



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
G01N 21/958 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0085258
(43) 공개일자 2007년08월27일

(21) 출원번호 10-2007-7008594

(22) 출원일자 2007년04월16일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년04월16일

(86) 국제출원번호 PCT/CA2005/001421

(87) 국제공개번호 WO 2006/029536

국제출원일자 2005년09월19일

국제공개일자 2006년03월23일

(30) 우선권주장 60/610,605 2004년09월17일 미국(US)

(71) 출원인 디.바이스 사이언티픽 인코포레이티드
캐나다, 온타리오 엘3알 6씨8, 유니온빌, 스프링우드 크레센트 27

(72) 발명자 토마스, 데이비드, 피.
캐나다, 온타리오 엘3알 6씨8, 유니온빌, 스프링우드 크레센트 27
웨이스, 아담
캐나다, 온타리오 엘1브이 6더블유7, 피커링, 어텀 크레센트 1783

(74) 대리인 정태련
조담

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 다이렉트 이미지 기술을 사용하는 평판 매체의 광학적 검사

(57) 요약

본 발명은 한 장의 유리나 같은 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법 및 시스템에 관한 것이다. 이 방법은 광원에서 투명 매체로 빛을 투과시키는 단계와, 그 다음에 이 빛이 투명 매체를 반사하거나 통과함에 따라 빛을 스캔함으로써 결함부를 검출하는 단계를 포함하여 구성된다. 이 방법 및 시스템은 스캔하기 위한 암시야 모드(dark field mode), 명시야 모드(bright field mode) 또는 검사를 위한 명시야 모드 중의 어느 하나로 동작할 수 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

광원으로부터 투명 매체로 시준광을 투과시키는 단계와; 그리고 상기 시준광이 상기 투명 매체로부터 반사하거나 투명 매체를 통과함에 따라 상기 투명 매체를 스캔함으로써 결함부를 검출하는 단계를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 결함부를 검출하는 단계가:

상기 검출 단계의 결과들을 저장하는 단계와;

상기 결과들을 상기 투명 매체의 맵핑으로 표시하는 단계와; 그리고

결함부를 표시하는 밝은 이미지를 상기 맵핑의 암시야내에 위치시키는 단계를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 결함부를 검출하는 단계가:

상기 검출 단계의 결과들을 저장하는 단계와;

상기 결과들을 상기 투명 매체의 맵핑으로 표시하는 단계와; 그리고

결함부를 표시하는 어두운 이미지를 상기 맵핑의 명 시야내에 위치시키는 단계를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 4.

제2항에 있어서,

상기 맵핑에 기초하여 상기 결함부의 크기를 계산하는 단계를 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 계산 단계가, 키르호프-프레넬 또는 프라운호퍼 회절 모델(Kirchoff- Fresnel or Fraunhofer diffraction model)을 토대로 하는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 6.

제2항에 있어서, 상기 표시 단계에 앞서, 상기 저장된 결과들의 다수의 세그먼트들을 병행판독하는(reading in parallel) 단계를 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 7.

제3항에 있어서, 상기 표시 단계에 앞서, 상기 저장된 결과들의 다수의 세그먼트들을 병행판독하는 단계를 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 8.

반사 매체를 검사하기 위한 암시야 스캐닝 모드와 명시야 스캐닝 모드, 투명 매체의 표면을 검사하기 위한 명시야 모드 중 적어도 하나를 선택하는 단계와;

밀착 화상 감지기를 사용하여 선택된 적어도 하나의 스캐닝 모드를 사용하여 표면 투명 매체를 스캔함으로써 결함부를 검출하는 단계와; 그리고

상기 투명 매체의 맵핑을 제공하기 위해 각 스캔들의 결과들을 조합하는 단계를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법.

청구항 9.

시준광을 투명 매체에 제공하기 위한 발광 수단과;

상기 시준광이 상기 투명 매체로부터 반사하거나 투명매체를 통과함에 따라 상기 투명 매체를 적어도 100mm/s의 속도로 스캔하고, 상기 스캔과 관련된 이미지를 저장하고 표시하기 위한 수단;을 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 발광 수단이 하나의 광원과 하나의 조준 어셈블리(collimating assembly)를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 광원이 LED 어레이인, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 LED 어레이가 청색광 LED들을 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 13.

제10항에 있어서, 상기 조준 어셈블리가 조준 광학 장치(collimating optics)를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 14.

제9항에 있어서, 상기 투명 매체를 스캔하기 위한 수단이 포토다이오드 어레이를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 포토다이오드 어레이가 CMOS 포토다이오드 어레이를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 16.

제14항에 있어서, 상기 스캔을 위한 수단이 한 세트의 포토다이오드 어레이 탭들을 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 17.

제14항에 있어서, 상기 투명 매체를 스캔하기 위한 수단이, 상기 투명 매체를 스캔하고, 상기 스캔들에서 상기 포토다이오드 어레이로 정보를 전송하기 위한 GRIN 어레이를 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 18.

제9항에 있어서, 상기 투명 매체에 대해 상기 광원의 맞은편에 위치한 디퓨저(diffuser)를 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 19.

제9항에 있어서, 상기 이미지로부터의 결함부의 실제 크기를 결정하기 위한 수단을 더 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 결정 수단이 키르호프-프레넬 또는 프라운호퍼 회절 모델(Kirchoff-Fresnel or Fraunhofer diffraction model)을 토대로 하는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치.

명세서

기술분야

본 발명은, 일반적으로 유리, 합성 호일(synthetic foil) 및 코팅/미코팅 플레이트와 같은 평평한, 패턴되지 않은 매체의 자동 광학 검사(Automated Optical Inspection: AOI) 분야에 관한 것이다. 본 발명은 특히 평판 디스플레이(Flat Panel Displays: FPDs)용으로 사용되는 유리 기판의 자동 광학 검사에 관한 것이다.

배경기술

현대의, 고성능 평판 디스플레이는 대부분 액정 공학을 토대로 하며, 때때로 액정 디스플레이(LCDs)로 불리운다. 평판 디스플레이(FPDs)와 LCD들은, 기판과 커버 시트로서 모두 유리를 사용하는데, 이 두 유리 시트 사이에 피막화된(encapsulated) 하나의 박막 LC 레이어를 가진다. FPD들의 제조에 사용되는 유리 시트들은 아래 표(유리 치수를 mm로 나타냄)에 나타낸 것처럼 매우 크다.

