



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월19일
(11) 등록번호 10-0859305
(24) 등록일자 2008년09월12일

(51) Int. Cl.

G02F 1/167 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-7015909
(22) 출원일자 2003년12월04일
심사청구일자 2007년06월01일
번역문제출일자 2003년12월04일
(65) 공개번호 10-2004-0006017
(43) 공개일자 2004년01월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/017632
국제출원일자 2002년06월03일
(87) 국제공개번호 WO 2002/98977
국제공개일자 2002년12월12일
(30) 우선권주장
09/874,391 2001년06월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP13056653 A*
KR1020010032675 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

사이픽스 이미징, 인코포레이티드

미국 94538 캘리포니아주 프리몬트 씨브리지 드라이브 47485

(72) 발명자

장홍메이

미국94086캘리포니아주서니베일이스트레드오크드라이브209아파트먼트넘버디

왕샤오자

미국94555캘리포니아주프레몬트맥베스서클4419

량룡-창

미국95014

캘리포니아주쿠퍼티노퍼시픽카드라이브20142

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 24 항

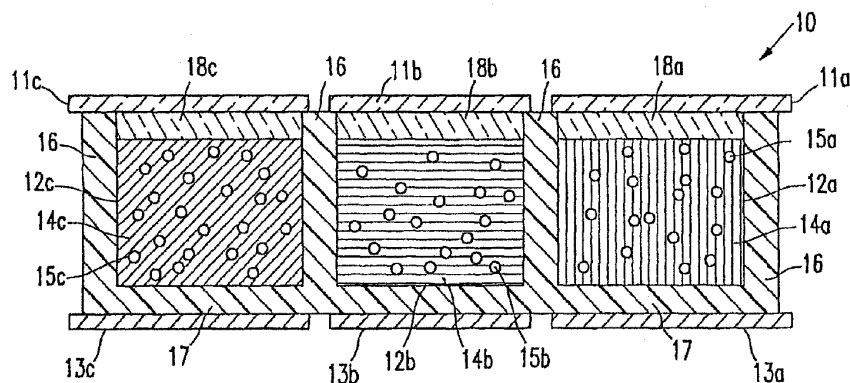
심사관 : 최창락

(54) 롤투롤 방식으로 디스플레이 제조시 마이크로칩의 밀봉을위한 조성물 및 밀봉 방법

(57) 요약

본 발명은, 전기영동 또는 액정 디스플레이의 제조를 위한 새로운 밀봉 조성물 및, 이 조성물을 이용하는 밀봉 공정과 관련된다. 이 조성물은, 전기영동 또는 액정 셀이 이음매없이 밀봉되고, 이 밀봉층이 어떠한 결함도 없도록 한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

전기영동 디스플레이 유체로 충전되고 밀봉 조성물로 형성되는 밀봉 층으로 밀봉되는 디스플레이 셀을 포함하는 전기영동 디스플레이로서,

상기 밀봉 조성물은 열가소성 탄성중합체 및 상기 전기영동 디스플레이 유체와 혼합되지 않고 상기 전기영동 디스플레이 유체의 비중보다 작은 비중을 나타내는 용매 또는 용매 혼합물을 포함하는, 전기영동 디스플레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 열가소성 탄성중합체는 ABA 및 (AB)_n 유형의 2-블록 (di-block), 3-블록 (tri-block), 또는 다중-블록 (multi-block) 의 공중합체로 이루어진 그룹으로부터 선택되며,

상기 A 는 스티렌, α-메틸스티렌, 에틸렌, 프로필렌 또는 노르보넨이고,

상기 B 는 부타디엔, 이소프렌, 에틸렌, 프로필렌, 부틸렌, 디메틸실록산 또는 황화 프로필렌이며,

상기 A 및 B 는 동일하지 않고, 그리고

$n \geq 1$ 인, 전기영동 디스플레이.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 n 은 1 - 10 인, 전기영동 디스플레이.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 열가소성 탄성중합체는 폴리(스티렌-b-부타디엔), 폴리 (스티렌-b-부타디엔-b-스티렌), 폴리 (스티렌-b-이소프렌-b-스티렌), 폴리 (스티렌-b-에틸렌/부틸렌-b-스티렌), 폴리 (스티렌-b-디메틸실록산-b-스티렌), 폴리 (α-메틸스티렌-b-이소프렌), 폴리 (α-메틸스티렌-b-이소프렌-b-α-메틸스티렌), 폴리 (α-메틸스티렌-b-황화 프로필렌-b-α-메틸스티렌), 폴리 (α-메틸스티렌-b-디메틸실록산-b-α-메틸스티렌) 및 이들의 그래프트 공중합체 또는 그 유도체로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는, 전기영동 디스플레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 열가소성 탄성중합체는 폴리 (에틸렌-코-프로필렌-코-5-메틸렌-2-노르보넨), 에틸렌-프로필렌-디엔 삼원공중합체, 및 이들의 그래프트 공중합체 또는 그 유도체로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는, 전기영동 디스플레이.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물은 가교제, 가황제, 다기능 모노머 또는 올리고머, 열 개시제 또는 광 개시제 중 하나 이상의 시약을 더 포함하는, 전기영동 디스플레이.

청구항 7

전기영동 디스플레이 유체로 충전되고 밀봉 조성물로 형성된 밀봉 층으로 밀봉되는 디스플레이 셀을 포함하는 전기영동 디스플레이로서,

상기 밀봉 조성물은,

폴리(스티렌-b-부타디엔), 폴리(스티렌-b-부타디엔-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-이소프렌-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-에틸렌/부틸렌-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-디메틸실록산-b-스티렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-이소프렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-이소프렌-b- α -메틸스티렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-황화 프로필렌-b- α -메틸스티렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-디메틸실록산-b- α -메틸스티렌) 및 이들의 그래프트 공중합체 또는 그 유도체로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 열가소성 탄성중합체를 포함하고,

상기 열가소성 탄성중합체와 양립할 수 있는 열가소성 재료를 더 포함하는, 전기영동 디스플레이.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 열가소성 재료는 폴리스티렌 및 폴리(α -메틸스티렌)으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는, 전기영동 디스플레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물은 습윤제를 더 포함하는, 전기영동 디스플레이.

청구항 10

전기영동 디스플레이 유체로 충전되는 마이크로컵을 밀봉하는 방법으로서,

상기 전기영동 디스플레이 유체를 밀봉 조성물로 오버코팅하는 단계를 포함하며,

상기 밀봉 조성물은,

- a) 상기 마이크로컵 내부에 함유된 상기 전기영동 디스플레이 유체와 혼합되지 않고 상기 전기영동 디스플레이 유체의 비중보다 작은 비중을 나타내는 용매 또는 용매 혼합물, 및
- b) 열가소성 탄성중합체를 포함하는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 용매 또는 용매 혼합물은 35 dyne/cm 미만의 표면 장력을 가지는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 용매 또는 용매 혼합물은 알칸, 사이클로알칸, 알킬벤젠, 알킬 에스테르 및 C_{3-5} 알킬 알콜로 이루어진 그룹으로부터 선택되는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 열가소성 탄성중합체는 ABA 및 (AB) n 유형의 2-블록, 3-블록, 또는 다중-블록의 공중합체로 이루어진 그룹으로부터 선택되며,

상기 A 는 스티렌, α -메틸스티렌, 에틸렌, 프로필렌 또는 노르보넨이고,

상기 B 는 부타디엔, 이소프렌, 에틸렌, 프로필렌, 부틸렌, 디메틸실록산 또는 황화 프로필렌이며,

상기 A 및 B 는 동일하지 않고, 그리고

$n \geq 1$ 인, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 n 은 1 - 10 인, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 열가소성 탄성중합체는 폴리(스티렌-b-부타디엔), 폴리(스티렌-b-부타디엔-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-이소프렌-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-에틸렌/부틸렌-b-스티렌), 폴리(스티렌-b-디메틸실록산-b-스티렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-이소프렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-이소프렌-b- α -메틸스티렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-황화프로필렌-b- α -메틸스티렌), 폴리(α -메틸스티렌-b-디메틸실록산-b- α -메틸스티렌) 및 이들의 그래프트 공중합체와 그 유도체로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 열가소성 탄성중합체는 폴리(에틸렌-코-프로필렌-코-5-메틸렌-2-노르보넨), 에틸렌-프로필렌-디엔 삼원공중합체, 및 이들의 그래프트 공중합체와 그 유도체로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물은 열가소성 탄성중합체의 블록 중 하나와 양립할 수 있는 열가소성 재료를 더 포함하는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 열가소성 재료는 폴리스티렌 및 폴리(α -메틸스티렌)으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물은 습윤제를 더 포함하는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 20

제 10 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물은 가교제, 가황제, 다기능 모노머 또는 올리고머, 열 개시제 또는 광개시제 중 하나 이상의 시약을 더 포함하는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 21

제 10 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물을 건조하여 밀봉 층을 형성하는 단계를 더 포함하는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 밀봉 층을 UV 조사에 노광하거나 또는 열 베이킹하는 단계를 더 포함하는, 마이크로컵의 밀봉 방법.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 밀봉 조성물은 다기능 모노머를 더 포함하는, 마이크로캡의 밀봉 방법.

청구항 24

디스플레이 유체로 충전되는 마이크로캡을 밀봉하는 방법으로서,

a) 상기 마이크로캡을 상기 디스플레이 유체로 충전하는 단계; 및

b) 용매 또는 용매 혼합물과 열가소성 탄성중합체를 포함하는 밀봉 조성물이 상기 디스플레이 유체의 상부에 있을 때, 상기 밀봉 조성물을 경화함으로써 밀봉 층을 형성하는 단계를 포함하고,

상기 용매 또는 용매 혼합물은 상기 디스플레이 유체의 비중보다 작은 비중을 가지는, 마이크로캡의 밀봉 방법.

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

명세서

기술분야

<1> 전기영동 디스플레이 (electrophoretic display) (EPD) 는, 용매에 현탁된 하전된 안료 입자를 움직이는 전기영동 현상에 기초한 비발광 장치이다. 이 장치의 일반적인 타입은 1969 년에 처음 제안되었다. 일반적으로, EPD 는, 한쌍의 대향되고 분리된 평판형 전극과, 이 전극간에 소정의 거리를 두는 스페이서를 함께 포함한다. 일반적으로, 전극 중 하나는 투명하다. 착색된 용매 및 현탁된 하전 안료 입자로 이루어지는 현탁액이 두 평판 사이에서 밀봉된다.

<2> 두 전극 사이에 전압차가 인가되는 경우, 안료 입자는 이 안료 입자의 극성과 반대되는 극성의 평판으로 인력에 의해 이동한다. 따라서, 용매의 색상 또는 안료 입자의 색상 중 어느 하나에 대하여 평판을 선택적으로 하전시킴으로써 투명 평판에 나타내는 색상을 결정할 수 있다. 평판 극성의 역전은 입자들을 대향 평판으로 다시 이동시켜, 색상을 역전시킨다. 투명 평판에서의 중간 안료 밀도에 기인하는 중간 색상 밀도 (또는 그 레이의 음영) 는 전압 또는 하전 시간을 제어함으로써 얻을 수 있다.

