



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월16일
(11) 등록번호 10-0976102
(24) 등록일자 2010년08월10일

- (51) Int. Cl.
G02F 1/167 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2009-7015367(분할)
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년05월23일
심사청구일자 2009년07월21일
(85) 번역문제출일자 2009년07월21일
(65) 공개번호 10-2009-0086476
(43) 공개일자 2009년08월12일
(62) 원출원 특허 10-2008-7021686
원출원일자(국제출원일자) 2003년05월23일
심사청구일자 2008년09월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2003/016433
(87) 국제공개번호 WO 2003/104884
국제공개일자 2003년12월18일
- (30) 우선권주장
60/319,300 2002년06월10일 미국(US)
60/320,186 2003년05월12일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP12509161 A*
KR1020010042611 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
이 잉크 코포레이션
미국 매사추세츠주 캄브리지 콩코드 애버뉴 733
(우:02138)
- (72) 발명자
리케인 리차드 디
미국 02143 매사추세츠주 서머빌 하일랜드 애버뉴
270 아파트먼트 넘버 46
고나가 알베르토
미국 03060 뉴햄프셔주 내슈아 로얄 크레슨트 드
라이브 2 아파트먼트 넘버 9
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 21 항

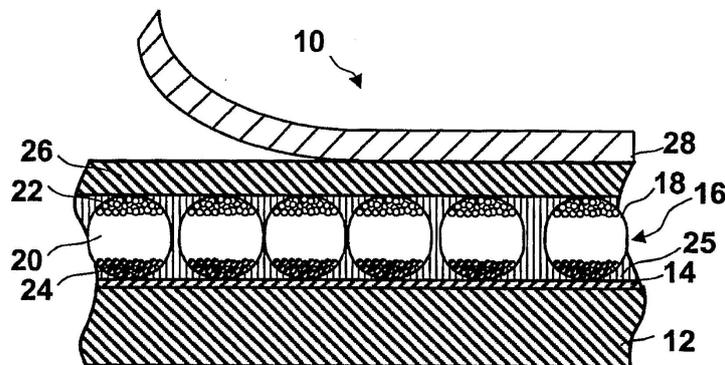
심사관 : 권기원

(54) 전기 광학 디스플레이를 형성하고 검사하기 위한 컴포넌트 및 방법

(57) 요약

전기 광학 디스플레이를 제조하는데 유용한 프론트 플레인 적층판 (10) 은 광투과 전기 도전층 (14), 상기 전기 도전층 (14) 에 전기 접촉하는 전기 광학 매체층 (16), 접착층 (26), 및 릴리스 시트 (28) 를 순서대로 포함한다. 이 프론트 플레인 적층판 (10) 은 연속적인 웹으로서 준비되어, 적절한 크기로 절단되고, 릴리스 시트 (28) 가 제거되며, 적층판 (10) 을 백플레인으로 적층되게 하여, 디스플레이를 형성한다. 전기 광학 매체를 통하여 도전성 비아를 제공하는 방법과 프론트 플레인 적층체를 검사하는 방법도 설명한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

네이앤 아라 엔

미국 02139 매사추세츠주 캠브리지 필 스트리트 85

찬 랜돌프 더블유

미국 02421 매사추세츠주 렉싱턴 니커슨 로드 11

오네일 스티븐 제이

미국 02359 매사추세츠주 웹브룩 주니퍼 레인 60

데이비스 벤자민 맥스

미국 94107 캘리포니아주 샌프란시스코 펜실베니아
애비뉴 290 아파트먼트 2

두탈러 그레그 엠

미국 02494 매사추세츠주 니덤 던스터 로드 40

앨버트 조나단 디

미국 19123 펜실베니아주 필라델피아 노스 서드 스트리트 1038

크로슬리 글렌

캐나다 엘8에스 1피1 온타리오 해밀턴 바클레이 스트리트 11

대너 가이 엠

미국 02143 매사추세츠주 서머빌 기븐스 스트리트 11

제너 로버트 더블유

미국 02144 매사추세츠주 서머빌 워터하우스 스트리트 16 아파트먼트 넘버 3

특허청구의 범위

청구항 1

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

접착층; 및

릴리스 시트를 순서대로 포함하고,

상기 릴리스 시트에 제 2 전기 도전층이 제공되는 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 2

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

접착층; 및

릴리스 시트를 순서대로 포함하고,

상기 전기 광학 매체로부터 상기 전기 도전층의 반대측상의 보조 접착층을 특징으로 하는 제품.

청구항 3

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

접착층; 및

릴리스 시트를 순서대로 포함하고,

상기 전기 도전층과 전기접촉되고, 상기 전기 도전층으로부터 연장되어 상기 고체 전기 광학 매체의 층 및 상기 접착층을 지나서까지 연장되는 도전성 비아를 특징으로 하는 제품.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전기 도전층은 금속 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전기 도전층은 인듐 주석 산화물을 포함하는 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고체 전기 광학 매체는 회전 마이크로멀 부재 매체 또는 전자크로믹 매체를 포함하는 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 7

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 고체 전기 광학 매체는 전기영동 매체인 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전기영동 매체는 캡슐화된 전기영동 매체인 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 보조 접착층을 보조 릴리스 시트가 피복하는 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 10

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기 접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층; 및

접착층을 순서대로 포함하며,

상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층이 없이, 상기 전기 도전층이 노출되는 연결 영역이 구비되는 것을 특징으로 하는 제품.

청구항 11

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층; 및

접착층을 순서대로 포함하며,

상기 전기 도전층과 전기접촉하며 상기 전기 광학 매체의 층 및 상기 접착층을 통하여 연장되는 도전성 비아를 특징으로 하는 제품.

청구항 12

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

접착층; 및

하나 이상의 화소 전극을 가지는 백플레인을 순서대로 포함하며,

상기 전기 도전층과 상기 화소 전극 사이의 전위의 인가에 의해 상기 전기 광학 매체의 광학적 상태가 변화될 수 있고,

상기 백플레인은 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 하나 이상의 접촉 패드를 더 포함하며,

상기 전기 도전층으로부터 상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층을 통하여 상기 접촉 패드 또는 상기 접촉 패드 중 하나까지 연장되는 하나 이상의 도전성 비아를 특징으로 하는 전기 광학 디스플레이.

청구항 13

광투과 전기 도전층; 상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층; 접착층; 및 릴리스 시트를 순서대로 포함하는 제조 제품을 제공하는 단계;

복수의 화소 전극을 포함하는 백플레인 및 상기 화소 전극에 가변 전위를 인가하도록 배열되는 구동 수단을 제

공하는 단계;

상기 접착층으로부터 상기 릴리스 시트를 제거하는 단계; 및

상기 접착층이 상기 백플레인에 접착하도록 상기 접착층을 상기 백플레인에 접촉시킴으로써, 상기 백플레인에 상기 접착층, 상기 전기 광학 매체의 층 및 상기 전기 도전층을 고정시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 전기 광학 디스플레이 제조 방법.

청구항 14

광투과 전기 도전층; 상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층; 및 접착층을 순서대로 포함하는 프론트 조립품을 제공하는 단계;

상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층을 상기 프론트 조립품의 일부로부터 제거함으로써, 상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층 없이 상기 전기 도전층이 노출되는 연결 영역을 제공하는 단계;

상기 연결 영역상에 도전성 비아를 형성하는 단계;

하나 이상의 화소 전극 및 상기 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 하나 이상의 접촉 패드를 포함하는 백플레인을 제공하는 단계; 및

상기 전기 광학 매체가 상기 하나 이상의 화소 전극에 인접하게 배치되고 상기 도전성 비아가 상기 하나 이상의 접촉 패드와 전기접촉하는 상태로, 상기 접착층이 상기 백플레인에 부착되어서, 상기 전기 도전층이 상기 도전성 비아를 통하여 하나 이상의 접촉 패드에 전기접속되도록, 상기 백플레인에 상기 프론트 조립품을 적층하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 광학 디스플레이 형성 방법.

청구항 15

광투과 전기 도전층을 포함하는 기판을 제공하는 단계;

상기 기판의 일부 위에, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체를 코팅하여 상기 기판의 연결 영역을 코팅되지 않은 상태로 남겨두는 단계;

상기 전기 광학 매체 위에 접착층을 코팅하여, 상기 연결 영역을 코팅되지 않은 상태로 남겨둠으로써, 프론트 조립품을 형성하는 단계;

하나 이상의 화소 전극 및 상기 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 접촉 패드를 포함하는 백플레인을 제공하는 단계; 및

상기 전기 광학 매체가 상기 하나 이상의 화소 전극에 인접하게 배치되고 상기 연결 영역에서 상기 전기 도전층이 상기 접촉 패드와 전기접촉하는 상태로, 상기 접착층이 상기 백플레인에 부착하도록, 상기 백플레인에 상기 프론트 조립품을 적층하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 광학 디스플레이 형성 방법.

청구항 16

하나 이상의 화소 전극을 포함하는 백플레인;

상기 화소 전극에 인접하게 배치되고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

상기 백플레인으로부터 상기 전기 광학 매체의 반대측상에 배치되는 광투과 전극;

상기 전기 광학 매체로부터 상기 광투과 전극의 반대측상에 배치되는 보호층 및 배리어층 중 적어도 하나의 층; 및

주위환경으로부터 상기 전기 광학 매체내부로 물질의 진입을 방지하기 위한 밀봉재료로서, 상기 전기 광학 매체의 층의 적어도 일부의 주변부를 따라 배치되며 상기 보호층 및 배리어층 중 적어도 하나의 층의 상기 백플레인으로부터 연장하는, 상기 밀봉재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 광학 디스플레이.

청구항 17

하나 이상의 화소 전극을 포함하는 백플레인;

상기 화소 전극에 인접하게 배치되고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

상기 백플레인으로부터 상기 전기 광학 매체의 반대측상에 배치되는 광투과 전극;

상기 전기 광학 매체로부터 상기 광투과 전극의 반대측상에 배치되는 전극 지지대; 및

주위환경으로부터 상기 전기 광학 매체내부로의 물질의 진입을 방지하기 위한 밀봉재료로서, 상기 전기 광학 매체의 층의 주변을 넘어 연장하는 상기 광투과 전극의 주변부와 상기 백플레인 사이에서 연장하는, 상기 밀봉재료를 포함하며,

상기 광투과 전극 및 상기 전극 지지대는, 상기 백플레인의 평면에 대해 평행하게 측정되는 상기 전기 광학 매체의 층보다 더 큰 것을 특징으로 하는 전기 광학 디스플레이.

청구항 18

광투과 전기 도전층; 상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층; 접착층; 및 제 2 전기 도전층을 가지는 릴리스 시트를 순서대로 포함하는 제조 제품을 제공하는 단계;

상기 2 개의 전기 도전층 사이에 전위차를 인가하여 상기 매체상에 이미지를 형성하는 단계; 및

이렇게 형성된 이미지를 관측하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 전기 광학 매체 검사 방법.

청구항 19

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층; 및

접착층을 순서대로 포함하며,

상기 전기 도전층과 전기접촉하며, 상기 전기 도전층으로부터 연장되어 상기 고체 전기 광학 매체의 층 및 상기 접착층을 지나서까지 연장되는 도전성 비아를 특징으로 하는 제품.

청구항 20

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

접착층; 및

하나 이상의 화소 전극을 가지는 백플레인을 순서대로 포함하며,

상기 전기 도전층과 상기 화소 전극 사이의 전위의 인가에 의해 상기 전기 광학 매체의 광학적 상태가 변화될 수 있고,

상기 백플레인은 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 하나 이상의 접촉 패드를 더 포함하며,

상기 전기 도전층으로부터 연장되어, 상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층을 지나서 상기 접촉 패드 또는 상기 접촉 패드 중 하나까지 연장되는 하나 이상의 도전성 비아를 특징으로 하는 전기 광학 디스플레이.

청구항 21

광투과 전기 도전층;

상기 전기 도전층과 전기접촉하고, 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 고체 전기 광학 매체의 층;

접착층; 및

틸리스 시트를 순서대로 포함하고,

상기 고체 전기 광학 매체 및 상기 접착층 없이, 상기 전기 도전층이 노출되는 연결 영역이 구비되는 것을 특징으로 하는 제품.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 전기 광학 디스플레이를 형성하는 방법 및 컴포넌트에 관한 것이다. 더 상세하게 설명하면, 본 발명은 전기 광학 매체가 내부에는 액체나 기체로 채워진 공간을 가질 수도 있고 종종 가지기도 하지만, 고체의 외면을 갖는다는 점에서, 고체인 전기 광학 매체를 포함하는 전기 광학 디스플레이 (이러한 디스플레이를 편의상 이하에서는 "고체 전기 광학 디스플레이" 라고 함) 를 형성하는 방법 및 컴포넌트, 및 이러한 전기 광학 매체를 이용하여 디스플레이를 조립하는 방법에 관한 것이다. 따라서, "고체 전기 광학 디스플레이" 라는 용어는 캡슐화된 전기영동 (electrophoretic) 디스플레이, 캡슐화된 액정 디스플레이 및 이하에서 설명하는 다른 타입의 디스플레이를 포함한다.

[0002] 본 명세서에서, 재료 또는 디스플레이에 적용하는 "전기 광학" 이라는 용어는, 하나 이상의 광학적 특성에서 차이가 나는 제 1 디스플레이 상태 및 제 2 디스플레이 상태를 가지는 재료로서, 그 재료에 전기장의 인가에 의해 제 1 디스플레이 상태에서부터 제 2 디스플레이 상태로 변화되는 재료에 관한 이미징 기술 분야의 종래 의미로 이하에서 이용한다. 통상적으로, 광학적 특성은 사람의 눈으로 색채를 감지할 수 있지만, 예를 들어 광투과, 반사율, 냉광 또는, 가시 범위 외부의 전자기 파장의 반사율의 변화의 면에서의 기계 관독, 의사 색채에 이용되도록 의도되는 디스플레이의 경우의 다른 광학적 특성일 수도 있다.

[0003] 본 명세서에서, "쌍안정 (bistable)" 및 "쌍안정성" 이라는 용어는 하나 이상의 광학적 특성에 차이가 나는 제 1 디스플레이 상태 및 제 2 디스플레이 상태를 가지는 디스플레이 소자를 포함하는 디스플레이에 관한 당해 기술분야의 종래 의미로 이용되며, 그 제 1 디스플레이 상태 또는 제 2 디스플레이 상태를 가정하기 위해서, 한정된 기간의 어드레싱 펄스에 의해 소정의 소자가 구동된 후에, 어드레싱 펄스가 종료된 후에, 그 상태는 적어도 여러 번, 예를 들어 디스플레이 소자의 상태를 변화시키는데 필요한 어드레싱 펄스의 최소 기간이 적어도 4번 동안 지속되도록 할 것이다. 극단의 흑색 및 백색에서 뿐만 아니라 그 중간적인 회색 상태에서도 그레이 스케일이 가능한 어떠한 입자 기반 전기영동 디스플레이가 안정성이 있음이 공개된 미국 특허 출원 번호 2002/0180687 에 나타나고, 동일한 것이 어떠한 다른 타입의 전기 광학 디스플레이에도 들어맞는다. 편의상 본 명세서에서는 쌍안정 디스플레이 및 다안정 (multi-stable) 디스플레이 양자를 포함하여 "쌍안정" 이라는 용어가 이용될 수 있지만, 이러한 타입의 디스플레이는 쌍안정이라기 보다는 "다안정" 이라 하는 것이 적절하다.

배경기술

[0004] 여러 타입의 전기 광학 디스플레이가 공지되어 있다. 설명한 바와 같이 일 타입의 전기 광학 디스플레이는 예를 들면 미국 특허 번호 5,808,783; 5,777,782; 5,760,761; 6,054,071; 6,055,091; 6,097,531; 6,128,124; 6,137,467; 및 6,147,791 에 설명되는 바와 같이 회전 바이크로멀 (bichromal) 부재 타입이다 (이러한 타입의 디스플레이는 종종 "회전 바이크로멀 볼" 디스플레이로 지칭되지만, 상기 언급한 특허 중 일부에서는 회전 부재가 구형이 아니기 때문에 "회전 바이크로멀 부재" 라는 용어가 더 정확한 것으로서 바람직하다). 이러한 디스플레이는 상이한 광학적 특성을 가지는 2 이상의 절편 및 내부 쌍극자를 가지는 다수의 작은 바디들 (통상적으로 구형 또는 원통형) 을 이용한다. 이러한 바디들은 매트릭스 내부에서 액체로 채워진 액포내부에 부유되며, 이 액포들은 바디들이 회전하기 자유롭도록 액체로 채워져 있다. 디스플레이의 외관 (appearance) 은 거기에 전기장을 인가함에 따라 변화되므로, 여러 위치로 바디들이 회전하는 것과 바디들의 어떤 절편 중의 변화가 관측면을 통해 보이게 된다. 이러한 타입의 전기 광학 매체가 통상 쌍안정이다.

[0005] 다른 타입의 전기 광학 디스플레이는 전자크로믹 (electrochromic) 매체, 예를 들면 적어도 일부에 반-도전성 금속 산화물로부터 형성되는 전극 및 상기 전극에 부착되는 가역적 색채 변화가 가능한 복수의 염색 분자를 포함하는 나노크롬 막의 형태의 전자크로믹 매체를 이용하며, 예를 들어 O'Regan, B. 등의 Nature 1991, **353**, 737 및 Wood, D.의 Information Display의 **18(3)**, 24 (March 2002) 를 참조하면 된다. 또한, Bach, U. 등의

Adv. Mater., 2002, **14(11)**, 845 를 참조한다. 이러한 타입의 나노크롬 막은 또한, 미국 특허 번호 6,301,038, 국제 출원 공개 번호 WO 01/27690, 및 2003년 3월 18일에 출원된, 출원계속중인 출원 번호 10/249,128에도 설명한다. 통상, 이러한 타입의 매체도 쌍안정이다.

[0006] 수년간 집중적인 연구 및 개발의 주제였던 다른 타입의 전기 광학 디스플레이는, 복수의 하전된 입자가 전기장의 영향하에서 부유하는 유체를 통해 움직이는, 입자 기반 전기영동 디스플레이이다. 전기영동 디스플레이는 액정 디스플레이와 비교할 때, 양호한 밝기 및 콘트라스트, 넓은 가시 각, 상태 쌍안정성, 및 저전력 소모의 속성을 가질 수 있다. 그럼에도, 이러한 디스플레이의 장기간 이미지 품질이 갖는 문제는 광범위한 사용을 방해한다. 예를 들어, 전기영동 디스플레이를 구성하는 입자들은 가라앉으려는 경향이 있어서, 그 결과 이러한 디스플레이에 대해 사용기간이 부적합하게 된다.

[0007] 메사추세츠 공과 대학 (MIT) 및 E Ink Corporation 에 양도되거나, 이들 명의인 다수의 특허 및 출원이 캡슐화된 전기영동 매체를 설명하고 있으며 최근에 공개되었다. 이러한 캡슐화된 매체는 다수의 작은 캡슐을 포함하는데, 캡슐 각각은 그 자체가 액체 부유 매체에서 부유되는 전기영동적-이동가능 입자를 포함하는 내부 페이즈 (phase) 및 그 내부 페이즈를 둘러싸는 캡슐 벽을 포함한다. 통상적으로, 캡슐들은 중합체 바인더내부에 그 자체로 설치되어 2 개의 전극들 사이에 위치되는 간섭층을 형성한다. 이런 타입의 캡슐화된 매체는, 예를 들어, 미국 특허 번호, 5,930,026; 5,961,804; 6,017,584; 6,067,185; 6,118,426; 6,120,588; 6,120,839; 6,124,851; 6,130,773; 6,130,774; 6,172,798; 6,177,921; 6,232,950; 6,249,721; 6,252,564; 6,262,706; 6,262,833; 6,300,932; 6,312,304; 6,312,971; 6,323,989; 6,327,072; 6,376,828; 6,377,387; 6,392,785; 6,392,786; 6,413,790; 6,422,687; 6,445,374; 6,445,489; 6,459,418; 6,473,072; 6,480,182; 6,498,114; 6,504,524; 6,506,438; 6,512,354; 6,515,649; 6,518,949; 6,521,489; 6,531,997; 6,535,197; 6,538,801; 및 6,545,291; 및 미국 특허 출원 공개 번호 2002/0019081; 2002/0021270; 2002/0053900; 2002/0060321; 2002/0063661; 2002/0063677; 2002/0090980; 2002/0106847; 2002/0113770; 2002/0130832; 2002/0131147; 2002/0145792; 2002/0154382; 2002/0171910; 2002/0180687; 2002/0180688; 2002/0185378; 2003/0011560; 2003/0011867; 2003/0011868; 2003/0020844; 2003/0025855; 2003/0034949; 2003/0038755; 및 2003/0053189; 및 국제 출원 공개 번호 WO 99/67678; WO 00/05704; WO 00/20922; WO 00/26761; WO 00/38000; WO 00/38001; WO 00/36560; WO 00/67110; WO 00/67327; WO 01/07961; 및 WO 01/08241 에 설명한다.

