(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월22일
(11) 등록번호 10-1579640
(24) 등록일자 2015년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/304 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7029382
(22) 출원일자(국제) 2010년05월05일
심사청구일자 2015년04월21일
(85) 번역문제출일자 2011년12월08일
(65) 공개번호 10-2012-0027319
(43) 공개일자 2012년03월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/033650
(87) 국제공개번호 WO 2010/129627
국제공개일자 2010년11월11일
(30) 우선권주장
12/437,779 2009년05월08일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080046125 A*
KR1020080012791 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
코닝 인코포레이티드
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
(72) 발명자
부드로, 로버트, 에이
미국, 뉴욕 14830, 코닝, 졸리 웨이 11901
브랙클리, 더글라스, 이
미국, 뉴욕 14845, 호스헤드스, 챔버스 로드 223
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
청운특허법인

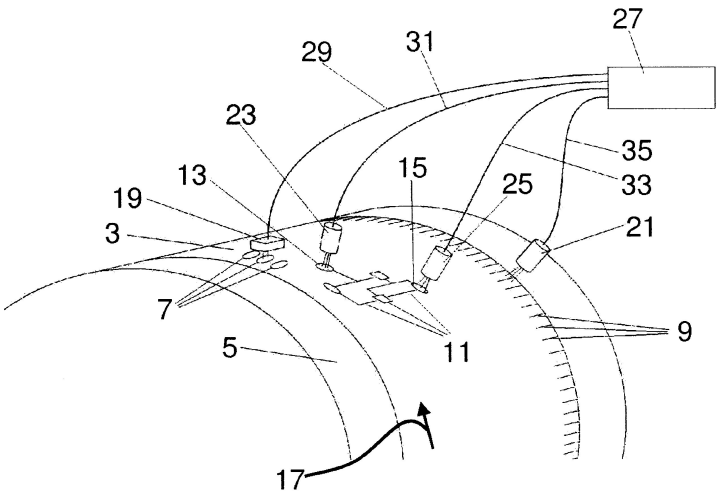
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 양찬호

(54) 발명의 명칭 **인쇄된 전자소자의 비접촉 테스팅**

(57) 요 약

기판(3) 상에 인쇄된 전자소자의 비접촉 테스팅을 위한 장치 및 방법이 제공된다. 테스트 회로(11)는 원하는 전자소자로서 동일한 시간에 기판(3) 상에 인쇄된다. 테스트 회로(11)는 테스트 회로(11)에 전기 에너지를 제공하기 위한 제1부분(13) 및 전자소자의 적어도 하나의 전기적 특성을 나타내는 검출가능 광신호를 생성하기 위한 제2부분(15)을 포함한다. 테스트 회로는 실시간으로 사용되며 이페이퍼와 같은 제품의 인쇄에 있어서 쓸모없는 조각의 생성을 최소화한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

가하간, 케빈, 티

미국, 뉴욕 14870, 페인티드 포스트, 필드스톤 레인 3381

메르즈, 게리, 이

미국, 뉴욕 14610, 로체스터, 윈드미어 로드 240

조엘러, 레온, 알., Ⅲ

미국, 뉴욕 14840, 해먼드스포트, 웨스트 와네타 레이크 로드 3972

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법으로서,

(A) 기판 상에 (i) 전자소자 및 (ii) 테스트 회로를 인쇄하는 단계;

(B) 인쇄된 광 센서에서 전기 에너지를 생성하는 단계; 및

(C) 인쇄된 에너지 방출기의 검출가능 광신호를 검출하는 단계를 포함하며,

상기 테스트 회로는:

(a) 상기 테스트 회로를 동작시키는 전기 에너지를 생성하기 위한 상기 인쇄된 광 센서;

(b) 상기 전자소자의 적어도 하나의 전기적 특성을 나타내는 검출가능 광신호를 생성하기 위한 상기 인쇄된 에너지 방출기; 및

(c) 상기 인쇄된 에너지 방출기를 동작시키는데 효과적인 상기 인쇄된 광 센서에 의해 상기 테스트 회로가 동작되도록 상기 인쇄된 광 센서와 상기 인쇄된 에너지 방출기를 연결하는 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

기판은 웹 형태이고, 인쇄의 단계 (A)는 웹에 적어도 하나의 전자 잉크를 전달하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

기판은 시트 형태이고, 인쇄의 단계 (A)는 시트에 적어도 하나의 전자 잉크를 전달하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

단계 (B)는 인쇄된 광 센서에서 전기 에너지로 변환되는 광 에너지를 인쇄된 광 센서에 조명하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

단계 (C)는 인쇄된 에너지 방출기에서 광 에너지를 방출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

단계 (C)는 인쇄된 에너지 방출기에서 광 흡수 특성의 변경을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 상의 전자소자

의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법.

청구항 8

전자소자를 인쇄하기 위한 장치로서,

(a) 기판 상에 (i) 전자소자 및 (ii) 테스트 회로를 동작시키기 위한 전기 에너지를 생성하는 테스트 회로를 인쇄하기 위한 장치; 및

(b) 전자소자의 적어도 하나의 전기적 특성을 나타내는 광을 기판의 영역으로부터 검출하기 위한 광 검출기를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자소자를 인쇄하기 위한 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

광 검출기는 기판 영역으로부터 광을 검출하며, 상기 기판 영역으로부터의 광은 테스트 회로의 일부이고 상기 테스트 회로를 동작시키는 전기 에너지를 생성하는 상기 기판 상의 에너지원으로부터 테스트 회로에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 전자소자를 인쇄하기 위한 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

(a) 장치는 기판의 영역을 조명하는 광원을 더 포함하며,

(b) 광 검출기는 상기 영역으로부터 반사되거나 또는 상기 영역을 통해 전달되는 광원으로부터의 광을 검출하는 것을 특징으로 하는 전자소자를 인쇄하기 위한 장치.

청구항 11

청구항 8에 있어서,

장치는 테스트 회로를 동작시키는 전기 에너지를 생성하기 위한 광으로 상기 기판의 일부를 조명하는 광원을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자소자를 인쇄하기 위한 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2009년 5월 8일에 출원된 미국 특허출원 제12/437,779호의 이점을 청구한다. 이러한 문서 및 전체 개시의 공개 특허 내용과, 여기서 언급한 특허 문서의 내용이 참조로 반영된다.

