



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월22일  
(11) 등록번호 10-2013481  
(24) 등록일자 2019년08월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/66 (2006.01) G01N 23/225 (2018.01)  
G06T 7/00 (2017.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 22/12 (2013.01)  
G01N 23/2251 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7023400  
(22) 출원일자(국제) 2014년01월29일  
심사청구일자 2019년01월08일
- (85) 번역문제출일자 2015년08월27일  
(65) 공개번호 10-2015-0112019  
(43) 공개일자 2015년10월06일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/013675  
(87) 국제공개번호 WO 2014/120828  
국제공개일자 2014년08월07일
- (30) 우선권주장  
61/757,807 2013년01월29일 미국(US)  
14/062,761 2013년10월24일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2003126071 A  
US09483819 B2  
US20130002849 A1
- (73) 특허권자  
케이엘에이 코퍼레이션  
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크  
놀로지 드라이브
- (72) 발명자  
첸 아담 치엔 후이  
미국 캘리포니아주 95120 산 호세 메달리언 드라이브 1387  
굽타 아자이  
미국 캘리포니아주 95134 산 호세 엘란 빌리지 레인 #207 335  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 18 항

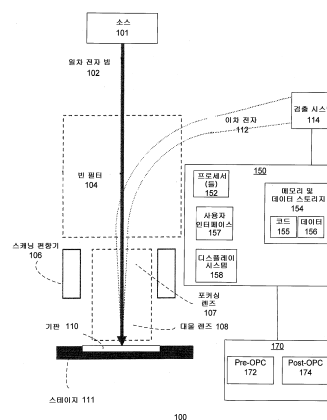
심사관 : 홍종선

(54) 발명의 명칭 패터닝된 결합들의 컨투어 기반의 어레이 검사

(57) 요약

하나의 실시예는 기판 상의 셀 어레이를 검사하는 방법에 관한 것이다. 결합이 없는 것으로 이전에 결정된 셀 이미지를 사용하여 기준 이미지가 생성된다. 기준 이미지의 컨투어를 포함하는 기준 컨투어 이미지가 또한 생성된다. 기준 컨투어 이미지는 기판 상의 셀 어레이에서의 결합을 검출하는 데 사용된다. 또다른 실시예는 기판 상의 어레이에서의 결합을 검출하는 시스템에 관한 것이다. 다른 실시예에서, 양상 및 특징이 또한 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G06T 7/001** (2013.01)

*G01N 2223/6116* (2013.01)

*G06T 2207/10061* (2013.01)

*G06T 2207/30148* (2013.01)

(72) 발명자

**하 탄**

미국 캘리포니아주 95035 밀피타스 아파트먼트 405  
에스 파크 빅토리아 드라이브 555

**왕 지안웨이**

미국 캘리포니아주 95129 산 호세 클락스퍼 레인  
1624

**양 회동**

미국 캘리포니아주 95054 산타 클라라 켈리 웨이  
1210

**마허 크리스토퍼**

미국 캘리포니아주 95008 캠프벨 론데일 에비뉴  
407

**반 리에트 마이클**

미국 캘리포니아주 94087 썬니베일 이타카 에비뉴  
890

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관 상의 셀 어레이를 검사하는 방법에 있어서,

결함이 없는 것으로 이전에 결정된 제1 셀 이미지를 얻는 단계;

상기 제1 셀 이미지의 사본들(copies)을 타일링(tiling) 및 스티칭(stitching)함으로써 어레이 이미지를 생성하는 단계;

상기 어레이 이미지 내에서 제2 셀 이미지를 정의하고 상기 제2 셀 이미지의 사본들을 타일링 및 스티칭함으로써 기준 이미지를 생성하는 단계;

상기 기준 이미지로부터 추출된 컨투어(contours)를 포함하는 기준 컨투어 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 기준 컨투어 이미지를 사용하여 상기 기관 상의 셀 어레이에서의 결함을 검출하는 단계

를 포함하는, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기관 상의 셀 어레이의 테스트 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 테스트 이미지를 상기 기준 컨투어 이미지로 정렬하는 단계

를 더 포함하는, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

셀의 복수의 중첩되는 고해상도(higher-resolution) 부분 이미지들을 획득하는 단계;

상기 셀의 저해상도(lower-resolution) 전체(full) 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 제1 셀 이미지를 얻도록 상기 부분 이미지들을 정렬 및 스티칭하는 단계

를 더 포함하는, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제2 셀 이미지로부터 셀 컨투어 이미지를 생성하는 단계; 및

상기 셀 컨투어 이미지의 사본들을 타일링함으로써 상기 기준 컨투어 이미지를 생성하는 단계

를 더 포함하는, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 셀 컨투어 이미지를 생성하는 단계는, 워터셰드(watershed) 기술을 사용하여 셀 컨투어를 추출하는 단계를 포함하는 것인, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

#### 청구항 6

청구항 4에 있어서, 상기 셀 컨투어 이미지를 생성하는 단계는, 셀 컨투어를 추출하기 위한 시드(seed)로서 셀 계의 다각형들을 사용하는 단계를 포함하는 것인, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

## 청구항 7

청구항 4에 있어서, 상기 셀 컨투어 이미지를 생성하는 단계는, 프리(pre)-OPC(optical-proximity-correction) 설계를 스무딩(smoothing)함으로써 셀 컨투어를 얻는 단계를 포함하는 것인, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

## 청구항 8

청구항 4에 있어서, 상기 셀 컨투어 이미지를 생성하는 단계는, 이미지 편집 툴을 사용하여 셀 컨투어를 수동으로 그리는 단계를 포함하는 것인, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

## 청구항 9

청구항 1에 있어서,

결함 검출을 위한 사용자 지정 분할(user-specified segmentation)을 제공하도록 마스크 이미지를 생성하는 단계

를 더 포함하는, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

## 청구항 10

청구항 9에 있어서, 셀 컨투어의 에지로부터의 거리에 따라 특징부들이 분할되는 것인, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

## 청구항 11

청구항 9에 있어서, 상기 사용자 지정 분할은 결함 분류에 더 사용되는 것인, 기관 상의 셀 어레이 검사 방법.