- <3> 다른 타입의 평판형 디스플레이에 비하여, 전기영동 디스플레이 (EPD) 의 잇점들 중에는 매우 낮은 전력 소비가 있다. 이 현저한 잇점은 EPD들이, 랩탑, 셀 폰, 퍼스날 디지털 보조기기, 휴대용 전기 의료 및 진단 장치, 위치추적 시스템 장치 (global positioning system devices) 등과 같은 휴대용 또는 배터리를 사용하는 장치에 특히 적합하도록 한다.
- <4> 침전과 같은 원치 않는 입자의 이동을 방지하기 위하여, 두 전극 사이에는, 두 전극 사이의 공간을 더 작은 셀들로 분할하기 위한, 파티션이 제안되었다. 예를 들면, M. A. Hopper 및 V. Novotny, IEEE Trans. Electr. Dev., Vol ED 26, No. 8, pp 1148-1152 (1979) 를 참조할 수 있다. 그러나, 파티션 형의 EPD 의 경우, 파티션의 형성과 현탁액을 밀봉시키는 처리에 있어서 약간의 어려움이 있다. 나아가, 파티션형 EPD 에 있어서, 상호 분리된 현탁액에서 다른 색상을 유지하는 것도 어렵다.
- <5> 현탁액을 마이크로캡슐로 밀봉하는 것이 시도되고 있다. US 특허 제 5,961,804 호 및 제 5,930,026 호는 마이크로캡슐형 EPD들을 개시한다. 이들 디스플레이들은 실질적으로 마이크로캡슐의 2 차원 배열을 가지고 있으며, 각각의 마이크로캡슐은 내부에 하전된 안료 입자가 현탁되어 있는 유전성 유체를 포함하는 전기영동 조성물을 함유하고, 상기 입자들은 유전성 용매와 시각적으로 대조를 이룬다. 계면 고분자화, 인-시츄 고분자화, 또는 액상내 경화 또는 단순/복합 코아세르베이션 (coacervation) 과 같은 다른 공지된 방법에 의하여, 마이크로캡슐이 형성될 수 있다. 마이크로캡슐의 형성 후, 이것은 투명 전도 막에 "인쇄"되거나, 투명 전도 막 상에 코팅된다. 또한, 마이크로캡슐은 두 전극 사이에 개재된 투명 매트릭스 또는 바인더 내에서 고정될 수 있다.
- <6> 종래 기술의 공정, 특히 마이크로캡슐화 공정에 의해 제공되는 EDP들은, 미국 특허 제 5,930,026 호, 제 5,961,804 호 및 제 6,017,584 호에서 개시된 바와 같이, 몇가지 단점을 갖는다. 예를 들면, 마이크로캡슐화 공정에 의해 제조되는 EDP들은, 마이크로캡슐의 벽의 화학작용 (wall chemistry) 으로 인하여 환경 변화에 대한 감도 (특히, 습기 및 온도에 대한 감도) 면에 있어서 불리하다. 둘째, 마이크로캡슐에 기초하는 EDP들은 마이크로캡슐의 얇은 벽과 큰 입자 크기로 인하여, 열악한 내찰상성을 갖는다. 디스플레이의 취급성을 개선하기 위하여, 두 전극 사이의 큰 이격거리에 의한 늦은 반응시간과, 안료 입자의 낮은 수익하중 (payload) 에 의한 낮은 콘트라스트비를 초래하는, 많은 양의 폴리머 매트릭스 내에 마이크로캡슐을 삽입한다. 또한, 하전-제어제가 마이크로캡슐화 공정 동안 물/기름의 계면에 확산되기 때문에, 안료 입자의 표면 전하 밀도를 증가시키기 어렵다. 또한, 안료 입자의 낮은 전하 밀도 또는 제타 포텐셜은 낮은 반응 속도를 초래한다. 또한, 큰 입자 크기와 마이크로캡슐의 넓은 분포 때문에, 이러한 타입의 종래 EPD 는 색상 애플리케이션으로서 열악한 해상도와 어드레싱능력을 갖는다.
- <7> 최근에, 개량된 EPD 기술이, 동시 계류중인 출원인, 2000 년 3 월 3 일에 출원된 미국 출원 제 09/518,488 호 및 2001 년 2 월 25 일에 출원된 미국 출원 제 09/784,972 호에 개시되어 있다. 개량된 EPD 의 셀들은, 구조화된 2 차원 어레이 조합체의 부분들로서 서로 일체형으로 형성된 복수의 마이크로캡으로부터 형성된다. 이 어레이 조합체의 각 마이크로 캡은 유전성 용매 내의 하전된 안료 입자들이 있는 현탁액 또는 분산체로 충전되고, 밀봉되어 전기영동 셀을 형성한다.
- <8> 마이크로 캡이 형성되는 기판 웹 (substrate web) 은, ITO 전도체 라인과 같은 기존의 전도체 막을 포함하는 디스플레이의 어드레싱 어레이를 포함한다. 전도체 막 (ITO 라인) 은 조사에 의해 경화될 수 있는 고분자 전구체로 코팅된다. 다음으로, 이 막 및 전구체 층은 이미지 방식으로 노광되어 마이크로캡 벽 구조를 형성한다. 노광 후에, 전구체 재료를 비노광 영역으로부터 제거하여, 전도체 막/지지 웹에 결합된 경화된 마이크로캡 벽을 남긴다. 이미지방식의 노광은, 포토마스크를 통한 UV 또는 다른 형태의 조사선에 의해 수행되어 상기 전도체 막 상에 코팅된 조사-경화성 재료의 이미지 또는 소정의 노광 패턴을 형성한다. 일반적으로 요구되지는 않지만, 마스크는 전도체 막, 즉 ITO 라인에 대하여 배치 및 정렬될 수 있어서, 투명한 마스크 부분이 ITO 라인 사이의 공간과 정렬하도록 하며, 불투명한 마스크 부분은 (마이크로캡 셀 바닥 (floor) 영역인) ITO 재료와 정렬하도록 한다.
- <9> 선택적으로는, 전도체 막 상에 코팅된 열가소성 또는 열경화성 전구체 층을 소정의 볼록 몰드 (male mold) 로 엠보싱 (embossing) 하는 단계, 연속적으로, 몰드로부터 분리하는 단계를 포함하는 공정에 의해 마이크로캡 어레이를 제공할 수 있다. 전구체 층은 엠보싱 단계 동안 또는 엠보싱 단계 후의 조사, 냉각, 용매 기화 또는 다른 수단에 의해 경화될 수 있다. 이 새로운 마이크로엠보싱 방법은 동시 계류중인 2000 년 3 월 3 일에 출원된 미국 출원 제 09/518,488 호 (대응 출원 제 WO 01/67170 호) 에 개시되어 있다.
- <10> 넓은 범위의 크기, 모양, 패턴 및 개구율을 가지는 내용성 (solvent-resistant) 이고, 열기계적으로 안정한 마

이크로캡이 상기 방법 중 어느 하나에 의해 제공될 수 있다.

- <11> 마이크로캡 조립체로부터 단색 EPD 를 제조하는 것은, 단일 안료 현탁액 조성물로 마이크로캡을 충전하는 단계, 마이크로캡을 밀봉하는 단계, 마지막으로, 부착층으로 초벌코팅되어 있는 제 2 전도체 막으로, 밀봉된 마이크로캡 어레이를 적층하는 단계를 수반한다.
- <12> 칼라 EPD 에 있어서, 마이크로캡 조립체로부터의 제조는, 순차적인 선택적 개구와 소정의 마이크로캡 서브세트(subsets)의 충진을 수반한다. 이 공정은 포지티브 포토레지스트 층으로 기존에 형성된 마이크로캡을 적층하거나 코팅하는 단계, 상기 포토레지스트를 이미지방식으로 노광하고 현상하여 특정 갯수의 마이크로캡을 선택적으로 개구하는 단계, 착색된 전기영동 유체로 개구된 캡을 충전하는 단계 및 밀봉 공정에 의해 충전된 마이크로캡을 밀봉하는 단계를 포함한다. 이러한 단계들은 다른 색상의 전기영동 유체로 충전된 밀봉된 마이크로캡을 생성하기 위하여 반복적으로 수행될 수 있다. 따라서, 어레이는 다른 소정의 영역에 착색된 조성물로 충전되어, 칼라 EPD 를 형성할 수 있다. 공지된 다양한 안료와 염료는, 용매 상 및 현탁된 입자 모두에 대하여 색상의 폭넓은 선택을 제공한다. 공지된 유체의 응용 및 충전 메커니즘을 채택할 수 있다.
- <13> 마이크로캡이 유전성 유체 내에 하전 안료 입자가 있는 분산제로 충전된 후에, 마이크로캡의 밀봉은, 열가소성 또는 열경화성 전구체를 함유한 용액으로, 전기영동 유체를 오버코팅함으로써 달성될 수 있다. 오버코팅 공정 동안 및 오버코팅 공정 후의 혼합 정도를 감소 또는 제거하기 위하여, 전기영동 유체에 혼합되지 않고, 바람직하게는, 유전성 유체보다 더 작은 비중을 갖는 밀봉 조성물을 사용하는 것이 매우 유리하다. 다음으로, 밀봉은 용매의 증발, 계면 반응, 습수(moisture), 가열, 조사, 또는 이들의 조합에 의하여 전구체를 경화시킴으로써 달성된다. 선택적으로는, 밀봉은 충전 단계 이전에 열가소성 또는 열경화성 전구체를 전기영동 유체 내에 분산시킴으로써 달성될 수 있다. 열가소성 또는 열경화성 전구체는 상기 유전성 용매와 혼합되지 않으며, 이 용매와 안료 입자의 비중보다 낮은 비중을 가진다. 충전 단계 이후에, 열가소성 또는 열경화성 전구체의 상은 전기이동 유체로부터 분리되어, 이 유체의 상부에 부유하는 층(supernatant layer)을 형성한다. 다음으로, 마이크로캡의 밀봉은 용매의 증발, 계면 반응, 습수, 가열 또는 조사에 의해 전구체를 경화시킴으로써 용이하게 달성될 수 있다. 상기한 바와 같은 2 이상의 경화 메커니즘의 조합이 밀봉의 처리량을 증가시키기 위하여 사용될 수 있지만, UV 조사가 마이크로캡을 밀봉하기 위한 바람직한 방법이다.
- <14> 또한, 개량된 EPD들은 2001 년 2 월 25 일 출원된 동시 계류중인 미국 출원 제 09/784,972 호에 개시되어 있는 바와 같이, 동기화된 롤투롤(roll-to-roll) 포토리소그래피 노광 공정에 의하여 제조될 수 있다. 포토마스크는 커플링 또는 피드백 회로 또는 공통 드라이브와 같은 메커니즘을 이용하여, 지지 웹의 이동에 포토마스크를 동기화시켜, 조화된(coordinate) 이동을 유지하도록 할 수 있다(즉, 동일한 속도로 이동함). 노광 단계 이후에, 이 웹은, 마이크로캡 벽 구조를 형성하기 위해 비노광 재료가 제거되는 현상 영역으로 이동한다. 마이크로캡 및 ITO 라인에 바람직하게는 소정의 크기를 가지며, 포토마스크와 정합(coordinately) 정렬하여, 각 완성된 디스플레이 셀(즉, 충전되고 밀봉된 마이크로캡)이 디스플레이 드라이버에 의해 개별적으로 어드레싱되고 제어될 수 있도록 한다. ITO 라인들은 습식 또는 건식 에칭 공정에 의하여 기판 웹 상에 미리 형성될 수 있다.
- <15> 또한, 마이크로캡 어레이로부터 칼라 디스플레이를 제조하기 위하여, 동기화된 롤투롤 노광 포토리소그래피 공정은, 미리 선택된 마이크로캡 어레이 서브세트의 선택적 개구, 충전 및 밀봉으로 이루어진 연속적인 웹 공정을 가능하게 한다.
- <16> 마이크로캡 어레이는 포지티브 포토레지스트 조성물로 적층하거나 코팅하는 단계, 해당 포토마스크를 통하여 이미지방식으로 노광하는 단계 및 마이크로캡의 소정의 서브세트를 선택적으로 개구하기 위하여 현상제로 노광 영역을 현상하는 단계에 의하여, 마이크로캡 어레이의 원하는 서브세트를 선택적으로 개구할 수 있다. 공지된 적층 및 코팅 메커니즘이 채택될 수 있다. 본문에서 "현상제"란 용어는, 비노광 포토레지스트를 적소에 남기고, 노광된 포토레지스트를 선택적으로 제거하기에 적합한 공지의 수단을 지칭한다.
- <17> 따라서, 어레이는 소정의 셀 패턴 내에 몇개의 다른 색상의 조성물(일반적으로는 3 개의 기본 색상)로 연속적으로 충전될 수 있다. 예를 들면, 이미지방식의 노광 공정은, 초기에 빈 마이크로캡을 밀봉하는, 포지티브 포토레지스트 상부 적층 또는 코팅을 채택할 수 있다. 다음으로, 마이크로캡이 마스크(예를 들면, 상기 롤투롤 공정에서 루프 포토마스크)를 통하여 노광되어, 마이크로캡의 제 1 서브세트만을 노광한다. 현상제에 의한 현상은 노광된 포토레지스트를 제거하며 이로써, 선택된 색상 안료 분산제 조성물로 충전하고, 상기한 방법 중 하나에 의해 밀봉하는 것이 가능하도록, 제 1 마이크로캡 서브세트를 개구시킨다. 제 2 안료 분산제 조성물로 충전하고, 연속적으로 밀봉하기 위하여, 노광 및 현상 공정을 반복적으로 수행하여, 제 2 마이크로캡

서브세트를 노광하고 개구시킨다. 마지막으로, 남아 있는 포토레지스트를 제거하고, 마이크로킵의 제 3 서브세트를 충전하고 밀봉한다.

<18> 또한, 등방성 컵 재료의 굴절률과 매칭되는 통상의 굴절률을 갖는 적합한 액정 조성물에 의해 전기영동 유체가 대체되면, 액정 디스플레이 (LCD) 가 상기의 방법에 의해 제공될 수 있다. "on" 상태에서, 마이크로킵의 액정이 전계의 방향으로 정렬되어, 투명해진다. "off" 상태에서, 액정이 정렬되지 않아, 빛을 분산시킨다. LCD들의 분광 효과를 최대화하기 위하여, 마이크로킵의 직경은 일반적으로 0.5 - 10 microns 의 범위이다.

