(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0007545
(43) 공개일자 2009년01월19일

(51) Int. Cl.[9]
G02F 1/167 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0135946(분할)
(22) 출원일자 2008년12월29일
심사청구일자 2008년12월29일
(62) 원출원 특허 10-2007-0034078
원출원일자 2007년04월06일
심사청구일자 2007년04월06일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
김재환
인천 연수구 동춘동 924-3 럭키아파트 101동 101호
(74) 대리인
황정현

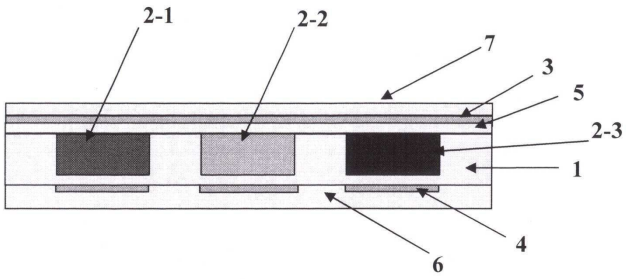
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 셀룰로오스로 만든 전자 디스플레이 종이의 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 셀룰로오스로 만든 유연성이 있고 가벼우며 제조비용이 저렴한 전자 디스플레이 종이에 관한 것으로, 유연성이 부족한 유리 기판이나 환경공해를 일으키는 플라스틱 기판으로 된 전자 종이의 단점을 극복하기 위해 생분해성이 있는 셀룰로오스로 셀 구조물을 만들고, 전기장을 가하였을 경우 색이 변하는 발광체나 전기영동 분산액을 셀 구조물에 주입한 후 셀룰로오스로 밀봉하며, 투명 전극을 최소한 상하면의 한 면에 설치하여 양방향 또는 한 방향으로 디스플레이가 되도록 한 전자 디스플레이 종이의 제조방법이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

셀 구조물(1), 발광체 또는 전기 영동 분산액(2), 상부 투명전극(3), 상부 밀봉층(5) 및 표피층(6, 7)으로 이루어진 전자 디스플레이 종이의 제조방법으로서,

(a) 유연한 셀룰로오스 판 형상의 재료로 마이크로 단위의 격벽을 갖는 셀 구조물(1)을 만드는 단계;

(c) 상기 셀 구조물(1)의 셀에 상기 발광체 또는 전기 영동 분산액을 주입하는 단계;

(d) 상기 주입된 발광체 또는 전기 영동 분산액을 셀룰로오스의 상부 밀봉층(5)으로 다시 밀봉(encapsulation)하는 단계;

(e) 상기 셀 구조물(1)의 상부면에 상부 투명전극(3)을 설치하는 단계; 및

(f) 상기 상부 투명전극(3) 및 상기 셀 구조물(1)의 하부면 위에는 다시 셀룰로오스의 표피층(6, 7)을 코팅하는 단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 (a) 단계 이후에,

(b) 상기 셀 구조물(1)의 하부면에 하부 투명전극(4)을 설치하는 단계; 를 더 포함하며,

상기 (f) 단계는 상기 상부 투명전극(3) 및 상기 하부 투명전극(4) 위에 다시 셀룰로오스의 표피층(6, 7)을 코팅하는 것을 특징으로 하는 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

(a-1) 셀룰로오스 용액을 이미 셀 구조물의 형틀이 만들어진 실리콘 웨이퍼(12) 위에 코팅하는 단계와,

(a-2) 상기 코팅된 셀룰로오스 필름(11)을 실리콘 웨이퍼(12)와 함께 오븐에서 고온 건조시키는 단계와,

(a-3) 상기 건조된 셀룰로오스 필름을 세척하는 단계와,

(a-4) 상기 세척된 셀룰로오스 필름을 오븐에서 후 건조시키는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광체(2) 대신에 전기장을 가할 경우, 빛을 선택적으로 반사하는 잉크를 주입한 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

흑백과 컬러 색상이 선택적으로 표현되도록 흑백 또는 컬러 발광체나 잉크를 주입한 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 셀에 해당하는 화소의 작동을 수동적인 방법 또는 능동적인 방법으로 하는 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

