, XYZ 스테이지(3)는, 상술한 바와 같이, XYZ 테이블(3)이 Z 방향으로 이동함으로써, 웨이퍼(1)의 프로틴칩(35)과의 거리를 가변하여 다른 초점 위치의 검사 대상 화상을 촬상할 수 있다. 도 9는, 그 모습을 도시한 도면이다.

<134> 도 9에 도시한 바와 같이, XYZ 스테이지(3)는, 화상 처리용 PC(10)로부터의 포커스 신호에 기초하여, 상방향(도 9 Z1 방향) 및 하방향(도 9 Z2 방향)으로 이동하고, CCD 카메라(6)와 프로틴칩(35)과의 거리를, 예를 들면 3 단계 (초점 F1 ~ F3)로 가변한다. 즉, CCD 카메라(6)는, XYZ 스테이지(3)가 Z2 방향으로 이동함으로써, 프로틴칩(35)의 상면(51)에 초점 위치를 맞추고(초점 F1), 그 곳으로부터 XYZ 스테이지(3)가 Z1 방향으로 이동함으로써, 프로틴칩(35)의 상면(51)과 저면(52)과의 대략 중간 위치에 초점 위치를 맞추고(초점 F2), 또한, XYZ 스테이지(3)가 Z1 방향으로 이동함으로써, 프로틴칩(35)의 저면(52)에 초점 위치를 맞출 수 있다(초점 F3). 또한, 가변하는 초점 위치는 3 개로 한정되지 않는다.

<135> 이와 같이, 본 실시예에서의 결합 검출 장치(100)는, 다른 복수의 초점 위치에서 촬상함으로써, 검사 대상물이 본 실시예의 프로틴칩(35)과 같이 Z 방향에서 두께(깊이 또는 높이)가 있는 입체 형상을 갖는 경우에도, Z 방향에서의 각 위치의 화상을 취득하여 결합의 검출 누락을 막을 수 있다. CCD 카메라(6)는, 상기 도 8(a) 또는 8(b)의 경로에 따라 촬상한 각 초점 위치의 화상을 각각 초점 위치마다 분별한 후에, 화상 처리용 PC(10)로 송신하고, 화상 처리용 PC(10)는 이들 화상을 각 초점 위치마다의 검사 대상 화상으로서 식별한 다음, HDD(25) 또는 RAM(28)에 보존한다. 즉, 상술한 바와 같이, 초점이 F1 ~ F3의 3 개인 경우에는, CCD 카메라(6)는, 상기 도 8(a) 또는 8(b)의 촬상 경로에 따른 이동을 초점 위치마다 합계 3 회 반복하여 촬상을 행하게된다.

<136> 도 6의 순서도로 되돌아와, 화상 처리용 PC(10)의 CPU(21)는, CCD 카메라(6)에 의한 상기 촬상 처리와 병행하여, 상기 검사 대상 화상을 CCD 카메라(6)로부터 취득할 때마다, 그 취득한 각 검사 대상 화상에 대해 하이패스 필터에 의한 필터링 처리를 실시한다(단계 102).

<137> 본 실시예에서의 프로틴칩(35)은, 저면(52)에 박막(53)을 가지고 있으며, 예를 들면, 그 박막(53)이 휘어져 있는 경우 등, 박막(53)의 평면도에 의하여 휘도 불균일이 발생하는 경우가 있다. 또한, CCD 카메라(6)의 광축의 이탈 또는 광원(7)에 의한 섬광이 닿는 쪽의 균일도 등에 의해서도 휘도 불균일이 발생하는 경우가 있다. 이러한 휘도 불균일은, 후술하는 모델 화상과의 차분(差分) 추출 처리에서 차분으로서 추출되어, 결합의 오검출로 이어진다.

<138> 이 휘도 불균일 부분은, 검사 대상 화상 중에서 휘도가 완만하게 변화되어 있는 부분이다. 즉, 휘도 불균일 성분은 저주파 성분이라고 할 수 있다. 여기에서 본 실시예에서는, 촬상된 각 검사 대상 화상에 대하여 하이패스 필터를 걸쳐, 이 저주파 성분을 제거하는 것으로 하고 있다.

<139> 도 10은, 이 하이패스 필터 처리의 상세한 흐름을 나타낸 순서도이다. 도 10에 나타낸 바와 같이, 우선, 화상 처리용 PC(10)의 CPU(21)는, HDD(25)로부터 상기 검사 대상 화상의 복제를 RAM(23)으로 독출하고(단계 61), 해당 검사 대상 화상에 대하여 가우스 블러(Gaussian Blur) 처리를 실시한다(단계 62). 또한, 블러의 설정치는, 예를 들면 반경 15 ~ 16 픽셀 정도로 설정되지만, 이 설정치로 한정되지는 않는다.

<140> 이 가우스 블러 처리에서, 원래의 검사 대상 화상 중의 고주파 성분(예를 들면, 엣지 부분)의 픽셀은, 그 주변의 저주파 성분의 픽셀에 의해 블러링되므로, 높은 블러링 효과를 얻을 수 있게 된다. 한편, 원래의 검사 대상

화상 중의 저주파 성분(예를 들면, 휘도 불균일 부분)의 픽셀은, 그 주변의 픽셀도 저주파 성분이므로, 블러링 효과는 낮고, 원래의 검사 대상 화상에 비해 거의 변화를 찾아볼 수 없다. 따라서, 가우스 블러 처리에 의하여 얻어지는 출력 화상(이하, 가우스 블러 화상이라고 함)은, 원래의 검사 대상 화상 중의 고주파 성분이 평활화되어, 전체적으로 저주파 성분만이 남은 화상이 된다.

<141> 이어서, CPU(21)는, 원래의 검사 대상 화상으로부터, 상기 가우스 블러 화상을 감산 처리한다(단계 63). 이 감산 처리에 의하여, 원래의 검사 대상 화상 중의 고주파 성분으로부터, 가우스 블러 화상 중의 대응 위치의 저주파 성분이 감산됨으로써 원래의 고주파 성분이 남고, 또한, 원래의 검사 대상 화상 중의 저주파 성분으로부터, 가우스 블러 화상 중의 대응 위치의 저주파 성분이 감산됨으로써 원래의 저주파 성분은 제거된다. 즉, 이 감산 처리에 의하여 얻어지는 화상은 원래의 검사 대상 화상 중으로부터 저주파 성분이 제거되고, 고주파 성분만이 남은 화상이 된다. CPU(21)는, 이 감산 처리 후의 화상에 의하여, 원래의 검사 대상 화상을 갱신하여 HDD(25)에 보존한다(단계 64).

<142> 도 6의 순서도로 되돌아와, CPU(21)는, 모든 제 1 분할 영역(71)에 대하여 상기 각 검사 대상 화상의 촬상 처리를 행했는지의 여부 및 상기 하이패스 필터에 의한 필터링 처리를 모든 검사 대상 화상에 대하여 행했는지의 여부를 판단하고(단계 103, 104), 모든 검사 대상 화상의 촬상 처리 및 필터링 처리를 행했다고 판단한 경우(Yes)에는, 이 필터링 후의 검사 대상 화상을 이용하여 각 분할 영역의 모델 화상을 작성하는 처리로 이동한다(단계 105). 또한, 본 실시예에서는, 상기 검사 대상 화상의 촬상 처리와 하이패스 필터 처리는 병렬적으로 행하고 있으나, 검사 대상 화상의 촬상 처리가 모든 제 1 분할 영역(71)에 대하여 완료되기를 대기하여 하이패스 필터 처리를 행해도 상관없다(즉, 상기 단계 102의 처리와 단계 103의 처리가 반대여도 상관없다).

<143> 여기서, 모델 화상의 작성 처리에 대하여 상세하게 설명한다. 도 11은, 화상 처리용 PC(10)가 모델 화상을 작성할 때까지의 처리의 흐름을 나타낸 순서도이며, 도 12는, 화상 처리용 PC(10)가 모델 화상을 작성하는 모습을 개념적으로 도시한 도면이다.

<144> 도 11에 나타낸 바와 같이, 우선, 화상 처리용 PC(10)의 CPU(21)는, 상기 하이패스 필터 처리 후의 검사 대상 화상 중, 각 다이(30) 사이에서 대응하는 ID를 갖는 검사 대상 화상을 HDD(25)로부터 RAM(23)으로 독출하고(단계 41), 독출한 각 검사 대상 화상의 위치 조정을 행한다(단계 42). 구체적으로는, CPU(21)는, 각 다이(30) 사이에서 동일 위치에 존재하는 제 1 분할 영역(71)을 촬상한 각 검사 대상 화상 중에서, 예를 들면, 프로틴칩(35)의 오목부(50)의 엣지 부분 등의 형상을 인식하고, 그 형상이 각 검사 대상 화상 사이에서 중첩되도록 X 및 Y 방향으로의 시프트 및  $\theta$  방향으로의 회전으로 조정하면서 위치 조정을 행한다.

