(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0142686
(43) 공개일자 2023년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H01L 21/66* (2006.01) *G06F 18/00* (2023.01)
*G06V 10/75* (2022.01)
(52) CPC특허분류
*H01L 22/12* (2013.01)
*G06F 18/00* (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0130942(분할)
(22) 출원일자 2023년09월27일
심사청구일자 2023년09월27일
(62) 원출원 특허 10-2021-0048890
원출원일자 2021년04월15일
심사청구일자 2021년04월15일

(71) 출원인
**(주)넥스틴**
경기도 화성시 동탄면 동탄산단9길 23-12,7층 (에이피시스템 동탄 제2사업장)
(72) 발명자
**박태훈**
경기도 용인시 수지구 수지로342번길 18, 111동 902호(풍덕천동, 현대아파트)
**정준희**
경기도 화성시 동탄문화센터로 39-1, 316동 203호 (동탄시범다은마을 포스코더샵)
*(뒷면에 계속)*
(74) 대리인
**특허법인 플러스**

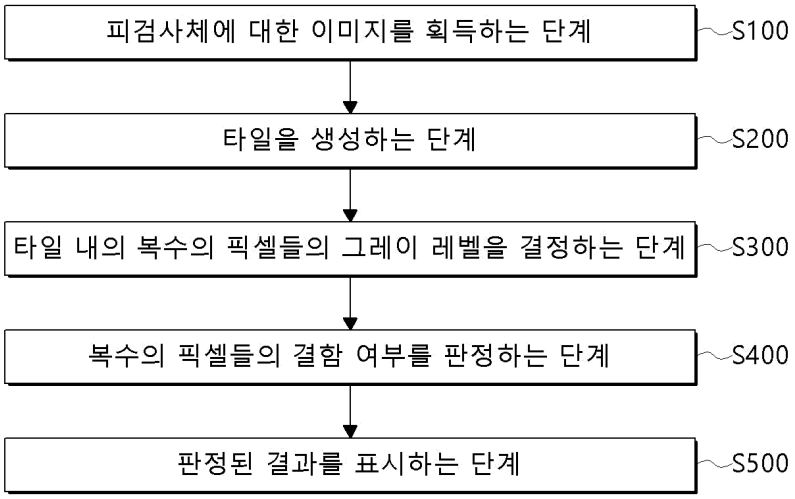
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **셀-대-셀 비교 방법**

## (57) 요 약

본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법은, 2차원 벡터로 표현할 수 있는 단위 셀이 주기적으로 배열되는 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위한 셀-대-셀 비교 방법에 있어서, 상기 단위 셀의 어레이를 포함하는 상기 피검사체에 대한 이미지를 획득하는 단계; 상기 이미지에서 상기 어레이 내의 복수의 단위 셀의 동일한 위치에 해당하는 픽셀들의 집합인 타일을 생성하는 단계; 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 기반하여 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계를 포함한다.

*대 표 도* - 도2



(52) CPC특허분류
*G06V 10/751* (2023.08)
*G06T 2207/30148* (2013.01)
(72) 발명자
**램 시갈**
33-비 아하론 박서, 네스 지오나,740573, 이스라엘
**에후드 가베**
피.오. 48 탈므 야훼, 7912000, 이스라엘
**엘라 멘델슨**
4 하팔데심 길. 네스 지오나, 7400431, 이스라엘
**이얄 사무르**
16/26 엘리 코헨 길. 라나나, 4331516, 이스라엘

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

단위 셀이 주기적으로 반복되어 2차원으로 배열되는 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위한 셀-대-셀 비교 방법에 있어서,

상기 단위 셀의 어레이를 포함하는 상기 피검사체에 대한 이미지를 획득하는 단계;

상기 획득된 이미지로부터 픽셀들의 집합인 별도의 타일을 생성하는 단계로서,

상기 타일은 복수의 단위 셀 각각에서 단위 셀 상의 동일한 위치에 해당하는 픽셀이 추출되어 형성되는, 타일을 생성하는 단계;

상기 타일 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 결정하는 단계; 및

상기 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 기반하여 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계를 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨이 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 상기 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균에서 벗어난(분산된) 정도를 지정된 임계치와 비교함으로써 상기 결함 여부를 판정하는, 셀-대-셀 비교 방법.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨, 및 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 상기 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균과 표준편차를 이용하는, 셀-대-셀 비교 방법.

### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 상기 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균 및 표준편차를 구하는 단계를 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨과 상기 평균과의 차의 절대값을 계산하는 단계를 더 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는,

상기 절대값을 상기 표준편차로 나누는 단계를 더 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

**청구항 7**

청구항 5에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는,

상기 절대값을 상기 표준편차로 나눈 값과 지정된 임계치와 비교하는 단계를 더 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

**청구항 8**

청구항 1에 있어서,

상기 판정된 상기 복수의 픽셀들의 결함 결과를 표시하는 단계를 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

**청구항 9**

청구항 1에 있어서,

상기 타일 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 결정하는 단계에서,

상기 결정된 그레이 레벨은 노이즈를 포함하는, 셀-대-셀 비교 방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 셀-대-셀 비교 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 단위 셀이 주기적으로 반복되어 2차원으로 배열되는 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위한 셀-대-셀 비교 방법에 있어서, 벡터로 표현할 수 있는 단위 셀이 주기적으로 배열된 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위한 방법에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 일반적으로 반도체 장치는 반도체 기판 상에 전기적 특성을 갖는 미세 패턴을 형성하기 위한 막 형성, 식각, 금속 배선 등의 단위 공정을 반복적으로 수행함으로써 제조된다.

[0003] 이러한 반도체 장치는 고집적화 되고 공정은 고속화됨에 따라 제조 단계에서 결함에 대한 검사도 철저하게 이루어지고 있다. 미세 패턴의 부분적인 결함은 반도체 장치의 불량과 직결되기 때문이다.

[0004] 반도체 장치의 결함은, 웨이퍼 내의 그레이 레벨(gray level)을 작성한 후 불량 검출 대상 영역의 그레이 레벨과 상기 불량 검출 대상 영역의 인접한 동등 영역의 그레이 레벨을 비교함으로써 그 차이에 의해 검출된다. 즉, 결함 검사는 두 영역의 그레이 레벨의 비교를 통해 이루어진다.

[0005] 이러한 비교를 통한 결함 검사 방법의 경우에, 결함 검출 시 반도체 수율에 영향을 미치지 않는 패턴 변색이나 패턴 빛남 등의 노이즈(noise)도 함께 검출되는 문제가 있다. 결과적으로 결함에 따른 그레이 레벨과 노이즈에 의한 그레이 레벨을 구분하는 신호 대 잡음비(SNR)를 계산하기 위해 불량 검출 대상 영역에서 노이즈를 추정하는 작업이 필요하다.

[0006] 하지만, 노이즈 추정이 정확하지 않을 수 있어서 결함 검출 결과의 신뢰성에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. 따라서 비교를 통한 반도체 장치의 결함 검사에서 보다 신뢰성 있는 비교 방법의 개발이 요구된다.

## *발명의 내용*

### *해결하려는 과제*

[0007] 본 발명은 단위 셀이 주기적으로 배열된 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위해 검사 대상 단위 셀의 검사 영역을 복수의 단위 셀의 동일한 위치의 대응 영역들과 서로 비교하는 셀-대-셀 비교 방법을 제공한다.

## 과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법은, 2차원 벡터로 표현할 수 있는 단위 셀이 주기적으로 배열되는 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위한 셀-대-셀 비교 방법에 있어서, 상기 단위 셀의 어레이를 포함하는 상기 피검사체에 대한 이미지를 획득하는 단계; 상기 이미지에서 상기 어레이 내의 복수의 단위 셀의 동일한 위치에 해당하는 픽셀들의 집합인 타일을 생성하는 단계; 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 기반하여 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨이 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 상기 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균에서 벗어난(분산된) 정도를 지정된 임계치와 비교함으로써 상기 결함 여부를 판정한다.

[0010] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨, 및 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 상기 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균과 표준편차를 이용한다.

[0011] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 상기 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균 및 표준편차를 구하는 단계를 포함한다.

[0012] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨과 상기 평균과의 차의 절대값을 계산하는 단계를 더 포함한다.

[0013] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는, 상기 절대값을 상기 표준편차로 나누는 단계를 더 포함한다.

[0014] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계는, 상기 절대값을 상기 표준편차로 나눈 값과 지정된 임계치와 비교하는 단계를 더 포함한다.

[0015] 또한, 상기 판정된 상기 복수의 픽셀들의 결함 결과를 표시하는 단계를 더 포함한다.

[0016] 또한, 상기 타일 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 결정하는 단계에서, 상기 결정된 그레이 레벨은 노이즈를 포함한다.

## 발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 셀-대-셀 비교 방법은, 검사 대상 단위 셀의 검사 영역을 복수의 단위 셀의 동일한 위치의 대응 영역들과 일대다수의 대응으로 비교함으로써 피검사체의 결함 검사의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명에 따른 셀-대-셀 비교 방법은, 검사 대상 단위 셀의 검사 영역을 복수의 단위 셀의 동일한 위치의 대응 영역들의 통계적인 수치와 비교함으로써 피검사체의 결함을 판정하는데 노이즈를 추정하는 추가 작업이 생략된다.