5 형	5.6 형	6 형	7 형
-----	-------	-----	-----

1000 × 1200	1300 × 1500	1500 × 1800	1800 × 2000
1200 × 1300		1500 × 1850	1850 × 2100
		1600 × 1900	1870 × 2200
			1900 × 2200

특히, TV와 컴퓨터 FPD 스크린들은 많은 수의 화소, 즉, 픽셀을 포함하는데, 컴퓨터 스크린 FPD의 일반적인 픽셀 크기는 $80 \times 240 \mu\text{m}$ 이다. 픽셀은, 다수의 사진-식각(photo-lithography) 단계들로 기판에 증착되는(deposited) 박막 트랜지스터(TFT) 패턴에 의해 형성된다. 유리 기판에서의 $15 \times 15 \mu\text{m}$ 처럼 작은 결함, 특히 피트는, TFT 증착 과정을 그르쳐서 결함 있는 화소들 또는 결함있는 TFT 어레이를 만들게 한다. 기판 또는 커버 유리내의 이러한 유리 결함들은, 완성된 FPD를 통해 빛을 전달하는데 나쁜 영향을 주어 사용할 수 없는 FPD 제품을 초래할 수 있으며, TFT 패턴 과정에 나쁜 영향을 주어 단락(shorts), 개방 회로 또는 전기적 결함 박막 트랜지스터를 만들어내는 결과를 가져올 수 있다.

유리 결함들의 몇몇 예들은, 유리의 작은 오목부인 피트; 백금, 스테인레스 스틸, 실리카 또는 기포와 같은 개재물 또는 주입 이물질(inclusion or embedded foreign particle); 유리 표면에 용융되어 세척으로 제거되지 않는 유리 칩과 같은 점착 칩; 상처; 엷지 칩; 국지적 굴절을 비균일성과 같은 일그러짐부 또는 바람직하지 않은 렌즈 유사 효과를 기판에 초래하는 평탄도/두께의 국부적 오차를 포함한다. 이 결함들은 그 형상이 다양하고, $\sim 15 \times 15 \mu\text{m}$ 에서 수 백 마이크로미터까지의 크기의 범위에 있을 수 있다.

불량 FPD 제조의 높은 재료 비용 및 노동 비용으로 인해, FPD 패널들의 최종 검사에서 결함을 발견하는 것은 곤란하다. 그러므로, 유리 제조에 있어서 FPD 제조 플랜트로 선적하기에 앞서 유리를 검사하는 것이 도움이 될 것이다.

대형의, 평탄하고, 패턴되지 않은 매체를 검사하는 공지된 방법은 다음의 두 개의 주된 카테고리에 속한다: (a) 검사 해상도(객체 평면 해상도: object plane resolution)에 의해 필요한 것보다 더 작은 크기의 픽셀들과, 카메라 픽셀 크기를 원하는 객체 평면 해상도에 맞추기 위한 광학 배율을 제공하기 위한 하나의 이미징 렌즈를 갖는, 전하 결함 소자 또는 CCD와 같은 이미징 소자를 사용하는 이미징 시스템 또는 (b) 원하는 객체 평면 해상도에 상응하는 스폿 사이즈(spot size) 밑으로 초점맞춤되는 레이저 빔과 하나의 단일 검출기를 사용하는 레이저 스캐너들.

카테고리 이미징 방법들에 관한 선행 기술은, "투명 매체용 다크 뷰 검사 시스템(Dark View Inspection System for Transparent Media)"라는 명칭의 발명에 관한 미국 특허 제6,633,377호, "명시야 및 암시야 조명법을 포함하는 유리 검사 시스템(Glass Inspection System including Bright Field and Dark Field Illumination)"라는 명칭의 발명에 관한 미국 특허 제6,437,357호, "광학 품질을 결정하기 위한 방법 및 장치(Method and apparatus for determining optical quality)"라는 명칭의 발명에 관한 미국 특허 제6,208,412호, "이동 물질의 검사 방법(Method of Inspecting Moving Material)"라는 명칭의 발명에 관한 미국 특허 제5,642,198호, "표면 결함 검사 시스템 및 방법(Surface Defect Inspection System and Method)"라는 명칭의 발명에 관한 미국 특허 제5,493,123호를 포함한다. 일반적으로, 웹 검사를 위해, 라인 스캔 CCD 카메라들(line scan CCD cameras)은 $7 \mu\text{m}$ 내지 $13 \mu\text{m}$ 의 범위에 있는 카메라 픽셀 크기로 사용된다. $7 \mu\text{m}$ 픽셀 크기와 8 킬로-픽셀들(8192) 해상도의 카메라가 상업적으로 입수가 가능하다. $15 \times 15 \mu\text{m}$ 의 원하는 결함 검출 정밀도를 얻기 위해, 이미징 시스템의 객체 평면 해상도는, $20 \mu\text{m} / 7 \mu\text{m} = 2.85$ 의 렌즈 배율을 가져오는 적어도 $20 \times 20 \mu\text{m}$ 이어야 한다. 객체 평면 크기가 2,000 mm이면, 객체 평면의 픽셀들의 전체 수는 $2,000 \text{ mm} / 20 \mu\text{m} = 100,000$ 이며, 따라서 필요한 카메라 수는 $100,000 / 8 \text{ kpixels} = 13$ 이다. 13개의 8k CCD 카메라들의 비용을 고려할 때, 라인 스캔 카메라를 이용한 검사 시스템들의 전체 비용은 매우 크다.