<19> 롤투롤 공정은, 연속하는 복수의 공정 스테이션으로 웹을 수송하고 안내함으로써, 단일 연속 웹에 대해 일련의 공정을 수행하기 위하여 채택될 수 있다. 즉, 마이크로킵이, 순차적으로, 형성, 충전 또는 코팅, 현상, 밀봉, 및 적층될 수 있다.

<20> 마이크로킵 디스플레이의 제조에 부가하여, 지지 웹 기관 상에 형성가능한 전기 소자, 예를 들어, 패턴된 전도 체막, 플렉서블 회로판 등을 위한 광범위한 구조 또는 개별 패턴의 제조에 적합하도록, 동기화된 롤투롤 공정이 조작될 수 있다. 본 명세서에 개시된 EPD 마이크로킵을 위한 공정 및 장치들에서와 같이, 대상 소자의 구조상 부재에 대응하는 복수의 포토 마스크 부분을 포함하는 미리 패턴된 포토마스크가 제공된다. 이러한 각 포토마스크 부분은, 노광 동안 웹의 해당 정렬 부분 상에 이러한 구조상 부재의 이미지를 형성하도록, 조사에 대해 투명 또는 불투명한 영역을 가질 수 있다. 이 방법은 구조상 재료의 선택적 경화를 위하여 사용될 수 있으며, 제조 공정 동안 포지티브 또는 네가티브 포토레지스트 재료를 노광하기 위해 사용될 수 있다.

<21> 이들 다단계 공정은 연속적으로 또는 준 연속적으로 롤투롤 방식으로 수행될 수 있으므로, 이 공정들은 다량 및 저비용 생산을 위하여 적합하다. 또한, 이들 공정은, 디스플레이 제품을 제조하기 위한 다른 공정과 비교시에 효율적이고 저가이다. 마이크로킵과 관련된 개량된 EPD 는 습기 및 온도와 같은 환경에 민감하지 않다. 상기 디스플레이는 박형이고, 유연하고, 내구성이 있고, 다루기 쉬우며, 형태적으로 플렉서블하다. EPD 가 바람직한 종횡비, 잘 규정된 형상 및 크기를 갖는 셀을 포함하기 때문에, 쌍안정 (bi-stable) 반사성 디스플레이는 우수한 색상 어드레싱 능력, 높은 콘트라스트비 및 색상 포화도, 빠른 스위칭 속도 및 반응 시간을 갖는다.

<22> 발명의 요약

<23> 연속적인 웹 공정에 의한 마이크로킵의 밀봉은 개량된 EPD 의 롤투롤 제조에서 가장 중요한 단계 중 하나이다. 고 품질 디스플레이를 제공하기 위하여, 밀봉 층은 적어도 다음의 특성, (1) 트랩된 공기 방울 (entrapped air bubble), 핀홀 (pin holes), 크랙 (cracking), 누설 (leakaging) 과 같은 결함이 없어야 하며, (2) EPD용 유전성 유체와 같은 디스플레이 유체에 대한 우수한 막 무결성 (film integrity) 및 베리어 특성 및 (3) 우수한 코팅 및 부착 특성을 구비하여야 한다. EPD들에서 사용되는 대부분의 유전성 용매는 낮은 표면 장력 및 낮은 점성도를 가지기 때문에, 이것은 마이크로킵을 위한 좋은 부착성과 함께 이음매와 결함이 없는 밀봉을 얻는 것이 중대한 과제가 되고 있다.

<24> 현재, 전기영동 유체와 같은 디스플레이 유체로 충전된 마이크로킵이 다음의 성분을 함유하는 새로운 밀봉 오버코트 조성물을 이용하여, 연속적인 웹 공정에 의해 이음매와 결함 없이 밀봉될 수 있다는 것을 알아내었다.

<25> (1) 마이크로킵 내의 디스플레이 유체와 혼합되지 않고, 이 디스플레이 유체의 비중보다 더 작은 비중을 나타내는 용매 또는 용매 혼합물; 및

<26> (2) 열가소성 탄성중합체.

<27> 특히, 적어도 마이크로킵과 우수한 양립성 및 디스플레이 유체에 대한 우수한 베리어 특성을 가지는 열가소성 탄성중합체는 유용하다. 유용한 열가소성 탄성중합체의 예에는, ABA 또는 (AB)_n 으로 나타내지는 2-블록 (di-block), 3-블록 (tri-block), 또는 다중-블록 (multi-block) 공중합체 (copolymers) 가 포함되며, A 는 스티렌 (styrene), α -메틸스티렌 (α -methylstyrene), 에틸렌 (ethylene), 프로필렌 (propylene) 또는 노르보넨 (norbornene); B 는 부타디엔 (butadiene), 이소프렌 (isoprene), 에틸렌 (ethylene), 프로필렌 (propylene), 부틸렌 (butylene), 디메토일실록산 (dimethylsiloxane) 또는 황화 프로필렌 (propylene sulfide); 그리고, A 와 B 는 한 분자식에서 동일할 수 없다. 숫자, n 은 ≥ 1 이며, 바람직하게는, 1 - 10 이다. 대표적인 공중합체는 폴리(스티렌-b-부타디엔) (poly (styrene-b-butadiene)), 폴리 (스티렌-b-부타디엔-b-스티렌) (poly (styrene-b-butadiene-b-styrene)), 폴리 (스티렌-b-이소프렌-b-스티렌) (poly (styrene-b-isoprene-b-

styrene)), 폴리 (스티렌-b-에틸렌/부틸렌-b-스티렌) (poly (styrene-b-ethylene/butylene-b-styrene)), 폴리 (스티렌-b-디메틸실록산-b-스티렌) (poly (styrene-b-dimethylsiloxane-b-styrene)), 폴리 (α-메틸스티렌-b-이소프렌) (poly (α-methylstyrene-b-isoprene)), 폴리 (α-메틸스티렌-b-이소프렌-b-α-메틸스티렌) (poly (α-methylstyrene-b-isoprene-b-α-methylstyrene)), 폴리 (α-메틸스티렌-b-황화 프로필렌-b-α-메틸스티렌) (poly (α-methylstyrene-b-propylene sulfide-b-α-methylstyrene)), 폴리 (α-메틸스티렌-b-디메틸실록산-b-α-메틸스티렌) (poly (α-methylstyrene-b-dimethylsiloxane-b-α-methylstyrene)) 으로, 열가소성 탄성중합체는 이들의 그래프트 공중합체 또는 그 유도체를 포함한다. 열가소성 탄성중합체의 제공에 대한 보고는 N. R. Legge, G. Holden, and H. E. Schroeder ed., "Thermoplastic Elastomers", Hanser Publisher (1987) 에 개시되어 있다. 특히, Shell Chemical Company로부터 시판되는 크레이톤 D 및 G 시리즈 (Kraton D 및 G series) 가 유용하다. 또한, 폴리 (에틸렌-코-프로필렌-코-5-메틸렌-2-노르보넨) (poly (ethylene-co-propylene-co-5-methylene-2-norbornene)) 또는 EPDM (에틸렌-프로필렌-디엔 삼원혼성중합체) ((ethylene-propylene-diene terpolymer)) 고무 및 이들의 그래프트 공중합체 또는 그 유도체와 같은 결정질 고무는 매우 유용한 것으로 알려져 있다. 이론에 의해 포괄되지 않지만, 밀봉 오버코트의 건조 동안 또는 밀봉 오버코트의 건조 이후에, 열가소성 탄성중합체 상의 하드 블록 (hard block) 은 분리되어, 연질 연속성 상 (soft continuous phase) 의 물리적 가교제 (crosslinker) 로서 기능하는 것으로 여겨지고 있다. 본 발명의 밀봉 조성물은 코팅 및 건조 공정 동안 밀봉 층의 탄성률 (modulus) 및 막 무결성을 상당히 향상시킨다. 낮은 임계 표면 장력 (40 dyne/cm 미만임) 및 높은 탄성률 또는 쇼어 (Shore) A 경도 (60 보다 더 큼) 를 갖는 열가소성 탄성중합체는, 아마도, 그들의 바람직한 웨팅 (wetting) 특성 또는 디스플레이 유체 상부에서의 막 무결성 때문에, 유용한 것으로 알려져 있다.

<28> 이러한 열가소성 재료는 마이크로캡 내의 디스플레이 유체와 혼합되지 않는 용매 또는 용매 혼합물 내에, 용해되며, 디스플레이 유체의 비중보다 작은 비중을 나타낸다. 낮은 표면 장력 용매는, 그들의 마이크로캡 표면 및 전기영동 유체에 대한 우수한 웨팅 특성 때문에 오버코팅용 조성물로서 바람직하다. 35 dyne/cm 보다 작은 표면 장력을 갖는 용매 또는 용매 혼합물이 바람직하다. 30 dyne/cm 보다 낮은 표면 장력은 더욱 바람직하다. 적합한 용매는 알칸 (바람직하게는, 헵탄 (heptane), 옥탄 (octane) 또는 Exxon Chemical Company의 이소파 용매 (Isopar solvents), 노난 (nonane), 데칸 (decane) 및 이들의 이성질체와 같은, C₆₋₁₂ 알칸), 사이클로알칸 (바람직하게는, 사이클로헥산 (cyclohexane), 데칼린 (decalin) 등과 같은, C₆₋₁₂ 사이클로알칸), 알킬벤젠 (바람직하게는, 톨루엔 (toluene), 크실렌 (xylene) 등과 같은, 모노 또는 디-C₁₋₆ 알킬벤젠), 알킬 에스테르 (바람직하게는, 에틸 아세테이트 (ethyl acetate), 이소부틸 아세테이트 (isobutyl acetate) 등과 같은, C₂₋₅ 알킬 에스테르), 및 C₃₋₅ 알킬 알콜 (이소프로판올 (isopropanol) 및 유사한 것) 및 이들의 이성질체를 포함한다.

<29> 마이크로캡으로부터 제공된 전기영동 셀이 이 새로운 밀봉 조성물을 이용한 연속적인 웹 공정에 의하여 이음매 및 결함 없이 밀봉될 수 있다는 사실과 함께, 이 조성물은 또한 많은 다른 잇점을 갖는다. 예를 들면, 이는 코팅 공정 동안 충전된 마이크로캡 상에 우수한 웨팅 특성을 나타내며, 용매가 완전히 증발하기 전이라도 디스플레이 유체에 대해 우수한 막 무결성을 향상시킨다. 그 결과, 코팅의 무결성은 유지되고, 전기영동 유체 상에서 어떠한 디웨팅 (dewetting) 또는 비딩 (beading) 도 관찰되지 않는다. 또한, 본 발명의 조성물은 더 넓은 마이크로캡, 특히, 100 microns 보다 더 큰 폭을 갖는 마이크로캡의 연속적인 밀봉을 가능하게 한다. 어떤 애플리케이션에서, 더 큰 마이크로캡의 개구 대 벽의 비 및 더 우수한 디스플레이의 콘트라스트 비 때문에, 더 넓은 마이크로캡이 바람직하다. 또한, 본 발명의 밀봉 조성물은, 종래의 밀봉 조성물을 이용하는 것으로는 일반적으로 달성하기 어려운 3 microns 의 미만인 두께의 밀봉 층을 형성할 수 있도록 한다. 밀봉층이 더 얇을수록, 상부전극과 하부전극 사이의 거리는 단축되어 더 빠른 스위칭 속도를 제공한다.

또한, 밀봉 조성물은 열가소성 탄성중합체와 양립할 수 있는 열가소성 재료를 더 포함할 수도 있다. 열가소성 재료는 폴리스티렌, 폴리 (α-메틸스티렌) 이 바람직하다.