<145> 예를 들면, 도 12에 도시한 바와 같이, CPU(21)는, 각 다이(30) 사이에서 동일 위치에 존재하는 제 1 분할 영역(71a)을 촬상한, 대응하는 ID를 갖는 각 검사 대상 화상(40a ~ 40f, ...)을 독출한다. 본 실시예에서는, 다이(30)의 수는 88 개이므로, 대응하는 ID를 갖는 각 검사 대상 화상(40)의 총 수도 88 매가 된다. CPU(21)는, 이 88 매의 검사 대상 화상(40)을 모두 중첩하여, 오목부(50)의 형상 등을 기초로 위치 조정한다. 이와 같이, 오목부(50)의 형상 등을 기초로 위치 조정을 행함으로써, 용이하면서도 정확한 위치 조정이 가능해진다.

<146> 이어서, CPU(21)는, 상기 위치 조정이 완료된 상태에서, 각 검사 대상 화상(40) 중의 동일 위치의 화소(픽셀)마다 평균 휘도값을 연산한다(단계 43). CPU(21)는, 제 1 분할 영역(71a)의 각 검사 대상 화상(40) 중의 모든 화소 분의 평균 휘도값을 연산한 경우(단계 44의 Yes)에는, 이 연산 결과를 기초로, 이 평균 휘도값으로 구성되는 화상을 모델 화상(45)으로서 생성하고, HDD(25)에 보존한다(단계 45).

<147> CPU(21)는, 이상의 처리를 반복하여 각 다이(30) 사이에서 대응하는 모든 제 1 분할 영역(71)에 대하여 모델 화상(45)을 작성했는지의 여부를 판단하고(단계 46), 모든 모델 화상(45)을 작성했다고 판단한 경우(Yes)에는 처리를 종료한다.

<148> 이상의 처리에 의하여, 프로틴칩(35)과 같이, 절대적인 양품 샘플을 얻을 수 없는 MEMS 디바이스의 검사에서도, 실제의 검사 대상 화상(40)을 기초로 모델 화상(45)을 작성할 수 있다. 각 검사 대상 화상(40)에는 이물질 또는 흠집, 박막의 깨짐 등의 결함이 존재하고 있을 가능성도 있다. 그러나, 각 다이(30)를 복수(본 실시예에서는 234 개)의 제 1 분할 영역(71)으로 나누고, 또한 복수(본 실시예에서는 88 개)의 다이(30) 분의 평균 휘도값을 산출함으로써, 각 검사 대상 화상(40)의 결함은 흡수되고, 이상형에 매우 가까운 모델 화상(45)을 작성할 수 있어, 고정밀도의 결함 검출이 가능해진다.

<149> 상술한 바와 같이, 하나의 제 1 분할 영역(71)에서의 각 검사 대상 화상(40)은 상기 F1 ~ F3의 각 초점마다 존재하므로, 모델 화상(45)도 그 초점마다 작성된다. 따라서, 본 실시예에서는, 제 1 분할 영역(71)의 수는 각 다



이(30)에서 234 개이므로  $234 \times 3 = 702$  매의 모델 화상이 작성되게 된다.

- <150> 도 6의 순서도로 되돌아와, 모델 화상(45)을 작성한 후에는, CPU(21)는, 각 제 1 분할 영역(71)마다, 이 모델 화상(45)과 하이패스 필터 후의 각 검사 대상 화상(40)과의 차분 추출 처리를 행한다(단계 106).
- <151> 구체적으로는, CPU(21)는, 상술한 모델 화상(45) 작성 시의 위치 조정 처리와 마찬가지로, 모델 화상(45) 및 각 검사 대상 화상(40)에 존재하는 오목부(50)의 형상을 기초로 X, Y 및  $\theta$  방향으로 조정하면서 위치 조정을 행하고, 양쪽 화상의 감산 처리에 의하여 차분을 추출하여, 2 치화 처리를 행하고, 차분 화상으로서 출력한다.
- <152> 그리고, CPU(21)는, 이 차분 화상에 대하여, 이른바 Blob 추출에 의한 필터링을 실시한다(단계 107). Blob란, 차분 화상 중의 소정의(또는, 소정 범위의) 그레이 스케일값을 갖는 화소의 덩어리를 말한다. CPU(21)는, 차분 화상 중으로부터, 이 Blob 중, 소정의 면적(예를 들면, 3 픽셀) 이상의 Blob만을 추출하는 처리를 행한다.
- <153> 도 13(a) 및 13(b)는, Blob 추출 처리 전후의 차분 화상을 도시한 도면이다. 도면 13(a)가 Blob 추출 전의 차분 화상(60), 도 13(b)가 Blob 추출 후의 차분 화상(이하, Blob 추출 화상(65)이라고 함)을 각각 도시하고 있다.
- <154> 도 13(a)에서, 하얗게 나타난 부분이 모델 화상(45)과 검사 대상 화상(40)의 차분으로서 도드라져 보이는 부분이다. 또한, 이 차분 화상(60)에서는, 차분을 강조하기 위하여, 원래의 차분 화상에 대하여 휘도값을, 예를 들면 40 배 정도 강조하는 처리를 실시하고 있다. 도 13(a)에 도시한 바와 같이, Blob 추출 전의 차분 화상(60)에서는, 이물질 또는 흠집 등의 결함과는 별도로, 예를 들면, CCD 카메라(6)의 렌즈(14)의 오염 또는 광원(7)의 조명의 균일도 등의 다양한 요인에 의하여, 흰 과선으로 둘러싸인 부분으로 나타난 미소한 노이즈(84)가 존재하고 있다. 이 노이즈(84)가 남은 상태라면 결함의 오검출로 이어지므로, 이 노이즈(84)를 제거할 필요가 있다.
- <155> 이 노이즈(84)는, 이물질 또는 흠집 등의 결함에 비하여 면적이 작다. 여기서, 도 13(b)에 도시한 바와 같이, 이 차분 화상(60)에 대해, 소정 면적 이하의 Blob를 제거하여 소정 면적보다 큰 Blob만을 추출하는 필터링 처리를 실시함으로써 상기 노이즈(84)를 제거할 수 있다. 이 Blob 추출 처리에 의하여, Blob 추출 화상(65)에 있어서는, 프로틴칩(35)의 오목부(50)의 박막의 깨짐(81) 또는 프로틴칩(35)에 부착된 먼지 등의 이물질(82)만이 추출된다. 또한, 이 시점에서는, CPU(21)는, 이들 이물질 또는 깨짐, 흠집 등의 결함의 종류는 인식하지 않고, 단순히 결함 후보로서 인식하고 있다.
- <156> 이어서, 도 6의 순서도로 되돌아와, Blob 추출 처리에 의하여 결함 후보가 검출된 경우(단계 108의 Yes)에는, CPU(21)는, 이 결함 후보가 검출된 프로틴칩(35)을 고배율로(좁은 시야로) 더 관찰할 필요가 있는지의 여부를 판단한다(단계 109). 즉, CPU(21)는, 예를 들면, 이 결함 후보가 나타난 검사 대상 화상(40)이 속하는 제 1 분할 영역(71)을 더욱 상세하게 고배율로 관찰할 것을 지시하는 유저 조작이 입력되었는지의 여부를 판단하고, 고배율 관찰의 필요가 있다고 판단한 경우(Yes)에는, 결함 후보가 검출된 제 1 분할 영역(71) 및 각 다이(30) 사이에서 대응하는 ID를 갖는 다른 제 1 분할 영역(71)을, 더욱 세세하게 분할한 제 2 분할 영역(72)마다 고배율로 CCD 카메라(6)에 촬상시킨다(단계 113).
- <157> 후술하는 결함 분류 처리에서는, 예를 들면, 추출된 Blob의 면적에 기초하여, 결함인지의 여부의 판단 및 결함의 분류를 행하지만, 저배율로 촬상된 검사 대상 화상을 기초로 작성된 Blob 추출 화상(65)에서는, 그 Blob의 면적을 정확하게 산출할 수 없는 경우 등도 있다. 또한, 저배율로의 촬상이라면, 결함의 정확한 형상을 인식하지 못하고, 결함의 정확한 분류를 할 수 없는 경우도 생각할 수 있다. 여기서, 프로틴칩(35)을 더욱 고배율로 촬상함으로써, 이후의 결함인지의 여부의 판단 및 결함 분류 처리를 정확하게 행하는 것을 가능하게 하고 있다.
- <158> 도 14는, 결함 후보가 검출된 제 1 분할 영역(71)을 제 2 분할 영역(72)마다 고배율로 촬상하는 모습을 개념적으로 도시한 도면이다. 도 14에 도시한 바와 같이, 예를 들면, 어느 한 다이(30)가 있는 제 1 분할 영역(71a)을 촬상한 검사 대상 화상으로부터 결함 후보가 검출된 경우에는, 이 제 1 분할 영역(71a)을, 예를 들면, 3 행  $\times$  3 열의 합계 9 개의 각 제 2 분할 영역(72)으로 더 분할한다. 또한, 다른 다이(30)에서, 이 제 1 분할 영역(71a)과 대응하는 ID를 갖는 제 1 분할 영역(71)에 대해서도 마찬가지로 각각 제 2 분할 영역(72)으로 분할한다. 각 제 2 분할 영역(72)에는, 각 제 1 분할 영역(71)과 마찬가지로, 각 다이(30)에서의 각 제 2 분할 영역(72)의 위치를 식별하는 ID가 부여되어 있다.
- <159> CCD 카메라(6)는, 이 각 제 2 분할 영역(72)을 상기 제 1 분할 영역(71)과 동일한 사이즈(VGA 사이즈)로 촬상한다. 즉, CCD 카메라(6)는, 제 1 분할 영역(71)의 촬상 시의 3 배의 배율로 제 2 분할 영역(72)을 촬상한다. 촬상된 화상은, 상기 각 제 2 분할 영역의 ID와 함께, 검사 대상 화상으로서 화상 처리용 PC(10)의 HDD(25) 등에 보존된다.