## 청구항 12

기관 상의 어레이에서의 결함을 검출하는 시스템에 있어서,

제어 및 프로세싱 시스템을 포함하고,

상기 제어 및 프로세싱 시스템은,

결함이 없는 것으로 이전에 결정된 제1 셀 이미지를 얻고, 상기 제1 셀 이미지의 사본들을 타일링 및 스티칭함으로써 어레이 이미지를 생성하고, 상기 어레이 이미지 내에서 제2 셀 이미지를 정의하고, 상기 제2 셀 이미지의 사본들을 타일링 및 스티칭함으로써 기준 이미지를 생성하는 것에 의해, 상기 기준 이미지를 생성하고;

상기 기준 이미지로부터 추출된 컨투어를 포함하는 기준 컨투어 이미지를 생성하고;

상기 기준 컨투어 이미지를 사용하여 상기 기관 상의 셀 어레이에서의 결함을 검출하도록

프로그램된 제어 코드 및 마이크로프로세서를 포함하는 것인, 기관 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

## 청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 제어 코드는 또한,

상기 기관 상의 셀 어레이의 테스트 이미지를 획득하고;

상기 테스트 이미지를 상기 기준 컨투어 이미지로 정렬하도록

프로그램된 것인, 기관 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

## 청구항 14

청구항 12에 있어서, 상기 제어 코드는 또한,

셀의 복수의 중첩되는 고해상도 부분 이미지들을 획득하고;

상기 셀의 저해상도 전체 이미지를 획득하고;

상기 제1 셀 이미지를 얻도록 상기 고해상도 부분 이미지들을 정렬 및 스티칭하도록 프로그램된 것인, 기판 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

#### 청구항 15

청구항 12에 있어서, 상기 제어 코드는 또한,  
상기 제2 셀 이미지로부터 셀 컨투어 이미지를 생성하고,  
상기 셀 컨투어 이미지의 사본들을 타일링함으로써 상기 기준 컨투어 이미지를 생성하도록 프로그램된 것인, 기판 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

#### 청구항 16

청구항 12에 있어서, 상기 제어 코드는 또한,  
결함 검출을 위한 사용자 지정 분할을 제공하기 위해 마스크 이미지를 생성하도록 프로그램된 것인, 기판 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

#### 청구항 17

청구항 16에 있어서, 셀 컨투어의 에지로부터의 거리에 따라 특징부들이 분할되는 것인, 기판 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

#### 청구항 18

청구항 16에 있어서, 상기 사용자 지정 분할은 결함 분류에 더 사용되는 것인, 기판 상의 어레이에서의 결함 검출 시스템.

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 "Ebeam Array Inspection(Detection and Classification) of Patterned Defects in Semiconductor Wafers Using Golden Cell Contours"이란 명칭으로 2013년 1월 29일 출원된 미국 가특허 출원 번호 제 61/757,807호의 우선권을 주장하며, 이의 개시는 그 전체가 참조에 의해 여기에 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은, 예를 들어 반도체 웨이퍼 및 리소그래피용 레티클(reticle)과 같은, 기판의 검사(inspection) 및 검토(review)에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0005] 종래의 전자 빔(e-beam) 검사 장비에서는, (실리콘 웨이퍼 또는 레티클과 같은) 제조된 기판이, 기판 표면으로부터 이차 전자(secondary electron)의 방출을 일으키는 전자들의 포커싱된 빔으로 스캐닝된다. 방출된 전자들이 검출되고, 검출된 데이터는 통상적으로 견본(specimen)의 표면의 이미지로 변환된다. 그 다음, 이들 이미지는 제조된 기판에서의 이상(abnormality)(결함으로도 지칭됨)을 검출하도록 수치적으로 분석된다. 검출된 결함은 나중에 부가의 이미징에 의해 검토될 수 있다.

[0006] 검출된 결함은 또한, 상이한 클래스들이나 카테고리들로, 수동으로 아니면 자동으로 분류될 수 있다. 결함의 분류는 그의 원인을 결정하는 데 사용될 수 있으며, 그리하여 그의 수율을 개선하도록 제조 프로세스에서 적합한 조정이 행해질 수 있다.

[0007] 전자 빔 장비에 의해 이미징된 결함들의 검출 및 분류를 위한 방법 및 장치를 개선하는 것이 매우 바람직하다.

### 발명의 내용

[0008] 하나의 실시예는 기관 상의 셀 어레이를 검사하는 방법에 관한 것이다. 결함이 없는 것으로 이전에 결정된 셀 이미지를 사용하여 기준 이미지가 생성된다. 기준 이미지의 컨투어(contour)를 포함하는 기준 컨투어 이미지가 또한 생성된다. 기준 컨투어 이미지는 기관 상의 셀 어레이에서의 결함을 검출하는 데 사용된다.

[0009] 다른 실시예는, 기관 상의 어레이에서의 결함을 검출하는 시스템에 관한 것이다. 소스는 입사 전자 빔을 생성하고, 스캐닝 시스템은 입사 전자 빔을 기관 상의 타겟 영역에 걸쳐 스캐닝하여 그로부터 이차 전자가 방출되도록, 입사 전자 빔을 제어 가능하게 편향시킨다. 검출 시스템은 이차 전자를 검출하고 타겟 영역의 이미지 데이터 프레임을 생성한다. 제어 및 프로세싱 프로그램은, 결함이 없는 것으로 이전에 결정된 셀 이미지를 사용하여 기준 이미지를 생성하고, 기준 이미지의 컨투어를 포함하는 기준 컨투어 이미지를 생성하고, 기준 컨투어 이미지를 사용하여 기관 상의 셀 어레이에서의 결함을 검출하도록 프로그램된 제어 코드를 갖는다.

[0010] 다른 실시예, 양상 및 특징도 또한 개시된다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 e-빔 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 결함 검출 및 분류를 위한 방법의 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 골든(golden) 셀 셋업 및 정의 절차의 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 예시적인 피치 계산 절차의 흐름도이다.

도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 이차원 셀 어레이에 대한 예시적인 셀 위치 선택을 도시한다.

도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 일차원 셀 어레이에 대한 예시적인 셀 위치 선택을 도시한다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도 골든 셀 이미지 획득 및 위치 조정에 대한 예시적인 절차의 흐름도이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 골든 셀 컨투어 추출 및 컨텍스트 ROI 정의에 대한 예시적인 절차의 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라 스티칭된(stitched) 골든 셀 내의 예시적인 이전 층, 상부 층 및 컨텍스트 ROI 다각형들을 도시한다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 골든 셀 컨투어를 사용하는 자동 결함 검출에 대한 예시적인 절차의 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 웨이퍼의 어레이 영역에서의 결함 검출의 종래 방법은 셀-셀(C2C) 비교 또는 셀-기준셀 비교에 의존한다(예를 들어, 미국 특허 번호 제7,869,643호). 그러나, 전자 빔(ebeam) 검사에서, 매우 작은 픽셀 크기를 갖는 것이 가능하며, 이는 주어진 프레임 내에서 이용 가능할 불충분한 수의 셀들이 셀-셀 비교를 수행하게 한다.