[0002] 본 발명은 기판, 예컨대 박막 유리 기판 상의 전자소자의 인쇄에 관한 것으로, 특히 그와 같은 기판 상에 인쇄된 전자소자의 비접촉 테스팅에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 이페이퍼(ePaper)로도 알려진 전자종이는 앞으로 널리 사용될 것으로 기대대는 새로운 디스플레이의 범주이다. 이러한 디스플레이는 반사 모드로 작동되며, 쌍-안정, 즉 2개의 안정 상태를 갖는다. 그와 같이, 그러한 디스플레이는 일반적으로 이미지 변경에만 요구되는 낮은 전력을 사용할 뿐, 이미지를 유지하는데는 거의 전력을 사용하지 않는다.

[0004] 그러한 이페이퍼가 일반적인 인쇄된 종이, 가장 흔한 형태의 디스플레이와 경쟁하기 때문에, 이페이퍼 디스플레이는 저렴한 비용으로 만들어져야 한다. 따라서, 일반적인 인쇄된 종이와 같이, 이페이퍼가 인쇄 프로세스에 의해 만들어질 필요가 있다. 특히, 이페이퍼 디스플레이에 사용된 전자소자를 생산하기 위한 제조 프로세스는 각 개별 시트 상에서 또는 웹 상에서 이루어지는 인쇄 프로세스, 예컨대 롤투롤(roll-to-roll) 프로세스가 필요하다. 이페이퍼 디스플레이에 채용된 전자회로를 생산하기 위해 일반적인 잉크가 아닌 전자 잉크가 사용되는 점만을 제외하면, 그 인쇄 속도는 신문 및 잡지 생산에 사용된 것과 유사한 것으로 예상될 수 있다.

[0005] 인쇄에 의해 고속으로 디스플레이를 생산하는데 있어서의 주요 결과는 많은 수의 디스플레이가 매우 짧은 시간에 만들어진다는 점이다. 따라서, 디스플레이가 양호한지 그리고 그 프로세스가 콘트롤되고 있는지를 알 수 있는 방식이 필요하다. 그렇지 않으면, 많은 양의 쓰레기가 매우 빠르게 만들어질 것이다. 따라서, 디스플레이가 만들어짐에 따라 프레스 상의 인쇄된 전자소자의 품질을 아는 것이 대단히 중요하다. 본 발명은 광범위한 상업적인 규모의 이페이퍼 디스플레이의 성공적인 채용을 위한 이러한 중요한 요건을 해결한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 기판 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법 및 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 제1형태에 따르면, 기판(3) 상의 전자소자의 인쇄를 테스팅하기 위한 비접촉 방법이 개시되며, 상기 방법은:

[0008] (A) 기판(3) 상에 (i) 전자소자 및 (ii) 테스트 회로(11)를 인쇄하는 단계;

[0009] (B) 제1부분(13)에서 전기 에너지를 제공하는 단계; 및

[0010] (C) 제2부분(15)의 검출가능 광신호를 검출하는 단계를 포함하며,

[0011] 상기 테스트 회로(11)는:

[0012] (a) 테스트 회로(11)에 전기 에너지를 제공하기 위한 제1부분(13);

[0013] (b) 전자소자의 적어도 하나의 전기적 특성을 나타내는 검출가능 광신호를 생성하기 위한 제2부분(15); 및

[0014] (c) 제1부분(13)과 제2부분(15)을 연결하는 회로를 포함한다.

[0015] 제2형태에 따르면, 전자소자를 인쇄하기 위한 장치가 개시되며, 상기 장치는:

[0016] (a) 기판(3) 상에 (i) 전자소자 및 (ii) 테스트 회로(11)를 인쇄하기 위한 장치; 및

[0017] (b) 전자소자의 적어도 하나의 전기적 특성을 나타내는 광을 기판(3)의 영역(15)으로부터 검출하기 위한 광 검출기(25)를 포함한다.

[0018] 제3형태에 따르면, (i) 인쇄된 전자소자 및 (ii) 인쇄된 테스트 회로(11)를 포함하는 기판(3)이 개시되며, 상기 인쇄된 테스트 회로(11)는:

[0019] (a) 테스트 회로(11)에 전기 에너지를 제공하기 위한 제1부분(13);

[0020] (b) 전자소자의 적어도 하나의 전기적 특성을 나타내는 검출가능 광신호를 생성하기 위한 제2부분(15); 및

[0021] (c) 제1부분(13)과 제2부분(15)을 연결하는 회로를 포함한다.

[0022] 상기 개시의 여러 형태의 요약에 사용된 참조번호는 읽는 사람의 편의를 위한 것일 뿐 본 발명의 범위를 한정하려는 것은 아니다. 좀더 일반적으로, 상기 일반적인 설명 및 이하의 상세한 설명 모두는 발명의 예시에 불과하며 발명의 성질 및 특성을 이해하기 위한 개관 또는 뼈대를 제공하기 위한 것이라는 것을 이해해야 한다.

[0023] 발명의 추가 특징 및 장점들은 이하의 상세한 설명에서 제시되며, 일부는 그 설명으로부터 당업자가 용이하게 이해할 수 있거나 또는 여기에 기술된 바와 같이 발명을 실시함으로써 이해할 수 있을 것이다. 수반되는 도면은 발명을 좀더 잘 이해할 수 있도록 제공되며, 본 명세서에 통합되어 명세서의 일부를 구성한다. 본 명세서 및 도면에 개시된 발명의 여러 특징들이 각각 그리고 모든 조합에 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 운송 롤을 통해 운송되는 인쇄된 가요성 웹(flexible web)을 기술하는 개략도이다. 그 가요성 웹은 인쇄된 레지스트레이션 마크(registration mark), 인쇄된 레지스트레이션 그리드 라인(grid line), 및 인쇄된 테스트 회로를 갖추며, 시스템은 웹 상에 인쇄된 콘트롤 및 테스트 소자들과 상호작용하기 위한 레지스트레이션 센서, 테스트 회로 에너지원, 및 테스트 회로 센서를 포함한다.

도 2는 여기에 개시된 테스팅 방법 및 장치가 채용될 수 있는 다수의 스테이션 인쇄 프로세스의 개략도이다.

