



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0035919
(43) 공개일자 2019년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5237 (2013.01)
H01L 27/323 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7008005
(22) 출원일자(국제) 2017년08월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2019년03월20일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2017/054946
(87) 국제공개번호 WO 2018/037311
국제공개일자 2018년03월01일
(30) 우선권주장
15/244,146 2016년08월23일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
브리드러브 에반 엘
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
레더데일 캐서린 에이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 조윤성, 김영

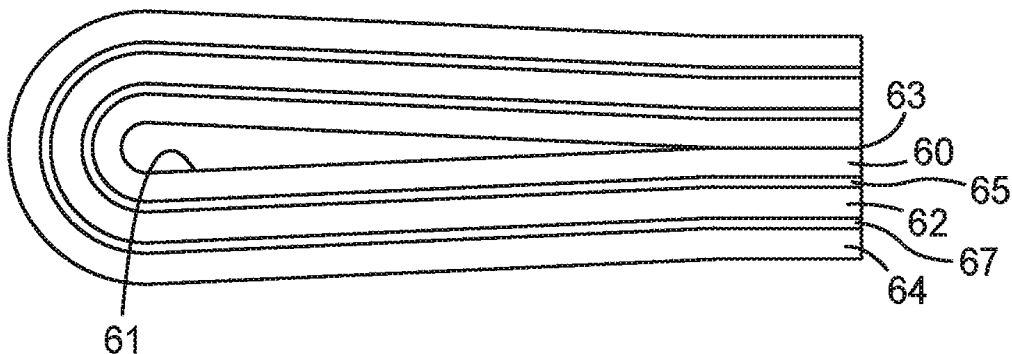
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 일반화된 층 기계적 적합성을 가진 폴더블 디스플레이 설계

(57) 요약

커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈, 하부 모듈, 및 상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈을 포함하는 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스. 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED 기판을 포함한다. 디스플레이 디바이스 내의 구성요소의 강성은 상부 및 하부 모듈의 굽힘 강성이 중립 굽힘면을 디스플레이 모듈 아래에 위치시키기 위해 조정되도록 특정 관계를 만족시키기 위해 제어되며, 이는 디스플레이를 0의 변형과 대조적으로 압축 변형 상태로 배치한다. 이러한 설계는 상부 모듈이 자신을 향해 폴딩될 수 있는 바이폴드 플렉서블 디스플레이에 적합하다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H01L 51/0097 (2013.01)

(72) 발명자

페쿠로브스키 류드밀라 에이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

장 페이지

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

플렉서블(flexible) 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED) 디스플레이 디바이스로서,
커버 윈도우 필름(cover window film)을 갖는 상부 모듈(module);

하부 모듈;

상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈 - 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED와 하부 모듈 사이의 OLED 기판(substrate)을 포함함 -; 및

OLED와 상부 모듈 사이의 터치 센서(touch sensor)를 포함하고,

상부 모듈은 제1 영 계수(Young's modulus)를 갖고, 하부 모듈은 제2 영 계수를 가지며, 제1 영 계수는 제2 영 계수와 상이하고,

$(LS / TW) > 0.001$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성(stiffness)이고, S는 OLED 기판의 강성이며, T는 터치 센서의 강성이고, W는 커버 윈도우 필름의 강성인, 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, $(LS / TW) > 0.07$ 인, 디스플레이 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, $(LS / TW) > 1.2$ 인, 디스플레이 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 커버 윈도우 필름과 터치 센서 사이의 제1 결합 층, 터치 센서와 OLED 사이의 제2 결합 층, 및 OLED 기판과 하부 모듈 사이의 제3 결합 층을 추가로 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 5

제4항에 있어서, 제1 결합 층의 전단 탄성 계수(shear modulus)가 실온에서 150 kPa 초과인, 디스플레이 디바이스.

청구항 6

제4항에 있어서, 제1 및 제2 결합 층은 각각 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 커버 윈도우 필름은 박형 유리(thin glass)를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 8

플렉서블 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이 디바이스로서,

커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈;

하부 모듈;

상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈 - 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED와 하부 모듈 사이의 OLED 기판을 포함함 -; 및

OLED와 상부 모듈 사이의 원형 편광기(circular polarizer)를 포함하고,

상부 모듈은 제1 영 계수를 갖고, 하부 모듈은 제2 영 계수를 가지며, 제1 영 계수는 제2 영 계수와 상이하고, $(LS / (CP)W) > 0.004$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성이고, S는 OLED 기관의 강성이며, CP는 원형 편광기의 강성이고, W는 커버 윈도우 필름의 강성인, 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서, $(LS / (CP)W) > 0.02$ 인, 디스플레이 디바이스.

청구항 10

제8항에 있어서, $(LS / (CP)W) > 0.25$ 인, 디스플레이 디바이스.

청구항 11

제8항에 있어서, OLED는 터치 센서를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 12

제8항에 있어서, 커버 윈도우 필름과 원형 편광기 사이의 제1 결합 층 및 OLED 기관과 하부 모듈 사이의 제2 결합 층을 추가로 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서, 제1 결합 층의 전단 탄성 계수가 실온에서 150 kPa 초과인, 디스플레이 디바이스.

청구항 14

제12항에 있어서, 제1 결합 층은 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 15

제8항에 있어서, 커버 윈도우 필름은 박형 유리를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 16

플렉서블 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이 디바이스로서,

커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈;

하부 모듈; 및

상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈 - 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED와 하부 모듈 사이의 OLED 기관을 포함함 - 을 포함하고,

상부 모듈은 제1 영 계수를 갖고, 하부 모듈은 제2 영 계수를 가지며, 제1 영 계수는 제2 영 계수와 상이하고,

$(LS / W^2) > 4 \times 10^{-6}$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성이고, S는 OLED 기관의 강성이며, W는 커버 윈도우 필름의 강성인, 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서, $(LS / W^2) > 4 \times 10^{-5}$ 인, 디스플레이 디바이스.

청구항 18

제16항에 있어서, $(LS / W^2) > 0.002$ 인, 디스플레이 디바이스.

청구항 19

제16항에 있어서, OLED는 터치 센서를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 20

제16항에 있어서, 커버 윈도우 필름과 OLED 사이의 제1 결합 층 및 OLED 기판과 하부 모듈 사이의 제2 결합 층을 추가로 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 21

제20항에 있어서, 제1 결합 층의 전단 탄성 계수가 실온에서 150 kPa 초과인, 디스플레이 디바이스.