[0013] 이러한 경우에, 사용자는 일반적으로, 기준 셀로서 인접 다이의 셀들을 사용하여, 또는 기준 셀에 대하여 이전에 결정된 무결함(defect-free) 셀 이미지(소위 "골든(golden)" 셀 이미지)를 사용하여, 어레이 영역을 검사하도록 강행될 것이다. 전자의 경우, 인접 다이의 셀들을 사용해야 할 필요성으로 인해 감도 및 처리량의 불리한 손실이 존재한다. 후자의 경우에는, 골든(이전에 결정된 무결함) 셀 이미지가 테스트 이미지에 비교하여 매우 상이한 이미지 품질로 얻어졌을 수 있으므로, 감도의 불리한 손실이 존재한다.

[0014] C2C 비교를 수행하도록 주어진 프레임 내에 충분한 수의 셀들이 존재한다 해도, C2C 비교를 위해 프레임 내의 또다른 셀(또는 골든 셀)을 사용하는 것의 감도는 다소 한정될 수 있고, 여기에 개시된 "골든" 셀 컨투어를 사

용하는 방법 및 장치의 사용에 의해 개선될 수 있다.

- [0015] e-빔 장치를 사용하여 컨투어 기반의 결함 검출 및 분류를 위한 방법 및 장치가 여기에 개시된다. 이들 방법 및 장치는, 종래의 접근에 대해 비교할 때 결함 검출 감도를 상당히 개선하도록 채용될 수 있다.
- [0016] 구체적으로, 여기에 개시된 골든 셀 컨투어를 사용하는 어레이 결함 검출은, 기준으로서 인접한 셀 또는 골든 셀을 사용하는 것과 같은 이전의 접근법보다 더 높은 감도를 갖는다. 이전의 접근법은 또한, 셀들 또는 다이들 에 걸쳐 공정 편차(process variation)로 인해 더 높은 노이즈 플로어(noise floor)를 갖는다. 그러나, 여기에 개시된 컨투어 기반의 결함 검출 기술은, 컨투어 기반의 분할 및 로컬 차별화(local differencing)를 사용하여, 노이즈 플로어를 상당히 감소시키고 그에 의해 감도를 상당히 향상시킨다.
- [0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따라 이용될 수 있는 e-빔 검사 장치(100)의 단면도를 제공한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 소스(101)는 입사 전자 빔(일차 전자 빔)(102)을 생성한다. 입사 전자 빔(102)은 빈(Wien) 필터(104)를 통과한다. 빈 필터(104)는 서로 교차하는 전기장 및 자기장을 생성하도록 구성된 광학 요소이다. 스캐닝 편향기(scanning deflector)(106) 및 전자 포커싱 렌즈(107)가 이용된다. 스캐닝 편향기(106)는 타겟 기관(110)의 표면에 걸쳐 e-빔을 스캐닝하도록 이용된다. 타겟 기관(110)은 예를 들어, 제조되고 있는 집적 회로 또는 리소그래피용 레티클과 같은 패터닝된 기관일 수 있다.
- [0018] 전자 포커싱 렌즈(107)는 입사 전자 빔(102)을, 웨이퍼 또는 다른 기관 샘플(110)의 표면 상의 빔 스폿으로 포커싱하도록 이용된다. 하나의 실시예에 따르면, 포커싱 렌즈(107)는 전기장 및/또는 자기장을 생성함으로써 동작할 수 있다.
- [0019] 입사 전자 빔(102)의 스캐닝 결과로서, 타겟 기관(110)(예를 들어, 반도체 웨이퍼 또는 레티클일 수 있음)의 표면으로부터 이차 전자가 방출되거나 산란된다. 타겟 기관(110)은 이동가능한 스테이지(111)에 의해 유지될 수 있다. 그 다음, 이차 전자가, 대물(최종) 렌즈(108)의 전자기장에의 노출에 의해 타겟 기관(110)으로부터 추출된다. 전자기장은 방출된 전자를 입사 전자 빔 광축으로부터 비교적 작은 거리 내로 국한시키고 이들 전자를 컬럼 안으로 가속화하도록 작용한다. 이 방식으로, 이차 e-빔(112)이 이차 전자로부터 형성된다.
- [0020] 빔 필터(104)는 이차 e-빔(112)을 입사 전자 빔(102)의 광축으로부터 검출 축(장치의 검출 시스템(114)에 대한 광축)으로 편향시킨다. 이는 산란된 e-빔(112)을 입사 전자 빔(102)으로부터 분리하도록 돕는다. 검출 시스템(114)은 이차 e-빔(112)을 검출하고, 타겟 기관의 표면의 이미지를 생성하도록 이용될 수 있는 데이터 신호를 생성한다.
- [0021] 장비 제어 및 데이터 프로세싱(제어/프로세싱) 시스템(150)은, 하나 이상의 프로세서(즉, 마이크로프로세서 또는 마이크로컨트롤러)(152), 데이터 스토리지(예를 들어, 하드 디스크 드라이브 스토리지 및 메모리 칩 포함)(154), 사용자 인터페이스(157) 및 디스플레이 시스템(158)을 포함할 수 있다. 데이터 스토리지(154)는 컴퓨터 판독가능한 프로그램 코드(명령어)(155) 및 데이터(156)를 저장하거나 보유할 수 있고, 프로세서(152)는 프로그램 코드(155)를 실행하고 데이터(156)를 처리할 수 있다. 사용자 인터페이스(157)는 사용자 입력을 수신할 수 있다. 디스플레이 시스템(158)은 사용자에게 이미지 데이터 및 기타 정보를 디스플레이하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 제어/프로세싱 시스템(150)은, 여기에 개시된 방법 또는 절차를 구현하도록 e-빔 컬럼의 다양한 컴포넌트들에 연결될 수 있고, 이들을 제어하도록 사용될 수 있다. 예를 들어, 스테이지(111)의 이동, 및 편향기(106)에 의한 스캐닝은 제어/프로세싱 시스템(150)에 의해 실행되는 컴퓨터 판독가능한 프로그램 코드(155)에 의해 제어될 수 있다.
- [0023] 또한, 제어/프로세싱 시스템(150)은 또한 검출 시스템(114)으로부터의 전자 이미지 데이터를 처리할 수 있다. 구체적으로, 제어/프로세싱 시스템(150)에서의 컴퓨터 판독가능한 코드(155)는 여기에 개시된 바와 같은 패터닝된 결함의 컨투어 기반의 어레이 검사에 관한 절차를 구현하도록 사용될 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 제어/프로세싱 시스템(150)은, 설계 서버(design server)(170)와 선택적으로 인터페이스할 수 있다. 설계 서버(170)는 프리(pre)-OPC(optical proximity correction) 설계 패턴(172) 및 포스트(post)-OPC 설계 패턴(174)을 저장할 수 있다. 검사 실행 동안, 설계 서버(170)는 e-빔 검사 장치(100)의 제어/프로세싱 시스템(150)의 요청시 실시간으로 설계 클립의 상기 데이터를 제공할 수 있다.
- [0025] 어떠한 설계 서버도 이용 가능하지 않은 실시예의 경우, 골든 컨투어(즉, 이전에 결정된 무결함 이미지의 컨투어)를 수동으로 그리도록 사용자에게 의해 이미지 편집 툴이 사용될 수 있다. 이미지 편집 툴은 사용자가 골든



컨투어를 그리는 것을 안내하도록 입력 SEM 이미지를 디스플레이할 수 있다.

