



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0022440
(43) 공개일자 2016년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/29 (2006.01) G02F 1/137 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0107764
(22) 출원일자 2014년08월19일
심사청구일자 2015년09월16일

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
삼성디스플레이 주식회사
경기 용인시 기흥구 삼성로1(농서동)
(72) 발명자
정치연
서울특별시 서초구 서초대로27길 18, 102동 203호
(방배동, 방배삼성홈타운)
구성모
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

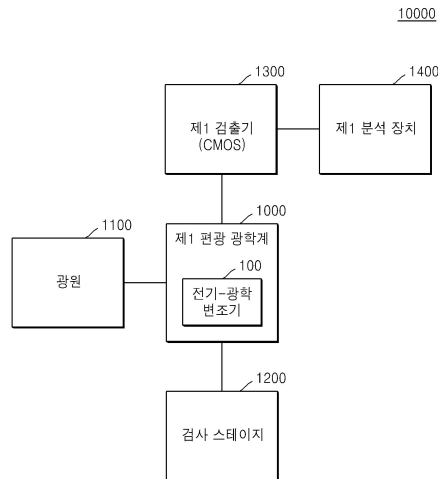
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 전기-광학 변조기, 및 그 전기-광학 변조기를 포함한 검사 장치

(57) 요약

본 발명의 기술적 사상은 미세 피치를 갖는 고해상도 디스플레이의 화소 불량을 검출하는데 이용할 수 있는 전기-광학 변조기 및 그 전기-광학 변조기를 포함한 검사 장치를 제공한다. 그 검사 장치는 광원; 검사 대상체 상부에 배치되고, CLC 폴리머로 형성된 반사필름을 구비하며, 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 해당하는 부분의 반사광의 인텐시티가 서로 다르게 나타나는 전기-광학 변조기; 광을 투과 또는 반사하는 빔 스플리터(BS: Beam Splitter); 상기 광원으로부터 광을 상기 빔 스플리터로 전달하는 제1 광학계; 및 상기 빔 스플리터로부터의 광을 상기 전기-광학 변조기로 전달하고 상기 전기-광학 변조기로부터 반사광을 상기 빔 스플리터로 전달하는 제2 광학계;를 포함한다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

구홍모

경기도 수원시 권선구 권중로 31, 307동 502호 (권선동, 신안풍림아파트)

김혜원

서울특별시 강남구 논현로 205, 3동 1503호 (도곡동, 도곡한신아파트)

안명기

경기도 용인시 수지구 만현로133번길 33, 906동 201호 (상현동, 만현마을9단지엘지자이아파트)

이일형

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

이정섭

경기도 화성시 동탄반석로 264, 103동 3003호 (석우동, 동탄 예당마을대우푸르지오아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

폴리머 필름 및 상기 폴리머 필름 내에 분산된 액정 드랍릿들(liquid crystal droplets)을 구비한 복합 재료층;
상기 복합 재료층 상면 상에 배치된 투명 전극층; 및

상기 복합 재료층 하면 상에 배치되고 CLC(Cholesteric Liquid Crystal) 폴리머로 형성된 반사필름;을 구비한 전기-광학 변조기.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 액정 드랍릿들 각각은 다수의 액정 분자들을 포함하며,

상기 반사필름 내의 액정은 나선(helix) 구조로 배열되고, 상기 나선의 피치 조절에 의해 반사광의 파장이 조절되며, 상기 반사광은 상기 나선의 회전 방향에 따라 오른손 방향(right-handed) 원형 편광 또는 왼손 방향(left-handed) 원형 편광되는 것을 특징으로 하는 전기-광학 변조기.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 반사필름 하부에 배치되는 검사 대상체와 상기 투명 전극층 사이에 인가되는 바이어스 전압에 의해 상기 액정 분자들이 정렬하고,

상기 투명 전극층 쪽에서 상기 반사필름 방향으로 광이 입사하며,

상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 대응하는 상기 액정 분자들의 정렬 상태가 서로 다르고, 상기 액정 분자들의 정렬 상태에 따라 해당 부분들의 상기 반사광의 인텐시티가 서로 다른 것을 특징으로 하는 전기-광학 변조기.

청구항 4

광원;

검사 대상체 상부에 배치되고, CLC 폴리머로 형성된 반사필름을 구비하며, 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 해당하는 부분의 반사광의 인텐시티가 서로 다르게 나타나는 전기-광학 변조기;

광을 투과 또는 반사하는 빔 스플리터(BS: Beam Splitter);

상기 광원으로부터 광을 상기 빔 스플리터로 전달하는 제1 광학계; 및

상기 빔 스플리터로부터의 광을 상기 전기-광학 변조기로 전달하고 상기 전기-광학 변조기로부터 반사광을 상기 빔 스플리터로 전달하는 제2 광학계;를 포함하는 검사 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 전기-광학 변조기는,

상기 반사필름 상에 배치되고, 폴리머 필름 및 다수의 액정 드랍릿들을 구비한 복합 재료층; 및

상기 복합 재료층 상면 상에 배치된 투명 전극층;을 포함하고,

상기 투명 전극층과 상기 검사 대상체 사이의 바이어스 전압과 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 상기 액정 분자들의 정렬 상태가 달라지는 것을 특징으로 하는 검사 장치.

청구항 6

제4 항에 있어서,
상기 검사 장치는,
상기 검사 대상체가 배치되는 검사 스테이지; 및
상기 빔 스플리터를 투과하는 상기 반사광을 수용하는 검출기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 검사 장치.

청구항 7

제6 항에 있어서,
상기 제1 광학계와 상기 빔 스플리터 사이에 TM파(Transverse Magnetic Wave) 및 TE파(Transverse Electric Wave) 중 어느 하나를 통과시키는 제1 편광자(polarizer)가 배치되고,
상기 빔 스플리터와 상기 검출기 사이에 상기 TM파 및 TE파 중 다른 하나를 통과시키는 제2 편광자가 배치된 것을 특징으로 하는 검사 장치.

청구항 8

제6 항에 있어서,
상기 검출기는 CMOS 카메라이고,
상기 검사 장치는, 상기 CMOS 카메라로부터의 이미지를 복수 개 누적하고 평균화하여 평균 이미지를 생성하는 이미지 그래버(Grabber)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 검사 장치.

청구항 9

제4 항에 있어서,
상기 검사 대상체에 대한 테스트 시에,
상기 검사 대상체와 상기 투명 전극층 사이에 바이어스 전압만을 인가하여 캘리브레이션(calibration)용 이미지를 획득하고,
상기 바이어스 전압 및 상기 검사 대상체에 동작 전압을 인가하여 동작 전압 이미지를 획득하며,
상기 동작 전압 이미지를 상기 캘리브레이션용 이미지로 나누어 보정 전압 이미지를 획득하는 것을 특징으로 하는 검사 장치.

청구항 10

제9 항에 있어서,
상기 보정 전압 이미지는 픽셀 맵핑 후, 다수의 소영역으로 분할되고, 각각의 상기 소영역에 대하여 로컬 문턱값(local threshold)을 적용하여 불균일 요소들을 제거하여 디펙(Defect) 이미지를 획득하는 것을 특징으로 하는 검사 장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명의 기술적 사상은 디스플레이 검사 장치에 관한 것으로, 특히 전기-광학 변조기를 이용한 검사 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 평판 디스플레이(Flat Panel Display)에는 LCD(Liquid Crystal Display), FED(Field Emission Display), PDP(Plasma Display Panel), EL(Electroluminescence), LED(Light Emitting Display),

OLED(Organic LED) 등이 있고 이들 대부분이 실용화되어 시판되고 있다. 이러한 평판 디스플레이의 제조 과정에서, TFT(Thin Film Transistor) 어레이 검사 공정이 수행될 수 있다. TFT 어레이는, 평판 디스플레이 예컨대 액정표시장치의 화소 전극들과 화소 전극을 선택하는 스위칭 소자들의 집합체로서, 제조 공정 중에 다양한 결함이 발생할 가능성이 있다. TFT 어레이 검사는 크게 프로브(probe)로 직접 TFT 어레이의 불량을 검사하는 접촉식 방법과 전위 콘트라스트(contrast)나 전기 영상법(Voltage Image Method)을 이용하여 TFT 어레이의 불량을 검사하는 비접촉식 방법으로 구별될 수 있다. 그러나 기존의 TFT 어레이 검사 방법이나 장치는 최근 미세 피치를 갖는 고해상도 디스플레이의 화소 불량을 검출하는데 한계에 다다르고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 기술적 사상이 해결하고자 하는 과제는 미세 피치를 갖는 고해상도 디스플레이의 화소 불량을 검출하는데 이용할 수 있는 전기-광학 변조기 및 그 전기-광학 변조기를 포함한 검사 장치를 제공하는 데에 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 기술적 사상은 폴리머 필름 및 상기 폴리머 필름 내에 분산된 액정 드랍릿들(liquid crystal droplets)을 구비한 복합 재료층; 상기 복합 재료층 상면 상에 배치된 투명 전극층; 및 상기 복합 재료층 하면 상에 배치되고 CLC(Cholesteric Liquid Crystal) 폴리머로 형성된 반사필름;을 구비한 전기-광학 변조기를 제공한다.