[0019] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법을 통한 결함 검사 대상인 피검사체의 일 예시이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법의 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법에서 타일을 생성하는 원리를 설명하는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법에서 결함을 판정하는 방법에 대한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법을 수행하는 결함 검출 시스템의 개략적인 구성도이다.

## *발명을 실시하기 위한 구체적인 내용*

[0021] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 본 명세서 사용되는 용어들은 본 발명의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 이러한 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 하여 내려져야 할 것이다.

[0023] 아울러, 아래에 개시된 실시 예는 본 발명의 권리범위를 한정하는 것이 아니라 본 발명의 청구범위에 제시된 구성요소의 예시적인 사항에 불과하며, 본 발명의 명세서 전반에 걸친 기술사상에 포함되고 청구범위의 구성요소에서 균등물로서 치환 가능한 구성요소를 포함하는 실시 예는 본 발명의 권리범위에 포함될 수 있다.

[0024] 그리고 아래에 개시된 실시 예에서의 “제1”, “제2”, “일면”, “타면” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로서, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법을 통한 결함 검사 대상인 피검사체의 일 예시이다.

[0026] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법을 통한 결함 검사 대상인 피검사체(100)는 2차원 벡터(120)로 표현할 수 있는 단위 셀(110)이 주기적으로 배열되는 구조를 가진다. 도시된 바와 같이 피검사체(100)는 동일한 미세 패턴이 새겨진 단위 셀(110)들이 웨이퍼 상에 매트릭스 형태로 배열되는 구조를 가질 수 있다. 이러한 피검사체(100)의 예로는 반도체 웨이퍼, 이미지 센서 또는 디스플레이 패널이 있다.

[0027] 피검사체(100)는 주로 반도체 장치이며, 제조 공정 중 또는 출고 전에 결함 여부에 대해 검사된다. 피검사체(100)는 기판 또는 웨이퍼 상에 도핑(doping), 열적 산화, 증착, 식각, 노광 등의 다양한 공정을 통해 형성된 미세 패턴을 포함한다. 피검사체(100)는 동일한 미세 패턴이 반복적으로 배열되는 특징을 가지고 있어 동일한 미세 패턴을 하나의 단위로 묶은 단위 셀과 이웃하는 단위 셀을 서로 비교함으로써 피검사체(100) 내의 미세 패턴의 이상 유무 내지 결함을 검출하게 된다. 본 발명에서는 피검사체 내의 미세 패턴의 이상 유무 및 결함을 검출하는데 피검사체(100) 내의 하나의 단위 셀과 하나의 단위 셀을 제외한 피검사체(100) 내의 다른 여러 단위 셀들을 비교하게 된다.

[0028] 도시된 바와 같이 피검사체(100)는 동일한 미세 패턴을 가지는 단위 셀(110)들을 포함하며, 단위 셀(110)들은 평면 상에 주기적으로 배열된다. 단위 셀(110)은 일축 및 상기 일축에 대해 수직인 이축에 대한 위치 값을 가지는 2차원 벡터로 표현된다. 상기 일축과 상기 이축은 동일 평면 상에 놓인다.

[0029] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법의 순서도이다. 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법에서 타일을 생성하는 원리를 설명하는 도면이다.

[0030] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법은, 2차원 벡터로 표현되는 단위 셀이 주기적으로 배열된 피검사체에 대한 결함을 검사하기 위한 것이며, 피검사체에 대한 이미지를 획득하는 단계(S100), 타일을 생성하는 단계(S200), 타일 내의 복수의 픽셀들의 그레이 레벨을 결정하는 단계(S300), 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계(S400) 및 판정된 결과를 표시하는 단계(S500)를 포함한다.

[0031] 본 발명은 반도체 장치 제조 장비에서 공정에 따라 웨이퍼를 진행시키면서 결함 검사 시스템의 카메라로 웨이퍼를 촬영하고, 촬영 결과의 처리나 본 발명의 단계들이 자동으로 상기 결함 검사 시스템에 구비되는 이미지 처리를 위한 하드웨어 또는 내장 프로그램을 실행하는 프로세서를 통해 이루어진다. 또한, 본 발명의 각 단계에서 얻어진 결과들은 자동 저장되고 다음 단계를 위해 이용된다. 이하의 상세한 설명에서도 별도로 언급하지 않아도 이런 사항을 고려하여 설명을 이해할 필요가 있다.

[0032] 단계 S100에서, 피검사체(100)에 대한 이미지가 획득된다. 일 실시 예에서, 피검사체(100)에 대한 이미지는 후술할 결함 검사 시스템의 이미징 장치를 통해 획득된다. 단계 S100에서 획득되는 피검사체에 대한 이미지는, 도 3에 도시된 바와 같이 외부로 표출되는 실제의 이미지일 수도 있지만 이미지를 이루는 기본 단위인 픽셀들이 2차원 상의 행렬을 이룬다고 볼 때 각 픽셀들의 위치 정보와 그 픽셀에서의 밝기 정보를 포함하는 이미지 데이터들의 집합일 수 있다.