- [0026] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 결함 검출 및 분류를 위한 방법(200)의 흐름도이다. 도시된 바와 같이, 방법(200)은 골든 셀 셋업 및 정의 절차(300) 및 골든 셀 컨투어를 사용하는 결함 검출에 대한 절차(900)를 포함할 수 있다. 이들 절차는 둘 다 아래에 더 기재된다.
- [0027] 어레이 및 논-어레이(non-array) 모드를 포함하는 다양한 검사 모드가 시스템에 의해 제공될 수 있다는 것을 유의하자. 하나의 구현에서, 사용자는 검사의 어레이 모드를 선택할 수 있다. 또한, 어레이 모드 하에, 시스템에 의해 복수의 검출 기술이 제공될 수 있다. 사용자는 컨투어 기반의 검출 기술을 선택할 수 있다. 또한, 컨투어 기반의 기술 하에, 기준 셀의 복수의 타입들이 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따르면, 사용자는 "골든 셀"(즉, 기지의 무결함 셀)로서 기준 타입을 지정할 수 있다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 골든 셀 셋업 및 정의 절차(300)의 흐름도이다. 이 절차에서(그리고 본 명세서의 다른 곳에서) 사용자 입력 단계는 디스플레이 스크린 및 (예를 들어, 마우스, 터치스크린 또는 트랙볼과 같은) 사용자 인터페이스를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0029] 도시된 바와 같이, 피치(pitch) 계산 절차(400)가 수행될 수 있다. 예시적인 피치 계산 절차(400)가 도 4에 관련하여 아래에 기재된다.
- [0030] 다음으로, 고해상도 골든 셀 이미지 획득 및 위치 조정에 대한 절차(600)가 수행될 수 있다. 예시적인 이러한 절차(600)가 도 6에 관련하여 아래에 기재된다.
- [0031] 그 후에, 골든 셀 컨투어 추출 및 컨텍스트 관심 영역(ROI; region of interest) 정의 절차(700)가 수행될 수 있다. 예시적인 이러한 절차(700)가 도 7에 관련하여 아래에 기재된다.
- [0032] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 예시적인 피치 계산 절차(400)의 흐름도이다. 도 2의 방법(200)에서, 이 절차(400)는 도 3의 골든 셀 셋업 및 정의 절차의 일부로서 수행될 수 있다. 이 절차에서 사용자 입력 단계는 디스플레이 스크린 및 (예를 들어, 마우스, 터치스크린 또는 트랙볼과 같은) 사용자 인터페이스를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0033] 단계 401에서, 시스템은 어레이의 대면적(large) FoV(field of view) 이미지를 제공할 수 있다. 대면적 FoV 이미지는 각각의 차원에서 하나의 셀 보다 더 길어야 할 것이다.
- [0034] 단계 402에서, 사용자는 대면적 FoV 이미지 내에서 단위 셀 및 어레이 셀 블록을 정의한다. 어레이 셀 블록은 이차원(이차원 어레이로 배열된 복수의 셀을 가짐) 또는 일차원(일차원 어레이로 배열된 복수의 셀을 가짐)일 수 있다. 하나의 구현에서, 단계 402는 단계 404 및 406으로 구현될 수 있다.
- [0035] 단계 404에 대하여, 사용자는 어레이 셀 블록의 하나의 코너에 있는 단위 셀의 상단 좌측(Cell Loc1)과 하단 우측(Cell Loc2)(즉, 대향 코너들)을 선택할 수 있다. 하나의 구현에서, 정의된 단위 셀은 어레이 셀 블록의 상단 좌측 코너의 셀일 수 있다. 단계 406에 대하여, 사용자는 어레이 셀 블록의 하단 우측(Cell Loc3)을 선택할 수 있다(즉, 어레이 셀 블록의 하단 우측에 있는 셀의 하단 우측).
- [0036] 단계 407에서, 시스템은 단위 셀의 정확한 크기를 결정하고 어레이 셀 블록의 각 차원에서의 피치를 계산할 수 있다. 이 결정은 Cell Loc1, Cell Loc2, 및 Cell Loc3에 대한 사용자 입력에 기초할 수 있다.
- [0037] 도 5a는 본 발명의 실시예에 따른 이차원 셀 어레이에 대한 예시적인 셀 위치 선택을 도시한다. 도시된 바와 같이, Cell Loc1 및 Cell Loc2는 어레이 셀 블록의 상단 좌측에 있는 단위 셀의 대향 코너들을 정의한다. Cell Loc3은 어레이 셀 블록의 하단 우측에 있는 셀의 하단 우측 코너를 정의한다. Cell Loc1, Cell Loc2, 및 Cell Loc3으로부터, 이차원 셀 어레이의 셀들에 대하여 수평 및 수직 피치가 계산될 수 있다.
- [0038] 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 일차원 셀 어레이에 대한 예시적인 셀 위치 선택을 도시한다. 도시된 바와 같이, Cell Loc1 및 Cell Loc2는 어레이 셀 블록의 좌측에 있는 단위 셀의 대향 코너들을 정의한다. Cell Loc3은 어레이 셀 블록의 우측에 있는 셀의 하단 우측 코너를 정의한다. Cell Loc1, Cell Loc2, 및 Cell Loc3으로부터, 일차원 셀 어레이의 셀들에 대하여 수평 피치가 계산될 수 있다.
- [0039] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 고해상도 골든 셀 이미지 획득 및 위치 조정에 대한 절차(600)의 흐름도이다. 도 3의 방법(300)에서, 이 절차(600)는 도 4의 피치 계산 절차(400) 후에 수행될 수 있다. 이 절차에서 사용자 입력 단계는 디스플레이 스크린 및 (예를 들어, 마우스, 터치 스크린 또는 트랙볼과 같은) 사용자 인터페이스를 사용하여 구현될 수 있다.