[0008] 전술한 많은 특허 및 출원은, 캡슐화된 전기영동 매체에서 별개의 마이크로캡슐을 둘러싸는 벽들이 연속적인 페이즈에 의해 대체될 수 있어서, 전기영동 매체가 전기영동 유체의 복수의 별개의 드롭렛 (droplet) 및 연속적인 페이즈의 중합체 재료를 포함하는 소위 중합체-분산 전기영동 디스플레이를 제조하고, 어떤 별개의 캡슐 박막도 각각의 개별 드롭렛과 연관되지 않더라도, 그러한 중합체-분산 전기영동 디스플레이 내부의 전기영동 유체의 별개의 드롭렛이 캡슐 또는 마이크로캡슐로 간주될 수 있음을 인식하고 있으며, 예를 들면, 전술한 2002/0131147 을 참조한다. 따라서, 본 출원의 목적을 위해, 이러한 중합체-분산 전기영동 매체는 하위 분류의 캡슐화된 전기영동 매체로서 간주된다.

[0009] 통상적으로, 캡슐화된 전기영동 디스플레이는 종래의 전기영동 장치의 실패 모드를 집단화하고 고정하는 것으로부터 손해를 받지 않으며, 광범위한 종류의 가요성 및 강성 기판상에 디스플레이를 인쇄하거나 코팅하는 능력과 같은 다른 이점들도 제공한다. ("인쇄" 라는 단어의 이용은 패치 다이 (patch die) 코팅, 슬롯 또는 분출 코팅, 슬라이드 또는 캐스케이드 코팅, 커튼 코팅과 같은 프리미터드 (pre-metered) 코팅; 나이프 오버 롤 (knife over roll) 코팅, 전후방향 롤 코팅과 같은 롤 코팅; 그라비어 (gravure) 코팅; 딥 (dip) 코팅; 스프레이 코팅; 메니스커스 코팅; 스핀 코팅; 브러시 코팅; 에어 나이프 코팅; 실크 스크린 인쇄 공정; 정전기 인쇄 공정; 열 인쇄 공정; 잉크 젯 인쇄 공정; 및 다른 유사한 기술에 제한되지 않고 포함하는, 모든 형태의 인쇄 및 코팅을 포함하도록 의도된다.) 따라서, 그 결과 디스플레이는 가요성이 있을 수 있다. 또한, 디스플레이 매체가 (다양한 방법을 이용하여) 인쇄될 수 있기 때문에, 디스플레이 자체가 비용이 들지 않게 만들어질 수 있다.

[0010] 전기영동 디스플레이의 관련 타입은 소위 "마이크로셀 전기영동 디스플레이" 이다. 마이크로셀 전기영동 디스플레이에서, 하전된 입자 및 부유하고 있는 유체는 마이크로캡슐내부에 캡슐화되지 않지만, 대신에 캐리어 매체, 통상 중합체막 내부에 형성되는 복수의 공동 내부에 보유된다. 예를 들어, 양자 모두 Sipix Imaging, Inc 에 양도된 국제 출원 공개 번호 WO 02/01281, 및 공개된 미국 출원 번호 2002-0075556 을 참조한다.

[0011] 전기영동 디스플레이는 (입자들이 디스플레이를 통하는 가시광의 투과를 실질적으로 차단하기 때문에) 종종 불

투명하며, 굴절 모드에서 동작하지만, 전기영동 디스플레이는, 입자들이 디스플레이 내부에서 횡방향으로 이동하도록 정렬되어, 디스플레이가 실질적으로 불투명한 일 디스플레이 상태와 광투과하는 일 디스플레이 상태를 갖도록 하는, 소위 "셔터 모드 (shutter mode)" 에서 동작하도록 만들어질 수 있다. 예를 들어, 전술한 미국 특허 번호 6,130,774 및 6,172,798 및 미국 특허 번호 5,872,552; 6,144,361; 6,271,823; 6,225,971; 및 6,184,856 을 참조한다. 전기영동 디스플레이와 유사하지만 전기장 강도의 변화에 의존하는 유전 영동 디스플레이는, 유사한 모드에서 동작할 수 있으며, 미국 특허 번호 4,418,346 을 참조한다. 다른 타입의 전기 광학 디스플레이도 셔터 모드에서 동작할 수 있다.

[0012] 고체 전기영동 디스플레이에서 이용되는 많은 컴포넌트 및 이러한 디스플레이를 제조하는데 이용되는 방법은, 고체 매체 보다 액체를 이용하지만 물론 전기 광학 디스플레이인, 액정 디스플레이 (LCD) 들에 이용되는 기술로부터 유래한다. 예를 들면, 고체 전기영동 디스플레이는 트랜지스터 또는 다이오드의 배열 및 화소 전극의 대응하는 배열을 포함하는 능동 매트릭스형 백플레인 및 투명 기판상의 "연속적인" 프론트 전극 (다수의 화소 및 통상 전체 디스플레이 위로 연장하는 전극의 측면에서) 을 이용할 수도 있으며, 이들 컴포넌트들은 LCD 의 것과 필수적으로 동일하다. 그러나, LCD 를 조립하는데 이용되는 방법이 고체 전기 광학 디스플레이로 이용될 수는 없다. 통상적으로, LCD 는, 별개의 유리 기판상에 백플레인 및 프론트 전극을 형성하고, 백플레인 및 프론트 전극 사이에 작은 개구를 남겨두어 이들 컴포넌트를 함께 고착되도록 확보하고, 그 결과로 생기는 조립품을 진공상태에 두고, 이 조립품을 액정의 용기에 담겨서, 액정이 백플레인과 프론트 전극 사이의 개구를 통해 흐르도록 함으로써 조립된다. 마지막으로, 적소에 액정이 있는 상태로, 개구가 밀봉되어 최종 디스플레이를 제공한다.

[0013] 이 LCD 조립 공정은 고체 전기 광학 디스플레이로 쉽게 변경될 수 없다. 전기 광학 재료가 고체이기 때문에, 백플레인과 프론트 전극 사이에 전기 광학 재료가 존재해야만 하며, 이는 이들 2 개의 완전체가 서로 보호 되기 전이다. 또한, 서로 부착되지 않으면서 프론트 전극과 백플레인 사이에 단순히 위치되는 액정 재료와는 반대로, 고체 전기 광학 매체는 통상 양 자로부터 보호되어야 할 필요가 있으며, 대부분의 경우 고체 전기 광학 매체는 프론트 전극 상에 형성되고, 일반적으로 이것이 회로를 포함하는 백플레인상에 매체를 형성하는 것보다 더 쉽기 때문에, 그 후 통상 열, 압력 및 가능한 한 진공 상태에서의 접촉 및 적층으로 전기 광학 매체의 전면을 피복함으로써, 프론트 전극/전기 광학 매체 조합물을 백플레인으로 적층한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0014] 전술한 미국 특허 번호 6,312,304에서 설명한 바와 같이, 광학 컴포넌트 (전기 광학 매체) 및 전자 컴포넌트 (백플레인내) 은 상이한 성능 범위를 가지는 점에서 고체 전기 광학 디스플레이의 제조는 문제를 나타낸다.

예를 들면, 전자 컴포넌트는 도전율, 전압-전류 관계, 및 커패시턴스를 최적화하거나 메모리, 로직 또는 다른 상위 전자 장치의 성능을 지배하도록 하는 것이 바람직한 반면, 광학 컴포넌트는 반사력, 콘트라스트비, 및 반응 시간을 최적화하는 것이 바람직하다. 따라서, 광학 컴포넌트를 제조하는 공정은 전자 컴포넌트를 제조하는데 이상적이지 않을 수도 있고 그 역도 성립한다. 예를 들면, 전자 컴포넌트를 제조하는 공정은 고온하에서 처리를 수반할 수 있다. 처리 온도는 300℃ 정도에서 600℃ 정도의 범위내일 수 있다. 그러나, 많은 광학 컴포넌트를 이러한 고온하에 있게 하는 것은, 전기 광학 매체를 화학적으로 열화시키거나 기계적 손상을 발생시킴으로써 광학 컴포넌트에 해로울 수 있다.

[0015] 본 특허는 전기 광학 디스플레이의 제조방법으로서, 제 1 기판 및 제 1 기판에 인접하게 제공되는 전기 광학 재료를 포함하며, 전기장의 인가에 따라 시각적 상태가 변화할 수 있는 조절층을 제공하는 단계; 제 2 기판, 제 2 기판의 앞면상에 제공되는 복수의 화소 전극 및 제 2 기판의 후면상에 제공되는 복수의 접촉 패드를 포함하는 화소층을 제공하는 단계; 제 3 기판 및 하나 이상의 회로 소자를 포함하는 회로층을 제공하는 단계; 및 조절층, 화소층 및 회로층을 적층하여 전기 광학 디스플레이를 형성하는 단계를 포함하며, 각각의 화소 전극은 상기 제 2 기판을 통해 연장하는 비아를 통해 접촉 패드에 접속되는 방법을 설명한다.

[0016] 전기 광학 디스플레이는 종종 비싸며, 예를 들면, 통상적으로 휴대 컴퓨터에서 발견되는 컬러 LCD 의 비용이 컴퓨터의 전체 비용의 실질적인 부분이다. 셀룰러 전화 및 개인 휴대 정보 단말기 (PDA's) 와 같이 휴대 컴퓨터보다 훨씬 싼 장치에까지 전기 광학 디스플레이의 이용이 확대됨에 따라, 이러한 디스플레이의 비용을 낮추려는 압력이 크다. 전술한 바와 같이, 인쇄 기술에 의해서 가요성 기판상에 임의의 고체 전기 광학 매체의 층

을 형성하는 능력은, 코팅된 종이, 중합체막 및 유사한 매체의 생산에 이용되는 상업적 장비를 이용하여 롤-투-롤 (roll-to-roll) 코팅과 같은 대량 생산 기술을 이용함으로써 디스플레이의 전기 광학 컴포넌트의 가격을 낮출 가능성을 열고 있다. 그러나, 이러한 장비는 비싸고, 상업적인 코팅 설비에서부터 전기 광학 디스플레이의 최종적인 조립에 이용되는 설비까지 전기 광학 매체의 상대적으로 약한 층에 대한 손상 없이 코팅된 매체를 운송하기 위해서 통상 필수적일 수 있을 정도로, 현재 판매되는 전기 광학 매체의 영역이 전용 장비를 정당화할 만큼 충분하지 않을 수 있다.

[0017] 또한, 고체 전기 광학 디스플레이의 최종 적층에 대한 종래 방법은, 전기 광학 매체, 적층 접착 및 백플레인이 최종적인 조립 직전에 합체되도록만 하는 배치 (batch) 방법이 필수적이며, 대량 생산에 더 적합한 방법을 제공하는 것이 바람직하다.

[0018] 본 발명은 고체 전기 광학 디스플레이의 전기 광학 컴포넌트들로서 대량 생산에 매우 적합한 컴포넌트들을 제공하려고 한다. 또한 본 발명은 이들 컴포넌트들을 이용하여 고체 전기 광학 디스플레이의 조립에 대한 방법을 제공하려고 한다.

[0019] 또한, 본 발명은 디스플레이의 최종 조립 이전에 전기 광학 컴포넌트를 검사하는 방법을 제공하려고 한다.

[0020] 전기 광학 디스플레이 특히, 가요성 디스플레이의 제조에 있어서 하나의 실제적인 문제는, 주위환경으로부터의 물질이 들어오는 것 (및/또는 전기 광학 매체의 컴포넌트가 빠져나오는 것) 을 방지하도록 디스플레이를 밀봉하는 것이다. 예를 들면, 유기 발광 다이오드 (디스플레이의 전기 광학 매체로서 유용할 수도 있음) 는 공기 중 습기의 진입으로 인해 손상받기 쉬운 것으로 유명하며, 어떤 입자 기반 전기영동 매체도 어느 정도 습기에 대한 민감성을 가진다고 나타났다. 다른 양태에서, 본 발명은 밀봉된 전기 광학 디스플레이를 제공한다.

과제 해결수단

[0021] 따라서, 일 양태에서, 본 발명은

[0022] 광투과 전기 도전층;

[0023] 광투과 전기 도전층과 전기 접촉하는 고체 전기 광학 매체층;

[0024] 접착층; 및

[0025] 릴리스 시트를 순서대로 포함하는 제품 (이하, 때때로 "프론트 플레인 적층판" 이라 함) 을 제공한다.

[0026] 이러한 프론트 플레인 적층판에서, 전기 도전층은 금속 산화물, 예를 들면 인듐 주석 산화물을 포함할 수도 있다. 프론트 플레인 적층판은 전술한 타입 중 임의의 고체 전기 광학 매체, 예를 들면, 회전 마이크로멀 부재 매체 또는 전자크로믹 매체를 이용할 수도 있지만, 일반적으로 전기 광학 매체는 전기영동 매체이고, 바람직하게는 캡슐화된 전기영동 매체인 것이 바람직하다.

[0027] 이하에서 더 상세하게 설명하는 바와 같이, 프론트 플레인 적층판에 이용되는 접착층은, 프론트 플레인 적층판이 백플레인에 적층되도록 하는 상태의 조건에 따라서 열 활성화 접착 또는 압력 감지 접착일 수도 있다.

[0028] 프론트 플레인 적층판의 바람직한 형태는, 전기 광학 매체 및 접착층 없이 전기 도전층이 노출되는 위치에 연결 영역을 가진다. 이 연결 영역이 전기 광학 매체 및 접착층에 의해 둘러싸이도록 전기 광학 매체 및 접착층을 통해 연장하는 개구에 의해서 연결 영역이 형성될 수 있다. 릴리스 시트는 이 연결 영역을 통해 연장하지 않는 것이 바람직하다. 이하에서 더 상세히 설명하는 이유로, 전기 도전성 재료의 접촉 패드는 연결 영역에서 전기 도전층 위에 놓이도록 제공될 수도 있다.

[0029] 프론트 플레인 적층판은 전기 도전층과 전기 접촉하며, 전기 광학 매체 및 접착층을 통하거나 지나서, 그로부터 연장하는 도전성 비아를 가질 수도 있다. 이러한 형태의 프론트 플레인 적층판에서, 전기 도전층으로부터 멀리 떨어져 있는 도전성 비아의 단부는 릴리스 시트에 의해 피복되지 않는 것이 바람직하다. 도전성 비아는, 중합체 매트릭스에 분산되는 도전성 입자를 포함하는 재료와 같이, 변형가능한 재료로부터 형성될 수도 있다. 전기 도전성 재료의 접촉 패드는 전기 도전층 및 도전성 비아 사이에 개재될 수도 있다.

[0030] 프론트 플레인 적층판의 릴리스 시트에는 제 2 전기 도전층이 제공될 수도 있다. 이 제 2 전기 도전층은 릴리스 시트의 어느 하나의 표면에 제공될 수도 있지만, 통상적으로는 전기 광학 매체에 더 근접한 표면에 제공될 것이다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 이 제 2 전기 도전층이, 디스플레이로의 합체 전에 프론트 플

레인 적층판을 검사하는데 유용하다. 다른 방법으로는 또는 부가하여, 프론트 플레인 적층판은 전기 광학 매체로부터 전기 도전층의 반대측상의 보조 접착층을 가질 수 있으며, 보조 접착층을 피복하는데 보조 릴리스 시트가 제공될 수도 있다.

[0031] 다른 양태에서, 본 발명은 광투과 전기 도전층; 전기 도전층과 전기 접촉하는 고체 전기 광학 매체층; 및 접착층을 순서대로 포함하는 제 2 제품 (또는 프론트 플레인 적층판) 을 제공한다. 이 제품은 전기 광학 매체 및 접착층 없이 전기 도전층이 노출되는 연결 영역을 가진다.

[0032] 이 프론트 플레인 적층판에서, 연결 영역은 적층판의 에지에서 연장할 수도 있고 연장하지 않을 수도 있지만, 연결 영역이 전기 광학 매체 및 접착층에 의해 둘러싸이도록 연결 영역이 전기 광학 매체 및 접착층을 통해 연장하는 개구에 의해서 형성되도록 하는, 후자가 일반적으로 바람직하다. 프론트 플레인 적층판은 전기 광학 매체층으로부터 그 반대측상에 있는 접착층에 인접하게 배치되는 릴리스 시트를 더 포함할 수 있다. 릴리스 시트는 연결 영역을 통해 연장하지 않을 수도 있다. 릴리스 시트에는 제 2 전기 도전층이 제공될 수 있다.

프론트 플레인 적층판은 연결 영역에서 전기 도전층 위에 놓이는 전기 도전성 재료의 접촉 패드를 더 포함할 수 있으며, 이하에서 설명하는 이유로, 이러한 접촉 패드의 존재는 연결 영역에서의 전기 도전층에서 두께가 증가되는 바람직한 영역을 효과적으로 제공한다. 이 프론트 플레인 적층판은 상술한 타입 중 임의의 고체 전기 광학 매체를 이용할 수 있지만, 전기 광학 매체는 전기영동 매체, 바람직하게는 캡슐화된 전기영동 매체인 것이 일반적으로 바람직하다.

[0033] 다른 양태에서, 본 발명은 광투과 전기 도전층; 상기 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층; 및 접착층을 순서대로 포함하는 제 3 제품 (프론트 플레인 적층판) 을 제공한다. 그러나, 본 발명의 제 3 프론트 플레인 적층판은 상기 전기 도전층과 전기접촉하며 상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층을 통하거나 또는 지나서 그로부터 연장하는 도전성 비아를 더 포함한다.

[0034] 본 발명의 제 3 프론트 플레인 적층판은 전기 광학 매체층으로부터 그 반대측상에 있는 접착층에 인접하게 배치되는 릴리스 시트를 더 포함할 수도 있다. 전기 도전층으로부터 멀리 떨어져 있는 도전성 비아의 단부는 릴리스 시트에 의해 피복되지 않을 수도 있다. 도전성 비아는 변형가능한 재료 예를 들면, 중합체 매트릭스에 분산되는 도전성 입자를 포함하는 재료로부터 형성될 수도 있다. 본 발명의 다른 프론트 플레인 적층판과 유사하게, 동일한 이유에서, 제 3 프론트 플레인 적층판은 연결 영역에서 전기 도전층 위로 놓이는 전기 도전성 재료의 접촉 패드를 더 포함할 수도 있다. 제 3 프론트 플레인 적층판은 상술한 타입 중 임의의 고체 전기 광학 매체를 이용할 수 있지만, 전기 광학 매체는 전기영동 매체, 바람직하게는 캡슐화된 전기영동 매체인 것이 일반적으로 바람직하다.

[0035] 또한, 본 발명은 광투과 전기 도전층; 상기 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층; 접착층; 및 하나 이상의 화소 전극을 가지는 백플레인을 순서대로 포함하고, 상기 전기 도전층과 상기 화소 전극 사이의 전위의 인가에 의해 상기 전기 광학 매체의 광학적 상태가 변화될 수 있도록 하며, 상기 백플레인은 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 하나 이상의 접촉 패드를 더 포함하는 전기 광학 디스플레이를 제공한다. 이 디스플레이는, 전기 도전층으로부터 전기 광학 매체 및 접착층을 통하거나 지나서 상기 접촉 패드로 또는 상기 접촉 패드 중 하나까지 연장하는 하나 이상의 도전성 비아를 더 포함한다.

[0036] 전술한 바와 같이, 이 디스플레이에서, 도전성 비아는 전기 광학 매체를 통하거나 지나서 연장할 수도 있지만, 도전성 비아가 전기 광학 매체 및 접착층을 통해 연장함으로써, 도전성 비아가 전기 광학 매체 및 접착층에 의해 완전히 둘러싸이도록 하는 전자의 배열이 일반적으로 바람직하다. 도전성 비아는 변형가능한 재료, 예를 들면 중합체 매트릭스에서 분산되는 도전성 입자를 포함하는 재료로부터 형성될 수도 있다. 디스플레이는 전술한 타입 중 임의의 고체 전기 광학 매체를 이용할 수도 있지만, 전기 광학 매체는 전기영동 매체, 바람직하게는 캡슐화된 전기영동 매체인 것이 일반적으로 더 바람직하다.

[0037] 본 발명의 전기 광학 디스플레이에는 전기 광학 매체로부터 전기 도전층의 반대측상에 배치되는 보호 및/또는 배리어층이 제공될 수도 있다. 투명 접착층이 전기 도전층에 대해 보호 및/또는 배리어층을 확보하는데 이용될 수도 있다. 전기 광학 디스플레이는 전기 광학 매체층의 주변의 적어도 일부 주위에 배치되는 밀봉 재료를 가질 수도 있다. 이러한 밀봉된 디스플레이의 일 형태에서, 보호 및/또는 배리어층은 전기 광학 매체의 주변을 넘어 연장하여 제공되며, 보호 및/또는 배리어층과 백플레인 사이의 전기 광학 매체의 주변 중 적어도 일부 주위에 밀봉재료가 배치된다.

[0038] 다른 양태에서, 본 발명은 고체 전기 광학 디스플레이를 제조하기 위한 방법을 제공한다. 이 방법은 광투과

전기 도전층; 상기 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층; 접착층; 및 릴리스 시트를 순서대로 포함하는 제품을 제공하는 단계를 포함한다. 이 방법은 복수의 화소 전극을 포함하는 백플레인 및 상기 화소 전극들에 가변 전위를 인가하도록 배열되는 구동 수단을 제공하는 단계를 더 포함한다. 또한, 이 방법은 상기 접착층으로부터 릴리스 시트를 제거하는 단계 및 상기 접착층을 상기 백플레인에 부착하도록 하는 조건들의 효과하에서 상기 접착층을 상기 백플레인과 접촉시킴으로써, 상기 백플레인으로 접착층, 전기 광학 매체층 및 전기 도전층을 확보하는 단계를 포함한다.