디스플레이가 되는 면에 마이크로 렌즈 어레이(8)를 설치하여 색의 혼합과 빛의 선명도를 향상시킨 전자 디스플레이 종이의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 셀룰로오스로 만든 유연성의 경량 디스플레이 장치로서, 제조 비용이 저렴한 전자 종이(E-Paper)의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 전자 종이는 표시 매체 중 가장 우수한 시각 특성이 있는 디지털 종이이다. 일반 종이처럼 둘둘 말아서 간편하게 휴대할 수 있는 전자 종이는 PDP 및 LCD와 같은 평판 디스플레이의 다음 세대로 여겨지고 있다. 전자 종이는 언제 어디서나 정보를 접할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 시대가 필요로 하는 기반 기술로서, 일반 종이 인쇄물과 종래의 디스플레이 장치를 대신할 수 있어서 머지않아 종이와 같이 간편하게 휴대할 수 있는 시대가 올 것이다. 전자 종이는 종래의 종이 인쇄처럼 높은 해상도, 넓은 시야각, 밝은 배경을 가지고 있으며 LCD와 같이 백라이트가 필요없기 때문에 배터리의 수명이 오래가고, 원가절감 및 경량화의 장점이 있다.

<3> 전자 종이의 기판은 전자 종이를 지탱하는 구조 재료로서 유연성에 매우 큰 영향을 끼치는 반면, 폐기시에는 환경공해를 일으키지 않는 것이 바람직하다. 플라스틱 필름은 생분해가 되지 않으므로 환경 폐기물이 되고, 투명 전극 형성을 위한 인쇄에도 어려움이 있다. 이에 반해, 셀룰로오스는 종이를 이루는 주성분으로서 유연하고 구조적으로도 질기며 박막 형성이 용이하고 값이 싸다. 특히, 생분해성으로 폐기시에 썩어 없어지므로 환경문제를 일으키지 않는다.

<4> 셀룰로오스로 전자 종이를 만들고자 하는 경우에는, 전자 종이의 기본 요소인 마이크로 단위의 디스플레이 셀 구조를 만들 수 있어야 한다.

<5> 종래 기술의 전자 종이는 대체로 유연성 LCD를 비롯하여 유기발광다이오드(OLED), 전기영동 등 다양한 원리가 활용되고 있다. OLED는 넓은 시야각, 초고속 응답, 및 자체발광 등의 장점이 있어서 소형에서 대형에 이르기까지 어떠한 동화상 표시매체로서도 손색이 없고, 백라이트가 필요 없기 때문에 소비전력이 작고 경량 박형으로 제작할 수 있는 장점이 있다. 또한 제작 공정이 간단하여 제조 비용을 낮출 수가 있다. 현재, 전자 종이의 개발 동향에 따르면, 미국의 IBM, Sarnoff, UDC, E-ink, Bell Lab, Palo Alto Research Center 등이 유연성 LCD, OLED, 및 마이크로캡슐을 이용하여 전자 종이의 전반적인 연구를 수행하고 있다. 일본에서는 히타치, 소니, AIST, 세이코-엡슨 등이 OTFT, 다결정실리콘 TFT, OLED에 대한 연구를 수행하고 있다. 그 밖에도 트위스트 볼을 이용한 Gyricon사의 Gyricon 디스플레이, 전기영동을 이용한 Neolux사 및 Kent사의 콜레스테롤 액정 디스플레이, 필립스사의 electrowetting 디스플레이, Iridigm사의 MEMS 기술을 이용한 전자 종이, 브리지스톤사의 LPD가 있으며, 국내에서는 삼성전자, 삼성 SDI, 엘지전자, 소프트픽셀, 아이컴포넌트, ETRI, KETI 및 여러 대학에서 유연성 LCD, OLED, 전기영동을 이용한 전자 종이 및 LPD 등을 연구하고 있다. 1975년 제록스사의 초보적인 전자 종이 구현과, 1999년 E-ink사의 Immedia™ 제품의 출시 이래로 많은 시제품이 선보이고 있지만, 지금까지 개발된 대부분의 전자 종이는 셀 구조물이나 기판 등에 유리를 사용하고 있어서 유연성이 떨어지며 이로 인해 플라스틱 기판을 사용할 필요성이 있다. 그러나, 이를 위해서는 플라스틱 기판에 투명전극 형성과 기판의 가스 차단성의 문제가 해결되어야 한다. 이에 대해서, 소니 및 세이코-엡슨에서는 우수한 다결정 실리콘의 제작 및 전사(transfer)기술을 바탕으로 고분자 기판상에 매우 우수한 특성의 다결정 실리콘 TFT를 가진 디스플레이를 개발하였다. 그러나, 이러한 플라스틱 기판은 유리기판에 비하여 유연성은 확보되지만 폐기될 경우에 썩지 않기 때문에 환경오염 문제를 유발한다. 환경오염을 일으키지 않는 전자 종이로서 텍사스 오스틴 대학에서는 셀룰로오스에 염료를 코팅하여 색상을 변화시키는 전자 종이를 시도하였으나 이는 응답속도가 늦고 제작 공정이 복잡한 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 본 발명은 유연성이 부족한 유리나 환경공해가 있는 플라스틱을 사용하지 않고 생분해성의 셀룰로오스로 셀 구조물이나 기판을 사용하여 제조되는 전자 종이를 제공함에 그 목적이 있다.