더욱이, 카메라 픽셀 해상도를 제한하지 않는 렌즈를 구비한, 특히, $0.007 \text{ mm} \times 8,192 = 57.4 \text{ mm}$ 의 대형 CCD 센서 사이즈를 가지는, CCD 카메라 시스템을 제공하는 것이 어려우며, 비용이 많이 든다. 이상적인 회절 한계 렌즈가 8K 카메라에 사용되면, - 심지어 단색광원 용도를 위해서도 필요한 F-수(F-number)는 3.3이 될 터인데, 이것은 57.4 mm의 이미지 평면 크기, 3.3의 F-수 및 전체 시야에 걸쳐 $7 \mu\text{m}$ 의 광학 점퍼점 함수(PSF)를 가지는 렌즈를 설계하기 위한 실용성의 경계에 있는 것이다. 실제로, 렌즈 PSF는 그 결과로 얻어지는 광학 해상도를 제한함으로써 이미징 시스템 성능을 제한한다. 역으로, $13 \mu\text{m}$ 픽셀 크기 카메라를 적용하려고 시도하면, 이상적인 렌즈에 필요한 F-수는, 크게 무리하지 않는 5일 것이다. 실리콘 다이(die) 크기 한계 때문에, 세가지 유형의 카메라들이 일반적으로 2k (2024) 픽셀 해상도로만 입수가 가능하다. 이 경우, 2,000 mm의 객체 평면을 커버하기 위해 50개의 카메라들이 필요할 것이며, 이것은 검사 시스템을 엄청나게 비싸게 만들 것이다. 따라서, 작은 CCD 픽셀 크기를 사용할 때, 광학 장치가 이미지 시스템 해상도를 제한하고, 큰 CCD 픽셀 크기를 사용할 때, 그 결과는 상당히 많은 카메라들이다.

레이저 스캐닝 방법들에 관한 선행 기술은, "판유리와 같은 투명 시트의 결함부를 검출하기 위한 방법 및 장치(Method of and Apparatus for Detecting Defect of Transparent Sheet as Sheet Glass)"라는 명칭의 발명에 관한 미국 특허 제 5,452,079호를 포함한다. 전형적인 CCD 베이스 광학 이미징 시스템의 성능-비용 제한 제품(the limiting performance-cost product)은 광학 스캐너를 사용하여 극복될 수 있다.

LCD 유리 검사를 위해 광학 스캐너를 사용하는 하나의 단점은 스캐너 기구에 의해 강요되는 스캐닝 속도 제한이다. 다른 단점은, 100 mm/s의 웹 스피드를 유지하기 위해, 다수의 스캐너들이 필요하다는 것이다. 또한, 하나의 단일 광학 스캐너는 2000 mm의 유리 폭을 커버할 수 없다. 따라서, 검사 시스템의 비용을 증가시키는 다수의 스캐너들이 필요하다.

그러므로, 평판 매체를 검사하기 위한 신규한 방법 및 장치를 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 상세한 설명

발명의 요약

본 발명의 목적은, 이전의 매체 검사 방법의 적어도 하나의 단점을 제거하거나 완화시키는 것이다. 일반적으로, 검사된 객체들은 균일한 광학 특성들을 나타내며, 투명하거나, 불투명하거나, 반사적이거나(거울같거나) 확산형일 수 있다.

본 발명의 첫 번째 측면에 있어서, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법을 제공한다. 이 방법은, 반사 매체를 검사하기 위한 암시야 스캐닝 모드(dark field scanning mode)와 명시야 스캐닝 모드(bright field scanning mode), 투명 매체의 표면을 검사하기 위한 명시야 모드 중 적어도 두 개를 선택하는 단계와; 밀착형 화상 감지기(a contact image sensor)를 사용하고 선택된 적어도 두 개의 스캐닝 모드들을 사용하여 투명 매체를 스캔하는 단계와; 그리고 상부표면 상처, 피팅, 일그러짐, 개재물(inclusion), 점착 칩 및 상부표면 먼지 중 적어도 하나의 맵핑을 제공하기 위해 적어도 두 개의 스캔의 결과들을 조합하는 단계를 포함한다. 본 발명의 하나의 실시예에서, 투명 매체를 스캔하는 단계는, 적어도 두 개의 선택된 스캐닝 모드들을 각각 사용하여 객체를 순차적으로 스캔하는 것을 포함한다.

본 발명의 하나의 측면에 있어서, 2 미터가 넘는 넓은 시야에 걸친 현미경 레벨(15 urn) 결함 검출 정확도가 제공된다.

본 발명의 다른 측면에 있어서, 진짜 결함을 유리에 부착된 무해한 풍매 입자들과 구별하는 더 믿을 수 있는 수단이 제공된다.

본 발명의 또 다른 측면에 있어서, 종래 기술의 검사 시스템들보다 더 믿을 수 있는 결함 크기 평가가 제공된다.

본 발명의 다른 측면에 있어서, 바람직하게는 100 mm/s의 속도로, 컨베이어에서 이동하는 동안, 유리를 검사하는 수단이 제공된다.

본 발명의 다른 측면에 있어서, GRIN 렌즈 어레이, LED 조명 어레이 및 CMOS 포토다이오드 어레이를 포함하여 구성되는, 상기 방법을 수행하기 위한 시스템이 제공된다.

본 발명의 다른 측면에 있어서, 투명 매체에 시준광(collimated light)을 제공하기 위한 조명 수단; 그리고 상기 시준광이 상기 투명 매체를 반사하거나 통과함에 따라 상기 투명 매체를 스캔하고, 상기 스캔과 관련된, 바람직하게는 결함 영역들과만 관련된, 이미지를 저장하고 표시하기 위한 수단;을 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하기 위한 장치를 제공한다.

본 발명의 또 다른 측면에 있어서, 광원으로부터 투명 매체로 시준광을 투과시키는 단계와; 상기 시준광이 투명 매체를 반사하거나 통과함에 따라 상기 투명 매체를 스캔하는 단계와; 상기 스캐닝 단계의 결과를 저장하는 단계와; 그리고 상기 투명 매체의 맵핑으로서 상기 스캐닝 결과를 표시하는 단계를 포함하여 구성되는, 투명 매체의 결함부를 검출하는 방법이 제공된다.

첨부된 도면들과 함께 본 발명의 특정 실시예들에 대한 다음의 설명을 검토함에 따라 본 발명의 다른 측면들 및 특성들이 이 분야의 통상의 지식을 가진 자들에게 명백하게 될 것이다.