청구항 22

제20항에 있어서, 제1 결합 층은 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 23

제16항에 있어서, 커버 윈도우 필름은 박형 유리를 포함하는, 디스플레이 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

- [0001] 디스플레이 및 전자 디바이스가 만곡되거나 굽혀지거나 폴딩되고(folded) 새로운 사용자 경험을 제공하도록 발전되었다. 이들 디바이스 아키텍처(architecture)는 예를 들어 플렉서블(flexible) 유기 발광 다이오드(organic light emitting diode, OLED), 플라스틱 액정 디스플레이(liquid crystal display, LCD) 등을 포함할 수 있다.
- [0002] 전형적인 전자 디스플레이는 하부 모듈(module), 디스플레이 모듈, 및 상부 모듈을 포함한다. 하부 모듈은 열 확산기(heat spreader) 및 완충 재료(cushioning material)를 포함할 수 있다. 상부 모듈은 터치 센서(touch sensor), 주변 광 배제 층(ambient light rejection layer), 예컨대 원형 편광기(circular polarizer), 및 흔히 보호 필름 또는 커버(cover)를 포함할 수 있다. 이들 3개의 구성요소는 흔히 한 형태의 접착을 사용하여 함께 접합된다. 접합된 구조체가 휘어질 때, 구조 전반에 걸쳐 변형(strain)이 발생한다. 변형은 두께를 통해 균일하지 않으며, 디스플레이의 설계에 복잡한 방식으로 좌우된다. 변형이 디스플레이 모듈에서 임계 한계치(critical threshold)를 초과하면, 디스플레이 모듈은 기계적으로 고장나서, 디스플레이 결합, 전반적인 오작동, 또는 둘 모두를 초래할 것이다.
- [0003] 임의의 굽힘 구조에서, 중립 굽힘면(neutral bending plane)으로 알려진 변형이 0인 두께를 통한 위치가 있다. 중립면의 위치는 일부 경우에 변형 및 응력이 디스플레이 모듈에서 최소화되도록 제어될 수 있다. 디스플레이 위와 아래의 층의 탄성 계수(modulus)가 유사하고 디스플레이 위와 아래에서의 층 두께가 거의 동일하면, 스택(stack)의 대칭에 의해, 중립면이 중간 부근에(즉, 디스플레이 모듈 부근에) 있다. 또한, 디스플레이 모듈에 근접하게 배치되고 그것을 상부 또는 하부 모듈에 기계적으로 결합시키는 접착제의 탄성 계수 및 두께가 중립면의 위치를 조절하도록 선택될 수 있다. 접착제가 인접한 층보다 실질적으로 더욱 유연하면, 층은 굽힘시 부분적으로 기계적으로 분리되어, 다수의 중립면을 생성할 수 있다. 그러면, 다수의 중립면은 취약한 디스플레이 구성요소가 받는 응력 및 변형을 최소화시키기 위해 그러한 취약한 디스플레이 구성요소 내에 또는 그 부근에 위치될 수 있다. 동일한 접근법의 대안에서, 유연한 층은 디스플레이 모듈에서의 응력 상태(압축 또는 인장)가 상부 모듈에서의 그것과 반대이도록(즉, 인장 또는 압축) 전단 분리(shear decoupling)가 디스플레이 모듈과 그 위의 층 사이의 계면에서 발생하도록 선택된다. 그러나, 디스플레이 모듈을 보호하기 위해 중립면 위치를 제어하거나 다수의 중립면을 도입하는 계획은 기술적으로 어려우며, 재료 특성 또는 두께의 약간의 변동이 중립면을 그의 의도된 위치 위 또는 아래로 이동시킬 수 있다.
- [0004] 따라서, 예를 들어 넓은 범위의 변형률(strain rate)에 걸쳐 또는 다른 요인을 고려하여, 급격한 반경(tight radius)으로 폴딩되거나 굽혀질 수 있는 전자 디스플레이가 필요하다.

발명의 내용

- [0005] 본 발명과 일관되는, 제1 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스는 커버 윈도우 필름(cover window film)을 갖는 상부 모듈, 하부 모듈, 상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈, 및 디스플레이 모듈과 상부 모듈 사이

의 터치 센서를 포함한다. 모든 모듈 및 터치 센서는 상이한 영 계수(Young's modulus) 및 두께를 가질 수 있다. 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED와 하부 모듈 사이의 OLED 기판(substrate)을 포함한다. 이러한 제1 디바이스에서, $(LS / TW) > 0.001$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성(stiffness)이고, S는 OLED 기판의 강성이며, T는 터치 센서의 강성이고, W는 커버 윈도우 필름의 강성이다.

[0006] 본 발명과 일관되는, 제2 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스는 커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈, 하부 모듈, 상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈, 및 디스플레이 모듈과 상부 모듈 사이의 원형 편광기를 포함한다. 모든 모듈 및 원형 편광기는 상이한 영 계수 및 두께를 가질 수 있다. 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED와 하부 모듈 사이의 OLED 기판을 포함한다. 이러한 제2 디바이스에서, $(LS / (CP)W) > 0.004$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성이고, S는 OLED 기판의 강성이며, CP는 원형 편광기의 강성이고, W는 커버 윈도우 필름의 강성이다.

[0007] 본 발명과 일관되는, 제3 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스는 커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈, 하부 모듈, 및 상부 모듈과 하부 모듈 사이의 디스플레이 모듈을 포함한다. 모든 모듈은 상이한 영 계수를 가질 수 있고, 디스플레이 모듈은 OLED 및 OLED와 하부 모듈 사이의 OLED 기판을 포함한다. 이러한 제3 디바이스에서, $(LS / W^2) > 4 \times 10^{-6}$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성이고, S는 OLED 기판의 강성이며, W는 커버 윈도우 필름의 강성이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 첨부 도면은 본 명세서에 포함되어 그의 일부를 구성하며, 상세한 설명과 함께, 본 발명의 이점 및 원리를 설명한다. 도면에서,

도 1은 폴더블(foldable) OLED 디스플레이 구조체의 제1 실시예의 측면도.

도 2는 폴더블 OLED 디스플레이 구조체의 제2 실시예의 측면도.

도 3은 폴더블 OLED 디스플레이 구조체의 제3 실시예의 측면도.

도 4는 폴더블 OLED 디스플레이와 함께 사용하기 위한 윈도우 필름 물품의 측면도.

도 5는 폴딩된 또는 굽혀진 구성에 있는 폴더블 OLED 디스플레이의 측면도.

도 6은 도 1의 폴더블 OLED 디스플레이 구조체에 대한 변형 대 z-축 위치의 그래프.

도 7은 도 2의 폴더블 OLED 디스플레이 구조체에 대한 변형 대 z-축 위치의 그래프.

도 8은 도 3의 폴더블 OLED 디스플레이 구조체에 대한 변형 대 z-축 위치의 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 하기 상세한 설명에서, 본 명세서의 일부를 형성하고 예시로서 수개의 특정 실시예가 도시된 첨부 도면을 참조한다. 다른 실시예가 고려되고 본 개시 내용의 범주 또는 사상으로부터 벗어나지 않고서 이루어질 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 하기 상세한 설명은 제한의 의미로 취해지지 않아야 한다.

[0010] 본 명세서에 사용되는 과학 및 기술 용어 모두는 달리 특정되지 않는 한 본 기술 분야에서 통상적으로 사용되는 의미를 갖는다. 본 명세서에 제공되는 정의는 본 명세서에 빈번하게 사용되는 소정 용어의 이해를 용이하게 하기 위한 것이고, 본 개시 내용의 범주를 제한하고자 하는 것은 아니다.

[0011] 달리 지시되지 않는 한, 본 명세서 및 청구범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 상기한 명세서 및 첨부된 청구범위에 기재된 수치 파라미터는 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하는 당업자가 얻고자 하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.

[0012] 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 수(예컨대, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4 및 5를 포함함) 및 그 범위 내의 임의의 범위를 포함한다.

