

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
G01R 31/00

(45) 공고일자 2003년 11월 14일
(11) 등록번호 10-0399244
(24) 등록일자 2003년 09월 13일

(21) 출원번호	10-1997-0700951	(65) 공개번호	특 1997-0705031
(22) 출원일자	1997년 02월 13일	(43) 공개일자	1997년 09월 06일
번역문제출일자	1997년 02월 13일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/10219	(87) 국제공개번호	WO 1997/00452
(86) 국제출원일자	1996년 06월 11일	(87) 국제공개일자	1997년 01월 03일
(81) 지정국	국내특허 : 일본 대한민국		
(30) 우선권주장	60/000,181 1995년 06월 13일 미국(US) 08/651,417 1996년 05월 22일 미국(US)		

(73) 특허권자
 포톤 다이나믹스, 인코포레이티드
 미국 캘리포니아 샌어제이 그레이트 오크스 불러바드 17 (우: 95119-1202)
 (72) 발명자
 호손, 제프리, 에이.
 미합중국 94131 캘리포니아 샌프란시스코 디-304 오라 웨이 75
 세처, 요셉
 미합중국 94566 캘리포니아 플리산톤 아비 스트리트 460
 (74) 대리인
 남상선

심사관 : 조천희

(54) 무라검출장치및방법

영세서

기술분야

<1> 본 발명은 자동 테스트 검사용 방법 및 장치에 관한 것이다. 단지 일예로, 본 발명은 결함(defects)의 분류, 좀더 상세하게는 기판에 있어서 "무라(Mura)" 형 결함의 검출을 위한 자동 검사 방법 및 장치로서 설명된다. 기판은 액정 편평 패널, 능동 매트릭스 디스플레이등을 포함한다.

배경기술

<2> 액정 편평 패널 디스플레이(LCFPD)등의 사용은 계속해서 급속도로 증가되고 있다. 휴대용 비디오 레코더, 포켓 텔레비전, 노트북 컴퓨터, 앤지니어링 워크스테이션, 고선명 텔레비전(HDTV)등과 같은 소비자 품목들은 이러한 디스플레이를 내장하고 있다. 이러한 디스플레이에 대한 계속되는 수요를 기초로하여, 산업은 최신식 제조라인을 형성하기 위하여 많은 자금을 투자하였다.

<3> 그러나, 이러한 자금 지출에도 불구하고, 산업은 이러한 기판의 최종 테스트 및 검사를 수행하기 위해 아직도 인간 테스트 오퍼레이터에 주로 의존하고 있다. 테스트 오퍼레이터는 결함에 대한 각 디스플레이의 다양한 시각검사를 수행하고 오퍼레이터의 지각(perception)을 기초로하여 디스플레이를 수용하거나 거부한다. 검사의 질 및 완전성은 통과되거나 고장일 때 특정되는 디스플레이의 한정된 샘플을 사용하여 훈련된 개별 테스트 오퍼레이터에 좌우된다. 따라서, 검사결과는 아주 주관적이고 에러가 발생하기 쉬우며 다양한 제조공정의 질을 모니터링, 제어 및 개선하는데 일관되고 효율적으로 사용될 수 없다. 이외에도, 주관적인 테스트 기준은 산업 전반의 품질기준의 부족을 초래한다.

<4> LCFPD 생산 사이클의 유효 공정 모니터링 및 제어는 자동검사 기기에 의한 양적 및 질적 검사방법을 통해서만 가능하다. 제 1 자동 검사 장치의 일예는 본 출원의 양수인인 포톤 다이나믹스, 인코포레이티드(1992)에 의해 기술되었다. 도 1은 LCFPD 제조공정(10)의 최종 테스트 단계 동안에 자동 검사 장치의 역할을 도시한다. LCFPD는 완성단계(12), 편평 패널 검사 장치에 의한 제 1 검사단계(14), 모듈 어셈블리 단계(16), 편평 패널 검사 장치에 의한 제 2 검사 단계(18), 출하(shipment)단계(20), 및 편평 패널 검사 장치에 의한 입력 검사 단계(22)를 거친다. 통신 네트워크(24)는 편평 패널 검사 시스템 및 공정 제어 워크스테이션(26)에서 각 검사들간의 인터페이스를 제공한다.

<5> 최종 검사에서 나타난 LCFPD 결함의 주요 클래스들은 종종 화소결함이나 광역 화소결함(또는 무라 결함으로 알려짐)이다. LCFPD의 제조공정에서의 문제들은 종종 무라 결함을 초래한다. 어떤 제조상의 문제들은 어떤 형태의 무라 결함을 초래하기 때문에, 제조상의 문제들의 식별 및 해소에 의해 연속적인 처리과정 동안에 무라 결함이 감소된다. 그러나, 카테고리에 의해 무라 결함을 인식하고 이러한 결함을 제조공정에서의 한 단계에 연관시키는 것은 어렵다. 특히, 무라 결함은 종종 테스트 오퍼레이터가 쉽게 식별하고 효율적으로 그리고 저비용으로 분류하기에는 너무 어렵다. 따라서, 현재 결함형태를 식별하고 분석을 위해 이러한 결함을 분류하는 방법은 없다.

<6> 상기한 바와같이, 무라 결함등과 같은 결함의 효과적인 식별 및 분류를 위한 방법 및 장치가 종

종 바람직하다는 것을 알 수 있다.

발명의 상세한 설명

- <7> 본 발명에 따르면, 기판의 무라 결함들과 같은 결함을 검출하고 분류하기 위한 방법 및 장치가 제공된다. 본 방법은 결함 분석을 위해 무라 결함을 강화시키는 일련의 단계를 포함한다.
- <8> 일 실시예에 따르면, 편평 패널 디스플레이에 대한, 제 1 복수의 화소를 포함하는 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 방법은 기판의 적어도 일부의 이미지를 포착하는 단계를 포함하는데, 상기 일부는 제 2 복수의 화소를 포함하고 상기 이미지는 제 2 복수의 화소에서 화소치를 포함하며 ; 강화된 (enhanced) 이미지를 형성하기 위하여 제 2 복수의 화소에서 화소치의 차를 강화시키는 단계를 포함하는데, 상기 강화된 이미지는 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 포함한다. 또한, 상기 방법은 드레스 훌딩된 이미지를 형성하기 위하여 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 포함한다. 상기 드레스 훌딩된 이미지를 형성하기 위하여 제 2 복수의 화소에서 드레스 훌딩된 화소치를 포함하며, 드레스 훌딩된 이미지에 응답하여 기판의 일부내에 적어도 하나의 블로브(blob)를 형성하는 제 3 복수의 화소를 식별하는 단계가 더 포함된다. 또한 상기 방법은 적어도 하나의 블로브 주위의 환상 영역에 상응하는 화소치와 제 3 복수의 화소치를 비교하는 단계와, 상기 비교단계에 응답하여 무라 결함을 결정하는 단계를 포함한다.
- <9> 다른 실시예에 따르면, 편평 패널 디스플레이에 대한, 제 1 복수의 화소를 포함하는 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 컴퓨터 시스템은 기판의 적어도 일부의 이미지를 포착하기 위한 이미지 포착 장치를 포함하는데, 상기 이미지는 제 2 복수의 화소에서 화소치를 포함하며 ; 강화된 이미지를 형성하기 위하여 제 2 복수의 화소에서 화소치의 차를 강화시키기 위한 강화기(enhancer)를 포함하는데, 상기 강화된 이미지는 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 포함한다. 또한, 상기 시스템은 드레스 훌딩된 이미지를 형성하기 위하여 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 드레스 훌딩하기 위한 드레스 훌더를 포함하는데, 상기 드레스 훌딩된 이미지는 제 2 복수의 화소에서 드레스 훌딩된 화소치를 포함하며 ; 드레스 훌딩된 이미지에 응답하여 기판의 일부내에 적어도 하나의 블로브를 형성하는 제 3 복수의 화소를 식별하기 위한 식별기를 포함한다. 또한, 상기 컴퓨터 시스템은 적어도 하나의 블로브 주위의 환상 영역에 상응하는 화소치와 제 3 복수의 화소치를 비교하기 위한 비교기와, 무라 결함을 결정하기 위한 상기 비교기에 연결된 결정기를 포함한다.
- <10> 또 다른 실시예에 따르면, 액정 디스플레이에 대한, 복수의 화소를 갖는 기판에 있어서 무라 결함을 검출하기 위한 방법은 기판의 이미지를 포착하는 단계와 이미지로부터 서브샘플링된 복수의 이미지를 생성하는 단계를 포함한다. 또한, 상기 방법은 변칙값을 갖는 복수의 서브샘플링된 이미지의 각각에서 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계와, 기판에서 결정된 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정하는 단계를 포함한다.
- <11> 또 다른 실시예에 따르면, 액정 디스플레이에 대한 복수의 화소를 갖는 기판에서의 무라 결함을 검출하기 위한 컴퓨터 프로그램을 포함하는 컴퓨터 시스템은 기판의 이미지를 포착하기 위하여 이미지 포착 장치를 설정하는 코드와, 이미지로부터 복수의 서브샘플링된 이미지를 생성하는 코드를 포함하는 컴퓨터 판독가능 메모리를 포함한다. 또한, 상기 컴퓨터 판독가능 메모리는 변칙값을 갖는 복수의 서브샘플링된 이미지의 각각에서 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정하는 코드를 포함한다.
- <12> 본 발명은 첨부도면을 참조하여 다음의 상세한 설명에 의해 잘 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- <13> 도 1은 종래의 자동 검사 기기의 사용에 대한 개략 블록도.
- <14> 도 2는 종래의 편평 패널 디스플레이에 있어서, 라인 무라 결함의 예를 도시한 도면.
- <15> 도 3은 종래의 편평 패널 디스플레이에 있어서 영역 무라 결함의 예를 도시한 도면.
- <16> 도 4A는 본 발명에 따른 검사 장치의 실시예의 개략 설명도.
- <17> 도 4B는 본 발명의 실시예에 따른 시스템의 블록도.
- <18> 도 5는 본 발명에 따른 무라 검출 방법의 개략 흐름도.
- <19> 도 6은 바람직한 실시예에 따른 라인 무라를 검출하기 위한 방법의 개략 흐름도.
- <20> 도 6A는 이미지 처리기에 의한 결함 특정 필터링을 수행하는 단계에 대한 바람직한 실시예의 흐름도.
- <21> 도 6B는 블로브(들)를 생성하기 위하여 각각의 이미지를 드레스 훌딩하는 단계에 대한 바람직한 실시예의 흐름도.
- <22> 도 6C는 드레스 훌딩된 이미지로부터 블로브를 생성하고 분석하는 단계에 대한 상세 흐름도.
- <23> 도 6D는 결함 분석 단계에 대한 바람직한 실시예의 흐름도.
- <24> 도 7은 본 발명에 따른 스포트 무라 검출 방법의 개략 흐름도.
- <25> 도 8A-8C는 환상 영역을 한정하는 공정을 도시한 도면.
- <26> 도 9는 스포트 처리방법의 일 실시예의 흐름도.
- <27> 도 10은 이미지에 대한 사후처리의 실시예의 일 예를 도시한 도면.

실시예

<28> 용어풀이

<29> 다음의 용어들은 여기에 기재된 바와같이 일반적인 의미를 갖는다.

<30> 무라 결함 : 예 및 정의

<31> 무라 결함은 패턴화된 휘도 불균일(BNU)로도 정의되는, 결함 주위의 인접부분과는 다르거나 변칙적인 조명 영역(기판상의 화소)으로서 규정된다. BNU는 일반적으로 LCFPD에 수직한 위치의 이미지 포착 장치에 의해 측정되며 매우 낮은 콘트라스트를 갖는다. 기판의 영역은 종종 영역을 에워싸는 화소보다 밝거나 어둡게 나타나는 화소를 포함하며, 특정 콘트라스트 드레스홀드 한계, BNU,에 도달하거나 초과할 때 무라 결함으로서 분류된다. 무라 결함의 경계는 항상 잘 규정되는 것은 아니며, 개다가 무라 결함내에서 BNU는 동질이 아닐 수도 있다. 콘트라스트에 있어서 화소 결함은 각 화소의 인접 화소보다 낮거나 초과하는 조명점으로 규정된다. 화소 결함은 개별 화소, 클러스터된 화소, 또는 가시적으로 검사될 때 명백한 화소의 라인 세그먼트를 포함할 수 있다.

