(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0033753
(43) 공개일자 2017년03월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/56 (2006.01) *H01L 29/41* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/56 (2013.01)
H01L 29/413 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0140454
(22) 출원일자 2015년10월06일
심사청구일자 2015년10월06일
(30) 우선권주장
1020150131641 2015년09월17일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박장웅
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김국주
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
박지훈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(74) 대리인
전용준

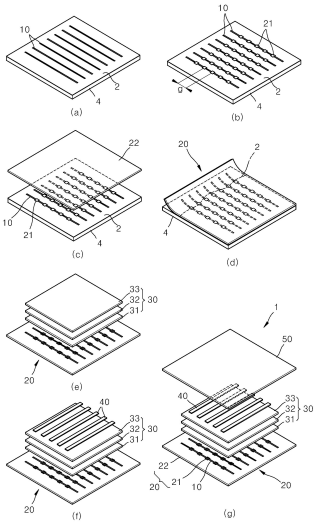
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자 및 그 제조방법은, 강성부와 신축부를 모두 포함하는 하이브리드 기판에 임베딩된 하부 전극과, 상기 하이브리드 기판 위에 적층 형성된 디스플레이층과 상부 전극을 포함함으로써, 기계적 인장시 디스플레이 소자의 손상이 방지되어 안정적인 동작이 가능하다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01L 51/0014 (2013.01)
H01L 51/0097 (2013.01)
H01L 2227/32 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

희생층 위에 하부 전극을 형성하는 단계와;

상기 하부 전극이 형성된 희생층 위에 강성(Rigid) 소재를 코팅하고 패터닝하여 강성부를 형성하는 단계와;

상기 강성부의 패턴 사이에 형성된 틈새에 신축성 소재를 채워서, 상기 하부 전극과 상기 강성부가 임베딩(embedding)된 하이브리드 기판을 형성하는 단계와;

상기 희생층을 제거하는 단계와;

상기 희생층이 제거된 상기 하이브리드 기판에 디스플레이층을 적층하는 단계와;

상기 디스플레이층에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 강성부를 형성하는 단계는,

상기 희생층 위에 코팅된 강성 소재를 소정의 패턴으로 분할하여, 분할된 패턴 사이에 상기 틈새를 형성하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 하이브리드 기판을 형성하는 단계는,

상기 틈새에 상기 신축성 소재를 채운 후 경화시켜 신축부를 형성하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 상부 전극은,

금속 나노와이어(Metal nanowire), 금속 나노화이버(Metal nanofiber), 금속 나노트로프(Metal nanotrough), 금속 나노메쉬, 금속 잉크 및 액체 금속 중 적어도 하나를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 상부 전극 위에 봉지막을 형성하는 단계를 더 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 강성 소재는,

SU-8, Ormocore, PI(Polyimide), glass 중 적어도 하나를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레

이 소자의 제조 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 신축성 소재는,

PDMS(Polydimethylsiloxane), 에코플렉스(Ecoflex), hydrogel(히드로겔), 고무소재 중 적어도 하나를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 하부 전극은,

금속 나노와이어(Metal nanowire), 금속 나노화이버(Metal nanofiber), 금속 나노트로프(Metal nanotrough) 및 금속 나노메쉬 중 적어도 하나를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 디스플레이층은,

정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층 중 적어도 하나를 포함하는 OLED층인 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 희생층을 제거하는 단계는,

상기 하이브리드 기판을 식각액에 침지하여 상기 희생층을 에칭시키는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 희생층은,

리프트 오프 레지스트(lift-off resist, LOR), 구리(Cu), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 레이저 리프트-오프(laser lift-off)용 폴리머, PVA(Polyvinyl Alcohol), 게르마늄(Ge), PMMA(polymethyl methacrylate) 중 적어도 하나를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 식각액은,

리무버 피쥐(Remover PG), 포토레지스트 디벨로퍼(Photoresist developer), 구리 부식액, 니켈 부식액, 레이저, 알루미늄 부식액, 물, 아세톤 중 적어도 하나를 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 13

청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 한 항의 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조 방법에 의하여 제조된 디스플레이 소자.

청구항 14

강성 소재로 이루어지고 소정의 패턴으로 패터닝된 강성부와, 상기 강성부의 패턴 사이에 형성된 틈새에 신축성 소재로 채워져 형성된 신축부를 포함하는 하이브리드 기판과;

상기 하이브리드 기판에 임베딩된 하부 전극과;

상기 하이브리드 기판 위에 적층 형성된 디스플레이층과;

상기 디스플레이층 위에 형성된 상부 전극을 포함하는 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 디스플레이층은,

정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층 중 적어도 하나를 포함하는 OLED층인 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 강성부와 신축부를 모두 갖는 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 전자 장치들은 딱딱한 기판 위에 전자 소자가 구비된다. 최근에는 전자 소자의 응용 분야가 넓어지면서 유연하고 신축성 있는 전자 소자에 대한 요구가 증대되고 있다.