실시예

발명의 상세한 설명

일반적으로, 본 발명은 유리 기관의 자동화 광학 검사를 위한 방법 및 시스템을 제공한다. 광학 분야의 통상의 지식을 가진 자들이 알고 있듯이, 경사 굴절률(Gradient Refractive INdex: GRIN) 어레이들은 객체 평면으로부터 이미지 평면에 단일 배율로 이미지 전달을 할 수 있다. GRIN 렌즈 어레이들에 의해 만들어진 이미지들은 똑바로 서며, 매우 높은 충실도(fidelity)로 재생되고, 그 주위가 왜곡되지 않으며, 일정한 해상도 및 균일한 밝기를 가진다. 고성능 GRIN 렌즈 어레이들은 20 μm 레벨의 점퍼점 함수를 특징으로 하는 것이 일반적이다. GRIN 렌즈 어레이들은, 넓은 시야가 필요하고 이미징이 고 해상도로 수행되어야 하는, 문서 스캐너들(document scanners)에 의해 사용되는 것이 일반적이다. 하나의 GRIN 렌즈 어레이, 하나의 LED 조명 어레이 및 하나의 CMOS 포토다이오드 어레이를 결합한 어셈블리들이 상업적으로 입수가 가능하며, 종종 밀착 화상 감지기(Contact Image Sensors: CIS)로 부른다. 이 CIS는 저 비용의 [인치당 2400 도트(dots)까지의] 고 해상도의 광학 문서 스캐너들의 중요 부품(key component)이다.

전형적인 CIS가 도 1에 개략적으로 나타나 있다. 이 CIS는, 조준 광학 장치(collimating optics)를 갖는 발광 다이오드(Light Emitting Diode: LED) 어레이(14), 상보성 금속 산화막 반도체(complementary metal-oxide-semiconductor: CMOS) 포토다이오드 어레이(16)와, GRIN 소형 렌즈(lenslet) 어레이(19)를 수용하는 하나의 CIS 하우징(12)을 포함하여 구성된다. 이 하우징(12)은, 그 하부에 위치한 보호 유리 윈도우(18)를 또한 포함하여 구성된다. 스캔대상 객체(20)는, LED 어레이(14)로부터의 빛이 보호 유리 윈도우(18)를 통과할 수 있도록 그리고 스캔대상 객체(20)에서 산란될 수 있도록, 이 하우징(12)의 아래에, 바람직하게는 보호 유리 윈도우(18)와 평행하게 그리고 일직선으로 맞추어 놓여진다.

동작에 있어서, 화살표(22)로 나타낸 바와 같이, 빛은 LED 어레이(14)로부터 보호 유리 윈도우(18)와 GRIN 렌즈 어레이(19)를 거쳐 스캔대상 객체(20)로 투과된다. 화살표(24)로 나타낸 바와 같이, 그 빛은 보호 유리 윈도우(18)와 GRIN 렌즈 어레이(19)를 향해 스캔대상 객체(20)로부터 되돌아 벗어나 산란된다. 산란된 빛은 하우징(10)으로 되돌아가서, GRIN 렌즈 어레이(19)를 통과한 후에, CMOS 포토다이오드 어레이(16)에 하나의 이미지를 만들며, CMOS 포토다이오드 어레이는 이 이미지를 디지털 형태로 기록하기에 적합한 그리고 - 필요하면 소프트웨어로 처리하기에 적합한 - 그 전기적 표시로 변환시킨다. CIS는, 빛이 스캔대상 객체(20)의 각 부분으로부터 벗어나 산란되어 스캔된 전체 이미지가 CMOS 어레이(16)에 의해 선마다 얻어지도록 화살표(28)의 방향으로 균일하게 이동하는 것이 일반적이다. 그 변화없는 광학 장치에서, CIS(10)는 불투명 확산 평면 매체(opaque diffusing flat media)의 검사를 위해 사용될 수 있다. 그러나, 대부분의 상업상의 CIS(10)는 5 내지 10 mm/s의 속도로만 스캔할 수 있기 때문에, 스캐닝 속도를 증가시키는 것이 바람직하다. CIS 스캐닝의 속도는 CMOS 포토다이오드 어레이의 다수의 작은 세그먼트들을 평행하게 관독함으로써 실제적으로 개선될 수 있다. 이 분야에 유능한 자들은 이 세그먼트들을 포토다이오드 어레이 탭들에 맡긴다. 1200 dpi 해상도와 3 MHz 픽셀 클럭(pixel clock)을 갖는 전형적인 CIS 센서에 있어서, 100 mm/s로 스캔하기 위해서는 15개의 탭들이 필요하다.

밀착 화상 감지기는 평면 매체 검사에 적합하다. LCD 유리와 같은 반사 매체를 검사하기 위한 암시야 모드; LCD 유리와 같은 투명 매체를 검사하기 위한 명시야 모드; 또는 LCD 유리와 같은 투명 매체의 표면만을 검사하기 위한 명시야 모드와 같은, 상이한 모드들에서 동작하게 할 수 있다.

도 2를 보면, 본 발명의 하나의 실시예의 개략도가 나타나 있다. 이 실시예에서, 평면 매체의 암시야 모드에서의 광학 검사를 위한 장치가 나타나 있다. 이 장치(50)는, 포토다이오드 어레이, 바람직하게는 CMOS 선형 포토다이오드 어레이(56)와 함께 조준 광학 장치를 구비한 발광 다이오드(LED) 어레이(54)와 GRIN 렌즈 어레이(58)를 수용하는 하나의 하우징(52)을 포함하여 구성된다. 이 장치(50)는, 평면 매체(60)의 상부표면에 결함이 있는지의 여부를 결정하기 위하여, 이 실시예에서 LCD 유리 시트(60)인 것이 바람직한, 평면 매체와; 패턴되지 않은 불투명 물질 또는 그 동등물을 검사하기 위해 사용된다. 광원(54)은 LCD 유리 시트(60)와 같은, 스캔될 대상에 대해 경사 각도로 위치되는 것이 바람직하다.

하우징(50)은 5개의 불투명 벽체들(62)과, 바람직하게는 유리 윈도우 형태인, 투명한 6번째 벽체(64)를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

동작에 있어서, [화살표(66)로 표시된] 시준광의 시트(a sheet of collimated light)가 LED 어레이(54)로부터 유리 윈도우(64)를 거쳐 LCD 유리 시트(60)를 향해 투과된다. 유리 시트(60)에 대한 광원(54)의 위치로 인해, LCD 유리에 결함부가 없으면, 화살표(68)로 나타낸 바와 같이, 시준광의 시트가 GRIN 렌즈 어레이 개구공으로부터 멀어지게 LCD 유리(60)에서 반사된다. 이런 식으로, 포토다이오드 어레이(56)에 이미지가 형성되지 않으며, 이미지가 어둡게 남아있다. 그러나, 검사된 매체(60)의 표면에 결함부가 존재하면, 결함부가 입사광(66)을 산란시키고 이에 따라 파선(70)으로 개략적으로 나타낸

바와 같이, GRIN 렌즈 어레이(58)의 입사광을 개구공을 향해 전환시킨다. 렌즈 어레이(58)의 빛의 존재는, 결합의 존재를 나타내는 포토다이오드 어레이(56)에 밝은 이미지가 형성되게 한다. 검사가 선과 선에 따라 수행되기 때문에, LCD 유리(60) 시트상의 결합부의 존재와 함께 그 위치가 쉽게 결정될 수 있다. 결합부는 육안으로 볼 수 없기 때문에 그 위치가 중요하다.