<30> 또한, 마이크로캡에 대한 밀봉제의 부착력을 향상시키고, 더 넓은 코팅 공정 범위를 제공하기 위하여, 조용매 및 습윤제가 이 조성물에 첨가될 수 있다. 또한, 오버코팅 공정 동안 또는 오버코팅 공정 이후에, 밀봉 층의 물리기계적 특성을 향상시키기 위하여, 열가소성 탄성중합체로 이루어진 블록 중 하나와 혼합될 수 있는, 가교제, 가황제 (vulcanizers), 다기능 모노머 또는 올리고머 및 높은 Tg 폴리머와 같은 다른 성분이 매우 유용하다. 밀봉된 마이크로캡은 UV 조사 또는 열 베이킹 (thermal baking) 에 의해 후처리될 수 있어, 베리어 특성을 더욱 향상시킬 수 있다. 또한, 마이크로캡-밀봉 층의 상-간 (inter-phase) 의 상호침투 네트워크의 형

성때문에, 마이크로컵에 대한 밀봉 층의 부착은 후경화 반응에 의해 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <31> 도 1 은, 중성 조건에서의 3 개의 마이크로컵 셀을 나타내는 EPD 의 개략적인 단면도이다.
- <32> 도 2 는, 안료가 하나의 평판으로 이동하도록 하전된 2 개의 셀을 구비하는 도 1 의 EPD 의 개략적인 단면도이다.
- <33> 도 3(a) 내지 도 3(c) 는, 예시적인 마이크로컵 어레이의 외형을 나타내는 것으로서, 도 3(a) 는 투영도이고, 도 3(b) 는 평면도이며, 도 3(c) 는 정면도이며, 분명하도록 수직 눈금은 과장되어 있다.
- <34> 도 4(a) 및 도 4(b) 는, UV 조사에 의하여, 포토마스크를 통한, 열경화성 전구체로 코팅된 도전체 막의 이미지 방식의 포토리소그래프 노광 ("상부 노광") 과 관련된 마이크로컵을 제공하는 기본적 공정 단계를 나타낸다.
- <35> 도 5(a) 및 도 5(b) 는, 상부 노광과 저부 노광 원리를 결합한 이미지방식의 포토리소그래프와 관련된, 마이크로컵을 제공하는 선택적인 공정 단계를 나타내며, 벽은 상부 포토마스크 노광에 의해 하나의 가로방향으로, 그리고, 불투명 베이스 전도체 막을 통한 저부 노광에 의해 수직의 가로 방향으로 경화된다 ("결합된 노광 (combined exposure)").
- <36> 도 6(a) 내지 도 6(d) 는, 단색 디스플레이를 조립하는 단계를 나타내는, 일련의 마이크로컵 어레이의 단면도이다.

발명의 상세한 설명

<38> 1. 정의

- <39> 본 명세서에서 다른 방식으로 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 모든 기술적 용어는 당업자에 의하여 통상적으로 사용되고, 이해되는 바와 같은 종래의 정의에 따라 사용된다.
- <40> "마이크로컵" 이란 용어는 컵형 인덴테이션 (indentation) 을 지칭하며, 상기한 동시 계류중인 특허 출원에 개시한 바와 같이 마이크로엠보싱 또는 이미지방식의 노광과 같은 방법에 의하여 생성될 수 있다. 유사하게, 집합적 문맥에서 복수의 형태인 "마이크로컵들" 은 구조화된 2 차원 마이크로컵 어레이를 제조하도록, 통합적으로 형성되거나 결합된, 복수의 마이크로컵을 포함하는 마이크로컵 조립체를 일반적으로 지칭한다.
- <41> 본 발명의 문맥에서, "셀" 이란 용어는, 밀봉된 마이크로컵으로부터 형성된 단일 유닛을 의미한다. 이 셀들은 용매 또는 용매 혼합물 내에 분산된 하전된 안료 입자들로 충전된다.
- <42> "잘 규정된" 이란 용어는, 마이크로컵 또는 셀을 설명하는 경우에, 마이크로컵 또는 셀이 제조 공정의 특정 파라미터에 따라 소정의 규정된 형상, 크기, 패턴 및 중형비를 갖는 것을 가리킨다.
- <43> "중형비" 란 용어는 당해 기술 분야에서 공통적으로 알려져 있으며, 마이크로컵 개구의 깊이 대 폭의 비율 또는 깊이 대 직경의 비율이다.
- <44> "이미지방식 노광" 이란 용어는, 본 발명 중 하나의 방식에 따라 조사-경화성 재료 또는 포토레지스트 조성물을, UV 와 같은 조사로 노광하는 것을 의미하며, 마이크로컵의 구조에 해당하는 패턴 또는 "이미지"를 형성하도록 이렇게 노광된 재료의 비율이 제어되는 바, 예컨대, 노광은 마이크로컵 벽에 해당하는 재료의 부분에 제한되며, 마이크로컵 바닥 부분은 노광되지 않는다. 마이크로컵 어레이의 소정의 부분 상의 포토레지스트를 선택적으로 개구시키는 단계의 경우에, 이미지방식의 노광은, 마이크로컵 벽이 노광되지 않도록, 컵 개구에 해당하는 재료의 부분의 노광을 의미한다. 패턴 또는 이미지는 포토마스크를 통한 노광과 같은 방법 또는 선택적으로는, 제어된 입자 빔 노출 등의 방식에 의해 형성될 수 있다.

<45> II. 마이크로컵 어레이

- <46> 도 1 및 도 2 는 예시적인 마이크로컵 어레이 조립체의 실시형태의 개략적 단면도이며, 명확하도록, 3 개의 마이크로컵 셀 (12a, 12b, 및 12c) 로 이루어진 마이크로컵 어레이 조립체를 나타낸다.
- <47> 도 1 에 나타난 바와 같이, 어레이 (10) 의 각 셀 (12) 은 2 개의 전극 판 (11, 13) 을 포함하며, 이중 하나 이상의 전극은 ITO 전극과 같이, 투명한 전극 (11) 이며, 전극 (11 및 13) 은 셀 (12) 의 2 개의 대향 면을 바운

드한다.

- <48> 마이크로컵 셀 어레이 조립체 (10) 는, 2 개의 전극 층 (11 및 13) 사이에 밀봉된 셀 층 (12) 을 형성하도록 평판 내에 상호 인접하여 배치되는 복수의 셀들을 포함한다. 3 개의 예시적 셀 (12a, 12b, 및 12c) 이 나타나 있으며, 이들은 개개의 전극 평판 (11a, 11b, 및 11c) (투명) 및 배면판 (13(a), 13(b), 및 13(c)) 에 의해 바운딩되어 있고, 임의의 선택된 영역에서, 그리고, 2 차원적 형상의 시트형의 디스플레이를 형성하기 위하여, 이러한 셀들이 바람직하게는 2 차원적으로 배열 (도 1의 평면의 우측/좌측 및 인/아웃으로)하고 있는 것을 알 수 있다. 유사하게는, 몇개의 마이크로컵 셀은 단일 전극 판 (11 또는 13) 에 의하여 바운딩될 수 있으며, 명료함을 위하여 도 1 은 각 셀 (12) 이 단일 셀의 폭을 갖는 분리된 전극 판 (11 및 13) 에 의하여 바운딩되어 있는 실시예를 나타낸다.
- <49> 이 셀들은 잘 규정된 형성 및 크기를 가지며, 하전된 안료 입자 (15) 들이 현탁 및 분산되어 있는 착색된 유전성 용매 (14) 로 충전된다. 셀 (12) 은 안료 및 용매로 이루어진 동일 조성물로 각각 충전되거나 (예를 들면, 단색 디스플레이), 안료와 용매로 이루어진 다른 조성물로 충전될 수도 있다 (예를 들면, 칼라 디스플레이). 도 1 에서, 3 개의 다른 색상의 조합은, 각 셀 (12a, 12b, 및 12c) 에서 다른 해치 패턴으로 표시되는 바와 같고, 용매는 각각 (14(a), 14(b), 및 14(c)) 로 지시되며, 안료 입자는 각각 (15(a), 15(b), 및 15(c)) 로 지시된다.
- <50> 마이크로컵 셀 (12) 각각은 (어레이 (10) 의 평면 내의) 셀측면에 접하고 있는 밀봉 벽 (16) 및 셀 일면에 접하고 있는 바닥 (17) 을 포함한다. (전극 (11) 과 인접하는) 대향 면 상에서, 각 셀은 밀봉 캡 부분 (18) 을 포함한다. (도 1 에서 나타낸 바와 같이) 밀봉 캡 부분이 투명 전극 (11) 에 인접하는 경우에, 밀봉 캡 (18) 은 투명 조성물을 포함한다. 도 1 의 실시예에서, 바닥 (17) 및 밀봉 캡 (18) 이 인접하는 전극 (13 및 11) 과 각각 구별되는 분리된 셀 부분으로서 나타나 있지만, 본 발명의 마이크로컵 어레이 (10) 의 선택적 실시형태는 일체형 바닥/전극 구조 또는 일체형 밀봉 캡/전극 구조를 포함할 수 있다.
- <51> 도 2 는 안료가 하나의 판으로 이동하도록 하전된 2 개의 셀 (12a 및 12c) 을 구비하는 도 1 의 EPD 의 개략적인 단면도이다. 전압차가 2 전극 (11, 13) 사이에 인가되면, 하전된 입자 (15) 는 (즉, 입자의 전하 및 전극에 따라 전극 (11 또는 13) 으로) 이동하여, 안료 입자 (15) 또는 용매 (14) 의 색상 중 어느 하나가 투명 전도체 막 (11) 을 통하여 보인다. 선택적 전계가 각 셀 또는 소정의 셀의 그룹 (예를 들면, 픽셀을 형성하도록) 에 대해서 형성될 수 있도록, 2 개의 전도체 (11 또는 13) 중 하나 이상 (독립적으로 어드레싱할 수 있는 영역) 이 패턴링된다.
- <52> 도 2 의 예에서, 2 개의 셀 (12a 및 12c) 은 하전되어 있는 것으로 나타나 있으며, 안료 (15(a) 및 15(c)) 는 각각의 투명 전극 판 (11a 및 11c) 으로 이동한다. 남은 셀 (12b) 은 중성으로 남아 있으며, 안료 (15(b)) 는 용매 (14(b)) 에 분산되어 있다.
- <53> 도 3(a) 내지 도 3(c) 는 마이크로컵 어레이의 예시적인 부분의 외형을 나타내며, 도 3(a) 는 투시도이고, 도 3(b) 는 평면도이며, 도 3(c) 는 정면도이며, 수직 눈금은 명확히하기 위하여 과장되었다. 반사형 EPDs 의 경우, 각 개개의 마이크로컵의 개구 영역은, 바람직하게는, 약 10^2 내지 약 $5 \times 10^5 \mu\text{m}^2$ 의 범위이다. 마이크로컵 (12) 의 폭 w (인접한 벽 (16) 사이의 거리) 는 넓은 범위에 걸쳐 변할 수 있으며, 소정의 최종 디스플레이 특성에 적합하도록 선택가능하다. 바람직하게는, 마이크로컵 개구의 폭 w 는, 개구의 에지에서 에지까지, 약 15 내지 약 $450 \mu\text{m}$ 의 범위이며, 더욱 바람직하게는, 약 25 내지 약 $300 \mu\text{m}$ 의 범위이다. 각 마이크로컵은 최종 디스플레이의 픽셀의 작은 세그먼트를 형성하거나, 풀 픽셀이 될 수 있다.
- <54> 컵의 폭 w 에 대하여 벽 두께 t 는 넓은 범위에 걸쳐서 변할 수 있으며, 원하는 최종 디스플레이의 특성에 적합하도록 선택가능하다. 마이크로컵 벽의 두께는, 일반적으로 마이크로컵 폭의 약 0.01 내지 약 1 배이며, 더욱 바람직하게는, 약 마이크로컵의 약 0.05 내지 0.25 배이다. 개구 대 전체 면적 비는, 바람직하게는 약 0.1 내지 약 0.98 의 범위이며, 더욱 바람직하게는, 약 0.3 내지 약 0.95 이다.
- <55> (컵의 깊이를 정의하는) 마이크로컵 벽 높이 h 는 분명하도록 그것의 일반적인 비례 치수를 초과하여 과장되게 도시되어 있다. 일반적으로, EPD들의 경우, 마이크로컵의 높이는 약 5 내지 약 100 microns (μms) 의 범위이며, 바람직하게는, 약 약 10 내지 약 50 microns 이다. LCD들의 경우, 마이크로컵의 높이는, 일반적으로 약 1 내지 10 microns 의 범위이며, 더욱 바람직하게는 약 2 내지 5 microns 이다.
- <56> 본 발명의 마이크로컵 어레이 조립체의 본 명세서에서, 간결하고 분명하도록, 선행 2 차원 어레이 조립체 내에 정렬된 정사각형의 마이크로컵이 가정된다. 그러나, 마이크로컵은 정사각형일 필요는 없으며, 원한다면 직

사각형, 원형 또는 더욱 복잡한 형상일 수 있다. 예를 들면, 마이크로컵은 육각형일 수 있으며, 육각형 (육방정계) 밀집 어레이로 정렬될 수 있으며, 선택적으로는, 삼각기둥의 컵이 육각형의 하위어레이를 형성하도록 방향지워져, 순차적으로, 육각형 (육방정계) 밀집 어레이로 배열될 수 있다.