[0005] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 액정 드랍릿들 각각은 다수의 액정 분자들을 포함하며, 상기 반사필름 내의 액정은 나선(helix) 구조로 배열되고, 상기 나선의 피치 조절에 의해 반사광의 파장이 조절되며, 상기 반사광은 상기 나선의 회전 방향에 따라 오른손 방향(right-handed) 원형 편광 또는 왼손 방향(left-handed) 원형 편광될 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 반사필름 하부에 배치되는 검사 대상체와 상기 투명 전극층 사이에 인가되는 바이어스 전압에 의해 상기 액정 분자들이 정렬하고, 상기 투명 전극층 쪽에서 상기 반사필름 방향으로 광이 입사하며, 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 대응하는 상기 액정 분자들의 정렬 상태가 서로 다르고, 상기 액정 분자들의 정렬 상태에 따라 해당 부분들의 상기 반사광의 인텐시티가 서로 다를 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 반사필름은 유전체 거울 필름(dielectric mirror film)보다 얇은 두께를 가지며, 표면 조도(surface roughness) 및 균일도가 상기 유전체 거울 필름에 비해 5배 이상 우수할 수 있다.

[0008] 또한, 본 발명의 기술적 사상은 상기 과제를 해결하기 위하여, 광원; 검사 대상체 상부에 배치되고, CLC 폴리머로 형성된 반사필름을 구비하며, 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 해당하는 부분의 반사광의 인텐시티가 서로 다르게 나타나는 전기-광학 변조기; 광을 투과 또는 반사하는 빔 스플리터(BS: Beam Splitter); 상기 광원으로부터 광을 상기 빔 스플리터로 전달하는 제1 광학계; 및 상기 빔 스플리터로부터의 광을 상기 전기-광학 변조기로 전달하고 상기 전기-광학 변조기로부터 반사광을 상기 빔 스플리터로 전달하는 제2 광학계;를 포함하는 검사 장치를 제공한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전기-광학 변조기는, 상기 반사필름 상에 배치되고, 폴리머 필름 및 다수의 액정 드랍릿들을 구비한 복합 재료층; 및 상기 복합 재료층 상면 상에 배치된 투명 전극층;을 포함하고, 상기 투명 전극층과 상기 검사 대상체 사이의 바이어스 전압과 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따라 상기 액정 분자들의 정렬 상태가 달라질 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검사 장치는, 상기 검사 대상체가 배치되는 검사 스테이지; 및 상기 빔 스플리터를 투과하는 상기 반사광을 수용하는 검출기;를 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 광학계와 상기 빔 스플리터 사이에 TM파(Transverse Magnetic Wave) 및 TE파(Transverse Electric Wave) 중 어느 하나를 통과시키는 제1 편광자(polarizer)가 배치되고, 상기 빔 스플리터와 상기 검출기 사이에 상기 TM파 및 TE파 중 다른 하나를 통과시키는 제2 편광자가 배치될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 카메라 또는 CCD(charge-coupled device) 카메라일 수 있다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는 CMOS 카메라이고, 상기 검사 장치는, 상기 CMOS 카메라로부터의

이미지를 복수 개 누적하고 평균화하여 평균 이미지를 생성하는 이미지 그래버(Grabber)를 더 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 CMOS 카메라의 이미지는 43dB의 SNR(Signal Noise Ratio)를 가지며, 상기 이미지 그래버를 통해 획득한 이미지는 50dB 이상의 SNR을 가질 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검사 대상체에 대한 테스트 시에, 상기 검사 대상체와 상기 투명 전극층 사이에 바이어스 전압이 인가되고, 상기 검사 대상체에 동작 전압이 인가될 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 바이어스 전압만을 인가하여 캘리브레이션(calibration)용 이미지를 획득하고, 상기 바이어스 전압 및 동작 전압을 인가하여 동작 전압 이미지를 획득하며, 상기 동작 전압 이미지를 상기 캘리브레이션용 이미지로 나누어 보정 전압 이미지를 획득할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 보정 전압 이미지는 픽셀 맵핑 후, 다수의 소영역으로 분할되고, 각각의 상기 소영역에 대하여 로컬 문턱값(local threshold)을 적용하여 불균일 요소들을 제거하여 디펙(Defect) 이미지를 획득할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 로컬 문턱값은 소영역 내의 픽셀들에 대한 전압의 평균값과 표준편차를 이용하여 결정될 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명의 기술적 사상에 따른 전기-광학 변조기, 및 그 전기-광학 변조기를 포함한 검사 장치는 미세 피치를 갖는 화소들의 불량을 검출할 수 있다. 또한, 4분의 1 파장관이 불필요하여 편광 광학계를 구성을 간단하게 할 수 있다.

[0020] 본 발명의 기술적 사상에 따른 검사 장치는 CMOS 카메라를 검출기로 이용함으로써, 저비용 및 고속으로 검사 수행을 할 수 있다. 또한, 이미지 그래버를 구비하고 또한 불량 검출 알고리즘을 적용한 제1 분석 장치를 포함함으로써, 고수준의 SNR을 구현할 수 있고, 이미지의 불균일성을 제거할 수 있다. 그에 따라, 본 실시예의 검사 장치는 30 μ m 이하의 미세 피치를 갖는 고해상도 디스플레이의 화소 불량을 고속으로 용이하고 정밀하게 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기-광학 변조기에 대한 단면도이다.

도 2a 및 도 2b는 도 1의 전기-광학 변조기의 동작을 설명하기 위한 단면도들이다.

도 3은 도 1의 전기-광학 변조기에서 반사필름의 기능을 설명하기 위하여 반사필름을 확대하여 보여주는 사시도이다.

도 4는 도 1의 전기-광학 변조기를 이용하여 평판 디스플레이의 화소 불량을 검출하는 원리를 설명하기 위한 개념도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기-광학 변조기를 포함한 검사 장치에 대한 블록 구조도이다.

도 6은 도 5의 검사 장치에서 편광 광학계를 좀더 상세하게 보여주는 구조도이다.

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예들에 따른 검사 장치에 대한 블록 구성조들이다.

도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일 실시예에 따른 검사 장치에 포함된 분석 장치를 좀더 상세하게 보여주는 블록 구조도들이다.

도 9는 도 5의 검사 장치를 통해 디스플레이의 화소 불량을 검출하는 과정을 보여주는 이미지들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려, 이들 실시예는 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 통상의 기술자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다.

- [0023] 이하의 설명에서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 연결된다고 기술될 때, 이는 다른 구성 요소와 바로 연결될 수도 있지만, 그 사이에 제3의 구성 요소가 개재될 수도 있다. 유사하게, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 상부에 존재한다고 기술될 때, 이는 다른 구성 요소의 바로 위에 존재할 수도 있고, 그 사이에 제3의 구성 요소가 개재될 수도 있다. 또한, 도면에서 각 구성 요소의 구조나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장되었고, 설명과 관계없는 부분은 생략되었다. 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다. 한편, 사용되는 용어들은 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기-광학 변조기에 대한 단면도이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 전기-광학 변조기(100)는 반사필름(110), 복합 재료층(130) 및 투명 전극층(150)을 포함할 수 있다.
- [0026] 반사필름(110)은 CLC(Cholesteric Liquid Crystal) 폴리머로 형성될 수 있다. 반사필름(110)은 입사된 광 중 특정 파장의 광을 반사하고, 또한 입사된 광을 원형 편광(circular polarization) 시킬 수 있다. 원형 편광된 광 중 일부는 반사필름(110)을 투과하고 나머지 일부는 반사필름(110)에 의해 반사될 수 있다. 예컨대, 반사필름(110)은 입사된 광 중 특정 파장의 광을 원형 편광 시키되, 원형 편광된 광 중 50%는 투과시키고 50% 반사시킬 수 있다.
- [0027] 반사필름(110)은 CLC 폴리머의 코팅 및 경화 공정을 통해 제작될 수 있고, 매우 우수한 표면 품질을 가질 수 있다. 참고로, 반사필름(110) 대신 유전체 미러 필름(dielectric mirror film)이 사용될 수 있다. 유전체 미러 필름은 기판 상에 고굴절 물질과 저굴절 물질을 10층 이상 교대로 증착하여 제작할 수 있다. 그러나 유전체 미러 필름은 수 μm 내외의 PET(Poly-Ethylene Terephthalate) 등의 기판 상에 PVD(Physical Vapor Deposition) 등의 증착 공정을 통해 형성되므로, 미세한 크랙이나 돌기 등이 존재하여 표면 품질이 좋지 않을 수 있다. 이러한 표면 품질의 불량은 30 μm 이하의 미세 화소의 불량을 검출하는 데에 부적합할 수 있다. 또한, 비교적 두꺼운 PET 기판의 존재로 인해 하부에 배치되는 검사 대상체의 전압 분포에 따른 전기(electric field)가 상부의 복합 재료층(130)에 충분히 전달되지 못할 수도 있다.
- [0028] 그러나 본 실시예의 전기-광학 변조기(100)에 적용되는 반사필름(110)은 CLC 폴리머로 얇게 형성될 수 있다. 예컨대, 반사필름(110)은 CLC 폴리머로 3 μm 이하의 두께로 형성될 수 있다. 그에 따라, 상기 검사 대상체의 전압 분포에 따른 전계를 상부의 복합 재료층(130)에 비교적 충실하게 전달할 수 있다. 또한, 반사필름(110)은 폴리머 필름 제작 공정인 코팅 및 경화 공정을 통해 제작될 수 있다. 그에 따라, 반사필름(110)의 표면 조도(surface roughness) 및 균일도 등의 반사층 표면의 품질은 유전체 미러 필름에 비해 매우 뛰어날 수 있다. 예컨대, CLC 폴리머로 형성된 반사필름(110)은 표면 조도 및 균일도가 유전체 미러 필름보다 5배 이상 우수할 수 있다. CLC 폴리머 기반의 반사필름(110)에 대해서는 도 3에 대한 설명 부분에서 좀더 상세히 기술한다.
- [0029] 복합 재료층(130)은 폴리머 필름(132)과 액정 드롭렛(134, liquid crystal droplet)을 포함할 수 있다. 예컨대, 복합 재료층(130)은 폴리머 분산형 액정(Polymer Dispersed Liquid Crystal: PDLC)일 수 있다. 그에 따라, 복합 재료층(130)은 다수의 액정 드롭렛들(134)이 폴리머(132) 내에 분산되어 배치된 구조를 가질 수 있다. 액정 드롭렛들(134) 각각의 내부에는 다수의 액정 분자들(135)이 포함될 수 있다.
- [0030] 좀더 구체적으로, 복합 재료층(130)은 직경 수 μm 크기의 액정 드롭렛들(134)이 수십 μm 두께의 폴리머 필름(132)에 분산된 형태의 PDLC 필름 구조를 가질 수 있다. 이 PDLC 필름을 두 개의 전극 사이에 끼우고 전기장을 걸어주면 액정 분자의 방향자(director)가 전기장 방향으로 배향되며, 이때 액정의 정상 굴절률(n_o , ordinary refractive index)이 폴리머의 굴절률(n_p)과 일치하면 광 투과에 의해 필름은 투명하게 될 수 있다. 한편, 전기장을 제거하면 액정 분자의 방향자는 표면 앵커링(anchoring) 에너지에 의해 무질서화되고, 액정의 유효 굴절률이 폴리머의 굴절률(n_p)로부터 크게 벗어나게 되어 굴절률 불일치에 의한 광 산란으로 필름은 불투명해 질 수 있다. 이와 같이 PDLC 필름은 광의 산란을 이용하므로 별도의 편광판이 필요없어 광의 이용효율을 높일 수 있다.
- [0031] 투명 전극층(150)은 전도성 물질로 형성되며, 광이 투과할 수 있는 투명한 물질로 형성될 수 있다. 예컨대, 투명 전극층(150)은 ITO(Indium-Tin-Oxide), ATO(Antimony Tin Oxide), AZO(Aluminum Zinc Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), IZTO(Indium Zinc Tin Oxide), SnO₂, In₂O₃, CNT(Carbon Nano-Tube) 등으로 형성될 수 있다. 본 실시예의 전기-광학 변조기(100)에서 투명 전극층(150)은 ITO로 형성될 수 있다.