- [0039] 이 방법에서, 백플레인과 접착층의 접촉은 대략 20 내지 대략 60 퍼센트의 상대 습도하에서 달성되는 것이 바람직하다. 이하에서 더 상세하게 설명하는 바와 같이, 정전기 방전으로 인한 문제를 방지하기 위해서, 본 방법은 접착층으로부터 하나 이상의 릴리스 시트의 제거 및 접착층을 백플레인과 접촉시키는 동안에, 프론트 플레인 적층판으로 이온화된 입자들을 인가하는 단계를 포함할 수도 있다.
- [0040] 이 방법에서, 프론트 플레인 적층판에는 전기 광학 매체 및 접착층 없이 전기 도전층이 노출되는 위치의 연결 영역이 제공되며, 백플레인에는 화소 전극으로부터 전기 절연되는 접촉 패드가 제공될 수도 있으며, 이 방법은 연결 영역을 접촉 패드와 전기접촉하여 위치시킬 수 있다. 연결 영역은 전기 광학 매체 및 접착층을 통해 연장하는 개구에 의해 형성되며, 백플레인과 접착층을 접촉시키기 이전에 접촉 패드상에 변형가능한 전기 도전성 재료가 배치될 수 있어서, 백플레인과 접착층을 접촉시키는 동안에는, 변형가능한 전기 도전성 재료가 개구로 들어가서 접촉 패드를 전기 도전층에 전기 접속시키는 도전성 비아를 형성하도록 한다. 다른 방법으로는, 전기 광학 매체 및 접착층을 통해 전기 도전층으로부터 연장하는 도전성 비아가 연결 영역에 제공될 수 있으며, 이 방법은 접촉 패드와 전기 접촉하도록 도전성 비아를 배치한다.
- [0041] 본 방법은 전기 광학 매체로부터 전기 도전층의 반대측상에 보호 및/또는 배리어층을 제공하는 단계를 포함할 수도 있다. 이러한 목적에서, 프론트 플레인 적층판은 전기 광학 매체로부터 전기 도전층의 반대측상의 보조 접착층을 포함할 수도 있으며, 본 방법은 보호 및/또는 배리어층을 보조 접착층에 부착시킬 수 있다. 프론트 플레인 적층판은 보조 접착층을 피복하는 보조 릴리스 시트를 가질 수도 있으며, 본 방법은 보조 접착층이 보호 및/또는 배리어층에 부착되기 전에, 보조 접착층으로부터 보조 릴리스 시트를 제거하는 단계를 포함한다.
- [0042] 이 방법에서, 릴리스 시트에는 제 2 전기 도전층이 제공될 수도 있으며, 이 방법은 광투과 전기 도전층과 제 2 전기 도전층 사이에 전기 광학 매체의 광학적 상태를 변화시키기에 충분한 전압을 인가하는 단계를 포함한다.
- [0043] 이 방법은 회전 마이크로멀 부재 매체 또는 전자크로믹 매체와 같은 전술한 타입 중 임의의 전기 광학 매체를 이용할 수도 있지만, 전기 광학 매체는 전기영동 매체인 것이 바람직하고, 캡슐화된 전기영동 매체인 것이 더 바람직하다.
- [0044] 다른 양태에서, 본 발명은 전기 광학 디스플레이를 형성하는 방법을 제공한다. 본 방법은,
- [0045] 광투과 전기 도전층; 그 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층; 및 접착층을 순서대로 포함하는 프론트 조립품을 제공하는 단계;
- [0046] 상기 프론트 조립품의 일부로부터 상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층을 제거함으로써, 상기 전기 광학 매체 및 상기 접착층 없이 전기 도전층이 노출되는 연결 영역을 제공하는 단계;
- [0047] 상기 연결 영역상에 도전성 비아를 형성하는 단계;
- [0048] 하나 이상의 화소 전극 및 상기 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 하나 이상의 접촉 패드를 포함하는 백플레인을 제공하는 단계; 및
- [0049] 상기 전기 광학 매체가 상기 하나 이상의 화소 전극에 인접하게 배치되고 상기 도전성 비아는 상기 하나 이상의 접촉 패드와 전기접촉하는 상태로, 상기 전기 도전층이 상기 도전성 비아를 통하여 하나 이상의 접촉 패드에 전기접속되도록 하여, 상기 접착층이 상기 백플레인에 부착되도록, 상기 백플레인에 상기 프론트 조립품을 적층하는 단계를 포함한다.
- [0050] 본 방법에서, 연결 영역은, 전기 광학 매체 및 접착층에 의해 연결 영역이 둘러싸이도록 전기 광학 매체 및 접착층을 통해 연장하는 개구에 의해 형성될 수도 있다. 프론트 조립품은 전기 광학 매체층으로부터 그 반대측상에 있는 접착층에 인접하게 배치되는 릴리스 시트를 포함하며, 이 릴리스 시트는 프론트 조립품이 백플레인에 적층되기 전에 접착층으로부터 제거될 수도 있다. 이러한 릴리스 시트가 존재하는 경우, 프론트 조립품의 일부로부터 전기 광학 매체 및 접착층을 제거하는 단계는, 연결 영역이 릴리스 시트가 없도록 프론트 조립품의 일부로부터 릴리스 시트를 제거하는 단계를 또한 포함할 수도 있다. 릴리스 시트에 제 2 전기 도전층이

제공될 수 있으며, 이 방법은 광투과 전기 도전층과 제 2 전기 도전층 사이에 전기 광학 매체의 광학적 상태를 변화시키기에 충분한 전압을 인가하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0051] 본 발명의 이 방법에서, 도전성 비아는 변형가능한 재료, 예를 들면 중합체 매트릭스에서 도전성 입자들을 포함하는 재료로부터 형성될 수도 있다.
- [0052] 본 발명의 이 방법에서, 도전성 비아는 적층 단계 이전에 프론트 조립품에 존재할 수도 있으며 또는 적층 단계 동안에 형성될 수도 있다. 후자의 경우에, 프론트 조립품을 백플레인으로 적층하는 동안에 도전성 비아의 형성이 일어나도록, 도전성 비아를 형성할 재료가 적층 단계 이전에 백플레인상에 위치될 수 있다. 위에서 간단히 설명하고 이하에 상세히 설명할 이유로, 프론트 조립품은 전기 도전층의 일부 위에 놓이는 전기 도전성 재료의 프론트 접촉 패드를 가질 수도 있으며, 연결 영역은 프론트 접촉 패드의 적어도 일부를 노출하도록 형성될 수도 있다.
- [0053] 본 발명의 이 방법에서, 프론트 조립품은 전기 광학 매체로부터 전기 도전층의 반대측 상에 투명 접촉층 및 투명 접착층에 인접하게 배치되는 제 2 릴리스 시트를 가질 수 있으며, 이 방법은 투명 접착층으로부터 제 2 릴리스 시트를 제거하는 단계 및 보호 및/또는 배리어층에 투명 접착층을 적층하는 단계를 포함할 수도 있다. 통상적으로, 제 2 릴리스 시트의 제거 및 투명 접착층의 적층은 프론트 조립품을 백플레인에 적층한 후에 달성될 것이다.
- [0054] 본 발명의 이 방법에서, 프론트 조립품을 백플레인에 적층한 후에, 프론트 조립품의 주변의 적어도 일부의 주위에 밀봉재료가 위치될 수도 있다. 전술한 바와 같이, 디스플레이에 보호 및/또는 배리어층이 제공되는 경우, 이 보호 및/또는 배리어층은 전기 광학 매체의 주변을 넘어서 연장할 수도 있으며, 보호 및/또는 배리어층과 백플레인 사이의 전기 광학 매체 주변의 적어도 일부의 주위에 밀봉재료가 위치될 수도 있다.
- [0055] 또한, 본 발명은 전기 광학 디스플레이를 형성하는 다른 방법을 제공한다. 이 다른 방법은,
- [0056] 광투과 전기 도전층을 포함하는 기관을 제공하는 단계;
- [0057] 상기 기관의 일부 위에 고체 전기 광학 매체를 코팅하여 상기 기관의 연결 영역을 코팅되지 않은 상태로 남겨두는 단계;
- [0058] 상기 전기 광학 매체 위에 접착층을 코팅하여, 상기 연결 영역을 코팅되지 않은 상태로 남겨둠으로써, 프론트 조립품을 형성하는 단계;
- [0059] 하나 이상의 화소 전극 및 상기 하나 이상의 화소 전극으로부터 전기 절연되는 접촉 패드를 포함하는 백플레인을 제공하는 단계; 및
- [0060] 전기 광학 매체가 하나 이상의 화소 전극에 인접하게 배치되고 상기 연결 영역에서 상기 전기 도전층이 접촉 패드와 전기접촉하는 상태로, 상기 접착층이 상기 백플레인에 부착하도록, 상기 백플레인에 상기 프론트 조립품을 적층하는 단계를 포함한다.
- [0061] 본 발명의 이 방법은, 접착층 위에 릴리스 시트를 위치시키는 단계를 포함할 수도 있으며, 이 릴리스 시트는 프론트 조립품을 백플레인에 적층하기 전에 접착층으로부터 제거될 것이다. 릴리스 시트에는 제 2 전기 도전층이 제공될 수도 있으며, 이 방법은 광투과 전기 도전층과 제 2 전기 도전층 사이에 전기 광학 매체의 광학적 상태를 변화시키는데 충분한 전압을 인가하는 단계를 포함할 수 있다. 이 방법은, 연결 영역에 있는 전기 도전층이 변형가능한 전기 도전성 재료를 통해 접촉 패드에 접속되도록, 프론트 조립품을 백플레인에 적층하기 전에 백플레인의 접촉 패드상에 변형가능한 전기 도전성 재료를 위치시키는 단계를 포함할 수도 있다.
- [0062] 본 발명의 이 방법에서, 프론트 조립품은 전기 광학 매체로부터 전기 도전층의 반대측 상의 투명 접착층 및 투명 접착층에 인접하게 배치되는 릴리스 시트를 가질 수도 있으며, 본 방법은, 투명 접착층으로부터 릴리스 시트를 제거하는 단계 및 투명 접착층을 보호 및/또는 배리어층에 적층하는 단계를 포함할 수도 있다. 통상적으로, 릴리스 시트의 제거 및 투명 접착층의 적층은 프론트 조립품을 백플레인에 적층한 후에 달성될 것이다.
- [0063] 본 발명의 이 방법에서, 프론트 조립품을 백플레인에 적층한 후에, 프론트 조립품의 주변의 적어도 일부의 주위에 밀봉재료가 위치될 수도 있다. 전술한 바와 같이, 디스플레이에 보호 및/또는 배리어층이 제공되는 경우, 이 보호 및/또는 배리어층은 전기 광학 매체의 주변을 넘어서 연장할 수도 있으며, 보호 및/또는 배리어층과 백플레인 사이의 전기 광학 매체 주변의 적어도 일부 주위에 밀봉재료가 위치될 수도 있다.
- [0064] 다른 양태에서, 본 발명은, 하나 이상의 화소 전극을 포함하는 백플레인; 상기 화소 전극에 인접하게 배치되는

고체 전기 광학 매체층; 상기 백플레인으로부터 전기 광학 매체의 반대측상에 배치되는 광투과 전극; 상기 전기 광학 매체로부터 상기 광투과 전극의 반대측상에 배치되는 보호 및/또는 배리어층; 및 주위환경으로부터 상기 전기 광학 매체내부로의 물질의 진입을 방지하기 위한 밀봉재료로서, 상기 전기 광학 매체층의 주변의 적어도 일부를 따라 배치되며 보호 및/또는 배리어층의 상기 백플레인으로부터 연장하는 상기 밀봉재료를 포함하는, (밀봉된) 전기 광학 디스플레이를 제공한다.

[0065] 이러한 밀봉된 전기 광학 디스플레이에서, 밀봉재료는 백플레인의 평면에 대해 평행하게 측정되는 측면의 두께를 가질 있으며, 이 두께는 백플레인으로부터 보호 및/또는 배리어층으로 감소한다. 다른 방법으로는, 보호 및/또는 배리어층은 백플레인의 평면에 대해 평행하게 측정되는 전기 광학 매체층보다 더 작을 수도 있으며, 밀봉재료는 전기 광학 매체층의 주변부 위로 연장하며 보호 및/또는 배리어층의 주변과 접촉할 수도 있다. 본 발명의 밀봉된 전기 광학 디스플레이의 다른 변형에서, 보호 및/또는 배리어층은 백플레인의 평면에 대해 평행하게 측정되는 전기 광학 매체층보다 더 클 수도 있으며, 전기 광학 매체층의 주변을 넘어 연장하는 보호 및/또는 배리어층의 주변부와 백플레인 사이에서 밀봉재료가 연장한다.

[0066] 또한, 본 발명은 하나 이상의 화소 전극을 포함하는 백플레인; 상기 화소 전극에 인접하게 배치되는 고체 전기 광학 매체층; 상기 백플레인으로부터 상기 전기 광학 매체의 반대측상에 배치되는 광투과 전극; 상기 전기 광학 매체로부터 상기 광투과 전극의 반대측상에 배치되는 전극 지지대; 및 주위환경으로부터 상기 전기 광학 매체 내부로의 물질의 진입을 방지하기 위한 밀봉재료로서, 상기 전기 광학 매체층의 주변을 넘어 연장하는 상기 광투과 전극의 주변부와 상기 백플레인 사이에서 연장하는 밀봉재료를 포함하며, 상기 광투과 전극 및 상기 전극 지지대는 상기 백플레인의 평면에 대해 평행하게 측정되는 상기 전기 광학 매체층보다 더 큰, 제 2 (밀봉된) 전기 광학 디스플레이를 제공한다.

[0067] 마지막으로, 본 발명은 고체 전기 광학 매체를 검사하는 2 가지 방법을 제공한다. 제 1 방법은,

[0068] 광투과 전기 도전층;

[0069] 상기 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층;

[0070] 접촉층; 및

[0071] 제 2 전기 도전층을 가지는 릴리스 시트를 순서대로 포함하여 제조하는 제품을 제공하는 단계;

[0072] 상기 2 개의 전기 도전층 사이에 전위차를 인가하여 상기 매체상에 이미지를 형성하는 단계; 및

[0073] 이렇게 형성된 이미지를 관측하는 단계를 포함한다.

[0074] 본 발명의 제 2 검사 방법은,

[0075] 광투과 전기 도전층;

[0076] 상기 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층;

[0077] *접촉층; 및

[0078] 릴리스 시트를 순서대로 포함하는 제품을 제공하는 단계;

[0079] 상기 릴리스 시트상에 정전하를 배치하여, 상기 매체상에 이미지를 형성하는 단계; 및

[0080] 이렇게 형성된 이미지를 관측하는 단계를 포함한다.

효 과

[0081] 본 발명의 프론트 플레인 적층판의 하나의 중요한 이점은, 최종 디스플레이로의 합체 이전에 적층판의 품질을 검사할 수 있다는 점이다. 보이드, 줄무늬, 코팅된 층의 두께의 변화, 포인트 박리와 같은 도전성 재료의 디스플레이 홈결 및 코팅된 재료의 성능에 부작용을 일으키거나 비정상적인 것으로 만들 수 있는 다른 문제들이, 코팅 기술 분야의 당업자에게 잘 알려져 있다. 또한, 캡슐화된 전기 광학 매체는 코팅 동안의 캡슐의 파열로 인한 결함으로부터 손해가 발생된다. 따라서, 일반적으로, 최종 제품에 이용하기 전에 임의의 결함을 확인하기 위해서, 눈으로나 기계 비전 시스템으로 코팅된 제품을 조사하는 것이 필요하다. 실제로 이러한 디스플레이의 능동 매트릭스형 백플레인의 비용은 전기 광학 매체 및 프론트 전극 구조를 합한 비용보다

훨씬 많기 때문에, 능동 매트릭스형 디스플레이에 이용될 전기 광학 매체에는 특히 이런 조사가 필수적이며, 결합이 있는 코팅의 전기 광학 매체가 백플레인에 적층되는 경우, 일반적으로 백플레인을 보존하면서 매체를 제거하는 방법은 없기 때문에, 매체 및 백플레인 양자를 폐기해야만 한다.

[0082] 불행히도, 전기 광학 매체의 조사는 다른 코팅된 재료와 비교할 때 고유의 어려움을 나타낸다. 전기장에 노출될 때 전기 광학 매체만이 광학적 상태에서 중대한 변화를 겪게 되며, 광학적 상태에 변화를 겪은 매체의 성능에 부작용을 일으키는 여러 타입의 코팅 흡결 (예를 들면, 접착층내의 함유물 또는 불순물, 또는 캡슐의 파열) 을 시각적으로 관측하기는 매우 어렵다. 따라서, 검사 동안에 매체에 전기장을 인가할 수 있는 것이 바람직하다. 그러나, 대부분의 종래 기술의 공정에서는 이것이 불가능하다. 통상적으로, 이러한 종래의 기술 공정에서, 백플레인 및 프론트 전극 구조는 별개로 형성되며, 전기 광학 매체층은 이들 컴포넌트 중 하나 (일반적으로 프론트 전극 구조) 상에 제공되며, 백플레인 및 프론트 전극 구조는 이들 사이에 끼워진 전기 광학 매체와 함께 적층된다. 이러한 공정은 전기 광학 매체가 이 광학적 상태 사이에 스위칭될 수 있는 적층 이전의 어느 시점을 제공하지 않으며, 따라서 전기 광학 매체 또는 접착체의 흡결은 최종 디스플레이의 형성 이후까지는 발견되지 않을 수도 있으며, 그 결과 흡결이 있는 전기 광학 매체 또는 접착체에 적층되게 되는 양호한 백플레인을 폐기하는 손해가 발생된다. (대부분의 경우에, 매체 또는 전극상의 표면 불규칙은 매체의 광학적 상태에서 균일한 변화를 생성시키는 것을 불가능하게 만들고, 광학적 상태의 이러한 균일한 변화는 매체의 완전한 검사를 요구하기 때문에, 단순히 전극에 대해 기계적으로 프레스하는 것으로 전기 광학 매체를 적절히 검사하는 것은 불가능하다는 점을 유의한다).

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0083] 본 발명의 바람직한 실시형태는, 첨부 도면을 참조하여 예시만의 방법으로 설명한다.

[0084] 전술한 바와 같이, 본 발명은 광투과 전기 도전층; 상기 광투과 전기 도전층과 전기접촉하는 고체 전기 광학 매체층; 접착층; 및 릴리스 시트를 순서대로 포함하는 제품 (이하 편의상 "프론트 플레인 적층판" 또는 "FPL" 이라 함) 을 제공한다.

[0085] 프론트 플레인 적층판의 광투과 전기 도전층은 결과적으로 프론트 플레인 적층판으로부터 형성되는 디스플레이의 프론트 전극을 형성할 목적 및 프론트 플레인 적층판으로 기계적인 완전체를 제공할 목적의 2 가지 목적을 제공함으로써, 전기 광학 매체 및 접착층만을 포함하는 구조로는 가능하지 않거나 가능하지 않음지도 모르는 방식으로 프론트 플레인 적층판이 처리되도록 허용한다. 원칙적으로, 단일층이 필요한 전기적 도전을 및 기계적 특성을 가지는 경우, 예를 들면 전기 도전층이 상대적으로 두꺼운 (대략 100~175 μ m) 도전성 중합체층을 포함할 수 있는 경우에는, 전기 도전층은 단일 층일 수 있다. 그러나, 전기적 특성 및 기계적 특성의 필요한 조합을 가지는 재료를 발견하기는 어려우며, 단일 전기 도전층의 이용에 적합한 막은 상업적으로 입수가능한 것이 없다. 따라서, 현재 실제로 전기 도전층의 바람직한 형태는, 2 개의 층 즉, 필요한 전기적 도전을 제공하는 얇은 광투과 도전층 및 기계적 완전성을 제공하는 광투과 기판을 포함한다. 기판을 항구적인 변형없이 직경이 (약) 10 inches (254mm) 인 드럼 둘레에 수동으로 포장할 수 있다는 측면에서, 광투과 기판은 가요성인 것이 바람직하다. 본 명세서에서 이용되는 "광투과" 라는 용어는, 층을 통해서 보고 있는 관측자가, 통상적으로 전기 도전층 및 인접 기판 (인접 기판이 있는 경우) 을 통해 보게 될 전기 광학 매체의 디스플레이 상태의 변화를 관측하도록 하기 위해서, 지정된 층이 충분한 광을 전달하는 것을 의미한다. 통상적으로, 기판은 중합체막이고, 통상 대략 1 내지 대략 25mil (25 내지 634 μ m) 범위의 두께를 가지며, 대략 2 내지 대략 10mil (51 내지 254 μ m) 두께를 가지는 것이 바람직할 것이다. 전기 도전층은 편리하게, 예를 들면 알루미늄 또는 인듐 주석 산화물 (ITO) 의 얇은 층이거나, 도전성 중합체여도 된다. 알루미늄 또는 ITO 로 코팅된 폴리에틸렌 테레프탈레이트 (PET) 막은 예를 들어, Wilmington Delaware, United States of America 에 있는 E.I. du Pont de Nemours & Company 로부터 "알루미늄 처리된 Mylar" ("Mylar" 는 등록 상표) 로서 상업적으로 입수할 수 있으며, 이러한 상업적 재료는 본 발명의 양호한 결과에, 전기 도전층으로서 또는 (적절한 코팅을 한) 제 2 전기 도전층을 받치는 릴리스 시트로서 이용될 수도 있다.