[0013] 본 명세서 및 첨부된 청구범위에 사용되는 바와 같이, 단수 형태("a", "an" 및 "the")는, 그 내용이 명백하게 달리 지시하지 않는 한, 복수의 지시 대상을 갖는 실시예를 포함한다.

[0014] 본 명세서 및 첨부된 청구범위에 사용되는 바와 같이, 용어 "또는"은 일반적으로, 그 내용이 명백하게 달리 지

시하지 않는 한, 그의 의미에 "및/또는"을 포함하는 것으로 채용된다.

- [0015] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "갖다", "갖는", "구비하다", "구비하는", "포함하다", "포함하는" 등은 그들의 개방형 의미로 사용되며, 일반적으로 "포함하지만 이에 제한되지 않는"을 의미한다. "본질적으로 ~로 구성되는", "~로 구성되는" 등은 "포함하는" 등에 포함되는 것이 이해될 것이다.
- [0016] 도 1에 도시된 바와 같은 일 실시예에서, 플렉서블 OLED 디스플레이 구조체는 도시된 순서로 배열되는 하기 요소 또는 층을 포함한다: 커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈(10); 결합 층(12); 터치 센서 패널(panel) 및/또는 원형 편광기(14); 결합 층(16); OLED(18); OLED 기판(20); 결합 층(22); 및 하부 모듈(24). 또한 도 1의 구조체에서, 하부 모듈은 제1 영 계수를 갖고, OLED 기판은 제2 영 계수를 가지며, 터치 센서/원형 편광기는 제3 영 계수를 갖고, 상부 모듈은 제4 영 계수를 가지며, 모든 4개의 영 계수는 서로 상이할 수 있다. 도 1의 디바이스에 대한 굽힘 내구성(durability in bending)을 최대화시키기 위해, 하부 모듈의 기계적 강성(L)과 OLED 기판의 강성(S)을 터치 센서/원형 편광기의 강성(T)과 커버 윈도우 필름의 강성(W)으로 나눈 값이 수학적 식 1에 의해 표현된 바와 같이 0.001 또는 0.07 또는 1.2 초과이다:
- [0017] [수학적 식 1]
- [0018] $Z = (LS / TW) > 0.001$ 또는 0.07 또는 1.2
- [0019] 수학적 식 1이 유지되는 한 비교적 넓은 범위의 디스플레이 설계 및 결합 층 조합이 허용가능하다. 도 6은 도 1의 실시예에 대한 기준 미만의 값과 동일한 Z에 대한 변형 대 z-축 위치의 선도를 도시한다. 도 6의 선도에 대한 특성이 표 1에 열거된다. OLED 층은 저부로부터 110 내지 115 마이크로미터에 위치된다.
- [0020] 유한 요소 해석은 이러한 요건이 인-폴딩(in-folding) 중에 OLED 평면을 약간 압축 상태로 유지시켜, 민감한 OLED 드라이버 층(driver layer) 및 박막 봉지재(thin film encapsulation)를 변형 관련 손상으로부터 보호하는 것을 보여주었다. 1.2 초과와 Z의 값은 Z의 보다 작은 값에 비해 작은 그리고 Z의 증가하는 값에 따라 일정한 변형비(strain ratio)를 디스플레이 모듈에서 생성한다. 이러한 관찰의 이점은 다른 설계 변경으로 인한 Z의 값의 변화가 값이 충분히 크게 유지되면 디스플레이 모듈에서 변형비를 현저히 변경시키지 않을 것이라는 점이다. 이론에 의해 구해되고자 함이 없이, 플렉서블 디스플레이를 압축 상태에 둠으로써, 균열 형성 및 전파가 완화되는 것으로 여겨진다. 또한, OLED 고장은 주로 인장 하중으로 인해 발생하는 것으로 여겨지며; 따라서, 압축 사전-하중(pre-load)이 디스플레이가 고장 전에 견딜 수 있는 인장 하중을 증가시킨다. 이러한 접근법은 디스플레이 내의 중립면의 위치에 중점을 두는 접근법과 실질적으로 상이하다. 본 발명의 또 다른 이점은 비교적 강성의 결합 층 접착체가 채용될 수 있지만, 그럼에도 불구하고 중립면의 제어가 다른 구성요소의 변경을 통해 달성된다는 점이다. 또한, 본 발명의 무차원 접근법(non-dimensional approach)은 원하는 굽힘 거동을 제공하도록 수개의 층의 두께, 탄성 계수, 및 푸아송 비(Poisson's ratio)의 동시 최적화를 허용한다. 따라서, Z에 관여하는 다른 층의 탄성 계수 또는 두께가 적절히 조절되면 층이 두꺼워질 수 있다.
- [0021] 도 2에 도시된 바와 같은 다른 실시예에서, 디스플레이 구조체는 도시된 순서로 배열되는 하기 요소 또는 층을 포함한다: 커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈(30); 결합 층(32); 원형 편광기(35); OLED(34); OLED 기판(36); 결합 층(38); 및 하부 모듈(40). 도 2에 도시된 구조체에서, 터치 센서가 선택적으로 OLED의 일부이거나 그것 내에 통합될 수 있고, 원형 편광기는 컬러 필터 층(color filter layer)으로 대체될 수 있다. 또한 도 2의 구조체에서, 하부 모듈은 제1 영 계수를 갖고, OLED 기판은 제2 영 계수를 가지며, 터치 센서/원형 편광기는 제3 영 계수를 갖고, 상부 모듈은 제4 영 계수를 가지며, 모든 4개의 영 계수는 서로 상이할 수 있다. 도 2의 디바이스에 대한 굽힘 내구성을 최대화시키기 위해, 하부 모듈의 기계적 강성(L)과 OLED 기판의 강성(S)을 원형 편광기의 강성(CP)과 커버 윈도우 필름의 강성(W)으로 나눈 값이 수학적 식 2에 의해 표현된 바와 같이 0.004 또는 0.02 또는 0.25 초과이다.
- [0022] [수학적 식 2]
- [0023] $Z' = (LS / (CP)W) > 0.004$ 또는 0.02 또는 0.25
- [0024] 도 7은 도 2의 실시예에 대한 기준 미만의 값과 동일한 Z'에 대한 변형 대 z-축 위치의 선도를 도시한다. 도 7의 선도에 대한 특성이 표 2에 열거된다. OLED 층은 저부로부터 130 내지 135 마이크로미터에 위치된다.
- [0025] 도 3에 도시된 바와 같은 다른 실시예에서, 디스플레이 구조체는 도시된 순서로 배열되는 하기 요소 또는 층을 포함한다: 커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈(42); 결합 층(44); OLED(46); OLED 기판(48); 결합 층(50); 및 하부 모듈(52). 도 3에 도시된 구조체에서, 터치 센서가 선택적으로 OLED의 일부이거나 그것 내에 통합될 수

있다. 또한 도 3의 구조체에서, 하부 모듈은 제1 영 계수를 갖고, OLED 기판은 제2 영 계수를 가지며, 상부 모듈은 제3 영 계수를 갖고, 모든 3개의 영 계수는 서로 상이할 수 있다. 도 3의 디바이스에 대한 굽힘 내구성을 최대화시키기 위해, 하부 모듈의 기계적 강성(L)과 OLED 기판의 강성(S)을 커버 윈도우 필름의 강성(W)의 제곱으로 나눈 값이 수학식 3에 의해 표현된 바와 같이 4×10^{-6} 초과, 더욱 바람직하게는 4×10^{-5} 초과, 가장 바람직하게는 0.002 초과이다.