도 3은 CCD 카메라에 의한 웹의 스캐닝을 기술하는 개략도이다.

도 4는 접촉 센서에 의한 웹의 스캐닝을 기술하는 개략도이다.

도 5는 접촉 센서를 채용하는 센서 시스템을 기술하는 개략 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 상술한 바와 같이, 본 발명 개시는 인쇄된 전자소자를 테스팅하기 위한 비접촉 방법 및 장치를 제공한다. 그 방법 및 장치는 단일의 소자, 다수의 소자, 및/또는 전체 회로를 테스트하는데 사용될 수 있다. 그 소자(들)는 단순한 전도체 또는 복잡한 예컨대 전체 작동 장치가 될 수 있다.

[0026] 쉬운 설명을 위해, 이하의 설명 및 청구항은 "전자소자"의 테스팅을 언급하는데, 이는 그러한 용어가 통상 단일의 전자소자, 다수의 소자, 또는 소자들로 이루어진 하나 또는 그 이상의 회로의 테스팅과 연관되어 사용되는 것으로 이해해야 하며, 경우에 따라서는 여기에 개시된 테스팅 방법 및 장치의 소정 특정 애플리케이션이 될 것이다. 또한, 이하의 몇몇 설명은 인쇄된 디스플레이 장치, 예컨대 이페이퍼를 테스팅하는 것을 언급하는데, 이는 방법 및 장치가 또 다른 애플리케이션을 위해 디자인된 인쇄된 전자소자를 테스트하는데 사용될 수 있다는 것으로 이해해야 한다.

[0027] 이하 상세한 설명에 기술한 바와 같이, 포괄적인 용어 모든-광학 시스템은 원하는 전자소자로서 동일한 기판 상에 인쇄되고 모두 또는 일부의 전자소자를 포함하는 테스트 회로를 탐사하여 측정하기 위해 제공된다. 광 전

력 및/또는 원래 위치의 배터리가 테스트 회로에 전력을 공급하기 위해 사용되며, 인쇄 프로세스가 적절히 가동되는지를 결정하기 위해 테스트 회로로부터의 광 방출 및/또는 테스트 회로의 광 특성의 변경이 검출된다.

[0028] 테스트 회로는 전자소자와 같이 동시에 인쇄되므로, 동일한 인쇄 조건을 거치게 된다. 보통 다수의 테스트 회로가 사용되며 그 테스트 회로는 전자 제품, 예컨대 이페이퍼가 적절하게 인쇄되고 있다는 확신을 제공하는 샘플링 비율을 제공하는 밀도로 전략적으로 위치된다. 테스트 회로는 전자소자의 작동과 전체적인 제품의 기능과 간섭하지 않는 기판의 비나인 섹션(benign section)에 위치된다.

[0029] 상기 방법과 장치가 디스플레이와의 물리적 접촉을 수반하지 않기 때문에, 전자소자에 대한 기계적 손상을 야기할 가능성이 없다는 중요한 장점을 갖는다. RF(radio frequency) 테스팅의 사용과 비교하여, 광학 테스팅은 테스트 영역의 공간적 확대가 훨씬 더 작아질 수 있다는 장점을 갖는다. 무선파에 기초한 테스트 회로는 무선파 에너지의 긴 파장에 응하기 위해 비교적 큰 안테나 구조를 필요로 하며, 그 결과 더 큰 테스트 영역은 궁극적인 제품으로서 사용하기 위한 남아있는 영역이 감소한다. 접촉 방법과 비교하면, 여기에 개시된 비접촉 테스팅 방법은 유체 액적(fluid droplets)에 의해 발생할 수 있는 오염, 및 기계적인 탐사에 의해 일어날 수 있는 인쇄된 전자 제품 표면의 마멸의 문제들을 피한다.

[0030] 디스플레이가 인쇄되는 기판은 연속의 웹 또는 각 개별 시트의 형태가 될 수 있다. 구성과 관련하여, 유리, 플라스틱, 유리-플라스틱 적층체, 또는 전자소자를 지지하는데 적합한 다른 재료로 구성될 수 있다. 바람직하게, 그러한 기판은 종래의 인쇄된 재료와 비교할 만한 유연성을 갖는다. 웹의 경우, 그러한 인쇄는 고속 그라비어(gravure) 인쇄, 플렉소그래픽(flexographic) 인쇄, 로터리 스크린(rotary screen) 인쇄, 또는 오프셋 프로세스로 신문 또는 잡지를 인쇄하기 위해 사용되는 롤투롤 인쇄 프레스를 채용할 수 있다. 유사하게, 각 개별 시트인 기판의 경우, 그 시트는 앞서 인쇄 산업에 사용된 타입의 하이-볼륨(high-volume) 기술을 이용하여 인쇄될 수 있다. 양자의 경우, 실시간 고속 테스팅은 값비싼 비용이 드는 조각의 생성을 피하거나 감소시키는 것이 중요하다. 웹 또는 시트 양자 모두의 상업적인 규모의 인쇄는 최소의 노동에 의한 저비용으로 높은 품질의 제품을 생산할 수 있다. 그러나, 그와 같은 프로세서는 항상 제품이 생산되는 동안 실시간으로 테스팅을 행하지 않으면 순식간에 많은 양의 조각을 생성할 위험한 상황이 된다.

[0031] 도 1은 웹-기반 시스템에서의 전자 인쇄를 테스팅하기 위한 대표적인 소자 세트를 나타낸다. 시트-기반 실시예는 연속의 웹이라기 보다는 각 개별 인쇄된 시트 상의 전자소자를 테스트하기 위해 채용된 유사한 소자를 이용한다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 인쇄된 웹(3)은 운송 롤(5; 또한 운반 롤러라고도 알려진)로 운송된다. 화살표 17로 나타낸 바와 같이, 롤(5) 및 웹(3)은 본 도면에서 시계반대방향으로 회전한다.