[0033] 도 3을 참조하면, 피검사체(100)에 대한 이미지는, 2차원 벡터(120)로 표현할 수 있는 단위 셀(110)이 주기적으로 배열되는 구조, 즉, 단위 셀의 어레이를 포함하는 피검사체를 반영하며, 피검사체 내의 결함 또한 반영한다.

[0034] 단계 S200에서, 단계 S100에서 획득된 이미지에서 단위 셀의 어레이 내의 복수의 단위 셀의 동일한 위치에 해당하는 픽셀들의 집합인 타일(tile)이 생성된다. 즉, 타일을 생성한다는 것은, 결함 검출을 위해 단위 셀들을 서로 비교하기 위해 각 단위 셀의 2차원 벡터의 동일 좌표 지점에 해당하는 픽셀들을 한 묶음으로 형성하는 분류 작업이다.

[0035] 여기서, 피검사체에 대한 이미지에 포함되는 각 단위 셀의 2차원 벡터의 동일 좌표 지점에 해당하는 픽셀들 각각은 타일을 이루는 요소이며, 동시에 셀-대-셀 비교의 기본 단위이다.

[0036] 단계 S200에서 생성된 타일의 수는, 일 실시 예에서, 하나의 단위 셀의 이미지를 이루는 픽셀 수와 동일하다. 다만, 필요에 따라 타일의 수는 하나의 단위 셀의 이미지를 이루는 픽셀 수를 초과하거나 미달될 수 있다.

[0037] 도 3을 참조하면, 피검사체에 대한 이미지에서 복수의 단위 셀의 2차원 벡터의 동일 좌표 지점에 해당하는 픽셀들의 묶음인 타일(130)이 확대되어 도시된다. 도시된 실시 예에서, 하나의 타일(130)은 20 개의 단위 셀에서 각각 분리된 20 개의 픽셀을 포함한다.

[0038] 단계 S300에서, 단계 S200에서 생성된 타일(130) 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨이 결정된다. 즉, 타일(130) 내의 복수의 픽셀들은 피검사체에 대한 이미지의 위치 정보와 밝기 정보를 가지며, 상기 밝기 정보에 의해 그레이 레벨이 결정된다.

[0039] 이 때, 피검사체의 해당 위치에서 반사 또는 산란된 광 세기가 전류로 전환된 아날로그 이미지 신호로 나타나고, 다시 ADC에 의해 아날로그 이미지 신호는 디지털 이미지 신호로 변환되어 복수의 픽셀들이 가지는 밝기 정보인 그레이 레벨이 형성된다.

[0040] 또한, 단위 셀의 2차원 벡터의 크기는 반드시 픽셀의 정수 배는 아니므로 타일 내의 복수의 픽셀의 그레이 레벨을 결정할 때 그레이 레벨은 인접한 픽셀의 보간에 의해 계산될 수 있다.

[0041] 하나의 타일(130) 내에 포함된 복수의 픽셀들은 모두 피검사체 내의 단위 셀의 동일 위치의 동일한 이미지 정보를 포함하는 것으로 예상된다. 따라서 하나의 타일(130) 내에 포함된 복수의 픽셀들의 그레이 레벨은 동등할 것이 예상된다. 하지만, 하나의 타일(130) 내에 포함된 복수의 픽셀들의 그레이 레벨 각각은, 피검사체의 해당 위치에서의 표면 형상에 의해서만 결정되는 것이 아니라 피검사체에 생긴 결함, 촬영 당시의 노출 광량의 차이, 전기적 신호로 전환되면서 발생하는 노이즈, 반도체 수율과 무관한 변색 또는 그레인에 의한 노이즈에 의해 서로 다른 값을 가진다.

[0042] 단계 S400에서, 단계 S300에서 결정된 타일 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 기반하여 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부가 판정된다.

[0043] 결함 영역에 해당하는 픽셀의 그레이 레벨은 타일 내의 다른 픽셀들의 그레이 레벨과 비교하면 현저한 차이가 있을 것이다. 이를 토대로 단계 S400은 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨이 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균에서 분산된 정도를 지정된 임계치와 비교함으로써 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 결함 여부를 판정한다.