[0003] 그러나, 종래의 신축성 기판들은, 화학적인 손상(Damage)을 입거나 고온에 매우 취약하기 때문에, 신축성 기판 위에 전자 소자를 제조하기가 매우 곤란한 문제점이 있다. 또한, 종래의 신축성 기판 위에 전자 소자를 제조할 경우, 신축성 소재의 높은 열팽창 계수와 용매에 쉽게 팽윤(Swelling)되는 현상 등 때문에 공정에 매우 어려움이 따른다. 또한, 종래의 신축성 기판 위에 디스플레이 소자를 제조하더라도, 이를 인장시킬 경우 발생하는 기능층들의 파괴가 소자 전체의 파괴로 이어지는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2015-0094248

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은, 신축성과 강성을 모두 갖는 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자 및 그 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조방법은, 희생층 위에 하부 전극을 형성하는 단계와; 상기 하부 전극이 형성된 희생층 위에 강성(Rigid) 소재를 코팅하고 패터닝하여 강성부를 형성하는 단계와; 상기 강성부의 패턴 사이에 형성된 틈새에 신축성 소재를 채워서, 상기 하부 전극과 상기 강성부가 임베딩(embedding)된 하이브리드 기판을 형성하는 단계와; 상기 희생층을 제거하는 단계와; 상기 희생층이 제거된 상기 하이브리드 기판에 디스플레이층을 적층하는 단계와; 상기 디스플레이층에 상부 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 발명에 따른 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자는, 강성 소재로 이루어지고 소정의 패턴으로 패터닝

된 강성부와, 상기 강성부와의 패턴 사이에 형성된 틈새에 채워진 신축성 소재를 포함하는 하이브리드 기판과; 상기 하이브리드 기판에 임베딩된 하부 전극과; 상기 하이브리드 기판 위에 적층 형성된 디스플레이층과; 상기 디스플레이층 위에 형성된 상부 전극을 포함한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명은, 강성부와 신축부를 모두 포함하는 하이브리드 기판에 임베딩된 하부 전극과, 상기 하이브리드 기판 위에 적층 형성된 디스플레이층과 상부 전극을 포함함으로써, 신축성과 강성을 모두 가질 수 있다.

[0009] 또한, 희생층 위에 하부 전극을 형성한 후, 강성부와 신축부를 포함하는 하이브리드 기판에 하부 전극을 임베딩 시킴으로써, 신축성을 갖는 하이브리드 기판에 소자의 제조 공정이 가능하다.

[0010] 또한, 하이브리드 기판에서 강성부 위에 디스플레이 화소 또는 화소 배열을 위치시킬 경우, 기계적 인장 시에도 파손이 방지되어, 안정적인 동작이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조방법이 도시된 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조방법을 나타낸 순서도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 잡아 늘렸을 때 상태를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 전압과 전류 밀도 관계를 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 휘도 특성을 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자를 콘택트 렌즈에 적용한 예가 도시된 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 설명하면 다음과 같다.

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

[0014] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자(1)는, OLED(Organic light-emitting diode) 소자인 것으로 예를 들어 설명한다.

[0015] 상기 디스플레이 소자(1)는, 하부 전극(10), 하이브리드 기판(20), 디스플레이층(30) 및 상부 전극(40)을 포함한다.

[0016] 상기 하부 전극(10)은, 금속 나노와이어(Metal nanowire), 금속 나노화이버(Metal nanofiber), 금속 나노트로프(Metal nanotrough), 금속 나노메쉬 중 적어도 하나를 포함한다. 본 실시예에서는 상기 하부 전극(10)은, 신축성을 갖는 전극인 것으로 예를 들어 설명하고, 상기 하부 전극(10)은 은 나노와이어를 사용하는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 하부 전극(10)은, 상기 하이브리드 기판(20)에 임베딩(embedding)된다. 본 실시예에서는, 상기 하부 전극(10)은 신축성 전극인 것으로 예를 들어 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 상기 하부 전극(10) 중 소자들은 후술하는 강성부(21)에 위치되고, 상기 강성부(21)사이에서 상기 소자들을 연결하는 연결부는 신축성 소재로 이루어진 것도 가능하다.

[0017] 상기 하이브리드 기판(20)은, 강성소재로 이루어지고 소정의 패턴으로 패터닝된 강성부(21)와, 상기 강성부(21)의 패턴 사이에 형성된 틈새(g)에 신축성 소재가 채워진 신축부(22)를 포함한다.

[0018] 상기 강성 소재는, SU-8, Ormocore, PI(Polyimide), glass 중 적어도 하나를 포함한다. 본 실시예에서는, 상기 강성 소재는 SU-8을 사용한 것으로 예를 들어 설명한다.

[0019] 상기 신축성 소재는, PDMS(Polydimethylsiloxane), 에코플렉스(Ecoflex), hydrogel(히드로겔), 고무소재 중 적어도 하나를 포함한다. 본 실시예에서는, 상기 신축성 소재는, PDMS를 사용하는 것으로 예를 들어 설명한다.