- <160> 또한, 각 다이(30)의 각 제 2 분할 영역(72)의 활상 경로에 대해서는, CPU(21)는 상기 제 1 분할 영역(71)의 활상 시와 마찬가지로, 상기 도 8(a)와 8(b) 중 어느 하나의 빠른 경로를 선택한다. 즉, CPU(21)는, 하나의 다이(30)의 분할 영역(71) 중의 각 제 2 분할 영역(72)을 모두 활상하고 나서, 다른 다이(30)가 대응하는 분할 영역(71) 중의 각 제 2 분할 영역(72)을 활상해 가는 경로와, 각 다이(30)가 대응하는 제 1 분할 영역(71) 사이에서 대응하는 ID를 갖는 각 제 2 분할 영역(72)을 일괄적으로 활상해 가는 경로 중, 어느 경로가 빠른지를 판단하여, 빠른 경로로 활상시킨다.
- <161> 결함 후보가 검출된 제 1 분할 영역(71) 및 이에 대응하는 제 1 분할 영역(71) 중의 제 2 분할 영역(72)에 대하여 활상을 종료하면(단계 113), CPU(21)는, 상기 단계 102 ~ 107의 처리와 마찬가지로, 각 검사 대상 화상에 대하여 하이패스 필터에 의한 필터링 처리(단계 114) 및 모델 화상 작성 처리(단계 117)를 행하고, 모델 화상과 상기 결함 후보가 검출된 제 1 분할 영역(71) 중의 각 제 2 분할 영역(72)을 활상한 각 검사 대상 화상과의 차분 추출 처리를 행하고(단계 118), 또한 Blob 추출에 의한 필터링 처리(단계 119)를 행한다.
- <162> 또한, 제 2 분할 영역(72)의 각 검사 대상 화상은, 상기 제 1 분할 영역(71)의 검사 대상 화상보다 고해상도로 활상된 것이므로, 단계 118의 Blob 추출 처리에서 추출하는 Blob 영역의 임계치(픽셀)는, 상기 단계(107)에서의 제 1 분할 영역(71)마다의 Blob 추출 처리에서 추출하는 Blob 영역의 임계치보다 큰 값으로 설정된다. 물론, 그 임계치(픽셀)로 환산되는, 프로틴칩(35) 상에서의 Blob의 실제의 면적( $\mu\text{m}$ )에는 변화는 없다.
- <163> 도 15(a) 및 15(b)는, 제 1 분할 영역(71) 및 제 2 분할 영역(72)의 각 검사 대상 화상으로부터 추출된 각 Blob 추출 화상(65)을 비교하여 도시한 도면이다. 도 15(a)가 제 1 분할 영역(71)으로부터 추출된 Blob 추출 화상(65a), 도 15(b)가 제 2 분할 영역(72)으로부터 추출된 Blob 추출 화상(65b)을 도시하고 있다.
- <164> 도 15(a) 및 15(b)에 도시한 바와 같이, 상기 단계 107에서 추출된 제 1 분할 영역(71a)의 Blob 추출 화상(65a)에 있어서는, 좌측단이면서 하단 부분에 이물질(82)이라고 생각되는 영역이 도드라져 있으나, 그 면적이 미소하므로, 정확한 면적값을 산출하기가 곤란하다. 여기서, 도 15(b)에 도시한 바와 같이, 제 1 분할 영역(71)을 9 개의 제 2 분할 영역(72)으로 분할하고, 해당 이물질(82)이 나타나고 있는 부분의 제 2 분할 영역(72)을 고배율로 활상함으로써, 그 이물질(82)이 고해상도로 표시되어, 그 면적을 정확하게 산출할 수 있게 된다.
- <165> 또한, 상술한 단계(109)에서의 고배율 활상의 필요 여부 판단을 행하지 않고, 단계 108에서 결함 후보가 추출된 경우에는, 자동적으로 고배율 활상을 행하도록 해도 좋다. 또한, 화상 처리용 PC(10), 모터(4) 및 인코더(5)의 성능이 우수하고, 처리 시간이 허용 범위에 포함되는 경우에는, 결함 후보가 추출된 제 1 분할 영역(71)뿐만 아니라, 모든 다이(30)의 모든 제 1 분할 영역(71) 중의 제 2 분할 영역(72)을 활상하여, 모든 제 2 분할 영역(72)에 대하여 모델 화상(45)을 작성해도 상관없다. 이 경우, 상기 단계(109)에서의 고배율 활상의 필요 여부를 판단하지 않고, 제 1 분할 영역(71)에 대한 Blob 추출 처리의 완료 후, 곧바로 제 2 분할 영역(72)마다의 활상 처리, 하이패스 필터 처리, 모델 화상 작성 처리를 행하고, 결함 후보가 검출된 제 1 분할 영역(71)이 있다고 CPU(21)가 판단한 경우에는, 그 제 1 분할 영역(71) 중의 각 제 2 분할 영역(72)에 대하여 Blob 추출 처리를 행하도록 하면 좋다.
- <166> 도 6의 순서도로 되돌아와, 상기 단계(109)에서 고배율 활상의 필요가 없다고 판단된 경우(No), 또는 상기 단계 113 ~ 단계 119에서의 제 2 분할 영역(72)으로부터의 Blob 추출 처리가 완료된 경우에는, CPU(21)는, Blob 추출 화상(65)에 나타난 결함 후보의 분류 처리를 행한다(단계 110).
- <167> 즉, CPU(21)는, Blob 추출 화상(65) 중에 하얗게 표시된 각 Blob에 대하여, 그 면적, 주위 길이, 비진원도, 어스펙트비 등의 특징점에 기초하여, 각 Blob이 결함인지의 여부를 판단하고, 또한 그 결함의 종류는 이물질, 흠집, 깨짐 등 중에서 어느 것인지 분류한다.
- <168> 구체적으로는, 화상 처리용 PC(10)는, 이물질, 흠집, 깨짐 등의 결함의 종류마다 이들 샘플 화상을 모아, 이들 특징점 데이터를 HDD(25) 등에 특징점 데이터 베이스로서 보존해 두고, 그 보존된 특징점 데이터와, 검사 대상의 각 Blob 추출 화상(65) 중의 각 Blob로부터 검출된 각 특징점과의 비교를 행한다.
- <169> 예를 들면, 본 실시예에서의 이물질은, 한 변이 수  $\mu\text{m}$  ~ 수십  $\mu\text{m}$  정도의 것이며, 흠집은 그 길이가 수  $\mu\text{m}$  ~ 수백  $\mu\text{m}$  정도이다. 또한, 이물질과 흠집을 비교하면, 이물질에 비해 흠집은 그 어스펙트비가 가로로 매우 길어지거나 또는 세로로 매우 길어져, 주위 길이도 길어진다. 또한, 박막의 깨짐은 오목부(50)의 엣지부에서 곡선 형상으로 나타나지만, 정상인 것에 비해 오목부(50)의 진원도가 저해된다. 화상 처리용 PC(10)는, 이들 데이터를 특징점 데이터로서 보존해 두고, 검출된 Blob의 각 특징점과의 비교에 의하여 결함의 분류를 행한다.