[0044] 보다 상세하게, 단계 S400에서 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨, 및 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균과 표준 편차가 이용된다. 이로써, 하나의 단위 셀의 결함 여부를 판정하는데 하나의 단위 셀과 상기 하나의 단위 셀과 동일한 표면 형상을 가진 복수의 단위 셀들이 서로 비교될 수 있어서, 결함 검출의 신뢰도가 향상된다. 또한, 하나의 단위 셀의 결함 여부를 판정하는데 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 표준 편차를 이용함으로써 노이즈가 반영된 그레이 레벨의 증가를 제거하기 위한 노이즈를 추정하는 작업이 생략될 수 있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법에서 결함을 판정하는 방법에 대한 순서도이다.

[0046] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법에서 타일 내의 복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계(S400)는, 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균 및 표준 편차를 구하는 단계(S410), 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨과 평균과의 차의 절대값을 계산하는 단계(S420), 계산된 절대값을 표준 편차로 나누는 단계(S430) 및 절대값을 표준 편차로 나눈 값과 지정된 임계치와 비교하는 단계(S440)를 포함한다.

[0047] 단계 S410에서, 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균 및 표준 편차가 구해진다.

[0048] 단계 S420에서, 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨에서 단계 S420에서 구한 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균을 뺀 값의 절대값이 계산된다. 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 밝기 정도가 동일한 타일 내의 다른 복수의 픽셀들의 밝기 정도에 비해 현저히 크거나 낮으면 결함이 있을 것으로 예상되기 때문이다.

[0049] 단계 S430에서, 단계 S420에서 계산된 절대값이 단계 S410에서 구한 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 표준 편차로 나누어진다. 즉, 타일 내의 복수의 픽셀들 중에서 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 표준 편차에 대한 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨이 평균 그레이 레벨에서 벗어난 정도의 비율이 얻어진다.

[0050] 단계 S440에서, 단계 S430에서 상기 절대값을 상기 표준 편차로 나눈 값이 지정된 임계치와 비교된다. 상기 절대값을 상기 표준 편차로 나눈 값이 지정된 임계치 이상이면 현재 검출 여부 판정 대상 픽셀에 해당하는 피검사체의 영역은 결함으로 판정되고, 상기 절대값을 상기 표준 편차로 나눈 값이 지정된 임계치 미만이면 현재 검출 여부 판정 대상 픽셀에 해당하는 피검사체의 영역은 정상으로 판정된다. 즉, 단계 S440의 비교를 통해 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨이 평균 그레이 레벨에서 벗어난 정도가 큰 경우에는 결함으로 판정되고 크지 않은 경우에는 정상으로 판정된다.

[0051] 지정된 임계치는 단계 S400이 실행되기 전에 소정의 값으로 기 지정되어 저장 매체에 저장되었다가 결함 판정에 이용될 수 있다. 또한 지정된 임계치는 타일에 따라 다른 값으로 지정될 수 있다.

[0052] 단계 S500에서, 단계 S400에서 판정된 복수의 픽셀들의 결함 여부에 대한 결과가 표시된다. 본 단계를 통해 작업자는 피검사체의 결함 여부 및 결함 위치를 파악할 수 있다.

[0053] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법을 수행하는 결함 검출 시스템의 개략적인 구성도이다.

[0054] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법을 수행하는 결함 검출 시스템은 이미징 장치, 이미지 처리 장치 및 표시 장치를 포함한다. 결함 검출 시스템은 2차원 벡터로 표현되는 단위 셀이 주기적으로 배열된 피검사체(101)의 결함 여부 및 결함 위치를 검출하고 결함 결과를 표시한다.

[0055] 이미징 장치는 광원(210), 스테이지(220) 및 카메라(230)를 포함하고, 광원(210)에서 방출된 광이 스테이지(220)의 동작에 따라 이동하는 피검사체(101)의 일부 영역에 조사되고, 피검사체에서 반사 또는 산란된 광을 카메라(230)에 의해 수집하고 초점 면에서 감지함으로써 피검사체에 대한 이미지를 획득한다. 즉 이미징 장치는, 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법의 단계 S100을 수행한다.

[0056] 이미지 처리 장치는 ADC(310), 데이터 처리 모듈(320), 판단 모듈(330) 및 저장 매체(340)을 포함한다. ADC(310)는 카메라(230)에 의해 피검사체의 해당 위치에서 반사 또는 산란된 광 세기가 전류로 전환된 아날로그 이미지 신호를 디지털 이미지 신호로 변환한다.

[0057] 데이터 처리 모듈(320)은 디지털 이미지 신호를 수신하고, 디지털 이지지 신호를 이용하여 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법의 단계 S200 내지 단계 S400의 일부를 수행한다.

[0058] 데이터 처리 모듈(320)은 이미징 장치가 획득된 이미지에서 단위 셀의 어레이 내의 복수의 단위 셀의 동일한 위치에 해당하는 픽셀들의 집합인 타일(tile)을 생성한다. 이때, 데이터 처리 모듈(320)은 이후에 복수의 타일 별로 병렬적으로 디지털 이미지 신호를 처리할 수 있다.