<7> 또한, 본 발명은 셀룰로오스로 만든 전자 종이의 개념과 제조방법을 제공함에 다른 목적이 있다.

과제 해결수단

<8> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 전자 디스플레이 종이의 제조방법은, 셀 구조물(1), 발광체 또는 전기 영동 분산액(2), 상부 투명전극(3), 상부 밀봉층(5) 및 표피층(6, 7)으로 이루어진 전자 디스플레이 종이의 제조방법으로서, (a) 유연한 셀룰로오스 판 형상의 재료로 마이크로 단위의 격벽을 갖는 셀 구조물(1)을 만드는 단계; (c) 상기 셀 구조물(1)의 셀에 상기 발광체 또는 전기 영동 분산액을 주입하는 단계; (d) 상기 주입된 발광체 또는 전기 영동 분산액을 셀룰로오스의 상부 밀봉층(5)으로 다시 밀봉(en-capsulation)하는 단계; (e) 상기 셀 구조물(1)의 상부면에 상부 투명전극(3)을 설치하는 단계; 및 (f) 상기 상부 투명전극(3) 및 상기 셀 구조물(1)의 하부면 위에는 다시 셀룰로오스의 표피층(6, 7)을 코팅하는 단계; 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<9> 바람직하게는, 상기 (a) 단계 이후에, (b) 상기 셀 구조물(1)의 하부면에 하부 투명전극(4)을 설치하는 단계; 를 더 포함하며, 상기 (f) 단계는 상기 상부 투명전극(3) 및 상기 하부 투명전극(4) 위에 다시 셀룰로오스의 표피층(6, 7)을 코팅하는 것을 특징으로 하며,

<10> 더욱 바람직하게는, 상기 (a) 단계는, (a-1) 셀룰로오스 용액을 이미 셀 구조물의 형틀이 만들어진 실리콘 웨이퍼(12) 위에 코팅하는 단계와, (a-2) 상기 코팅된 셀룰로오스 필름(11)을 실리콘 웨이퍼(12)와 함께 오븐에서 고온 건조시키는 단계와, (a-3) 상기 건조된 셀룰로오스 필름을 세척하는 단계와, (a-4) 상기 세척된 셀룰로오스 필름을 오븐에서 후 건조시키는 단계로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

<11> 또한 바람직하게는, 상기 발광체 대신에 전기장을 가할 경우, 빛을 선택적으로 반사하는 잉크를 주입한다.

<12> 흑백과 컬러 색상이 선택적으로 표현되도록 흑백 또는 컬러 발광체나 잉크를 주입한다.

<13> 셀에 해당하는 화소의 작동을 수동적인 방법 또는 능동적인 방법으로 한다.

<14> 디스플레이가 되는 면에 마이크로 렌즈 어레이를 설치하여 색의 혼합과 빛의 선명도를 향상시킨다.

효 과

<15> 상기한 바와 같이, 본 발명은 셀룰로오스로 셀 구조물을 만들고 이렇게 만들어진 셀 구조물에 OLED 발광층 또는 전기영동 잉크층 등을 설치하고 셀룰로오스로 밀봉한 후 투명 전극을 상하부 면에 설치함으로써 유연한 종이와 같이 친환경적인 전자 종이를 만들 수 있다. 그리고, 셀룰로오스의 생분해성으로 인하여 폐기시에는 환경공해 문제를 일으키지 않고 인체에 무해하다. 또한, 이에 대한 제조비용이 저렴하다는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<16> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.

<17> 도 1은 본 발명에 따른 전자 디스플레이 종이의 단위 부분에 대한 일반적 구성의 실시예를 보인 예시도이다.