[0026] [수학식 3]

[0027]
$$Z'' = (LS / W^2) > 4 \times 10^{-6} \text{ 또는 } 4 \times 10^{-5} \text{ 또는 } 0.002$$

[0028] 도 8은 도 3의 실시예에 대한 기준 미만의 값과 동일한 Z''에 대한 변형 대 z-축 위치의 선도를 도시한다. 도 8의 선도에 대한 특성이 표 3에 열거된다. OLED 층은 저부로부터 80 내지 85 마이크로미터에 위치된다.

[0029] 수학식 1 내지 3을 구현함에 있어서, 층의 두께는 마이크로미터 단위로 측정되고, 영 계수는 메가파스칼 단위로 측정된다. 균질 재료에 대해, 휨 강성(flexural stiffness)(k)이 수학식 4를 사용하여 계산될 수 있다.

[0030] [수학식 4]

[0031]
$$k = \frac{EI}{1 - \nu^2}$$

[0032] 여기서 E는 영 계수이고, I는 단면 2차 모멘트(second moment of area)이며, ν 는 푸아송 비이다. E 및 ν 는 고유 재료 특성이고, I는 구조체의 기하학적 형상(geometry)의 함수이다. 파라미터 I는 폭과 두께의 세제곱에 비례한다. 모든 층이 동일한 폭을 가지면, 정규화된 단면 2차 모멘트 $I = t^3/12$ (여기서 t는 두께임)가 사용될 수 있고, 하기와 같다.

[0033]
$$k = \frac{Et^3}{12(1 - \nu^2)}$$

[0034] 본 명세서에 기술된 모듈 또는 층은 변화하는 두께 및 탄성 계수의 수개의 부층(sublayer)을 포함할 수 있다. 수개의 층을 포함하는 구성요소의 유효 휨 강성은 하기와 같이 계산될 수 있으며, 여기서 일반적으로 복합물로 처리되도록, 최저 탄성 계수 부층 재료 대 최고 탄성 계수 부층 재료의 비가 1% 초과 또는 5% 초과 또는 10% 초과이어야 한다.

[0035] 휨 강성 k_i 를 하기에 의해 주어지는 i번째 층의 강성으로 정의하며,

[0036]
$$k_i = \frac{E_i I_i}{1 - \nu_i^2} = E'_i I_i$$

[0037] 여기서 I_i 는 도심(centroid)(즉, 구성요소가 하나의 중립면을 갖는다고 가정할 때 구성요소가 단독으로 휘어지는 경우에 중립축(neutral axis)의 위치)에 대한 i-번째 층의 단면 2차 모멘트이고, E'_i 는 평면 변형 탄성 계수(plane strain elastic modulus)이다.

[0038] 다층형 구성요소의 총 휨 강성은 하기와 같다.

[0039]
$$k = \sum k_i$$

[0040] I_i 를 계산하기 위해, 최저부 층이 층 1로 번호부여되는 것으로 하고, 그 위의 모든 층이 연속하여 번호부여되는 것으로 한다. t_i 가 각각의 층의 두께인 것으로 한다. 이어서, 하기와 같이 정의하며,

[0041]
$$d_i = \sum_{j=1}^{i-1} t_j + \frac{t_i}{2}$$

[0042] 따라서 d_i 는 층 1의 저부로부터 층 i의 중심까지의 거리이다. 층 1의 저부에 대한 i번째 층의 단면 2차 모멘트는 하기에 의해 주어진다.

$$I'_i = \frac{t_i^3}{12} + t_i d_i^2$$

[0043]

I_i가 이어서 하기에 의해 주어지며,

[0044]

$$I_i = I'_i - t_i y_c^2$$

[0045]

여기서 도심 위치 y_c는 하기와 같이 계산된다.

[0046]

$$y_c = \frac{\sum d_i E'_i t_i}{\sum E'_i t_i}$$

[0047]

마지막으로, 유효 휨 강성이 하기에 의해 주어진다.

[0048]

$$k = \sum \frac{E_i I'_i}{1 - \nu_i^2} - \left(\sum \frac{E_i t_i}{1 - \nu_i^2} \right) y_c^2$$

[0049]

이러한 절차는 층 1, 2, 및 3의 3-층 구조체로 고려될 수 있으며, 여기서 층 1은 최저부 층이고, 층 3은 최상부 층이며, 층 2는 층 1과 층 3 사이에 있다. 각각의 층은 탄성 계수(E), 두께(t), 및 푸아송 비(ν)를 갖는다. 층 1의 기부(즉, x 축)로부터 층 1의 중간까지의 거리는 하기와 같고,

[0050]

$$d_1 = \frac{t_1}{2}$$

[0051]

층 1의 변화된 휨 강성은 하기와 같다.

[0052]

$$I'_1 = \frac{t_1^3}{12} + t_1 d_1^2$$

[0053]

층 2에 대해, 층 1의 기부로부터 층 2의 중간까지의 거리는 하기와 같고,

[0054]

$$d_2 = t_1 + \frac{t_2}{2}$$

[0055]

층 2의 변화된 휨 강성은 하기와 같다.

[0056]

$$I'_2 = \frac{t_2^3}{12} + t_2 d_2^2$$

[0057]

마지막으로, 층 1의 기부로부터 층 3의 중간까지의 거리는 하기와 같고,

[0058]

$$d_3 = t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2}$$

[0059]

변화된 휨 강성은 하기와 같다.

[0060]

$$I'_3 = \frac{t_3^3}{12} + t_3 d_3^2$$

[0061]

그리고

[0062]

$$y_c = \frac{d_1 E'_1 t_1 + d_2 E'_2 t_2 + d_3 E'_3 t_3}{E'_1 t_1 + E'_2 t_2 + E'_3 t_3}$$

[0063]

도 4는 본 명세서에 기술된 것과 같은 폴더블 OLED 디스플레이와 함께 사용하기 위한 윈도우 필름 물품의 측면 도이다. 도 4에 도시된 물품은 도시된 순서로 배열되는 하기 요소 또는 층을 포함한다: 커버 윈도우 필름(54); 결합 층(56); 및 라이너(liner)(58). 라이너는 결합 층(56)을 위한 보호를 제공한다. 사용시, 라이너(58)가

[0064]

제거되고, 커버 윈도우 필름(54)이 결합 층(56)을 통해 OLED 디스플레이에 적용되고 접착된다. 예를 들어, 결합 층(56)은 도 1의 실시예에 대해 터치 센서 패널(14)에, 도 2의 실시예에 대해 원형 편광기(35)에, 또는 도 3의 실시예에 대해 OLED(46)에 직접 적용될 수 있다.

[0065] 도 5는 폴딩된 또는 굽혀진 구성에 있는, 본 명세서에 기술된 그러한 디스플레이 구조체와 같은 폴더블 OLED 디스플레이의 측면도이다. 특히, OLED 디스플레이는 도시된 바와 같이 배열되는 상부 모듈(60), 결합 층(65), 디스플레이 모듈(62), 결합 층(67), 및 하부 모듈(64)을 포함한다. OLED 디스플레이는 도시된 바와 같이, 상부 모듈(60)의 상부 표면(61)(관찰자측)이 자신을 향하고 상부 모듈(60)의 단부(63)가 서로 물리적으로 접촉하도록 폴딩되거나 굽혀질 수 있다.