[0059] 데이터 처리 모듈(320)은 생성된 타일(130) 내의 복수의 픽셀들 각각의 그레이 레벨을 결정한다. 즉, 타일(130) 내의 복수의 픽셀들은 피검사체에 대한 이미지의 위치 정보와 밝기 정보를 가지며, 상기 밝기 정보에 의해 그레이 레벨이 결정된다. 단위 셀의 2차원 벡터의 크기는 반드시 픽셀의 정수 배는 아니므로 데이터 처리 모듈(320)이 타일 내의 복수의 픽셀의 그레이 레벨을 결정할 때 인접한 픽셀의 그레이 레벨의 보간에 의해 계산될 수 있다.

[0060] 또한, 데이터 처리 모듈(320)은 타일 내의 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균 및 표준 편차를 구하고, 현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨과 상기 평균과의 차의 절대값을 계산하고, 계산된 절대값을 표준 편차로 나누는 연산을 수행할 수 있다. 즉, 데이터 처리 모듈(320)은 본 발명의 일 실시 예에 따른 셀-대-셀 비교 방법의 단계 S410 내지 단계 S430을 자동으로 수행한다.

[0061] 또한, 데이터 처리 모듈(320)은 이미지 처리 과정에서 발생하는 데이터들을 저장 매체(340)에 송신하고, 상기 계산된 절대값을 상기 표준편차로 나눈 값을 판단 모듈(330)에 송신한다.

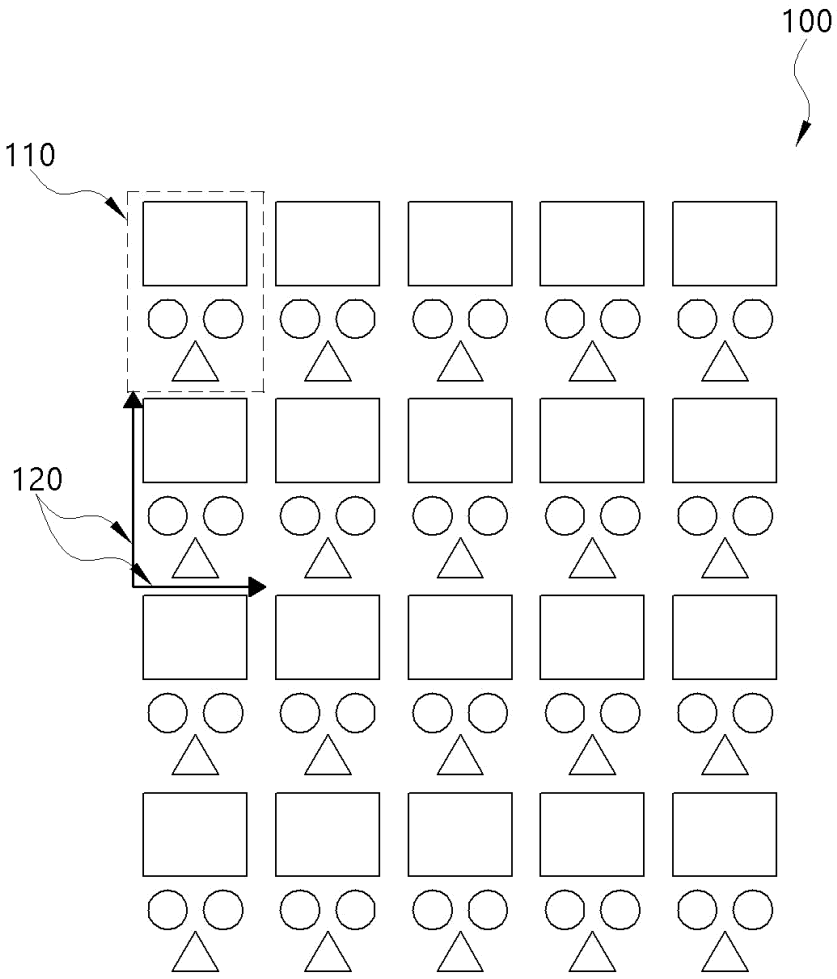
[0062] 판단 모듈(330)은 데이터 처리 모듈(320)로부터 수신한 값과 저장 매체(340)에 기 저장된 지정된 임계치를 비교하여 피검사체의 결함 여부 및 결함 위치를 판단할 수 있다. 즉, 판단 모듈(330)은 데이터 처리 모듈(320)로부터 수신한 값이 지정된 임계치 이상이면 현재 검출 여부 판정 대상 픽셀에 해당하는 피검사체의 영역은 결함으로 판정하고, 데이터 처리 모듈(320)로부터 수신한 값이 지정된 임계치 미만이면 현재 검출 여부 판정 대상 픽셀에 해당하는 피검사체의 영역은 정상으로 판정한다.