- [0032] 본 실시예의 전기-광학 변조기(100)는, 비교적 얇은 두께를 가지며 반사층 표면의 품질이 매우 뛰어난 CLC 폴리머 기반의 반사필름(110)을 구비할 수 있다. 그에 따라, 전기-광학 변조기(100)는 하부에 배치되는 검사 대상체에 대한 전압 분포를 보다 정밀하게 측정할 수 있다. 예컨대, 본 실시예에 따른 CLC 폴리머 기반의 반사필름(110)을 구비한 전기-광학 변조기(100)는 30 μ m 이하의 미세 피치를 갖는 고해상도 디스플레이의 화소 불량을 검출하는데 유용하게 이용될 수 있다.
- [0033] 도 2a 및 도 2b는 도 1의 전기-광학 변조기의 동작을 설명하기 위한 단면도들로서, 도 2a는 투명 전극층(150)과 검사 대상체(2000) 사이에 바이어스 전압이 인가되지 않은 상태를 보여주고, 도 2b는 바이어스 전압이 인가된 상태를 보여준다.
- [0034] 도 2a를 참조하면, 전기-광학 변조기(100)의 하부에 검사 대상체(2000)가 배치될 수 있다. 검사 대상체(2000)는 예컨대, LCD나 OLED와 같은 평판 디스플레이일 수 있다. 이러한 검사 대상체(2000)는 다수의 화소 전극들과 상기 화소 전극들을 구동하기 위한 다수의 TFT들이 매트릭스 구조로 형성된 TFT 어레이를 포함할 수 있다.
- [0035] 한편, 도시된 바와 같이 투명 전극층(150)과 검사 대상체(2000) 사이에는 바이어스 전압이 인가되지 않을 수 있다. 그에 따라, 복합 재료층(130) 내의 액정 분자들(135)이 무질서하게 배열될 수 있다. 다만, 액정의 특정상 액정 분자들의 완전히 무질서하게 되는 것은 아니고 어느 정도의 규칙성을 가질 수 있다. 예컨대, 도시된 바와 같이 액정 드롭릿(134) 내의 액정 분자들(135)은 어느 정도 서로 동일한 방향을 향하도록 배열될 수 있다.
- [0036] 이와 같이 바이어스 전압이 인가되지 않은 상태에서는, 복합 재료층(130) 내의 액정 분자들(135)은 무질서하게 배열될 수 있다. 그에 따라, 입사된 광(L)은 무질서하게 배열된 액정 분자들(135)에 의해 산란되고, 복합 재료층(130)은 불투명하게 보일 수 있다.
- [0037] 도 2b를 참조하면, 전기-광학 변조기(100)의 하부에 검사 대상체(2000)가 배치되고, 도시된 바와 같이 투명 전극층(150)과 검사 대상체(2000) 사이에는 바이어스 전압(Vb)이 인가될 수 있다. 바이어스 전압(Vb) 인가에 의해 액정 드롭릿(134) 내의 액정 분자들(135) 모두가 바이어스 전압(Vb)에 의해 발생한 전계(electric field) 방향을 향하도록 정렬될 수 있다. 따라서, 바이어스 전압(Vb)은 액정 드롭릿(134) 내의 액정 분자들(135) 모두가 일 방향으로 정렬될 수 있을 정도의 값을 가질 수 있다. 예컨대, 바이어스 전압(Vb)은 수백 V 정도의 값을 가질 수 있다.
- [0038] 한편, 전기-광학 변조기(100)는 검사 대상체(2000)로부터 에어 갭(Gair)을 두고 배치될 수 있다. 예컨대, 전기-광학 변조기(100)와 검사 대상체(2000) 사이의 에어 갭(Gair)은 50 μ m 내외일 수 있다. 이러한 에어 갭(Gair)은 바이어스 전압 인가 및 동작 전압 인가에 의한 검사 대상체(2000)의 전압 분포가 복합 재료층(130)에 충분히 반영될 정도의 거리를 가질 수 있다. 다시 말해서, 에어 갭(Gair)은 검사 대상체(2000)의 전압 분포에 따라 발생한 전계가 복합 재료층(130) 내의 액정 분자들에게 충분히 영향을 미칠 수 있는 거리일 수 있다.
- [0039] 도시된 바와 같이, 바이어스 전압이 인가된 상태에서는, 복합 재료층(130) 내의 액정 분자들(135)이 바이어스 전압(Vb)의 전계 방향으로 정렬 배열될 수 있다. 그에 따라 입사된 광(L)은 정렬 배열된 액정 분자들(135)을 통과하여 반사필름(110)에 도달하여 반사필름(110)에 의해 반사되고, 복합 재료층(130)은 투명하게 보일 수 있다. 다만, 반사필름(110)의 원형 편광 및 부분 반사 특성에 의해 입사된 광(L) 모두가 반사되지 않을 수 있다.
- [0040] 참고로, 전기-광학 변조기(100)를 이용하여 검사 대상체(2000)의 화소 불량을 검출하는 원리를 간단히 설명하면 다음과 같다. 투명 전극층(150)과 검사 대상체(2000) 사이에 바이어스 전압(Vb) 인가 후, 검사 대상체(2000)에 동작 전압을 인가하면, 각각의 화소 전극에 의해 발생하는 전계가 복합 재료층(130)의 액정 분자들(135)의 배열 상태에 영향을 미치게 된다. 여기서, 동작 전압은 예컨대, ± 20 V 정도일 수 있다. 물론, 동작 전압이 상기 수치에 한정되는 것은 아니다. 만약, 화소들이 모두 정상적이라면 각각에 대응하는 액정 분자들(135)의 배열 상태도 균일하게 나타나 입사된 광(L)의 반사광도 균일하게 나타날 수 있다. 그러나 불량 화소들이 존재하면 그에 대응하는 부분의 액정 분자들(135)의 배열 상태가 불균일하게 되고, 그에 따라 입사된 광(L)의 반사광도 불균일하게 나타날 수 있다. 결국, 반사광의 균일도를 분석하여 검사 대상체(2000) 내의 화소들의 불량을 검출할 수 있다.
- [0041] 도 3은 도 1의 전기-광학 변조기에서 반사필름의 기능을 설명하기 위하여 반사필름을 확대하여 보여주는 사시도

이다.