[0020] 상기 디스플레이층(30)은, 상기 하이브리드 기판(20) 위에 적층 형성된다. 상기 디스플레이층(30)은, 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층 중에서 모두 혹은 일부를 포함한다. 본 실시예에서는, 상기 디스플레이층(30)은, 정공수송층(Hole Transfer Layer)(31), 발광층(Emission Layer)(32) 및 전자수송층(Electron Transfer Layer)(33)을 포함하는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 정공수송층(31), 상기 발광층(32) 및 상기 전자수송층(33)은 차례대로 상하방향으로 적층되어, 상기 디스플레이층(30)을 이룬다.

[0021] 상기 상부 전극(40)은, 상기 디스플레이층(30) 위에 적층 형성된다. 상기 상부 전극(40)은, 금속 나노와이어(Metal nanowire), 금속 나노화이버(Metal nanofiber), 금속 나노트로프(Metal nanotrough), 금속 잉크 및 액체 금속 중 적어도 하나를 포함한다. 상기 상부 전극(40)은, 금속 나노와이어(Metal nanowire), 금속 나노화이버(Metal nanofiber), 금속 나노트로프(Metal nanotrough) 중 적어도 하나를 사용할 경우, 쉐도우 마스킹(Shadow masking)을 통해 스프레이 코팅하여 혹은 전기방사(electro-spinning)하여 형성되고, 금속 잉크나 액체 금속을 사용하는 경우 프린팅 공정을 통해 형성된다.

[0022] 상기 상부 전극(40)의 상부에는 봉지막(50)이 형성된다. 상기 봉지막(50)은, Parylene-C의 열증착이나 봉지제의 스핀 코팅을 통해 형성된다.

[0023] 따라서, 본 발명에 따른 디스플레이 소자는, 상기 하이브리드 기판(20)에 상기 하부 전극(10)만이 임베딩되고, 상기 디스플레이층(30)과 상기 상부 전극(40)은 상기 하이브리드 기판(20)의 상부에 적층 형성된다.

[0024] 도 2 및 도 3을 참조하여, 상기와 같이 구성된 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 제조방법을 설명하면, 다음과 같다.

[0025] 도 2a를 참조하면, 희생층(2) 위에 상기 하부 전극(10)을 형성한다.(S1)

[0026] 상기 희생층(2)은, 핸들링 기판(4)위에 형성된다. 상기 핸들링 기판(4)은 Si wafer기판인 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 희생층(2)은, 리프트 오프 레지스트(lift-off resist, LOR), 구리(Cu), 니켈(Ni), 알루미늄(Al), 레이저 리프트-오프(laser lift-off)용 폴리머, PVA(Polyvinyl Alcohol), 게르마늄(Ge), PMMA(polymethyl methacrylate) 중 적어도 하나를 포함한다. 본 실시예에서는, 상기 희생층(2)은, 상기 리프트 오프 레지스트(LOR)를 스핀 코팅하여 형성된 것으로 예를 들어 설명한다.

[0027] 상기 하부 전극(10)은, 금속 나노와이어(Metal nanowire), 금속 나노화이버(Metal nanofiber), 금속 나노트로프(Metal nanotrough) 중 적어도 하나를 포함한다. 본 실시예에서는 상기 하부 전극(10)은 은 나노와이어를 코팅하는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 하부 전극(10)은, 상기 은 나노와이어를 코팅한 후, 포토리소그래피(photolithography)공정을 통해서 패턴을 형성한다. 도 2a를 참조하면, 상기 하부 전극(10)의 패턴은 복수의 직선들이 배열된 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 다양한 패턴으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 상기 하부 전극(10)은 은 나노 와이어들이 서로 전기적으로 연결되는 것도 물론 가능하다. 본 실시예에서는, 상기 하부 전극(10)은 신축성 전극인 것으로 예를 들어 설명하였으나, 이에 한정되지 않고 상기 하부 전극(10) 중 소자들은 상기 강성부(21)에 위치되고, 상기 강성부(21)사이에서 상기 소자들을 연결하는 연결부는 신축성 소재로 이루어진 것도 가능하다.

[0028] 도 2b를 참조하면, 상기 하부 전극(10)을 형성한 후, 상기 강성(Rigid) 소재를 코팅하고 패터닝하여 강성부(21)를 형성한다.(S2) 즉, 상기 하부 전극(10)이 형성된 상기 희생층(2) 위에 상기 강성 소재를 코팅한 후, 소정의 패턴으로 패터닝한다. 여기서, 상기 강성 소재는 SU-8을 사용하는 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 강성 소재를 코팅하면 강성 소재층이 형성되고, 상기 강성 소재층을 상기 소정의 패턴으로 분할하면 상기 강성부(21)의 패턴이 형성된다. 이 때, 상기 분할된 패턴 사이에는 틈새(g)나 이격 공간이 형성된다. 상기 틈새(g)나 이격 공간은 후술하는 신축성 소재가 채워지는 공간이다.

