(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월18일
(11) 등록번호 10-2327991
(24) 등록일자 2021년11월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/56 (2006.01) *B32B 38/10* (2020.01)
B32B 43/00 (2006.01) *B32B 7/06* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/56 (2013.01)
B32B 38/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0172885
(22) 출원일자 2016년12월16일
심사청구일자 2021년05월12일
(65) 공개번호 10-2018-0070784
(43) 공개일자 2018년06월27일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140103025 A
KR1020140140150 A
KR1020160126175 A
KR1020160136482 A

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
안주섭
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
정성채
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

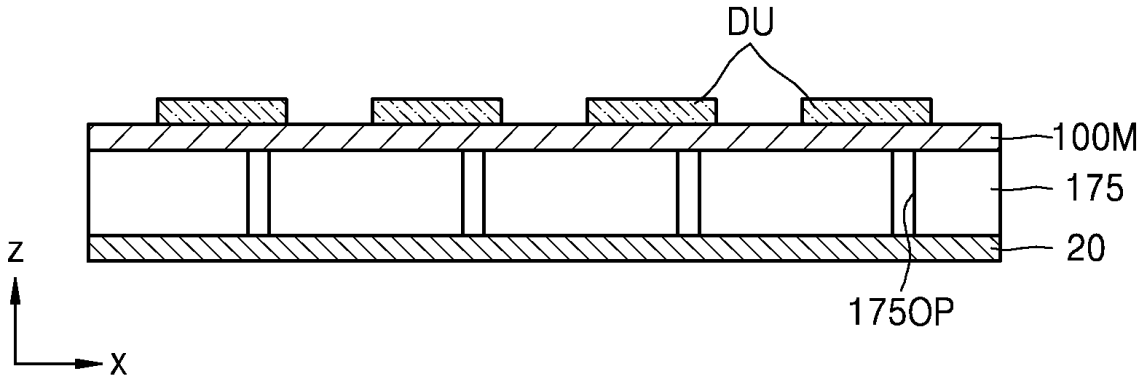
전체 청구항 수 : 총 15 항 심사관 : 유창훈

(54) 발명의 명칭 **디스플레이 장치의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예는, 기판 상에 벤딩축을 중심으로 벤딩(bending)될 벤딩영역을 포함하는 복수의 유닛을 형성하는 단계; 상기 기판 하면에 보호필름베이스 및 점착층이 적층된 보호필름을 부착하는 단계; 상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하여 상기 벤딩영역에 대응되는 개구부 또는 그루브를 형성하는 단계; 상기 보호필름에 상기 개구부 또는 그루브를 형성한 후, 상기 기판 및 상기 보호필름을 절단하여 상기 복수의 디스플레이 유닛을 셀 기판 상에 배치된 각각의 유닛으로 분리하는 단계; 및 상기 셀 기판을 상기 벤딩축을 중심으로 벤딩하는 단계;를 포함하며, 상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 레이저빔의 조사에 의해서 수행되는, 디스플레이 장치의 제조방법을 개시한다.

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
B32B 43/006 (2013.01)
B32B 7/06 (2019.01)
H01L 51/0015 (2013.01)
H01L 51/003 (2013.01)
H01L 51/0097 (2013.01)
B32B 2457/20 (2013.01)
H01L 2227/326 (2013.01)
H01L 2251/5338 (2013.01)
H01L 2251/566 (2013.01)
(72) 발명자
한인애
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
김효진
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
류제길
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
박재석
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
한규완
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 상에 벤딩축을 중심으로 벤딩(bending)될 벤딩영역 및 디스플레이(display)소자가 구비된 디스플레이영역을 포함하는 복수의 유닛를 형성하는 단계;

상기 기판 하면에 보호필름베이스 및 점착층이 적층된 보호필름을 부착하는 단계;

상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하여 상기 벤딩영역에 대응되는 개구부 또는 그루브를 형성하는 단계;

상기 보호필름에 상기 개구부 또는 그루브를 형성한 후, 상기 기판 및 상기 보호필름을 절단하여 상기 복수의 유닛을 셀(cell) 기판 상에 배치된 각각의 유닛으로 분리하는 단계; 및