- <170> 또한, 상술한 바와 같이, 본 실시예에서의 프로틴칩(35)은, 오목부(50)의 저면(52)의 박막(53)에 직경이, 예를 들면 수  $\mu\text{m}$ 인 홀(55)을 가지고 있으며, 그 홀(55)은 시약을 배출하는 역할을 하고 있다. 따라서, 오목부(50) 내에 이물질이 부착되어 있는 경우에도, 그 수  $\mu\text{m}$ 의 홀(55)보다 직경이 작은 경우에는 시약과 함께 홀(55)로부터 배출되므로, 해당 프로틴칩(35)을 이용한 스크리닝 시에 문제가 되지 않는다. 따라서, 이물질에 대해서는 그 홀(55)의 직경을 임계치로 하고, 그 보다 직경이 작은 이물질에 대해서는 결함으로서 취급하지 않기로 한다. 한편, 흠집 또는 깨짐에 대해서는, 그곳으로부터 시약이 누설됨으로써 정상적인 스크리닝을 행할 수 없으므로, 무조건 결함으로서 취급한다.
- <171> 상술한 바와 같이, 제 1 분할 영역(71)으로부터 추출된 Blob 추출 화상(65)에서는 그 특징점을 정확하게 측정할 수 없는 경우에는, CPU(21)는, 더욱 고배율로 촬상한 제 2 분할 영역(72)으로부터 추출된 Blob 추출 화상(65)을 이용하여 특징점의 측정을 행하고, 각종 결함의 분류를 행한다. 이와 같이, 필요에 따라 고배율로 촬상함으로써, 결함 검출 후의 처리를 순조롭게 행하게 할 수 있다.
- <172> 그리고, CPU(21)는, 모든 결함 후보에 대하여 결함 유무의 판단 및 결함의 분류를 행한 경우(단계 111의 YES)에는, 검출 결과로서 Blob 추출 화상 및 검출된 결함의 종류에 관한 정보를, 예를 들면 표시부(26)로 출력하고(단계 112), 처리를 종료한다. 이 때, 화상 처리용 PC(10)는, 예를 들면, 어떤 종류의 결함이 웨이퍼(1) 상의 어느 위치에 존재하는지를 한눈에 인식할 수 있는 화상을 표시부(26)에 표시해도 좋다.
- <173> 유저는, 출력된 결과를 기초로, 이물질이 존재하는 경우에는 그 제거 작업을 행하고, 또한 흠집 또는 깨짐이 존재하는 경우에는 그 프로틴칩(35)을 불량품으로서 폐기한다. 또한, 단계 108에서 결함 후보가 검출되지 않는 경우에는, 검사 대상의 프로틴칩(35)은 양품으로서 처리되어, 결함 검출 처리를 종료한다.
- <174> 이상의 동작에 의하여, 본 실시예에 의하면, 양품의 샘플을 취득하기가 곤란한 프로틴칩(35)과 같은 MEMS 디바이스에서도, 각 제 1 분할 영역(71) 또는 제 2 분할 영역(72)마다의 검사 대상 화상(40)을 기초로 모델 화상을 작성할 수 있으므로, 고정밀도의 결함 검출 처리가 가능해진다. 또한, 동일한 광학 조건, 조명 조건 하에서 촬상된 각 검사 대상 화상(40)을 기초로 모델 화상(45)을 작성하므로, 이들 조건의 상이함에 의한 오검출을 막을 수 있다.
- <175> 본 발명은 상술한 실시예에만 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위 내에서 다양한 변경을 가할 수 있음은 물론이다.
- <176> 상술한 실시예에서는, 검사 대상의 MEMS 디바이스로서 프로틴칩을 적용하고 있었으나, MEMS 디바이스는 이에 한정되지 않는다. 예를 들면, MEMS 디바이스로서 전자 빔 조사 플레이트(EB 윈도우)를 적용할 수도 있다.
- <177> 도 16(a) 및 16(b)는, 이 전자 빔 조사 플레이트의 외관을 도시한 도면이다. 도 16(a)가 상면도, 도 16(b)가 도 16(a)에서의 Z 방향의 단면도를 각각 가리키고 있다.
- <178> 도 16(a) 및 16(b)에 도시한 바와 같이, 전자 빔 조사 플레이트(90)는, 전자 빔(EB)을 조사하기 위한 복수의 윈도우 홀(95)을 갖는 플레이트(92)와, 이 각 윈도우 홀(95)을 덮도록 설치된 박막(91)을 갖는다.
- <179> 플레이트(92)의 X 방향의 길이(w) 및 Y 방향의 길이(l)는 각각, 예를 들면 수 십 mm의 직사각형 형상으로 형성되고, Z 방향의 길이(h)는, 예를 들면 수 mm 정도로 형성되지만, 이들 길이 및 형상에 한정되지 않는다. 또한, 각 윈도우 홀(95)은, 예를 들면 한 변(s)이 수 mm의 직사각형 형상이지만, 이 길이 및 형상에 한정되지 않고, 정사각형 형상이어도 좋다. 또한, 윈도우 홀(95)은 6 행  $\times$  9 열의 합계 54 개 설치되지만, 이 수에 한정되지 않는다.
- <180> 이 전자 빔 조사 플레이트(90)는, 도시하지 않은 진공 용기의 단부와 접속됨으로써 전자 빔 조사 장치를 구성한다. 해당 진공 용기의 내부에 설치된 전자 빔 발생기로부터 방사된 전자 빔(EB)이, 도 16(b)의 화살표로 나타낸 바와 같이, 윈도우 홀(95)을 거쳐 대기 중으로 방출되어 대상물에 조사된다. 이 전자 빔 조사 장치는, 전자 빔 이 조사되는 대상물의, 예를 들면 살균, 물리적 특성의 개질, 화학적 물성의 개질 등, 다양한 용도에 이용된다. 박막(91)을 설치함으로써, 진공 상태를 유지한 채로 전자 빔을 조사할 수 있게 된다. 또한, 박막(91)을 복수 중첩하여 다층막 구조로 해도 상관없다.
- <181> 이 전자 빔 조사 플레이트(90)도, 상술한 실시예에서의 프로틴칩(35)과 마찬가지로, 포토리소그래피 기술을 이용한 에칭 처리 등에 의하여 웨이퍼(1) 상의 각 다이(30)에 형성된다. 이 경우, 각 다이의 사이즈는 상기 플레이트(92)의 사이즈와 동일해진다.
- <182> 결함 검출 장치(100)는, 이 전자 빔 조사 플레이트(90)에 대해서도, 상술한 프로틴칩(35)과 마찬가지로의 촬상 처

리, 하이패스 필터 처리, 모델 화상 작성 처리, Blob 추출 처리 등을 행하고, 전자 빔 조사 플레이트(90) 상의 이물질 또는 흠집, 깨짐 등의 결함의 검출을 행한다. 또한, 저배율과 고배율에 의한 촬상, Z 방향에서의 복수 초점에서의 촬상도 마찬가지로 가능하다. 또한, 모델 화상 작성 처리 및 Blob 추출 처리에 있어서는, 각 검사 대상 화상 중에 나타난 윈도우 홀(95)의 엣지 형상이 중첩되도록 각 검사 대상 화상을 X 방향, Y 방향 및  $\Theta$  방향으로 조정하면서 위치 조정을 행한다.

<183> 또한, 이 전자 빔 조사 플레이트(90)의 검사에 있어서는, 예를 들면, 이물질로서 분류하는 경우의 임계치 등, 결함을 분류하는 경우의 특징점은 상기 프로틴칩(35)의 검사의 경우와는 다르게, 화상 처리용 PC(10)는, 전자 빔 조사 플레이트(90)의 샘플 등을 기초로, 독자적인 특징점 데이터를 작성하여 결함을 분류한다.

<184> 또한, 이상 설명한 프로틴칩(35) 및 전자 빔 조사 플레이트(90) 이외에도, 예를 들면, 가속도 센서 또는 압력 센서, 에어 플로우 센서 등의 각종 센서, 잉크젯 프린터용의 프린터 헤드 또는 반사형 프로젝터용의 마이크로 미러 어레이, 그 밖의 액츄에이터 등, 및 각종 바이오칩 등의 그 밖의 MEMS 디바이스를 검사 대상물로서 적용할 수 있다.