[0029] 도 2b를 참조하면, 상기 강성부(21)의 패턴이 복수의 블록 형상으로 이루어진 것으로 도시되었으나, 이에 한정되지 않고 다양한 패턴이 가능하며, 상기 패턴과 상기 틈새(g)의 비율 등은 실험 등에 의해 설정 및 조절이 가능하다. 상기 패턴과 상기 틈새(g)의 비율에 따라 상기 하이브리드 기판(20)의 강도나 신축성이 조절될 수

있다. 또한, 상기 강성부(21)의 패턴은 소자들의 위치나 배열을 고려하여 설정된다. 즉, 디스플레이 화소나 화소 배열이 상기 강성부(21) 위에 위치할 경우, 기계적 인장 시에도 크랙 등의 손상 없이 안정적인 동작이 가능해질 수 있다. 예를 들어, 상기 강성부(21)의 패턴은, 도 4에 도시된 바와 같이 이루어지는 것도 물론 가능하다.

[0030] 도 2c를 참조하면, 상기 강성부(21)의 패턴 사이에 형성된 틈새(g)를 신축성 소재로 채워서 하이브리드 기판(20)을 형성한다.(S3) 여기서, 상기 신축성 소재는 PDMS를 사용한 것으로 예를 들어 설명한다. 상기 강성부(21) 위에 상기 신축성 소재를 스핀 코팅한 후 경화시키면, 상기 강성부(21)와 상기 신축부(22)로 이루어진 상기 하이브리드 기판(20)이 형성된다. 즉, 상기 하이브리드 기판(20)에는 상기 하부 전극(10)과 상기 강성부(21)가 임베딩된다. 따라서, 상기 하이브리드 기판(20)은, 신축성과 강성을 모두 가질 수 있으며, 상기 강성부(21)에는 소자 등을 위치시킬 수 있다.

[0031] 도 2d를 참조하면, 상기 하부 전극(10)과 상기 강성부(21)가 임베딩된 상기 하이브리드 기판(20)이 형성되면, 상기 희생층(2)을 제거한다.(S4) 상기 희생층(2)을 제거하여, 상기 하이브리드 기판(20)을 떼어낼 수 있다. 상기 희생층(2)을 제거하기 위해서는 상기 하이브리드 기판(20)을 식각액에 침지하여 상기 희생층(2)을 에칭시킨다.

[0032] 상기 식각액은, 리무버 피쥐(Remover PG), 포토레지스트 디벨로퍼(Photoresist developer), 구리 부식액, 니켈 부식액, 레이저, 알루미늄 부식액, 물, 아세톤 중 적어도 하나를 사용할 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않고, 상기 식각액은 상기 희생층(2)을 선택적으로 제거할 수 있는 물질이라면 어느 것이나 사용가능하다.

[0033] 상기 식각액은 희생층 물질에 따라 달라지게 되는데, 희생층 물질이 구리일 경우 식각액으로 Ni etchant, Cu etchant가 사용될 수 있으며, 희생층 물질이 니켈일 경우 식각액으로 Ni etchant, Cu etchant가 사용될 수 있으며, 희생층 물질이 알루미늄(Al)일 경우 식각액으로 Al etchant, Cu etchant, Ni etchant가 사용될 수 있으며, 희생층 물질이 레이저 리프트-오프(laser lift-off)용 폴리머일 경우 식각액으로 laser가 사용될 수 있으며, 희생층이 PVA(Polyvinyl Alcohol)일 경우 식각액으로 물이 사용될 수 있으며, 희생층이 게르마늄(Ge)일 경우 물이 식각액으로 사용될 수 있으며, 희생층이 PMMA(polymethyl methacrylate)일 경우 식각액으로 아세톤이 사용될 수 있다.

[0034] 도 2e를 참조하면, 상기 희생층(2)이 제거된 상기 하이브리드 기판(20)을 뒤집은 후, 상기 하이브리드 기판(20)위에 상기 디스플레이층(30)을 적층한다.(S5) 본 실시예에서는, 상기 디스플레이 소자(1)가 OLED소자인 것으로 예를 들어 설명하므로, 상기 디스플레이층(30)은 OLED의 기능층들을 의미한다. 여기서, 상기 디스플레이층(30)은, 정공 수송층(31), 발광층(32) 및 전자 수송층(33)을 포함하는 것으로 예를 들어 설명하나, 이에 한정되지 않고 기능에 따라 층이 추가되거나 제거되는 것도 물론 가능하다. 상기 디스플레이층(30)은, 스핀 코팅, 진공 열증착, 잉크젯 인쇄 등의 공정을 통해 형성된다.

[0035] 상기 디스플레이층(30)이 신축성 소재로만 이루어진 기판 위에 형성될 경우 기계적 인장 시 전극이나 디스플레이층(30)에 크랙 등의 손상이 발생될 수 있다. 그러나, 상기 디스플레이층(30)은, 상기 강성부(21)와 상기 신축부(22)를 갖는 상기 하이브리드 기판(20) 위에 위치하므로 기계적 인장 시 손상이 방지될 수 있으며, 기계적 인장 시에도 정상적으로 동작할 수 있다. 상기 디스플레이층(30)은, 상기 하이브리드 기판(20) 위에 전면 코팅되나, 상기 하부 전극(10)과 상기 상부 전극(40)의 패턴에 따라 상기 강성부(21) 위에 위치되는 디스플레이 소자가 작동되는 것이므로 기계적 인장시 상기 강성부(21) 위에 위치한 디스플레이 소자들의 손상은 방지되어 소자의 작동에 문제가 발생되지 않는다.