[0066] 하기는 디스플레이 설계 내의 층을 포함하여, 본 명세서에 사용되는 용어의 정의 및 설명이다.

[0067] "커버 윈도우 필름"은 가능하게는 디스플레이에 내스크래치성, 내마모성, 및 내충격성을 제공하면서 디스플레이 필름의 광학 특성을 유지시키는 보호 디스플레이 필름 구조체이다. 커버 윈도우 필름은 박형 가요성 유리(thin flexible glass), 중합체 필름, 또는 중합체 및 유리 라미네이트(laminate)로 구현될 수 있다. 용어 "박형 유리"는 10 내지 100 마이크로미터 두께, 가장 바람직하게는 25 내지 50 마이크로미터 두께인 유리를 의미한다. 커버 윈도우 필름은 다수의 부층 및 코팅을 포함할 수 있다. 부층은 중합체 또는 유리일 수 있다. 전체 윈도우 필름 구조체의 최소 유효 탄성 계수는 300 MPa이다. 커버 윈도우 필름이 유리를 포함하면, 유효 탄성 계수는 100 GPa만큼 높을 수 있다. 커버 윈도우 필름이 유리를 포함하면, 유리 층의 두께는 전형적으로 10 내지 100 마이크로미터, 더욱 바람직하게는 25 내지 50 마이크로미터이다. 윈도우 필름의 총 두께는 재료 및 구조에 따라 전형적으로 20 내지 250 마이크로미터이다. 윈도우 필름 내의 부층 중 임의의 것이 접착제를 포함하면, 접착제의 실온 전단 탄성 계수(room temperature shear modulus)는 그것을 둘러싸는 필름 층의 영 계수의 3.3% 초과 또는 1.7% 초과 또는 1% 초과이다.

[0068] "결합 층"은 그것을 둘러싸는 층의 1% 미만의 실온 전단 탄성 계수를 가진 연질 접착제 또는 그리스(grease) 유사 재료이다. 일부 경우에, 실온 전단 탄성 계수는 30 MPa 미만, 더욱 바람직하게는 1 MPa 미만, 가장 바람직하게는 70 kPa 미만일 수 있다. 결합 층이 광학적으로 투명한 접착제이면, 그러한 결합 층의 전단 탄성 계수는 실온에서 150 kPa 초과이다. 결합 층은 플렉서블 디스플레이가 굽혀질 때 디웨팅되지(dewet) 않는다. 결합 층에 대한 전형적인 두께 범위는 25 내지 100 마이크로미터이다. 결합 층(들)이 방출된 광에 대한 광학 경로 내에 있으면, 가시 범위 내에서의 광학 투과율은 전형적으로 90% 초과일 것이고, 탁도는 2% 미만일 것이다. 광학 경로 내의 결합 층은 보다 강성의 층들 사이의 광학 접촉을 유지시켜야 한다(즉, 공기 갭(gap) 또는 디웨팅이 없음). 광학 경로 내에 있지 않은 결합 층은 투명하거나 투과성(transparent)일 수 있지만 그러한 필요는 없다. 결합 층의 예는 광학적으로 투명한 접착제(optically clear adhesive, OCA)를 포함한다. 광학 접착제 층은 아크릴레이트, 실리콘, 폴리올레핀, 폴리에스테르, 폴리우레탄 또는 폴리아이소부틸렌 기반 광학 접착제를 포함할 수 있다. OCA는 감압 접착제일 수 있다.

[0069] "상부 모듈"은 커버 윈도우 필름을 포함한다. 상부 모듈은 또한 선택적으로 터치 센서 패널 층, 주변 광 배제 층, 예컨대 원형 편광기 또는 컬러 필터 층, 또는 별개의 수분 및 산소 장벽 층(barrier layer)을 포함할 수 있다.

[0070] "디스플레이 모듈"은 OLED 및 OLED를 위한 기관(전형적으로 폴리이미드이지만 또한 유리일 수 있음), 버퍼 층(buffer layer), 트랜지스터 층(transistor layer), 이미터(emitter) 및 존재한다면 박막 봉지 장벽 층을 포함한다. 일부 경우에, 주변 광 배제 층, 예컨대 원형 편광기 또는 컬러 필터 층이 OLED 상에 직접 접합되거나 코팅될 수 있다. 디스플레이 모듈의 전형적인 두께는 20 내지 50 마이크로미터이다. 디스플레이 모듈은 예를 들어 폴리이미드를 유리 상에 코팅하고, OLED의 층을 침착시킨 다음에, 유리를 제거함으로써 제조될 수 있다. 터치 센서 능력을 가능하게 하기 위한 회로가 또한 디스플레이 모듈 내에 있을 수 있다. 디스플레이 모듈 내의 부층 중 임의의 것이 접착제를 포함하면, 접착제의 실온 전단 탄성 계수는 그것을 둘러싸는 층의 영 계수의 3.3% 초과이다. 커버 윈도우 필름 내의 부층 중 임의의 것이 접착제를 포함하면, 접착제의 실온 전단 탄성 계수는 그것을 둘러싸는 필름 층의 영 계수의 3.3% 초과이다.

[0071] "하부 모듈"은 적어도 하나의 기관을 포함한다. 하부 모듈은 또한 선택적으로 디스플레이 모듈과 드라이버 회로, 장벽 층 및 완충 재료, 예컨대 발포체(foam) 사이의 전자기 간섭(electromagnetic interference)을 최소화시켜 패널의 내충격성을 개선하기 위해 열 전도성 층, 예컨대 구리 또는 흑연 층을 포함할 수 있다.

[0072] 곡률(curvature) - 관심 대상의 굽힘 반경(bend radius)은 ≤ 10 mm, ≤ 5 mm, ≤ 3 mm, ≤ 2 mm, 또는 ≤ 1

mm이다. 곡물은 인-폴딩 디바이스에 대해 디바이스가 폐쇄될 때 하부 모듈 외측 표면 사이의 최대 거리의 절반과 동일하다. 곡물은 아웃-폴딩(out-folding) 디바이스에 대해 디바이스가 폐쇄될 때 윈도우 필름 표면들 사이의 최대 거리의 절반과 동일하다. 아웃-폴딩 디바이스에 대해, Z, Z', 및 Z"에 대한 파라미터 수학적식이 반전되며, 따라서 수학적식 1, 2, 및 3의 역이 이들 수학적식에 상응하는 구조를 갖는 아웃-폴딩 디바이스에 적용된다. 고정(비-폴딩) 디스플레이에 대해, 곡물은 윈도우 또는 하부 모듈의 외측 표면 중 어느 하나에 대한 최소 곡물 반경과 동일하다.