<185> 상술한 실시예에서는, 검사 대상 화상(40) 및 모델 화상(45), 차분 화상(60) 및 Blob 추출 화상(65) 등, 화상 처리에 필요한 각 화상은 HDD(25)에 기억시켜 놓았으나, 이들 화상은 RAM(23)에 일시적으로 기억해도 좋고, RAM(23)과는 별도로 설치한 버퍼 영역에 일시적으로 기억하여, 결함 분류 처리가 종료되자마자 소거해도 상관없다. 또한, 상기 각 검사 대상 화상 중, 차분 추출에 의하여 차분이 추출되지 않았던 화상, 즉, 결함이 검출되지 않았던 화상에 대해서는, 그 후의 처리에 있어서는 불필요해지므로, 검출되지 않았음이 판명된 시점에서 순차적으로 소거해도 상관없다. 또한, 저배율로 촬상한 제 1 분할 영역(71)의 검사 대상 화상에 대하여, 또한 고배율로 제 2 분할 영역(72)을 촬상하는 경우, 제 2 분할 영역(72)의 촬상 후는, 제 1 분할 영역(71)의 검사 대상 화상은 불필요해지므로, 이들 화상은 제 2 분할 영역(72)의 촬상이 완료된 시점에서 소거해도 상관없다. 상기 실시예에서는, 촬상하는 화상의 수가 방대하므로, 이와 같이 처리함으로써 RAM(23) 또는 HDD(25)의 기억 용량을 삭감하여 화상 처리용 PC의 부하를 경감할 수 있게 된다.

<186> 상술한 실시예에서는, 예를 들면, 유저의 조작 입력의 유무를 기초로 고배율 촬상의 필요 여부를 판단하고 있었으나, 예를 들면, 화상 처리용 PC(10)가, 제 1 분할 영역(71)의 검사 대상 화상 및 모델 화상을 기초로 추출된 Blob 추출 화상 중에 존재하는 결함 후보의 화소수를 판별하고, 그 화소수가 소정값을 넘는 경우에 고배율 촬상을 행해도 좋다.

<187> 즉, 제 1 분할 영역(71)의 검사 대상 화상으로부터 추출된 Blob 추출 화상 중에, 결함 후보가 그 종류를 분별할 수 있을 정도로 큰 화소 영역으로 나타나고 있는 경우에는, 그 시점에서 결함의 분류를 행하고, 반대로, 그 화소 영역이 작고, 그 정확한 면적을 산출할 수 없는 경우, 또는, 그 형상을 정확하게 인식할 수 없는 경우에는, 고배율 촬상을 행하여 상세하게 결함을 분류하는 것으로 한다. 이에 의해, 결함의 면적에 따라 고배율 촬상의 필요 여부를 결정하여 결함을 분류할 수 있으므로, 보다 효율적으로 결함을 분류할 수 있게 된다.

<188> 상술한 실시예에서, 제 1 분할 영역 및 제 2 분할 영역의 각 검사 대상 화상 및 각 모델 화상을 기초로 Blob 추출된 결함 후보의 화상을, 상기 HDD(25)의 특징점 데이터 베이스에 추가 보존하고, 이 특징점 데이터 베이스를 수시로 갱신해도 좋다. 이에 의해, 화상 처리용 PC가 결함 검출 처리를 거듭할 때마다 특징점 데이터를 학습해가므로, 결함 분류의 정밀도를 서서히 향상시켜 갈 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- <51> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결함 검출 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- <52> 도 2는 본 발명의 일 실시예에서의 화상 처리용 PC의 구성을 도시한 블록도이다.
- <53> 도 3은 본 발명의 일 실시예에서의 웨이퍼의 상면도이다.
- <54> 도 4는 본 발명의 일 실시예에서의 웨이퍼의 각 다이 중 하나를 도시한 상면도이다.
- <55> 도 5는 본 발명의 일 실시예에서의 프로틴칩 중 하나의 오목부를 확대하여 도시한 도면이다.
- <56> 도 6은 본 발명의 일 실시예에서 결함 검출 장치가 결함을 검출할 때까지의 동작의 대략적인 흐름을 나타낸 순서도이다.
- <57> 도 7은 본 발명의 일 실시예에서 각 다이를 복수의 분할 영역으로 분리한 소자를 도시한 도면이다.

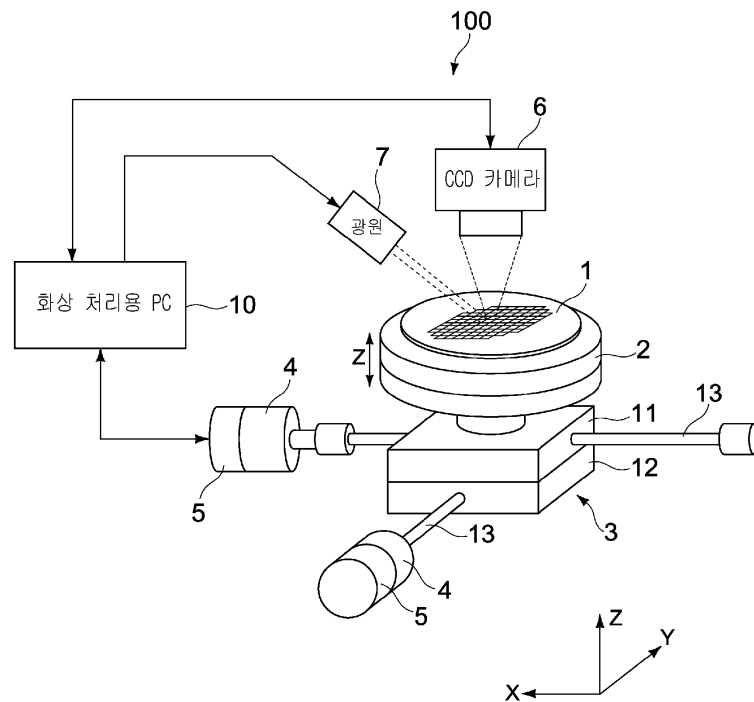


- <58> 도 8(a) 및 8(b)는 본 발명의 일 실시예에서 CCD 카메라가 프로틴칩을 분할 영역마다 촬상할 때의 촬상 위치의 궤적을 도시한 도면이다.
- <59> 도 9는 본 발명의 일 실시예에서 CCD 카메라가 다른 초점 위치에서 검사 대상 화상을 촬상하는 모습을 도시한 도면이다.
- <60> 도 10은 본 발명의 일 실시예에서의 하이패스 필터 처리의 상세한 흐름을 나타낸 순서도이다.
- <61> 도 11은 본 발명의 일 실시예에서 화상 처리용 PC가 모델 화상을 작성할 때까지의 처리의 흐름을 나타낸 순서도이다.
- <62> 도 12는 본 발명의 일 실시예에서 화상 처리용 PC가 모델 화상을 작성하는 모습을 개념적으로 도시한 도면이다.
- <63> 도 13(a) 및 13(b)는 본 발명의 일 실시예에서의 Blob 추출 처리의 전후에서의 차분 화상을 도시한 도면이다.
- <64> 도 14는 본 발명의 일 실시예에서 결함 후보가 검출된 제 1 분할 영역을 제 2 분할 영역마다 고배율로 촬상하는 모습을 개념적으로 도시한 도면이다.
- <65> 도 15(a) 및 15(b)는 본 발명의 일 실시예에서 제 1 분할 영역 및 제 2 분할 영역의 각 검사 대상 화상으로부터 추출된 각 Blob 추출 화상을 비교하여 도시한 도면이다.
- <66> 도 16(a) 및 16(b)는 본 발명의 다른 실시예에서의 전자 빔 조사 플레이트의 외관을 도시한 도면이다.
- <67> \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*
- <68> 1 : 반도체 웨이퍼(웨이퍼)
- <69> 3 : XYZ 스테이지
- <70> 4 : 모터
- <71> 5 : 인코더
- <72> 6 : CCD 카메라
- <73> 7 : 광원
- <74> 10 : 화상 처리용 PC
- <75> 14 : 렌즈
- <76> 21 : CPU
- <77> 22 : ROM
- <78> 23 : RAM
- <79> 24 : 입출력 인터페이스
- <80> 25 : HDD
- <81> 26 : 표시부
- <82> 27 : 조작 입력부
- <83> 30 : 다이(반도체칩, 칩)
- <84> 35 : 프로틴칩
- <85> 40 : 검사 대상 화상
- <86> 45 : 모델 화상
- <87> 50 : 오목부
- <88> 51 : 상면
- <89> 52 : 저면(底面)