[0086] 본 발명의 변형에서, 릴리스 시트를 가지고 시작하는, 자기-지지 고체 전기 광학 매체가 준비될 수 있다. 릴리스 시트상에 코팅, 인쇄 또는 그 밖의 방법으로 전기 광학 매체층이 형성되며, 그 후 전기 광학 매체 위로 (즉, 릴리스 시트로부터 전기 광학 매체의 반대측상에) 접착층이 형성된다. 그 후, 3차원 물체일 수 있는, 임의의 원하는 기판에 전기 광학 매체를 도포하기 위해서 결합된 전기 광학 매체 및 접착층이 이용될 수 있다. 바람직한 경우, 처음으로 도포된 층으로부터 전기 광학 매체의 반대측상에 제 2 접착층이 도포될 수 있게 됨으로써, 예를 들면 한 측면상에는 백플레인 그리고 다른 측면상에는 전극으로 적층될 수 있는 양면 접착막으로

전기 광학 매체를 변환시킬 수 있다.

- [0087] 현재 본 발명의 이런 변형의 바람직한 형태에서, 진술한 2002/0185378 (또한 대응 국제 출원 PCT/US02/15337를 참조) 의 실시예 7에서 설명하는 바와 같이, 실질적으로 준비된 캡슐화된 입자 기반 전기영동 매체의 캡슐의 단 일층은 릴리스 시트상에 막형성되고, 건조되며, 캡슐층을 평탄화하고 접착층을 형성하기 위해 제공된 수성 우레 탄 바인더 (730 Main Street, Wilmington Massachusetts 01887, United States of America 에 위치한 NeoResins 로부터 입수가 가능한 NeoRez R-9320) 로 오버코팅되었다. 접착층을 건조한 후에, 결합된 캡슐층 및 접착층은 자기-지지막으로서의 기관으로부터 벗겨져 떨어질 수 있다.
- [0088] 본 발명의 프론트 플레인 적층판은 대량 생산에 적절히 적응된다. 예를 들면, 종래의 상업적 코팅 장비를 이용하여 롤-투-롤 코팅 공정에 의해서, 상업적인 금속으로 피복된 플라스틱막의 롤은 프론트 플레인 적층판으 로 변환될 수 있다. 진술한 미국 특허 제 6,822,782 호에서 설명한 바와 같이 우선, 금속으로 피복된 플라 스틱막은 바인더에서 캡슐의 슬러리 (slurry) 로 코팅되며, 이 캡슐층은 건조된다. 그 후, 접착층, 예를 들 면 진술한 수성 우레탄 수지 NeoRez R-9320 이 캡슐층 위로 코팅되며 건조된다. 그 후, 접착층 위로 릴리스 시트가 도포되며, 결합된 프론트 플레인 적층판은 이후 보관 및/또는 운송을 위해 준비되는 롤로 형성될 수 있 다. 디스플레이의 구성에서 프론트 플레인 적층판을 이용하는 것이 바람직한 경우, 종래의 상업적 장비를 이용하여, 적층판은 펼쳐져서 개별 디스플레이 또는 디스플레이의 그룹에 요구되는 크기의 조각으로 절단될 수 있다 (어떤 경우에는, 단일 동작으로 다수의 디스플레이에 적층한 후, 후공정에서 개별 디스플레이로 분리하는 것이 편리할 수도 있다).
- [0089] 본 발명의 프론트 플레인 적층판에 이용되는 릴리스 시트는 물론 전기 광학 매체의 특성에 부작용을 일으킬 만 한 재료를 포함하지 않는다면, 임의의 공지의 타입일 수 있으며, 여러 적당한 타입의 릴리스 시트가 당업자에게 알려져 있다. 통상적인 릴리스 시트는 저표면 에너지 재료, 예를 들면 실리콘 (silicone) 으로 코팅된 종이 또는 플라스틱막과 같은 기관을 포함한다.
- [0090] 본 발명의 프론트 플레인 적층판이 디스플레이에 이용되는 경우, 적층판 내부에 도전층을 가진 전기 접촉을 만 드는 것이 물론 필수적이며, 이는 통상적으로는 도전층이 전기 광학 매체가 없는 위치의 디스플레이의 적어도 일 영역 (이하, "연결 영역" 이라 함) 에 제공하는 것이 필요하고, 최종적인 디스플레이에서 적절한 도전체에 대해 연결 영역을 확보하도록 접착제로 접촉 영역을 코팅할 수 있으며, 연결 영역에 이용되는 접착제는 전기 광 학 매체가 존재하는 디스플레이의 나머지 영역에 이용되는 접착제와 동일할 수도 있고 동일하지 않을 수도 있음 을 유의한다. 이 접착제의 존재가 부가적인 전기 저항을 도입하지만, 대부분의 전기 광학 매체에 필요한 전 류는 부가적인 저항이 문제되지 않을 정도로 낮으며, 필요하다면 당해 기술분야에서 잘 알려진 타입의 도전성 입자나 섬유를 포함하는 필수적인 도전성 접착제를 이용하여 연결 영역에 있는 접착제에 의해 도입되는 저항을 낮출 수 있다. 다른 방법으로는, 이하에서 더 상세히 설명하는 바와 같이, 백플레인에 대해 연결 영역을 확 보하기 위해서 변형가능한 도전성 재료가 이용될 수 있다.
- [0091] 연결 영역은 2 개의 상이한 방법으로 제공될 수 있다. 우선, 도 21 및 22를 참조하여 후술한 바와 같이, 전 기 광학 매체가 존재하지 않는 코팅되지 않은 영역 ("거터 (gutters)") 을 남겨놓도록 전기 광학 매체층의 형성 이 제어될 수 있으며, 이러한 코팅되지 않은 영역의 일부는 나중에 연결 영역으로서 제공할 수 있다. 다른 방법으로는, 적층판의 전면이 전기 광학 매체로 피복되며, 후에 어떤 편리한 방식으로 연결 영역으로부터 이 매 체가 제거될 수 있으며, 예를 들면, 전기 광학 매체의 기계적 마모 또는 화학적 감성 (degradation) 에 의해 제 거될 수 있다. 어떤 경우에는, 연결 영역으로부터 전기 광학 매체를 제거한 후에, 적층판은 전기 광학 매체 로부터 잔여부를 제거하도록 세정할 필요가 있으며, 예를 들면, 전기 광학 매체가 캡슐화된 전기영동 매체인 경 우, 연결 영역으로부터 전기영동 매체의 제거 동안에 캡슐의 파열 후에 남아있는 임의의 내부 페이즈를 제거하 는 것이 바람직하다.
- [0092] 본 발명의 프론트 플레인 적층판의 하나의 중요한 이점은, 최종 디스플레이로의 합체 이전에 적층판의 품질을 검사할 수 있다는 점이다. 보이드, 줄무늬, 코팅된 층의 두께의 변화, 포인트 박리와 같은 도전성 재료의 디스플레이 흡결 및 코팅된 재료의 성능에 부작용을 일으키거나 비정상적인 것으로 만들 수 있는 다른 문제들이, 코팅 기술 분야의 당업자에게 잘 알려져 있다. 또한, 캡슐화된 전기 광학 매체는 코팅 동안의 캡 술의 파열로 인한 결함으로부터 손해가 발생된다. 따라서, 일반적으로, 최종 제품에 이용하기 전에 임의의 결함을 확인하기 위해서, 눈으로나 기계 비전 시스템으로 코팅된 제품을 조사하는 것이 필요하다. 실제로 이러한 디스플레이의 능동 매트릭스형 백플레인의 비용은 전기 광학 매체 및 프론트 전극 구조를 합한 비용보다 훨씬 많기 때문에, 능동 매트릭스형 디스플레이에 이용될 전기 광학 매체에는 특히 이런 조사가 필수적이며, 결

함이 있는 코팅의 전기 광학 매체가 백플레인에 적층되는 경우, 일반적으로 백플레인을 보존하면서 매체를 제거하는 방법은 없기 때문에, 매체 및 백플레인 양자를 폐기해야만 한다.

[0093] 불행히도, 전기 광학 매체의 조사는 다른 코팅된 재료와 비교할 때 고유의 어려움을 나타낸다. 전기장에 노출될 때 전기 광학 매체만이 광학적 상태에서 중대한 변화를 겪게 되며, 광학적 상태에 변화를 겪은 매체의 성능에 부작용을 일으키는 여러 타입의 코팅 흡결 (예를 들면, 접착층내의 함유물 또는 불순물, 또는 캡슐의 과열) 을 시각적으로 관측하기는 매우 어렵다. 따라서, 검사 동안에 매체에 전기장을 인가할 수 있는 것이 바람직하다. 그러나, 대부분의 종래 기술의 공정에서는 이것이 불가능하다. 통상적으로, 이러한 종래의 기술 공정에서, 백플레인 및 프론트 전극 구조는 별개로 형성되며, 전기 광학 매체층은 이들 컴포넌트 중 하나 (일반적으로 프론트 전극 구조) 상에 제공되며, 백플레인 및 프론트 전극 구조는 이들 사이에 끼워진 전기 광학 매체와 함께 적층된다. 이러한 공정은 전기 광학 매체가 이 광학적 상태 사이에 스위칭될 수 있는 적층 이전의 어느 시점을 제공하지 않으며, 따라서 전기 광학 매체 또는 접착제의 흡결은 최종 디스플레이의 형성 이후까지는 발견되지 않을 수도 있으며, 그 결과 흡결이 있는 전기 광학 매체 또는 접착제에 적층되게 되는 양호한 백플레인을 폐기하는 손해가 발생된다. (대부분의 경우에, 매체 또는 전극상의 표면 불규칙은 매체의 광학적 상태에서 균일한 변화를 생성시키는 것을 불가능하게 만들고, 광학적 상태의 이러한 균일한 변화는 매체의 완전한 검사를 요구하기 때문에, 단순히 전극에 대해 기계적으로 프레스하는 것으로 전기 광학 매체를 적절히 검사하는 것은 불가능하다는 점을 유의한다).

[0094] 전술한 바와 같이, 본 발명은 적층판을 백플레인에 최종적으로 부착하기 이전에 전기 광학 매체 및 적층판의 다른 컴포넌트를 검사하는 방법을 제공한다.

[0095] 본 발명의 기본적인 프론트 플레인 적층판 및 그 검사 방법은 도 1 및 도 2를 참조하여 설명한다.

[0096] 도 1은 적층판을 디스플레이에 합체하기 이전에 적층판으로부터 릴리스 시트를 벗겨내는 방식을 도시하는 본 발명의 기본적인 프론트 플레인 적층판을 관통하는 개략 단면도이다. 도 1에서 도시한 바와 같이, 적층판 (일반적으로 10 으로 표시함) 은 투명 플라스틱막의 형태, 편리하게는 7mil (177 μm) PET 시트를 가지는 광투과 기관 (12) 을 포함한다. 도 1에는 도시하지 않았지만, 기관 (12), 최종 디스플레이의 가시면을 형성하는 저면 (도 1에서 설명함) 은 1 이상의 부가적인 층, 예를 들면, 자외선 방사를 흡수하는 보호층, 산소 또는 습기의 최종 디스플레이로의 진입을 방지하는 배리어층 및 최종 디스플레이의 광학적 특성을 향상시키는 무반사 코팅을 가질 수 있다. 기관 (12) 은 최종 디스플레이에서 프론트 전극으로서 동작하는, 바람직하게는 ITO의 얇은 광투과 전기 도전층 (14) 을 수반한다.

[0097] 전기 광학 매체의 층 (일반적으로 16 으로 표시함) 은 도전층 (14) 위에 막형성되며, 도전층 (14) 과 전기접촉한다. 도 1에 도시된 전기 광학 매체는 전술한 2002/0185378에 설명된 타입의 반대 전하 이중 입자의 캡슐화된 전기영동 매체이며, 각각이 음으로 하전된 백색 입자 (22) 와 양으로 하전된 흑색 입자 (24) 가 부유되는 탄화수소계 액체 (20) 를 함유한 캡슐벽 (18) 을 포함하는 복수의 마이크로캡슐을 포함한다. 마이크로캡슐은 바인더 (25) 내에 보유된다. 층 (16) 을 통해 전기장의 인가시에, 백색 입자 (22) 는 양극으로 이동하고, 흑색 입자 (24) 는 음극으로 이동해서, 층 (14) 이 최종 디스플레이 내부의 임의의 지점의 백플레인에 비해 양인지 음인지 여부에 의존하여, 기관 (12) 을 통하여 디스플레이를 보고 있는 관측자에게, 층 (16) 이 백색 또는 흑색으로 나타나도록 한다.

[0098] 적층판 (10) 은 전기 광학 매체층 (16) 위로 코팅된 적층 접착층 (26) 및 접착층 (26) 을 피복하는 릴리스 층 (28) 을 더 포함한다. 편리하게는, 릴리스 층은 7 mil (177μm) PET 막이며, 임의의 적절한 릴리스 코팅, 예를 들면 실리콘 코팅이 제공될 수 있다. 도 1의 좌측에 도시된 바와 같이, 접착층 (26) 에 의해서 적층판이 백플레인으로 적층되어 최종 디스플레이를 형성하기 전에, 접착층 (26) 으로부터 릴리스 층 (28) 이 벗겨진다.

[0099] 도 2는 전기영동 매체를 대향하는 릴리스 층 (28) 의 표면상에 알루미늄인 것이 바람직한 얇은 제 2 도전층 (30) 이 제공된다는 것을 제외하고는, 도 1에 도시된 적층판 (10) 과 동일한 변형된 프론트 플레인 적층판 (일반적으로 10'으로 표시함) 을 도시한다. (다른 방법으로, 제 2 도전층 (30) 은 전기영동 매체로부터 멀리 떨어져 있는 릴리스 층의 표면상에 제공된다. 그러나, 이하에서 설명하는 바와 같이, 제 2 도전층 (30) 이 전기영동 매체의 검사에 이용되며, 임의의 소정의 동작 전압에 대해 이 매체를 통하여 가능한 한 큰 전기장을 발생시키기 위해, 2 개의 도전층 사이의 거리를 가능한 한 작게 유지하는 것이 바람직하기 때문에 도 2에 도시된 구성이 일반적으로 바람직하다.) 전술한 바와 같이, 릴리스 층 (28) 및 도전층 (30) 은 알루미늄으로 피복된 PET 막으로부터 형성될 수 있으며, 이러한 막은 이미 상업적으로 입수가능하다. 도 2에 도시되지는 않지만, 어떠한 경우에는, 전기 광학 매체의 특성에 의존하여, 이 층이 전기 광학 매체에 부착되는 것을 방지하기

위해서 실리콘과 같은 저표면 에너지 재료의 코팅을 제 2 도전층 (30) 상으로 제공하는 것이 필요하거나 바람직할 것이다. 이 저에너지 재료는 시스템 내부로 부가적인 전기 저항을 도입하지만, 대부분의 전기 광학 매체의 저항은 충분히 높아서, 부가적인 저항의 존재는 문제되지 않는다. 필요하다면, 검사 (이하 참조) 동안에 이용되는 구동 전압이 부가적인 저항을 고려하여 조정될 수 있다.

[0100] 도 2는 도전층 (14) 은 접지되며, 제 2 도전층 (30) 에는 전기 광학 매체의 광학적 상태에 변화를 일으키기에 충분하며 최종 디스플레이에 이용되는 구동 전압과 동일한 것이 바람직한 구동 전압 V 가 인가되는 상태로 검사되는 적층판 (10') 을 도시한다. 제 2 도전층 (30) 과의 접촉은 접촉층 (26) 으로부터 멀리 있는 릴리스 층 (28) 의 작은 영역을 벗겨냄으로써 달성될 수 있으며, 도전층 (14) 과의 접촉은 유사하게 벗김으로써 그리고 적층판의 작은 영역으로부터 전기 광학 매체를 제거함으로써 달성될 수 있으며 또는 예를 들어 가죽 클립으로 이 매체에 구멍을 뚫어서 달성될 수 있다. 교류, 바람직하게는 구형파인 전압이 제 2 도전층 (30) 에 인가되어, 적층판 (10') 의 전체 시트가 흑색 및 백색으로 번쩍이도록 하는 것이 바람직하다. 사람의 눈은 이런 상황에서 번쩍이지 않는 작은 영역에서도 매우 민감하여, 작은 흠결도 쉽게 관측할 수 있다. 또한, 이 검사 방법은 적층판의 큰 시트에 쉽게 적용될 수 있기 때문에, 많은 경우에, 작은 흠결들이 눈에 띄게 될 수 있으며, 큰 시트를 개별 디스플레이에 필요한 부분으로 하는 후속적인 절단이 조정될 수 있어서, 약간의 흠결을 가진 시트로부터 최대 개수의 개별 디스플레이가 획득되도록 할 수 있다.

[0101] 도 2에 도시된 검사 방법은 실제 디스플레이에 이용되는 구동 전압에 대응하는 저전압의 정확한 인가로 검사가 이루어지도록 허용하므로, 검사 동안에 표시된 적층판의 특성이 최종 디스플레이에서 달성되는 것에 상응할 것을 필수적으로 보장한다. 예를 들면, 설계 사양에 의해 요구되는 것보다는 더 천천히 진행되기는 하지만, 광학적 상태의 변화를 겪는 전기 광학 매체의 영역은 이 방법에 의해서 쉽게 검출될 수 있다. 이 방법은, 특정 상황에서는 위험할 수 있는 고전압원을 요구하지 않으며, 본질적으로 적층판에 잔여 정전하를 남겨두지 않으며, 자동화된 조사에 잘 적응된다.

[0102] 본 발명의 제 2 검사 방법의 바람직한 실시형태는, 도 1에 도시된 적층판 (10) 에 적용되는 제 2 검사 방법을 도시하는 도 3에 개략적으로 설명된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 도 2에서와 같은 방식으로 도전층 (14) 이 접지된다. 정전기 헤드 (32) 는 릴리스층 (28) 근처에 배치됨으로써, 릴리스층 (28) 의 노출면상에 정전하를 분배하고, 도 3에는 양전하가 도시되지만, 전술한 것과 유사한 이유로, 음전하가 당연히 이용될 수 있으며, 연속적인 단계의 검사 공정에서는 반대 극성의 전하를 인가하는 것이 바람직하다. 릴리스층 (28) 상에 위치한 정전하는 적층판 (10) 의 광학적 상태가 변하게 한다.

[0103] 도 4는 도 3의 검사 방법을 실행하기 위한 바람직한 장치 (일반적으로 40 으로 표시함) 의 개략적이지만 더 상세한 측면도이다. 이 장치 (40) 는 검사의 위치에서 적층판 (10) 을 고정시키는데 이용되는 "투명 정전기 척 (chuck)" (일반적으로 42로 표시함) 을 포함한다. (정전기 척은, 적층판이 글라스 지지대에 대해 완전 평면인 것을 보증하기 때문에, 따라서 보이는 이미지에서 반사하는 인공물을 제거하여, 정전기 척이 기계적 클립위에 있는 것이 바람직하다.) 척 (42) 은 광학적 시멘트와 결합되는 평평한 유리판 (44) 과, 그 노출면이 ITO 층 (48) 을 수반하는 플라스틱막 (46) (편리하게는 PET) 을 포함한다. 척 (42) 에 장착된 솔레노이드 작동 포고 핀 (50) 은 적층판 (10) 의 도전층 (14) 에 접촉하며 (도 1), 도전층 (14) 과 도전층 (48) 사이에 전압이 인가되어, 검사동안에 이들 층들 사이에서 척 (42) 상의 위치에서 적층판 (10) 을 단단히 고정시키는 정전기 인력을 발생시킨다.

[0104] 라인 스캔 카메라 (52) 는 척 (42) 아래에 장착되어, 척을 통해 적층판 (10) 을 스캔할 수 있도록 한다. 이 오노그래픽 인쇄 헤드 (54) 는 도 3에 설명된 방식으로, 적층판 (10) 의 릴리스층 (28) (도 1) 에 정전하를 인가하기 위해서 척 (42) 위에 장착된다. 미국 특허 번호 4,160,257 에 설명된 타입의 적절한 이오노그래픽 인쇄 헤드는 상업적으로 입수가 가능하며, 하나의 실험용 장치는 Stamford Connecticut, United States of America에 있는 Xerox Corporation 에 의해 상업적으로 판매하고 있는 Xerox Docuprint 1300 Electron Beam printer로부터 재활용되는 헤드가 이용된다. 인쇄 헤드 (54) 에는, 릴리스층 (28) 의 노출면으로부터 통상적으로 0.5mm 의 일정한 거리로 인쇄 헤드 (54) 를 유지하는 스프링 장착 슬라이드 장치 (56) (도 4에 매우 개략적으로 도시됨) 가 제공된다. 카메라 (52) 및 인쇄 헤드 (54) 는 공통 선형 이동단 (미도시) 에 부착되며, 적층판 (10) 의 검사 동안에 도 4의 좌측에서 우측으로 이동하며, 카메라 (52) 는 인쇄 헤드 (54) 로부터 단거리 "다운스트림" 에 위치되어, 카메라 (52) 에 의해 스캔되는 선형 영역이 인쇄 헤드 (54) 에 의해 최근에 표시되었던 영역이 되도록 한다.