<57> 일반적으로, 마이크로컵은 임의의 형상일 수 있으며, 이들의 크기, 패턴 및 형상은 디스플레이 내에서 변화할 수 있다. 이는 칼라 EPD 에서 잊점이 된다. 광학 효과를 극대화하기 위하여, 다른 형상 및 크기의 혼합체를 구비하는 마이크로컵을 제조할 수 있다. 예를 들면, 적색의 분산제로 충전된 마이크로컵은 녹색 마이크로컵 또는 청색 마이크로컵과 다른 형상 또는 크기를 구비할 수 있다. 또한, 픽셀이 다른 색상의, 다른 갯수의 마이크로컵으로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 픽셀은 많은 작은 녹색 마이크로컵들, 많은 큰 적색 마이크로컵 및 많은 작은 청색 마이크로컵들로 이루어질 수 있다. 3 색상에 대하여, 동일한 형상 및 갯수를 구비할 필요는 없다.

<58> 마이크로컵의 개구는 둥글거나, 정사각형, 직사각형, 육각형 또는 다른 형상일 수 있다. 개구 사이의 파티션 영역은, 바람직한 기계적 특성을 유지하지만, 칼라의 고 포화도 및 콘트라스트를 얻기 위하여, 바람직하게는 작도록 한다. 결과적으로, 벌집 형의 개구가, 예를 들면, 원형 개구에 비하여 바람직하다.

<59> III. 마이크로컵 어레이의 제공

<60> 마이크로컵은 마이크로엠보싱 또는 포토리소그래피에 의하여 제조될 수 있다.

<61> IIIa. 마이크로엠보싱에 의한 마이크로컵 어레이의 제공

<62> 볼록 몰드 (male mold) 의 제공

<63> 볼록 몰드는, 에칭이나 전기도금이 뒤따르는 포토레지스트 공정 또는 다이아몬드 턴 공정 (diamond turn process) 과 같은, 임의의 적합한 방법에 의하여 제조될 수 있다. 볼록 몰드용 마스터 템플릿은 전기도금과 같은 임의의 적합한 방법에 의하여 제조될 수 있다. 전기도금과 함께, 크롬 인코넬과 같은 시드 금속의 얇은 층 (일반적으로 3000 Å) 으로, 유리 베이스 (base) 가 스퍼터된다. 다음으로, 유리 베이스가 포토레지스트 층으로 코팅되고 UV 로 노광된다. 마스크는 UV 와 포토레지스트 층 사이에 배치된다. 포토레지스트의 노광된 영역은 경화된다. 다음으로, 비노광 영역은 적합한 용매에 의해 제거된다. 남아있는 경화된 포토레지스트는 건조되고, 다시, 시드 금속의 얇은 층으로 스퍼터된다. 다음으로 마스터가 전해성형 (electroforming) 을 위해 준비된다. 전해성형용으로 사용되는 일반적인 재료는 니켈 코발트이다. 선택적으로는, "Continuous manufacturing of thin cover sheet optical media", SPIE Proc. Vol. 1663, pp. 324 (1992) 에 개시된 바와 같이, 이 마스터는 전해성형 또는 무전해 니켈 부착에 의해 니켈로 제조될 수 있다. 몰드의 바닥은 일반적으로 약 50 내지 400 microns 이다. 또한, 이 마스터는, "Replication techniques for micro-optics", SPIE Proc. Vol. 3099, pp. 76-82 (1997) 에 개시된 바와 같이, 전자빔 기록 (e-beam writing), 건식 에칭 (dry etching), 화학적 에칭 (chemical etching), 레이저 기록 (laser writing) 또는 레이저 간섭 (laser interference) 을 포함하는 다른 미세공학 기술을 이용하여 제조될 수 있다. 선택적으로, 이 몰드는 플라스틱, 세라믹 또는 금속을 이용한 광가공 (photomachining) 에 의해 제조될 수 있다.

<64> 이렇게 제공된 볼록 몰드는, 일반적으로 약 1 내지 500 microns, 바람직하게는, 약 2 내지 100 microns, 가장 바람직하게는 약 4 내지 50 microns 의 돌출부를 구비한다. 볼록 몰드는 벨트, 로울러, 또는 시트의 형태일 수 있다. 연속적인 제조를 위하여, 벨트 타입의 몰드가 바람직하다.

<65> 마이크로컵의 형성

<66> 마이크로컵은, 2001 년 2 월 25 일 출원된, 동시 계류중인 미국 출원 제 09/784,972 호에 개시된 바와 같은 배치방식의 공정이나, 연속적인 몰투몰 공정에서 형성될 수 있다. 후자는, 전기영동 또는 LCDs 에서 사용되는 구획 (compartments) 형성을 위한, 연속적이고, 저비용이고 고생산성인 제조 기술을 제공한다. UV 경화성 수지 조성물을 도포하기 전에, 몰드제거 공정에서 도움이 되도록, 몰드는 몰드 탈착제로 처리될 수 있다. UV 경화성 수지는 분사에 선행하여 탈기될 수 있고 선택적으로 용매를 함유할 수 있다. 존재한다면, 용매는 자발적으로 증발한다. 코팅, 딥핑 (dipping), 붓기 (pouring) 등과 같은 임의의 적합한 수단에 의해, 볼록 몰드 상에, UV 경화성 수지가 분사된다. 분사기는 움직이거나, 고정될 수 있다. UV 경화성 수지 상에 전도체 막이 적층된다. 적합한 전도체 막의 예는, 폴리에틸렌 테르프탈레이트 (polyethylene terephthalate), 폴리에틸렌 나프테이트 (polyethylene naphthate), 폴리아라미드 (polyaramid), 폴리이미드 (polyimide), 폴리사이클로올레핀 (polycycloolefin), 폴리술폰 (polysulfone), 에폭시 (epoxy) 및 이들의 복합물과 같은 플라스틱 기판 상의 투명 전도체 ITO 를 포함한다. 필요하다면, 이 수지와 플라스틱 사이의 적

합한 결합을 보장하고, 마이크로칩의 바닥의 두께를 제어하기 위하여, 압력이 인가될 수 있다. 적층용 로울러, 진공 몰딩, 압착 장치 또는 다른 유사한 수단을 이용하여, 이 압력이 인가될 수 있다. 블록 몰드가 금속성이고, 불투명한 경우에는, 플라스틱 기관은 수지를 경화시키기 위해 사용되는 화학작용성 조사에 대하여 일반적으로 투명하다. 역으로, 블록 몰드는 투명하고, 플라스틱 기관이 화학작용성 조사에 대하여 불투명할 수 있다. 몰딩된 형상의 전사 시트 상으로의 우수한 전사를 얻기 위해서는, 몰드 표면에 대하여 우수한 탈착 특성을 가져야 하는 UV 경화성 수지에 대하여, 전도체 막은 우수한 접착력을 가져야 한다.

<67> **IIIb. 포토리소그래피에 의한 마이크로칩 어레이의 제공**

<68> 마이크로칩 어레이의 제공을 위한 포토리소그래프 공정이 도 4 와 도 5 에 개시되어 있다.

<69> **상부 노광**

<70> 도 4(a) 및 도 4(b) 에 나타난 바와 같이, 마스크 (46) 를 통하여 투영된 이미지에 해당하는 벽 (41b) 을 형성하도록, 마스크 (46) 를 통하여, 전도체 전극 막 (42) 상에 공지된 방법에 의하여 코팅된 조사 경화성 재료에 대한 UV 광 (또는 선택적으로는, 다른 형태의 조사, 전자 빔 등) 에 의한 노광에 의하여, 마이크로칩 어레이 (40) 가 제공될 수 있다. 베이스 전도체 막 (42) 은, 바람직하게는 플라스틱 재료를 함유할 수 있는 지지용 기관 베이스 웹 (43) 상에 장착된다.

<71> 도 4(a) 의 포토마스크 (46) 에서, 어두운 사각형 (44) 은 마스크 (46) 의 불투명한 영역을 나타내며, 어두운 사각형 사이의 공간은 투명한 영역 (45) 을 나타낸다. 투명한 영역 (45) 을 통하여, 조사 경화성 재료 (41a) 상에 UV 가 조사된다. 바람직하게, 노광은, 조사 경화성 재료 (41a) 상에 직접적이며, 즉, UV 는 기관 또는 베이스 전도체 (42) 를 통과하지 않는다 (상부 노광). 이러한 이유 때문에, 기관 (43) 이나 전도체 (42) 중 어느 것도 UV 나 사용된 다른 조사 파장에 투명할 필요가 없다.

<72> 도 4(b) 에 나타난 바와 같이, 노광 영역 (41b) 은 경화되며, 다음으로, (마스크 (46) 의 불투명한 영역 (44) 에 의하여 보호되는) 비노광 영역은 용매 또는 현상제에 의해 제거되어 마이크로칩 (47) 을 생성한다. 용매 또는 현상제는 조사 경화성 재료를 용해하거나 조사 경화성 재료의 점도를 감소시키기 위하여 일반적으로 사용되는, 메틸에틸케톤 (MEK), 톨루엔, 아세톤, 이소프로판올 등과 같은 것들로부터 선택된다. 마이크로칩의 제공은 유사하게는 전도체 막/기관 지지 웹의 아래에 포토마스크를 배치함으로써 달성되며, 이 경우에, 조사에 투명하여야 하는 저부와 기관으로부터 포토마스크를 통해 UV 광이 조사된다.

<73> **불투명한 전도체 라인을 통한 노광**

<74> 도 5(a) 및 도 5(b) 에는, 본 발명의 마이크로칩 어레이의 제공을 위한, 이미지방식의 노광에 의한 또 다른 선택적 방법이 도시되어 있다. 불투명 전도체 라인이 사용되는 경우에, 전도체 라인은, 저부로부터의 노광을 위한 포토마스크로 사용될 수 있다. 전도체 라인에 수직한 불투명한 라인을 구비하는 제 2 의 포토마스크를 통한 상부로부터의 추가적인 노광에 의해, 내구성있는 마이크로칩 벽이 형성된다.

<75> 도 5(a) 는 본 발명의 마이크로칩 어레이 (50) 를 제조하는데 있어 중요한 상부 및 하부 노광의 이용을 나타낸다. 베이스 전도체 막 (52) 은 불투명하고 라인 패턴된다. 제 1 포토마스크로서 기능하는 전도체 라인 패턴 (52) 을 통하여 저부로부터, 베이스 전도체 (52) 및 기관 (53) 상에 코팅된 조사 경화성 재료 (51a) 가 노광된다. 제 2 노광은, 전도체 라인 (52) 에 수직하는 라인 패턴을 구비하는 제 2 포토마스크 (56) 통하여 "상부" 측으로부터 수행된다. 라인 (54) 간 공간 (55) 은 실질적으로 UV 광에 투명하다. 이 공정에서, 벽 재료 (51b) 는 하나의 가로 배향으로 저부로부터 위로 경화되며, 수직 방향으로 상부에서 하부로 경화되어, 완전한 마이크로칩 (57) 을 형성하도록 한다.

<76> 도 5(b) 에 나타난 바와 같이, 노광되지 않는 영역은 다음으로 상기한 용매 또는 현상제에 의해 제거되어 마이크로칩 (57) 을 현출시킨다.

<77> **IV. 본 발명의 밀봉 조성물 및 공정**

<78> 새로운 밀봉 오버코트 조성물은 다음의 성분을 함유한다.

<79> (1) 마이크로칩 내의 디스플레이 유체와 혼합되지 않고, 이 디스플레이 유체의 비중보다 작은 비중을 나타내는 용매 또는 용매 혼합물; 및

<80> (2) 열가소성 탄성중합체.