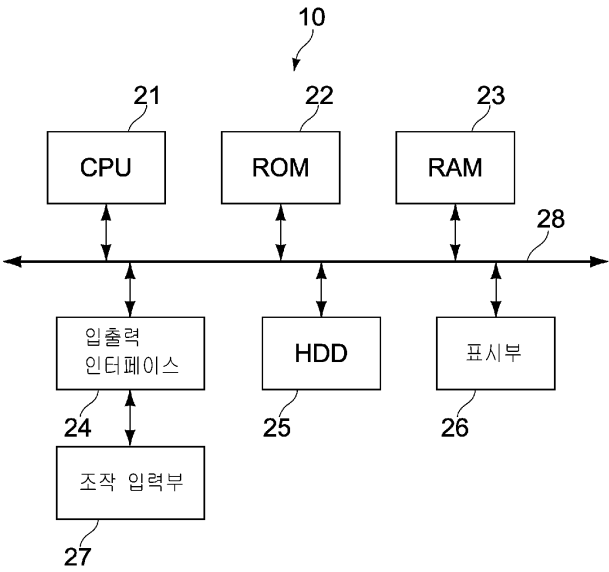
- <90> 53, 91 : 박막
- <91> 55 : 홀
- <92> 60 : 차분(差分) 화상
- <93> 65 : Blob 추출 화상
- <94> 71 : 제 1 분할 영역
- <95> 72 : 제 2 분할 영역
- <96> 81 : 깨짐
- <97> 82 : 이물질
- <98> 84 : 노이즈
- <99> 90 : 전자 빔 조사 플레이트
- <100> 92 : 플레이트
- <101> 95 : 윈도우 홀
- <102> 100 : 결함 검출 장치