[0105] 도 4에 도시된 장치의 바람직한 동작 모드는 다음에서 설명한다. 조작자는 정전기 척 (42) 상으로 적층 시

트 (10) 를 위치시킨다. 조작자는, 등록 핀 또는 인쇄 등록 마크 (미도시) 를 이용하여 시트가 적절하게 정렬되는 것을 확보한다. 조작자가 안전 연동장치 덮개 (미도시) 를 닫은 후에, 핀 (50) 은 도전층 (14) 과 전기 접촉을 만든다. 그 후, 장치는 척 (42) 을 구동한 다음, 두 개의 도전층들 (14 및 48) 사이에 전기장을 발생시켜서 도전층들을 함께 잡아당긴다.

[0106] 이오노그래픽 인쇄 헤드 (54) 는, 이온 빔을 릴리스층 (28) 상에 투영시켜, 전기영동 매체를 광학적으로 포화된 광학적 상태로 구동한다. 이온은 도전층 (14) 상에 동일하고 반대의 이미지 전하의 형성을 일으키며, 그 결과로 생기는 전기장은 적층판 (10) 의 가시면 (도 4의 저면) 상의 색채를 변화시킨다. 시간 내내, 전기영동 매체를 통해서 전기장에 저장되는 에너지는 전기 도전에 의해 소실된다.

[0107] 라인 스캔 카메라 (52) 는 정전기 척 (42) 을 통해 적층판 (10) 에 이미지를 만든다. 장치는, 카메라에 의해 영사되는 적층판에도 정확한 균일한 조도를 제공하도록 설계된다. 제어기 (미도시) 는 기계의 다양한 컴포넌트 (카메라, 단, 광, 등) 을 제어하며, 카메라 (52) 로부터 이미지를 처리하여 측정되는 적층 시트가 제조 사양내에 있는지를 결정한다. 광학적 상태를 다른 방향으로 변경하는 것을 실패한 영역 (흑색으로의 변경을 실패한 백색 영역 또는 백색으로의 변경을 실패한 흑색 영역) 을 검출하는 것이 필요하기 때문에, 적층판 (10) 의 2 번 이상의 스캔이 전체적인 검사를 위해 필요하며, 인쇄 헤드 (54) 의 극성은 스캔 사이에서 반전된다. 제어기는 단순한 임계 알고리즘을 이용하여, 결함의 위치를 결정할 수 있으며, 검사된 각각의 광학적 상태에 대한 상위 및/또는 하위 반사력 범위의 외부에 떨어지는 이미지의 화소들이 결함으로 고려된다. 그 후, 컴퓨터는 적층판이 사양에 맞는지 여부를 결정하기 위해서, 결과로서 생기는 화소 흠결 데이터에 대한 더 정교한 처리를 수행할 수 있다. 예를 들면, 인접하고 있는 흠결있는 화소의 군은 단일한 흠결이라 할 수도 있다. 컴퓨터는 영역 당 화소 흠결의 개수, 각 흠결의 위치, 평균 흠결 영역 및 다른 계산된 파라미터의 개수를 산출할 수 있다.

[0108] 그 후, 장치는, 시트가 수용되는지 또는 거부되는지 여부를 표시할 수 있다. 시트가 거부되면, 장치는 레이저 커터용 계산 제어 프로그램을 생성하여 검사중인 적층 시트를 사양을 만족하는 더 작은 시트로 입방체형으로 자를 수 있다. 다른 방법으로는, 거부된 시트가 제거될 수 있다.

[0109] 이러한 장치에서 인쇄 헤드 (54) 로 인가될 필요가 있는 전압은, 전기 광학 매체의 것과 비교하여 통상적인 릴리스층의 저항의 단순한 해석으로부터 생각될 수 있는 것보다 훨씬 작으며, 전술한 바와 같이 실제 요구되는 인쇄 헤드 전압은 상업적인 이오노그래픽 인쇄 헤드의 성능 내에 당연히 있는 것을 유의해야 한다. 예를 들면, 일 실험에서 도 4에 설명되는 장치는, 최종 디스플레이에서 150 내지 500msec 의 기간을 가지는 15V 의 구동 펄스를 이용하여 백색과 흑색 상태 사이에서 스위칭되었던 캡슐화된 전기영동 매체를 검사하는데 이용되었다. 적층판에서, 이용된 릴리스층은 10^{13} ohm cm^2 의 저항을 가지는 PET 막이었다. 전기영동 매체의 저항 (대략 10^8 ohm cm^2) 대 릴리스층의 저항만을 고려하면, 릴리스층을 통해 인크를 구동하는데 1 백만 볼트 이상을 필요로 한다는 결론을 내릴 수 있다. 그러나, 층들의 커패시턴스는 실제와 거의 동일했으며 (전기영동 매체에 대해서는 28pF/ cm^2 , 릴리스층에 대해서는 50pF/ cm^2), 결합된 전기영동 매체 및 릴리스층을 통해 1000V 이하의 펄스는, 그 광학적 상태들 사이의 전체적인 전이를 위한 충분한 에너지를 전달한 전기영동 매체를 통해서 저항-커패시턴스 스파이크를 일으켰다.

[0110] 상술한 바와 같이 0.05mm(2 μ m) 의 릴리스층과 전술한 Xerox 인쇄 헤드를 가진 전기영동 매체를 이용한 실험에서, 1900 VPP 의 구동 전극 전압, 50kHz 의 구동 전극 주파수, 30Hz의 구동 펄스 너비 및 0.5mm 의 인쇄 헤드와 릴리스층 사이의 간격을 이용하여, 흑색 및 백색 상태 사이의 전체적인 전이가 10mm/sec 의 추적 속도로 성공적으로 입증되었다. 백색의 광학적 상태로 매체를 구동하기 위해서, 제어 전극 전압은 0V 로 설정되었고, 스크린 전극 전압은 180V 로 설정되었으며, 가속 전압은 +1000V 로 설정되었다. 흑색의 광학적 상태로 매체를 구동하기 위해서는, 제어 전극 전압은 200V 로 설정되었고, 스크린 전극 전압은 20V 로 설정되었으며, 가속 전압은 -1000V 로 설정되었다. 소정의 모든 전압들은 공통 접지에 대해서이다.

[0111] 도 5, 도 6 및 도 7은 이러한 실험에 이용된 실제 장치를 도시하는 사진이다. 도 5는 전반적인 검사 설정을 도시하고, 도 6은 백색에서 흑색으로 전기영동 매체를 스위칭하는 인쇄 헤드를 도시하고, 도 7은 이오노그래픽 인쇄 헤드 및 이와 관련된 제어판을 도시한다.

[0112] 본 발명의 이 검사 방법은, 전체적인 광학적 상태 전이를 달성하도록 도시되었으며 캡슐화된 전기 광학 매체내의 캡슐이 파열할 위험을 수반하지 않는 비접촉 검사 방법을 제공하여, 높은 검사 속도를 달성할 수 있다.

[0113] 도 8은 도 1에 도시된 적층판 (10) 과 매우 유사한 적층판 (일반적으로 200 으로 표시함) 을 도시하지만, 적층

판에는 릴리스 시트 (28), 접착층 (26), 및 전기 광학 매체층 (16) 을 통해 연장하는 개구 (202) 의 형태를 가진 연결 영역이 제공되어서, 개구 (202) 의 밑에 놓이는 도전층 (14) 의 영역을 노출시킨다. 개구 (202) 는, 예를 들면 심도 루팅 (depth routing) 기술을 포함하는 종래 기술에 의해 형성될 수도 있다. 개구 (202) 의 형성은, 릴리스 시트 (28) 를 제거하는 제 1 단계와 접착층 (26) 및 전기 광학 매체층 (16) 을 제거하는 제 2 단계의 2 단계로 수행될 수도 있다. 공정의 제 1 단계는, 절단 깊이를 한정하는 깊이 제어가 제공되는 기계적 커터를 이용하여 릴리스 시트 (28) 를 물리적으로 절단함으로써 실행될 수도 있다. 그 후, 릴리스 시트 (28) 의 절단부는, 예를 들면 진공 장치로부터의 흡입에 의해 제거될 수 있다. 다른 방법으로, 레이저 절제 또는 드라이 에칭, 특히 고도의 제어 및 반복이 가능한 방식으로 수행될 수 있는 반응성 이온 에칭에 의해서 릴리스층이 제거될 수 있다. 또한, 접착층 (26) 및 전기 광학 매체층 (16) 을 제거하는데도 에칭을 이용할 수도 있으며, 도전층 (14) 이 에치 스톱 (etch stop) 으로서 동작하는 에칭 기술을 이용하는 것이 바람직하다. 그러나, 접착층 (26) 및 전기 광학 매체층 (16) 을 제거하는 현재의 바람직한 기술은 웨트 기계적 연마이며, 이 기술은 릴리스 시트 (28) 를 제거하기 위해서도 이용될 수도 있다. 이러한 기계적 연마는, 폴리에스테르 레이온과 같은 부직 (non-woven) 및 년슈레딩 (non-shredding) 테이프를 이용하여 달성되는 것이 바람직하며, 쉬어링 (shearing) 타입의 동작으로 재료를 제거한다.

[0114] 실제로, 고에너지 기술은 도전층 (14) 을 손상시키는 경향이 있기 때문에, 레이저 절제와 같은, 고에너지 재료 제거 기술의 이용은, 층 (26 및 16) 의 제거에 추천할 만한 것은 아니다. 전술한 바와 같이, 기관 (12) 및 도전층 (14) 은 ITO로 코팅된 PET 막으로부터 형성되는 것이 편리하여, 이러한 막들은 상업적으로 입수가 가능하다. 그러나, 이러한 상업적 막에서, ITO 의 두께는 대략으로만 100nm (0.1 μm) 이므로, ITO 는 고에너지 제거 기술에 의해서 비교적 쉽게 손상된다.

[0115] 도전층 (14) 의 손상 위험을 줄이기 위해서는, 개구 (202) 가 형성될 영역에 있는 층 (14) 의 두께를 증가시키는 것이 바람직할 것이며, 디스플레이가 사용중인 경우에는 관측자와 전기 광학 매체 (16) 사이에 이 층이 놓이고, 전체적인 층(14) 의 두께를 증가시키면 디스플레이의 광특성에 부작용을 미치기 때문에, 전체적인 도전층 (14) 의 두께를 증가시키는 것은 실용적이지 않음이 분명하다. 그러나, 통상적으로, 개구 (202) 가 디스플레이의 주변부, 예를 들면 디스플레이의 베젤 (bezel) 아래로 가려져서 평상시에 사용할 때에는 볼 수 없는 영역에 형성될 것이고, 따라서 디스플레이의 광학적 성능에 영향을 끼치지 않으면서 그러한 영역에서는 층 (14) 의 두께를 증가시킬 수 있다. 개구 (202) 에 의해서 종국적으로 노출될 영역에 있는 도전층 (14) 의 두께는 도전성 잉크, 예를 들며 은 또는 흑연 잉크를 ITO 층 위로 인쇄하여 달성될 수 있으며, 실제로 전기 광학 매체층 (16) 이 코팅되기 전에 도전성 잉크가 PET/ITO 막 (또는 기관 (12) 및 도전층 (14) 을 형성하는데 이용되는 유사한 막) 의 관련 영역위로 인쇄되거나 다른 방법으로 도전층 (14) 위로 막형성되는 것을 유의한다.

[0116] 임의의 전기 광학 매체를 통하여 개구를 형성하는 것은 상당한 파편의 양을 형성시킬 수도 있다. 예를 들면, 도 8에서, 마이크로캡슐들이 미싱 (missing) 하는 "블랭크" 영역은 개구 (202) 의 좌측에 도시되며, 개구 (202) 의 형성 결과로서 하나의 마이크로캡슐이 층 (16) 에서 보이지 않게 한 것을, 이 블랭크 영역이 표시한다. (도 8의 마이크로캡슐의 크기는 물론 개구의 크기에 비하여 매우 과장된 것이며, 실제, 통상적인 개구는 10 마이크로캡슐 정도의 직경을 가진다.) 이 "미싱" 마이크로캡슐은 개구 (202) 의 형성 동안에 구멍이 나게되어 개구에 파편을 형성했다. 이 파편은, 디스플레이의 도전층 (14) 과 백플레인 사이에 필요한 전기적 접촉을 방해할 수 있기 때문에, 프론트 플레인 적층판이 디스플레이에 이용되기 전에 제거되어야 한다. 개구 (202) 를 형성하는 어떤 방법, 예를 들면 웨트 기계적 연마는, 그 자체로 전기 광학 매체로부터 파편을 충분히 제거할 수 있지만, 개구 (202) 를 형성하는데 이용되는 방법이 자체로 파편을 제거하지 못하는 경우에는, 물론 이용된 파편 제거 기술이 최종 디스플레이의 광학적 성능에 허용불가능한 부작용을 초래하는 전기 광학 매체에 대한 손상을 일으키지 않는 경우에, 어떤 공지의 파편 제거 기술, 예를 들면 액체 또는 가스의 흐름으로 개구를 플라즈마 에칭하거나 세정하는 기술이 파편을 제거하는데 이용될 수 있다.

[0117] 개구 (202) 는 최종 디스플레이에서 도전성 재료로 채워져서, 디스플레이의 프론트 전극 (도전층 (14)) 과 백플레인 사이의 도전성 경로를 형성한다. (도 8에는 단 하나의 개구 (202) 가 도시되지만, 실제로는 단일의 디스플레이를 형성하는데 이용되는 프론트 플레인 적층판 (10) 의 일부 내에 1 이상의 개구를 제공하여서, 디스플레이의 프론트 전극과 백플레인 사이에 다수의 도전성 경로를 제공하여, 예를 들어 도전성 경로를 형성하는 재료가 깨어지는 것으로 인해 하나의 도전성 경로가 정확하게 기능하지 못하는 경우에도 디스플레이가 정확히 기능할 수 있도록 하는 것이 바람직할 수 있다.) 그러나, 프론트 플레인 적층판을 백플레인으로 적층하기 전이나, 필수적으로 동시에, 도전성 재료로 개구 (202) 를 채우도록 해도 된다.

[0118] 도 9는, 적층 전에 개구 (202) 가 채워진 프론트 플레인 적층판 (일반적으로 210 으로 표시함) 을 설명한다.

도 9에서, 도 8에 도시된 개구 (202) 는 도전성 재료로 채워져서, 도전층 (14) 으로부터 릴리스 시트 (28) 의 노출면으로 연장하는 도전성 비아 (204) 를 형성하였다. 비아 (204) 는, 변형가능한 도전성 재료, 예를 들면 중합체 매트릭스에 도전성 입자를 포함하는 재료를 이용하는 것이 편리하지만, 임의의 도전성 재료로부터 형성되어도 된다. 이런 타입의 도전성 재료는, 은 잉크, 은 충전 에폭시 수지, 금속을 함유하는 실리콘 및 다른 재료들을 포함한다. 다른 방법으로, 비아 (204) 는 도전성 테이프로부터 형성될 수 있다. 도전성 재료는 임의의 편리한 방식으로, 예를 들면 프론트 플레인 적층판위로 잉크를 인쇄하거나, 개구 (202) 내부로 바늘을 통하여 도전성 재료를 주입함으로써, 삽입될 수도 있다. 릴리스 시트 (28) 의 표면위에 과도한 도전성 재료를 잔존시킬 수도 있는 인쇄와 같은 처리의 이용은, 프론트 플레인 적층판을 백플레인으로 적층하기 이전에 릴리스 시트 (28) 와 함께 이러한 과도한 도전성 재료가 제거될 것으로, 반대할 만한 것이 아니라는 점을 유의해야 한다. 도전성 재료가 교정을 필요로 하는 타입인 경우에는, 도전성 재료를 개구 (202) 내부로 삽입한 후에 도전성 재료의 부분적인 교정을 달성할 수 있지만, 도전성 재료의 최종적인 교정은 프론트 플레인 적층판을 백플레인으로 적층한 후까지 연기하는 것이 바람직한데, 그 이유는 이 적층 동안에 도전성 재료가 다소 변형가능한 상태로 남아있어서 백플레인과의 전기적 접촉을 더 양호하게 만들 수도 있기 때문이다. 도전성 비아 (204) 를 형성하는데 은 충전 에폭시 수지를 이용하는 하나의 장점은, 이 재료는 적층 이전에 교정할 잔류 시간을 필요로 하지 않으며, 바람직한 상승된 온도 범위내에서 수행되는 적층은 후술하는 바와 같이, 적층동안에 은 충전 에폭시 수지의 자체적인 교정을 달성한다는 점이다.

[0119] 도 8 및 도 9 에 도시되는 프론트 플레인 적층판 구성은, 통상적으로, 프론트 플레인 적층판이 아직 산적한 웹(web) 형태인 동안에 형성될 것이다. 다음으로, 프론트 플레인 적층판은 통상적으로 개별 디스플레이를 형성하는데 필요한 크기의 피스(piece) 로 절단될 것이다. 이 절단은, 레이저 절단기 또는 절단 다이(die) 를 이용하여 이루어질 수도 있다. 프론트 플레인 적층판이 웹 형태로 준비될 수 있어서, 이후에 상이한 디스플레이의 이용을 위해 다양한 상이한 크기의 피스로 절단될 수 있으므로, 프론트 플레인 적층판의 제조자가 상이한 크기의 피스의 대량의 재고를 유지할 필요가 없으며, 프론트 플레인 적층판을 웹으로서 준비하여 주문이 들어옴에 따라 이 웹을 다양한 크기의 피스로 절단할 수 있다는 것이 본 발명의 중요한 이점 중 하나이다. 다시, 전기 광학 매체의 임의의 타입의 절단은 예를 들면 캡슐화된 전기영동 매체의 파열된 캡슐로부터 파편을 형성시킬 수 있으며, 절단 후에 이러한 파편을 제거하기 위해서 적절한 세정이 필요할 수 있음을 유의해야 한다.

[0120] 본 발명은 프론트 플레인 적층판의 준비에서 다양한 단계를 수행하기 위해서 융통성을 허용한다. 예를 들면, 프론트 플레인 적층판의 웹의 일부로부터 릴리스 시트, 접착층 및 전기 광학 매체를 제거 (그리고 선택적으로는, 도전성 재료를 삽입) 한 다음, 웹을 절단하여 개별 피스의 적층판으로 형성하는 대신에, 우선 웹이 절단되어 적층판의 개별 피스 상에서 다양한 층들의 제거가 달성될 수 있다. 이 경우에, 릴리스층, 접착층 및 전기 광학 매체의 제거가 적층판의 피스의 정확하게 정의된 영역으로부터 달성되도록 보장하기 위해서, 지그(jig) 또는 다이를 제공하여 적층판의 피스를 잡아두는 것이 바람직할 것이다. 물론 공정 단계의 순서에서의 다른 변형이 가능하며, 예를 들면 도 9의 적층판의 생성 단계에서, 개구 (202) 의 형성 (도 8) 은 적층판의 웹 상에서 달성될 수 있으며, 그 후에 개별 피스를 생성하도록 절단되며, 절단 후 적층판의 피스를 백플레인에 적층하기 가능한 한 직전에, 도전성 비아를 형성하기 위하여 도전성 재료의 삽입이 이루어질 수 있다.

[0121] 도 8 및 도 9에 도시된 프론트 플레인 적층판은, 도 10 내지 도 17을 참조하여 후술되는 바와 같이, 디스플레이로의 통합 전에, 전술하였던 방법 중 하나로 검사되는 것이 바람직하다.

[0122] 전기 광학 디스플레이를 형성하는 공정에서 다음으로 중요한 단계는 프론트 플레인 적층판을 백플레인에 적층하는 단계이다. 그러나, 도 8 및 도 9에 도시된 프론트 플레인 적층판이 백플레인에 적층되기 전에, 릴리스 시트 (28) 가 제거되어야 한다. 이 제거는, 릴리스 시트의 노출면으로 접착 테이프를 도포하여 이 접착 테이프를 이용하여 접착층으로부터 릴리스 시트를 벗겨냄으로써 이루어질 수 있다. 다른 방법으로는, 릴리스 시트가 접착층 (26) 및 전기 광학 매체층 (16) 의 에지를 넘어서 연장하도록 배열될 수도 있는 경우에는 (예를 들면, 도포된 접착층 (26) 보다 더 넓은 릴리스 시트 웹을 이용함으로써), 릴리스 시트를 제거하기 위해서 수동으로 잡히거나 당겨질 수 있는 1 이상의 릴리스 시트의 "탭" 을 남겨놓을 수 있다. 적층 공정을 위한 준비로 릴리스 시트 (28) 를 제거하여 접착층 (26) 을 노출시킨다.