- [0042] 도 3을 참조하면, 반사필름(110)은 CLC 폴리머 필름으로 형성될 수 있다. CLC 폴리머 필름은 폴리머 필름(112) 내부에 나선(helix) 구조 액정(114h)이 배열된 구조를 가질 수 있다. 이러한 CLC 폴리머 필름은 나선의 피치(Pitch)를 조절하여 요구되는 파장의 광을 반사시킬 수 있다. 따라서, 요구되는 파장에 해당하지 않은 광들은 반사되지 않고 투과될 수 있다. 또한, CLC 폴리머 필름은 편광되지 않은 광(unpolarized light)을 원형 편광 시킬 수 있고, 편광된 광의 50%는 반사시키고 나머지 50%는 투과시킬 수 있다.
- [0043] 다시 말하면, CLC 폴리머 필름으로 입력된 무편광의 입사광(Lin)은 나선 구조 액정(114h)에 의해 원형 편광되고 그 중 50%는 반사되어 반사광(Lre)으로 출력되고 나머지 50%는 투과하여 투과광(Ltr)으로 출력될 수 있다. 덧붙여, 반사광(Lre)은 나선의 방향에 따라 오른손 방향(right-handed) 원형 편광 또는 왼손 방향(left-handed) 원형 편광될 수 있다. 여기서, 점선의 원(A)은 나선 구조 액정(114h)을 구성하는 액정 분자(114)를 확대하여 보여 준다. 또한, CLC 폴리머 필름을 수직으로 통과하는 실선은 나선 구조 액정(114h)의 나선 회전축(Hax)을 의미할 수 있다.
- [0044] 이러한 반사필름(110)은 코팅 및 경화 공정을 통해 비교적 간단하게 제작할 수 있다. 또한, 본 실시예의 반사필름(110)은 코팅 및 경화 공정을 통해 제작되므로 PVD 공정을 통해 제작되는 유전체 미러 필름에 비해 표면 조도, 균일도 등의 반사층의 표면 품질이 매우 우수할 수 있다. 더 나아가, 본 실시예의 반사필름(110)은 PET 기판 등과 같은 별도의 기판이 존재하지 않으므로 비교적 얇은 두께로 형성될 수 있다. 예컨대, 반사필름(110)은 3 μ m 내외의 비교적 얇은 두께로 형성될 수 있다.
- [0045] 도 4는 도 1의 전기-광학 변조기를 이용하여 평판 디스플레이의 화소 불량을 검출하는 원리를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 정상 화소(Ano)에 대응하는 부분의 액정 분자들(135a)은 바이어스 전압(Vb)에 의해 일 방향으로 배열될 수 있다. 그에 따라, 입사광(Lin1)이 반사필름(110)에 의해 반사되어 반사광(Lre)으로 출력될 수 있다. 이와 같이 정상 화소(Ano)에 대응하는 부분은 굵은 화살표로 표시된 부분과 같이 반사광(Lre)에 의해 밝은 색으로 나타날 수 있다.
- [0047] 그에 반해, 불량 화소(Aerr)에 대응하는 부분의 액정 분자들(135b)의 경우는 일 방향으로 배열되지 않을 수 있다. 그에 따라, 입사광(Lin2)은 산란되고 반사광으로 출력되지 않을 수 있다. 반사광으로 출력되지 않기 때문에, 불량 화소(Aerr)에 대응하는 부분은 굵은 화살표로 표시된 부분과 같이 어두운 색으로 나타날 수 있다.
- [0048] 참고로, 본 도면은 이해의 편의를 위해 과장되어 도시되고 있다. 즉, 불량 화소(Aerr)에 대응하는 액정 분자들(135b)은 수평 방향이 아니라 어느 정도 임의의 방향으로 배열될 수 있다. 또한, 실제의 검사 대상체(2000)에 대한 TFT 어레이 검사에서는 바이어스 전압과 동작 전압이 함께 인가되므로, 불량 화소(Aerr)에 대응하는 액정 분자들(135b)도 바이어스 전압에 의해 전계 방향으로 정렬되고, 화소의 불량에 의해 영향을 받아 액정 분자들(135b)의 배열 방향이 약간씩 변하는 식으로 배열될 수 있다. 예컨대, 정상 화소 부분과 비교하여 인텐시티가 차이가 있을 뿐, 불량 화소에 대응하는 부분에서도 반사광이 출력될 수 있다.
- [0049] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기-광학 변조기를 포함한 검사 장치에 대한 블록 구조도이다.
- [0050] 도 5를 참조하면, 본 실시예의 검사 장치(10000)는 제1 편광 광학계(1000), 광원(1100), 검사 스테이지(1200), 제1 검출기(1300) 및 제1 분석 장치(1400)를 포함할 수 있다.
- [0051] 제1 편광 광학계(1000)는 전기-광학 변조기(100)를 포함할 수 있다. 전기-광학 변조기(100)는 도 1에서 설명한 CLC 폴리머 기반의 반사필름(110)을 포함한 전기-광학 변조기(100)일 수 있다. 이러한 제1 편광 광학계(1000)는 광원(1100)으로부터의 광을 전기-광학 변조기(100)에 조사시키고 전기-광학 변조기(100)로부터 반사된 광을 제1 검출기(1300)에 전달하는 기능을 할 수 있다.
- [0052] 한편, 제1 편광 광학계(1000)는 전기-광학 변조기(100)를 포함함으로써, 4분의 1 파장판(quarter wave plate)의 배치가 불필요할 수 있다. 참고로, 4분의 1 파장판은 서로 수직인 방향으로 진동하는 두 개의 편광 성분 사이에 1/4 파장의 광로차가 발생하도록 만들어진 광학적 이방성의 복굴절판을 의미할 수 있다. 이러한 4분의 1 파장판에, 입사광의 진동방향에 대해 내부에서 빛의 진동방향이 45°로 되도록 직선편광을 수직으로 입사시키면

투과광은 원편광 될 수 있다.

- [0053] 전술한 바와 같이, 도 1의 전기-광학 변조기(100)는 입사된 광을 원편광 시킬 수 있는 CLC 폴리머 기반의 반사 필름(110)을 포함할 수 있다. 그에 따라, 제1 편광 광학계(1000)는 별도의 4분의 1 파장판을 구비할 필요가 없다. 제1 편광 광학계(1000)의 구조 및 기능에 대해서는 도 6에 대한 설명부분에서 좀더 상세히 기술한다.
- [0054] 광원(1100)은 제1 편광 광학계(1000)로 입사시킬 수 있는 광을 생성하는 장치일 수 있다. 광원(1100)으로부터 생성된 광은 무편광 광일 수 있다. 이러한 무편광 광은 제1 편광 광학계에 포함된 편광자(polarizer)에 의해 편광되어 전기-광학 변조기(100)에 입사될 수 있다. 또한, 전기-광학 변조기(100)로부터 출력된 반사광도 편광자에 의해 편광되어 제1 검출기(1300)로 전달될 수 있다.
- [0055] 검사 스테이지(1200)는 검사 대상체(도 2a 등의 2000)가 배치되는 장치로서, x 방향, y 방향 및 z 방향 중 적어도 하나의 방향으로 이동할 수 있다. 검사 스테이지(1200)로 배치되는 검사 대상체(2000)는 예컨대, TFT 어레이를 포함한 평판 디스플레이일 수 있다.
- [0056] 제1 검출기(1300)는 제1 편광 광학계(1000)로부터 출력된 반사광을 수용하는 장치일 수 있다. 제1 검출기(1300)는 예컨대, CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 카메라일 수 있다. CMOS 카메라는 상용으로 고속 촬영이 가능하므로 검사 대상체에 대한 TFT 어레이 검사를 저비용으로 고속으로 진행시킬 수 있다. 다만, CMOS 카메라의 SNR(Signal Noise Ratio)은 43dB 정도로서, CCD(charge-coupled device) 대비 낮은 SNR를 나타낸다. 이러한 CMOS 카메라의 한계를 극복하여 요구되는 수준의 SNR로 향상시킬 필요가 있다. 그에 따라, 본 실시예의 검사 장치(10000)에는 여러 장의 이미지를 중첩하여 평균화하는 원리가 적용될 수 있다. 예컨대, 제1 분석 장치(1400)에 이미지 그래버(Grabber)를 포함시켜 이미지를 중첩 및 평균화함으로써, 원하는 수준의 SNR를 구현할 수 있다. 경우에 따라, 이미지 그래버는 제1 분석 장치(1400)가 아니라 제1 검출기(1300) 내에 포함되도록 할 수도 있다.
- [0057] 제1 분석 장치(1400)는 제1 검출기(1300)로부터 전달받은 이미지를 소정의 알고리즘을 통해 불균일성을 제거하여 화소들의 불량을 검출할 수 있다. 전술한 바와 같이, 제1 분석 장치(1400)는 높은 SNR을 구현하기 위하여 이미지 그래버를 포함할 수 있다. 참고로, 고속의 CMOS 카메라를 이용하는 경우에, PC의 입력 대역폭 한계로 인해 출력 데이터를 정상적인 속도로 받아들이는 것이 어려울 수 있다. 그에 따라, 본 실시예의 검사 장치(10000)는 이미지 그래버를 이용하여 원하는 수만큼 영상을 누적 평균화하고 그 평균 이미지를 분석 이미지로 이용함으로써, 대역폭 문제를 해결할 수 있다. 예컨대, CMOS 카메라로 획득한 43dB의 이미지 8장을 누적하여 평균하면, 약 50dB에 해당하는 고수준의 SNR 이미지를 획득할 수 있다.
- [0058] 한편, 제1 검출기(1300)를 통해 획득한 이미지에는 불균일성에 따른 에러가 존재할 수 있다. 제1 분석 장치(1400)는 이미지로부터 상기 불균일성을 제거하기 위하여 불량 검출 알고리즘들을 이용할 수 있다. 불량 검출 알고리즘은 예컨대, 캘리브레이션(Calibration)용 이미지를 이용하는 방법 및 로컬 문턱값을 이용하는 방법 중 적어도 하나의 방법을 포함할 수 있다. 이러한 불량 검출 알고리즘은 PC 등과 같은 컴퓨터를 통해 수행될 수 있다. 따라서, 제1 분석 장치(1400)는 컴퓨터 내에 포함되어 구현될 수 있다. 제1 분석 장치(1400) 및 상기 불량 검출 알고리즘에 대해서는 도 8a 내지 도 8c 부분에서 좀더 상세히 기술한다.
- [0059] 본 실시예의 검사 장치(10000)는 제1 편광 광학계(1000)가 도 1에서 설명한 전기-광학 변조기(100)를 포함함으로써, 미세 피치를 갖는 화소들의 불량을 검출할 수 있다. 또한, 4분의 1 파장판이 불필요하여 제1 편광 광학계의 구성을 간단하게 할 수 있다. 본 실시예의 검사 장치(10000)는 CMOS 카메라를 제1 검출기로 이용함으로써, 저비용으로 고속으로 검사 수행을 할 수 있으며, 또한, 이미지 그래버를 구비하고 또한 불량 검출 알고리즘을 이용한 제1 분석 장치(1400)를 포함함으로써, 고수준의 SNR를 구현할 수 있고, 이미지의 불균일성을 제거할 수 있다. 그에 따라, 본 실시예의 검사 장치(10000)는 30 μ m 이하의 미세 피치를 갖는 고해상도 디스플레이의 화소 불량을 고속으로 용이하고 정밀하게 검출할 수 있다.
- [0060] 도 6은 도 5의 검사 장치에서 제1 편광 광학계를 좀더 상세하게 보여주는 구조도이다.
- [0061] 도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 제1 편광 광학계(1000)는 전기-광학 변조기(100), 제1 광학계, 빔 스플리터(300), 제2 광학계(400), 및 편광자들(510, 530)를 포함할 수 있다.
- [0062] 전기-광학 변조기(100)는 도 1 내지 도 3 등에서 설명한 전기-광학 변조기일 수 있다. 따라서, 그에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