<32> 본 발명은 각각 도 2 및 도 3에 의해 도시된 바와 같이 무라 등급의 두 가지 형태, 라인 무라 결함 및 영역 무라 결함을 갖는 예에 의해 설명된다.

<33> 라인 무라 결함

<34> 도 2는 전형적인 라인 무라 결함을 도시한다. 라인 무라 결함은 그 부근과는 다른 조명의 좁은 직선 또는 곡선 스트립으로 규정된다. 즉, 라인 무라 결함을 형성하는 화소는 라인 무라 결함 주위의 화소치와 비교하여 예외의 화소치를 갖는다. 결함은 기판내의 어딘가에서 발생되고 종결되며 기판의 전체 길이에서 찾을 수 있을 것이다. 라인 무라 결함은 스트립의 길이 및 폭과 발생각도에 의해 분류된다. 전형적으로, 이러한 결함은 20 이상의 길이 대 폭 비율을 갖는다. 형상, 크기 및 위치에 따라 분류되는 라인 무라 결함의 형태에는 여러 가지가 있다. 이러한 결함을 초래하는 전형적인 제조 공정은 다음과 같이 리스트된다.

<35> a) 마찰 라인 무라

<36> i) 패널내의 어딘가에서의 마찰각도에서 가는 짧거나 긴 라인 세그먼트

<37> ii) 상기한 바와같이 폭이넓은 짧거나 긴 라인 세그먼트

<38> 주: 두 개의 마찰 라인 무라형태는 단독으로 또는 그룹으로 발생될 수 있으며 마찰공정에 사용된 기계 률러의 표면에서의 결함에 기인하여 정렬 층 마찰공정에 관련된다.

<39> b) 불규칙 라인 무라

<40> 패널영역 내의 어딘가에 나타나는 L-형 라인 세그먼트 및 아크

<41> 주: 불규칙 라인 무라는 종종 정렬 층 마찰공정이나 잔류물 세척공정에 의해, 편광자(polarizer) 및 유리 사이에 트랩된 입자 또는 섬유 오염물에 의해 초래된다.

<42> c) 블록 경계 라인 무라

<43> 패널에지에 수직하거나 수평한 패널의 드라이버 블록의 길이에 걸친 가늘고 긴 라인

<44> 주: 블록 경계 라인 무라는 종종 장치 블록의 이음새없는 불완전한 조인트에 의해 초래된다.

<45> 영역 무라 결함

<46> 도 3은 전형적인 영역 무라 결함을 나타낸다. 영역 무라 결함은 그 부근과는 다른 조명의 그룹(기판상의 화소)으로서 규정된다. 즉, 영역 무라 결함을 형성하는 화소는 영역 무라 결함 주위의 화소치와 비교하여 예외적인 화소치를 갖는다. 영역 무라 결함은 그 크기가 소프트 형상 무라에 대한 직경에 있어서 대략 6 화소로부터 패널 디스플레이 영역의 대략 25%까지 걸쳐있다. 형상, 크기 및 위치에 따라 분류되는 영역 무라 결함에는 여러 가지 형태가 있다. 결함을 초래하는 전형적인 제조공정이 리스트된다.

<47> a) 소프트 무라

<48> i) 타원형 소프트, 타원율은 원에서 거의 라인까지 변화할 수 있다.

<49> 주: 타원형 소프트 무라는 종종 스페이서 볼의 클러스터링이나 셀 캡 변화에 의해 초래될 수 있다.

<50> ii) 클러스터형 소프트, 원형

<51> 주: 클러스터형 소프트 무라는 종종 스페이서 볼 상에 형성된 정전하에 의해 초래된다.

<52> b) 충전 포트(fill port) 무라

<53> i) 충전 포트에 위치된 타원형

<54> ii) 충전 포트로부터 멀리 떨어진 아치형상의 다중라인

<55> 주: 충전 포트 무라의 양 형태는 종종 액정재료의 오염물에 의해 초래된다.

<56> c) 패널 에지 무라

<57> i) 패널 활성 영역의 전체 주변에 위치됨

- <58> 주: 패널 에지 무라는 종종 가공되지 않은 에폭시 보드 재료의 국소적인 블리딩(bleeding)이나 편광자 변화에 의해 초래된다.
- <59> d) 불규칙형 무라
- <60> 작고 두꺼운 형상으로부터 보다 규칙적인 L형까지의 범위에 걸친 아치형 웨이브
- <61> 주: 불규칙형 무라는 정렬 층 마찰공정이나 편광자 및 유리 세척공정 잔류물 사이에 트랩된 섬유 오염물에 의해 초래된다.
- <62> 라인 무라 및 영역 무라와 같은 결함의 상기 규정은 본 발명에 따른 다음 실시예에서 사용될 것이다.
- <63> 시스템 개요
- <64> 도 4A는 본 발명에 따른 검사장치(400)의 실시예의 개략도이다. 본 발명은 바람직하게 포톤 다이나믹스, 인코포레이티드로부터 이용가능한 FIS-250 또는 FIS-300 기기로서 구현된다. 검사장치는 LCD 패널(402)등과 같은 편평 패널 디스플레이를 포함한다. LCD 패널(402)은 활주가능한 테이블(406), 및 디스플레이 패널을 적정위치에 고착시키기 위해 꺽이는 헌지식 프레임(408)상에 위치설정된다. 활주가능한 테이블(406)은 CCD-형 카메라들과 같은 카메라에서 x-y 평면에서 LCD 패널의 위치설정을 용이하게 한다. 또한 활주가능한 테이블(406)은 LCD 패널이 카메라에 대해 이동될 수 있도록 한다. 대안적으로, 카메라는 카메라를 LCD 패널에 대해 이동시키기 위해 x-y 평면상에 설치된다. 가요성 리본형 와이어(414)는 테스트 시스템에서의 화소 구동 회로에서부터 헌지식 프레임(408)상의 도체까지의 구동각을 제공한다. 카메라(412)는 바람직하게는 고선명 카메라이며, 검사장치의 상체에 내장되어 있다. 모니터(428), 컴퓨터(432), 및 키보드(434)도 도시되어 있다. 검사장치는 다른 특징들 사이에서 복수의 색 필터(436)를 포함한다. 이러한 검사장치의 일 예는 여기에 참조로 통합된, 미합중국 특허출원 제 08/394,668호(대리인 도켓 번호 14116-35-2)에 개시되어 있다.
- <65> 편평 패널 디스플레이(FPD)는 광차단 경계에 의해 에워싸인 규칙적으로 패턴화된 발광 영역을 포함한다. 발광 영역은 전기적으로 어드레싱되며 종종 화소로 인용된다. 화소는 2차원 주기패턴을 형성하기 위하여 불투명한 경계로 서로 균일하게 간격져 있다.
- <66> CCD 카메라는 편평 패널 디스플레이와 유사한 구조를 가질 수 있다. 카메라에서 화소의 각각은 카메라 화소와 충돌하는 광의 양에 비례하는 전기신호(전압을 가짐)를 전환시킴으로써 광에 응답한다. 카메라 화소는 광에 응답하지 않는 경계를 포함한다. 각각의 화소는 서로 균일하게 간격져 있으며 2차원 주기 패턴을 형성한다. 화소의 패턴은 CCD 카메라에 충돌하는 이미지를 한정하는 광도(light intensity)의 별도의 샘플링 포인트를 형성한다.
- <67> FPD 화소의 이미지의 카메라 화소 이산 샘플링은 물결모양 간섭으로서 업계에서 일반적으로 공지된 간섭패턴을 생성한다. 간섭패턴은 CCD 카메라에 의해 생성된 이미지 전압신호의 주기적 변조이다. 변조의 주기는 CCD 화소와 편평 패널 화소의 패턴의 주기의 함수이다. 이미지의 주기적 변조는 종종 편평 패널 디스플레이상에 존재할 수 있는 실제 결함을 검출 및 특정하기 위한 검사 시스템의 기능을 방해한다. 실제 결함은 신호를 변조하지만 원래 주기적이지는 않다. 따라서, 주기적 변조를 감소하거나 제거하기 위한 방법은 종종 실제 결함의 정확한 검출을 보장하는데 사용된다. 상기 미합중국 특허출원 제 08/394,668호에는 주기적 변조를 감소하고 제거하기 위한 선택적 기법이 개시되어 있다.
- <68> 도 4B는 본 발명의 실시예에 따른 시스템(200)의 블록도이다. 시스템(200)은 모니터(210), 컴퓨터(220), 키보드(230), 마우스, 이미지 센서(240), 및 위치결정장치(250)를 포함한다. 컴퓨터(220)는 처리기(260)와 같은 일반적인 컴퓨터 컴퓨터 커모넌트와, 랜덤 액세스 메모리(RAM)(270), 디스크 드라이브(280) 및 상기 커모넌트들과 상호접속된 시스템 버스(290)와 같은 메모리 저장장치를 포함한다. 네트워크 인터페이스 장치(도시하지 않음)는 네트워크 액세스를 갖는 시스템(200)을 제공하기 위하여 시스템 버스(290)에 결합될 수 있다.
- <69> 마우스는 포인팅 장치로서 알려진 그래픽 입력장치의 일 예이며, 이산화 태블릿(digitizing tablet)은 다른 것이다. RAM(270) 및 디스크 드라이브(280)는 컴퓨터 프로그램의 저장을 위한 유형 매체의 예이며, 다른 형태의 유형 매체는 플로피 디스크, 제거가능 하드디스크, 네트워크 서버, CD-ROM 및 바코드와 같은 광학 저장매체, 플래쉬 메모리, ROM, ASIC와 같은 반도체 메모리, 및 배터리-지원형 휘발성 메모리 등을 포함한다. 시스템 버스는 PCI 버스, VME 버스 등일 수도 있다.
- <70> 위치결정장치(250)는 전술한 바와 같이 사용자가 기판에 대하여 이미지 센서(240)를 위치설정할 수 있도록 한다. x-y 스테파 스테이션은 공지의 위치결정장치의 일 예일 뿐이다.
- <71> 바람직한 실시예에서, 시스템(200)은 Sun SparcStationTM 5, 선 마이크로시스템으로부터의 실행 SolarisTM 4.1 동작시스템 및 포톤 다이나믹스, 인코포레이티드로부터 이용가능한 전용 하드웨어 및 소프트웨어를 포함한다.
- <72> 도 4B는 본 발명을 실시하기 위한 한 형태의 시스템을 나타낸다. 많은 시스템 형태 및 구성이 본 발명과 결합하여 사용하는데 적합하다는 것이 당업자에게 명백할 것이다.
- <73> 무라 분류
- <74> 특정 실시예에서, 본 발명은 기판으로부터 무라 결함의 식별 및 분류를 위한 방법 및 장치를 제공한다. 식별 및 분류 기법은 배경에 있어서의 화소에 대한 "예외의(anomalous)"값을 갖는 화소의 콘트라스트를 기초로 하는 것이 바람직하다. 이러한 콘트라스트는 휘도 불균일성(non-uniformity) BNU로 규정된다.
- <75> 화소에 대한 상대 휘도불균일성은 약 1 내지 5로 평가되며, 여기서 5는 가장 높은 콘트라스트를, 1은 가장 낮은 콘트라스트를 나타낸다. 특정 실시예는 각 BNU값과 그레이 스케일의 백분율차를 상관시킨

다(공지된 바와 같이, 그레이 스케일은 예를 들면 비활성 화소와 완전 활성 화소사이에서 이용가능한 휘도레벨의 전체수를 나타낸다). 상관의 일 예는 표 1에 의해 도시되어 있다.

<76>

BNU	% 그레이 스케일
1	0.7
2	3.5
3	6.4
4	9.0
5	12.0

<77>

표 1: BNU 및 % 그레이 스케일의 상관

<78>

대안적으로, BNU값은 다른 상관에 의해 그레이 스케일에 상관될 수 있다. BNU 값은 그 범위가 1 내지 10 또는 1 내지 20일 수 있으며, 다를 수도 있다. BNU 값의 범위가 증가하면, BNU값과 그레이 스케일 사이의 상관은 그에 상응하게 증가하거나 감소한다. 바람직하게, BNU 값은 그레이 스케일의 %에 대하여 선형 관계이다. 물론, 사용된 정확한 BNU 값과 그레이 스케일 퍼센트에 대한 관계는 특정 적용에 좌우된다.