암시야 모드 동작에서, 이 장치(50)는 (1200 dpi CIS에 대해) 일반적으로 50 μm 보다 높지 않은 렌즈 어레이 피사계 심도 내의(within the lens array depth of field) 결합부들을 포착할 수 있다. 달리 말하면, 결합부들은 표면의 $\sim 50 \mu\text{m}$ 의 심도 아래까지 검출된다.

도 3a에 나타난 바와 같은, 다른 실시예에서, 유리편(810)과 같은, 평면 매체를 검사하기 위한 장치(80)는, GRIN 렌즈 어레이(84)와 포토다이오드 어레이(86), 바람직하게는 CMOS 포토다이오드 어레이를 수용하는 하우징(82)을 포함하여 구성된다. 이 장치(80)는 하우징(82)으로부터 멀리 위치된 광원(88)을 더 포함하여 구성된다. 이 명시야 모드의 동작에서, 유리(81)는 광원(88)으로부터의 [화살표(90)로 나타난 바와 같이] 조준 시트 광으로 하부로부터 조사된다. 광원(88)으로부터의 빛은 조준기 어셈블리(collimator assembly)(94)에 의해 조준된다. 명시야 모드에서, 유리편(81)은 투명체의 역할을 하고 유리(81)의 결합부들은 빛이 통과하는 것을 막는다. 유리(81)를 통과하는 빛은, 하나의 이미지를 만드는데, 이 이미지는 그 다음에 유리(81)와 하우징(82) 사이에 위치된 마일드 필름 디퓨저(96)상에 형성된다. 이 이미지는 그 다음에 렌즈(84)에 의해 포착되고, 그 결과로서 검출을 위해 포토다이오드 어레이(86)로 투과된다. 포토다이오드 어레이상에 투과된 이미지의 관찰은, 사용자로 하여금 유리편(81)에 결합부들이 있는지를 결정하게 한다.

도 3b에 나타난 바와 같은, 다른 실시예에 있어서, 유리를 통과하는 빛은, 렌즈없이 포토다이오드 어레이(86)상에 직접 형성된다. 광원(88)은 단일 LED 또는 다른 엷결성 조명 세미-포인트 광원(incoherent illumination semi-point source)인 것이 바람직하다. 이미지의 신호 대 노이즈 비율은, 유리(810)의 상부표면과 하부표면 사이에서 반사된 빛의 상호작용으로 인한 간섭 무늬들(interference fringes)의 생성을 감소시키거나 방지함으로써 개선된다. 또한, 단파장 조명은 결합부의 크기를 정확하게 결정하는 것을 돕는 작은 결점들에서의 회절을 촉진시키기 때문에, 광원(88)은 종래 기술의 시스템을 능가하는 추가 장점을 제공하기 위해 청색광 LED 어레이인 것이 바람직하다. 이 실시예에서, 동작 모드는 사진식각법의 원리와 비슷한데, 여기서는 마스크가 결합부를 갖는 유리편(81) 그리고 감광재(photo-resist)는 마일드 필름 디퓨저(96)(도 3a) 또는 초점 평면 어레이(focal plane array)(도 3b)로 대체된다. 여하한 결합부들이라도 빛이 유리편(81)을 통과하는 것을 막고, 포토다이오드 어레이(86)상에 회절 패턴에 의해 둘러싸인 점들로서 나타난다.

동작에 있어서, 광원(88)으로부터의 빛은 조준기 어셈블리(94)를 통과하고 조준된다. 그 다음에 이 시준광은 유리(81)를 거쳐 디퓨저(86)를 통과한다. 유리(810)내의 결합부의 존재는 시준광이 유리(81)를 통과하는 것을 방해한다. 유리를 통과한 빛은 그 다음에 포토다이오드 어레이(86)상에 하나의 이미지를 형성한다. 이 이미지는 그 다음에 유리내의 결합부들을 표시하기 위해 유리의 맵핑(寫像)으로서 표시된다.

(15 및 50 μm 사이의) 작은 결합부들의 경우에 있어서, 그 이미지 크기는 광 회절에 의해 크게 영향을 받으며, 확대되고 회절 링들에 의해 둘러싸여서 나타난다. 그러나, 키르호프-프레넬 또는 프라운호퍼 회절 모델(Kirchoff-Fresnel or Fraunhofer diffraction model)과 같은 회절 모델을 사용함으로써, 결합부의 실제 크기를 평가할 수 있다. 확대된 결합부 이미지들을 가짐으로써, 회절 모델의 계산이 용이하게 된다.

명시야 모드의 동작은 광 차단 결합부들(light blocking defects) 뿐만 아니라, 네가티브 마이크로 렌즈(negative micro lens)와 같은 역할을 하는 피트들(pits), 또는 확산 필름으로부터 멀리 빛을 전환시켜서 밝은 할로(bright halo)로 둘러싸인 어두운 점들로서 검출되는, 국부 굴절률 변형부(localized refractive index variations) 또는 평탄도/두께의 국부적 오차와 같은, 광 출력(optical power)을 나타내는(exhibit) 결합부들에도 효과적이다. 명시야 루미네이터가 무한대로 초점을 맞추기 때문에, 피사계 심도는, 검출될 결합부에서의 광 회절에 의해 제한되며, $20 \times 20 \mu\text{m}$ 의 결합부들에 대해 2 mm 보다 작다.

도 4를 참조하면, 투명 매체의 표면을 명시야 모드로 검사하기 위한 장치가 나타나 있다. 이 장치(100)는, 조준 광학 장치(collimating optics), 바람직하게는 CMOS를 구비한 발광 다이오드(LED) 어레이(104)와, 포토다이오드 어레이(106) 및 GRIN 렌즈 어레이(108)를 수용하는 하우징(102)을 포함하여 구성된다. 이 장치(100)는, 검사될 LCD 유리와 같은, 한장의 투명 매체(112) 아래에 놓이는, 광 회절 표면(110)을 더 포함하여 구성된다.