[0073] 본 명세서에 기술된 설계는 도 1, 도 2, 도 3에 도시된 개략적인 구조체에 대한 유한 요소 모델링에 기초한다. 커버 윈도우 필름이 자신을 향하도록 하는 이러한 구조체의 바이폴드 굽힘(bifold bending)을 1 mm, 2 mm, 3 mm, 및 5 mm 곡물로 모델링하였다. OLED 기관, 하부 모듈, 커버 윈도우 필름, 및 터치 패널의 두께 및 탄성 계수를 모두 변화하도록 허용하였다. 전체 OLED 층 전반에 걸쳐 최대 인장 변형 및 최대 압축 변형을 기록하였다. 실험에 기초하여, 변형이 OLED 층에서 허용가능한 수준으로 유지되도록 하는 커버 윈도우 필름, 하부 모듈, 및 OLED 기관 사이의 관계를 도출하였다. 대표적인 결과가 설계 파라미터와 함께 표 1 내지 표 3에 열거된다. 표 1 결과는 도 1에 도시된 개략적인 구조체에 대한 유한 요소 모델링에 기초하고; 표 2는 도 2에 도시된 설계에 기초하며, 표 3은 도 3의 설계에 기초한다.

[0074] 상용 유한 요소 해석 소프트웨어, 앤시스(ANSYS) 메커니컬(Mechanical) APDL 14.0(미국 펜실베이니아주 피츠버그 소재의 앤시스 인크.(Ansys Inc.)) 및 DOE 해석 소프트웨어, 아이사이트(Isight) 5.8(미국 로드 아일랜드주 프로비덴스 소재의 다소 시스템즈 시뮬리아 코프.(Dassault Systèmes Simulia Corp.))을 사용하여 폴딩 디스플레이 디바이스의 수학적 모델을 생성하고 다양한 설계 파라미터에 대해 OLED 층 내의 주 인장 및 압축 변형을 계산하였다. 굽힘은 90°까지 회전하는 그리고 곡물의 2배만큼 떨어진 2개의 강직성 힌지(rigid hinge)에 의해 가능하였으며, 이때 외측 표면이 두 힌지 상에서 활주하도록 허용하였다. 100 mm의 전형적인 폴더를 디바이스 폭 및 180 mm의 길이를, 대칭 고려 사항 및 평면 변형 요소를 사용하여 모델을 90 mm 길이의 고정 길이 및 가변 두께의 2차원 단면으로 축소시키도록 허용하였다.

[0075] 접착제에 의해 결합된 등방성 균일 재료의 층에 의해 표현된 디스플레이의 단순화된 모델이 기계적 관점 상해 사항으로부터 비본질적인 것을 포함할 필요 없이 굽힘 역학의 주요 양상을 포착하기에 충분한 것으로 판명된다. 디스플레이 모듈의 OLED 구성요소를 디스플레이 기관에 접합되는, 80 GPa의 탄성 계수를 가진 5 마이크로미터 두께 필름으로 모델링하였다. 결합 층을 순간 전단 탄성 계수 G에 의해 특징지어지는 비압축성 초탄성 재료로 모델링하였다. 다른 구성요소를 영 탄성 계수 E, 푸아송 비 및 항복 능력에 의해 특징지어지는 균일 등방성 열가소성재료로 모델링하였다.

[0076] [표 1]

	곡물	E1	하부 모듈 두께	CL1Mod	CL1Thick	E2	OLED 기관 두께	CL3Mod	CL3Thick	E3	터치 패널 두께	CL4_mod	CL4Thick	E4	상부 모듈 두께	L	S	T	W	LS/TW	OLED 압축	OLED 인장	
예 1	μm	MPa	μm	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	μm	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	%	%	
	5000	5000	120	0.1	25	5000	50	0.07	25	1900	100	0.5	25	72300	100	8.42E+08	6.09E+07	1.85E+08	6.36E+09	4.35E-02	-0.0093	0.117	도 1
예 2	3000	2700	60	1	25	3200	25	1	50	3200	25	0.1	25	4850	50	5.68E+07	4.87E+06	4.87E+06	5.90E+07	9.62E-01	-0.033	0.1826	도 1
예 3	3000	2700	60	1	50	3200	25	0.1	25	3200	25	1	25	4850	50	5.68E+07	4.87E+06	4.87E+06	5.90E+07	9.62E-01	-0.3979	-0.1893	도 1
예 4	5000	2700	60	0.1	25	7000	50	0.1	25	1900	100	0.1	25	4700	100	5.68E+07	8.52E+07	1.85E+08	4.58E+08	1.75E+02	-0.1364	-0.0029	도 1
예 5	5000	5000	60	0.1	25	5000	25	0.07	25	1900	100	0.07	25	72300	100	1.05E+08	7.61E+06	1.85E+08	6.36E+09	6.80E-04	0.169	0.2918	도 6

[0077]

[0078] [표 2]

	곡물	E1	하부 모듈 두께	CL1Mod	CL1Thick	E2	OLED 기관 두께	E3	터치 패널 두께	CL4_mod	CL4Thick	E4	상부 모듈 두께	L	S	P	W	LS/(CP)W	OLED 압축	OLED 인장	
	μm	MPa	μm	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	μm	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	%	%	
예 6	5000	3375	120	0.1	25	5000	50	1900	50	0.07	25	72000	50	5.68E+08	6.09E+07	2.31E+07	7.32E+08	1.89E+00	-0.0714	0.0572	도 2
예 7	3000	2700	120	0.1	25	5000	25	1900	50	0.05	50	900	150	4.54E+08	7.61E+06	2.31E+07	3.07E+08	4.86E-01	-0.3151	-0.0805	도 2
예 8	2000	2700	80	0.1	25	5000	25	1900	110	0.05	50	5000	150	1.35E+08	7.61E+06	2.46E+08	1.64E+09	2.53E-03	1.8118	2.1561	도 7

[0079]

[0080] [표 3]

	곡물	E1	하부 모듈 두께	CL1Mod	CL1Thick	E2	OLED 기관 두께	CL4_mod	CL4Thick	E3	상부 모듈 두께	L	S	W	LS/W ²	OLED 최소 변형	OLED 최대 변형	
	μm	MPa	μm	μm	MPa	μm	MPa	μm	MPa	μm	μm	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	MPa*μm ³	%	%	
예 9	1000	2700	60	0.1	25	5000	25	0.1	25	5000	100	5.68E+07	7.61E+06	4.87E+08	1.82E-03	-0.8039	0.2006	도 3
예 10	5000	2700	30	0.1	25	5000	25	0.07	25	5000	200	7.10E+06	7.61E+06	3.90E+09	3.56E-06	0.6563	0.7783	도 8

[0081]

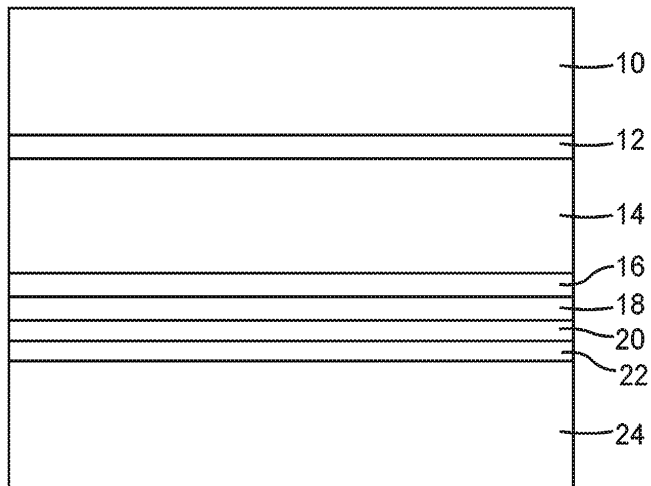
[0082] 다른 실시예는 발광 재료를 가진 모듈이 디스플레이 모듈 대신에 사용되는 도 1, 도 2, 및 도 3에 도시된 구조체를 포함한다. 특히, 모듈은 본 명세서에 그리고 도 3에 관하여 기술된 바와 같이 상이한 영 계수를 갖는 상부 모듈 및 하부 모듈과 함께, 발광 재료, 예컨대 OLED 또는 다른 발광 재료, 및 발광 재료를 지지하기 위한 기

관을 포함한다. 이러한 실시예는 예를 들어 고체 조명(solid state lighting) 또는 장식 조명 목적을 위해 사용될 수 있다.