<79>

본 식별기법은 효율적인 방법으로 기판의 결함 식별을 강화시킨다. 이러한 식별을 기초로하여, 결함을 초래하는 제조공정 단계의 결정이 강화된다. 이어서, 제조 공정단계는 미래의 생산 과정에서 이러한 결함을 억제하기 위해 변경될 수 있다. 본 발명은 부분적으로 결함 속성을 기초로한 무라 결함의 분류를 제공한다. 단락 A-X는 무라 결함의 형태 및 그 특정 속성의 예를 기술한다. 특정 속성은 무라 결함 방향(단락 a), 결함 위치(단락 b), 결함 폭(단락 c), 결함 길이(단락 d), BNU값(단락 E) 등을 포함한다.

<80>

A. 라인 무라 패턴

<81>

1. 중앙 라인 결함: 중앙 라인 패널에서 과한 갭이 존재하는 회로 패턴 비정렬에 의해 종종 초래되는 결함의 한 형태.

<82>

a. 수평 방향

<83>

b. 패널의 수직방향으로 집중됨

<84>

c. 폭-대략 50 마이크론

<85>

d. 길이 변함

<86>

e. BNU: 3.0 - 4.5

<87>

2. 정렬 층 재료: 필름 두께 비균일함은 수평 및 수직(일반적이지 않음) 라인에서 초래될 수 있다.

<88>

a: 수평 또는 수직 또는 각진 방향

<89>

b: 위치 변함

<90>

c: 불완전하게 한정된 에지를 갖는 폭

<91>

d: 길이 변함

<92>

e: BNU: 1.5 - 3.0

<93>

3. 정렬 층 마찰 결함: 결함은 종종 마찰를려와 플레이트사이의 입자 불순물에 의해 초래된다.

<94>

a: 각진 방향(각도는 사용자에 의해 알려진다)

<95>

b: 위치 변함

<96>

c: 1-3 mm 폭

<97>

d: 길이 변함

<98>

e: BNU: 2.0-3.0

<99>

4. 정렬 층 세척 결함: 결함은 항상 정렬 층 세척공정의 잔류물에 의해 초래된 다중 쇼트(multiple short) 웨이브 라인이다.

<100>

a: 각진 방향(일반적으로 정렬 층 각도를 따름)

<101>

b: 위치 변함, 그러나 클러스터링은 중요한 특징일 수 있음

<102>

c: 1-3mm 폭

<103>

d: 길이 짧음(5-10mm)

- <104> e: BNU: 1.5-3.0
- <105> 5. 섬유 오염물 결함: 섬유 오염물은 일반적으로 편광자와 유리사이에서 트랩된다.
- <106> a: 특정 방향 없음
- <107> b: 위치 변함
- <108> c: (50-500)マイ크론 폭
- <109> d: 일반적으로 아치형상
- <110> e: BNU: 1.5-2.5
- <111> B. 스포트 무라 패턴
- <112> 1. 타원형 스포트: 타원형 스포트는 종종 셀 캡의 변화나 스페이서 볼의 클러스터링에 의해 초래된다.
- <113> a: 타원율이 원에서 거의 선으로 변화하는 타원형
- <114> b: 패널상의 변화된 위치
- <115> c: 주 직경: 3-50 mm
- <116> d: 직경에 의해 한정된 길이
- <117> e: BNU: 셀 캡에 대해서는 2.0-3.5, 스페이서 볼에 대해서는 3.0-5.0
- <118> 2. 클러스터형 스포트 무라: 클러스터형 스포트 무라는 종종 스페이서 볼 상에 형성된 정전 하에 의해 초래된다. 그 결과는 원형의 휘도 불균일한 고밀도이다.
- <119> a: 원형
- <120> b: 고밀도를 갖는 패널의 25%까지 커버
- <121> c: 직경: 1-3mm
- <122> d: 직경에 의해 한정된 길이
- <123> e: BNU: 1.0-2.5(원형 휘도불균일한 고밀도)
- <124> C. 충전 포트 무라
- <125> 1. 라인형 휘도불균일: 라인형 휘도불균일 무라는 액정재료의 오염에 의해 초래된, 충전 포트로부터 멀리 떨어진 아치형상의 다중 라인이다.
- <126> a: 아치형 라인
- <127> b: 충전 포트에서 위치설정됨
- <128> c: 라인 폭: 1-5mm
- <129> d: 길이: 25mm
- <130> e: BNU: 2.0-3.0
- <131> 2. 스포트형: 스포트형 충전 포트 무라는 충전 포트에서 위치설정된 타원형 휘도불균일이다.
- <132> a: 타원형
- <133> b: 충전 포트에서 위치설정됨
- <134> c: 주 직경: 5-15mm
- <135> d: 직경에 의해 한정된 길이
- <136> e: BNU: 3.0-4.5
- <137> 3. 아치 영역: 아치 영역 결함은 충전 포트의 양측상의 솔리드 아치 영역이다.
- <138> a: 아치형상을 갖는 영역형 BNU
- <139> b: 충전 포트에서 위치설정됨
- <140> c: 패널 영역의 대략 25%
- <141> d: 점유한 패널영역에 의해 한정된 길이
- <142> e: BNU: 2.0-3.0
- <143> D. 패널 에지 무라
- <144> 1. 패널 에지 무라는 전형적으로 편광자 변화에 의해 초래된, 패널 위치한 휘도불균일 무라이다.

- <145> a: 밴드형 폭
- <146> b: 전체 활성 영역주위에 위치됨
- <147> c: 폭 대략 5-15mm
- <148> d: 주위에 의해 한정된 길이
- <149> e: BNU: 3.5-4.0
- <150> E. 블록 무라
- <151> 1. 블록 무라는 장애 열 또는 행 드라이버에 의해 초래된, 큰 직사각 형 영역 휘도불균일이다. BNU는 솔리드(종종 완전한 드라이버 고장에 의해 초래됨)나 "잡음"(종종 패널 라인과 드라이버간의 불충분한 접속에 의해 초래됨)이다.
- <152> a: 직사각형
- <153> b: 패널 드라이브 세그먼트나 블록중 하나에 위치설정됨(전형 적으로 STN-LCD VGA 선명도 패널에 대해 8 블록이다)
- <154> c: 세그먼트에 의해 한정된 폭
- <155> d: 세그먼트에 의해 한정된 길이
- <156> e: BNU: 솔리드: 4.5-5.0, "잡음": 3.5-4.5
- <157> 무라 결함의 특정 속성의 상기한 설명은 무라 결함을 식별하고 특성화하기 위해 본 발명에 의해 사용될 수 있다. 또한 본 발명은 다음과 같은 특정 실시예에 의해 기술되는 바와 같이 이러한 특정 속성을 사용하기 위해 바람직한 검출방법을 포함한다.
- <158> 무라 결함 검출
- <159> 도 5는 본 발명에 따른 무라 검출 방법의 개략 흐름도(500)이다. 흐름도(500)는 단계(520-550)를 포함한다.
- <160> 먼저 기판의 이미지(데이터의 프레임)가 이미지 포착 장치에 의해 포착되거나 컴퓨터 메모리로부터 검색된다(단계 520). 전형적인 이미지 포착 장치는 CCD 카메라, 라인 스캔 카메라, 프레임 저장 카메라 등을 포함한다. 바람직한 이미지 포착 기법의 예는 본 양수인에게 양도되고 모든 목적을 위해 참조로 여기에 통합된 미합중국 특허출원 제 08/394,668호(대리인 도켓 번호 14116-35-2)에서 발견될 수 있다. 대안적으로, 이전에 포착된 기판의 이미지는 컴퓨터 메모리로부터 검색될 수 있다.
- <161> 이미지 포착후에, 본 발명은 기판의 이미지에서 휘도불균일을 갖는 화소의 검출을 위한 방법을 제공한다(단계 530).
- <162> 이어서, 무라 결함의 특성화를 위한 분석의 단계가 수행된다(단계 540). 무라 결함을 기초로하여, 무라 결함을 초래하는 제조공정에서 특정 단계의 식별이 강화된다(단계 550).
- <163> 라인 무라 검출방법의 상세한 내용은 도 6내지 6D에서 설명하고 있으며 스포트 무라 검출방법은 도 7에서 설명하고 있다.
- <164> 라인 무라 결함
- <165> 도 6은 바람직한 실시예에 따른 라인 무라 검출방법의 개략 흐름도(600)이다. 흐름도(600)는 단계(610-670)를 포함한다.
- <166> 무라 검출을 위한 본 발명의 실시예의 개요는 다음과 같다.
- <167> I. 라인 무라 검출 방법:
- <168> A. 이미지 포착
- <169> 1. 본 문서에 기술된 방법의 임의의 조합을 사용하여 편평 패널 디스플레이(FPD)로부터 처리되지 않은 최초 이미지 포착
- <170> B. 서브샘플링된 이미지 생성
- <171> 1. 처리되지 않은 이미지의 서브샘플링을 위한 2차원 선형 보간 수행
- <172> 주: 샘플링 주파수는 결함 크기에 좌우된다. 라인 결함에 있어서, 결정 인자는 종종 라인 폭이다.
- <173> C. 결함 특정 필터링 수행
- <174> 1. 수평축으로부터 약 0도 내지 165도에서 15도마다 지향된 각 방향 성 라플라시안 커널을 한정
- <175> 2. 각각의 방향성 커널과 각 이미지의 컨벌루션 수행
- <176> 3. 결합 규칙에 의해 결과 이미지를 형성하기 위하여 각 컨벌루션된 이미지를 결합
- <177> 주: 결합 규칙은 각 컨벌루션된 이미지 위치에서 최대치를 보존하고 완전히 강화된 이미지를 제공한다.
- <178> D. 블로브를 생성하기 위하여 이미지 드레스홀딩

- <179> 1. 이미지 화소치로부터 결과 이미지를 나타내는 히스토그램 형성
- <180> 2. 전체 이미지 통계를 기초로하여 이미지 화소치를 오브젝트-오브-인테리스트(001) 처리영역으로 서브 분할
- <181> 주: 각 001 처리영역은 이미지 화소치의 단일 범위를 커버한다
- <182> 3. 평균 및 표준편차를 기초로 각 001의 드레스홀딩
- <183> 주: 각 001는 드레스홀딩후에 그 배경에 대한 2진 표현이다.
- <184> 4. 드레스홀딩된 001 처리영역으로부터 최초 2진 블로브 한정
- <185> E. 블로브 분석
- <186> 1. 최초 2진 블로브 라벨링(좌에서 우로, 위에서 아래로, 그리고 그 결합으로 디스플레이를 스캐닝함)
- <187> 2. 처리 마스크로서 최초 라벨링된 2진 블로브를 사용함으로써 최초 이미지 내의 블로브 영역의 통계치를 계산
- <188> 3. 최초 2진 블로브 팽창(dilate)
- <189> 4. 환상 영역을 한정하기 위하여 최초 2진 블로브와 팽창된 2진 블로브의 XOR 수행
- <190> 5. 처리 마스크로서 환상 영역을 사용함으로써 최초 이미지 내의 환상 영역의 통계치를 계산
- <191> 6. 무라 결함을 한정하기 위하여 최초 이미지내의 환상 영역의 통계치와 최초 이미지내의 블로브에 대한 통계치를 비교
- <192> 7. 무라 결함이 결정되면, 신장, 길이, 각도, 및 무라 결함의 엔드포인트 좌표와 같은 라인 특정 속성을 계산
- <193> 8. 라인 특정 속성을 저장하기 위하여 데이터 파일을 구축
- <194> 9. 무라 결함의 라인 특정 속성과 선택된 기준 비교
- <195> F. 결함 분석(무라 결함의 상기한 특성 참조)
- <196> 1. 패널상의 결함 위치 식별
- <197> 2. 방향, 형상, 및 각도 식별
- <198> 3. 결함 폭 및 길이 식별
- <199> 4. 결함 만곡 식별
- <200> 5. 결함 BNU 유니트 식별
- <201> G. 선택적 사후처리
- <202> 1. 라인 무라 검출방법에 의해 화소형태 라인 검출의 오류 검출 제거
- <203> 2. 두 개이상의 공간 서브샘플링율에서 발견된 동일한 결함의 이중 검출 제거
- <204> 도 6A 내지 6D 및 상기한 개요를 참조하여, 본 방법의 상세한 설명이 제공된다.
- <205> 라인 무라 검출의 제 1 단계는 기판의 이미지를 포착하거나 메모리로부터 이미지를 검색하는 단계(610)를 포함한다. 바람직하게는, 이미지는 하나이상의 선택된 이미지 포착장치 및 당해분야에서 공지인 기술에 의해 포착(또는 포획)된다. 물론, 사용된 특정 기술은 적용에 따라 좌우된다. 또한 본 발명은 이미지 포착장치의 형태가 여기 또는 다른 것에 한정되는 것은 아니다.
- <206> 이미지 포착후에, 이미지 처리기는 복수의 서브샘플링된 이미지를 생성한다(단계 620). 서브샘플링된 이미지는 최초 이미지로부터 직접 서브샘플링될수도 있고 또는 이전에 샘플링된 이미지로부터 서브샘플링될 수도 있다.
- <207> 최초 이미지를 서브샘플링하기 위한 수 및 비율의 선택은 결함 공간 주파수 고려에 좌우된다. 예를 들면, 2차원 이미지가 하나의 새로운 화소에 대해 4스퀘어-화소로 서브샘플링되면, 효율적으로 새로운 서브샘플링된 이미지의 공간주파수는 최초 주파수의 절반이다. 서브샘플링 주파수는 일반적으로 사용자가 검출하기를 원하는 결함의 크기나 결함 라인의 폭에 좌우된다.
- <208> 이하 처리단계는 개별 서브샘플링된 이미지에 대해 동작한다. 예를 들면, 단계(630-670)는 최초 이미지에 대해 동작하고, 이어서 제 1 서브샘플링된 이미지에 대해 동작하며, 제 2 서브샘플링된 이미지에 대해 동작한다. 선택적 사후 처리단계(670)에서, 기술되는 바와 같이, 상기한 이미지의 각각으로부터의 데이터가 결합된다.
- <209> 도 6A는 이미지 처리기에 의해 결함 특정 필터링을 수행하는 단계에 대한 바람직한 실시예의 흐름도를 나타낸다. 도 6A는 단계(632-636)를 포함한다.
- <210> 당해분야에서 공지된 바와 같이, 이미지의 주파수 필터링은 필터의 이미지와 이미지의 푸리에 변환을 곱함으로써 주파수 영역에서 또는 컨벌루션 커널과 이미지를 컨벌루션함으로써 시간 영역에서 수행될 수 있다. 본 실시예에서, 시간 영역에서의 컨벌루션이 바람직하다.
- <211> 일 실시예에서, 결함 특정 필터링을 수행하는 단계는 방향성 특정 라플라시안 커널을 한정함으로써 시작한다(단계 632). 일 실시예에서, 라플라시안 커널은 0도에서 시작하여 약 165도까지 대략 15도마다