[0032] 명확성을 위해 도 1에 나타내지 않은 사용자에게 이미지를 디스플레이하는데 사용되는 회로 외에 다양한 테스팅 및 콘트롤 소자가 웹(3) 상에 인쇄되어 있다. 테스팅 및 콘트롤 소자 중에는 레지스트레이션 마크(7), 레지스트레이션 그리드 라인(9), 및 제1부분(13)과 제2부분(15)을 포함하는 테스트 회로(11)가 있으며, 상기 제1부분(13)은 테스트 회로에 전기 에너지를 제공하고, 상기 제2부분(15)은 테스트 회로의 적어도 하나의 전기 특성을 나타내는 그리고 그에 따라 웹 상의 테스트 회로의 부근에 인쇄된 전자소자의 전기 특성을 나타내는 검출가능 광신호를 생성한다. 제1부분(13)은 예컨대 포토다이오드와 같은 인쇄된 광 센서일 수 있으며, 반면 제2부분(15)은 예컨대 LED와 같은 인쇄된 에너지 방출기일 수 있다.

[0033] 롤(5) 주위에는 웹(3) 상에 인쇄된 테스팅 및 콘트롤 소자와 상호작용하는데 사용된 다양한 소자가 배열된다. 따라서, 레지스트레이션 센서(19)는 레지스트레이션 마크(7)와 나란히 정렬되고, 레지스트레이션 센서(21)는 레지스트레이션 그리드 라인(9)과 나란히 정렬된다. 테스트 회로(11)에 전력을 공급하기 위해 외부 에너지원(23; 예컨대 LED)이 제1부분(13)과 나란히 정렬되고, 테스트 회로에 의해 생성된 테스팅 정보를 판독하기 위해 외부 센서(25; 예컨대 포토다이오드)가 제2부분(15)과 나란히 정렬된다. 이하 기술한 바와 같이, 소정 실시예에서, 테스트 회로는 내부적으로 자신의 전력을 생성하므로 외부 에너지원이 사용되지 않는다. 또한, 제2부분(15)에서 광 에너지를 방출하기 보다는 오히려, 테스트 회로는 제2부분의 광 특성(예컨대, 칼라)의 변경을 야기할 수 있다. 그와 같은 경우, 제2부분(15)은 광 에너지를 정상적으로 생성하지 못하기 때문에, 외부 센서 외에, 광 특성의 검출을 용이하게 하기 위해, 예컨대 외부 센서(25)에 의해 검출되는 반사 광을 생성하기 위해 광원을 제2부분(15)과 나란히 정렬하는 것이 바람직할 것이다.

[0034] 상기한 소자 외에, 도 1은 또한 레지스트레이션 센서(19), 외부 에너지원(23), 외부 센서(25), 및 레지스트레이션 센서(21)에 리드(29, 31, 33, 35)에 의해 각각 연결된 컴퓨터 및 신호 프로세서(27)의 사용을 기술한다. 컴퓨터 및 신호 프로세서는 이들 소자의 동작을 콘트롤하고 전자 인쇄 프로세스의 상태를 나타내는 데이터를 수신하여 분석한다.

[0035] 일반적으로, 도 1에 나타낸 바와 같이, 테스트 회로는 외부 광원으로부터의 광을 이용하여 테스트 회로를 작동시키기 위한 전력을 생성하는 제1영역(예컨대, 광전지부) 및 검출기에 의해 판독되는 검출가능 광신호를 테스트 회로가 생성하는 제2영역(판독부)를 포함한다. 다양한 인쇄가능 유기 광전지 시스템이 본 개시와 연관되어 기술되고 사용될 수 있으나, 광전지 전원(photovoltaic power source) 및 발광신호 모두를 생성하기 위해 공통 재료 세트 및 장치 구조를 사용하는 것이 바람직하다.

[0036] 예컨대, 유기 발광 다이오드(OLED)로서 바이어스 전압 하에 광을 방출하나, 또한 유기 태양광 전지(OPV)로서 UV광에 대한 광 반응을 나타내는 m-MTDATA 및 TBADN과 같은 결합된 전하 전송/방출층을 포함하는 장치가 나타나 있다. Hanzhi Wei, Wenlian Li, Mingtao Li, Wenming Su, Qi. Xin, Jinghua Niu, Zhiqiang Zhang, Zhizhi Hu, White organic electroluminescent device with photovoltaic performances, Applied Surface Science Volume 252, Issue 6, 15 January 2006, Pages 2204-2208 참조. 유사한 특성을 갖는 다른 시스템이 상기 문헌에 기술되어 있다. 이러한 타입의 시스템을 이용할 경우, 전자소자, 예컨대 이페이퍼 디스플레이, 및 전자소자를 위한 하나 또는 그 이상의 회로는 비용이 드는 추가의 프로세스 단계 또는 추가의 재료층을 도입하지 않고 구성될 수 있다.

[0037] 상술한 바와 같이, 방출 판독을 이용하기 보다는 오히려, 소정 실시예에 있어서, 그러한 판독은 테스트 회로의 영역의 광 특성의 변경이 될 수 있다. 예컨대, 그 판독은 일렉트로크로믹 디스플레이(electrochromic display)의 칼라에 기초할 수 있다. 방출 판독과 같이, 테스트 회로의 광 특성의 변경에 기초한 판독을 위한 추가의 프로세스 또는 추가의 재료층에 대한 필요성을 최소화할 수 있다. 예컨대, 공통 장치 구조는 염료감응(dye-sensitized) 태양 전지 장치 및 일렉트로크로믹 디스플레이 장치에 채용되며, 그들 장치간 원칙적인 차이는 광 흡수 또는 일렉트로크로믹 작용을 위한 염료의 선택이다. 단일의 추가 인쇄 단계, 즉 광 염료를 위한 추가의 인쇄 단계와 함께 이러한 공통 구조를 이용하면, 진단을 위해 그리고 최종 장치에 전력을 공급하기 위해 이용되는 광전지를 갖춘 인쇄된 기판을 생성할 수 있게 한다.

[0038] 도 1의 테스트 회로를 작동시키기 위해, 웹을 따라 제1지점으로 회로에 에너지가 인가되고, 이러한 인가된 에너지에 대한 회로의 응답이 웹 상의 제2지점에서 검출된다. 테스트 회로의 구조에 따라, 다양한 테스트가 수행되는데, 그 테스트는 (1) 테스트 회로가 작동하는 것을 보장하기 위한 캘리브레이션 테스트(calibration test), (2) 전극이 개방 회로가 아니거나 단락되지 않는 것을 보장하기 위한 연속성 테스트, (3) 전극의 유효 전도성을 측정하기 위한 라인 저항, 및/또는 회로에서의 유효 유전성을 측정하기 위한 캐패시턴스 테스트를 포함하며, 이들로 한정하지는 않는다.