- [0063] 제1 광학계(200)는 광원(1100)으로부터의 광을 빔 스플리터(300)로 전달하는 기능을 할 수 있다. 이러한 제1 광학계(200)는 로드 파이프(rod pipe, 210), 빔 확장자(230), 릴레이, 컬리메이션 또는 집광 렌즈(270) 및 미러(250)를 포함할 수 있다.
- [0064] 빔 스플리터(300)는 광원(1100)으로부터 제1 광학계(200)를 통해 전달된 광을 반사하여 제2 광학계(400)로 전달하고, 전기-광학 변조기(100)로부터 반사되어 제2 광학계(400)를 통해 전달된 반사광을 투과시켜 제1 검출기(1300)로 전달하는 기능을 할 수 있다. 경우에 따라, 빔 스플리터(300)는 광원(1100)으로부터의 광을 투과시켜 전기-광학 변조기(100)로 전달하고, 전기-광학 변조기(100)로부터 반사광을 반사시켜 제1 검출기(1300)로 전달하도록 구성될 수도 있다.
- [0065] 제2 광학계(400)는 빔 스플리터(300)의 반사를 통해 전달된 광을 전기-광학 변조기(100)로 전달하고, 전기-광학 변조기(100)로부터의 반사광을 빔 스플리터(300)로 전달하는 기능을 할 수 있다. 제2 광학계(400)는 튜브 렌즈(410), 더블 텔레센트릭(double telecentric) 광학계(430) 및 대물 렌즈(450)를 포함할 수 있다. 한편, 전기-광학 변조기(100)로 입사된 광은 제1 편광자(510)를 통해 P 편광된 광일 수 있고, 전기-광학 변조기(100)로부터의 반사광은 반사필름(110)을 통해 원편광 된 광일 수 있다.
- [0066] 편광자들(510, 530)은 제1 편광자(510)와 제2 편광자(530)를 포함할 수 있다. 제1 편광자(510)는 광원(1100)으로부터의 광이 입사하는 빔 스플리터(300)의 입사면 전방으로 배치될 수 있다. 즉, 제1 편광자(510)는 제1 광학계(200)와 빔 스플리터(300) 사이에 배치될 수 있다. 이러한 제1 편광자(510)는 TM파(Transverse Magnetic Wave) 및 TE파(Transverse Electric Wave) 중 어느 하나만을 통과시킬 수 있다. 다시 말해서, 제1 편광자(510)는 입사광을 TM파(또는 P파)로 P 편광시키거나 또는 TE파(S파)로 S 편광시킬 수 있다.
- [0067] 한편, 제2 편광자(530)는 전기-광학 변조기(100)로부터의 반사광이 빔 스플리터(300)를 통과하여 출력하는 빔 스플리터(300)의 출사면 전방에 배치될 수 있다. 이러한 제2 편광자(530)는 제1 편광자(510)와 반대의 기능을 할 수 있다. 예컨대, 제1 편광자(510)가 TM파를 통과시키면 제2 편광자(530)는 TE파를 통과시키며, 제1 편광자(510)가 TE파를 통과시키면 제2 편광자(530)는 TM파를 통과시킬 수 있다. 다시 말해서, 제1 편광자(510)가 입사광을 P 편광시키면 제2 편광자(530)는 입사광을 S 편광시키고, 반대로 제1 편광자(510)가 입사광을 S 편광시키면 제2 편광자(530)는 입사광을 P 편광시킬 수 있다.
- [0068] 이러한 제1 편광자(510)와 제2 편광자(530)이 빔 스플리터의 입사면과 출사면 전방으로 배치되고, 전기-광학 변조기(100)에서 편광 현상이 발생하지 않는다고 가정하면, 광원으로부터의 무편광 광은 제1 편광자(510)를 통과하면서 P 편광되어 TM파만이 전기-광학 변조기(100)로 입사되어 반사되고, 빔 스플리터(300)를 거쳐 제2 편광자(530)로 입사될 수 있다. 그러나 제2 편광자(530)는 TE파만을 통과시키므로 결국 어떠한 광도 제2 편광자(530)로부터 출력될 수 없다. 그러나 실제로는 전기-광학 변조기(100)에서 원편광이 일어나므로 전기-광학 변조기(100)로부터 반사된 광의 일부가 제2 편광자(530)를 통과하여 출력될 수 있다.
- [0069] 제1 편광자(510)와 제2 편광자(530)를 두는 이유는 노이즈 광을 최대한 제거하기 위함이다. 일반적으로 노이즈 광은 제1 편광자(510)와 제2 편광자(530)를 거치면서 최소화될 수 있다.
- [0070] 전술한 바와 같이 본 실시예의 제1 편광 광학계(1000)는 CLC 폴리머 기반 반사필름(110)을 구비한 전기-광학 변조기(100)를 포함함으로써, 미세 피치를 갖는 화소들의 불량을 정밀하게 검출할 수 있다. 또한, 반사필름(110)의 원편광 특성에 기인하여 별도의 4분의 1 파장판이 불필요하여 편광 광학계의 구성을 간단하게 할 수 있다.
- [0071]
- [0072] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 일 실시예들에 따른 검사 장치에 대한 블록 구성도들이다. 설명의 편의를 위해 도 5에서 이미 설명한 내용은 간단히 설명하거나 생략한다.
- [0073] 도 7a를 참조하면, 본 실시예의 검사 장치(1000a)는 도 5의 검사 장치(1000)와 유사하나, 제1 검사 장치(1000)와 달리 제2 편광 광학계(1000a)를 포함할 수 있다. 구체적으로 제2 편광 광학계(1000a)는 내부에 전기-광학 변조기를 포함하나, 전기-광학 변조기는 CLC 기반의 반사필름 대신 유전체 미러 필름을 구비할 수 있다. 또한, 제2 편광 광학계(1000a)는 입사된 광을 원형 편광 시키기 위한 4분의 1 파장판을 더 포함할 수 있다.
- [0074] 한편, 본 실시예의 검사 장치(1000a)는 도 5의 검사 장치와 동일하게 CMOS 카메라를 제1 검출기(1300)로서 구비함으로써, 저비용으로 고속의 화소의 불량 검사를 수행할 수 있다. 또한, 이미지 그래버를 포함하고 불량 검출 알고리즘을 활용하는 제1 분석 장치(1400)를 이용함으로써, SNR 수준을 요구되는 수준까지 높일 수 있고, 또한, 이미지 불균일성을 최대한 제거하여 불량 검출 성능을 최적화할 수 있다.