다 증가하도록 지향된다. 이 경우, 12 커널이 한정된다. 0도 및 75도 4×4 라플라시안 커널은 다음과 같다.

<212>

-1	-1	-1	-1
1	1	1	1
1	1	1	1
-1	-1	-1	-1

<213>

-1	1	1	-1
-1	1	1	-1
1	1	-1	-1
1	1	-1	-1

<214>

다른 실시예에서, 다른 커널 크기 및 증분도가 예상된다. 최소각도 증분은 종종 특정 시스템의 커널 크기 및 처리용량에 좌우된다. 물론, 1도 증분과 같은 최소각도 증분은 기술이 진보할 때 예상된다.

<215>

이어서, 각 이미지는 각 방향성 커널의 각각으로 개별적으로 컨벌루션되어, 복수의 필터링된 이미지를 형성하게 된다. 상기한 라플라시안 필터의 각각은 방향성이기 때문에, 각 필터링된 이미지는 최초 이미지내의 특정 방향으로 지향된 에지(인접한 화소치들의 차)를 강화시킨다. 상기한 예에서, 이와같이 필터링된 이미지가 12개 생성된다.

<216>

이어서, 필터링된 이미지는 결합 규칙에 의해 강화된 이미지를 생성하기 위해 결합된다(단계 636). 이러한 일련의 단계들은 각 이미지에서의 특성 에지(밀도치의 차)들을 강조한다.

<217>

단계(630)의 다른 실시예에서, 공지의 소벨(Sobel) 오퍼레이터는 이미지에서 특성 에지들을 강화 및 강조하는데 사용된다.

<218>

도 6B는 블로브를 형성하기 위하여 각각의 이미지를 드레스홀딩하는 단계에 대한 바람직한 실시 예의 흐름도를 도시한다. 도 6B는 단계 642-646를 포함한다.

<219>

본 발명의 바람직한 일실시예에서, 이미지 드레스홀딩은 단계 642, 통상적으로 단계 630후 강화된 이미지를 나타내는 히스토그램을 형성하는 단계로 시작된다. 공지된 바와같이, 히스토그램은 통상적으로 그레이 스케일 대 화소 수의 형태로 이미지에서 화소의 휘도를 나타낸다. 히스토그램은 휘도를 표시하는 x 축 및 화소의 수를 표시하는 y축을 형성한다.

<220>

각각의 이미지는 단계 644에서 오브젝트 오브 인터레스트(001) 영역으로 분할된다. 각각의 001는 통상적으로 예외적인 세기를 가지는 화소의 클러스터를 포함하는 이미지 영역을 포함한다. 각각의 001 처리 영역은 라인 무라 결함, 스포트 무라 결함, 배경 조명 등과같은 특정 이미지 특성을 표현한다. 히스토그램에서 화소치의 실질적 균일 범위는 각 001를 식별한다.

<221>

001가 결정된후, 이미지의 001는 단계 646에서 화소 드레스홀드를 기초로하여, 드레스홀드 이미지를 형성하기 위하여 2진화된다. 화소 드레스홀드는 바람직하게 각각 001의 평균 및 표준편차에 의해 결정된다.

<222>

본 발명의 다른 실시예에서, 각 강화된 이미지에 대한 드레스홀드 값은 전체, 각각의 개선된 이미지에 대한 평균 및 표준편차에 응답하여 결정된다. 통상적으로 드레스홀드는 이미지 평균으로부터 2내지 3배의 표준편차만큼 이격된 범위에서 세팅된다.

<223>

드레스홀드 값은 이미지상의 다른 화소보다 밝은 화소를 배치시키고, 이미지상의 다른 화소보다 어두운 화소를 배치시키기 위하여 다르게 설정될 수 있다.

<224>

도 6C는 드레스홀드 이미지로부터 블로브를 형성하고 분석하는 단계에 대한 보다 상세한 흐름도를 도시한다. 도 6C는 단계 651-659를 포함한다.

<225>

본 발명의 일실시예에서, 블로브는 단계 651에서 각 드레스홀드 이미지로부터 결정 및 라벨링된다. 블로브는 배경값에 대한 001 처리 영역의 이진 표현으로서 표시된다. 예를들어, 블로브는 하얀 배경 조명에 대해 완전히 검은 이미지로서 형성될 수 있다. 선택적으로, 블로브는 검은 배경 조명에 대해 완전히 하얀 이미지에 의해 표현될 수 있다. 블로브는 각각 001 처리 영역으로부터 결정된다.

<226>

라벨링 단계(651)는 2진 블로브의 각각에 라벨(통상적으로 숫자 형태)을 할당한다. 라벨은 바람직하게 숫자, 문자, 또는 증가 순서 또는 그와 같은 다른 기호같은 단일 라벨이다. 이미지 처리기는 블로브 이미지를 좌에서 우, 위에서 아래 또는 그들의 조합 등으로 주사하여 2진 블로브 각각을 식별 및 라벨링한다. 라벨링 단계는 추가의 분석을 위하여 각 블로브를 식별(또는 구별) 및 저장한다. 몇몇의 실시예에서, 라벨링 단계는 바람직하지만, 필요하지 않을 수도 있다.

<227>

상기 실시예의 단계 652에서 검출된 각 블로브에 관한 물리적 통계치를 계산하는 단계가 제공된다. 라벨링된 2진 블로브는 블로브 영역에 대응하는 본래 이미지 부분의 선택된 통계치를 측정하기 위하여 처리 마스크(비슷한 크기, 모양 및, 일정한 그레이 레벨로 인해)로서 작용한다. 참조 포인트로서, 블

로브 영역내의 본래 이미지에 대한 범위, 평균치 및 표준편차와 같은 선택된 통계치는 계산에 의해 쉽게 얻어진다. 선택된 통계치는 본래 이미지내의 블로브에 대한 실제 특성을 형성한다.

<228> 다음 단계에서, 블로브는 단계 653에서 팽창되고 각 블로브 주위의 "환상" 영역은 단계 654에서 결정된다. 상기 영역은 통상적으로 블로브의 주변에 존재한다. 바람직한 실시예에서, 라벨링된 2진 블로브와 팽창 및 라벨링된 2진 블로브의 XOR(배타적인 OR) 연산은 환상 영역을 한정한다. "탑햇(Top Hat)" 또는 밀폐 알고리즘같은 다른 기술이 라벨링된 2진 블로브 주위를 둘러싸는 환상 영역을 형성하기 위하여 사용될 수도 있다. 물론, 특정 기술은 응용에 따른다. 도 8A-8C는 환상 영역을 형성하는 방법을 도시한다.

<229> 상기 단계후 도 8A에 도시된 바와같이, 드레스홀드 이미지(810)에서 블로브(800)는 도 8A에 도시된 바와같이 식별된다. 공지된 형태학 기술을 사용하여, 블로브(800)는 도 8b에 도시된 바와같이, 블로브(820)를 형성하기 위하여 팽창된다. 팽창 단계는 라벨링된 2진 블로브 이미지의 공간 컨벌루션(convolution)을 사용한다. 본 발명의 바람직한 실시예에서, 공간 컨벌루션은 하나의 추후 드레스홀드 레벨로 다음 컨벌루션 커널(kernel)을 사용함으로써 수행된다.

<230>

1	1	1
1	1	1
1	1	1

<231> 상기 컨벌루션 커널은 그것의 주변에 하나의 화소, 또는 두 개의 화소, 또는 그 이상의 화소에 의해 라벨링된 2진 블로브를 팽창한다. 도 8c에서, 블로브(800 및 820)는 환상 영역(830)을 형성하기 위하여 배타적-논리합(XOR) 연산이 수행된다.

<232> 다음 단계에서, 블로브의 환상 영역이 발견된 곳에 대응하는 본래 이미지의 화소는 단계 655에서 결정된다. 그리고나서 평균 및 표준편차와 같은 이들 화소의 통계치가 계산된다. 환상 영역은 본래 이미지로부터 블로브의 선택된 배경 영역을 표시하는 것이 고려된다.

<233> 도 6C에서, 본래 이미지내의 블로브 영역에 대한 통계치는 단계 656에서 본래 이미지내의 환상 영역과 비교된다. 통계치는 무라 결함이 존재하는지 결정한다. 보다 상세하게, 비교 단계는 휘도 불균일성(BNU)에 의해 무라 결함을 식별하고 퍼센트 차이를 얻는다. 평균치는 표준편차에 의해 보완된다. 만약 비교치가 사용자 선택 기준 이하로 떨어지면, 무라 결함은 리턴되지 않는다(단계 657).

<234> 방향, 위치, 폭, 길이, BNU, 엔드포인트 좌표같은 라인 특정 속성을 계산하기 위하여 사용되는 다른 파라미터는 단계 657에서 계산된다. 이들 파라미터는 단계 658에서 데이터 파일 등에 연속 저장된다. 미리 저장된 데이터를 기초로하여, 라인 특정 속성은 단계 659에서 특정 형태의 라인 무라 결함 및 잠재원을 식별하기 위하여 사용된다.

<235> 도 6D는 단계 600에서 결함 분석에 대한 흐름도의 바람직한 실시예이다. 도 6D는 단계 661-665를 포함한다.

<236> 본 발명의 일실시예에서, 라인 무라 결함에 대한 결함 분석은 패널(661)상의 결함 위치, 결함 각(662), 결함 길이 및 폭(663), 라인 무라 만곡(664), BNU(665) 및 등등의 식별을 포함한다.

<237> 패널상의 결함 위치 검출은 라인 무라가 드라이버 블록 경계를 따라 배치되는지 아니면 패널의 중심에 배치되는지를 식별한다. 결함 각의 검출은 라인 무라 각 또는 0도, 90도 같은 방향, 또는 패널의 마찰각과 일치하는 각을 식별한다. 결함 라인 무라 폭은 잠재적 결함 소스를 식별하기 위하여 검출된다. 가는 라인 무라는 종종 정렬 층 마찰 입자 결함에 대한 후보(candidate)이다. 넓은 라인 무라는 종종 정렬 층 마찰 툴러/압력 비균일성에 대한 후보이다. 각 결함 라인무라에 의해 라인 만곡, 라인 길이, 또는 임의의 다른 라인 크기가 검출된다. 높은 만곡을 가지는 라인은 성유 오염에 기인한다. 결함 라인 무라의 다른 속성은 상기 라인 무라 패턴 셕션의 설명에서 제시된 바있다.