<18> 도 1에 도시된 바대로, 본 발명의 전자 디스플레이 종이는 셀 구조물(1), 발광체 또는 전기 영동 분산액(2), 상부 투명전극(3), 하부 투명전극(4), 상부 밀봉층(5) 및 표피층(6, 7)으로 이루어진 전자 디스플레이 종이에 있어서, 상기 셀 구조물(1), 상기 상부 밀봉층(5) 및 상기 표피층(6, 7)의 적어도 하나가 셀룰로오스로 만들어진다.

<19> 그리고, 상기 셀룰로오스 셀 구조물(1)에 상기 발광체(2)를 주입하고 셀룰로오스의 천연 투명재료로 밀봉한 후, 상기 상부 및 하부 투명전극(3, 4)을 상하면에 설치하여 양방향으로 디스플레이가 되도록 한다.

<20> 또한, 상기 셀룰로오스 셀 구조물(1)에 상기 발광체(2)를 주입하고 셀룰로오스의 천연 투명재료로 밀봉한 후, 상기 상부 투명전극(3)을 한 면에만 설치하여 단일 방향으로만 디스플레이가 되도록 한다.

<21> 그리고, 상기 발광체(2) 대신에 전기장을 가할 경우, 빛을 선택적으로 반사하는 잉크를 주입한다.

<22> 또한, 흑백과 컬러 색상이 선택적으로 표현되도록 흑백 또는 컬러 발광체나 잉크를 주입한다.

<23> 그리고, 셀에 해당하는 화소의 작동을 수동적인 방법 또는 능동적인 방법으로 한다.

<24> 또한, 디스플레이가 되는 면에 마이크로 렌즈 어레이(8)를 설치하여 색의 혼합과 빛의 선명도를 향상시킨다.

<25> 부연 설명하자면 다음과 같다.

<26> 셀룰로오스로 만든 전자 디스플레이 종이에 대한 본 발명의 일반적 구성의 실시예는 도 1에 나타내어져 있다. 유연한 셀룰로오스 판 형상의 재료에 마이크로 단위의 셀 구조물(1)을 만들고 이러한 셀 구조물(1)의 상부 및 하부에 각각 투명전극(3, 4)을 장착한 후에 상기 투명전극(3, 4) 사이에 유기 발광체 또는 전기 영동 분산액(2-1, 2-2, 2-3)을 주입한다.

<27> 상기 유기 발광체(2-1, 2-2, 2-3)를 주입하기 전에 격벽을 갖는 셀룰로오스 셀 구조물(1)의 하부면에 하부 투명전극(4)을 설치하고, 유기 발광체를 셀에 주입하며, 상기 주입된 유기 발광체는 셀룰로오스의 상부 밀봉층(5)으로 다시 밀봉(en -capsulation)한 후 상부 투명전극(3)을 설치한다. 상기 상부 투명전극 및 하부 투명전극(3, 4) 위에는 다시 셀룰로오스의 표피층(6, 7)을 입힘으로써 투명한 디스플레이 소자를 셀룰로오스 종이에 만들 수가 있다.

<28> 상기 유기 발광체(2-1, 2-2, 2-3)의 상부와 하부에는 일반적인 OLED 기술과 같이 각각 전자 수송층(Electron Transport Layer, ETL), 정공 수송층(Hole Trans -port Layer, HTL) 및 정공 주입층(Hole Injection Layer, HIL) 등을 적층함으로써 전압이 가하여 졌을 때 음극과 양극에서 각각 전자와 정공이 유기 발광체 내로 주입되어 발광체 내에서 전자-정공의 재결합 과정을 거쳐 빛이 생성된다.

<29> OLED는 두 개의 전극 사이에 한 개의 유기물층을 넣은 단층구조로 만들어질 수 있고, 전하의 주입을 더욱 활성화하기 위하여 발광체의 상부 및 하부에 각각 전자 수송층, 정공 수송층, 정공 주입층 등을 적층할 수도 있다. OLED의 유기물층으로서는 저분자 및 고분자 물질이 사용될 수 있으며, 형광(fluorescence) 및 인광(phosphorescence) 방식 모두 사용될 수 있다.

<30> 또한, OLED의 구동방식은 수동형(passive matrix)과 능동형(active matrix)이 사용될 수 있다. 수동형의 경우, 양극 배선과 음극 배선 사이에 유기물층이 삽입되어 있는 단순한 구조를 이루며, 소비전력이 상대적으로 높으나 제작비가 적게 든다. 이에 반해, 능동형의 경우에는 각각의 화소마다 TFT가 붙어 있어 소비전력이 작고 해상도 등의 화질이 우수했지만 제작비가 높다.