[0039] 특히, 캘리프레이션 테스트는 전압을 인가하여 테스트 회로에 대한 측정을 판독하는 것이 테스트될 전자소자와 상관없이 만족하는 것을 보장하도록 수행될 수 있다. 통상 테스트 회로가 기판의 일부 표면만을 차지하는 것이 바람직하기 때문에, 보통 수신 및 송신 기능은 이들간 최소의 유효 간격을 두고 서로 인접될 필요가 있다.

[0040] 따라서, 외부 광원 및 방출 판독을 이용하는 실시예에서, 광은 근처에 가깝게 인쇄되는 판독 영역(제2부분)과 함께 기판(제1부분) 상에 인쇄된 수신 영역으로 보내질 것이다. 작동되면, 수신 영역은 판독 영역을 작동시키는데 필요한 전력을 발생할 것이다. 만약 판독 영역이 OLED 장치이면 통상 테스팅이 신속하게 종료될 수 있다. 만약 판독 영역이 일렉트로크로믹이면 그 출력이 완전히 이루어지지 않지만, 검출될 수 있는 칼라 변경이 시작될 수 있다.

[0041] 일반적으로, 전력 인가 및 판독 헤드의 위치 및 크기는 사용되는 판독 시스템의 타입에 따라 달라질 것이다. OLED 시스템의 경우, 그 판독 및 전력 인가는 동일한 순간에 행해질 수 있다. 일렉트로크로믹 시스템의 경우, 일렉트로크로믹 재료의 칼라가 충분한 시간 동안 변하도록, 특정 시간 동안 기판 상의 광검출부에 조명을 비추게 한 후 웹 휠씬 아래의 판독 영역에서 데이터를 조사하도록 전력을 좀더 오랫동안 인가할 필요가 있다. 양자 모두에 있어서, OLED 장치가 조명을 비추거나 일렉트로크로믹 장치가 칼라화되면, 그 캘리브레이션은 성공이다.

[0042] 연속성 테스트는 통상 인쇄된 라인 상에 개방 회로가 없는 것을 보장하기 위해 이용된다. 이러한 테스트의 경우, 광검출기 전력 인가부, 및 OLED 판독 또는 일렉트로크로믹 판독은 전도체가 짧은 거리로 분리되는 것을 제외하고는 캘리브레이션과 관련하여 상기 기술한 것과 동일하다. 만약 응답이 캘리브레이션 동안 행해진 것과 같이 동일하거나 거의 동일하면, 전도체 연속성을 받아들일 수 있다. 연속성을 테스트하기 위한 테스트 회로는 각기 다른 방향에 위치될 수 있고 각기 다른 라인을 테스트할 수 있다. 테스트된 라인은 전자소자의 일부일 수 있지만, 통상은 실제 전자소자의 일부가 아니라 전자소자를 표시하는 테스트 라인일 것이다.

[0043] 라인 저항 테스트는 투명 전도체가 저항이 지나치지 않다는 것을 보장하기 위해 자주 행해진다. 이 경우, 테스트 회로는 연속성 라인과 직렬로 인쇄된 캐패시터를 포함한다. 그 회로는 광검출부에 의해 작동이 시작되고 이후 대부분의 시간 동안 OLED를 작동시키며 또 일렉트로크로믹 장치는 라인의 대부분의 저항을 측정한다. 이러한 테스트는 OLED 판독에 있어 가장 효과적인데, 그 이유는 시스템의 작동 및 비작동이 캐패시터와의 직렬 저항의 추정으로서 사용되게 하는 OLED의 빠른 응답 시간 때문이다.

[0044] 캐패시턴스 테스트는 기판 상에 인쇄된 캐패시터를 충전 및/또는 방전시키는 시간을 결정함으로써 수행될 수 있다. 이러한 테스트는 인쇄된 캐패시터를 추가한 것을 제외하고는 상기한 연속성 테스트와 같이 수행된다. 캐패시턴스를 결정하기 위해, 2개의 다른 길이의 전도체가 캐패시터에 연결될 수 있다. OLED의 깜박임(bliking; 충전 및 방전) 횟수(좀더 정확하게 한번 이상의 깜박임 횟수)는 테스트 회로의 저항 및 캐패시턴스 생성의 추정을 제공한다. 2개의 다른 라인 길이에 대한 깜박임 횟수 결정은 캐패시턴스에 대한 값을 얻게 한다. 2개의 라인 길이는 예컨대 어느 한 라인에 하나의 전력을 인가하고 또 다른 라인에 또 다른 전력을 인가하기 위해 기판 상에 2개의 광검출기를 인쇄함으로써 분리적으로 편성될 수 있다.

[0045] 일단 캐패시턴스가 알려지면, 식 K=Cd/A를 이용하여 캐패시터의 유전재료의 유전 상수(K)에 대한 값을 결정할 수 있으며, 여기서 상기 C는 캐패시턴스이고, d는 유전체의 두께이며, A는 어느 한 캐패시터의 영역이다. 유전체의 두께는 예컨대 X-ray 형광 센서를 이용하여 또는 공지된 재료의 굴절률을 추정하는 광학 두께 측정에 의해 결정될 수 있다. 그러한 두께 측정 모두는 상업적으로 이용가능한 장비를 이용하여 기판을 접촉하지 않고 수행될 수 있다. 또한 캐패시턴스의 측정은 유전체 충실도(dielectric integrity)와 관련된 정보를 제공할 수 있는데, 즉 그러한 측정은 단락과 같은 유전체의 결함 또는 손실과 같은 또 다른 원인의 유전체 결함이 있는지를 밝힐 수 있다.