<238> 상기 단계후, 이미지 처리기는 선택적인 사후처리 동작(단계 670)을 수행한다. 선택적인 사후처리 동작이 라인 무라 검출 단계에 의해 화소 라인 결함의 잘못된 검출을 제거하는 단계, 둘 이상의 서브 샘플링 비율에서 발견된 동일 무라 결함의 이중 검출을 제거하고, 각 화소 결함을 제거하는 단계를 포함한다. 물론, 다른 사후처리 동작은 수행될 수 있고, 본 발명은 상기한 사후처리 동작으로 제한되지 않는다. 사후처리를 고려한 다른 상세한 설명은 하기의 스포트 무라 셕션과 관련하여 논의될 것이다.

<239> 스포트 무라 결함

<240> 도 7은 바람직한 실시예에 따라 스포트 무라를 검출하기 위한 방법의 간략화된 흐름도(700)를 도시한다. 흐름도(700)는 단계(710-770)를 포함한다.

<241> 요약하면, 스포트 무라 결함에 대한 검출은 이미지 포착 단계(단계 710), 이미지 서브 샘플링 단계(단계 720), 결함 특정 필터링 단계(단계 730), 블로브를 형성하기 위한 이미지 드레스홀딩 단계(단계 740), 블로브 분석 단계(단계 730), 결함 분석단계(단계 760), 선택적인 사후처리 단계(단계 770) 등을 포함한다. 물론, 단계 그 자체 및 그것의 시퀀스는 특정 적용에 따라 변경될 수 있다.

<242> 스포트 무라 검출 방법은 다음과 같이 간단하게 요약될 수 있다.

<243> 1. 스포트 무라 검출 방법

<244> A. 이미지 포착

- <245> 1. 본 명세서에 기술된 방법의 임의의 조합을 사용하여 편평 패널 디스플레이 최초 이미지 포착 이(FPD)로부터
- <246> B. 서브샘플링된 이미지 생성
- <247> 1. 처리되지 않은 이미지의 서브샘플링을 위한 2차원 선형 보간법 수행
- <248> 주: 샘플링 주파수는 결함 크기에 따른다.
- <249> 스포트 형태 결함에 대하여, 결정 인자는 종종 스포트 폭이다.
- <250> C. 결함 특정 필터링 수행
- <251> 1. 전방향 라플라시안 컨벌루션 커널을 수행
- <252> 주: 커널 크기는 결함 크기의 함수로서 조절된다.
- <253> D. 블로브 분석
- <254> 1. 최초 2진 블로브 라벨링(통상적으로 좌에서 우로, 위에서 아래로 디스플레이 및 그 조합을 주사하는 방식으로)
- <255> 2. 처리 마스크로서 최초 라벨링된 2진 블로브를 사용함으로써 본래 이미지 내에 블로브 영역의 통계치를 계산
- <256> 3. 최초 2진 블로브를 팽창
- <257> 4. 환상 영역을 형성하기 위하여 최초 2진 블로브에 팽창된 2진 블로브의 XOR을 수행
- <258> 5. 처리 마스크로서 환상 영역을 사용함으로써 최초 이미지내의 환상 영역 통계치를 계산
- <259> 6. 무라 결함을 결정하기 위하여 최초 이미지내의 환상 영역 통계치와 본래 이미지내의 블로브에 대한 통계치를 비교
- <260> 7. 만약 무라 결함이면, 신장, 길이, 각, 및 무라 결함의 엔드포인트 좌표 같은 라인 특정 속성을 계산
- <261> 8. 라인 특정 속성을 저장하기 위하여 데이터 파일 구축
- <262> 9. 선택된 기준과 무라 검출의 라인 특정 속성 비교
- <263> E. 결함 분석
- <264> 1. 패널상의 결함 위치 식별
- <265> 2. 방향, 모양 및 각 식별
- <266> 3. 결함 폭 식별
- <267> 4. 결함 길이 식별
- <268> 5. 결함 BNU 유니트 식별
- <269> 6. 결함 색 식별
- <270> F. 사후 처리
- <271> 1. 화소 결함 제거
- <272> 2. 라인 무라 결함 제거
- <273> 3. 두 개 이상의 공간 서브샘플링 비율에서 발견된 동일 결함의 이중 검출 제거.
- <274> 도 7 및 상기 요약을 참조하여, 각 단계의 상세한 설명이 제공된다.
- <275> 스포트 무라 검출 방법에 대한 제 1단계는 이미지 포착 단계(단계 710)를 포함한다. 상기 단계는 단계 610과 관련한 설명에 따라 통상적으로 수행된다.
- <276> 이미지 포착후, 이미지 처리기는 다수의 서브샘플링된 이미지를 생성한다(단계 720). 이 단계는 단계 620과 관련한 설명에 따라 통상적으로 수행된다. 가장 작은 스포트 크기는 약 5 화소 내지 약 7 화소 범위이다.
- <277> 이하 처리 단계는 각각 서브샘플링된 이미지상에 각각 작동한다. 예를들어, 단계 730-770는 최초 이미지상에서 동작하고, 그 다음 제 1 서브샘플링된 이미지상에서 동작하고, 그 다음 제 2 서브샘플링된 이미지에서 동작한다. 단계 770의 선택적인 사후처리 단계에서, 동작중인 각 이미지로부터의 데이터는 하기되는 바와같이 결합된다.
- <278> 일실시예에서, 결함 특정 필터링 수행 단계(단계 730)는 전방향 라플라시안 커널을 한정함으로써 시작된다. 물론, 이미지를 강화하기 위한 다른 컨벌루션 커널이 응용에 따라 사용된다. 예시적인 컨벌루션 커널은 다음과 같다 :

<279>

-1	-1	-1	-1
-1	1	1	-1
-1	1	1	-1
-1	-1	-1	-1

<280>

당업자에게 잘 공지된 바와같이, 이미지의 주파수 필터링은 컨벌루션 커널과 이미지를 컨벌루션 함으로써 시간영역에서 수행되거나, 필터의 이미지와 이미지의 푸리에 변환을 곱함으로써 주파수 영역에서 수행된다. 본 발명의 실시예에서, 시간 영역에서 컨벌루션이 바람직하다.

<281>

라인 무라 결함과 관련하여 설명된 공정과 유사하게, 이미지는 드레스홀드 이미지를 형성하기 위하여 드레스홀딩이 수행된다(단계 740). 드레스홀드된 이미지로부터 블로브들은 단계(750)에서 식별 및 특징지워진다. 무라 결함은 단계(750)에서 식별된 블로브에 응답하여 결정된다(단계 760). 이 단계는 바람직하게 라인 무라 결함의 경우에 기술된 바와같이 유사 방식으로 발생한다.

<282>

상기 방법은 사후처리 단계(770)를 포함한다. 사후처리의 한측면은 영역 무라 결함으로부터 각각의 화소 결함 및 라인 결함을 분리하는 것이다. 이 단계는 사용자가 영역 무라 결함에 속성을 집중하고 결함의 다른 형태를 무시할 수 있다. 화소 및 라인 결함은 저역 필터링같은 공지된 기술에 의해 제거될 수 있다.

<283>

사후처리

<284>

사후처리는 라인 및 스포트 무라 검출 섹션에서 설명한 바와같이, 무라 결함을 검출하는 사용자 능력을 향상시킨다.

<285>

도 9는 사후처리 방법의 일실시예의 흐름도이다. 도 9는 단계 850-880을 포함한다.

<286>

처음에, "잠재적인" 무라 결함(또는 "예외" 화소 값을 가지는 화소들)으로서 기술된 위치는 각각의 서브샘플링된 이미지에서 결정된다(단계 850). 이 단계는 도 6 및 도 7에 기술된 방법에 의해 수행된다.

<287>

각각의 드레스홀딩되고 서브샘플링된 이미지는 화소 결함을 제거하기 위하여 필터링된다(단계 860). 바람직한 실시예에서, 필터는 저역통과 필터이다. 대안적으로, 각각의 드레스홀딩되고 서브샘플링된 이미지는 부식 필터를 통하여 전달된다. 단계 860의 효과는 무라 결함으로써 고려된 각각의 화소 결함을 제거하는 것이다.

<288>

피크들 사이의 오버랩 또는 근접성을 기초로, 상이한 서브 샘플 이미지에서 발견된 무라 결함들은 단계(880)에서 동일한 무라 결함으로 고려된다.

<289>

도 10은 이미지의 사후처리 실시예를 도시한다. 도 10은 이미지(900, 910 및 920)를 포함한다. 이미지(900)는 무라 결함(930)을 포함하고, 이미지(910)는 무라 결함(940)을 포함하고, 이미지(920)는 무라 결함(950)을 포함한다. 도 10은 또한 필터링된 이미지(960, 970 및 980) 및 크로스 섹션(990, 1000 및 1010)을 포함한다. 크로스 섹션(990)은 잠재적인 결함(1020 및 1030)을 포함하고, 크로스 섹션(1000)은 잠재적인 결함(1040 미 1050)을 포함하고, 크로스 섹션(1010)은 잠재적인 결함(1060)을 포함한다.

<290>

도 10의 실시예에서, 이미지(900)는 기판의 포착된 이미지를 도시한다. 상기된 서브샘플링 기술, 또는 다른 공지된 기술을 사용하여, 이미지(910 및 920)는 이미지(900)로부터 서브샘플링된 이미지가 형성되고 나타나진다. 이미지(900)의 무라 결함(930)은 서브샘플링되어 이미지(910)의 무라 결함(940)처럼 나타나고, 이미지(920)의 무라 결함(950)처럼 나타난다.

<291>

상기된 바람직한 실시예에 따라, 각각의 이미지(900-920)는 가장자리 검출 기술을 사용하여 필터링된다. 도 10에서, 필터링된 이미지(960-980)는 이미지(900-920)내 물체의 가장자리에 대응한다.

<292>

도 9에서, 크로스 섹션(990-1010)은 각각의 필터링된 이미지(960-980)의 위치 대 세기 값의 크로스 섹션에 대응한다. 각각의 크로스 섹션(990-1010)은 동일 크기로 비교된다. 도시된 바와같이, 크로스 섹션(990)에서, 두 개의 잠재적인 결함(1020 및 1030)이 도시된다. 잠재적인 결함(1020 및 1030)은 무라 결함(930)의 가장자리에 대응한다. 크로스 섹션(1000)에서, 두 개의 잠재적인 결함(1040 및 1050)이 무라 결함(940)의 가장자리에 대응하여 도시된다. 크로스 섹션(1010)에서, 잠재적인 결함(1060)은 무라 결함(950)에 대응하여 도시된다. 이미지(920)가 이미지(900)를 서브샘플링함으로써 형성되고, 무라 결함(950)은 필터링된 이미지(980)에서 단지 하나의 잠재 결함(950)으로서 나타난다.

<293>

상기된 무라 결함 검출 방법에 기술된 처리에 이어서, 이미지(1070-1090)는 검출된 블로브이다. 본 발명의 바람직한 실시예는 이미지 사이의 오버랩된 잠재 결함을 서로 찾는것에 대해 잠재 결함(1020-1060)을 상호 참조한다. 예를들어, 잠재 결함(1040)과 오버랩된 잠재 결함(1020), 및 잠재 결함(1050)과 오버랩된 잠재 결함(1030)이 도시된다. 추가의 잠재 결함(1060)은 잠재 결함(1050)과 겹쳐있고, 잠재 결함(1050)은 잠재 결함(1030)과 겹쳐진다. 무라 결함의 크기가 연속적인 서브샘플링으로 감소하기 때문에, 최초 이미지에 나타나는 임의의 무라 결함은 각 연속 서브샘플에서 보다 작게 나타난다. 그러므로 연속적인 서브샘플링된 이미지 사이의 오버랩된 잠재 결함은 잠재 무라 결함을 동일 무라 결함에 맵핑하는 것을 가리킨다. 그래서, 상기 실시예에서, 잠재 결함(1020-1060)은 포착된 이미지의 동일 무라 결함(930)을 모두 기록한다.

<294>

상기 실시예에서, 오버랩은 이미지의 열을 따라 도시된다. 대안적으로, 이미지의 행을 따른 오버랩이 분석되거나, 임의의 방향(전방향)에서 오버랩이 분석된다.