[0063] 또한, 판단 모듈(300)은 피검사체의 복수의 픽셀들의 결함 여부에 대한 결과를 표시 장치(350)로 송신하고 표시 장치는 피검사체의 결함 여부 및 결함 위치 정보를 표시한다. 표시 장치(350)를 통해 작업자는 피검사체의 결함 여부 및 결함 위치를 파악할 수 있다.

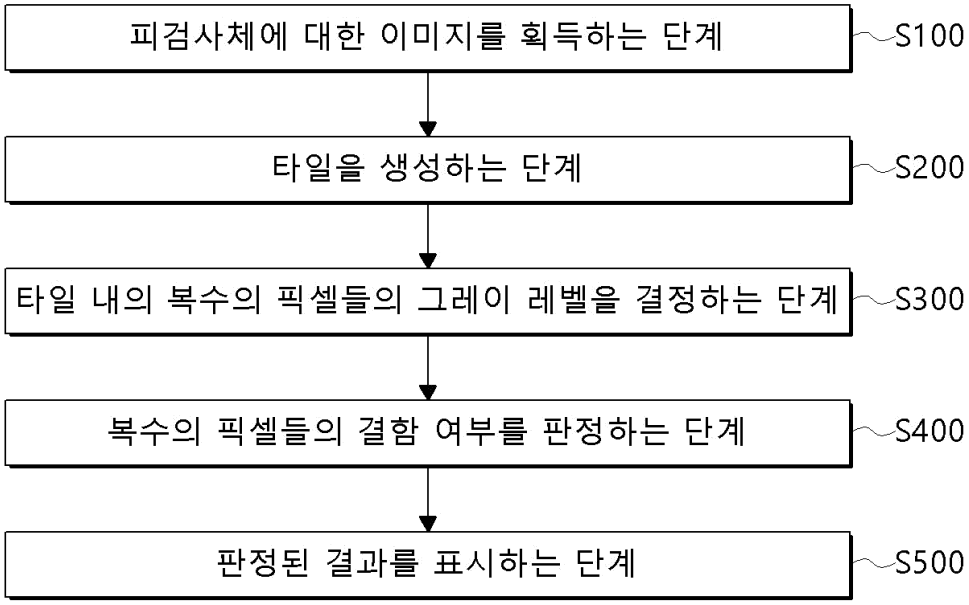
[0064] 명세서에 기재된 '…부', '모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