상기 셀 기판을 상기 벤딩축을 중심으로 벤딩하는 단계;를 포함하며,

상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 레이저빔의 조사에 의해서 수행되는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 상기 보호필름베이스의 적어도 일부를 제거하는 것을 포함하는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 상기 보호필름베이스 및 상기 점착층의 적어도 일부를 제거하는 것을 포함하는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 레이저빔은 top-hat 파형을 가지는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 레이저빔은 레이저 광원으로부터 Beam shaper, DOE(Diffractive Optical Elements) lens, Silt 중 적어도 하나가 포함된 광학계를 통과하여 형성된, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 레이저빔의 조사는 제1레이저빔 조사 및 상기 제1레이저빔 조사가 된 동일위치에 제2레이저빔 조사가 이루어지는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1레이저빔의 세기는 상기 제2레이저빔의 세기보다 큰, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 레이저빔은 CO_2 레이저에 의한 레이저빔인, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 보호필름의 일부를 제거하는 단계 이전에, 상기 보호필름의 개구부 또는 그루브가 형성될 영역에 자외선(UV)를 조사하여 상기 점착층의 점착력을 약화시키는 단계;를 더 수행하는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 보호필름의 개구부 또는 그루브는 상기 대응영역에 대응하여 복수로 구비되며, 상기 개구부 또는 그루브 하나의 면적은 상기 벤딩영역의 면적보다 작은, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 보호필름의 개구부 또는 그루브의 면적은 상기 벤딩영역의 면적보다 큰, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 각각의 유닛은, 제1영역과 제2영역 사이에 상기 벤딩영역이 위치하는 셀 기판 상에 배치되며,

상기 셀 기판 상에 배치되는 무기절연층;

상기 제1영역에서 상기 벤딩영역을 거쳐 상기 제2영역으로 연장되며, 상기 무기절연층 상에 배치된 도전층; 및

상기 무기절연층과 상기 도전층 사이에 배치되며, 상기 벤딩영역과 중첩되어 배치되는 유기물층;을 포함하는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 무기절연층은 상기 유기물층과 중첩되는 영역에서 평평한(flat)한 상면을 갖는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 무기절연층은 상기 유기물층과 중첩되는 영역에서 그루브 또는 개구를 가져, 상기 유기물층이 상기 그루브 또는 개구를 채우는, 디스플레이 장치의 제조방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 각각의 유닛을 벤딩하는 단계 이후에 상기 제1영역 및 상기 제2영역 사이에 쿠션층을 배치하는 단계;를 더 포함하는, 디스플레이 장치의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 디스플레이 장치의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 벤딩(bending) 영역을 구비한 디스플레이 장치의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 디스플레이 장치는 데이터를 시각적으로 표시하는 장치이다. 이러한 디스플레이 장치는 디스플레이 영역과 비디스플레이 영역으로 구획된 셀 기판을 포함한다. 상기 디스플레이 영역에는 게이트 라인과 데이터 라인이 상호 절연되어 형성되고, 상기 게이트 라인 및 상기 데이터 라인이 교차하여 상기 디스플레이 영역에 다수의 화소 영역이 정의된다. 또한, 상기 디스플레이 영역에는 상기 화소 영역들 각각에 대응하여 박막트랜지스터 및 상기 박막트랜지스터와 전기적으로 연결되는 화소전극이 구비된다. 비디스플레이 영역에는 디스플레이 영역에 전기적 신호를 전달하는 배선 등 다양한 도전층이 구비된다.