[0046] 도 1에서, 외부 LED는 인쇄 회로 및 내부 인쇄 LED에 작동 에너지를 인가하기 위해 사용되는데, 예컨대 OLED는 컴퓨터(27)에 연결된 외부 포토다이오드로 에너지를 다시 방출하는데 사용된다. LED 대신, 외부 에너지원이 반도체 레이저가 될 수 있다. 그러나, LED는 일반적으로 반도체 레이저보다 더 강하면서 저비용이기 때문에 좀더 적합하다. 선택적으로, 그러한 외부 에너지원은 낮은 에너지 광원으로 교체될 수 있으며 화학 에너지를 전기 에너지로 변환하는 온-보드 배터리가 기판 상에 인쇄되어 낮은 에너지원으로부터 작동될 경우 테스트 회로에 전력을 인가하기 위해 사용될 수 있다. 선택적으로, 그러한 배터리는 기판 상에 인쇄된 즉시 또는 지체된 후 자가 작동되도록 구성될 수 있다. 외부 감지 장치와 관련하여, 시스템의 이러한 소자는 도 1에 나타낸 포토다이오드, 라인-스캔 CCD 카메라(이하 참조), 또는 광 에너지를 검출할 수 있는 또 다른 전자소자가 될 수 있다.

[0047] 비접촉 테스팅이 인쇄 속도로 수행되어야 하고 일반적으로 각각의 측정을 위한 기본 데이터가 필요하기 때문에, 시스템의 검출부는 상당히 빠른 응답 시간을 필요로 한다. 또한, 비용이 항상 문제이므로 소정 실시예에서 검출기 및 신호 프로세서는 맞춤형 장비가 아닌 상업적으로 이용가능한 장비를 채용한다.

[0048] 테스트 회로로부터의 광 응답을 판독하기 위해 이용될 수 있는 검출기(센서) 타입은 회로의 RC 특성에 따른다. 테스트 회로에 인가된 에너지는 예컨대 임펄스 함수, 일련의 시간 온/오프 펄스(펄스 트레인), 및 사인파를 포함하는 다양한 일시적인 파형을 가질 수 있다. 선택적으로, 회로의 품질은 인쇄된 회로의 고유 공진 주파수인 펄스 트레인을 입력하여 공진 출력의 진폭을 검출함으로써 결정될 수 있다. 그러한 외부 센서 및 관련된 회로는, 이 경우 간단히 낮은 진폭 응답으로 0을 출력하고 수용가능한 응답으로 1을 출력할 것이다.

[0049] 외부 감지회로는 상기한 타입의 입력에 대한 회로의 응답을 측정한다. 특히, 인쇄된 회로 성능의 효과적인 측정을 제공하기 위해, 외부 센서는 테스트 회로의 출력 방출기의 AC 성분에 응해야 한다. 몇몇 인쇄된 회로는 KHz 범위 그리고 MHz의 다른 범위의 고유 진동을 가질 수 있다. A/D 컨버터를 이용하여 그와 같은 응답 주파수를 효과적으로 특성화하기 위해, 그 신호는 신호 주파수를 2시간에 걸친 비율로 양자화시킬 것이다.

[0050] 예컨대, 회로가 1KHz의 고유 주파수를 가질 경우, 약 4KHz의 디지털화 비율이 회로의 성능을 정확하게 나타내는데 적합할 것이다. A/D 컨버터에 부착된 광 센서는 저렴한 전자장치에 의해 이러한 비율로 데이터를 쉽게 제공할 수 있다. 수천개의 요소를 갖는 접촉 센서 또는 라인-스캔 CCD와 같은 스캐닝 장치가 사용될 경우, 그러한 장치는 4000번을 스캔함으로써 4MHz의 총 디지털화 비율을 제공할 것이다. 비록 이용가능한 장비에 의해 이것이 쉽게 달성될 수 있으나, 이는 상당히 비용이 많이 든다. 그러나, 그와 같은 라인-스캐닝은 테스트 회로의 밀도가 높을 때 효과적일 수 있다.

[0051] 만약 테스트 회로의 주파수 응답이 1KHz 대신 약 1MHz이고, A/D 컨버터에 연결된 단일 센서가 사용되면, 그러한

데이터는 상업적으로 이용가능한 장비에 의해 다시 처리될 수 있다. 그러나, 수천개 요소 CCD 또는 접촉 센서의 경우, 디지털화 비율은 4GHz로 상승하여 비록 이것이 행해질 수 있을 지라도, 이는 값비싼 장치를 필요로 할 것이다. 그와 같은 비용을 피하기 위해, 10개 내지 50개 요소를 갖는 센서가 사용되어 10 내지 50MHz로 데이터 비율을 감소시킬 것이다. 그와 같은 데이터 비율은 현재 이용가능한 이미징 시스템에서 쉽게 처리된다.

[0052] 테스트 회로의 에너지 방출기가 이동의 웹 상에 있기 때문에, 방출기가 외부 센서와 통신할 수 있는 짧은 범위의 시간이며, 그러한 범위는 이동하는 웹의 속도에 역비례한다. 이러한 일시적인 통신 범위는 회로의 RC 타이밍 측정에 있어서의 또 다른 한계를 나타낸다.

[0053] 방출기가 1mm의 거리에서 외부 센서와 통신하고 웹이 75mm/sec(3in/sec)로 이동하는 경우를 고려하자. 이러한 조건 하의 통신 범위는 13밀리세컨드(milliseconds)이다. 테스트 하의 회로가 1밀리세컨드 온/오프의 입력 펄스 트레인으로 여기되어 회로 측정을 위한 최적 주파수가 되면, 일시적인 측정 범위는 단지 약 6 펄스에 대한 응답의 측정만을 허용할 것이다. 그러나, 만약 테스트 하의 회로가 0.5MHz의 비율로 입력 펄스 트레인으로 여기되어 다시 회로 테스트를 위한 최적 주파수가 되면, 그 통신 범위는 6000 펄스로부터의 응답의 측정을 허용할 것이다. 따라서 이루어질 수 있는 측정에 대한 낮은 주파수 한계가 있다는 결론을 내릴 수 있다.

[0054] 이것은 RC 시간 상수가 비교적 낮고 테스트 회로의 고유 공진 주파수가 KHz 비율 이상이기 때문에 느리게 이동하는 웹에서는 문제가 되지 않는다. 그러나, 웹 속도가 증가함에 따라, 일시적인 통신 범위가 감소하기 때문에 테스트 회로는 이러한 한계를 고려하여 디자인될 필요가 있다.