검사 과정 동안에, LED 어레이(104)로부터의 [화살표(114)로 표시된] 광선들은 투명 매체(112)를 향해 투과되어 GRIN 렌즈 어레이(108)로부터 벗어나게[화살표(115)] 반사된다. 이 광선들은 포토다이오드 어레이(106)에 의해 기록되지 않는다. LED 어레이(104)로부터의 다른 광선들(116)은 투명 매체(112)를 통과하여, 광 확산 표면(110)에 의해 산란된다. 이

광선들은 그 다음에 되돌아서 투명 매체(112)를 통해 통과하여 그것을 비춘다. 그 다음에 그 광선들 중 일부는, 포토다이오드 어레이(106)로 투과될 하나의 이미지를 만들기 위해 GRIN 어레이(108)로 투과된다. GRIN 렌즈 어레이의 피사계 심도는, 약 50 μm 인 것이 바람직하며, 이에 따라 유리의 상부표면의 결함부들 그리고 GRIN 렌즈 어레이(108)의 피사계 심도($\sim 50 \mu\text{m}$) 보다 깊지 않게 파묻힌 결함부들만이 포토다이오드 어레이(106)에 의해 읽기 쉽게 검출된다. 이 빛의 조명 빔은, 확산 표면(110)으로부터 발생하기 때문에, 조준되지 않으며, 피트와 같은 광 출력을 갖는 결함들은 기록되지 않는다.

알 수 있듯이, 전술한 세가지 실시예들은, 검사 대상들에 따라 개별적으로 유리 검사 시스템으로 만들 수 있다. 예를 들어, 유리 상부표면만을 검사할 필요가 있으면, 도 2a 및 도 2b의 실시예들이 채택될 수 있을 것이다.

또한, 동작의 복수의 실시예들/모드들이, 상이한 검사 모드들로 동작하는 검사 모듈들에 의해 기록되는 결함부 이미지 강도를 상호-참조함으로써 결함부 분류의 더 강력한 수단을 제공하는 하나의 장치로 함께 결합될 수 있다. 이 실시예들의 특성들은, 도 2a의 실시예를 나타내는 모드 A, 도 2b의 실시예를 나타내는 모드 B 그리고 도 3의 실시예를 나타내는 모드 C로서 아래에 나타나 있다.

결함부 유형	이미지 강도		
	모드 A	모드 B	모드 C
상부표면 상처	강	약	약
피트, 일그러짐	약	강	약
개재물(inclusion)	약	강	약
점착 칩	강	강	강
상부표면 먼지	강	약	약

결함부의 형태학상의 특징들(형상 및 이미지내의 강도 분포)과 결합된 상호-참조 결함 이미지 강도(cross-referencing defect image intensity)는 비교적 정확한 결함부 분류를 위한 수단을 제공한다. 본 발명에 의해, 종래 기술의 검사 시스템들을 능가하는 몇몇 장점들이 인정될 수 있다. 그 하나는, 본 발명이 (LCD 유리와 같은) 투명형, 불투명 반사 및 불투명 확산형의 광범위한 평면 매체를 검사하기 위해 적용될 수 있다는 점이다. 다른 장점은, 본 발명에 따른 유리 검사 시스템이 LCD 유리 생산 동안에 발생하는 모든 공통적인 결함들을 검출하는데 사용될 수 있다는 점이다. 또한, 본 발명은 평면 매체의 더 비용효율적인 검사를 위한 수단을 제공한다. 다른 장점은, 상이한 모드들의 검사와 관련된 복수의 실시예들이 단일 검사 시스템으로 결합될 수 있다는 점이다. 현재의 광학 검사에 있어서, 무해하고, 제거가능한 먼지 입자들이 결함과 악명 높게 혼동되어 양질의 제품의 잘못된 폐기를 야기하나, 본 발명은 그러한 잘못된 폐기를 극복할 수 있다. 또 다른 장점은, 비전 채널들(vision channels)이 아주 소형이어서, 본 발명의 제품이 평면 매체 생산 플랜트의 좁은 지역에 설치될 수 있다는 점이다. 다른 장점은, 본 발명의 이러한 레벨의 성능은 종래의 이미징 렌즈들에 의해서는 얻기 어렵고 비용도 많이 든다는 점이다.

본 발명의 다른 장점은, 결함들의 크기가 이미지상으로 확대될 수 있기 때문에, 검출기의 해상도에 대한 요구 수준이 낮추어져서 전체 시스템의 비용을 또한 감액시키는 것이다.

본 발명의 전술한 실시예들은 예시만을 위한 것이다. 이 분야의 통상의 지식을 가진 자들에 의해, 별첨된 특허청구범위에 의해서만 정의되는, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고서 특정 실시예들에 대한 변경, 변형 및 변화가 이루어질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

본 발명의 실시예들을 지금부터, 첨부된 도면들을 참조하여, 단지 예시로서, 설명하기로 하는 바, 도면들 중에서:

도 1은, 전형적인 밀착 화상 감지기(contact image sensor: CIS)의 개략도이고;