[0036] 도 2f를 참조하면, 상기 디스플레이층(30) 위에 상기 상부 전극(40)을 형성한다. 상기 상부 전극(40)은, 상기 디스플레이층(30) 위에 쉐도우 마스킹을 통해 금속 나노와이어를 스프레이 코팅하여 패턴을 형성하거나, 각종 금속 잉크나 액체 금속을 프린팅 공정을 통해 패터닝할 수 있다.(S6)

[0037] 도 2g를 참조하면, 상기 상부 전극(40) 위에 봉지막(50)을 형성한다.(S7) 상기 봉지막(50)은, Parylene-C의 열증착이나 봉지제의 스핀 코팅을 통해 형성된다.

[0038] 한편, 도 4는 본 발명에 따른 신축성 하이브리드 기판을 잡아 늘렸을 때 상태를 나타내는 도면이다.

[0039] 도 4를 참조하면, 상기 하이브리드 기판(20)에서 상기 강성부(21)의 패턴이 다른 예가 도시되어 있다. 도 4a는, 상기 하이브리드 기판(20)의 일반적인 상태를 나타내고, 도 4b는 상기 하이브리드 기판(20)을 화살표 방향으로 잡아 늘렸을 때 상태를 나타낸다. 상기 도 4b를 참조하면, 상기 하이브리드 기판(20)을 잡아 늘릴 경우, 상기 강성부(21)는 늘어나지 않고 상기 신축부(22)만이 늘어나기 때문에, 상기 강성부(21) 위에 놓이는 소자 등에는

균열이 발생되지 않는다.

[0040] 한편, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 전압과 전류 밀도 관계를 나타내는 그래프이다. 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 휘도 특성을 나타낸 그래프이다.

[0041] 도 5 및 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자의 전류 밀도와 휘도(Luminance)가 충분히 확보되는 것을 알 수 있다.

[0042] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 신축성 하이브리드 기판을 이용한 디스플레이 소자를 콘택트 렌즈에 적용한 예가 도시된 도면이다.

[0043] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 디스플레이 소자는, 상기 상부 전극(40)과 상기 하부 전극(10)이 각각 은 나노와이어로 이루어지고 서로 전기적으로 연결되어 동시에 온되거나 오프되는 구성을 나타내고, 상기 디스플레이 소자가 신축성을 갖는 하이브리드 기판에 형성됨으로써, 건강진단이나 증강현실을 구현하기 위한 스마트 콘택트 렌즈(60)에 적용가능하다. 또한, 신축성(Stretchability)을 갖는 디스플레이, 착용가능한 디스플레이에도 적용가능하다.

[0044] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

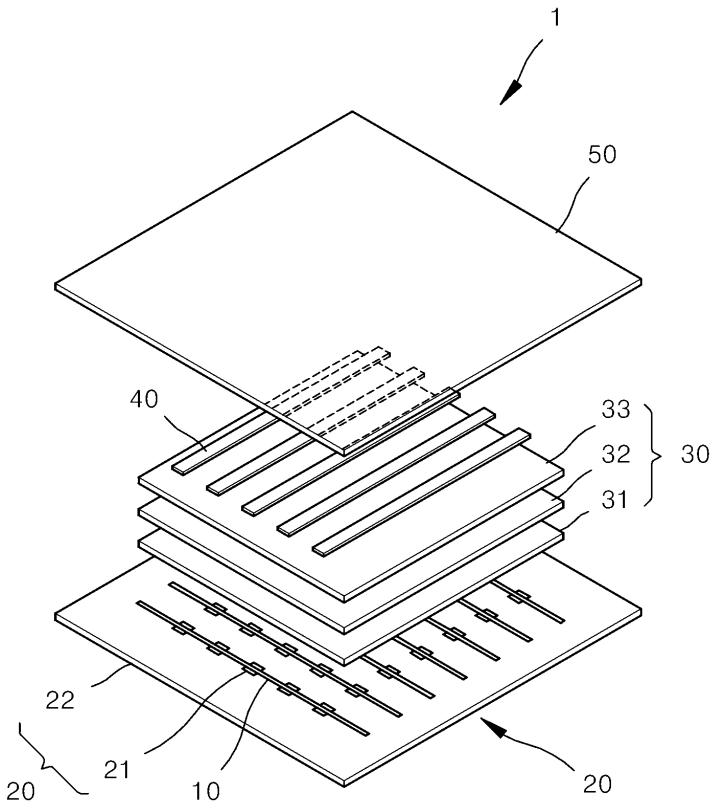
부호의 설명

[0045]