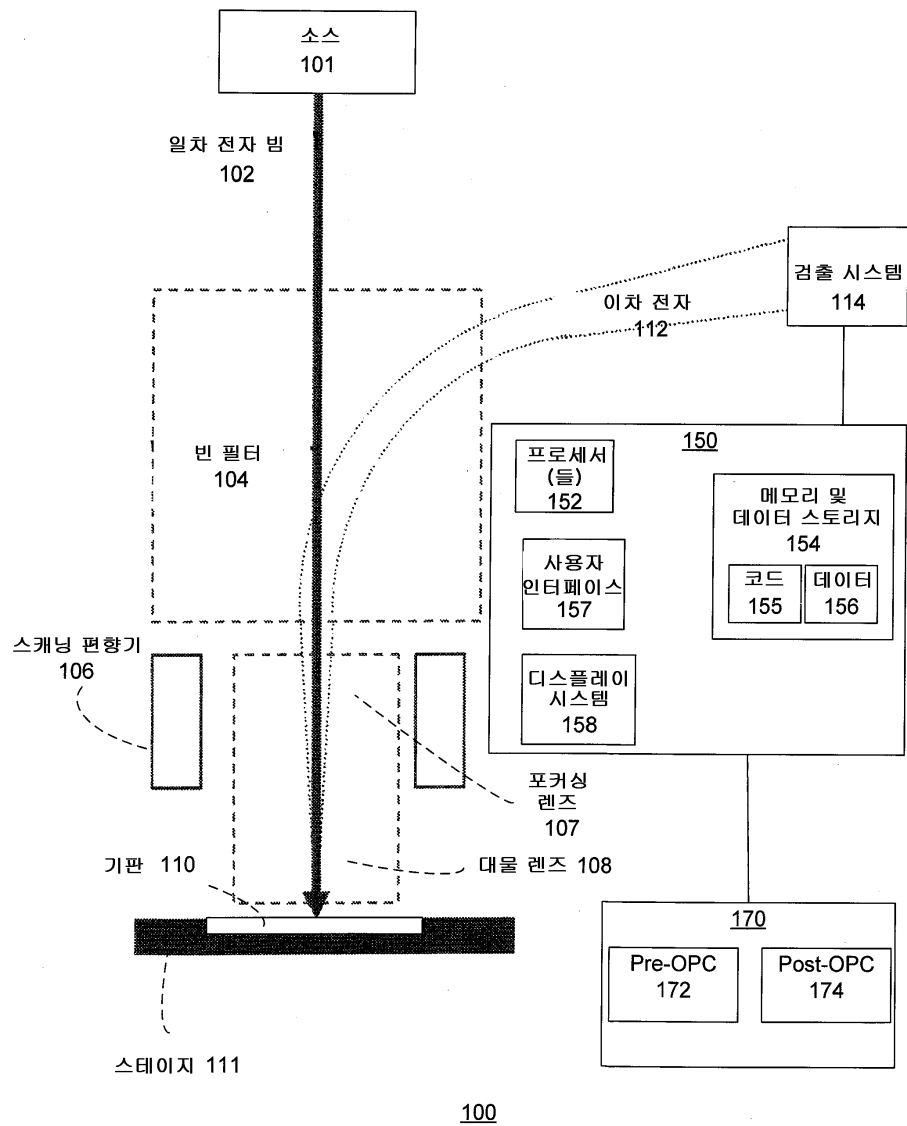
- [0040] 블록 610에 대하여, 시스템은 고해상도의 골든(즉, 무결함 또는 "기지의(known) 양호한" 것으로 이전에 결정된) 셀 이미지를 획득할 수 있다. 도시된 바와 같이, 골든 셀 이미지 획득은 예시적인 구현에서 여러 단계들을 포함할 수 있다. 단계 611에서, 시스템은 시스템의 고해상도 설정에서 골든 셀 이미지를 획득하는데 필요한 시야(FoV)의 수를 계산할 수 있다. FoV의 수의 계산은, 셀 크기, 스테이지로 인한 위치 불확실성, 및 FoV(또는 픽셀 크기)에 기초할 수 있다. 단계 612에서, 각각의 FoV가 단위 셀의 부분을 커버하며 인접 FoV와 중첩되는, 복수의 FoV가 획득된다. 또한, 단계 615에 대하여 전체 단위 셀을 커버하는 저해상도(lower-resolution)(즉, 더 큰 FoV) 이미지가 획득될 수 있고, 단계 616에 대하여 저해상도 이미지가 업샘플링(up-sampling)될 수 있다. 업샘플링은 이미지 내의 픽셀들의 수를 증가시키며, 그리하여 저해상도 이미지는 단계 612에서 획득된 고해상도 이미지에 대하여 픽셀별로 비교될 수 있다. 블록 618에 대하여, 고해상도 이미지는 정렬 오프셋(alignment offset)을 결정하도록 가이드로서 업샘플링된 저해상도 이미지를 사용하여 정렬될 수 있다. 그 다음, 고해상도의 골든 셀 이미지를 생성하도록 정렬 오프셋에 기초하여 고해상도 이미지가 스티칭될(stitched) 수 있다.
- [0041] 블록 620에 대하여, 시스템은 골든 셀 이미지의 위치를 조정할 수 있다. 도시된 바와 같이, 위치 조정은 예시적인 구현에서 여러 단계들을 사용하여 수행될 수 있다. 제1 단계 622에서, 시스템은 타일링-스티칭된(tiled-stitched) 골든 복수 셀 이미지를 생성하도록 골든 셀들을 타일링 및 스티칭할 수 있다. 이 단계는, 고해상도 골든 셀 이미지의 사본들(copies)을 타일링하고 타일링된 사본들을 함께 스티칭하여 타일링-스티칭된 골든 복수 셀 이미지를 생성함으로써 수행될 수 있다. 다르게 말하자면, 고해상도 골든 셀 이미지가 복제되고, 그 다음 고해상도 복수 셀 이미지를 생성하도록 스티칭된다. 그 후에, 제2 단계 624에서, 시스템은 타일링-스티칭된 골든 복수 셀 이미지 위에 직사각형을 오버레이할 수 있다. 직사각형은 이전에 결정된 어레이 피치(들)에 따라 크기 형성될 수 있다. 제3 단계 626에서, 그 다음, 사용자는 타일링-스티칭된 골든 복수 셀 이미지 내에서 단일 스티칭된 골든 셀의 코너(예를 들어, 상단 좌측 코너)를 지정하도록 직사각형의 위치를 조정할 수 있다. 마지막으로, 제4 단계 628에서, 사용자는 사용자가 위치지정한 직사각형에 기초하여 단일 골든 셀을 선택하도록 "골든 셀 클립(clip golden cell)"이라 표기된 버튼을 클릭할 수 있다. 다르게 말하자면, 단일 골든 셀을 둘러싸는 픽셀들의 더 작은 프레임이 원하는 위치에서 선택되고 획득된다.
- [0042] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 골든 셀 컨투어 추출 및 컨텍스트 ROI 정의에 대한 절차(700)의 흐름도이다. 이 절차(700)는 도 6의 절차(600) 후에 수행될 수 있다. 이 절차에서 사용자 입력 단계는 디스플레이 스크린 및 (예를 들어, 마우스, 터치스크린 또는 트랙볼과 같은) 사용자 인터페이스를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0043] 블록 720(도 6의 블록 620 후에 수행될 수 있음)에 대하여, 사용자는 선택된 골든 셀로부터 골든 셀 컨투어를 추출하기 위한 기술을 선택할 수 있다. 표시된 바와 같이, A) 스무드(smoothed) 설계 기술; B) 반자동 컨투어 추출 기술; 및 C) 스무드 수동으로 그린 다각형 기술과 같은, 복수의 기술 옵션들이 제공될 수 있다. 스무드 설계 기술은, 상부 층과 하부 층의 프리-OPC 설계 데이터를 스무딩(smoothing)하는 것을 수반할 수 있다. 반자동 컨투어 추출 기술은 워터셰드(watershed) 기술일 수 있다. 반자동 컨투어 추출 기술은, 사용자가 컨투어 추출에 사용될 상부 및 하부 층에 대한 시드 직사각형들 또는 다각형들을 지정하는 것을 수반할 수 있다. 하나의 구현에서, 설계의 다각형들은 컨투어를 추출하기 위한 시드로서 사용될 수 있다. 스무드 수동으로 그린 다각형 기술은, 후에 스무딩될 수 있는 상부 및 하부 층 컨투어를 생성하도록 사용자가 이미지 편집 툴을 사용하여 다각형을 수동으로 그리는 것을 수반할 수 있다.
- [0044] 블록 730에 대하여, 그 다음, 시스템은 선택된 기술을 사용하여 골든 셀 컨투어를 추출할 수 있다. 컨투어가 정의되고, 포인트 또는 위치의 리스트로서 저장될 수 있다. 그 다음, 사용자에의 디스플레이에서 골든 셀 컨투어가 골든 셀 이미지의 상부에 오버레이될 수 있다.
- [0045] 블록 740에 대하여, 그 다음, 사용자는 컨텍스트 관심 영역(ROI)을 지정하도록 다각형을 그릴 수 있다. 컨텍스트 ROI는 후속 비닝 및 뉴슨스 필터링(nuisance filtering)에 사용될 것이다.
- [0046] 블록 750에 대하여, 시스템은 골든 셀 컨투어 및 컨텍스트 ROI를 검사 레시피에 저장할 수 있다. 검사 레시피는 그 후에 패터닝된 셀 어레이를 갖는 기관의 영역을 검사하는 데 사용될 수 있다. 골든 셀 컨투어 및/또는 컨텍스트 ROI는, 예를 들어 결함 검출, 뉴슨스 필터링, 및 비닝 및/또는 분류를 위한 사용자 지정 분할(user-specified segmentation)을 제공하도록 마스크 이미지를 생성하는 데에 사용될 수 있다.
- [0047] 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 스티칭된 골든 셀 내의 예시적인 하부 층, 상부 층 및 컨텍스트 ROI 다각형을 도시한다. 도 8에는 타일링-스티칭된 골든 복수 셀 이미지, 및 그 안의 선택된 스티칭된 골든 셀(820)의 윤곽이 도시되어 있다. 또한 하부 층(즉, 이전 층) 다각형(830) 및 상부 층(즉, 후속 층) 다각형(840)이 도시되어