- [0075] 도 7b를 참조하면, 본 실시예의 검사 장치(10000b)는 도 5의 검사 장치(10000)와 유사하나, 제1 검사 장치(10000)와 달리 제2 검출기(1300a) 및 제2 분석 장치(1400a)를 포함할 수 있다. 구체적으로, 본 실시예의 검사 장치(10000b)는 도 5의 검사 장치(10000)와 같이 CLC 폴리머 기반의 반사필름(110)을 구비한 제1 편광 광학계(1000)를 포함할 수 있다. 그에 따라, 미세 피치를 갖는 화소들의 불량을 검출할 수 있고, 또한, 4분의 1 파장판이 불필요하여 제1 편광 광학계(1000)를 비교적 간단하게 구성할 수 있다.
- [0076] 그러나 본 실시예의 검사 장치(10000b)에서 제2 검출기(1300a)는 CMOS 카메라 대신 CCD 카메라로 구현될 수 있다. CCD 카메라의 이미지는 비교적 높은 SNR을 유지할 수 있다. 그러나 필요한 경우 CCD 카메라의 픽셀 사이를 증가시켜 픽셀에 담을 수 있는 전하의 총량(Full-Well Capacity)을 증가시킬 수 있다. 예컨대, CCD 카메라의 전하 총량을 120,000개 전자(e⁻) 이상으로 하여 50dB 이상의 SNR 이미지를 구현하도록 할 수 있다. 그에 따라, 미세 피치를 갖는 화소들의 불량을 검출할 수 있다.
- [0077] 제2 분석 장치(1400a)는 이미지 그래버를 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 예컨대, CCD 카메라 이미지의 SNR이 높은 경우에는 별도의 이미지 그래버를 포함하지 않을 수 있다. 반대로 CCD 카메라 이미지의 SNR이 낮아 SNR을 높일 필요가 있는 경우에는 이미지 그래버가 포함될 수 있다.
- [0078] 제2 분석 장치(1400a)는 글로벌 문턱값(global threshold)을 적용하여 디펙 이미지를 추출할 수 있다. 그러나, 로컬 문턱값을 적용하는 것을 전적으로 배제하는 것은 아니다. 또한, 경우에 따라 캘리브레이션용 이미지를 이용하여 보정 전압 이미지를 생성하는 불량 검출 알고리즘을 이용할 수도 있다.
- [0079] 본 실시예의 검사 장치(10000b)는 필수적으로 제1 편광 광학계(1000)를 포함할 수 있다. 그 외 제2 검출기(1300a)와 제2 분석 장치(1400a)는 필요에 따라 다른 구성요소로 대체될 수 있다. 예컨대, 제2 검출기(1300a)는 도 5의 검사 장치(10000)의 제1 검출기(1300)로 대체될 수 있다. 또한, 제2 분석 장치(1400a)도 제1 분석 장치(1400)로 대체될 수 있다. 더 나아가, 제2 분석 장치(1400a)는 필요에 따라 이미지 그래버, 캘리브레이션용 이미지를 이용한 불량 검출 알고리즘, 및 로컬 문턱값 중 적어도 하나를 디펙 이미지 추출을 위해 이용할 수 있다.
- [0080] 도 8a 내지 도 8c는 본 발명의 일 실시예에 따른 검사 장치에 포함된 제1 분석 장치를 좀더 상세하게 보여주는 블록 구조도들이다.
- [0081] 도 8a를 참조하면, 본 실시예의 제1 분석 장치(1400)는 이미지 그래버(1410), 보정 이미지 획득부(1430) 및 제1 디펙 이미지 획득부(1450)를 포함할 수 있다. 이미지 그래버(1410)는 전술한 바와 같이 CMOS 카메라를 통해 획득한 다수의 이미지들을 누적하고 평균화하여 고수준의 SNR을 갖는 이미지를 구현할 수 있도록 한다. 예컨대, CMOS 카메라로부터의 8장의 이미지를 누적하고 평균화함으로써, 50dB의 SNR에 이르는 고품질의 이미지를 획득할 수 있다.
- [0082] 보정 이미지 획득부(143)는 이미지 그래버(1410)를 통해 획득한 이미지에서 불균일성 요소를 제거하는 기능을 할 수 있다. 즉, 제1 검출기(1300) 및 이미지 그래버(1410)를 통해 획득한 이미지에는 검사 장비 자체의 불균일에 따른 에러가 존재할 수 있다.
- [0083] 좀더 구체적으로 설명하면, 통상 7인치 이상의 크기를 갖는 전기-광학 변조기는 영역별로 전기-광학 변조 특성에 차이가 발생할 수 있다. 영역별 전기-광학 변조 특성 차이의 원인은 액정 층, 즉 복합 재료층의 두께 불균일이 대표적인 요소일 수 있다. 또한, 전기-광학 변조기와 검사 대상체 사이의 에어 갭(Air)의 불균일, 및 검사 대상체를 지지하는 세라믹 척(Ceramic Chuck)의 돌기 부분의 미세한 높이 차에 의한 불균일 역시 전기-광학 변조 특성 차이의 원인일 수 있다. 이러한 불균일 요소들로 인해 전기-광학 변조기에 인가되는 전기장의 세기가 균일할 경우에도 제1 검출기(1300)로 입사되는 반사광의 세기는 영역별로 불균일하게 나타낼 수 있다.
- [0084] 보정 이미지 획득부(143)는 상기 이미지의 불균일성을 제거하기 위하여 불량 검출 알고리즘을 활용할 수 있다. 좀더 구체적으로 설명하면, 상기 이미지의 불균일성을 제거하기 위해, 이미지 활상 시마다 불균일 제거를 위한 별도의 캘리브레이션(Calibration)용 이미지를 획득하여 이를 활용할 수 있다. 즉, 먼저, 검사 대상체 내의 화소 전극들을 구동하지 않은 상태로 전기-광학 변조기에 바이어스 전압만을 인가하여 캘리브레이션용 이미지를 획득한다. 다시, 바이어스 전압 인가 상태에서 화소 전극에 적정 전압을 인가하여 화소 전극에 대한 전압 영상, 즉 동작 전압 이미지를 획득한다. 그 후, 동작 전압 이미지의 밝기들을 캘리브레이션용 이미지의 밝기들로 각각

나누어서, 실제 화소 전극의 전압의 크기에 비례하여 밝기가 형성된 보정 전압 이미지를 얻을 수 있다. 여기서, 바이어스 전압은 수백 V 정도이고, 동작 전압은 \pm 수십 V 정도일 수 있다.

- [0085] 이러한 불량 검출 알고리즘은 결국, 상기 불균일 요소들에 대한 영향이 반영된 캘리브레이션용 이미지를 먼저 생성하고, 그러한 캘리브레이션용 이미지를 이용하여 동작 전압 이미지에서 상기 불균일 요소들에 의한 에러들을 제거한다는 원리일 수 있다. 보정 이미지 획득부(143)는 상기와 같은 불량 검출 알고리즘 방법을 이용함으로써, 상기 불균일 요소들로 인해 발생할 수 있는 이미지의 불균일성을 최소화한 보정 전압 이미지를 획득할 수 있다.
- [0086] 제1 디팩 이미지 획득부(145)는 보정 이미지 획득부(143)를 통해 획득한 보정 전압 이미지에서 실제 디팩이 존재하는 곳을 명시적으로 표시한 디팩 이미지를 추출하는 기능을 할 수 있다.
- [0087] 참고로, 일반적으로 디팩 이미지는 글로벌 문턱값(global)을 각 화소들에 적용하여, 화소의 전압값이 글로벌 문턱값보다 낮은 화소들에 대하여 디팩이 존재하는 곳으로 표시함으로써, 이루어질 수 있다. 그러나 대면적의 검사 대상체의 모든 영역에 대하여 일률적으로 글로벌 문턱값을 적용하는 것은 바람직하지 않을 수 있다. 왜냐하면, 각각의 영역들에 여전히 불균일 요소들이 존재할 수 있고, 그러한 불균일 요소들로 인해 글로벌 문턱값을 적용하여 얻은 디팩 이미지는 여전히 에러를 포함할 수 있기 때문이다.
- [0088] 본 실시예의 제1 디팩 이미지 획득부(145)는 글로벌 문턱값 대신 로컬 문턱값을 적용하여 디팩 이미지를 추출할 수 있다. 구체적으로, 검사 대상체 영역을 다수의 소영역으로 나누고 각각의 소영역별로 로컬 문턱값을 정하여 소영역별로 로컬 문턱값을 적용하여 디팩 이미지를 추출할 수 있다. 이러한 로컬 문턱값은 예컨대, 해당 소영역 내의 화소들의 전압값의 평균과 표준 편차를 이용하여 계산할 수 있다. 한편, 소영역은 다양한 사이즈로 나누어질 수 있다. 예컨대, 검사 대상체 내에 5000 * 5000개의 화소가 포함될 때, 10*10개의 화소 사이즈로 소영역들이 분할될 수 있다. 이와 같이 10*10개의 화소 사이즈로 분할될 때, 거의 25만 개의 소영역들로 구별될 수 있다. 그러나 병렬 연산 방법을 통해 고속으로 로컬 문턱값 계산 및 해당 소영역으로 로컬 문턱값의 적용이 수행되기 때문에, 디팩 이미지 계산에 많은 시간이 소요되지는 않을 수 있다.
- [0089] 이와 같이 본 실시예의 제1 디팩 이미지 획득부(145)는 보정 이미지 획득부(143)를 통해 획득한 보정 전압 이미지에 대하여, 글로벌 문턱값을 적용하는 대신 소영역 별로 로컬 문턱값을 적용함으로써, 아직 제거되지 않고 남아있는 불균일 요소들에 대한 영향을 다시 한 번 제거하여 최종 디팩 이미지를 계산할 수 있다. 한편, 보정 전압 이미지에 대해서 픽셀 맵핑이 수행되어 전압 맵 이미지로 변환될 수 있고, 그에 따라, 디팩 이미지는 전압 맵 이미지에 대하여 로컬 문턱값이 적용되어 획득될 수 있다.
- [0090] 도 8b를 참조하면, 본 실시예의 제1 분석 장치(1400b)는 도 8a의 제1 분석 장치(1400)와 달리 보정 이미지 획득부(1430)를 포함하지 않을 수 있다. 즉, 검사 장비 자체의 불균일성이 크지 않은 경우에 보정 이미지 획득부(1430)에 의한 불량 검출 알고리즘 적용을 생략할 수 있다. 또한, 제1 디팩 이미지 획득부(1450a)에서 로컬 문턱값 적용을 통해 소영역 별로 존재하는 불균일 요소들을 어느 정도 제거할 수 있다.
- [0091] 도 8c를 참조하면, 본 실시예의 제1 분석 장치(1400c)는 도 8a의 제1 분석 장치(1400)와 달리 제2 디팩 이미지 획득부(1450a)를 포함할 수 있다. 제2 디팩 이미지 획득부(1450a)는 도 8a의 제1 디팩 이미지 획득부(1450)와 달리 글로벌 문턱값을 적용할 수 있다. 예컨대, 보정 이미지 획득부(1430)를 통해 획득한 보정 전압 이미지에 남은 불균일 요소들이 크지 않은 경우에 글로벌 문턱값을 적용함으로써, 고속으로 디팩 이미지를 계산할 수 있다.
- [0092] 도 9는 도 5의 검사 장치를 통해 디스플레이의 화소 불량을 검출하는 과정을 보여주는 이미지들이다. 이해의 편의를 위해 도 1 내지 도 8c 부분을 함께 참조하여 설명한다.
- [0093] 도 9를 참조하면, 먼저, 전기-광학 변조기(100)와 검사 대상체(2000) 사이에 바이어스 전압을 인가하여 캘리브레이션용 이미지(a1)를 획득한다. 이후, 바이어스 전압 인가 상태에서 화소 전극들에 적정 전압을 인가하여 동작 전압 이미지(a2)를 획득한다. 이후, 동작 전압 이미지(a2)의 각각의 화소들의 밝기를 캘리브레이션용 이미지(a1)의 각각의 화소들의 밝기로 나누어 보정 전압 이미지(b)를 획득한다. 한편, 수식으로 표시된 바와 같이 보정 전압 이미지(b)를 획득할 때, 스케일(scale) 팩터가 추가될 수 있다. 이러한 스케일(scale) 팩터는 보정 전