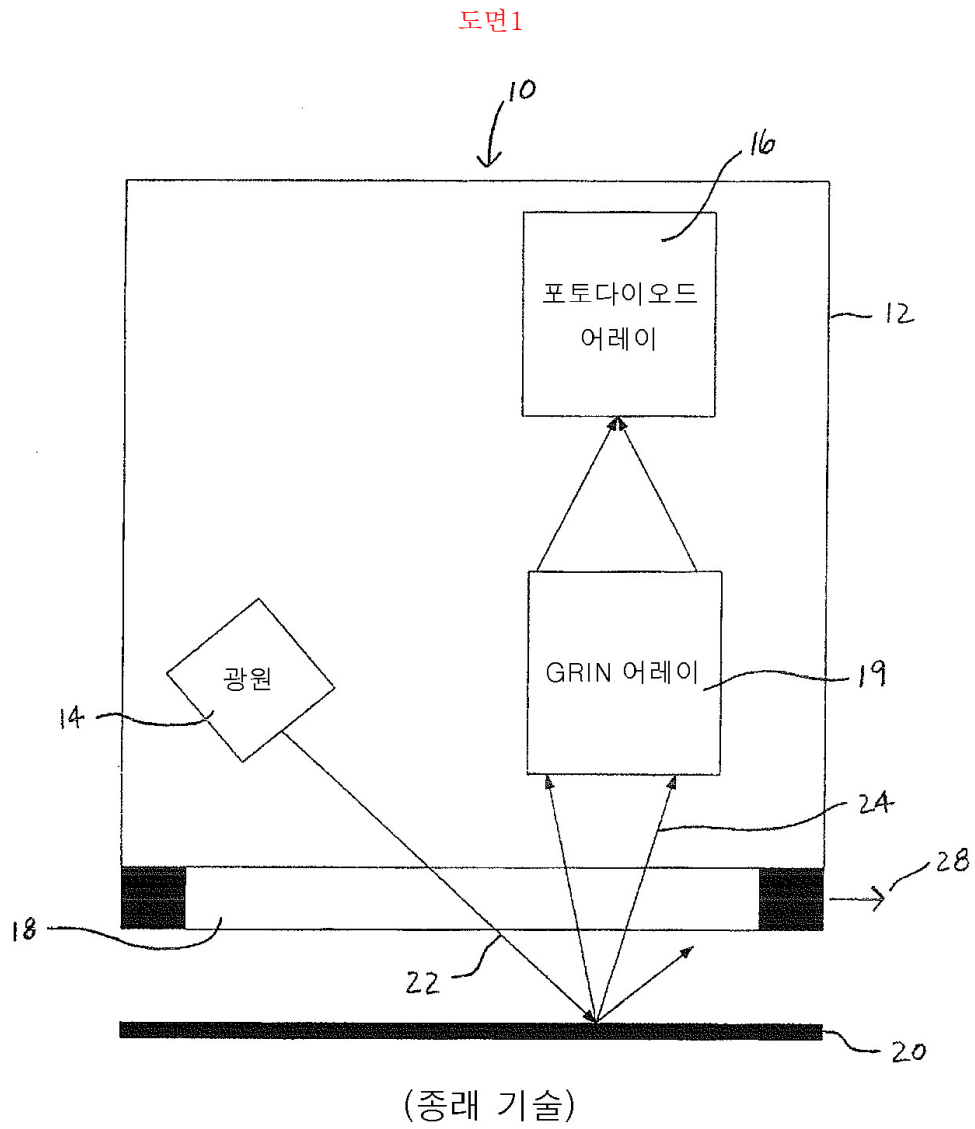
도 2는, 본 발명에 따라 암시야 검사 모듈내에서 평판 매체를 검사하기 위한 장치의 하나의 실시예의 개략도이며;

도 3a는, 본 발명에 따라 명시야 검사 모듈로서 평판 매체를 검사하기 위한 장치의 하나의 실시예의 개략도이고;

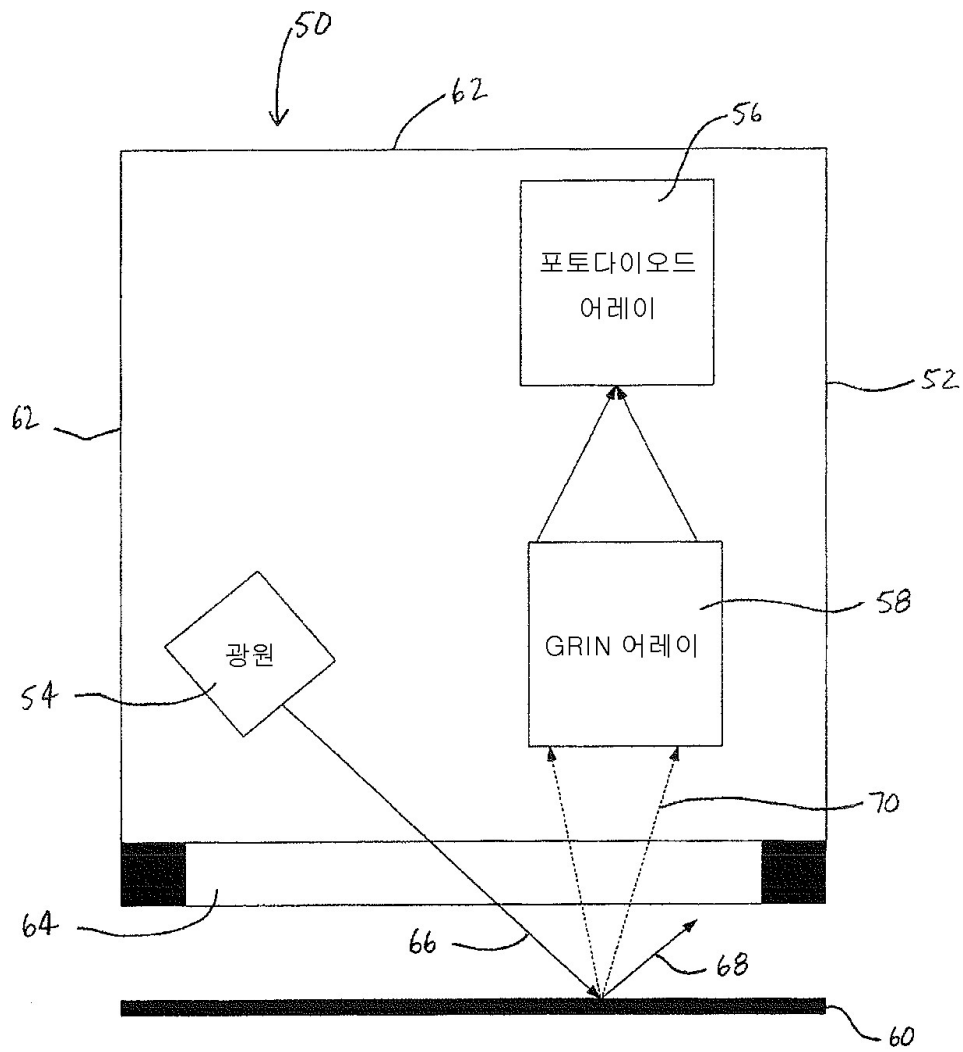
도 3b는, 본 발명에 따라 명시야 검사 모듈로서 평판 매체를 검사하기 위한 장치의 다른 실시예의 개략도이며; 그리고

도 4는, 본 발명에 따라 유리 견본의 상부표면을 검사하기 위해 설정된 명시야를 사용하여 평판 매체를 검사하기 위한 장치의 다른 실시예의 개략도이다.