<81> 특히, 마이크로캡과의 우수한 정합성 및 디스플레이 유체에 대한 우수한 베리어 특성을 구비하는 열가소성 탄성 중합체를 함유하는 조성물이 유용하다. 유용한 열가소성 탄성중합체의 예에는, ABA 또는 (AB)_n 타입의 2-블록 (di-block), 3-블록 (tri-block), 또는 다중-블록 (multi-block) 의 공중합체 (copolymers) 가 포함되며, A 는 스티렌 (styrene), α-메틸스티렌 (α-methylstyrene), 에틸렌 (ethylene), 프로필렌 (propylene) 또는 노르보넨 (norbornene); B 는 부타디엔 (butadiene), 이소프렌 (isoprene), 에틸렌 (ethylene), 프로필렌 (propylene), 부틸렌 (butylene), 디메토일실록산 (dimethylsiloxane) 또는 황화 프로필렌 (propylene sulfide); 그리고, A 와 B 는 한 분자식에서 동일할 수 없다. 숫자, n 은 ≥1 이며, 바람직하게는, 1 - 10 이다. 특히, SB (폴리 (스티렌-b-부타디엔) (poly (styrene-b-butadiene))), SBS (폴리 (스티렌-b-부타디엔-b-스티렌) (poly (styrene-b-butadiene-b-styrene))), SIS (폴리 (스티렌-b-이소프렌-b-스티렌) (poly (styrene-b-isoprene-b-styrene))), SEBS (폴리 (스티렌-b-에틸렌/부틸렌-b-스티렌) (poly (styrene-b-ethylene/butylene-b-styrene))), 폴리 (스티렌-b-디메틸실록산-b-스티렌) (poly (styrene-b-dimethylsiloxane-b-styrene))), 폴리 (α-메틸스티렌-b-이소프렌) (poly (α-methylstyrene-b-isoprene))), 폴리 (α-메틸스티렌-b-이소프렌-b-α-메틸스티렌) (poly (α-methylstyrene-b-isoprene-b-α-methylstyrene))), 폴리 (α-메틸스티렌-b-황화 프로필렌-b-α-메틸스티렌) (poly (α-methylstyrene-b-propylene sulfide-b-α-methylstyrene))), 및 폴리 (α-메틸스티렌-b-디메틸실록산-b-α-메틸스티렌) (poly (α-methylstyrene-b-dimethylsiloxane-b-α-methylstyrene))) 과 같은, 스티렌 또는 α-메틸스티렌의 2-블록 또는 3-블록 공중합체 및 이들의 그래프트 또는 그 유도체는 유용하다. 열가소성 탄성중합체의 제조에 대한 보고는 N. R. Legge, G. Holden, 및 H. E. Schroeder ed., "Thermoplastic Elastomers", Hanser Publisher (1987) 에 개시되어 있다. 특히, (Kraton Polymer, Houston, TX 의) 크레이톤 D 및 G 시리즈 (Kraton D 및 G series) 와 같이 시판되는 스티렌 블록 공중합체가 유용하다. 또한, 폴리 (에틸렌-코-프로필렌-코-5-메틸렌-2-노르보넨) (poly (ethylene-코-propylene-코-5-methylene-2-norbornene)) 과 같은 결정질 고무 또는 (Exxon Mobil, Houston, TX 의) 비스탈론 6505 (Vistalon 6505) 와 같은 EPDM (에틸렌-프로필렌-디엔 삼원혼성중합체) ((ethylene-propylene-diene terpolymer)) 고무 및 이들의 그래프트 공중합체 또는 그 유도체는 매우 유용한 것으로 알려져 있다.

<82> 이론에 의해 포괄되지 않지만, 밀봉 오버코트의 건조 동안 또는 밀봉 오버코트의 건조 이후에, 열가소성 탄성중합체 상의 경질 블록 (hard block) 이 분리되어, 연질 연속성 상의 물리적 가교제 (crosslinker) 로서 기능한다. 본 발명의 밀봉 조성물은 밀봉 층의 코팅과 건조 공정 동안 밀봉 층의 탄성률 (modulus) 및 막 무결성을 상당히 향상시킨다. 낮은 임계 표면 장력 (40 dyne/cm 미만임) 및 높은 탄성률 또는 쇼어 (Shore) A 경도 (60 보다 더 큼) 를 갖는 열가소성 탄성중합체는, 아마도, 디스플레이 유체에 대한, 그들의 바람직한 웨팅 (wetting) 특성 또는 막의 무결성 때문에, 유용한 것으로 알려져 있다.

<83> 마이크로캡 내의 디스플레이 유체와 혼합되지 않는 용매 또는 용매 혼합물 내에, 상기 열가소성 재료가 용해되며, 디스플레이 유체의 비중보다 작은 비중을 나타낸다. 낮은 표면 장력의 용매는, 그들의 마이크로캡 표면 및 전기영동 유체에 대한 우수한 웨팅 특성 때문에, 오버코팅용 조성물로서 바람직하다. 35 dyne/cm 보다 작은 표면 장력을 갖는 용매 또는 용매 혼합물이 바람직하다. 30 dyne/cm 보다 낮은 표면 장력은 더욱 바람직하다. 적합한 용매는 알칸 (바람직하게는, 헵탄 (heptane), 옥탄 (octane) 또는 Exxon Chemical Company 의 이소파 용매 (Isopar solvents), 노난 (nonane), 데칸 (decane) 및 이들의 이성질체와 같은, C₆₋₁₂ 알칸), 사이클로알칸 (바람직하게는, 사이클로헥산 (cyclohexane), 데칼린 (decalin) 등과 같은, C₆₋₁₂ 사이클로알칸), 알킬벤젠 (바람직하게는, 톨루엔 (toluene), 크실렌 (xylene) 등과 같은, 모노 또는 디-C₁₋₆ 알킬벤젠), 알킬 에스테르 (바람직하게는, 에틸 아세테이트, 이소부틸 아세테이트 등과 같은, C₂₋₅ 알킬 에스테르), 및 C₃₋₅ 알킬 알콜 (이소프로판올 (isopropanol) 및 유사한 것 및 이들의 이성질체) 을 포함한다. 특히, 알킬벤젠 및 알칸의 혼합물은 유용하다.

또한, 밀봉 조성물은 열가소성 탄성중합체와 양립할 수 있는 열가소성 재료를 더 포함할 수도 있다. 열가소성 재료는 폴리스티렌, 폴리 (α-메틸스티렌) 이 바람직하다.

<84> (3M Company 의 FC 계면활성제, DuPont 의 조닐 플루오로계면활성제 (ZONYL fluorosurfactants), OSi, Greenwich, CT 의 플루오로아크릴레이트 (fluoroacrylates), 플루오로메타크릴레이트 (fluoromethacrylates), 플루오로 치환 장쇄 알콜 (fluoro-substituted long chain alcohols), 퍼플루오로 치환 장쇄 카복실산 (perfluoro-substituted long chain carboxylic acids), 및 이들의 유도체와 SILWET 실리콘 계면활성제와

같은) 습윤제는, 또한 마이크로컵에 대한 밀봉제의 부착력을 향상시키고, 더 유연한 코팅 공정을 제공하는 조성물에 포함될 수 있다. 또한, 가교제 (예를 들면, 4,4'-디아지도디페닐메탄 및 2,6-di- (4'-아지도벤잘)-4-메틸시클로헥사논과 같은 비스아지드), 가황제 (vulcanizers) (예를 들면, 2-벤조디아조릴 디설피드 및 테트라메틸티우람 디설피드), 다기능 모노머 또는 올리고머 (예를 들면, 헥산디올, 디아크릴레이트, 트리메틸올프로판, 트리아크릴레이트, 디비닐벤젠, 디알릴프탈렌), 열 개시제 (thermal initiators) (예를 들면, 디라우로릴 퍼옥사이드, 벤조일 퍼옥사이드) 및 광개시제 (photoinitiators) (예를 들면, Ciba-Geigy 의 이소프로필 티옥산톤 (ITX), Irgacure 651 및 Irgacure 369) 를 포함하는 다른 성분은, 오버코팅 공정 동안 또는 오버코팅 공정 후의 가교반응 또는 중합 반응에 의해, 밀봉 층의 물리기계적 특성을 향상시키는데에 매우 유용하다.

<85> 일반적으로, 밀봉 조성물은 부분적으로 충전된 마이크로컵 상에 코팅되고, 이 오버코팅된 마이크로컵은 실온에서 건조된다. 선택적으로는, 밀봉된 마이크로컵은, 베리어 특성을 더욱 향상시키기 위하여 UV 조사 또는 열 베이킹에 의해 후처리될 수 있다. 아마도 마이크로컵-밀봉 층의 계면에서의 상호침투 네트워크의 형성으로 인하여, 마이크로컵에 대한 밀봉 층의 부착력은 상기 후-경화 반응에 의해 향상될 수 있다.

<86> V. 마이크로컵 어레이로부터 전기영동 디스플레이의 제공

<87> 도 6(a) 내지 도 6(d) 에는, 전기영동 셀을 제공하는 바람직한 공정이 개략적으로 나타나 있다.

<88> 도 6(a) 에서 나타난 바와 같이, 마이크로컵 어레이 (60) 는 상기 섹션 III 에서 개시된 임의의 선택적 방법에 의해 제공될 수 있다. 하기 방법에 의해 제조된 충전되지 않은 마이크로컵 어레이는, 일반적으로 베이스 전극 (62) 이 부착되는 기관 웹 (63) 을 포함한다. 마이크로컵 벽 (61) 은 개구된 컵을 형성하기 위하여, 기관 (63) 으로부터 위로 연장된다.

<89> 도 6(b) 에 나타난 바와 같이, 마이크로컵은 착색된 유전성 조성물내에 하전된 안료 입자 (65) 가 있는 분산제로 충전된다. 나타난 실시예에서, 조성물은 각 컵 내에서, 즉 단일 색상 디스플레이에서 동일하다. 본 발명의 밀봉 공정을 수행하는 단계에서, 마이크로컵은, 바람직하게, (범람을 방지하기 위하여) 일부 충전되며, 이는 휘발성 용매 (아세톤, 메틸 에틸 케톤, 이소프로판올, 헥산 및 3M Co. 의 퍼플루오로 용매 FC-33) 로 전기영동 유체를 희석화하고, 휘발성 용매가 기화되도록 함으로써 달성될 수 있다. HT-200 과 같은 높은 끓는점의 퍼플루오로 용매가 디스플레이 유체의 연속상으로서 사용되면, FC-33 과 같은 퍼플루오로 휘발성 용매는 특히, 일부 충전의 레벨을 제어하기 위해 유용하다.

<90> 도 6(c) 에 나타난 바와 같이, 충전 단계 이후에, 마이크로컵은 밀봉 층 (66) 을 형성하는 본 발명의 밀봉 조성물로 밀봉된다. 일반적으로, 밀봉 조성물은 일부 충전된 마이크로컵 상에 오버코팅되고, 디스플레이 유체 상에서 건조된다. 선택적으로는, 밀봉된 마이크로컵은 UV 조사 또는 열 베이킹에 의해 후처리되어 베리어 특성을 향상시킬 수 있다.

<91> 도 6(d) 에 나타난 바와 같이, 바람직하게는, 접착제, 용융 접착제 또는 열, 습기 또는 조사로 경화가능한 접착제일 수 있는 부착 층 (68) 으로 전도체 막 (67) 을 초벌코팅함으로써, 전기영동 마이크로컵 셀 (60) 의 밀봉된 어레이는 제 2 전도체 막 (67) 으로 적층한다. 적층된 부착층이, 상부전도체 막이 조사에 투명하다면, 상부 전도체 막을 통하여 UV 와 같은 조사에 의해 후-경화될 수 있다.

<92> VI. 안료/용매 현탁액 또는 분산제 조성물의 제조

<93> 본 발명의 EPD 의 다양한 실시형태에 대하여 개시한 바와 같이, 마이크로컵은, 바람직하게는 유전성 용매 (예를 들면, 도 6(b) 의 용매 (64) 및 안료 입자 (65)) 에 분산된 하전된 안료 입자로 충전된다. 분산제는, 미국 특허 제 6,017,584 호, 제 5,914,806 호, 제 5,573,711 호, 제 5,403,518 호, 제 5,380,362 호, 제 4,680,103 호, 제 4,285,801 호, 제 4,093,534 호, 제 4,071,430 호, 제 3,668,106 호와 같은 당해 분야에서 공지된 방법들에 따라 제공될 수도 있다. 또한, IEEE Trans. Electron Devices, ED-24, 827 (1977) 및 J. Appl. Phys. 49(9) : 4820 (1978) 를 참조하라.

<94> 하전된 안료 입자들은, 입자들이 현탁되어 있는 매질과 시각적으로 대비된다. 매질은 유전성 용매이며, 높은 입자 이동도를 위하여, 바람직하게는, 낮은 점성도와 약 2 내지 약 30, 바람직하게는, 약 2 내지 약 15 범위의 유전 상수를 갖는 유전 용매이다. 적합한 유전 용매의 실시예는, 데카하이드로나프탈렌 (DECALIN), 5-에틸리덴-2-노르보넨 (5-ethylidene-2-norbornene), 지방유, 파라핀유와 같은 탄화수소; 톨루엔 (toluene), 크실렌 (xylene), 페닐크실릴에탄 (phenylxylethane), 도데실벤젠 (dodecylbenzene) 및 알킬나프탈렌 (alkylnaphthalenes) 과 같은 방향족 탄화수소; 디클로로벤조트리플루오라이드 (dichlorobenzotrifluoride), 3,4,5-트리클로로벤조트리플루오라이드 (3,4,5-trichlorobenzotrifluoride), 클로로펜타플루오르-벤젠

(chloropentafluoro-benzene), 디클로로노네인 (dichlorononane), 펜타클로로벤젠 (pentachlorobenzene) 등의 할로겐화 용매; 퍼플루오로데칼린 (perfluorodecalin), 퍼플루오로톨루엔 (perfluorotoluene), 퍼플루오록실렌 (perfluoroxylene), MN St. Paul, 3M 사의 FC-43, FC-70, FC-5060 등의 퍼플루오로 용매 (perfluoro solvents); Oregon, Portland, TCI Amerca 사의 폴리 (퍼플루오로프로필렌 산화물) (perfluoropropylene oxide), NJ, River Edge, Halocarbon Product 사의 Halocarbon Oils 등의 폴리 (클로로트리플루오르에틸렌) (chlorotrifluoroethylene), Ausimont 사의 Galden, Ht-200, 및 플루오르링크 또는 Delaware 소재의 Dupont 사의 Krytox Oils 과 Greases K-Fluid Series 등의 퍼플루오로폴리알킬에테르 (perfluoropolyalkylether) 와 같은 폴리머들을 함유하는 저분자량 할로겐을 포함한다. 바람직한 일 실시형태에서, 폴리 (클로로트리플루오르에틸렌) (chlorotrifluoroethylene) 을 유전성 용매로서 사용한다. 또 다른 바람직한 실시형태에서, 폴리 (퍼플루오로프로필렌 산화물) (perfluoropropylene oxide) 을 유전성 용매로서 사용한다.