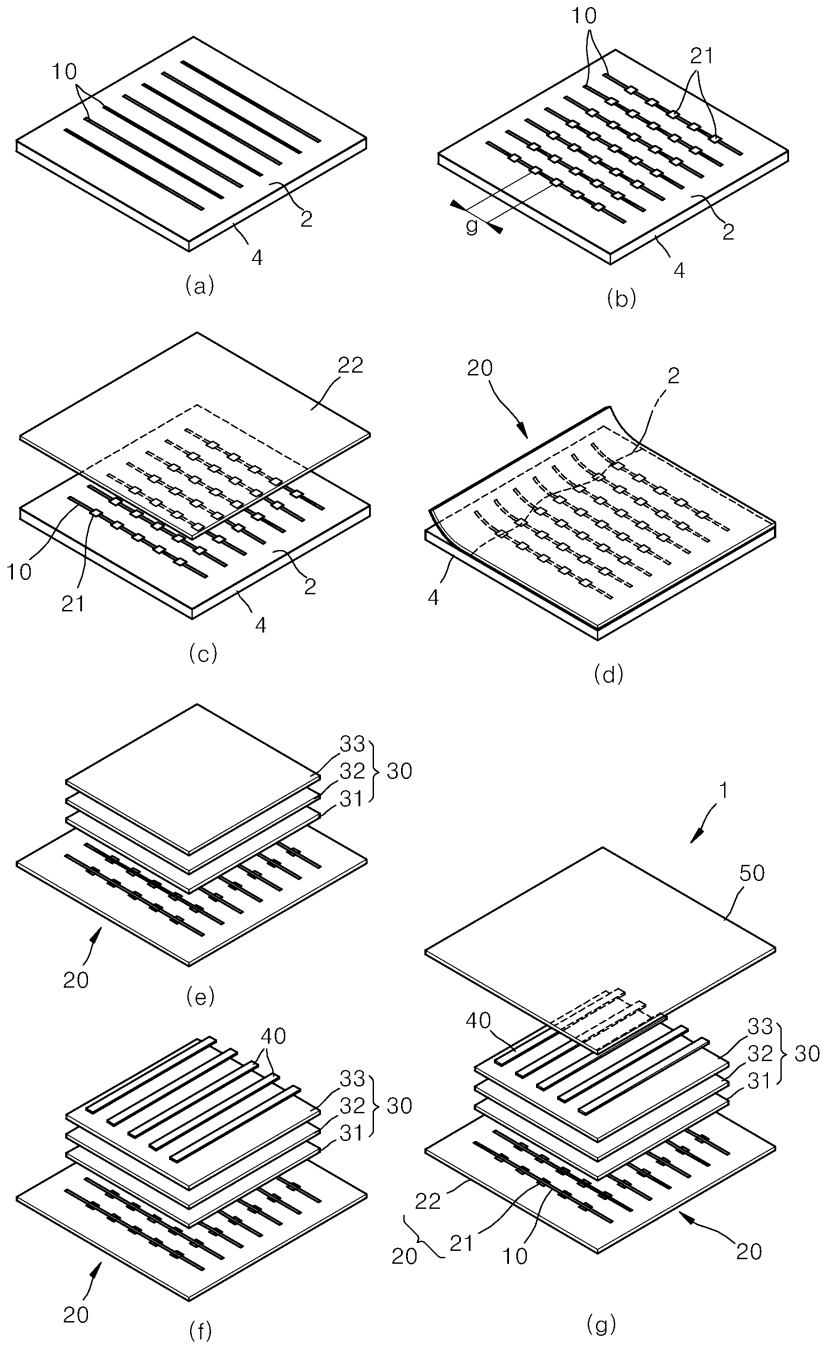
10: 하부 전극	20: 하이브리드 기판
21: 강성부	22: 신축부
30: 디스플레이층	40: 상부 전극
50: 봉지막	