## 도면

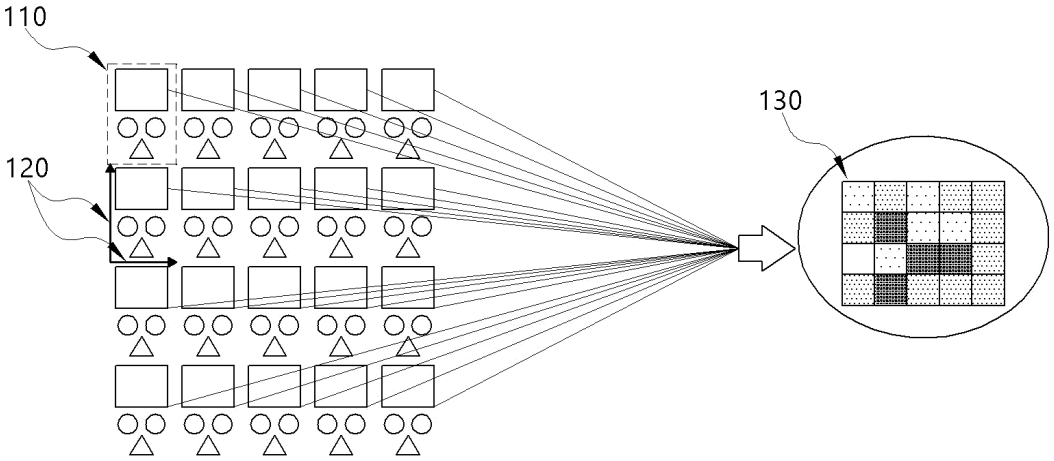
### 도면1



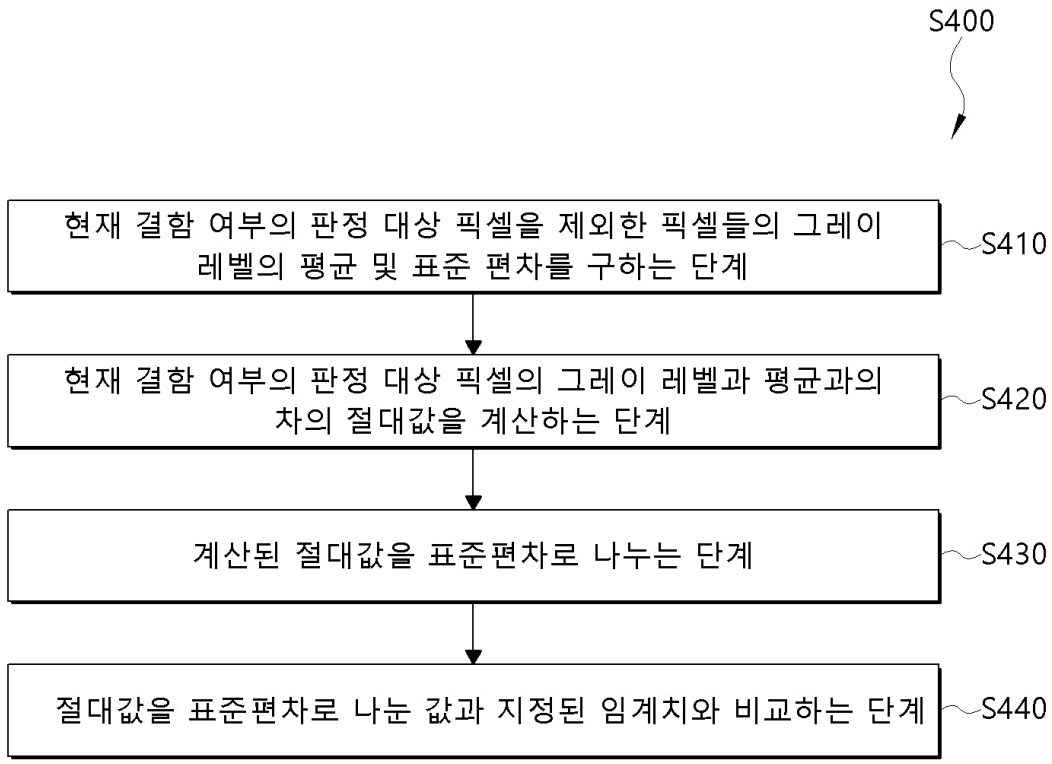
도면2


피검사체에 대한 이미지를 획득하는 단계
S100
타일을 생성하는 단계
S200
타일 내의 복수의 픽셀들의 그레이 레벨을 결정하는 단계
S300
복수의 픽셀들의 결함 여부를 판정하는 단계
S400
판정된 결과를 표시하는 단계
S500

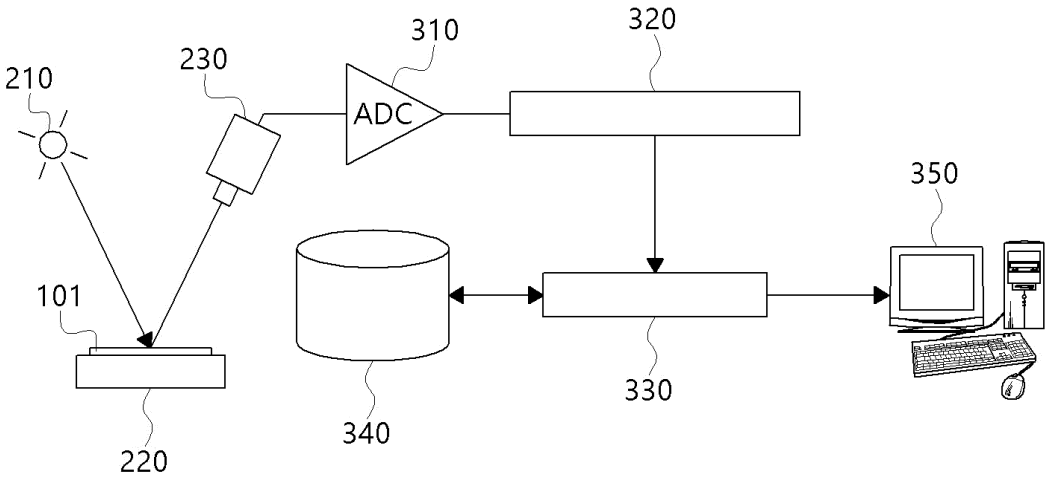
도면3


110
120
130

도면4


S400
현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀을 제외한 픽셀들의 그레이 레벨의 평균 및 표준 편차를 구하는 단계
S410
현재 결함 여부의 판정 대상 픽셀의 그레이 레벨과 평균과의 차의 절대값을 계산하는 단계
S420
계산된 절대값을 표준편차로 나누는 단계
S430
절대값을 표준편차로 나눈 값과 지정된 임계치와 비교하는 단계
S440

도면5


210
230
310
ADC
320
350
101
220
340
330