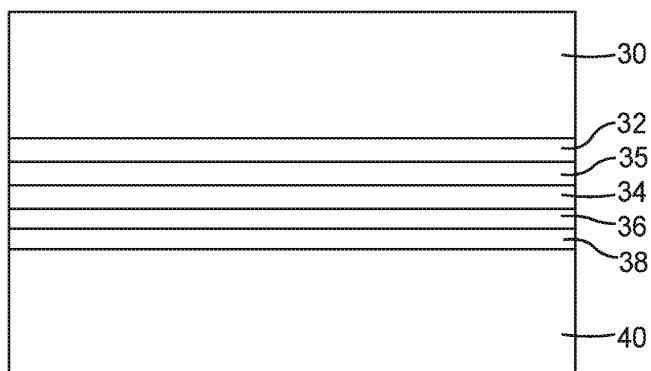
- [0083] 하기는 본 발명의 다른 실시예를 추가로 언급한다.
- [0084] 항목 1은 플렉서블 발광 디바이스로서,
- [0085] 커버 윈도우 필름을 갖는 상부 모듈;
- [0086] 하부 모듈; 및
- [0087] 상부 모듈과 하부 모듈 사이의 모듈 - 모듈은 발광 재료 및 발광 재료와 하부 모듈 사이의 기판을 포함함 - 을 포함하고,
- [0088] 하부 모듈은 제1 영 계수를 갖고, 상부 모듈은 제2 영 계수를 가지며, 제1 영 계수는 제2 영 계수와 상이하고,
- [0089] $(LS / W^2) > 4 \times 10^{-6}$ 이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성이고, S는 기판의 강성이며, W는 커버 윈도우 필름의 강성인, 플렉서블 발광 디바이스이다.
- [0090] 항목 2는 항목 1에 있어서, $(LS / W^2) > 4 \times 10^{-5}$ 인, 디바이스이다.
- [0091] 항목 3은 항목 1에 있어서, $(LS / W^2) > 0.002$ 인, 디바이스이다.
- [0092] 항목 4는 항목 1 내지 항목 3 중 어느 한 항목에 있어서, 커버 윈도우 필름과 발광 재료 사이의 제1 결합 층 및 기판과 하부 모듈 사이의 제2 결합 층을 추가로 포함하는, 디바이스이다.
- [0093] 항목 5는 항목 4에 있어서, 제1 결합 층은 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는, 디바이스이다.
- [0094] 항목 6은 플렉서블 OLED 디스플레이 디바이스와 함께 사용하기 위한 윈도우 필름으로서,
- [0095] 커버 윈도우 필름; 및
- [0096] 커버 윈도우 필름의 주 표면 상의 결합 층을 포함하고,
- [0097] 커버 윈도우 필름이, 하기 순서로, 커버 윈도우 필름, 결합 층, OLED 및 커버 윈도우 필름 반대편의 OLED의 면 상의 OLED 기판을 포함하는 디스플레이 모듈, 및 하부 모듈을 갖는 OLED 디스플레이 디바이스에 기계적으로 결합될 때, 그러면 $(LS / W^2) > 0.001$ 또는 0.07 또는 1.2이고, 여기서 L은 하부 모듈의 강성이고, S는 OLED 기판의 강성이며, W는 윈도우 필름의 강성인, 윈도우 필름이다.
- [0098] 항목 7은 항목 6에 있어서, 커버 윈도우 필름 반대편의 결합 층의 면 상의 라이너를 추가로 포함하는, 윈도우 필름이다.
- [0099] 항목 8은 항목 6 또는 항목 7에 있어서, 결합 층은 광학적으로 투명한 접착제를 포함하는, 윈도우 필름이다.