도면

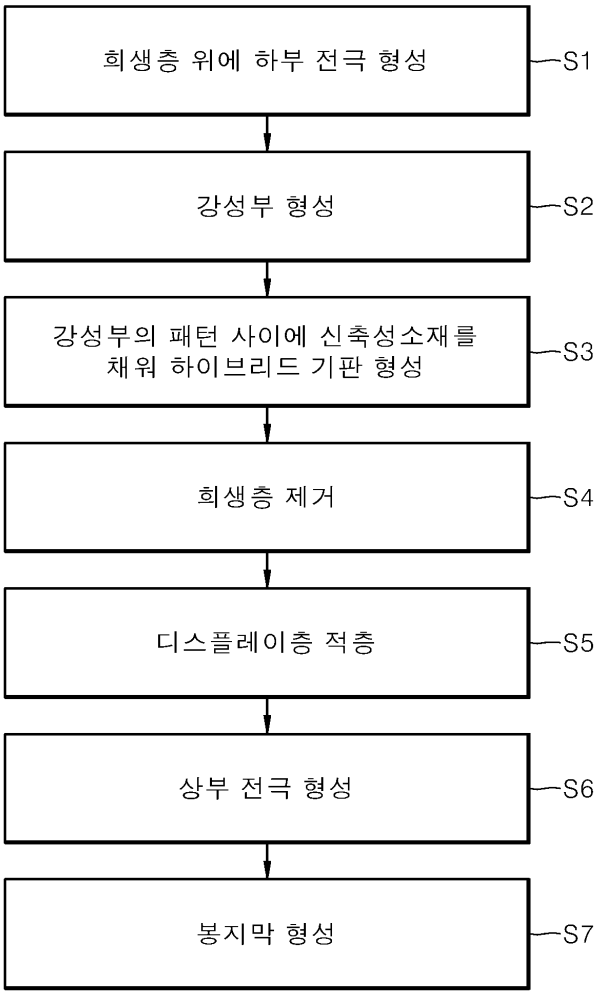
도면1



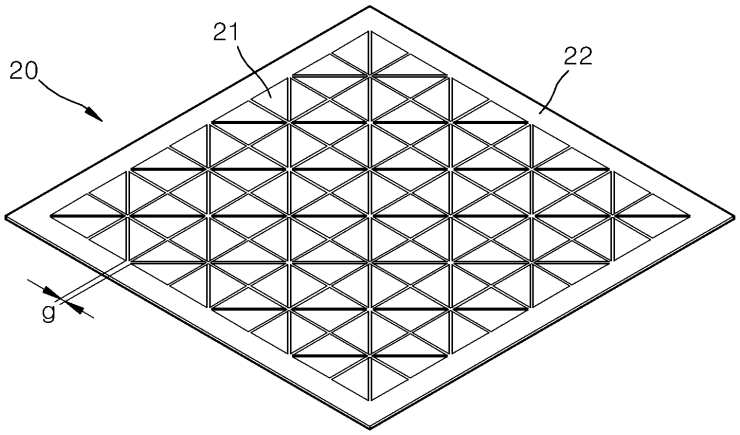
도면2


10
2
4
(a)
10
21
g
2
4
(b)
22
10
21
2
4
(c)
20
2
4
(d)
33
32
31
30
20
(e)
1
50
40
33
32
31
30
20
(f)
40
33
32
31
30
22
20
21
10
20
(g)

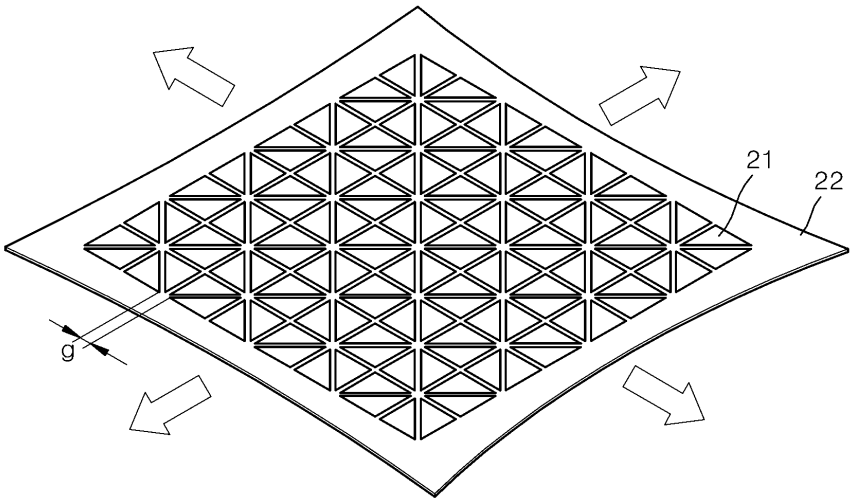
도면3


희생층 위에 하부 전극 형성
S1
강성부 형성
S2
강성부의 패턴 사이에 신축성소재를 채워 하이브리드 기판 형성
S3
희생층 제거
S4
디스플레이층 적층
S5
상부 전극 형성
S6
봉지막 형성
S7

도면4

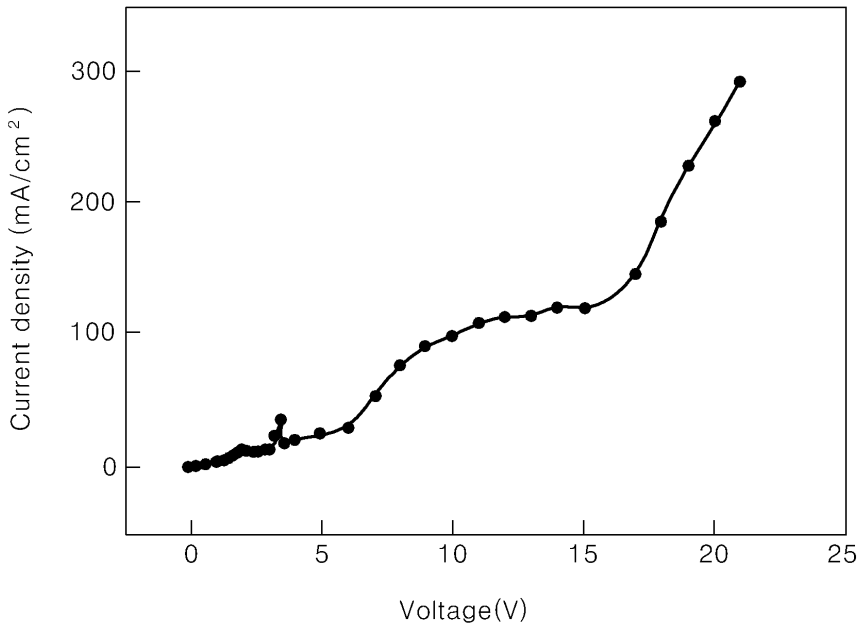


(a)