있다. 또한, 예시적인 컨텍스트 ROI 다각형(850)이 도시되어 있다.

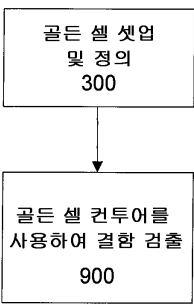
- [0048] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 골든 셀 컨투어를 사용하는 자동 결함 검출(즉, 자동 검사)에 대한 절차(900)의 흐름도이다. 이 절차(900)는 도 3의 절차(300) 후에 수행될 수 있다.
- [0049] 블록 910에 대하여, 추출된 골든 셀 컨투어는 대응하는 2x2 타일링된 골든 셀 컨투어 기준 이미지를 생성하도록 타일링될 수 있다. 바람직하게는, 스테이지 불확실성을 고려하기 위해 2x2 셀보다 약간 더 큰 기준 이미지를 생성하도록 일부 추가의 마진이 추가된다.
- [0050] 블록 920에 대하여, 그 다음, 테스트 이미지가 수정되고(rectified) 골든 셀 컨투어 기준 이미지로 정렬될 수 있다. 테스트 이미지는 골든 셀 컨투어 기준 이미지에 대한 비교에 의해 결함이 검사될 영역의 이미지이다.
- [0051] 블록 930에 대하여, 테스트 이미지 및 골든 셀 컨투어 기준 이미지를 사용하여 컨투어 기반의 결함 검출 절차가 실행될 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 이 절차는 여러 단계들을 수반할 수 있다. 제1 단계 932에서, 골든 셀 컨투어 기준 이미지의 컨투어에 기초하여 컨투어 기반의 분할이 수행될 수 있다. 다르게 말하자면, 테스트 이미지는 골든 셀 컨투어 기준 이미지의 컨투어에 기초한 영역들로 분할되거나 분리될 수 있다. 하나의 구현에서, 결함 검출 감도를 개선하도록 골든 셀 컨투어의 에지로부터 다양한 거리에 있는 코너들 및/또는 컨투어들이 분할될 수 있다. 제2 단계 934에서, 테스트 이미지의 각각의 이미지 픽셀에서 로컬 콘트라스트(local contrast)가 수행될 수 있다. 그 다음, 컨투어 기반의 분할을 사용하여 로컬 차이 이미지가 이미지 영역들(또는 이미지 세그먼트들)로 분할될 수 있다. 제3 단계 936에서, 결함 후보 픽셀 리스트를 생성하도록, 분할된 차이 이미지에 대해 자동-경계화(auto-thresholding)가 수행될 수 있다. 제4 단계 938에서, 결함 블롭(blob) 리스트를 생성하도록, 결함 합병(즉, 후보 결함 픽셀들의 합병) 및 속성 기반의 뉴슨스 필터링이 수행될 수 있다.
- [0052] 블록 940에 대하여, 최종 결함 리스트를 생성하기 위해 부가의 뉴슨스 필터링을 수행하도록 컨텍스트 ROI가 사용될 수 있다. 블록 950에 대하여, 최종 결함 리스트의 결함에 빈 코드를 할당하도록 컨텍스트 ROI가 사용된다.
- [0053] 상기 기재에서, 본 발명의 실시예의 완전한 이해를 제공하도록 다수의 구체적 세부사항들이 주어져 있다. 그러나, 본 발명의 예시된 실시예의 상기 설명은 개시된 정확한 형태에 본 발명을 한정한다거나 철저한 것으로 의도되지 않는다. 관련 분야에서의 숙련자는 본 발명이 하나 이상의 구체적 세부사항 없이도 또는 다른 방법, 컴포넌트 등을 이용해 실시될 수 있다는 것을 알 것이다. 다른 경우로, 본 발명의 양상을 모호하게 하는 것을 피하기 위해, 잘 알려진 구조 또는 동작은 상세하게 도시되거나 기재되지 않는다. 설명을 위한 목적으로 본 발명의 구체적 실시예 및 예가 여기에 기재되어 있지만, 관련 분야에서의 숙련자라면 알 수 있듯이, 다양한 등가의 수정이 본 발명의 범위 내에서 가능하다.
- [0054] 이들 수정은 상기의 상세한 설명에 비추어 본 발명에 대해 행해질 수 있다. 다음 청구항에서 사용된 용어는 명세서 및 청구항에 개시된 특정 실시예에 본 발명을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 오히려, 본 발명의 범위는 청구항 해석의 확립된 교리에 따라 해석되어야 할 다음의 청구항에 의해 결정되어야 할 것이다.