압 이미지(b) 내의 각 픽셀의 전압 값이 실제 픽셀의 전압 값과 일치 또는 대응되도록 하기 위한 팩터일 수 있다. 예컨대, 바이어스 전압이 300V이고 동작 전압이 20V인 경우에, 단순히 나누어서 보정 전압 이미지를 계산하게 되면 $320/300 \approx 1.07$ 가 되어 실제 동작 전압인 20V와는 차이가 발생한다. 따라서, 그러한 차이를 보정해 주기 위해 스케일 팩터가 추가될 수 있다.

[0094] 보정 전압 이미지(b) 획득 후, 픽셀 매핑을 통해 전압 맵 이미지(c)를 생성한다. 보정 전압 이미지(b)는 사이즈가 매우 작은 카메라의 픽셀을 기준으로 한 이미지이다. 따라서, 그러한 보정 전압 이미지(b)는 검사 대상체, 예컨대 LCD의 큰 픽셀들을 기반으로 한 이미지와는 다를 수 있다. 이러한 이미지 불일치를 조절하기 위하여 카메라 내의 픽셀들을 LCD 내의 픽셀들로 맵핑하는 과정이 수행될 수 있다. 예컨대, 카메라의 수 내지 수십 개의 픽셀을 LCD의 1개의 픽셀로 맵핑할 수 있다.

[0095] 전압 맵 이미지(c) 획득 후, 로컬 문턱값을 적용하여 디팩 이미지(d)를 계산하여 획득한다. 즉, 각각의 소영역 별로 로컬 문턱값을 적용하여 로컬 문턱값 미만의 영역들을 디팩 부분으로 표시한다. 도시한 디팩 이미지(d)에서는 디팩 부분을 하얀색으로 표시하고 있다. 디팩 부분은 선 디팩, 점 디팩, 또는 면 디팩 등으로 나타날 수 있다. 점 디팩 부분의 경우, 오른쪽 확대도(e)를 통해 좀더 명확히 보여주고 있다.

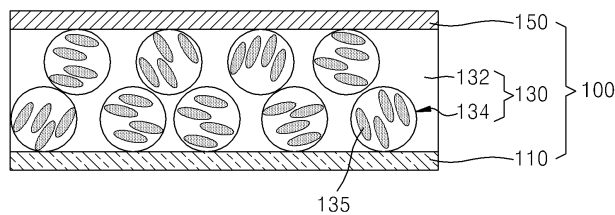
[0096] 지금까지, 본 발명을 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

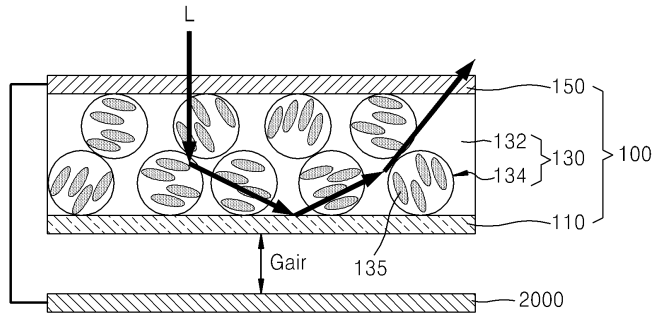
[0097] 100: 전기-광학 변조기, 110: 반사필름, 112: 폴리머 필름, 114: 액정 분자, 114h: 나선 구조 액정, 130: 복합 재료층, 132: 폴리머 필름, 134: 액정 드롭릿, 135: 액정 분자, 150: 투명 전극층, 112: 폴리머 필름, 200: 제1 광학계, 230: 빔 확장자, 250: 미러, 270: 릴레이 또는 컬리메이션 렌즈, 300: 빔 스플리터, 400: 제2 광학계, 410: 튜브 렌즈, 430: 더블 텔레센트릭 광학계, 450: 대물 렌즈, 510: 제1 편광자, 530: 제2 편광자, 1000: 제1 편광 광학계, 1000a: 제2 편광 광학계, 1100: 광원, 1200: 검사 스페이지, 1300: 제1 검출기, 1300a: 제2 검출기, 1400, 1400b, 1400c: 제1 분석 장치, 1400a: 제2 분석 장치, 1410: 이미지 그래버, 1430: 보정 이미지 획득부, 1450: 제1 디팩 이미지 획득부, 1450a: 제2 디팩 이미지 획득부