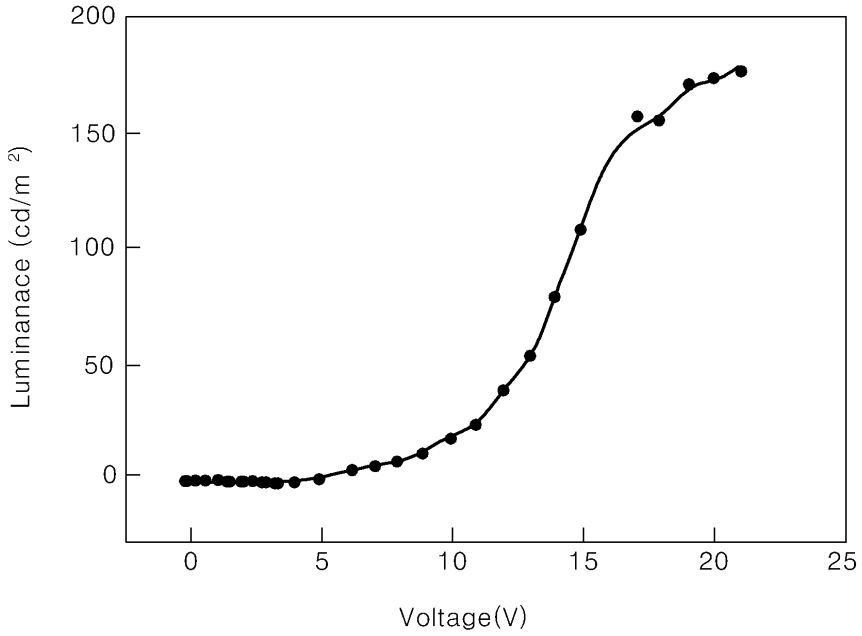
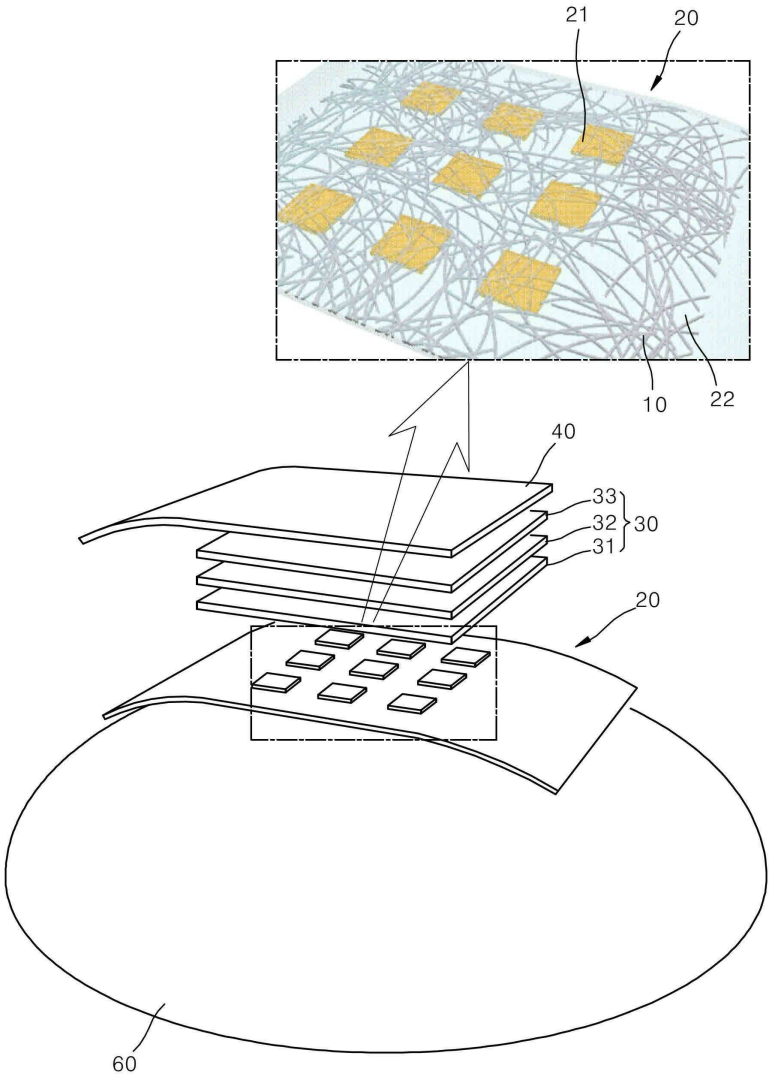


(b)

도면5


300
200
100
0
Current density (mA/cm 2)
0
5
10
15
20
25
Voltage(V)

도면6


200
150
100
50
0
Luminanace (cd/m 2)
0
5
10
15
20
25
Voltage(V)

도면7