도면

도면1

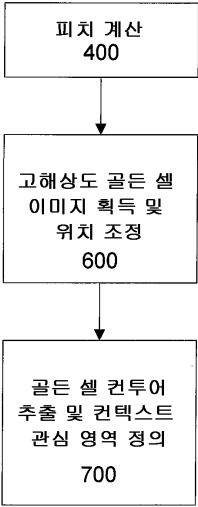


도면2



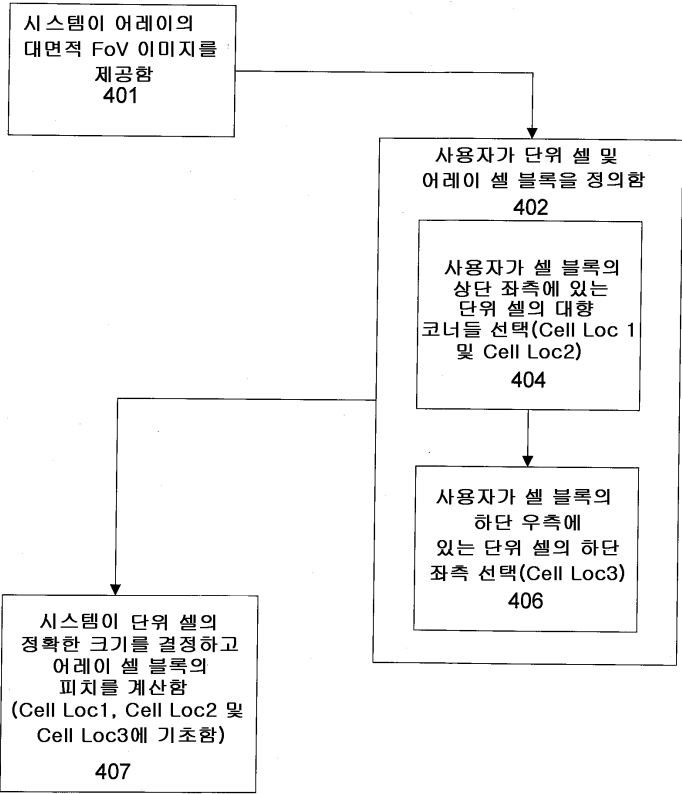
200

도면3



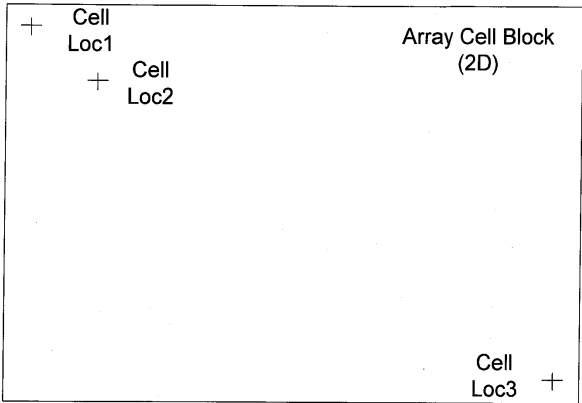
골든 셀 셋업 및 정의 300

도면4



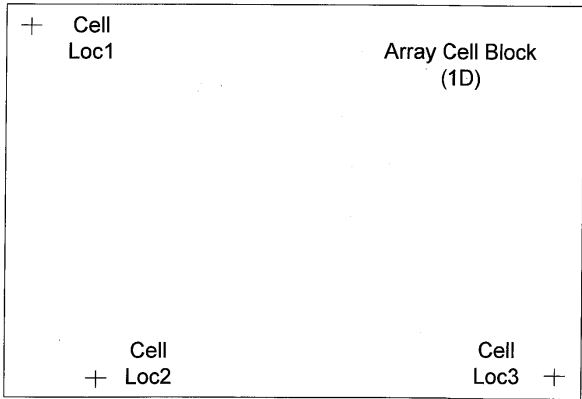