[0123] 도 10 은 화소 전극 (408) 및 접촉 패드 (410) 가 제공되는 백플레인 (406) 에, 도 9에 도시되는 프론트 플레인 적층판 (210) 이 적층되는 것을 개략적으로 도시한다. 도 10은, 프론트 플레인 적층판을 백플레인 (406) 에 적층함과 동시에, 보호층 (412) 이 프론트 플레인 적층판 (10) 의 기관 (12) 위로 적층되는 것을 도시한다. 이하에서 설명하는 이유로 이러한 보호층을 제공하는 것이 바람직하지만, 프론트 플레인 적층판을 백플레인에

적층하는데 이용된 것과 동일한 적층으로, 보호층을 부착할 필요는 없으며, 통상적으로, 프론트 플레인 적층판을 백플레인에 적층한 후에 두 번째 적층으로 보호층을 부착할 것이다. 다른 방법으로는, 전기 광학 매체 (16) 가 기관에 도포되기 전에 보호층 (412) 을 기관 (12) 에 도포할 수 있다. 프론트 플레인 적층판은, 도 9에 도시되는 위치와 비교하여 도 10에서 반전되어 있음을 유의해야 한다.

[0124] 도 10은 적층 공정 동안에 화살표 A 의 방향으로 이동되는 롤러 (414) 및 이동가능 가열단 (416) 을 이용하여 적층이 달성되는 것을 도시한다. 백플레인 (406) 은 단 (416) 상에 위치되며, 프론트 플레인 적층판 (210) 의 절단 피스는 백플레인 (406) 위에 위치되며, 프론트 플레인 적층판 (210) 및 백플레인 (406) 은 미리 위치된 정렬 기준 마커 예를 들면, 예지 기준을 이용하여 정렬되어, 단 (416) 의 평면에 대해 둘 다 평행한 방향으로 정렬을 제어하여, 적층 이전에 2 개의 컴포넌트의 정확한 정렬이 달성되도록 하는 것이 바람직하다. 그 후, 보호층 (412) 이 프론트 플레인 적층판 (210) 위에 위치될 수도 있다.

[0125] 에틸렌 비닐 아세테이트와 같은 접착체를 뜨겁게 용해하기 위해, 단 (416) 위의 재료의 스택이 특정의 상승된 온도로, 바람직하게는 50 ~ 150°C의 범위에서, 더 바람직하게는 80 ~ 110°C의 범위에서 유지되는 동안, 일단 정렬된 보호층 (412), 프론트 플레인 적층판 (210) 및 백플레인 (406) 이 롤러 (414) 밑에서 화살표 A 방향으로 전진하는 단 (416) 에 의해 함께 적층된다. 롤러 (414) 는 가열되거나 가열되지 않을 수 있으며, 0.2 내지 0.5 MPa 의 범위의 압력을 가하는 것이 바람직하며, 0.35 내지 0.5 MPa 의 범위의 압력을 가하는 것이 더 바람직하다. 적층 접착층은, 스택이 롤러 (414) 아래를 지나감에 따라, 적층의 열 및 압력이 프론트 플레인 적층판 (210) 과 백플레인 (406) 을 함께 적층하여, 전기 광학 디스플레이를 형성하도록, 온도 및 압력에 활성인 상태로 두는 것이 바람직하다. 도 10 으로부터, 전기 광학 매체가 화소 전극 (408) 에 인접하게 배치되는 한편, 도전성 비아 (204) 는 접촉 패드 (410) 에 접촉하도록 적층판이 배열된다는 점을 알 수 있으며, 프론트 플레인 적층판의 도전층 및 화소 전극에 의해 형성되는 공통 프론트 전극에 인가되는 전위가 독립적으로 변화되어 전기 광학 매체를 통하여 그 광학적 상태를 변경하기에 충분한 전기장을 발생시키기 위해서, 접촉 패드 (410) 가 화소 전극 (408) 으로부터 전기 절연되는 것이 물론 필요하다.

[0126] 적층 공정은 여러 방법으로 변동될 수 있다. 예를 들면, 단 (416) 은 정지상태를 유지하고, 롤러 (414) 가 이동할 수 있다. 롤러 (414) 및 단 (416) 양자가 가열되지 않을 수 있으며, 롤러 (414) 에 의해 인가된 압력에 의해서 적층 접착이 압력에 활성화될 수 있다. 도 9 보다는 도 8의 프론트 플레인 적층판을 이용하여 적층이 수행되는 경우에는, 변형가능한 도전성 재료, 예를 들면 은 충전 에폭시 수지가 인쇄되거나 다른 방법으로는 접촉 패드 (410) 위에 증착될 수 있어서, 적층 동안 변형가능한 도전성 재료를 개구 (202; 도 8) 내부로 밀어넣어서, 적층 공정 동안 도전성 비아를 형성하도록 할 수 있다. 물론, 적층은 1 개의 롤러 및 단보다 2 개의 롤러 (가열되거나 가열되지 않음) 를 이용하여 실행될 수도 있다.

[0127] 적층 공정의 더욱 기본적인 변동도 가능하다. 도 10 에 도시된 적층 공정은, 프론트 플레인 적층판의 개별적으로 절단된 피스가 개별 백플레인에 적층되는 "피스-투-피스 (piece-to-piece)" 공정이다. 그러나, 적층 공정은, 프론트 플레인 적층판의 웹이 가요성 기관상에 형성된 다수의 백플레인을 포함하는 웹으로 적층되는, 롤-투-롤 방식으로도 달성될 수 있으며, 이러한 웹은 전술한 E Ink 및 MIT 특허 및 공개된 출원 중에 설명된 바와 같이, 중합체 반도체로 형성된 트랜지스터를 이용할 수도 있다. 이러한 롤-투-롤 적층은, 사용된 접착제의 타입에 의존하여 가열되거나 가열되지 않을 수 있는 한 쌍의 롤러 사이의 닢 (nip) 을 통해 2 개의 웹을 통과함으로써 달성될 수도 있다. 프론트 플레인 적층판으로부터 이러한 릴리스 시트의 롤-투-롤 적층 제거에서, 프론트 플레인 적층판으로부터 릴리스 시트를 분리하기 위하여 장력을 가하는 테이크-업 롤러를 제공하는 것에 의해, "인-라인 (in-line)"으로 수행될 수 있으며, 분리된 릴리스 시트가 위에서 감겨지는, 롤-투-롤 공정을 수행하는 것은 당업자에게 자명하다. 이러한 롤-투-롤 적층 공정도 보호층의 동시 적층에 잘 적응된다. 롤-투-롤 적층 공정에 따르면, 결합된 "디스플레이" 웹도 물론, 개별 디스플레이를 제조하기 위해 절단될 것이다.

[0128] 적층은, 릴리스 시트가 벗겨진 프론트 플레인 적층판의 연속적인 웹이 적절한 홀더에 배열되는 복수의 백플레인으로 적층되며, 후에 프론트 플레인 적층판의 웹이 개별 디스플레이를 제조하기 위해 절단되는, "웹-투-피스" 방식이라 할 수 있는 것으로도 달성될 수 있다.

[0129] 프론트 플레인 적층판/백플레인 적층판이 영향을 받는 상태에서, 상대 습도 및 온도와 같은 환경 조건을 선택하는 데에는 교정이 실행되어야 하며, 왜냐하면 적어도 캡슐화된 전기영동 디스플레이의 경우에, 이러한 환경이 나타나게 되어, 적층에 의해 제조된 디스플레이의 광학적 성능에 영향을 미치기 때문이다. 이러한 전기영동 디스플레이에 대해서는, 20 내지 60 퍼센트의 상대 습도에서 적층이 이루어지고, 최적으로는 40 퍼센트의 상대

습도에서 적층이 이루어질 것이 추천된다. 또한, 이러한 전기영동 디스플레이에 대해, 대략 실온에서 예를 들면 15 내지 25°C 범위내에서 적층 공정이 실행되는 것이 바람직하다. 상대 습도 및 온도외에도, 다른 환경적인 파라미터들이 제어되는 것이 바람직하다. 적층 공정은, 제조 생산량을 향상시키기 위해서, 입자 개수가 적은 클린룸에서 실행하는 것이 바람직하다. 또한, 환경은 정전기가 없어야 한다. 릴리스 시트가 프론트 플레인 적층판으로부터 제거되는 경우, 높은 정전기 발생으로 인해 일어날 수 있는 정전기 방전 (ESD) 이 백플레인을 손상시킬 수 있다. ESD 의 위험을 감소시키기 위해서, 프론트 플레인 적층판이 릴리스 시트로 피복되는 동안 및 릴리스 시트가 제거된 후 양자에서, 이온 캐논 (cannon) 또는 이온 총이 프론트 플레인 적층판위로 전기적으로 중성 이온화된 입자를 뿌리는데 이용될 수 있으며, 프론트 플레인 적층판은 적층단상에 위치되거나 롤-투-롤 공정으로 적층된다. 이온화된 입자는 프론트 플레인 적층판을 방전하거나 전기적으로 중성화하게 한다. 또한, ESD 의 위험을 더 감소시키기 위해서는, 적층 환경은 조작자, 바닥 등을 접지하는 것을 포함하여 적절하게 접지되어야 한다.

[0130] 적층 후에, 보호막이 도포된 경우에도, 적어도 전기 광학 매체의 에지가 환경에 노출되며, 전술한 바와 같이 많은 전기 광학 매체가 습기, 산소 및 분진과 같은 환경적 요인에 영향을 받기 쉽다는 것을 도 10으로부터 알게 된다. 따라서, 본 발명에 따르면, 이러한 환경적 요인에 의해서 발생하는 전기 광학 매체에 대한 부작용을 방지하기 위해서 디스플레이는 밀봉되며, 따라서 디스플레이의 동작 수명을 증가시킬 수 있다. 유용한 밀봉의 실시예는 도 11 내지 도 17에서 설명한다.

[0131] 도 11은 "필릿 (fillet)" 에지 밀봉부 (520) 를 도시한다. (단순화를 위해 도 11 내지 도 17에서 화소 전극은 생략한다.) 이러한 밀봉의 타입에서, 기관 (12) 및 보호층 (412) 양자는 (백플레인 (406) 의 평면에 평행하게 측정되는) 전기 광학 매체층과 동일한 크기이며, 밀봉부 (520) 는 실질적으로 삼각 단면으로, 백플레인 (406) 에서 보호층 (412) 으로 감소되는, 백플레인 (406) 의 평면에 평행하게 측정된 측면 두께를 가진다. 도 11에 도시된 바와 같이, 밀봉부 (520) 는 백플레인 (406) 의 표면에서 위로 연장하지만, 보호층 (412) 을 지나지는 않는다.

[0132] 밀봉부 (520) 및 도 12 내지 도 17에 도시된 다른 밀봉부는, 제조용 표준 분배 기계를 이용하여 전기 광학 매체의 주변 둘레에 적절한 밀봉 재료를 분배함으로써 형성될 수도 있다. 예를 들면, 종래의 로보틱 니들 (robotic middle) 분배기는 두께가 0.3 내지 0.6mm 이며 너비가 0.8 내지 1.5mm인 밀봉부 (520) 를 분배하는데 이용될 수도 있다. 다른 방법으로는, 실크 스크리닝, 스텐실링 (stenciling), 전달 등과 같은 표준 인쇄 공정을 이용하여, 적층 전에, 프론트 플레인 적층판 (10) 또는 백플레인 (406) 상에 밀봉재료가 인쇄될 수 있다.

[0133] 도 11에 도시된 필릿 밀봉부 (520) 는, 디스플레이를 제조하는데 이용되는 다른 단계들 내로 쉽게 통합되기 때문에, 디스플레이 공정 및 제조 관점에서 이점을 가진다. 도 12 내지 도 17에 도시되는 다른 에지 밀봉 형상은 전기 광학 매체층으로부터 상이한 크기가 될 보호층 (412) 을 (어떤 경우에 기관 (12) 도) 요구하여, 이러한 크기의 차이는 전체적인 디스플레이 제조 공정을 복잡하게 할 수 있는 부가적인 공정 및/또는 제조 단계를 요구할 수 있다.

[0134] 도 12는 "오버랩 (overlap)" 밀봉부 (522) 를 설명한다. 이런 타입의 밀봉에서는, 전기 광학 매체층 (백플레인 (406) 의 평면에 평행하게 측정됨) 보다도 보호층 (412) 이 더 작으며, 밀봉재료는 전기 광학 매체층의 주변부 위로 연장하여 보호층 (412) 의 주변을 접촉시킨다. 도 12에 도시된 바와 같이, 밀봉부 (522) 는 백플레인 (406) 으로부터 위로 연장하지만, 보호층 (412) 을 지나지는 않는다.

[0135] 도 13은 "언더필 (underfill)" 밀봉부 (524) 를 설명한다. 이런 타입의 밀봉에서는, 전기 광학 매체층 (백플레인 (406) 의 평면에 평행하게 측정됨) 보다 보호층 (412) 이 더 크며, 밀봉재료는 전기 광학 매체층 및 기관 (12) 의 주변을 넘어 연장하는 보호층 (412) 의 주변부와 백플레인 (406) 사이에서 연장한다.

[0136] 도 14는 "트루 (true) 언더필" 밀봉부 (526) 를 설명한다. 이러한 타입의 밀봉에서는, 보호층 (412), 기관 (12) 및 (선택적으로) 도전층 (14) 이 모두 전기 광학 매체층 (백플레인 (406) 의 평면에 평행하게 측정됨) 보다 더 크며, 바람직하게는 대략 0.5 내지 1.5mm 의 거리만큼 더 크다. 보호층 (412), 기관 (12) 및 도전층 (14) 의 필수적인 "돌출 (overhang)" 은, 프론트 플레인 적층판 (10 또는 210) 을 백플레인 (406) 에 적층하기 이전에 디스플레이의 주변 둘레로부터 전기 광학 매체층의 주변부를 제거함으로써 제공될 수 있다. 또한, 이 적층 이전에, 디스플레이의 주변 주위에 밀봉재료가 분배되어, 백플레인 (406) 및 프론트 플레인 적층판 (10) 이 함께 적층되는 때에 에지 밀봉 (526) 이 형성되도록 한다. 다른 방법으로는, 적층 후에, 모세관 힘 또는 직접적인 압력을 이용하여 밀봉재를 전기 광학 매체 둘레의 작은 공동내로 채워넣도록 밀봉재료가 도포될 수 있다.

- [0137] 도 13 및 도 14의 언더필 밀봉은, 환경적 요인이 전기 광학 매체 (16) 에 도달할 수 있기 전에, 이들 언더필 밀봉만이, 밀봉재료의 실제적인 두께를 통하여 일차원으로 (도 13 및 도 14에서 좌측에서 우측으로) 환경적 요인의 확산을 허용한다는 점에서 이점이 있다. 보호 시트는 밀봉재료보다 그것을 통한 환경적 요인의 확산에 덜 민감하게 되는 경향이 있으며, 따라서 이러한 환경적 요인들이 전기 광학 매체로 이차원적으로 이동하는 것을 허용하는 다른 타입의 밀봉과는 반대로, 이러한 환경적 요인이 전기 광학 매체에 도달하여 영향을 미치기 전에, 환경적 요인이 밀봉 재료의 실질적인 두께를 통하여 일차원적으로 확산되어야 함을 보장하는 언더필 밀봉을 이용하는 것이 바람직하다.
- [0138] 도 15는 "비접촉 오버랩" 밀봉부 (550) 를 설명한다. 이 타입의 밀봉은 도 12에 도시된 오버랩 밀봉부 (522) 와 매우 유사하지만, 밀봉재료는 보호층 (412) 의 에지로 연장하지 않으며, 밀봉재료와 보호막 사이에 간격을 남겨둔다. 도 15에 도시된 바와 같이, 가요성 밀봉재 (522) 가 이 간격내부로 삽입되어 전기 광학 매체 (16) 의 밀봉을 향상시키는 것이 바람직하다. 도 12의 오버랩 밀봉부 (522) 에서는, 예를 들면 디스플레이에 이용되는 다양한 재료의 열팽창 계수들 간의 차이, 및 백플레인에 관련한 횡방향 이동에 대하여 백플레인으로부터 상이한 거리에 있는 층들이 억제되는 정도의 차이 때문에, 밀봉재료가 보호막의 에지로부터 깨어져 나가는 경향이 있다는 것이 경험적으로 발견되었다. 밀봉재료의 인접면과 보호막 사이의 균열의 형성은 전기 광학 매체의 밀봉 및 그에 따른 디스플레이의 동작 수명에 부작용을 일으킨다. 비접촉 오버랩 밀봉부 (550) 는 전기 광학 매체의 밀봉에 대한 부작용 없이 밀봉 재료와 보호막 사이의 임의의 상대적인 이동을 허용한다.
- [0139] 도 16은 "언더필 댐 (underfill dam)" 밀봉부 (560) 를 설명한다. 이 타입의 밀봉은 도 14에 도시된 트루 언더필 밀봉부 (526) 와 매우 유사하다. 그러나, 언더필 댐 밀봉 (560) 에서는, 전기 광학층 및 도전층 양자는 기관 (12) 의 에지의 짧은 단부를 이루어서, 이 기관 (12) 의 주변부를 노출된 상태로 남겨둔다. 또한, 언더필 댐 밀봉부 (560) 는 보호 댐 (562) 을 포함한다. 이 댐 (562) 은 교정가능 재료, 예를 들면 에폭시 수지로 형성되어, 백플레인 (460) 또는 프론트 플레인 적층판위로 분배되며, 백플레인과 프론트 플레인 적층판이 함께 적층되기 전에 교정되어서, 댐 (562) 은 전술한 기관 (12) 의 노출된 주변부와 백플레인 (406) 사이로 연장하도록 위치된다.
- [0140] 도 17 은 "채널" 밀봉부 (570) 를 설명한다. 이 타입의 밀봉부는 도 16에 도시된 언더필 댐 밀봉부 (560) 와 매우 유사하지만, 백플레인과 프론트 플레인 적층판의 적층 이전에 분배되고 교정되는 2 개의 이격된 비드 (572 및 574) 를 이용하여 2 개의 비드 사이에 채널을 정의한다. 그 후, 이 채널은 밀봉재료로 채워지지만, 적층 단계 이전에 채워진다.
- [0141] 도 16 및 도 17 에 도시된 밀봉부에서, 백플레인과 프론트 플레인 적층판 사이에 스페이서 비드들이 도입되어서, 적층 단계 동안의 밀봉 재료의 돌출 (즉, 압착) 을 방지할 수 있다.
- [0142] 어떤 경우에는, 밀봉 재료의 도포 이전에 프론트 플레인 적층판 및/또는 백플레인에 접착 촉진제를 도포하여, 백플레인 및 프론트 플레인 적층판에 밀봉 재료의 향상된 접착을 달성하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0143] 에지 밀봉만으로 환경적 요인에 대한 충분한 보호를 제공하지 않는 경우에는, 배리어 테이프도 도포할 수 있다. 이러한 배리어 테이프는 프론트 플레인 적층판 (10) 의 주위를 둘레에 이어져서 에지 밀봉 (510) 의 배리어 특성을 보조하는 것이 바람직할 것이다. 이 배리어 테이프는, 뒤에 폴리클로로트리플루오로에틸렌 (polychlorotrifluoroethylene, 등록 상표 Aclar 로 Honeywell International, Inc. 에 의해 상업적으로 판매됨), 금속으로 피복된 PET, 알루미늄, 또는 스테인레스 철이 뒤에 접착된 다이 컷 (die cut) 피스일 수 있다. 유사하게는, 환경적 요인에 대하여 디스플레이의 보호를 더 강화하기 위해서 부가적인 배리어막을 보호막에 도포할 수도 있다. 유사하게, 디스플레이의 환경적 무결을 더 강화하기 위해서 보호막 (412) 위에 부가적인 배리어막을 도포해도 된다.
- [0144] 도 18은 본 발명의 다른 프론트 플레인 적층판 (일반적으로 600 으로 표시함) 이 도 2와 유사한 방법에 의해서 검사되는 것을 도시한다. 프론트 플레인 적층판 (600) 은, 도전층 (30) 이 제공된 릴리스 시트 (28), 접착층 (26), 전기 광학 매체층 (16), 도전층 (14) 및 기관 (12) 을 포함하며, 이들 모두는 도 2에 도시된 프론트 플레인 적층판 (10') 의 대응하는 부분과 본질적으로 동일하다. 그러나, 프론트 플레인 적층판 (600) 은 도전층 (14) 으로부터 기관 (12) 의 반대면상에 보조 접착층 (702) 및 기관 (12) 으로부터 접착층 (702) 의 반대 측상에 있는 보조 릴리스 시트 (704) 를 더 포함하며, 이 보조 접착층 (702) 은 투명 접착제로 형성된다. 또한, 프론트 플레인 적층판 (600) 은 도전층 (14) 의 주변부상에, 은 잉크로 형성된 접착 패드 (706) 를 포함한다. 개구 (708) 는 접착 패드 (706) 에 인접한 릴리스 시트 (28) 를 통해 형성되며, 접착 패드 (706) 위에 놓이는 전기 광학 매체층 (16) 의 일부 및 접착층 (26) 이 제거되어, 개구 (708) 를 통한 릴리스 시트 (28)

의 노출면으로부터 접촉 패드 (706) 가 접근하기 쉽도록 한다.