<95> 염료 또는 안료로부터 비이동성 유체 안료를 형성할 수도 있다. 특히, 비이온성 아조 (azo) 와 안트라퀴논 (anthraquinone) 염료가 유용하다. 유용한 염료들의 예에는, 이에 한정되지는 않지만, Pylam Products 사의 Oil Red EGN, Sudan Red, Sudan Blue, Oil Blue, Macrolex Blue, Solvent Blue 35, Pylam Spirit Black, 및 Fast Spirit Black; Aldrich 사의 Arizona, Sudan Black B; BASF 사의 Thermoplastic Black X-70; 및 Aldrich 사의 안트라퀴논 블루, 안트라퀴논 옐로 114, 안트라퀴논 레드 111, 135, 안트라퀴논 그린 28 을 포함한다. 특히, 퍼플루오로 용매를 사용하는 경우에, 플루오르화된 염료가 유용하다. 안료의 경우에는, 매질의 색상을 생성하는 비이동성 안료 입자들도 유전성 매질에 분산될 수 있다. 이러한 착색 입자들은 하전되지 않는 것이 바람직하다. 매질 내에 색상을 생성시키는 비이동성 안료 입자들이 하전되는 경우, 바람직하게는, 그들은 하전된 이동성 안료 입자들의 전하와는 반대인 전하를 운반한다. 2 종류의 안료 입자들이 동일한 전하를 운반하는 경우라면, 그들은 다른 전하 밀도 또는 다른 전기영동 이동도를 가져야만 한다. 어느 경우에도, 매질의 비이동성 유체의 착색제를 생성하는 염료나 안료는 화학적으로 안정해야 하며, 현탁액 내의 다른 성분들과 공존할 수 있어야 한다.

<96> 하전된, 이동성 안료 입자들은, TiO_2 , 프탈로시아닌 블루 (phthalocyanine blue), 프탈로시아닌 그린 (phthalocyanine green), 디아릴리드 옐로 (diarylide yellow), 디아릴리드, AAOT 옐로; Sun Chemical 사의 퀴나크리돈 (quinacridone), 아조, 로다민 (rhodamine), 페릴렌 안료 시리즈 (perylene pigment series); Kanto Chemical 사의 Hansa 옐로 G 입자들; 및 Fisher 사의 Carbon Lampblack 등의 유기 또는 무기 안료일 수도 있다. 입자 크기는 서브마이크론인 것이 바람직하다. 이러한 입자들은 허용될 수 있는 광학적 특성들을 갖고, 유전성 용매에 의해 팽윤되거나 연화되지 않아야 하며, 화학적으로 안정해야 한다. 또한, 최종 현탁액은 통상의 작업 조건 하에서 침전 (sedimentation), 엉김 (creaming), 또는 응집 (flocculation) 에 대해 안정해야 한다.

<97> 이동성 안료 입자들은 고유 전하를 나타내거나, 전하조절제를 이용하여 명시적으로 하전될 수도 있거나, 유전성 용매에 현탁되어 전하를 얻을 수도 있다. 적절한 전하조절제는 당해 기술 분야에 공지되어 있으며, 이들은 실제로 폴리머이거나 비폴리머일 수도 있고, 이온성이거나 비이온성일 수도 있으며, Aerosol OT, 나트륨 도데실벤젠술포네이트 (sodium dodecylbenzenesulfonate), 금속 비누 (metal soaps), 폴리부텐 숙신이미드 (polybutenesuccinimide), 말레산 무수물 공중합체 (maleic anhydride copolymers), 비닐피리딘 공중합체 (vinylpyridine copolymers), 비닐피롤리돈 공중합체 (vinylpyrrolidone copolymer) (International Specialty Products 사의 Ganex), (메타)아크릴 산 공중합체, N,N-디메틸아미노에틸 (메타)아크릴레이트 공중합체 (N,N-dimethylaminoethyl (meth) acrylate copolymers) 등의 이온성 계면활성제를 포함한다. 특히, 플루오르화 계면활성제는 퍼플루오로카본 용매 (perfluorocarbon solvents) 내에서 전하조절제로서 유용하다. 이러한 플루오르화 계면활성제는, 3M 사의 FC-170C, FC-171, FC-176, FC430, FC431 및 FC-740 와 같은 FC 플루오르화 계면활성제 및 Dupont 사의 Zonyl FSA, FSE, FSN, FSN-100, FSO, FSO-100, FSD 및 UR 등의 Zonyl 플루오르화 계면활성제들을 포함한다.

<98> 적합한 하전 안료 분산제는, 그라인딩, 밀링, 마모, 미세유체화 및 초음파 기술을 포함하는 공지된 방법 중 어느 하나로 제조할 수 있다. 예를 들어, 미세 분말 형태의 안료 입자들을 현탁 용매에 첨가하고, 그 생성된 혼합물을 수 시간동안 볼 밀링하거나 마모시켜, 상당히 응집되어 있는 건조 안료 분말을 프라이머리 입자들로 분쇄한다. 덜 바람직하지만, 볼 밀링 공정 동안에, 현탁액 내에 비이동성 유체 착색제를 생성하는 염료 또는 안료를 첨가할 수도 있다.

<99> 유전성 용매와의 비중을 매칭시키도록, 적합한 중합체로 마이크로캡슐화함으로써, 안료 입자들의 침강이나 엉김

을 방지할 수도 있다. 안료 입자들의 마이크로캡슐화는 화학적 또는 물리적으로 이루어질 수 있다. 통상적인 마이크로캡슐화 공정은, 계면 중합, 인시츄 중합, 상 분리, 코아세르베이션 (coacervation), 정전 코팅 (electrostatic coating), 스프레이 건조, 유동상 코팅 (fluidized bed coating) 및 용매 증발 등을 포함한다.

<100> 흑/백 EPD의 경우, 현탁액은, 흑색 염료 또는 분산된 비하전 흑색 입자를 함유하는 흑색 유전성 용액 내에서 분산된 티타늄 산화물 (TiO_2)의 하전된 백색 입자들을 포함한다. 용매의 흑색을 발생시키기 위해서, Arizona, Pyram Products사의 Pyram Spirit Black, 및 Fast Spirit Black, Aldrich사의 Sudan Black B 및 BASF사의 Thermoplastic Black X-70과 같은 흑색 염료나 염료 혼합물, 또는 카본 블랙과 같은 불용성 흑색 안료가 사용될 수 있다. 다른 착색된 현탁액들에 대해서도, 많은 가능성들이 있다. 감색 (subtractive color) 시스템에서는, 시안색 (cyan), 황색 또는 마젠타색 (magenta)의 유전성 용매에, 하전된 TiO_2 입자들이 현탁될 수 있다. 시안색, 황색 또는 마젠타색은 염료나 안료를 사용하여 생성될 수 있다. 가색 (additive color) 시스템에서는, 염료나 안료를 사용하여 발생시킨 적색, 녹색 또는 청색의 유전성 용매에, 하전된 TiO_2 입자들이 현탁될 수 있다. 대부분의 응용장치에서는, 적색, 녹색, 청색 시스템이 바람직하다.

실시예

실시예 1 : 마이크로캡의 조성물

<103> 35 wt%의 Ebecryl 600 (UCB), 40 wt%의 SR-399 (Satomer), 10 wt%의 Ebecryl 4827, 7 wt%의 Ebecryl (UCB), 8 wt%의 HDDA (UCB), 0.05 wt%의 Irgacure 369 (Ciba Specialty chemicals) 및 0.01 wt%의 이소프로필 티옥산톤 (Aldrich사의 ITX)이 균일하게 혼합되며, 마이크로캡보성용으로 사용된다.

실시예 2 : 마이크로캡 어레이의 제조

<105> 5 wt%의 Ebecryl 830, 2.6 wt%의 SR-399 (Satomer), 1.8 wt% Ebecryl 1701, 1 wt%의 PMMA (Aldrich사, $M_w = 350,000$), 0.5 wt%의 Irgacure 500 및 40 wt%의 메틸 에틸 케톤 (MEK)이, #3 Myrad bar를 이용하여, 2 mil 60 ohm/sq. ITO/PET 막 (MN 소재 Shedahl Inc.) 상에 코팅되고, 건조되어, 공기 중에서 15 분 동안 Zeta 7410 (Loctite사, 5 w/cm^2) 노광 유닛을 이용하여 UV 경화된다. 실시예 1에서 제공된 마이크로캡의 조성물은 처리된 ITO/PET 막 상에, 약 $50 \mu\text{m}$ 의 목표 두께로 코팅되고, 25 - $50 \mu\text{m}$ 인 돌출 높이와 $10 \mu\text{m}$ 인 폭의 파티션 라인을 갖는 60 (길이) $\times 60$ (폭) μm 의 반복적 돌출 사각형 패턴을 구비하는 Ni-Co 볼록 몰드로 엠보싱되고, 20 초 동안 PET 측으로부터 UV 경화되며, 약 4 - 5 ft/min의 속도로 2" 펠링 바를 가지고 몰드로부터 제거된다. 25 내지 $50 \mu\text{m}$ 범위의 깊이를 갖는 잘 규정된 마이크로캡은 상응하는 돌출 높이를 구비하는 볼록 몰드를 이용하여 제조된다. 또한, 70 (길이) $\times 70$ (폭) $\times 35$ (깊이) $\times 10$ (파티션), 100 (길이) $\times 100$ (폭) $\times 35$ (깊이) $\times 10$ (파티션), 및 100 (길이) $\times 100$ (폭) $\times 30$ (깊이) $\times 10$ (파티션) μm 와 같은 다양한 치수의 마이크로캡 어레이가 동일한 절차에 의하여 제공된다.

실시예 3 : 안료 분산제

<107> 6.42 grams의 Ti Pure R706는, 균질기에 의하여, 1.94 grams의 Fluorolink D (Ausimont사), 0.22 grams의 Fluorolink 7004 (Ausimont사), 0.37 grams의 fluorinated copper phthalocyanine 염료 (3M사), 52.54 grams의 perfluoro solvent HT-200 (Ausimont사)를 함유하는 용액 내에 분산된다.

실시예 4 : 안료 분산제

<109> Ti Pure R706 및 Fluorolink가, 각각 Elimentis (Highstown, NJ) 및 Krytox (Du Pont)로부터 중합체로 코팅된 TiO_2 입자 PC-9003으로 대체되는 것을 제외하고는, 실시예 3의 절차에 따른다.

실시예 5 : 마이크로캡 밀봉

<111> 실시예 3에서 제공된 전기영동 유체는 3M사의 휘발성인 퍼플루오로 조용매 FC-33으로 희석화하고, 실시예 2에서 제공된 35 microns 깊이의 마이크로캡 어레이 상에 코팅된다. 이 휘발성 조용매는 기화되어, 일부 충전된 마이크로캡 어레이를 노출시킨다. 그 후, 그 부분적으로 충전된 캡들 상에, 3 mil의 개구부를 가진 Universal 블레이트 애플리케이션에 의하여 헵탄 (heptane) 내의 폴리이소프렌 (97% cis. from Aldrich)의 7.5

% 용액이 오버코팅된다. 다음으로, 오버코팅된 마이크로컵은 실온에서 건조된다. 허용치의 부착성 및 균일도를 구비하는 약 7 - 8 μm 두께의 이음매가 없는 밀봉 층이 마이크로컵 어레이 상에 형성된다. 밀봉된 마이크로컵 내에 어떠한 가시적인 트랩된 공기 방울도 현미경으로 발견되지 않는다. 부착 층으로 초벌코팅된 제 2 ITO/PET 는 밀봉된 마이크로컵 상에 적층된다. 전기영동 셀은 우수한 만곡 저항 (flexure resistance) 을 구비하는 바람직한 스위칭 성능을 나타낸다. 5 일 동안, 66 $^{\circ}\text{C}$ 의 오븐에서 에이징된 후에도, 관찰가능한 질량 손실이 발견되지 않는다.