도면

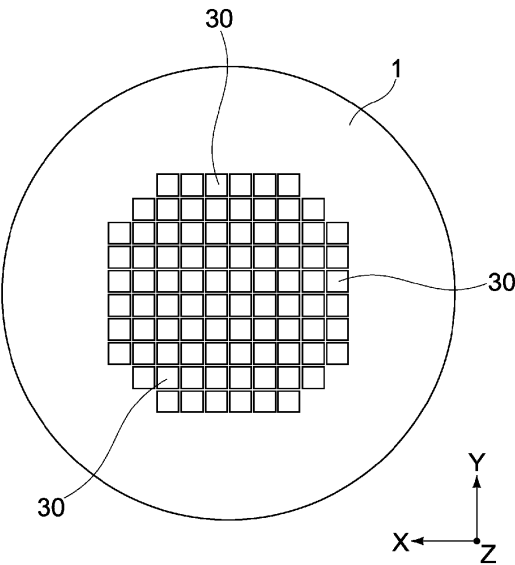
도면1



도면2

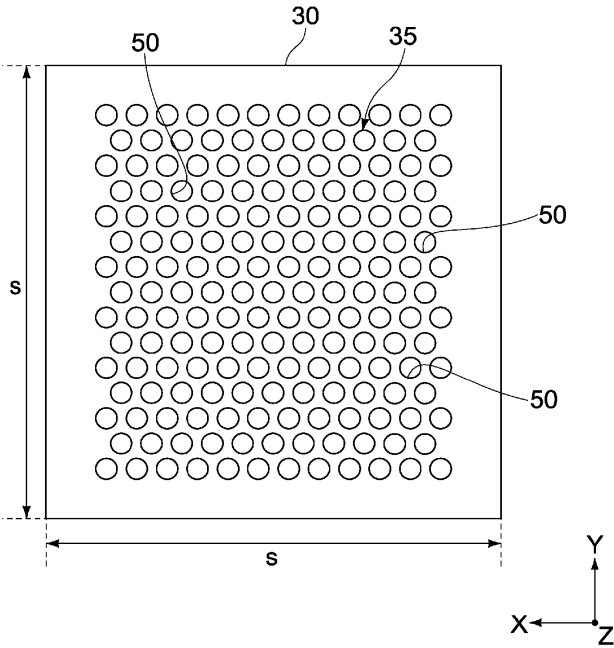


도면3

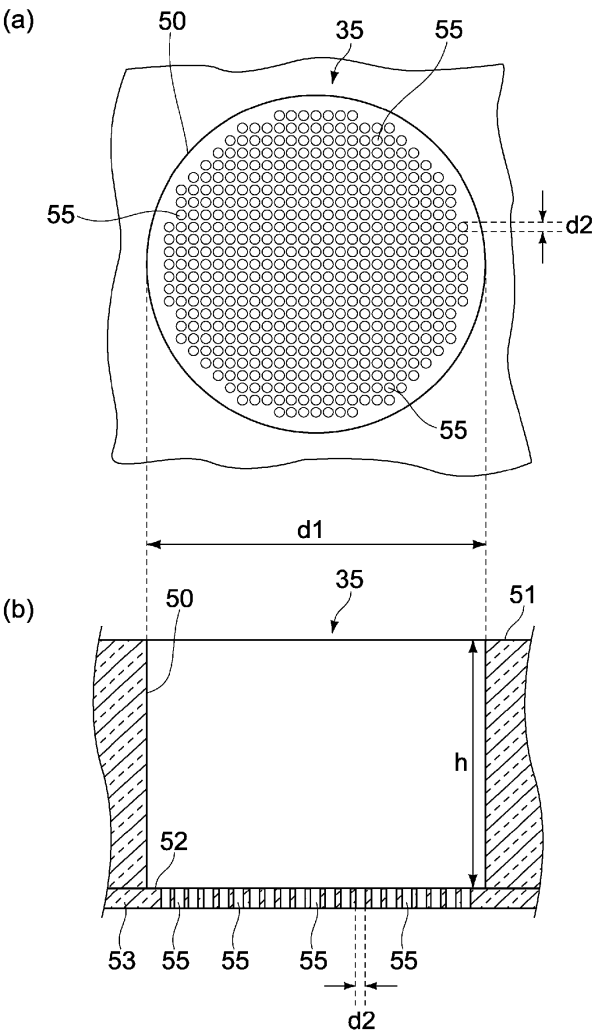




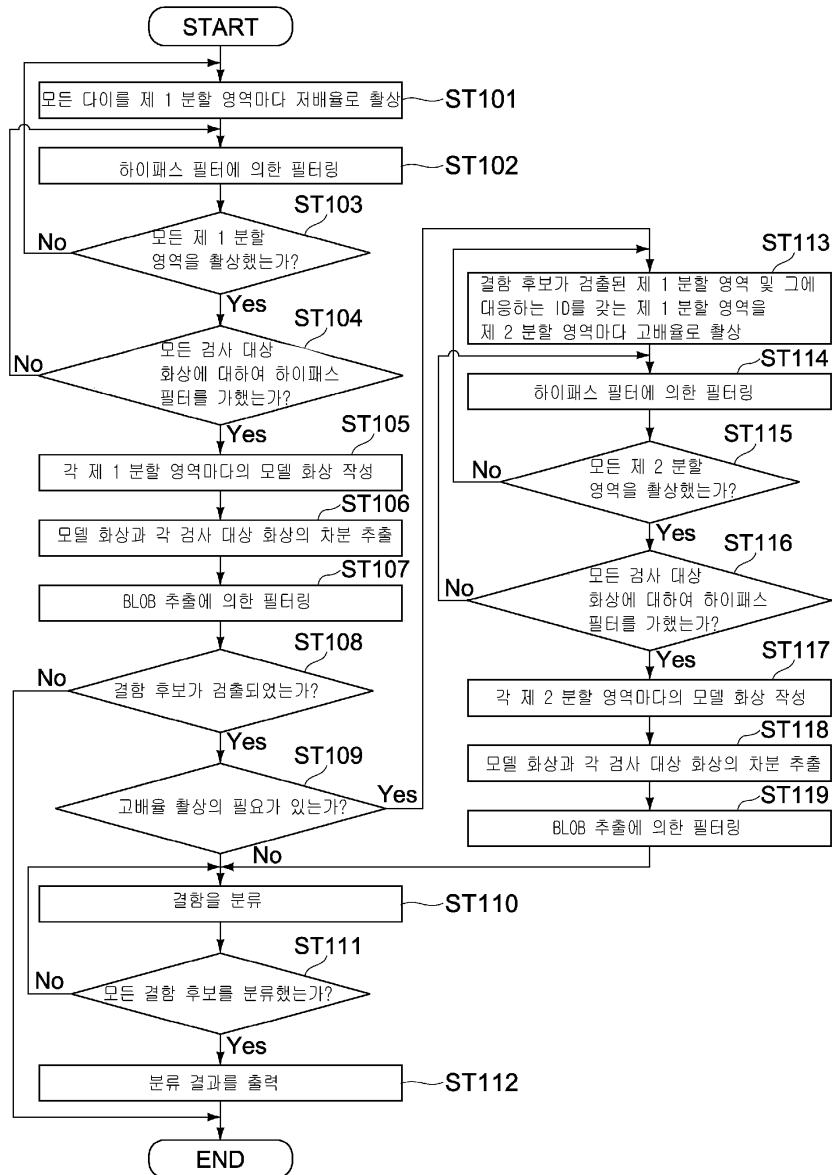
도면4



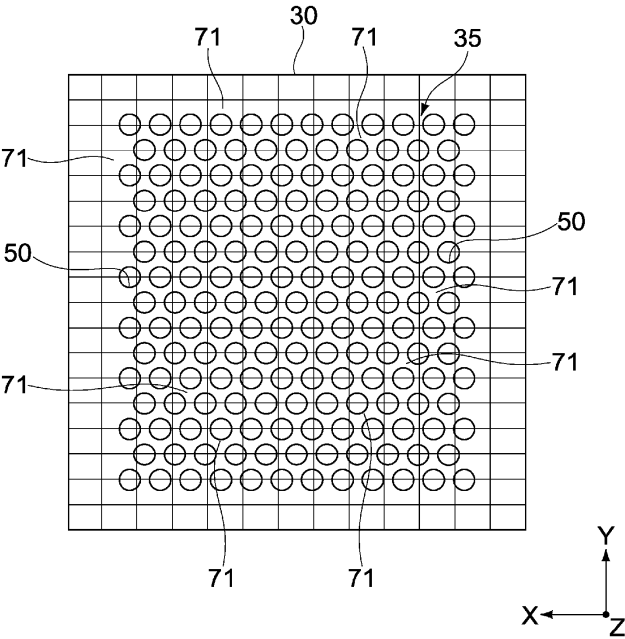
도면5



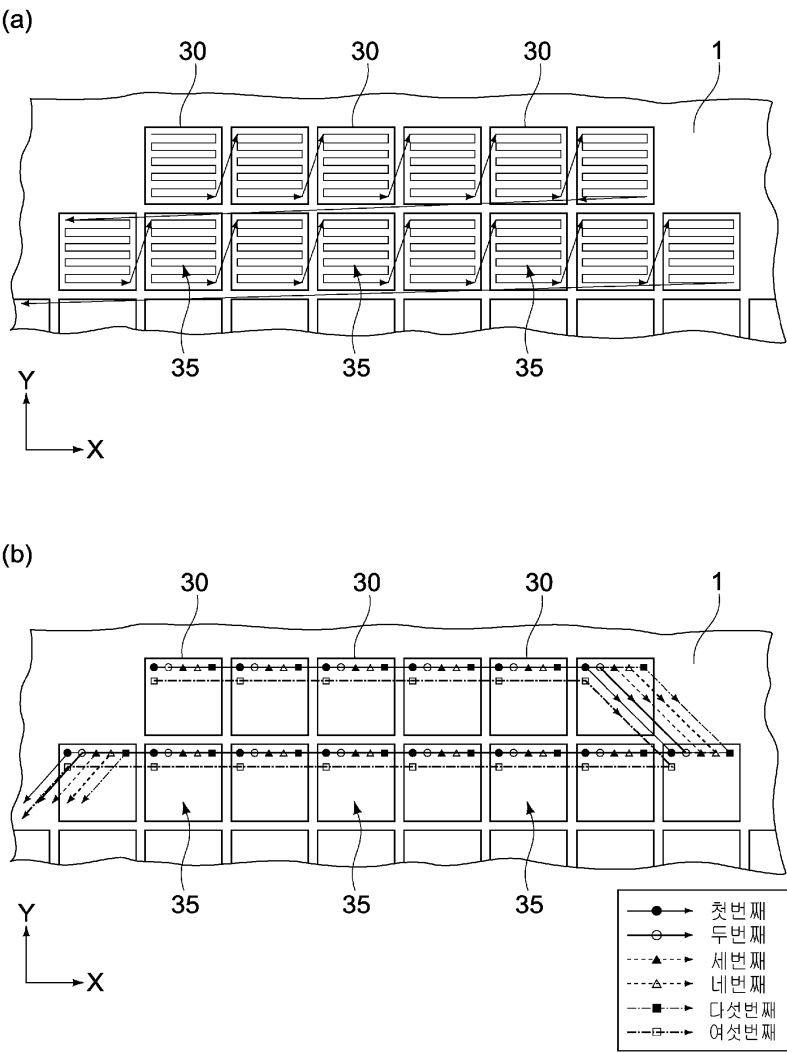
도면6



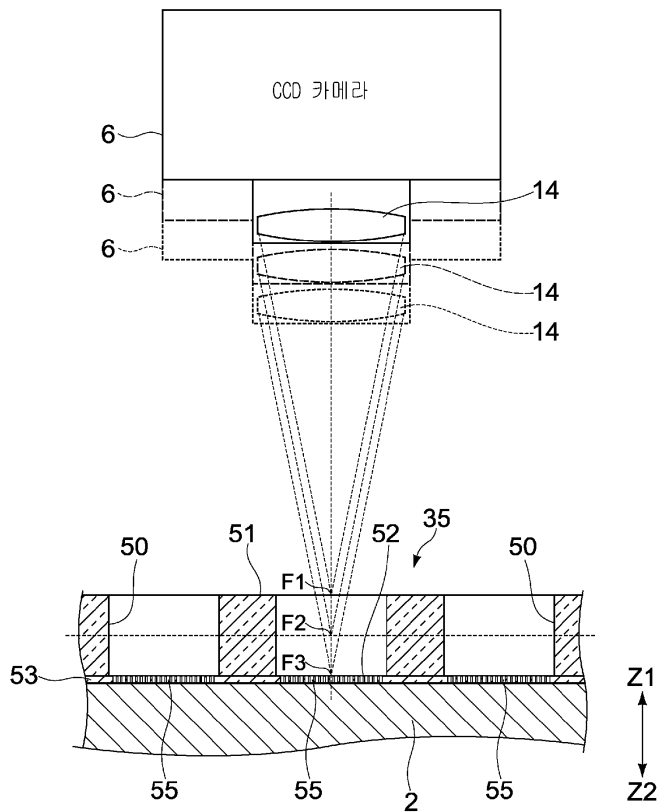