- [0145] 도 18 은 프론트 플레인 적층판 (600) 이 도 2 에 이용되는 본질적으로 동일한 공정을 이용하여 검사되는 것을 도시한다. 릴리스 시트의 주변부 (28') 는 기관 (12) 을 넘어 연장하여, 도전층 (30) 의 영역 (30') 이 노출상태로 남겨지는 것을 도 18로부터 알 수 있다. 전기적 도전체 (710) 는 영역 (30') 을 전압원 (712) 에 접속하게 하며, 전압원 (712) 은 또한 제 2 전기 도전체 (714) 에도 접속된다. 도전체 (714) 는 개구 (708) 를 통하여 통과하고 접촉 패드 (706) 에 접촉하여, 전압원 (712) 으로 하여금 도전층 (14 및 30) 사이에 전압을 인가하도록 하여 전기 광학 매체층 (16) 의 광학적 상태를 변화시킨다.
- [0146] 프론트 플레인 적층판 (600) 은 우선, 이미 도전층 (14) 이 제공된 기관 (12) 으로 보조 접착층 (702) 및 보조 릴리스 시트 (704) 를 도포함으로써 제조될 수 있으며, 전술한 바와 같이, 상업적으로 입수가능한 PET/ITO 또는 유사한 합성막에 의해서 기관 (12) 및 도전층 (14) 이 편리하게 구성된다. 그 후, 접촉 패드 (706) 는 도전층 (14) 의 노출면상에 인쇄된다. 다음으로, 접촉 패드 (706) 에 의해 점유되는 영역을 포함하는 도전층 (14) 은 전기 광학 매체로 코팅되고, 그 후 접착층 (26) 으로 코팅되며, 접착층 (26) 은 도전층 (30) 이 제공된 릴리스 시트 (28) 에 의해 차례로 피복된다. 마지막으로, 릴리스 시트 (28), 접착층 (26) 을 통해서 개구 (708) 가 형성되고, 도 2를 참조하여 전술된 방법 중의 방법으로 전기 광학 매체층 (16) 이 접촉 패드 (706) 로부터 세척된다. 그래서, 도 18에 도시된 바와 같이, 프론트 플레인 적층판 (600) 은 검사 준비가 된다.
- [0147] 도 19는 화소 전극 (408) 및 접촉 패드 (410) 가 제공되는 백플레인 (406) 에 적층되는 도 18의 프론트 플레인 적층판 (600) 을 설명하며, 도 10에 도시된 백플레인의 대응하는 부분과 본질적으로 모두 동일하다. 전기 도전성 접착체로 형성된 도전체 (720) 는 프론트 플레인 적층판 (600) 의 접촉 패드 (706) 와 백플레인 (406) 의 접촉 패드 (410) 사이에 전기접촉을 확립하며, 이 접촉 패드 (410) 는 물론 화소 전극들 (408) 로부터 전기 절연된다. 도 19에 도시된 구성을 제조하기 위해서, 전기 도전성 접착체가 접촉 패드 (410) 위로 인쇄되며, 프론트 플레인 적층판 (600) 으로부터 릴리스 시트 (28) 가 제거되고, 전술한 기술을 이용하여 백플레인과 프론트 플레인 적층판이 함께 적층될 수 있다.
- [0148] 도 20은 도 19에 도시된 적층 구성으로부터 준비될 수 있는 디스플레이 (일반적으로 800으로 표시함) 의 일 형태를 도시한다. 디스플레이 (800) 를 제조하기 위해서, 보조 접착층으로부터 보조 릴리스 시트 (704) 가 제거되며, 그 후 프론트 플레인 적층판/백플레인 구성 (도시를 쉽게 하기 위해 도 20 에서 접촉 패드 (410) 및 화소 전극 (408) 을 생략함) 은 프론트 플레인 적층판 (600) (백플레인 (406) 의 평면에 평행함) 보다 큰 배리어막 (802) 에 적층된다. 다른 보호막 (802), 바람직하게는 200 μ m 의 두께를 가지며, 투명 접착체로 형성되는 적층 접착층이 제공되는 PET 막은 그 후 보호막 (802) 의 노출면에 적층된다. 다음으로, 백플레인 (406) 과 배리어막 (802) 사이의 간격내로 밀봉 재료 (808) 가 주입됨으로써, 백플레인 (406) 으로부터 보호막 (412) 으로 라기 보다는, 백플레인 (406) 으로부터 배리어막 (802) 으로 밀봉 재료 (808) 가 연장하는 것을 제외하고는, 도 13에 도시된 밀봉부 (512) 의 원리와 유사한 언더필 밀봉의 타입을 형성한다.
- [0149] 도면에 도시되지는 않지만, 화소 전극들 (408) 및 접촉 패드 (410) (도 19) 를 백플레인의 주변부에 접속시키는, 회로가 백플레인 (406) 에 제공되며, 백플레인의 주변부에는 구동 집적 회로 (812; 디스플레이의 동작을 제어함) 가 제공되는 테이프 접속 패키지 (810) 가 부착되며, 이 테이프 접속 패키지 (810) 는 인쇄 회로 기관 (814) 에 접속된다.
- [0150] 도 2 내지 도 20을 참조하여 상술한 특정 디스플레이는, 릴리스층, 접착층 및 전기 광학 매체층을 통하여 형성된 하나 이상의 개구를 가지는 프론트 플레인 적층판을 이용하며, 이 개구는 이들 층들에 의해 완전히 둘러싸이도록 한다. 그러나, 이 개구의 이용은 본질적인 것은 아니다. "개구" 는 릴리스 층, 접착층 및 전기 광학 매체층의 에지에 오목부의 형상을 갖도록, 프론트 플레인 적층판의 주변에 인접한 영역으로부터 릴리스 층, 접착층 및 전기 광학 매체층이 제거될 수 있다. 다른 방법으로는, 백플레인과 전기접촉하는데 필요한 프론트 플레인 적층판의 도전층의 노출면은, 릴리스 층, 접착층 및 전기 광학 매체층을 제거함으로써가 아니라, 도 21 및 도 22에 설명한 바와 같이 이들 부가적인 층으로 도전층의 특정 영역을 코팅하지 않음으로써 제공될 수도 있다.
- [0151] 도 21은, 프론트 플레인 적층판의 기관을 형성할 수 있는 웹 (922) 상에, 전기 광학 매체의 연속적인 스트립 (920) 이 막형성되는 "레인(lane)" 코팅 공정을 도시한다. 도 9에서는 단 2 개만 도시한, 다수의 도전성 재료 영역은 웹 (922) 상에 제공되며, 이들 영역의 각각은 전기 광학 매체의 스트립 (920) 에 의해 완전히 피복되는 직사각형 (924) 형태 및 스트립 (920) 의 에지를 넘어 직사각형 (924) 으로부터 연장하는 탭 (926) 을 가지며, 탭 (926) 의 일부는 전기 광학 매체에 의해 피복되지 않도록 한다. 도 21에는 도시되지 않았지만, 마지

막 웹의 프론트 플레인 적층판에서 탭 (926) 의 일부가 전기 광학 매체 및 접착층 양자가 없게 되도록 하여서, 프론트 플레인 적층판을 백플레인으로 적층하기 전에 도전층의 일부로부터 이들 2 개의 층을 제거할 필요가 없도록, 후속적으로 프론트 플레인 적층판의 접착층은 전기 광학 매체와 동일한 패턴으로 코팅된다.

[0152] 백플레인상의 적절한 접촉 패드로 도전성 재료의 노출된 탭 (926) 이 직접 적층될 수는 없다. 그러나, 일반적으로, 백플레인상의 컨택트 패드와 탭 (926) 사이에 이 변형가능한 도전성 재료가 놓여져서 접촉 패드와 탭 사이에 양호한 전기 접촉을 보증하도록, 적층 이전에, 전술한 바와 같이 변형가능한 도전성 재료를 백플레인상으로 코팅하는 것이 바람직하다.

[0153] 도 21에 도시된 공정에서, 도전층의 형태에서 고려할 만한 변형이 가능하다. 예를 들면, 도전층은, 스트립 중 하나 또는 양 에지를 따라서 규칙적인 간격으로 제공되는 탭들을 가지는 연속 스트립의 형태를 가질 수 있어서, 이 스트립들은, 개별 디스플레이에 적합한 프론트 플레인 적층판의 피스들을 제공하기 위해 절단되고 각각이 하나 이상의 탭을 가지도록 할 수 있다. 다른 방법으로는, 도전층은 탭이 없는 단순한 스트립의 형태를 가질 수 있으며, 전기 광학 매체가 도전성 재료의 스트립보다 더 협소한 스트립의 형태로 코팅되어서, 프론트 플레인 적층판이 백플레인에 적층될 때 백플레인에 접촉할 수 있는 연결 영역을 제공하도록 도전성 재료 중 하나의 에지 또는 양 에지를 노출된 상태로 남겨둘 수 있다.

[0154] 도 22는 도 21의 공정과 유사하지만, 전기 광학 매체가 연속 스트립보다는 일련의 패치들 (930) 로서 도포되는 공정을 도시하며, 각각의 패치 (930) 가 하나의 디스플레이에 대해 이용된다. 도 22의 공정의 변형은, 도 14의 트루 언더필 밀봉부를 가지고 이용하는데 적합한 프론트 플레인 적층판을 제공하도록 이용될 수도 있다.

기관 재료의 웹 (922) 의 전면 위로 연장하도록 도전층이 변형되며, 적절한 크기의 패치들 (930) 로서 전기 광학 매체가 코팅되는 경우, 인접한 패치들 사이의 웹 (922) 을 절단하여, 도 14의 트루 언더필 밀봉의 형성에 필요한, 전기 광학 매체의 모든 주위의 전기 광학 매체층의 주변 너머로 기관 및 도전층이 연장하는 프론트 플레인 적층판의 피스들을 제공할 것이다.

[0155] 다른 방법으로는, 본 발명의 공정에서, 프론트 플레인 적층판을 백플레인으로 적층한 후 및, 밀봉 형성 전 또는 후에 (통상적으로 후자가 더 바람직함), 제작된 적층 구조는 오토클레이브 (autoclave) 될 수 있으며, 즉 온도 및 압력이 구성을 베이크함에 따라 증가될 수 있는 제어된 환경의 챔버인 오토클레이브내로 삽입될 수 있다.

이러한 오토클레이빙은 열을 통해 공기에 외부로 힘을 가함으로써 적층된 구조의 작은 공기 보이드 (void) 의 제거를 촉진시킨다. 다른 방법으로는, 진공상태에서 프론트 플레인 적층판을 백플레인으로 적층함으로써 보이드의 제거가 이루어질 수도 있다.

[0156] 본 발명의 공정은, 종래의 디스플레이 제조 기술과 비교할 때 요구되는 단계 및 재료의 개수를 감소시킴으로써, 전기 광학 디스플레이의 제조를 매우 단순화하며 디스플레이 제조 공정의 효율을 증가시켜서, 이러한 디스플레이의 제조 비용을 상당히 절감할 수 있다.

[0157] 상술한 본 발명의 특정 실시형태에서 형태와 세부적인 면에서의 다양한 변형이 이루어질 수 있다. 예를 들면, 진공 척은 홀 근처의 흡결을 검출하는 것을 더 곤란하게 하여, 결과적으로 한 위치에 있는 진공 홀에 의해서 불명료해질 수 있는 흡결을 검출하기 위해서, 대개는 척 상에서 상이한 위치에서 각각의 적층 시트를 2 번 검사할 필요가 있는 가시 진공 홀의 단점을 가지지만, 도 4에 도시된 정전기 척 (42) 은 진공 척으로 대체될 수 있다. 유사하게, 라인 스캔 카메라 (52) 는 매트릭스 카메라 및 포커싱 옵틱스로 대체될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0158] 도 1은 디스플레이에 적층판을 통합하기 이전에, 릴리스 시트가 적층판으로부터 벗겨지는 방식을 나타내는 본 발명의 프론트 플레인 적층판의 개략 단면도이다.

[0159] 도 2는 검사중인 본 발명의 제 2 프론트 플레인 적층판의, 도 1 과 유사한, 개략 단면도이다.

[0160] 도 3은 검사중인 도 1의 프론트 플레인 적층판을 도시하는, 도 1 과 유사한, 개략 단면도이다.

[0161] 도 4는 도 3에 도시된 검사 방법을 실행하는 장치의 개략 측면도이다.

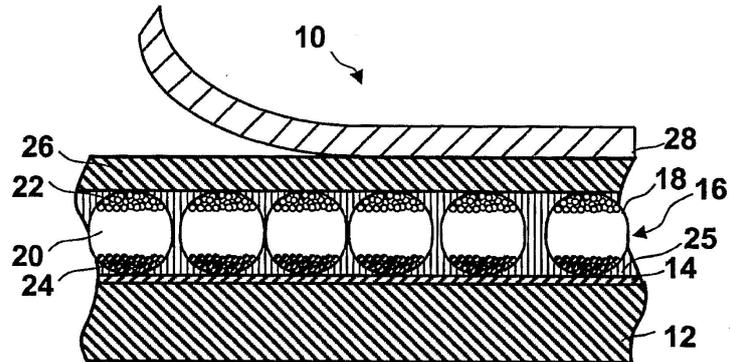
[0162] 도 5, 도 6, 및 도 7은 도 4에 개략적으로 도시되는 장치의 3 개의 실제적인 형태를 도시한다.

[0163] 도 8은 본 발명의 제 3 프론트 플레인 적층판의, 도 1 과 유사한 개략 단면도이다.

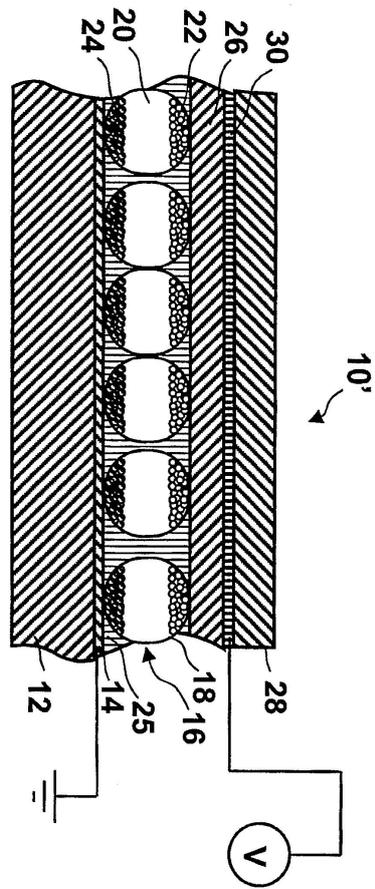
- [0164] 도 9는 본 발명의 제 4 프론트 플레인 적층판의, 도 8 과 유사한, 개략 단면도이다.
- [0165] 도 10은 본 발명의 제 1 전기 광학 디스플레이를 형성하기 위하여 공정의 중간 단계에서 이용되는 도 9의 프론트 플레인 적층판을 도시하는 개략 단면도이다.
- [0166] 도 11은 본 발명의 제 1 전기 광학 디스플레이의 최종 형태를 도시하는 개략 단면도이다.
- [0167] 도 12 내지 도 17은 상이한 밀봉 구성을 이용하여 전기 광학 디스플레이의 변형된 형태를 도시하는, 도 11 과 유사한, 개략 단면도이다.
- [0168] 도 18은 검사가 진행중인 본 발명의 제 5 프론트 플레인 적층판의 개략 단면도이다.
- [0169] 도 19는 본 발명의 공정에서 도 18의 프론트 플레인 적층판이 백플레인에 적층되는 것을 도시하는 개략 단면도이다.
- [0170] 도 20은 중간 단계가 도 19에 도시되는 공정에 의해 제조되는 최종 전기 광학 디스플레이의 개략 단면도이다.
- [0171] 도 21 및 22는 본 발명의 프론트 플레인 적층판을 형성하는 코팅 공정의 개략 평면도이다.