<295>

서브샘플링된 이미지 사이의 서브샘플링 및 크로스 참조는 사용자가 라인 형태 결함을 접속하도

록 한다. 도 10은 이미지(900)에서 무라 결함(1070 및 1080) 및 이미지(910)에서 무라 결함(1090)을 포함한다. 무라 결함(1070 및 1080)은 라인 무라 결함 부분이다. 이미지(910)에 도시된 바와같이, 서브샘플링된 이미지(900)의 결과, 단지 하나의 결함, 무라 결함(1090)이 나타난다. 이미지(910 및 900)를 상호 참조함으로써, 사용자는 무라 결함(1070 및 1080)이 동일 라인 무라 결함의 부분인 것을 결정한다. 일실시예에서, 사용자는 라인 무라 결함 부분 사이의 불연속성을 검출하기 위하여 1080과 같은 무라 결함을 따라 외삽한다. 이런 경우, 무라 결함(1070)이 발견되고 무라 결함(1070 및 1080)은 하나의 결함에 결합한다.

<296> 본 발명의 다른 실시예에서, 최초 이미지는 이미지의 서브샘플링후 서브샘플링된 이미지를 필터링하기 위한 대안으로서 필터링된 이미지를 형성하기 위하여 다른 주파수 차단 필터를 사용하여 필터링된다. 특정 실시예에서, 보다 큰 커널 크기가 보다 낮은 주파수 차단을 이루기 위하여 컨벌루션에 대해 사용된다. 평면 결함이 나타나고 사라지는 기록을 유지함으로써, 사용자는 무라 결함에 대한 휘도 비균일성의 크기뿐 아니라, 무라 결함의 크기를 결정할 수 있다.

<297> 라인 결함의 경우에, 라인 결함이 우선 사라지는 서브샘플링된 이미지는 주파수 차단으로 인해 라인의 폭을 가리킨다. 그래서, 최초 이미지를 서브샘플링함으로써, 사용자는 예를들어 가는 라인 결함(빈약한 화소)으로부터 두꺼운 라인 결함으로 주파수 특정 결함을 결정 및 찾을 수 있다.

<298> 상기된 설명에서, 본 발명은 특정 실시예를 참조하여 기술된다. 많은 변화 또는 변형이 쉽게 상상된다. 예를들어, 주파수 영역내에 이미지의 필터링을 수행하고, 소벨 오프레이터 같은 다른 컨벌루션 기술을 사용하고, 7×7 커널같은 다른 컨벌루션 커널을 사용하고, 5배의 표준편차같은 다른 드레스홀드 레벨을 사용한다.

<299> 본 발명은 예를들어 비배타적 음극선관, 반도체 웨이퍼, 웹 검사 시스템, 의학 이미지 시스템, 및 그와 같은 기판의 광학 검사를 요구하는 기술의 다른 영역에 제공될 수 있다.

<300> 따라서 상세한 설명 및 도면은 제한적인 측면보다는 설명을 위한 것이다. 그러나, 청구범위에 나타난 바와같은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양한 변화 및 변형이 행해질 수있다는 것이 명백할 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

편평 패널 디스플레이용 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 방법에 있어서,

a) 상기 기판의 적어도 일부에서 제 1 복수의 화소의 이미지를 포착하는 단계를 포함하는데, 상기 이미지는 상기 제 1 복수의 화소로부터의 화소치를 포함하며;

b) 강화된 이미지를 형성하기 위하여 상기 제 1 복수의 화소로부터의 화소치들의 차를 강화시키는 단계를 포함하는데, 상기 강화된 이미지는 상기 제 1 복수의 화소로부터의 강화된 화소치를 포함하며;

c) 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 제 1 복수의 화소로부터의 강화된 화소치를 드레스홀딩하는 단계를 포함하는데, 상기 드레스홀딩된 이미지는 상기 제 1 복수의 화소로부터의 드레스홀딩된 화소치를 포함하며;

d) 상기 제 1 복수의 화소로부터 상기 드레스홀딩된 이미지내의 적어도 하나의 블로브에 상응하는 제 2 복수의 화소를 식별하는 단계;

e) 상기 제 1 복수의 화소로부터 상기 드레스홀딩된 이미지내의 적어도 하나의 블로브 주위의 환상 영역에 상응하는 제 3 화소를 식별하는 단계;

f) 상기 제 2 복수의 화소치와 상기 제 3 복수의 화소치를 비교하는 단계;

g) 상기 비교단계에 응답하여 무라 결함을 결정하고 그 속성을 분류하는 단계; 및

h) 상기 무라 결함 속성에 응답하여 상기 무라 결함의 원인을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 강화 단계는 강화된 이미지를 형성하기 위하여 이미지에 대해 필터링을 수행하는 필터를 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 강화 단계는 예지 강화 컨벌루션을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 필터는 1도 내지 90도의 지향성 방향을 갖는 지향성 라플라시안 커널인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 필터는 0도부터 시작하여 15도마다 지향성 방향을 갖는 지향성 라플라시안 커널인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 강화 단계는,
 복수의 필터링된 이미지를 형성하기 위하여 이미지에 대해 복수의 필터링을 수행하는 단계; 및
 상기 강화된 이미지를 형성하기 위하여 상기 복수의 필터링된 이미지를 결합하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서, 상기 필터는 결합 특정 필터인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 단계 g)후에, 서브샘플링된 이미지를 형성하기 위하여 이미지를 서브샘플링하는 단계; 및
 상기 서브샘플링된 이미지를 사용하여 상기 단계 b)-g)를 반복하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 드레스홀딩 단계는,
 상기 제 1 복수의 화소에서 강화된 화소치에 대한 평균 화소치를 결정하는 단계;
 상기 제 1복수의 화소에서 강화된 화소치에 대한 표준편차 화소치를 결정하는 단계;
 상기 평균 화소치 및 표준편차 화소치에 응답하여 상기 제 1 복수의 화소에서 강화된 화소치에 대한 드레스홀드 화소치를 결정하는 단계; 및
 상기 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 제 1 복수의 화소에서 강화된 화소치에 상기 드레스홀드 화소치를 인가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 드레스홀딩 단계는,
 상기 제 1 복수의 화소에서 강화된 화소치로부터 히스토그램을 형성하는 단계;
 상기 히스토그램에 응답하여 잠재적인 결합 화소치의 범위를 결정하는 단계; 및
 상기 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 잠재적인 결합 화소치의 범위에 응답하여 상기 제 1 복수의 화소에서 화소를 드레스홀딩하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 복수의 화소에 대한 평균 화소치를 계산하는 단계를 더 포함하며,
 상기 제 3 복수의 화소를 식별하는 단계는,
 제 4 복수의 화소를 형성하기 위하여 적어도 하나의 블로브에 상응하는 제 2 복수의 화소를 팽창하는 단계를 포함하는데, 상기 제 4 복수의 화소는 상기 제 2 복수의 화소를 포함하며;
 상기 제 4 복수의 화소로부터 상기 제 3 복수의 화소를 억제함으로써 적어도 하나의 블로브 주위에 환상 영역을 형성하는 단계; 및
 상기 제 3 복수의 화소에 대한 화소치를 평균함으로써 평균 배경치를 계산하는 단계를 포함하며,
 상기 비교단계는 상기 평균 화소치와 상기 평균 배경치를 비교하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 평균 화소치를 계산하는 단계는 상기 제 2 복수의 화소에 대한 표준편차를 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서, 상기 평균 배경치를 계산하는 단계는 상기 제 3 복수의 화소에 대한 표준편차를 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 평균 화소치를 비교하는 단계는 상기 제 2 복수의 화소에 대한 표준편차와 상기 제 3 복수의 화소에 대한 표준편차를 비교하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15

기판상의 무라 결함을 식별하는 방법에 있어서,
 배경 이미지상에 한정된 블로브를 포함하는 이미지를 포착하고 프레임 데이터와 같은 이미지를

저장하는 단계를 포함하는데, 상기 블로브는 제 1 화소에 의해 한정되고 상기 배경 이미지는 제 2 화소에 의해 한정되며;

상기 블로브와 배경 이미지를 2진 표시로 나타내기 위하여 이미지를 드레스홀딩하는 단계를 포함하는데, 상기 2진 표시는 제 1 값에서의 제 1 화소와 제 2 값에서의 제 2 화소에 의해 한정되며;

상기 블로브에 상응하는 이미지의 화소로부터 블로브의 평균 블로브 화소치를 계산하는 단계;

상기 제 1 값에서의 제 1 화소에 인접한 제 2 값에서의 제 2 화소의 일부를 상기 제 1 값에서의 제 2 화소로 전환함으로써 블로브의 2진 표시를 팽창시키는 단계를 포함하는데, 상기 팽창단계는 상기 블로브의 팽창된 2진 표시를 한정하며;

상기 제 1 값에서의 제 2 화소를 포함하는 환상 영역을 한정하기 위하여 상기 블로브의 팽창된 2진 표시와 블로브의 2진 표시의 XOR 연산을 수행하는 단계;

상기 환상 영역에 상응하는 이미지의 화소로부터 배경 이미지의 평균 배경 이미지 화소치를 계산하는 단계; 및

무라 결함을 식별 및 그 속성을 분류하기 위하여 상기 평균 배경 이미지 화소치와 평균 블로브 화소치를 비교하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16

제 1 복수의 화소를 포함하는 편평 패널 디스플레이용 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 컴퓨터 시스템에 있어서,

상기 기판의 적어도 일부의 이미지를 포착하기 위한 이미지 포착 장치를 포함하는데, 상기 일부는 제 2 복수의 화소를 포함하고 상기 이미지는 상기 제 2 복수의 화소에서의 화소치를 포함하며;

강화된 이미지를 형성하기 위하여 상기 제 2 복수의 화소에서 화소치의 차를 강화하기 위한 강화 기를 포함하는데, 상기 강화된 이미지는 상기 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 포함하며;

드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 드레스홀딩하기 위한 드레스홀더를 포함하는데, 상기 드레스홀딩된 이미지는 상기 제 2 복수의 화소에서 드레스홀딩된 화소치를 포함하며;

상기 드레스홀딩된 이미지에 응답하여 상기 기판의 일부내에 적어도 하나의 블로브를 형성하는 제 3 복수의 화소를 식별하기 위한 식별기;

상기 제 3 복수의 화소치와 상기 적어도 하나의 블로브 주위의 환상영역에 상응하는 화소치를 비교하기 위한 비교기; 및

무라 결함을 결정 및 분류하기 위해 비교기에 결합된 결정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 강화기는 예지 강화 컨벌루션을 수행하기 위한 컨벌버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 18

제 16 항에 있어서, 상기 비교기는,

상기 제 3 화소에 대한 평균 화소치를 계산하기 위한 제 1 평균기;

제 4 복수의 화소를 형성하기 위하여 적어도 하나의 블로브를 팽창하기 위한 팽창기를 포함하는데, 상기 제 4 복수의 화소는 상기 제 3 복수의 화소를 포함하며;

상기 제 4 복수의 화소로부터 상기 제 3 복수의 화소를 억제함으로써 적어도 하나의 블로브 주위에 환상 영역을 형성하기 위한 주변 결정기;

상기 환상 영역내의 화소에 대한 화소치를 평균함으로써 평균 배경치를 계산하기 위한 제 2 평균기; 및

상기 평균 화소치와 상기 평균 배경치를 비교하기 위한 비교기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 19

제 1 복수의 화소를 포함하는 편평 패널 디스플레이용 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 컴퓨터 시스템에 있어서,

상기 시스템은 컴퓨터 판독가능 메모리를 포함하며,

상기 판독가능 메모리는,

상기 기판의 적어도 일부의 이미지를 포착하도록 이미지 포착 장치를 명령하는 코드를 포함하는데, 상기 일부는 제 2 복수의 화소를 포함하고 상기 이미지는 제 2 복수의 화소에서의 화소치를 포함하며;

강화된 이미지를 형성하기 위하여 제 2 복수의 화소에서 화소치의 차를 강화하는 코드를 포함하

는데, 상기 강화된 이미지는 상기 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 포함하여;

드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 제 2 복수의 화소에서 강화된 화소치를 드레스홀딩하는 코드를 포함하는데, 상기 드레스홀딩된 이미지는 상기 제 2 복수의 화소에서 드레스홀딩된 화소치를 포함하여;

상기 드레스홀딩된 이미지에 응답하여 상기 기판의 일부내에 적어도 하나의 블로브를 형성하는 제 3 복수의 화소를 식별하는 코드;