도면

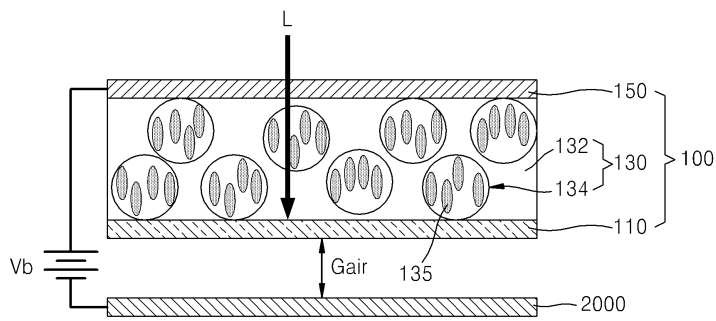
도면1



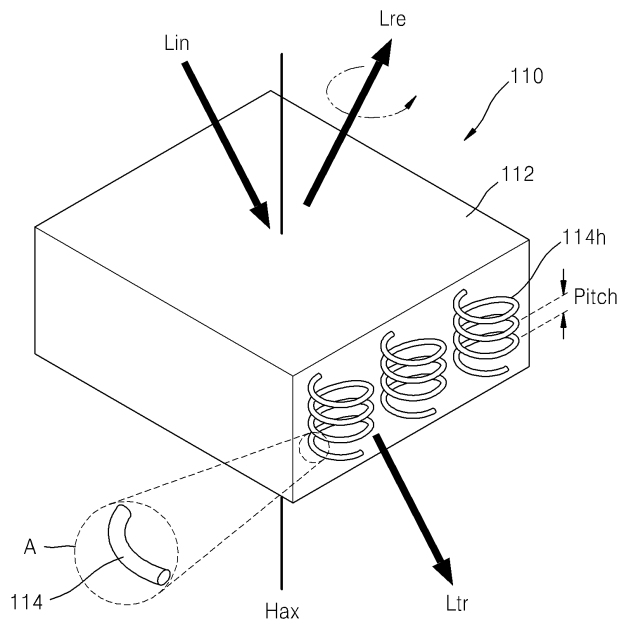
도면2a



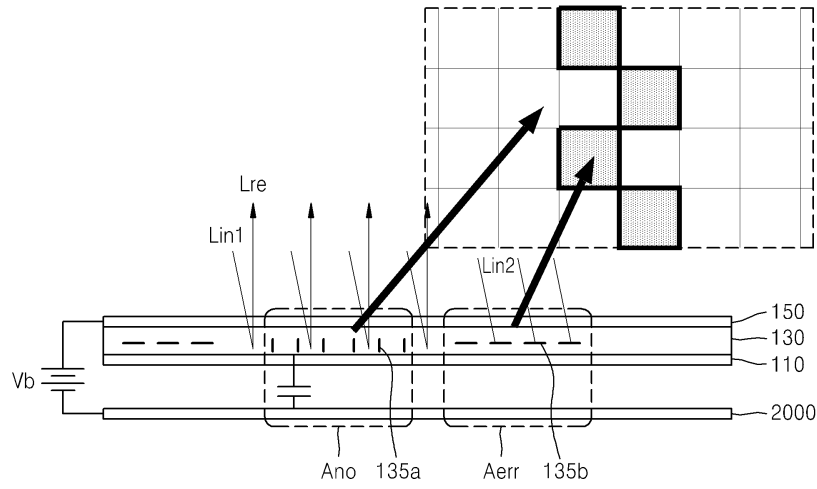
도면2b



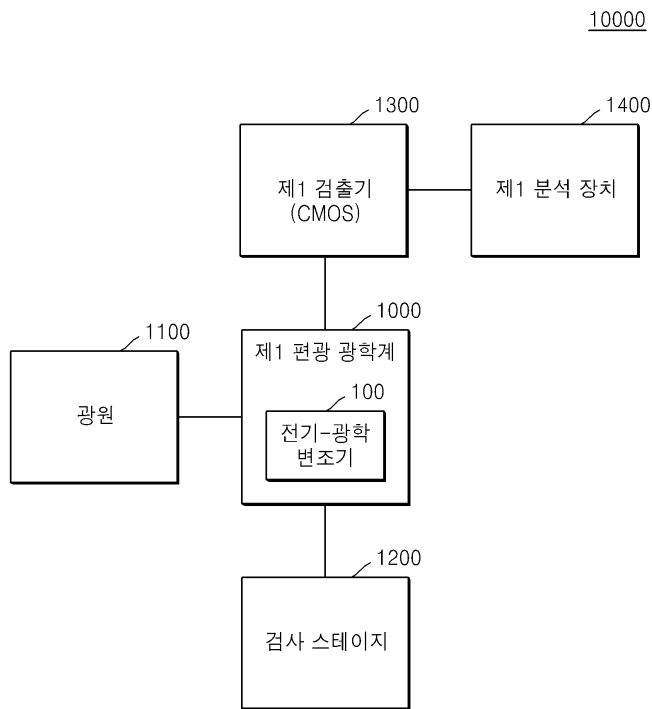
도면3



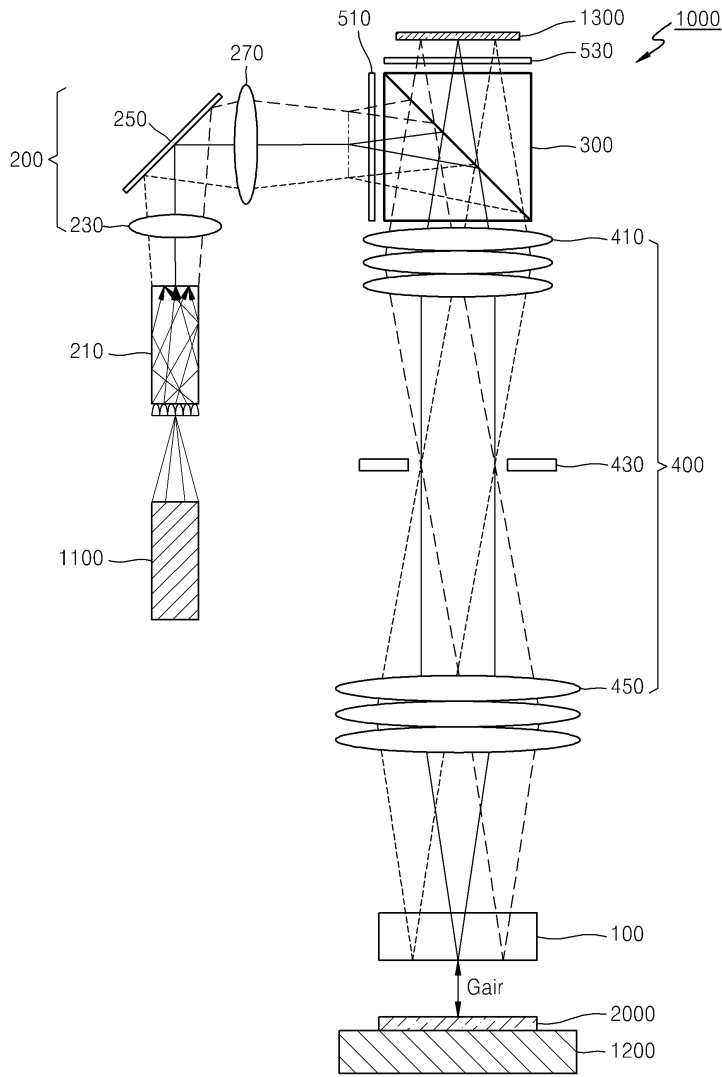
도면4



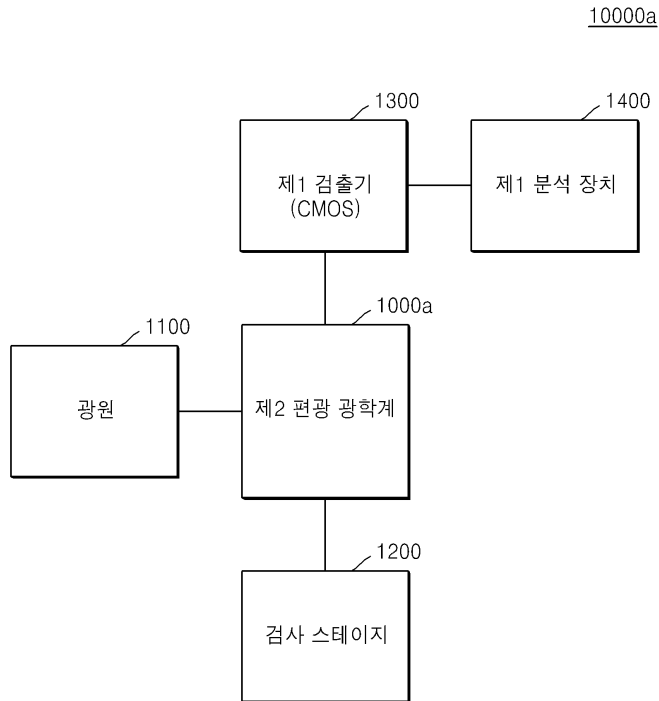
도면5



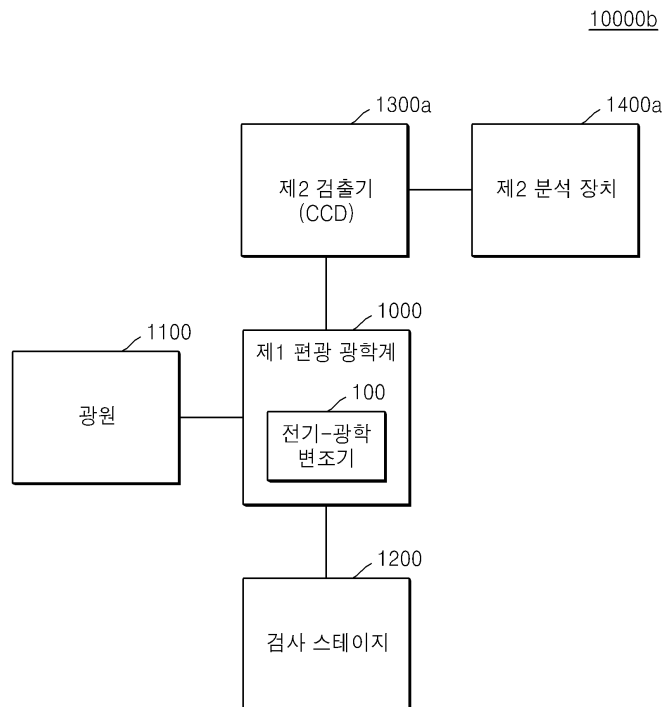
도면6



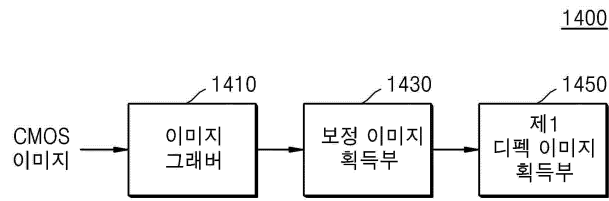
도면7a



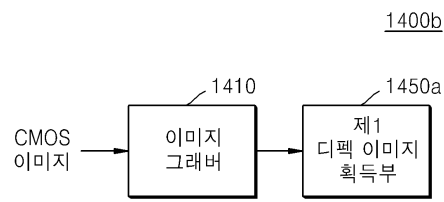
도면7b



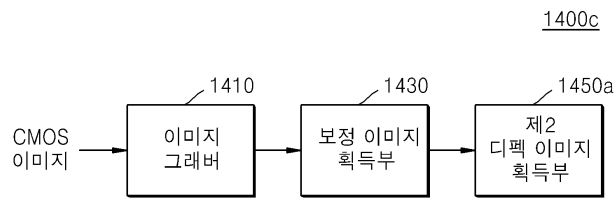
도면8a



도면8b



도면8c



도면9