<31> 한편, 셀룰로오스 셀 구조물(1)에 전기영동 방식의 마이크로 캡슐을 채우면 전기신호에 따라 빛의 반사가 달라지는 반사형 전자 종이를 만들 수가 있다. 이러한 반사형 전자 종이는, 전기영동에 따라 색이 변하는 잉크의 종류에 의해서 흑백 및 컬러 모두가 가능하다.

<32> 상기 셀룰로오스 셀 구조물(1)은 크기가 수십 또는 수백 미크론으로 대면적의 셀룰로오스 종이 또는 필름에 동일한 셀 구조물을 만드는 것은 쉽지 않다. 특히, 셀룰로오스를 용액으로 녹인 후 종이나 필름 형태로 만들 경우, 수축 팽창이 크다.

<33> 따라서, 본 발명에서는 미세 주형법(micro-molding)을 이용하여 셀룰로오스 종이에 셀 구조물을 제조하는 방법을 개시하고 있다. 이때, 셀룰로오스는 셀룰로오스 섬유를 DMAc(N, N-dimethylacetamide) 용매를 사용하여 녹인 혼합액을 이용할 수도 있고, 셀룰로오스 아세테이트를 사용할 수도 있다. 도 4는 미세 주형법의 실시예를 나타낸 것으로, 셀룰로오스 섬유를 DMAc 용매로 녹인 용액을 사용하여 셀 구조물을 만드는 과정을 나타내고 있다. 셀룰로오스 용액을 이미 셀 구조물의 형틀이 만들어진 실리콘 웨이퍼(12) 위에 코팅한다. 코팅된 셀룰로오스 필름(11)은 실리콘 웨이퍼(12)와 함께 오븐에서 일정 온도와 시간 동안 가열한 뒤, 세척 및 건조 과정을 거쳐 셀 구조물을 가진 셀룰로오스 종이를 형성한다.

<34> 건조된 셀룰로오스 필름은 마이크로 셀 구조물을 갖게 되는데, 셀이 형성되지 않은 하부면에 ITO(Indium Tin Oxide)를 코팅하고 마이크로 패터닝하여 하부 투명전극을 형성한다. OLED층을 셀 구조물에 형성하는 방법에는 열 진공증착(Thermal Vacuum Deposition), 유기 증기상 증착(Organic Vapor Phase Deposition), 레이저 유도 열 이미징(Laser-Induced Thermal Imaging)과 같은 방법이 저분자 재료에 많이 사용되고, 습식법(Wet Process), 잉크젯(Ink Jet), 스핀 코팅(Spin Coating), LITI 등이 고분자 재료에 많이 사용된다.

<35> 최근에는 대면적의 발광층의 형성을 위해 잉크젯 방식이 사용되고 있는데, 격벽이 주기적으로 형성되어 있는 셀

룰로오스 셀 구조물에 선택된 영역만 수용액에 용해된 유기물 고분자를 잉크젯으로 프린팅한다. 이 방법은 면적에 상관없이 선택된 영역에 발광층을 형성할 수 있고, 소재의 손상이 없기 때문에 생산성 면에서 유리하다. 컬러 OLED에서는 도 1 내지 도 3에서 나타낸 바와 같이, 적색(2-1), 녹색(2-2), 및 청색(2-3)의 세 가지 발광체를 사용하는데, 이들을 순차적으로 셀 구조물에 채우고 전극(4)을 형성한 다음, 밀봉한다. 셀 구조물(1)의 형태는 정사각형, 직사각형, 원형, 육각형 등 다양한 형태를 이룰 수 있으며, 셀의 깊이는 발광체가 충분히 묻힐 정도이다.

<36> 발광체 층의 형성 후에 도체층을 코팅하고 마이크로 패터닝하여 상부 투명전극(3)을 만든다. 그런 다음, 상하층의 외부에 다시 셀룰로오스 용액으로 코팅하여 밀봉한다. 이때, 금, 알루미늄, 백금 등과 같은 도체 층으로 불투명하게 코팅을 하면 발광층에서 나온 빛은 하부층으로만 나가게 되어 한쪽 방향에서만 빛을 볼 수 있는 전자종이가 된다.