피치 계산 400

도면5a



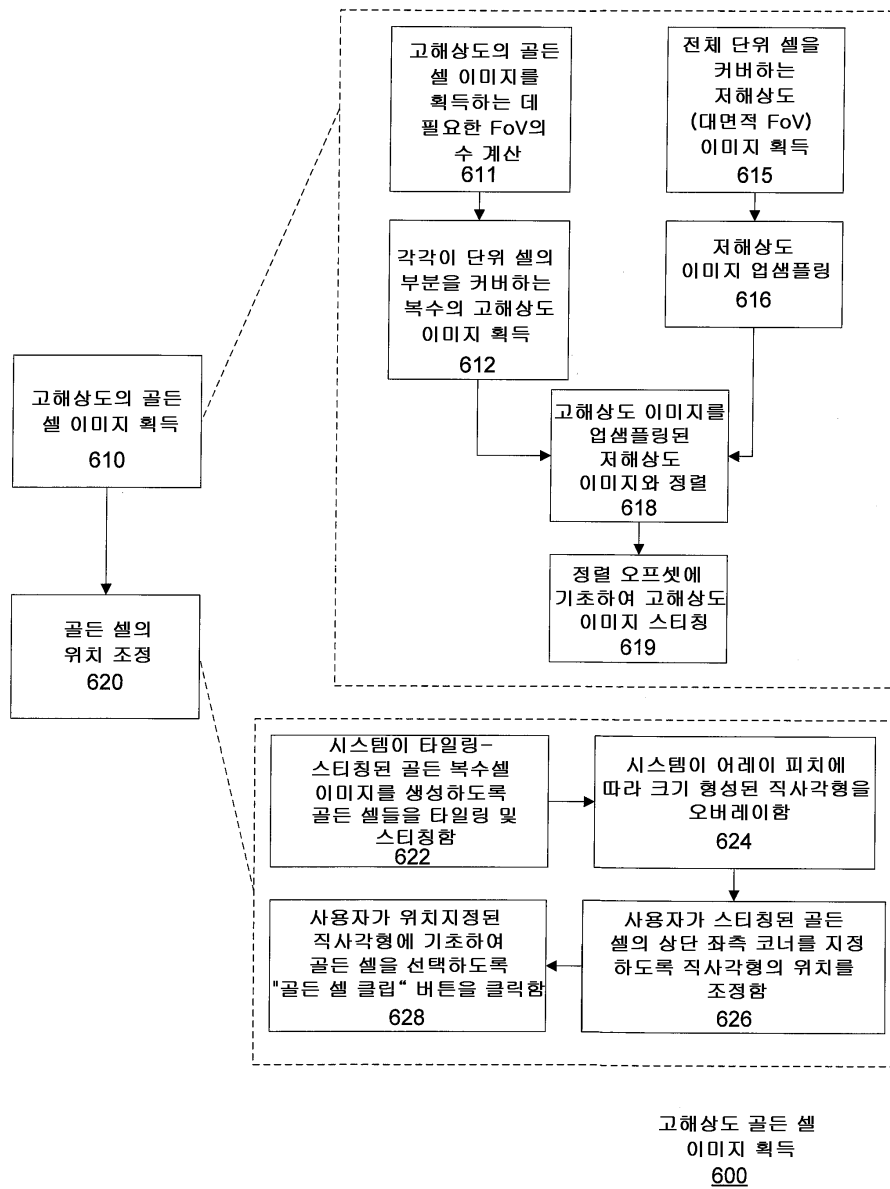
500

도면5b

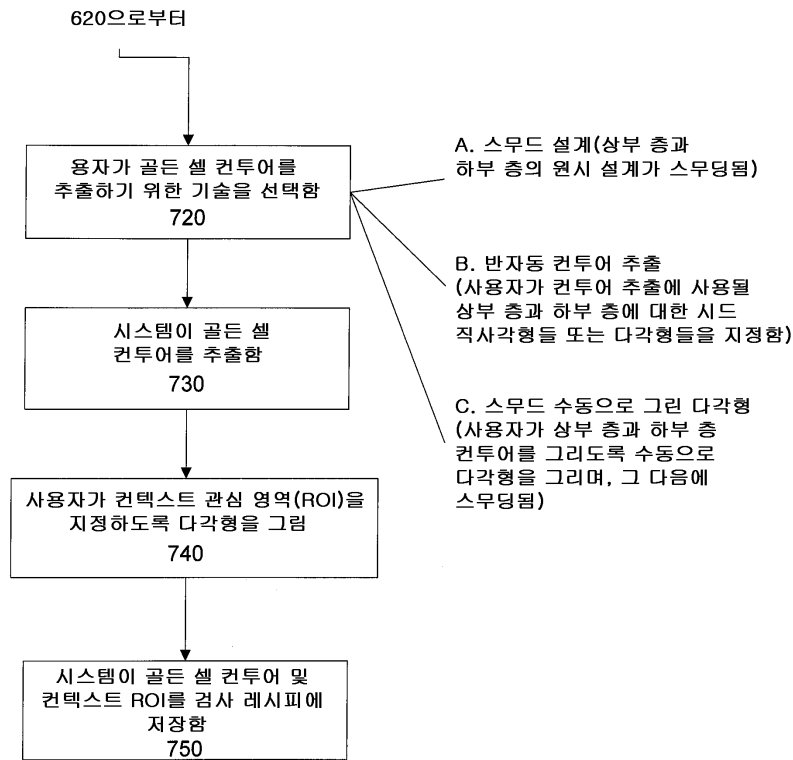


550

도면6



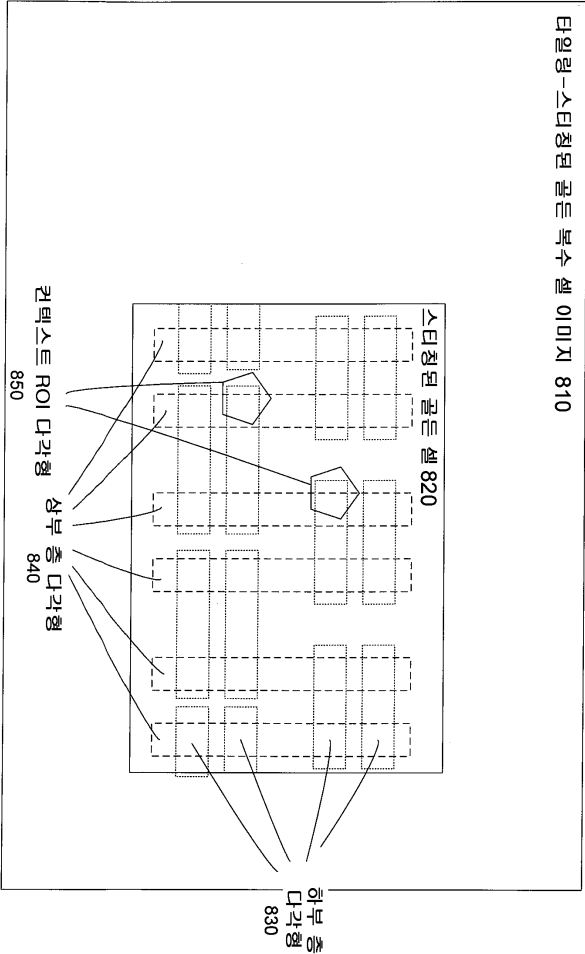
도면7



골든 셸 컨투어 추출 및  
컨텍스트 ROI 정의  
700



도면8



도면9