도면

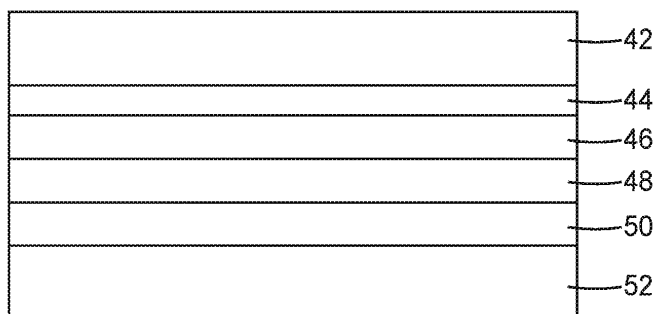
도면1



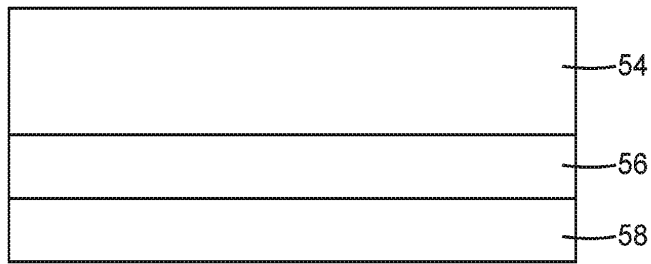
도면2



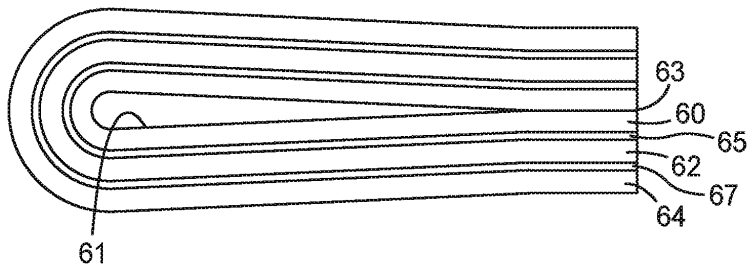
도면3



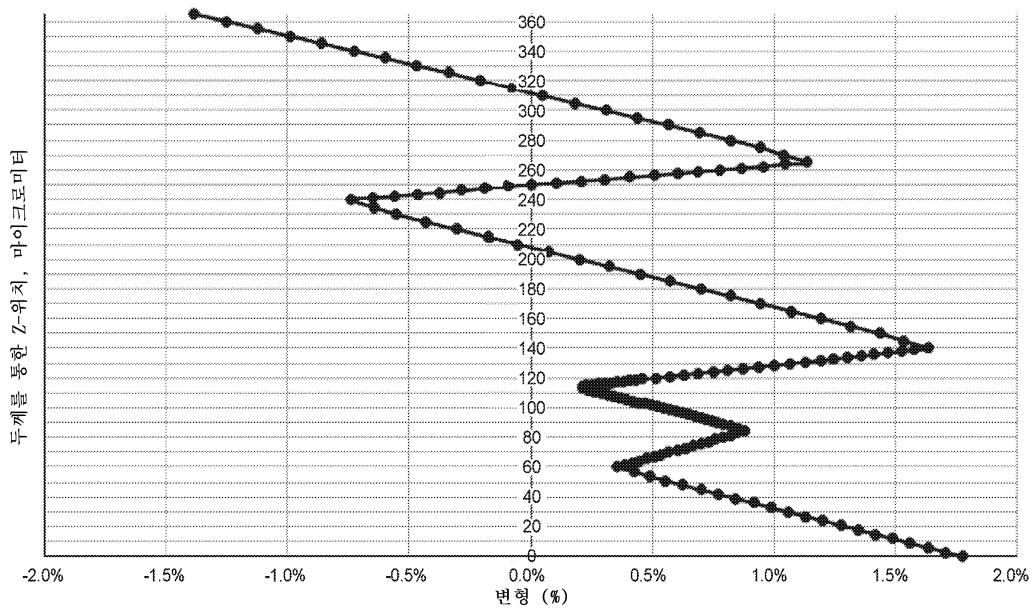
도면4



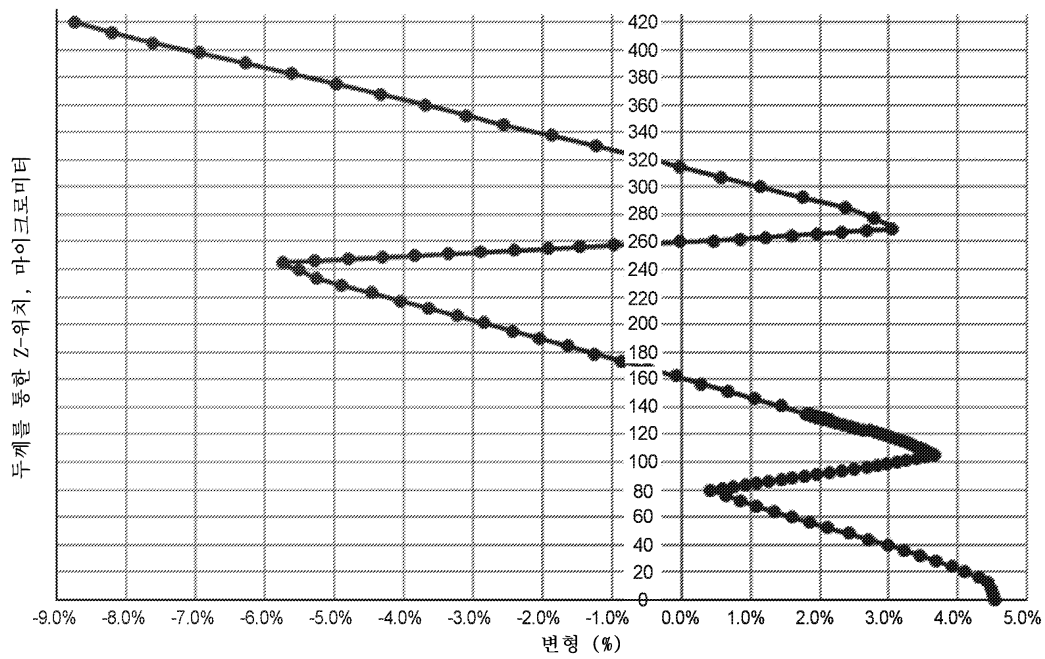
도면5



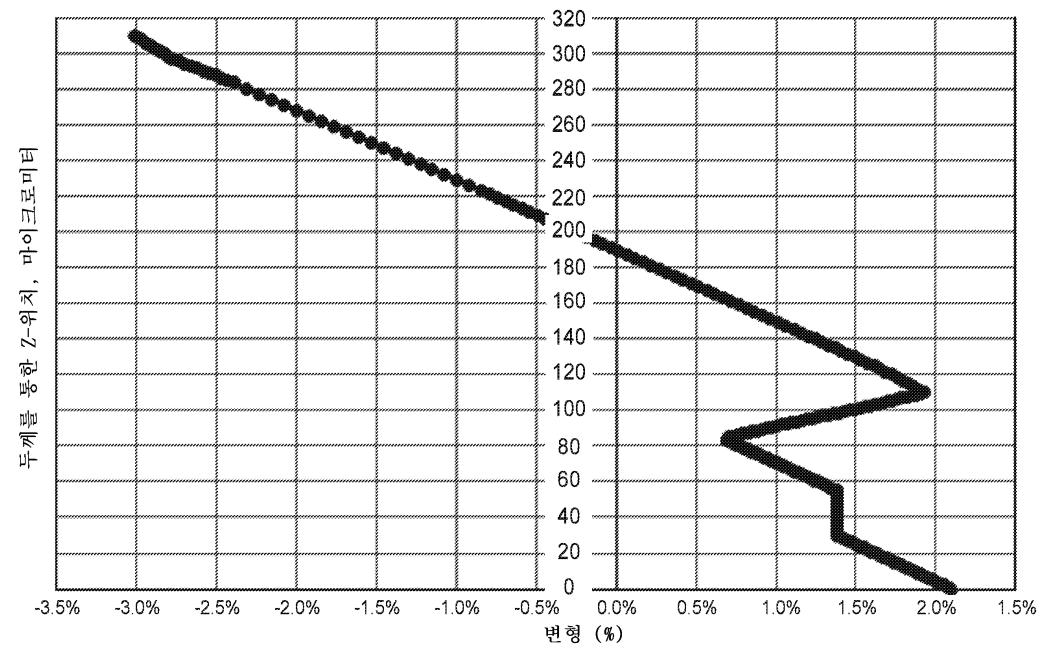
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	可折叠显示设计，具有通用层机械兼容性		
公开(公告)号	KR1020190035919A	公开(公告)日	2019-04-03
申请号	KR1020197008005	申请日	2017-08-14
[标]申请(专利权)人(译)	明尼苏达州采矿制造公司		
申请(专利权)人(译)	3M创新湾执行的COM PANY		
发明人	브리드러브 에반 엘 레더데일 캐서린 에이 페쿠로브스키 류드밀라 에이 장 페이후이		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32 H01L51/00		
CPC分类号	H01L51/5237 H01L27/323 H01L51/0097 G06F3/041 G06F2203/04102 H01L2251/5338 H01L2251/55 G06F1/1652 G06F3/0412 H01L27/322 H01L29/7842		
代理人(译)	Yangyoungjun Joyunseong 金荣		
优先权	15/244146 2016-08-23 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种柔性OLED显示装置，包括具有覆盖窗膜的上部模块，下部模块以及在上部模块和下部模块之间的显示模块。显示模块包括OLED和OLED基板。控制显示装置中的部件的刚度以满足一定的关系，从而调整上下模块的弯曲刚度以将中性弯曲表面定位在显示模块下方，这使显示器处于压缩变形状态而不是零变形。待放置。这种设计适用于双折柔性显示器，其中上部模块可以朝着其折叠。