상기 제 3 복수의 화소치와 상기 적어도 하나의 블로브 주위의 환상 영역에 상응하는 화소치를 비교하는 코드; 및

상기 비교단계에 응답하여 무라 결함을 결정 및 분류하는 코드를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 컴퓨터 판독가능 메모리는 예지 강화 컨벌루션을 수행하는 코드를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 21

제 19 항에 있어서, 상기 컴퓨터 판독가능 메모리는,

상기 제 3 복수의 화소에 대한 평균 화소치를 계산하는 코드;

제 4 복수의 화소를 형성하기 위해 적어도 하나의 블로브를 팽창하는 코드를 포함하는데, 상기 제 4 복수의 화소는 상기 제 3 복수의 화소를 포함하며;

상기 제 4 복수의 화소로부터 상기 제 3 복수의 화소를 억제함으로써 적어도 하나의 블로브 주위에 환상 영역을 형성하는 코드;

상기 환상 영역내의 화소에 대한 화소치를 평균함으로써 평균 배경치를 계산하는 코드; 및

상기 평균 화소치와 상기 평균 배경치를 비교하는 코드를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 22

복수의 화소를 갖는 액정 디스플레이용 기판에서 무라 결함을 검출하기 위한 방법에 있어서,

기판의 이미지를 포착하는 단계;

상기 이미지로부터 복수의 서브샘플링된 이미지를 생성하는 단계;

상기 복수의 서브샘플링된 이미지 각각의 무라 결함의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 무라 결함의 위치를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 서브샘플링된 이미지 각각의 잠재적인 무라 결함의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

복수의 필터링된 이미지를 형성하기 위하여 상기 복수의 서브샘플링된 이미지의 각각에 필터를 인가하는 단계; 및

복수의 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 복수의 필터링된 이미지의 각각을 드레스홀딩하는 단계를 더 포함하며,

상기 위치 결정 단계는 드레스홀드치를 초과하는 복수의 드레스홀딩된 이미지의 각각에서 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 무라 결함의 위치를 결정하는 단계를 더 포함하며,

상기 무라 결함 결정단계는 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 검출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24

제 22 항에 있어서,

상기 이미지의 화소로부터 오프셋 성분을 억제하는 단계; 및

상기 이미지의 화소로부터 이득 성분을 억제하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서, 상기 필터는 예지 검출 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26

제 23 항에 있어서, 상기 필터는 컨벌루션 필터인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27

제 23 항에 있어서, 상기 필터는 라플라시안 필터인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28

제 23 항에 있어서, 상기 복수의 필터링된 이미지의 각각을 드레스홀딩하는 단계는,
상기 복수의 필터링된 이미지의 각각에 대한 복수의 평균 화소치를 결정하는 단계;
상기 복수의 필터링된 이미지의 각각에 대한 복수의 표준편차를 결정하는 단계;
상기 이미지에 대한 평균 화소치 및 표준편차에 응답하여 상기 복수의 이미지의 각각에 대한 복수의 드레스홀드 화소치를 결정하는 단계; 및
복수의 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 복수의 이미지의 각각에 상기 복수의 드레스홀드 화소치를 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29

제 22 항에 있어서,
상기 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계는,
변칙값을 갖는 제 1 서브샘플링된 이미지내의 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 제 1 복수의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계; 및
변칙값을 갖는 제 2 서브샘플링된 이미지내의 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 제 2 복수의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계를 포함하며,
상기 무라 결함을 결정하는 단계는,
상기 기판에서의 제 3 복수의 잠재적인 결함 화소를 형성하기 위하여, 기판에서의 제 1 복수의 잠재적인 결함 화소의 위치와 기판에서의 제 2 복수의 잠재적인 결함 화소의 위치를 비교하는 단계; 및
상기 기판에서의 제 3 복수의 잠재적인 결함 화소에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30

복수의 화소를 갖는 액정 디스플레이용 기판에서의 무라 결함을 검출하기 위한 방법에 있어서,
상기 기판의 이미지를 포착하는 단계;
복수의 필터링된 이미지를 형성하기 위하여 상기 이미지에 개별적으로 복수의 필터를 인가하는 단계를 포함하는데, 상기 복수의 필터는 다른 주파수 차단을 가지며;
복수의 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 복수의 필터링된 이미지의 각각을 드레스홀딩하는 단계;
드레스홀드치를 초과하는 복수의 드레스홀딩된 이미지의 각각에서 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계; 및
상기 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 검출 및 분류하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서,
상기 이미지의 화소로부터 오프셋 성분을 억제하는 단계; 및
상기 이미지의 화소로부터 이득 성분을 억제하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 32

제 30 항에 있어서, 상기 복수의 필터는 컨벌루션인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 33

제 30 항에 있어서, 상기 복수의 필터는 라플라시안 필터인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 34

제 30 항에 있어서,
상기 복수의 필터링된 이미지의 각각을 드레스홀딩하는 단계는,
상기 복수의 필터링된 이미지의 각각에 대한 복수의 평균 화소치를 결정하는 단계;
상기 복수의 필터링된 이미지의 각각에 대한 복수의 표준편차를 결정하는 단계;
상기 이미지에 대한 평균 화소치 및 표준편차에 응답하여 복수의 이미지의 각각에 대한 복수의 드레스홀드 화소치를 결정하는 단계; 및
복수의 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 상기 복수의 이미지의 각각에 상기 복수의 드레

스흘드 화소치를 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 35

제 30 항에 있어서,

상기 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계는,

변칙값을 갖는 제 1 필터링된 이미지내의 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 제 1 복수의 잠재적인 결함 화소를 결정하는 단계; 및

변칙값을 갖는 제 2 필터링된 이미지내의 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 제 2 복수의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 단계를 포함하며,

상기 무라 결함을 결정하는 단계는,

기판에서의 제 3 복수의 잠재적인 결함 화소를 형성하기 위하여, 기판에서의 제 1 복수의 잠재적인 결함화소의 위치와 기판에서의 제 2 복수의 잠재적인 결함 화소의 위치를 비교하는 단계; 및

기판에서의 제 3 복수의 잠재적인 결함 화소에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 36

복수의 화소를 갖는 액정 디스플레이용 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 컴퓨터 시스템에 있어서,

상기 기판의 이미지를 포착하기 위한 이미지 포착 장치;

상기 이미지로부터 복수의 서브샘플링된 이미지를 생성하기 위한 샘플러;

변칙값을 갖는 복수의 서브샘플링된 이미지 내의 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하기 위한 화소 결정기; 및

상기 기판에서 결정된 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정 및 분류하기 위한 무라 결정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 37

제 36 항에 있어서,

복수의 필터링된 이미지를 형성하기 위하여 복수의 서브샘플링된 이미지의 각각에 필터를 인가하기 위한 필터 장치; 및

복수의 드레스홀딩된 이미지를 형성하기 위하여 복수의 필터링된 이미지의 각각을 드레스홀딩하기 위한 드레스홀딩 장치를 더 포함하며,

상기 화소 결정기는,

드레스홀드치를 초과하는 복수의 드레스홀딩된 이미지의 각각에서 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하기 위한 잠재적 화소 결정기; 및

상기 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정하기 위한 무라 결정기를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 38

복수의 화소를 갖는 액정 디스플레이용 기판상의 무라 결함을 검출하기 위한 컴퓨터 프로그램을 포함하는 컴퓨터 시스템에 있어서,

상기 시스템은 컴퓨터 판독가능 메모리를 포함하며,

상기 컴퓨터 판독가능 메모리는,

기판의 이미지를 포착하도록 이미지 포착 장치를 명령하는 코드;

상기 이미지로부터 복수의 서브샘플링된 이미지를 생성하는 코드;

변칙값을 갖는 상기 복수의 서브샘플링된 이미지의 각각에서 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 잠재적인 결함 화소의 위치를 결정하는 코드; 및

상기 기판에서 결정된 잠재적인 결함 화소의 위치에 응답하여 기판에서의 무라 결함을 결정 및 분류하는 코드를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 39

제 22 항에 기재된 방법에 따라 검사된 액정 디스플레이 기판.

청구항 40

제 22 항에 기재된 방법에 따라 검사된 액정 디스플레이 기판으로 제조된 컴퓨터 시스템.

청구항 41

제 22 항에 기재된 방법에 따라 검사된 액정 디스플레이 기판을 포함하는 디스플레이 장치.

청구항 42

제 1 항에 기재된 방법에 따라 검사된 액정 디스플레이 기판.

청구항 43

제 1 항에 기재된 방법에 따라 검사된 액정 디스플레이 기판을 포함하는 디스플레이 장치.

요약

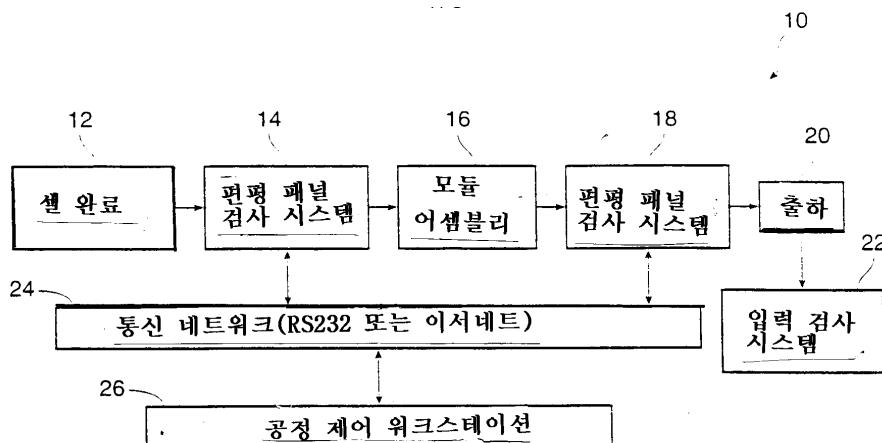
본 발명은 디지털 처리 기술을 사용하여 화소 결함, 특히 무라 결함을 식별하고 분류하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 방법은 무라 결함을 갖는 이미지를 포착하고, 배경 조명에 대항하여 무라 결함을 강화시키기 위해 이미지상에 라플라시안 컨벌루션을 수행하는 단계를 포함한다. 배경 조명에 대항하여 무라 결함을 드레스홀딩하는 단계도 제공된다. 드레스홀딩된 무라 결함은 최초 무라 결함의 통계적 파라미터를 한정하기 위해 최초 무라 결함과 비교된다. 환상 영역은 무라 결함의 주위에 한정된다. 환상 영역의 통계치는 최초 무라 결함과 비교하여 배경 조명에 대한 통계치를 한정한다. 무라 결함으로부터의 통계치는 무라 결함 식별 및 분류를 위한 배경 조명 통계치와 비교된다.