도면7



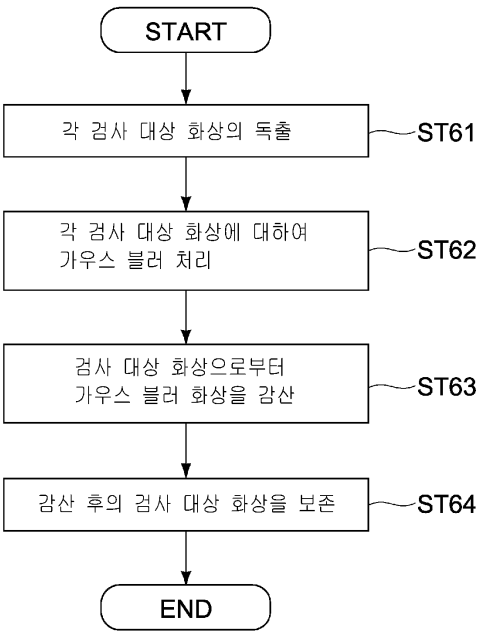
도면8



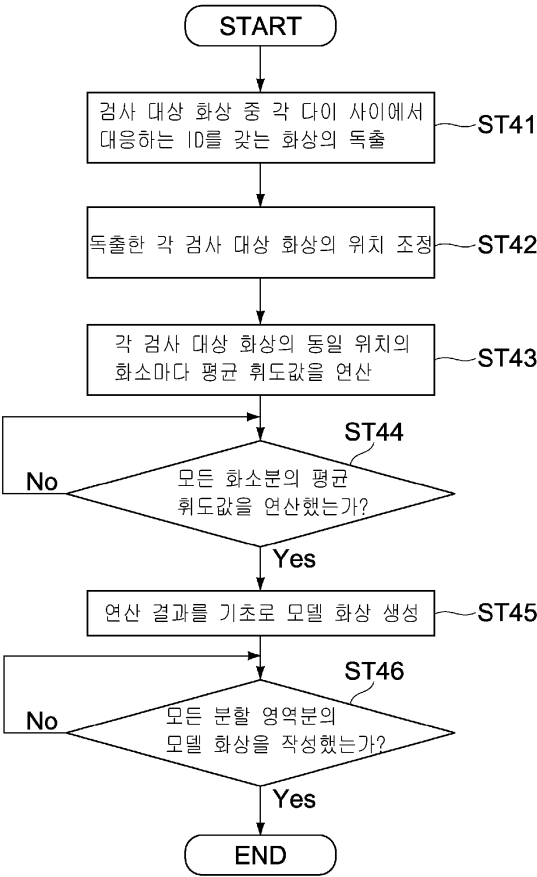
도면9



도면10

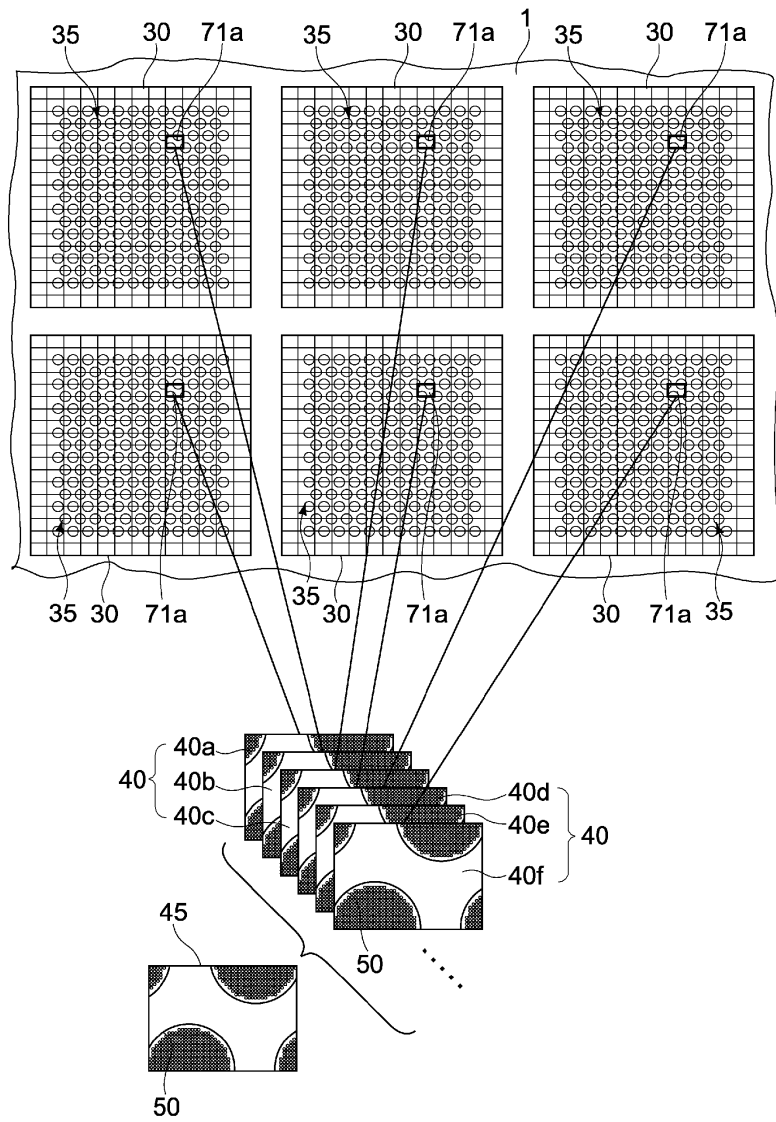


도면11

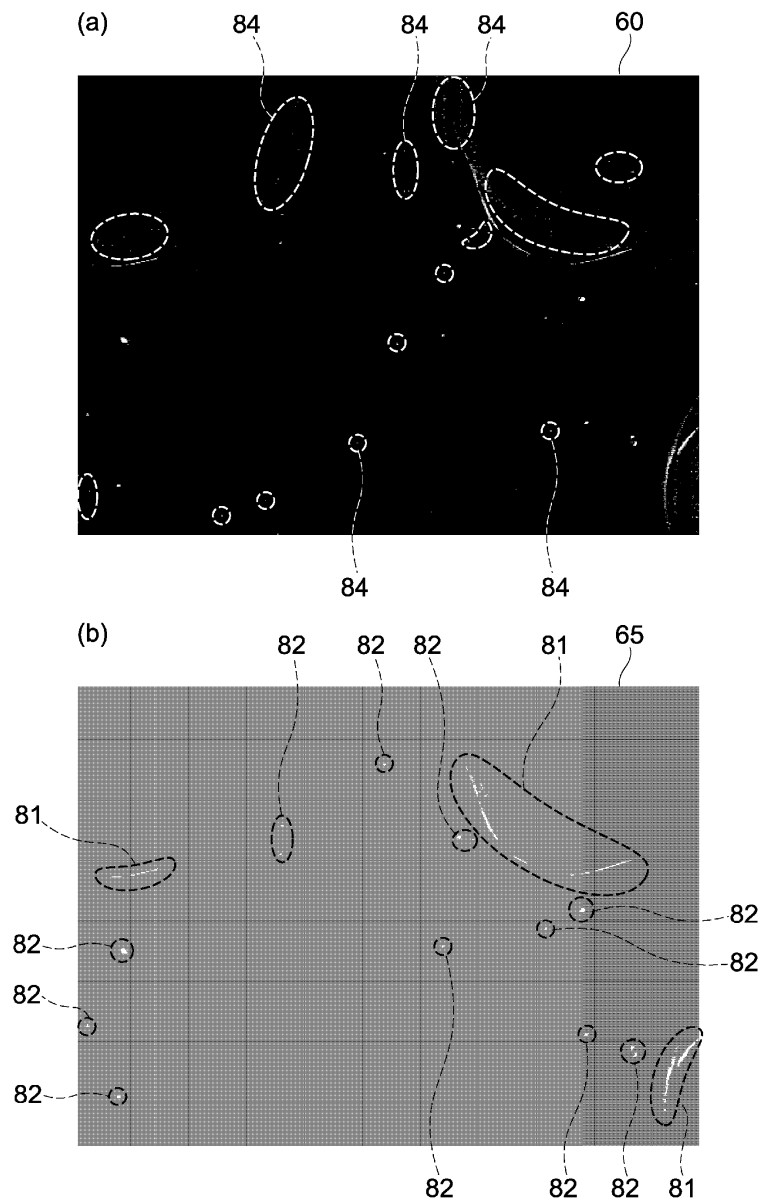




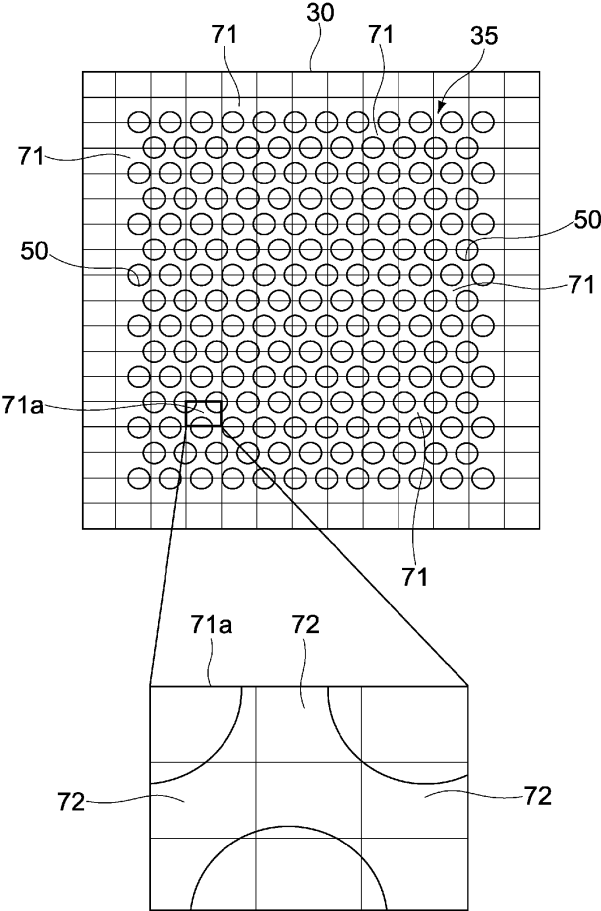
도면12



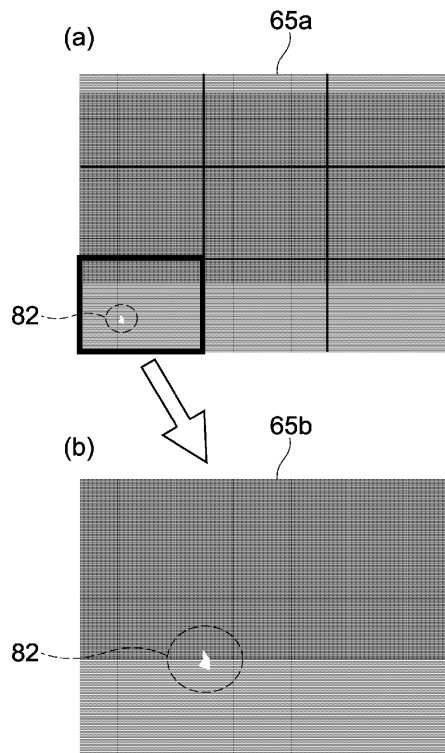
도면13



도면14



도면15



도면16