<37> 반면에, 상부 전극을 ITO와 같은 투명 전극으로 만들면 양방향에서 볼 수 있는 투과형 OLED 전자 종이가 된다. 셀룰로오스는 빛의 투과율이 가시광선 범위에서 가장 좋기 때문에 투과형 전자 종이를 만드는 것이 가능하다. 또한, 빛이 나오는 면에 색의 혼합과 빛의 선명도를 좋게 하기 위해, 도 2 및 도 3에 나타낸 바와 같이 마이크로 렌즈 어레이(8-1, 8-2)를 설치할 수도 있다. 이에 대한 실시예로, 도 2는 하부에만 마이크로 렌즈 어레이(8-1)를 설치한 상태를 나타내고, 도 3은 상하 모두에 마이크로 렌즈 어레이(8-1, 8-2)를 설치한 상태를 나타내고 있다.

도면의 간단한 설명

<38> 도 1은 본 발명에 따른 전자 디스플레이 종이의 단위 부분에 대한 일반적 구성의 실시예를 보인 예시도,

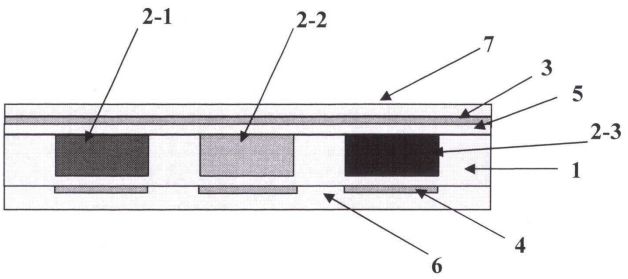
<39> 도 2는 본 발명의 다른 실시예를 보인 예시도,

<40> 도 3은 본 발명의 또 다른 실시예를 보인 예시도, 및

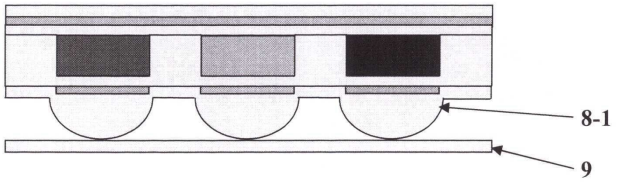
<41> 도 4는 본 발명에 따른 셀 구조물이 만들어지는 실시예를 나타낸 공정도이다.

도면

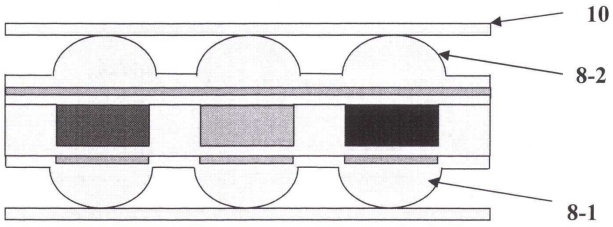
도면1



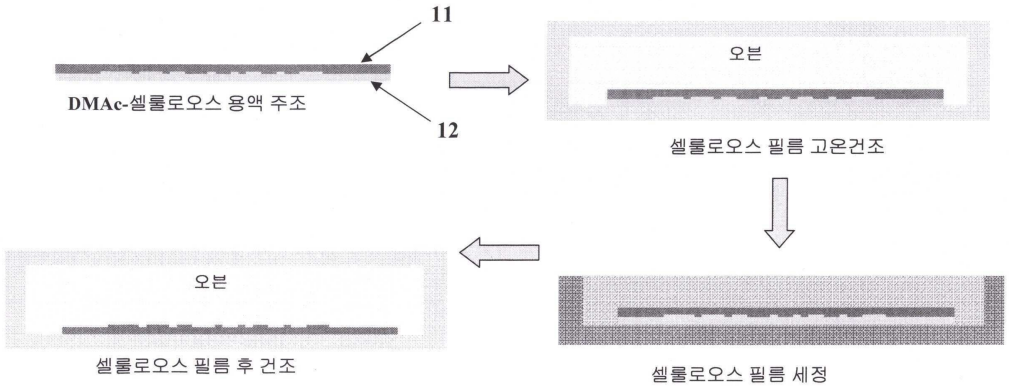
도면2



도면3


10
8-2
8-1

도면4


11
DMAc-셀룰로오스 용액 주조
12
오븐
셀룰로오스 필름 고온건조
셀룰로오스 필름 세정
오븐
셀룰로오스 필름 후 건조