<112>

실시예 6 : 마이크로컵 밀봉

<113>

2 mil 의 개구를 구비하는 블레이드 애플리케이션터를 이용하여, 폴리이소프렌 층의 두께가 4 microns 으로 감소되는 것을 제외하고는, 실시예 5 의 공정을 따른다. 핀홀 및 파열된 밀봉 층이 광학 현미경 하에서 명백히 볼 수 있었다.

<114>

실시예 7 -14 : 마이크로컵 밀봉

<115>

밀봉 층이 폴리이소프렌, 폴리스티렌, 폴리비닐부티랄 (St. Louis 소재, Solutia Inc. 사의 Butvar 72) 와 SIS (KratonD1 107, 15% 스티렌), SBS (Kraton D1101, 31% 스티렌) SEBS (KratonG1650 and FG1901, 30% 스티렌), 및 EPDM (Vistalon 6505, 57% 에틸렌) 과 같은 열가소성 탄성중합체에 의해 각각 대체되는 것을 제외하고는 실시예 5 의 절차를 따른다. 표 1 에는 그 결과가 요약되어 있다. 표 1 로부터 알 수 있는 바와 같이, 열가소성 탄성중합체는 넓은 개구를 갖는 마이크로컵에 대하여 더 얇고 더 품질 좋은 밀봉이 가능하도록 한다.

<116>

표 1 마이크로컵의 밀봉

<117>

실시예 번호	밀봉 중합체	코팅 용액	측정된 건조 두 께	컵 치수 (L×W×D×P), μm	코팅 품질 (육안 기준)	코팅 품질 (현미경 기준)
비교예 5	폴리이소프렌 (97% cis)	헵탄의 7.5 %	4-5 μm	60×60×35×10	적당	핀홀, 파열된 층
비교예 6	폴리이소프렌 (97% cis)	헵탄의 7.5 %	7-8 μm	60×60×35×10	우수	우수
비교예 7	폴리스티렌	톨루엔의 30 %	7-8 μm	60×60×35×10	매우 열악, 심 각한 디웨팅	불완전한 밀봉, 결함
비교예 8	Butvar 72	이소프로판올의 8.5 %	4-5 μm	60×60×35×10	열악한 재현성	적당
9	SIS (Kraton D1107), 15 % 스티렌	헵탄의 4 %	4-5 μm	70×70×35×10	우수	우수
10	SIS (Kraton D1107), 15 % 스티렌	헵탄의 4 %	3-4 μm	100×100×30×10	우수	우수
11	SBS (Kraton D1107), 31 % 스티렌	톨루엔/헵탄 (20/80) 의 10 %	4-5 μm	70×70×35×10	우수	우수
12	SEBS (Kraton FG-1901, 30 % 스티렌, 1.5 % maleic anhydride)	크실렌/Isopar E (5/95) 의 10 %	4-5 μm	70×70×35×10	우수	우수
13	SEBS (Kraton G1650, 30 % 스티 렌)	톨루엔/헵탄 (5/95) 의 5 %	4-5 μm	70×70×35×10	우수	우수
14	EPDM (Vistalon 6505, 57 % 의 에틸렌)	Isopar E 의 10 %	4-5 μm	70×70×35×10	우수	우수

<118>

본 발명이 특정 실시형태를 참조하여 개시되었지만, 당업자는 본 발명의 진정한 사상 및 범위에서 벗어나지 않고서, 다양한 변화가 시도될 수 있으며, 균등물에 의해 치환할 수 있는 것을 주목해야 한다. 또한, 본 발명

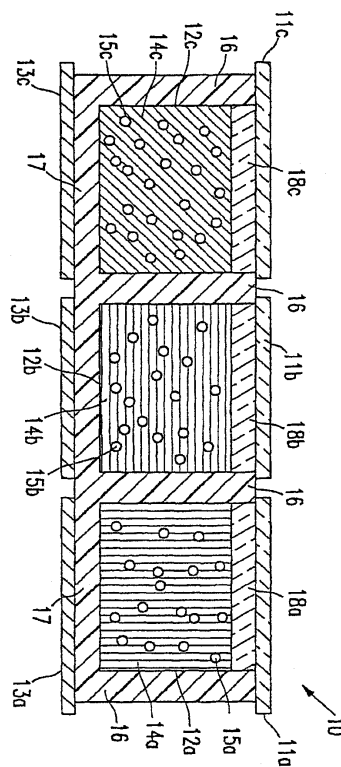
의 목적, 사상 및 범위에 따라, 특정 상황, 재료, 조성물, 공정, 공정 단계 또는 단계들에 부합하도록, 많은 변형이 시도될 수 있다. 모든 이러한 변형은 첨부한 청구 범위 내에 속한다.

<119> 또한, 예를 들면, 마이크로칩을 제조하는 본 발명의 방법은 액정 디스플레이용 마이크로칩 어레이를 제조하기 위하여 이용될 수 있다. 또한, 유사하게, 본 발명의 마이크로칩의 선택적 충전, 밀봉 및 ITO 적층 방법은 액정 디스플레이의 제조시에 채택될 수 있다.

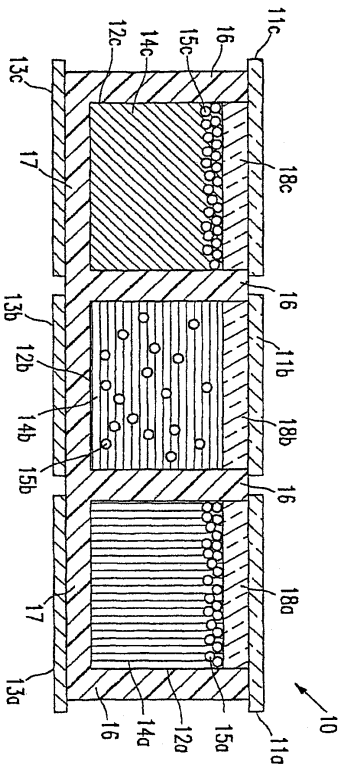
<120> 그러므로, 본 발명은 종래 기술이 허용하는 범위만큼 넓게 첨부한 청구 범위에 의해, 그리고, 필요하다면, 본 명세서의 관점에서 한정된다.

도면

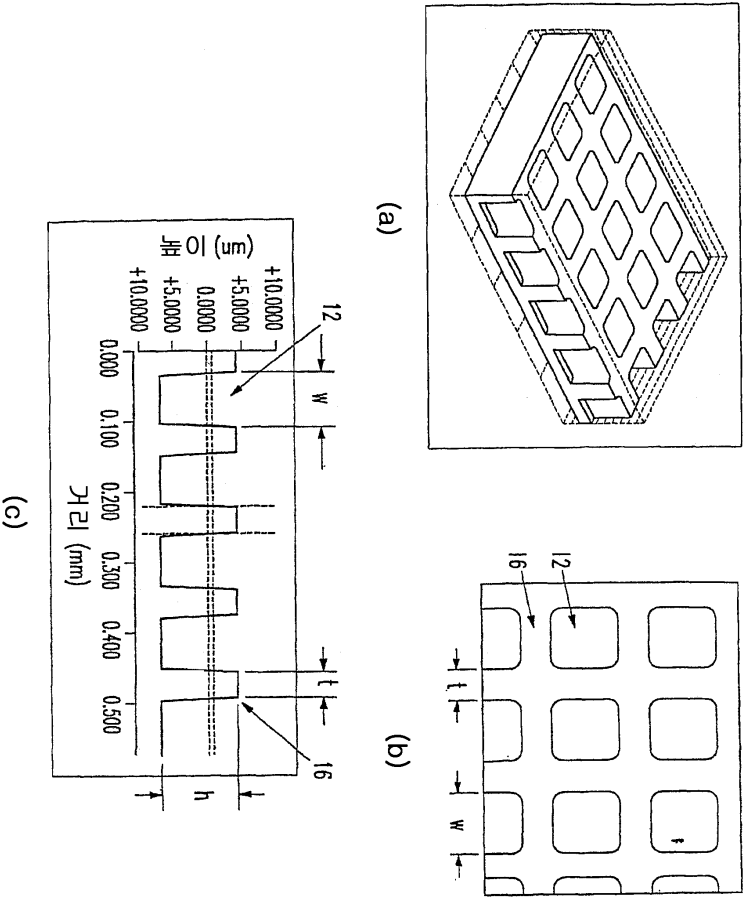
도면1



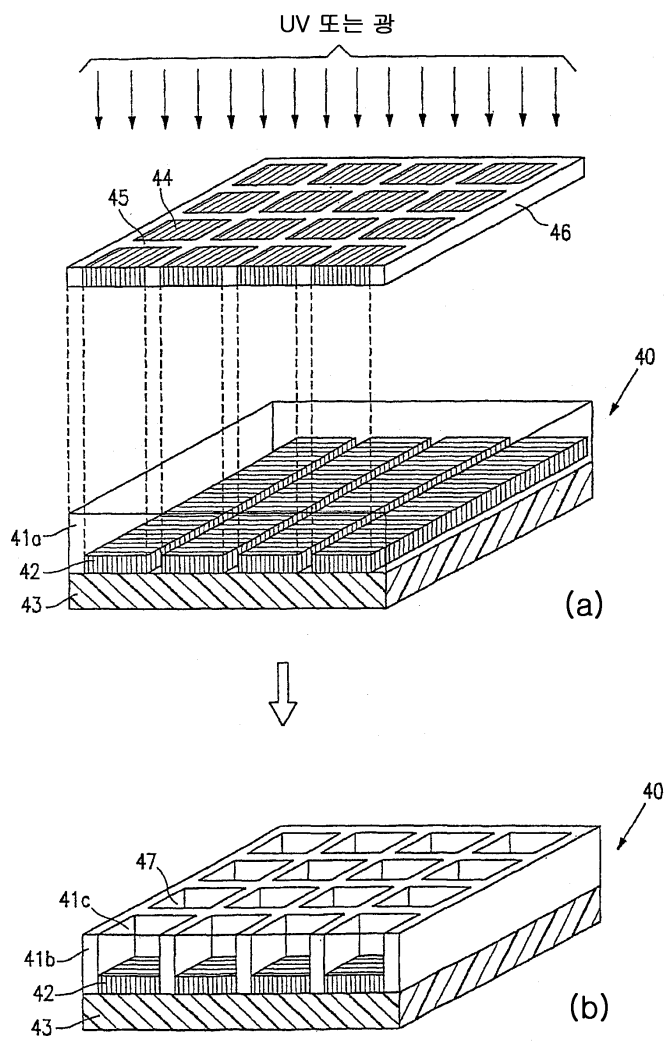
도면2



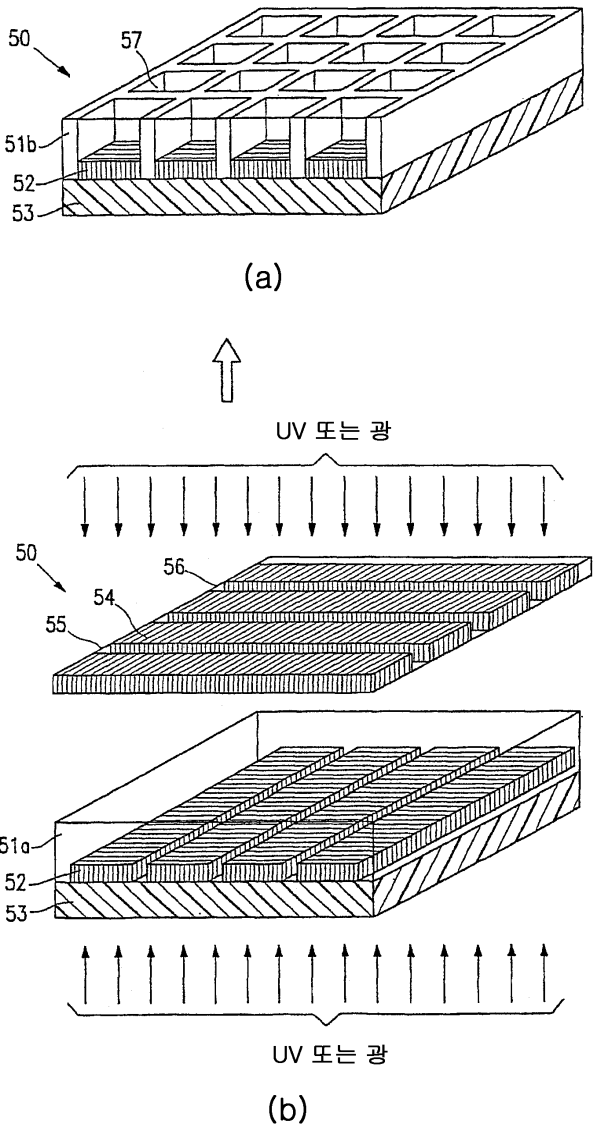
도면3



도면4



도면5



도면6