대표도

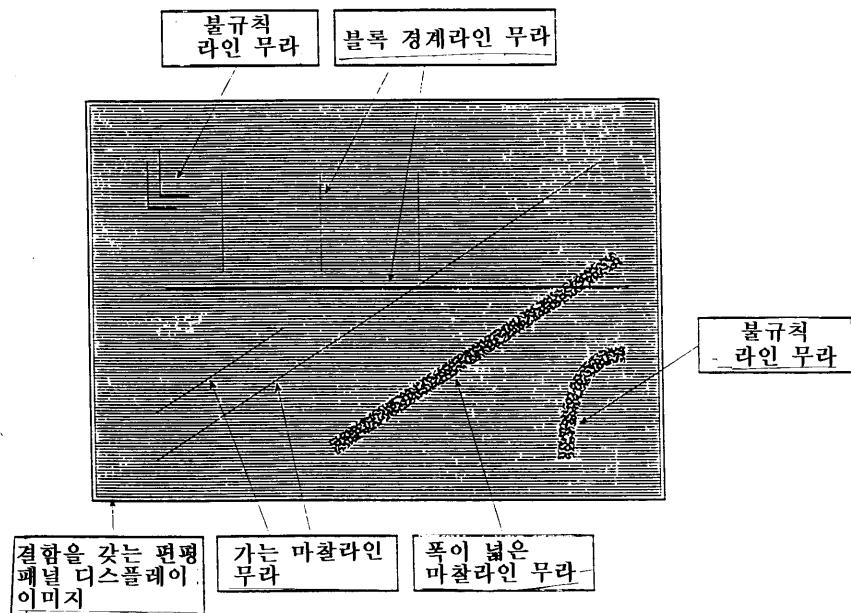
도5

도면

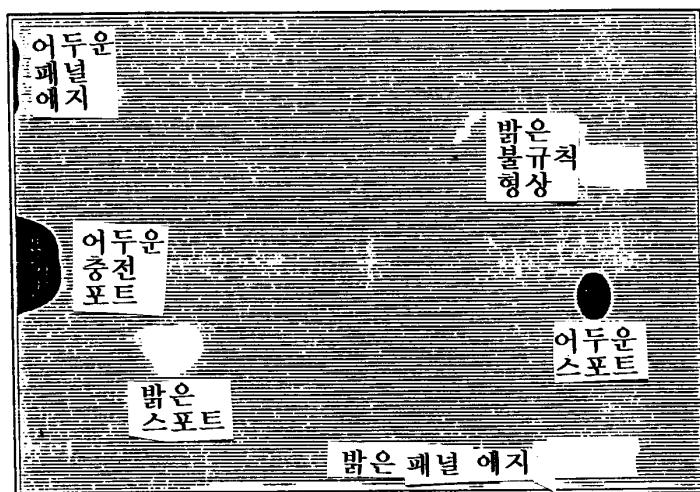
도면1



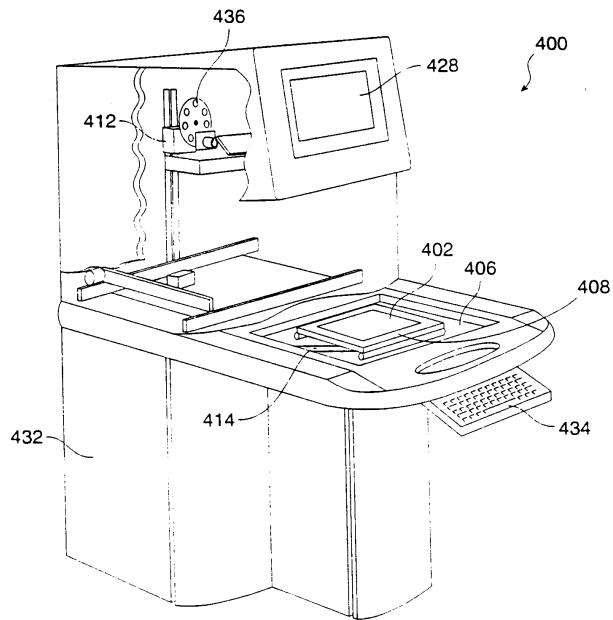
도면2



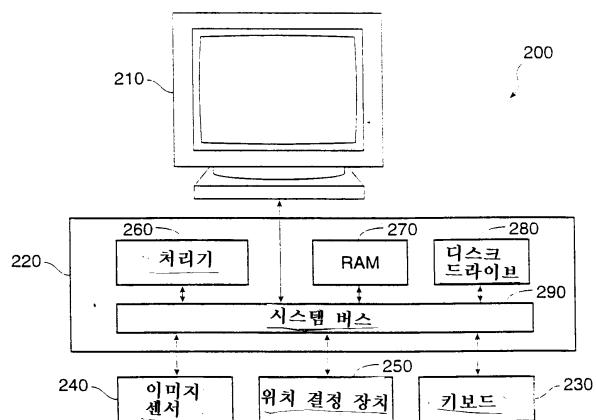
도면3



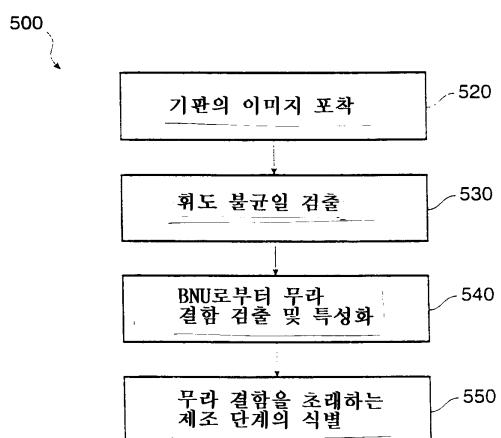
도면4A



도면4B

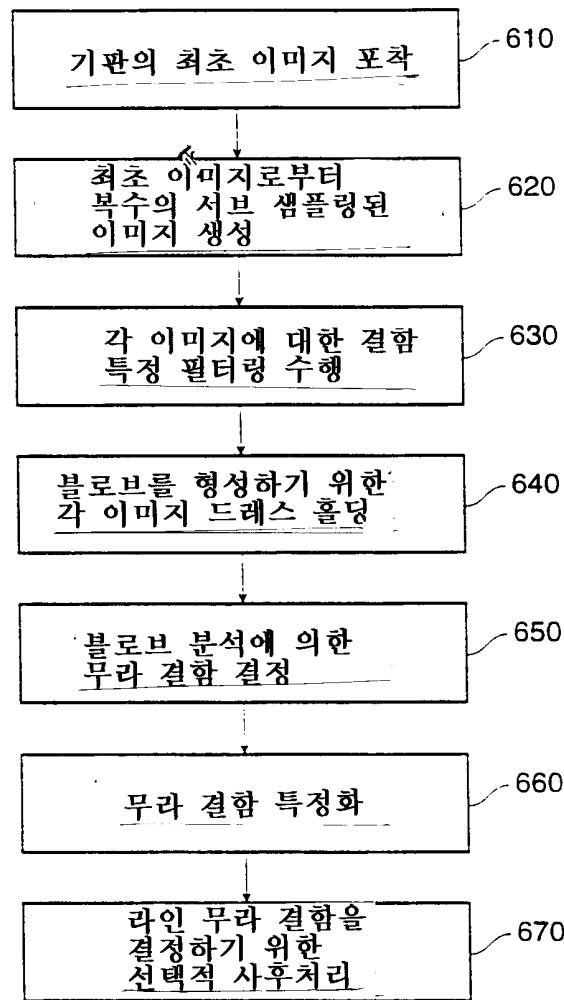


도면5



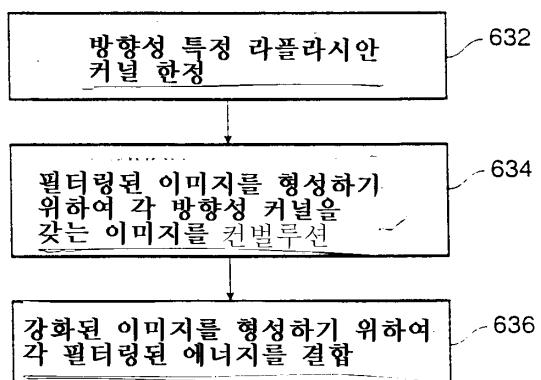
도면6

600

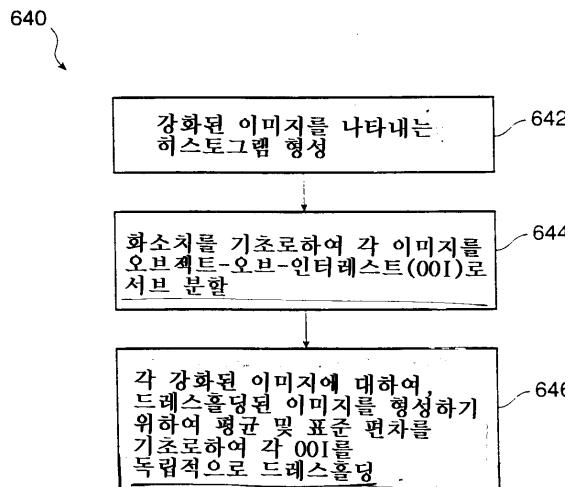


도면6A

630

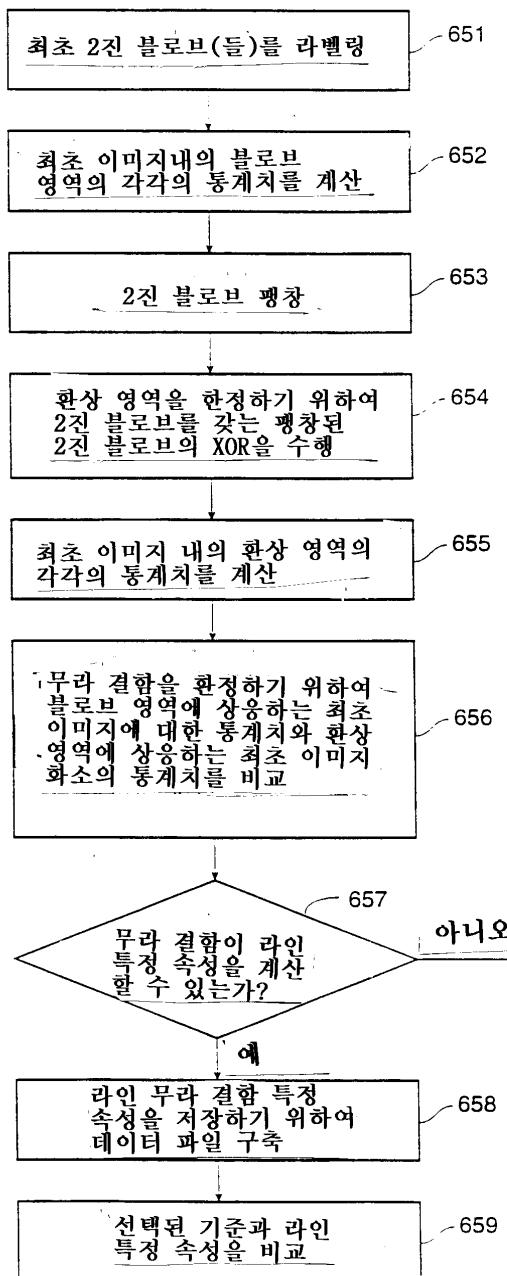


도면6B



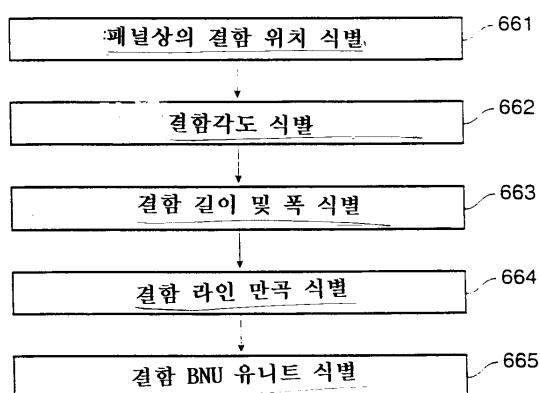
도면6C

650



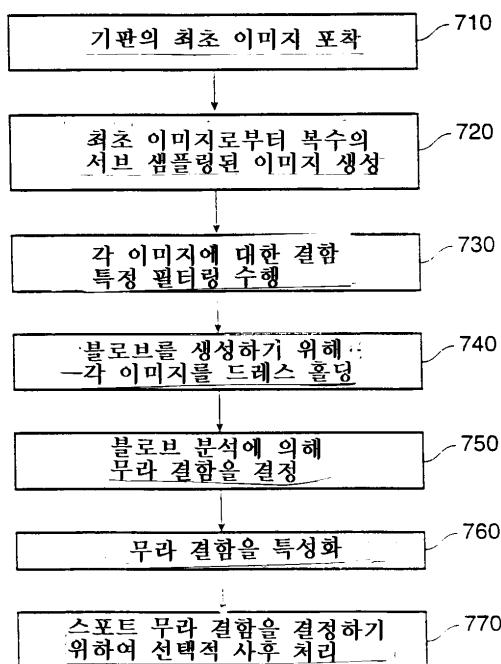
도면6D

660

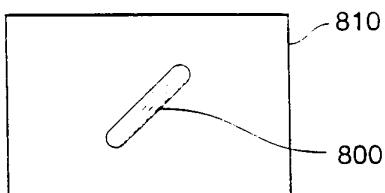


도면7

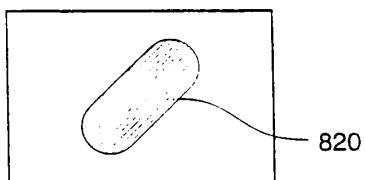
700



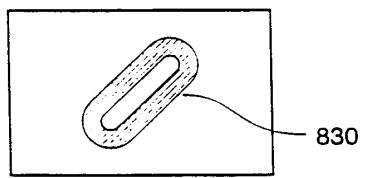
도면8A



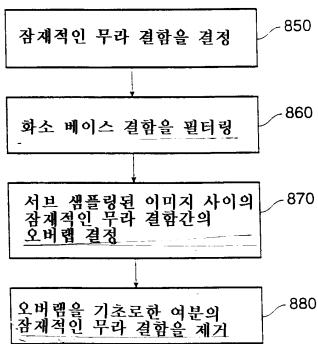
도면8B



도면8C



도면9



도면10