[0055] 도 2는 여기에 개시된 테스팅 방법 및 장치가 채용될 수 있는 통상적인 다수의 스테이션 인쇄 프로세스를 나타낸다. 이 도면에서, 화살표 201은 인쇄되는 웹(203)의 운송 방향을 나타내고, 참조번호 205, 207, 및 209는 각각 제1스테이션, 제2스테이션, 및 제3인쇄 스테이션을 나타내며, 이들 스테이션 각각은 전자 잉크 팬(211), 인쇄 실린더(213), 닥터 블레이드(215; doctor blade), 임프레션 롤(217; impression roll), 및 드라이어(219)를 포함한다.

[0056] 도 2의 장치는 예컨대 이하를 포함하는 다양한 방식으로 작동될 수 있다. 제1(마스터) 인쇄 스테이션(205)에서, 각각의 개별 레지스트레이션 마크(예컨대, 도 1의 참조번호 7)가 인쇄 실린더(213)의 1회전마다 웹의 에지 상에 인쇄된다. 이러한 마크는 웹 상의 제1인쇄 패턴을 정확하게 검출하는데 사용될 수 있는 척도로 사용된다. 레지스트레이션 센서(도시하지 않음)는 다음의 인쇄 스테이션에서 이러한 마크를 검출하여 프레스 콘트롤 시스템에 제1인쇄 패턴의 위치에 대한 정보를 제공한다. 프레스 콘트롤 시스템은 제1(마스터) 인쇄 실린더에 대한 다음 인쇄 실린더의 회전 위상각을 조절하는데 이러한 정보를 사용할 수 있다. 이런 식으로, 각각의 다음 인쇄된 층들이 정확하게 제1(마스터)인쇄 층에 적층된다. 또한 레지스트레이션 마크가 각각의 다음 층에 인쇄된다(예컨대, 다시한번 도 1의 참조번호 7 참조). 이들 추가의 마크는 예컨대 층간 레지스트레이션이 제1(마스터)층에 대한 레지스트레이션보다 좀더 정밀하면 다음 인쇄된 층들 서로를 조절하는데 사용될 수 있다.

[0057] 각각의 개별 레지스트레이션 마크 외에, 또한 연속의 레지스트레이션 그리드 패턴(예컨대, 도 1의 참조번호 9)이 제1(마스터)인쇄 스테이션에서 웹 상에 인쇄될 수 있다. 이러한 그리드 패턴은 예컨대 각각의 인쇄된 테스트 회로의 시작을 검출하기 위해 테스트 위치에서 사용될 수 있다. 레지스트레이션 센서(예컨대, 도 1의 참조번호 21)는 인쇄된 센서(예컨대, 도 1의 참조번호 13)가 그 아래를 통과하고, 그에 따라 테스트 회로(예컨대, 도 1의 참조번호 11)에 전력을 인가할 때 외부 에너지원(예컨대, 도 1의 참조번호 23)을 작동시키기 위해 컴퓨터 및 신호 프로세서(예컨대, 도 1의 참조번호 27)에 신호를 제공할 수 있다. 또한, 연속의 레지스트레이션 그리드는 외부 센서(예컨대, 도 1의 참조번호 25)를 이용하여 그 인쇄된 에너지 방출기(예컨대, 도 1의 참조번호 15)로부터의 출력신호를 찾을 시기를 알려주기 위해 컴퓨터 및 신호 프로세서에 제2신호를 제공할 수 있다. 더욱이, 이러한 그리드 패턴은 컴퓨터에 의해 수집되어 분석된 데이터가 웹에 걸친 테스트 회로의 위치와 연관될 수 있도록 각 테스트 패턴의 위치를 태그하는데 사용될 수 있다. 따라서, "양호" 및 "비양호" 결과의 맵이 생성되어 "비양호" 결과와 연관된 인쇄 전자소자가 실질적으로 버려지게 한다.

[0058] 도 1에 나타낸 전자소자 테스팅 외에, 그 인쇄된 전자회로는 형태적인 인쇄 결함도 테스트될 수 있다. 예컨대, 전자소자는 소자의 랜드마크 형태가 특정된 허용오차 내에서 인쇄되는지 그리고 개방 및 단락이 없는지를 보기 위해 스캔된 이미지에 적용된 일련의 이미지 분석 룰 및 적절한 해상도로 광학적으로 스캔될 수 있다. 도 3은 웹이 운송 롤(307)을 횡단함에 따라 웹(305)의 일부에 포커스된 조명 소스(301) 및 하나 또는 그 이상의 카메라(303; 예컨대 하나 또는 그 이상의 CCD 카메라)를 이용하여 검사를 수행하기 위한 시스템을 나타낸다. 카메라는 6" 내지 12" 시야 범위의 데이터를 수집하도록 작동 거리가 통상 6인치부터 2 또는 3피트의 범위가

되는 렌즈에 의해 웹의 표면 상에 포커스되어야 한다. 몇몇 애플리케이션에 있어서, 그와 같은 작동 거리가 운송(또는 인쇄) 롤 가까이에 맞추어지기 어려울 수 있다.

[0059] 도 4는 운송(또는 인쇄) 롤 주위의 한정된 이용가능한 공간의 문제를 처리하는 시스템을 나타낸다. 이러한 시스템은 나타낸 바와 같이 웹(405)에 인접한 운송 롤(403) 상에 위치된 접촉 광 센서(401)를 이용한다(비록 상업적으로 생산될 지라도, 이러한 센서는 여기에 채용된 바와 같이 "접촉" 센서라 부르며, 그 센서는 실제로 운송(또는 인쇄) 롤과 접촉하지 않는다). 접촉 센서는 데스크 탑 스캐너 및 FAX 장치에 널리 사용되고 있기 때문에 저비용으로 이용가능하다. 또한, 접촉 센서는 많은 공간을 차지하지 않고 롤 상에 직접 위치되게 하는 작은 점유 공간을 갖는다.

[0060] 접촉 센서(401)는 (i) 센서의 라인 및 (ii) 그 센서 라인 상의 웹 표면을 포커스하는 작은 굴절률 렌즈(GIL)의 라인으로 이루어질 수 있다. 또한, 접촉 센서는 웹의 표면을 조명하기 위해 LED와 같은 광원을 포함할 수 있다. 크기와 관련하여, 접촉 센서는 1인치×1인치 이하의 횡단부를 가질 수 있고 웹 표면으로부터 약 0.05"에 위치될 수 있다. 상업적으로 이용가능한 장치들은 4인치 내지 10인치의 스캔 폭을 가질 수 있고 맞춤형 장치들은 20인치까지 커버할 수 있다.