도면

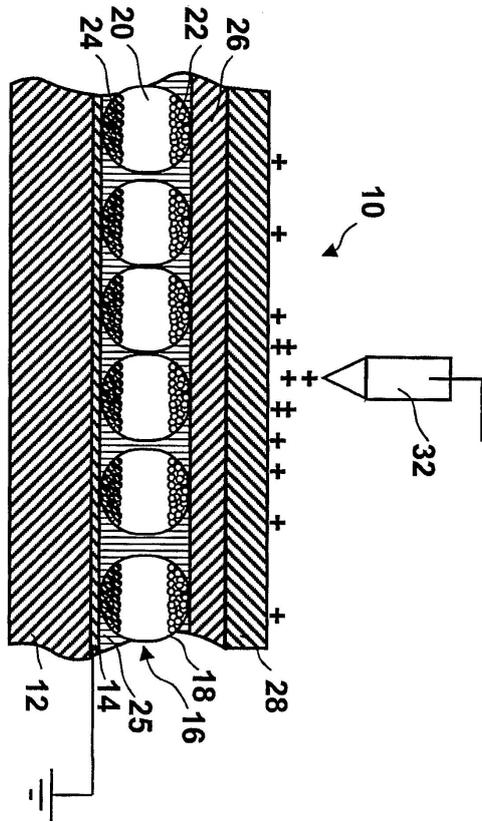
도면1



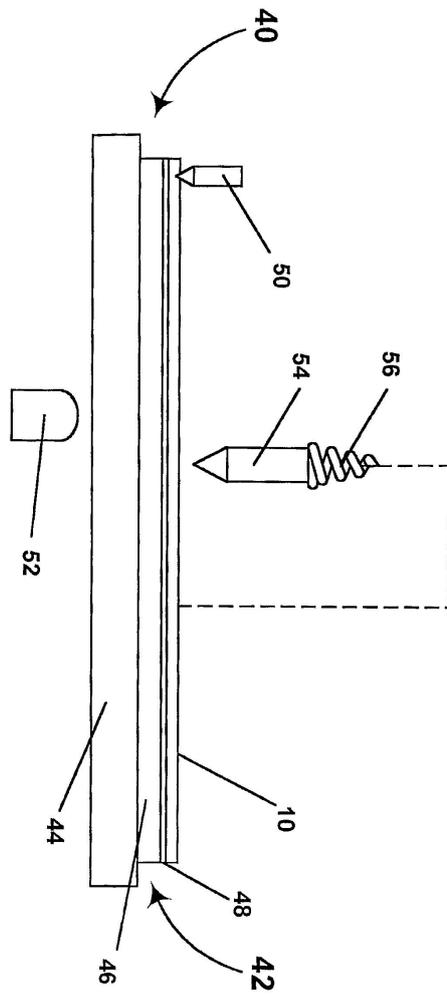
도면2



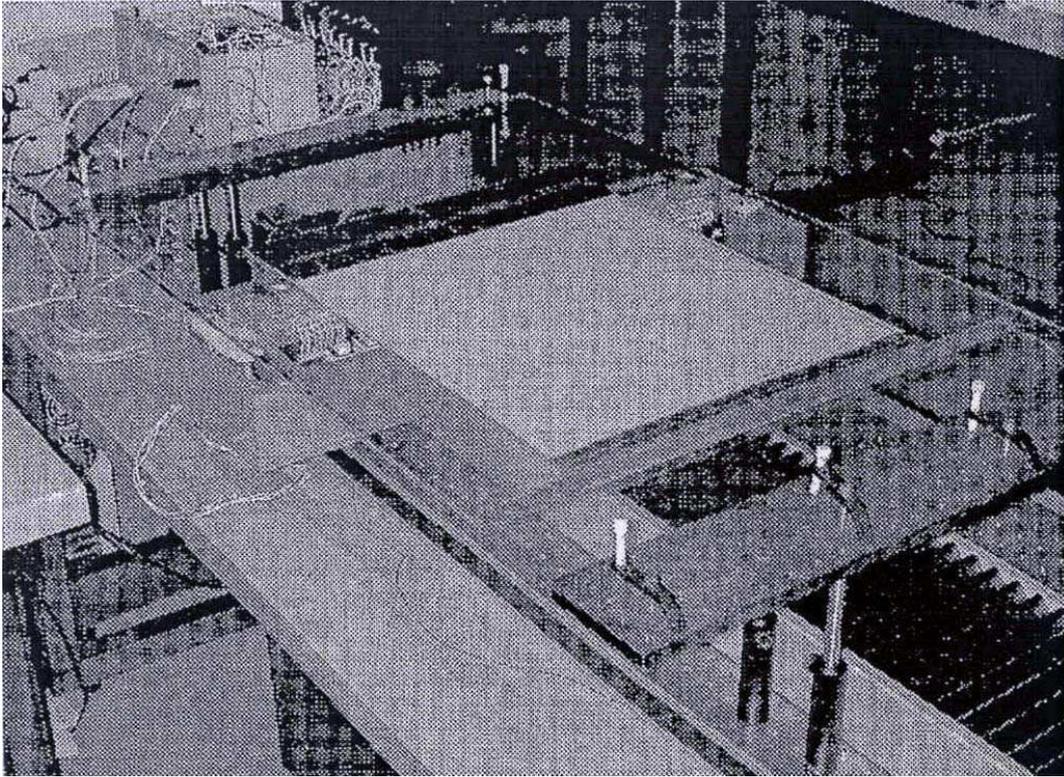
도면3



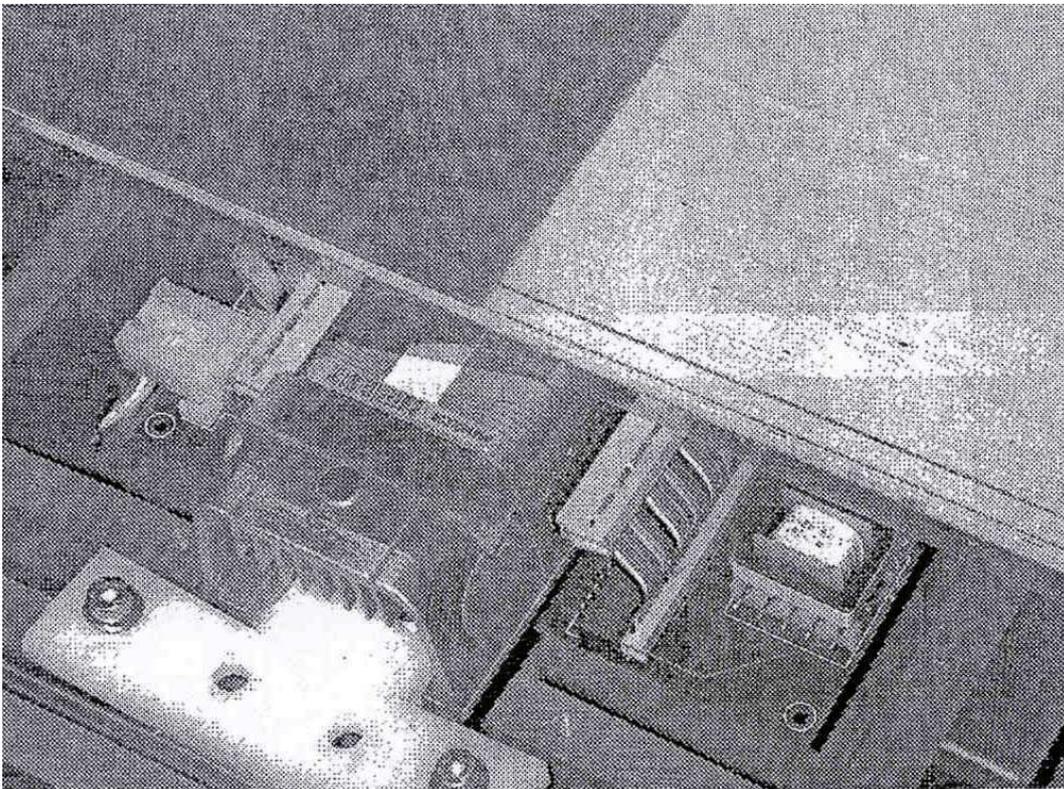
도면4



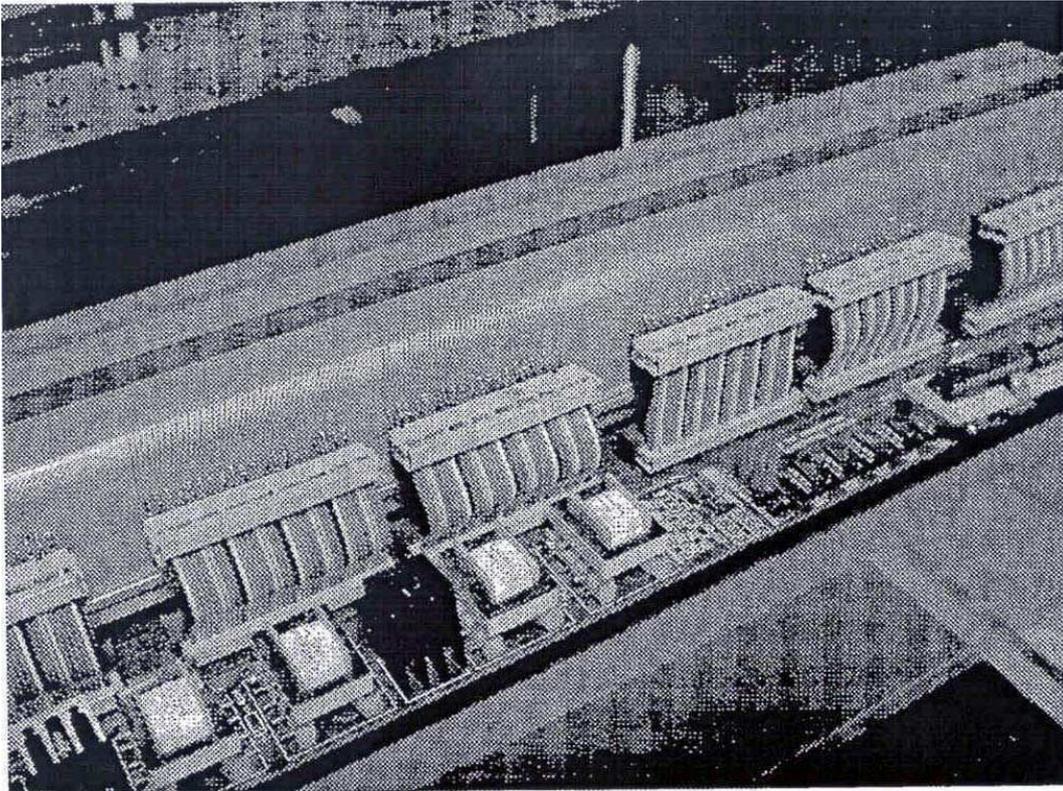
도면5



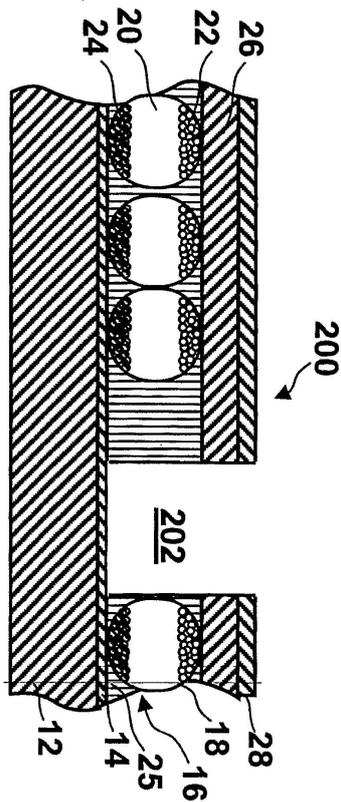
도면6



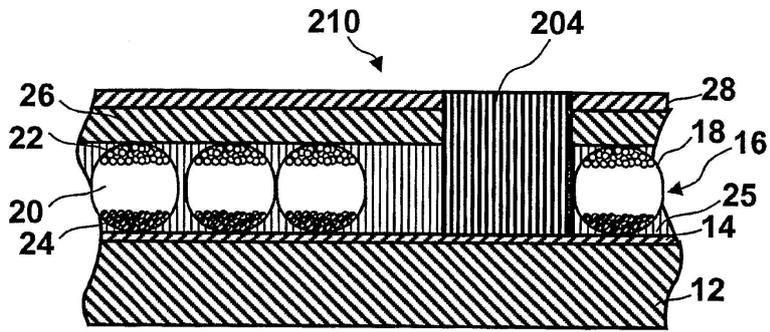
도면7



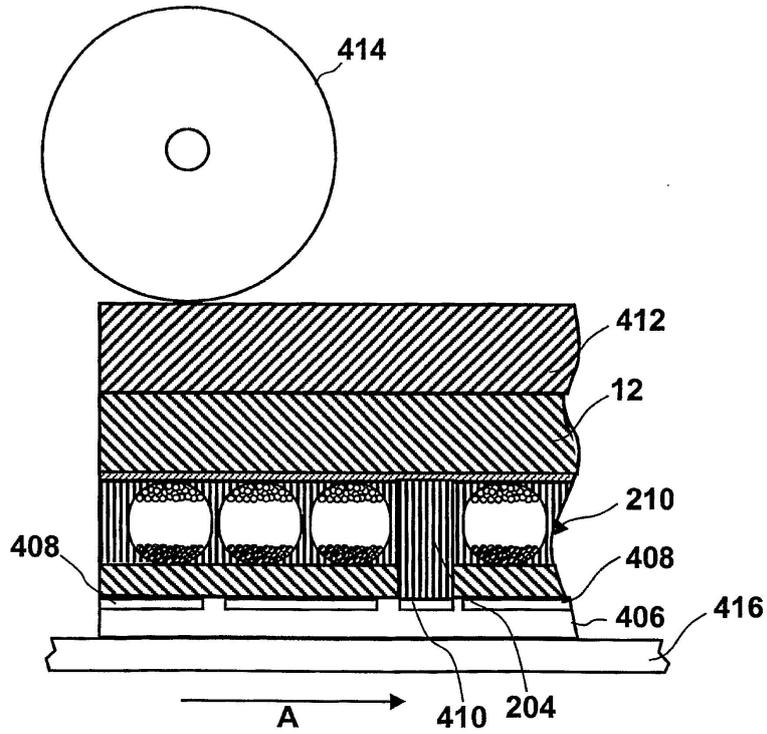
도면8



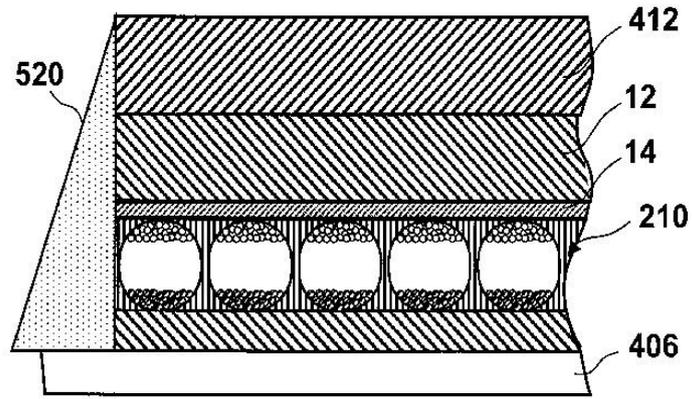
도면9



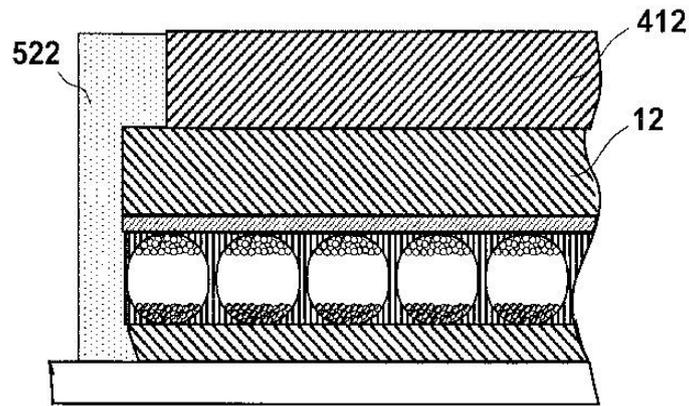
도면10



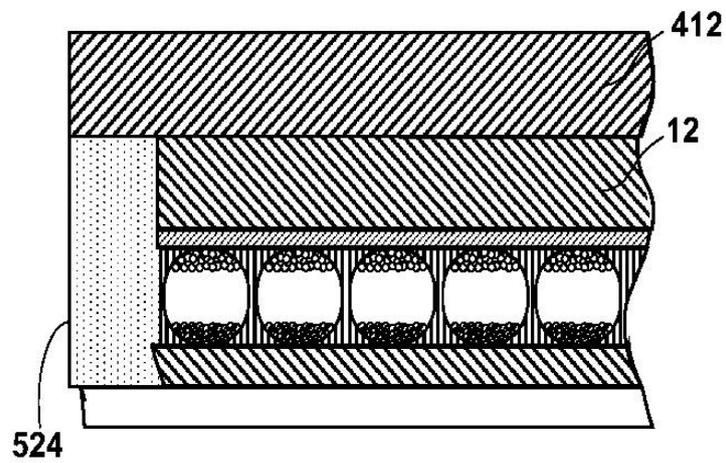
도면11



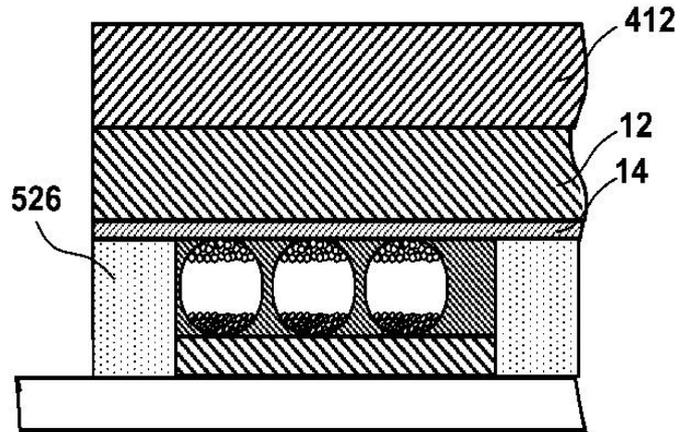
도면12



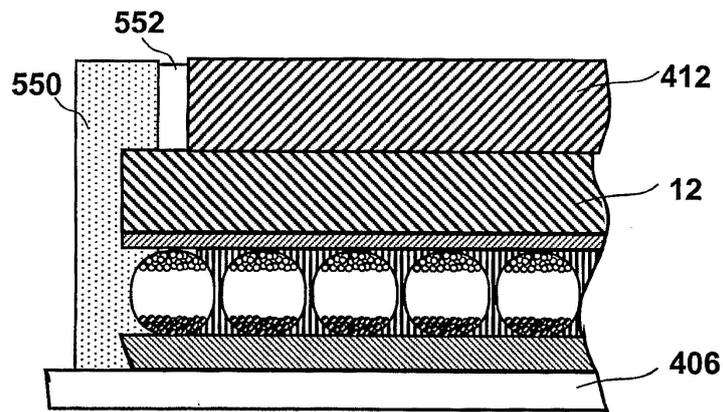
도면13



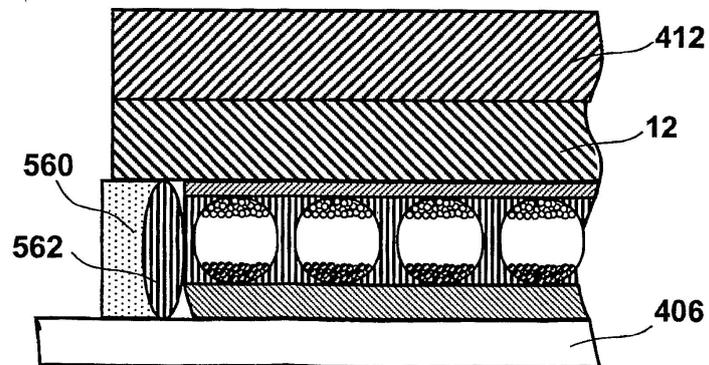
도면14



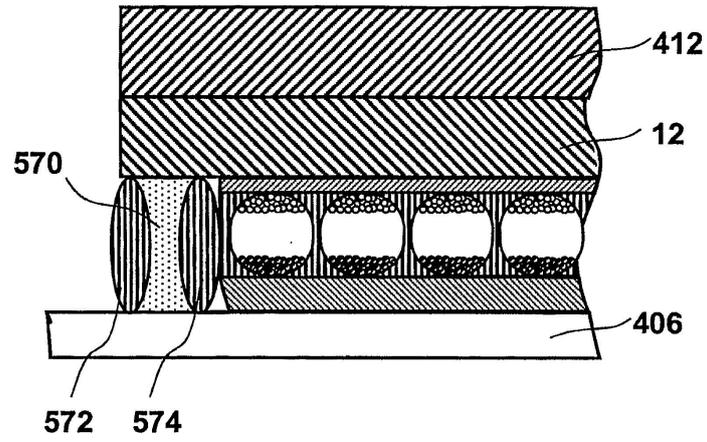
도면15



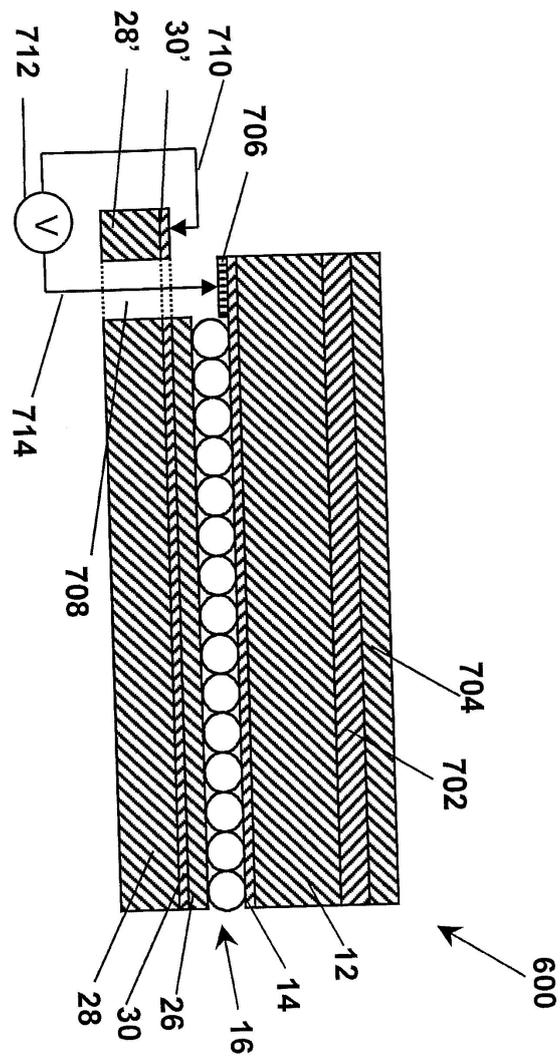
도면16



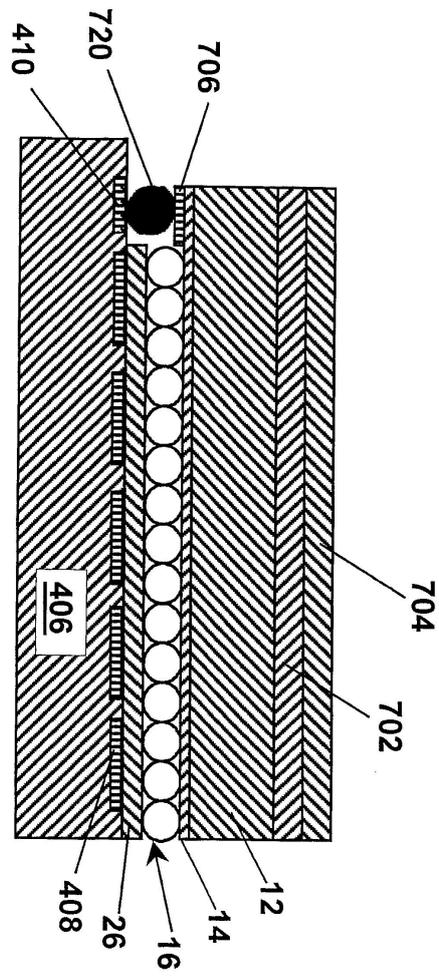
도면17



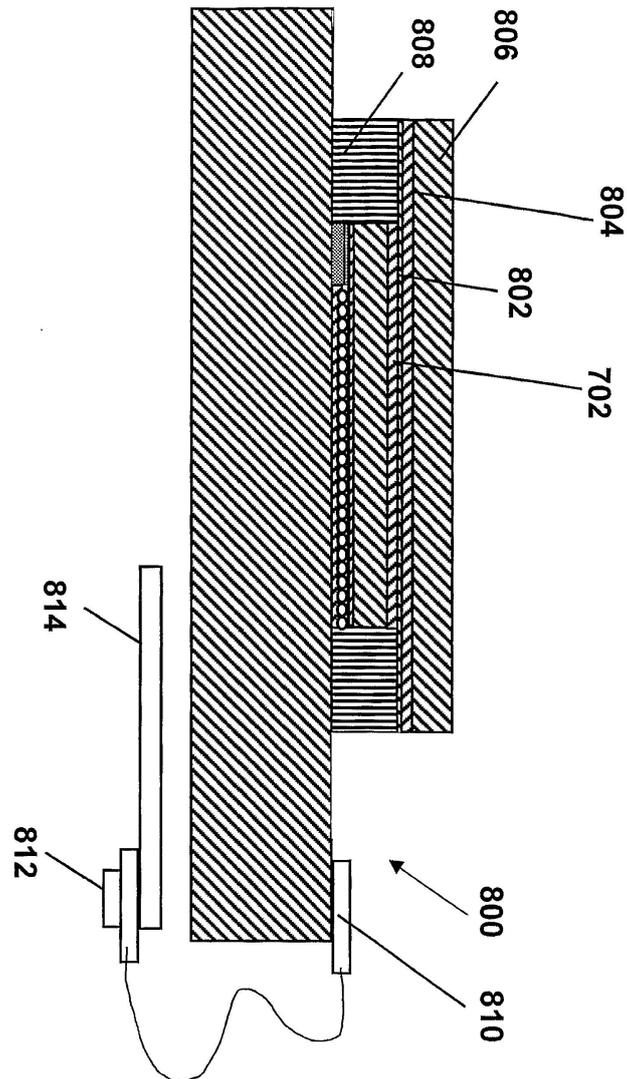
도면18



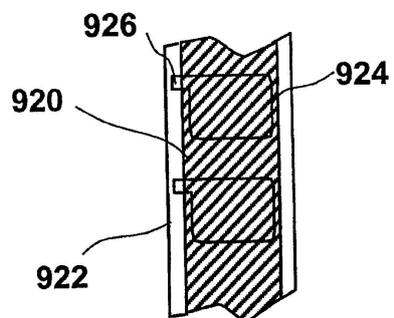
도면19



도면20



도면21



도면22