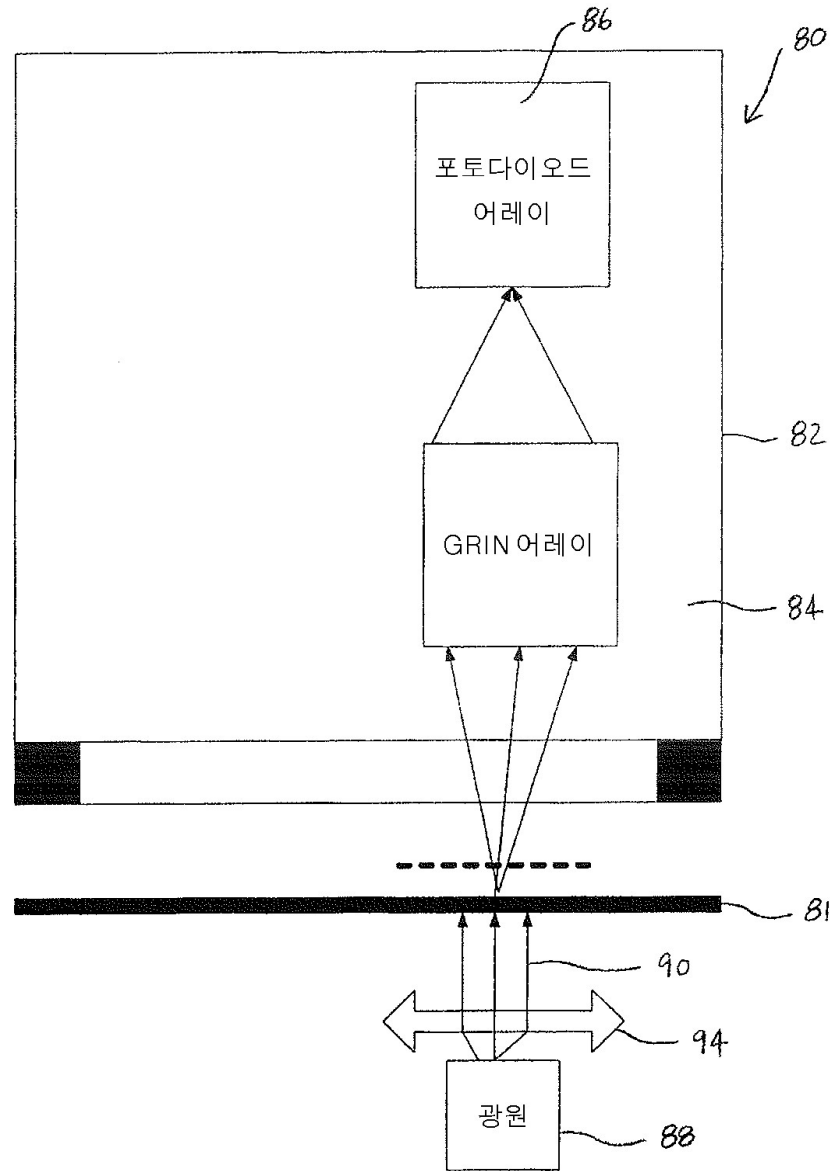
도면



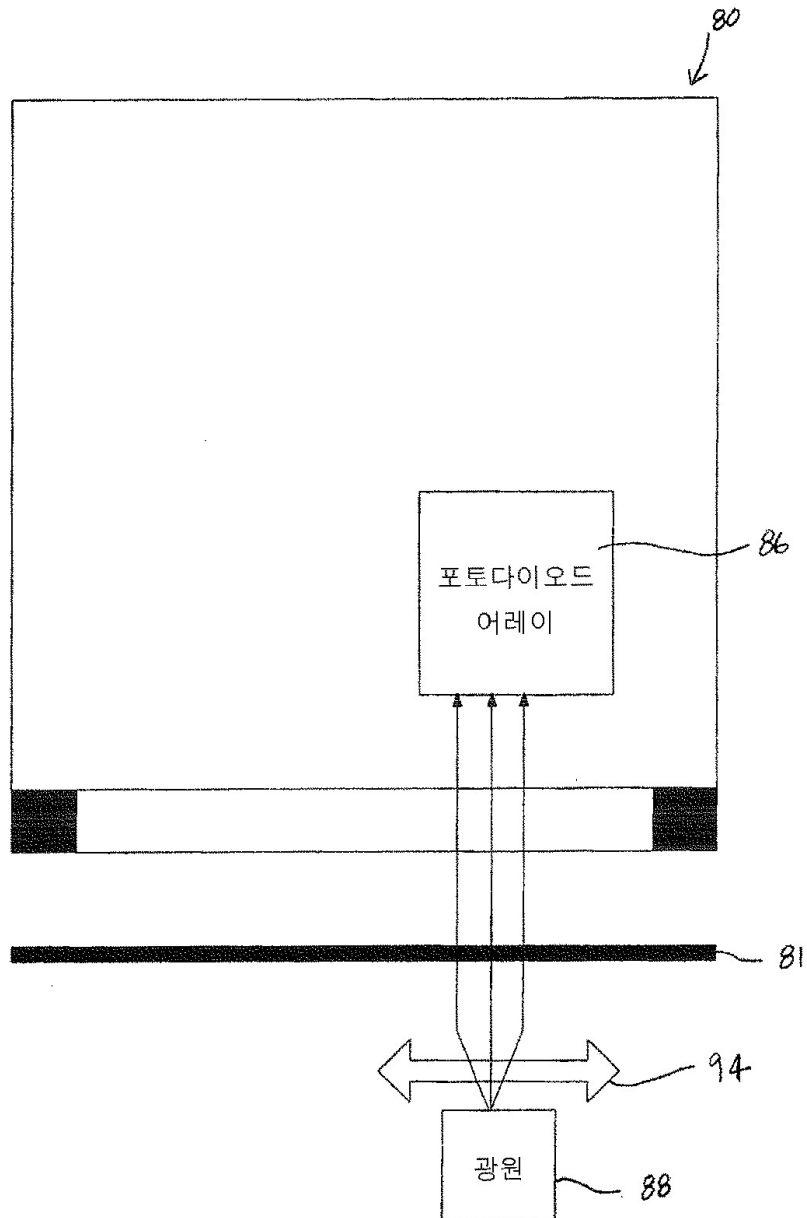
도면2



도면3a



도면3b



도면4