[0061] 도 5는 (i) 형태적 결함을 검출하기 위한 이미지 분석 및(ii) 전기적 결함을 검출하기 위한 테스트 회로 분석을 수행하기 위한 통합된 시스템의 블록도를 나타낸다. 인코더(501), 인코더 인터페이스(502), 및 컴퓨터(503)를 이용하여, 그 시스템은 웹 속도 및 인쇄된 회로 위치를 결정한다. 이러한 정보, 센서 콘트롤러(505), 및 조명 콘트롤러(506)를 이용하여, 접촉 센서(507)의 스캔 비율이 콘트롤되고, 접촉 센서에 의해 제공된 조명에 따라 운송 롤(509) 상의 웹(508)의 일정한 노출이 유지된다. 이러한 방식으로 생성된 웹의 이미지가 컴퓨터(503)에 의해 처리 및 해석되어, 그 결과가 저장 매체(504)에 저장된다.

[0062] 전기 테스트를 수행하기 위해, 컴퓨터는 웹(508) 상의 인쇄된 센서가 조명기 아래를 통과함에 따라 접촉 센서의 조명기를 작동시킨다. 이후 웹으로부터의 방출 출력이 접촉 센서의 포토다이오드에서 읽혀지고 그 결과의 데이터가 분석을 위해 컴퓨터(503)로 보내진다. 이러한 그리고 다른 실시예에 있어서, 신호 대 잡음비(S/N비)의 큰 증가는 각기 다른 파장의 외부 여기 소스(excitation source), 예컨대 접촉 센서의 LED, 및 인쇄된 테스트 회로의 에너지 방출기를 이용하여 달성될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 특히, 이러한 S/N비의 증가는 테스트 회로의 에너지 방출기에 의해 생성된 파장을 갖는 광 및 외부 여기 소스에 의해 생성된 흑색광을 전달하는 외부 센서의 앞에 위치시킴으로써 달성될 수 있다.

[0063] 표 1은 물리적 충실도 및 전기적 관점 모두로부터 인쇄된 회로를 테스트하는데 사용될 수 있는 여러 검출 방식을 요약하고 있다. 표 1은 이페이퍼 디스플레이를 테스팅하는 것과 관련되며, 거기에 기술된 테스트는 웹 상에 인쇄된 전기적 회로 및 다른 목적을 위해 사용된 시트에서 수행될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 유사하게, 표 1에 리스트된 센서, 에너지원, 및 방출기는 예시를 나타낸 것으로, 실시예를 그것으로 한정하지는 않는다.

[0064] 일반적으로, 당업자에게는 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 상기한 개시로부터 다양한 변경이 가능하다는 것은 자명하다. 이하의 청구항들은 여기에 기술된 특정 실시예들 뿐만 아니라 변형, 변경, 및 이들 실시예들의 동등물을 커버하기 위한 것이다.

표 1

[0065]

검출 타입 또는 정의	외부* 입력 에너지원	내부 센서	내부 입력 에너지원	내부 방출기 타입	외부 센서 타입
이페이퍼 표면 스캔	LED, 레이저				선형 CCD
이페이퍼 스캔	LED, 레이저				접촉 센서
감지 회로 기능	LED, 레이저	포토다이오드		LED, OLED	선형 CCD
감지 회로 기능	LED, 레이저	포토다이오드		LED, OLED	전촉 센서
감지 회로 기능			배터리	LED, OLED	선형 CCD
감지 회로 기능			배터리	LED, OLED	접촉 센서

[0066] * 참고: 용어 "외부"는 이페이퍼 외측의 소정 장치와 관련됨.

[0067] 용어 "내부"는 이페이퍼 상에 인쇄될 수 있는 소정 장치와 관련됨.

부호의 설명

[0068] 3 : 기판,

11 : 테스트 회로,

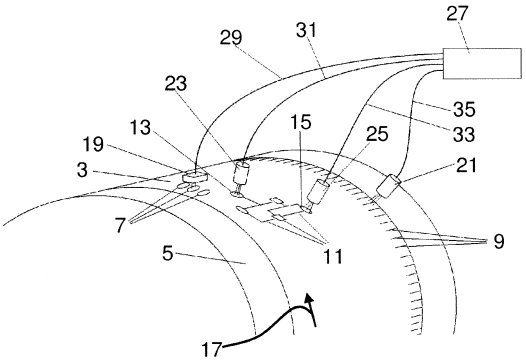
13 : 제1부분,

15 : 제2부분,

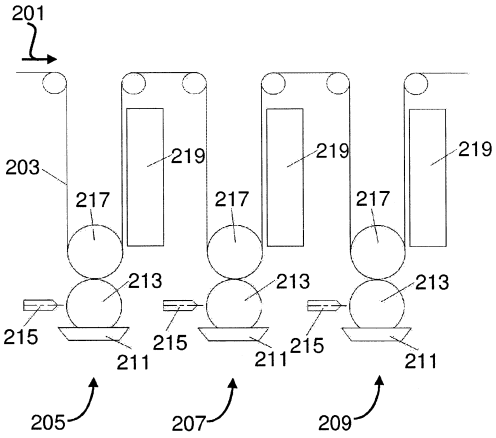
25 : 광 검출기.

도면

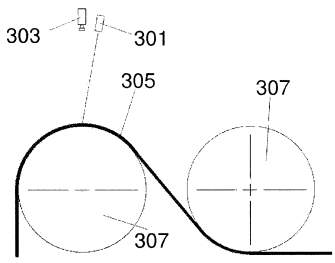
도면1



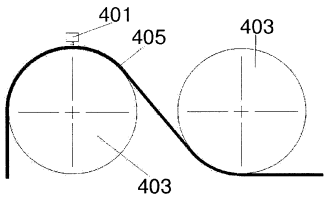
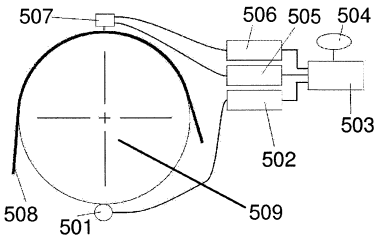
도면2



도면3



도면4



도면5