[0003] 이러한 디스플레이 장치에 있어서 적어도 일부를 벤딩시킴으로써, 다양한 각도에서의 시인성을 향상시키거나 비디스플레이 영역의 면적을 줄일 수 있다. 이와 같이 벤딩된 디스플레이 장치를 제조하는 과정에서 불량을 최소화하고 공정 비용을 절감하는 방안이 모색되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 실시예들은 제조비용 절감 및 공정시간을 단축하면서도 제조 과정에서의 불량 발생률을 줄일 수 있는 디스플레이 장치 및 그 제조방법을 제공하고자 한다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 본 발명의 기재로부터 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 실시예는, 기판 상에 벤딩축을 중심으로 벤딩(bending)될 벤딩영역을 포함하는 복수의 유닛을 형성하는 단계; 상기 기판 하면에 보호필름베이스 및 점착층이 적층된 보호필름을 부착하는 단계; 상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하여 상기 벤딩영역에 대응되는 개구부 또는 그루브를 형성하는 단계; 상기 보호필름에 상기 개구부 또는 그루브를 형성한 후, 상기 기판 및 상기 보호필름을 절단하여 상기 복수의 유닛을 셀 기판 상에 배치된 각각의 유닛으로 분리하는 단계; 및 상기 셀 기판을 상기 벤딩축을 중심으로 벤딩하는 단계;를 포함하며, 상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 레이저빔의 조사에 의해서 수행되는, 디스플레이 장치의 제조방법을 개시한다.

[0007] 상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 상기 보호필름베이스의 적어도 일부를 제거하는 것을 포함할 수 있다.

[0008] 상기 보호필름의 적어도 일부를 제거하는 단계는 상기 보호필름베이스 및 상기 점착층의 적어도 일부를 제거하는 것을 포함할 수 있다.

[0009] 상기 레이저빔은 top-hat 파형을 가질 수 있다.

[0010] 상기 레이저빔은 레이저 광원으로부터 Beam shaper, DOE(Diffractive Optical Elements) lens, Silt 중 적어도 하나가 포함된 광학계를 통과하여 형성될 수 있다.

[0011] 상기 레이저빔의 조사는 제1레이저빔 조사 및 상기 제1레이저빔 조사가 된 동일위치에 제2레이저빔 조사가 이루어질 수 있다.

[0012] 상기 제1레이저빔의 세기는 상기 제2레이저빔의 세기보다 클 수 있다.

[0013] 상기 레이저빔은 CO_2 레이저에 의한 레이저빔일 수 있다.

[0014] 상기 보호필름의 일부를 제거하는 단계 이전에, 상기 보호필름의 개구부 또는 그루브가 형성될 영역에 자외선(UV)를 조사하여 상기 점착층의 점착력을 약화시키는 단계;를 더 수행할 수 있다.

[0015] 상기 보호필름의 개구부 또는 그루브는 상기 대응영역에 대응하여 복수로 구비되며, 상기 개구부 또는 그루브 하나의 면적은 상기 벤딩영역의 면적보다 작을 수 있다.

[0016] 상기 보호필름의 개구부 또는 그루브의 면적은 상기 벤딩영역의 면적보다 클 수 있다.

[0017] 상기 각각의 유닛은, 제1영역과 제2영역 사이에 상기 벤딩영역이 위치하는 셀 기판에 배치되며, 상기 셀 기판

상에 배치되는 무기절연층; 상기 제1영역에서 상기 벤딩영역을 거쳐 상기 제2영역으로 연장되며, 상기 무기절연층 상에 배치된 도전층; 및 상기 무기절연층과 상기 도전층 사이에 배치되며, 상기 벤딩영역과 중첩되어 배치되는 유기물층;을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 무기절연층은 상기 유기물층과 중첩되는 영역에서 평평한(flat)한 상면을 가질 수 있다.

[0019] 상기 무기절연층은 상기 유기물층과 중첩되는 영역에서 그루브 또는 개구를 가져, 상기 유기물층이 상기 그루브 또는 개구를 채울 수 있다.

[0020] 상기 각각의 유닛을 벤딩하는 단계 이후에 상기 제1영역 및 상기 제2영역 사이에 쿠션층을 배치하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0021] 전술한 것 외의 다른 측면,특징,및 이점은 이하의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 특허청구범위 및 도면으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0022] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제조비용 절감 및 공정시간을 단축하면서도 제조 과정에서의 불량 발생률을 줄일 수 있는 디스플레이 장치를 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일부를 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 2 내지 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 1의 디스플레이 장치를 제조하는 공정들을 개략적으로 도시하는 단면도들이다.

도 10a은 본 발명의 다른 실시예에 따라 형성될 수 있는 보호필름의 형상을 도시하고 있다.

도 10b은 본 발명의 또 다른 실시예에 따라 형성될 수 있는 보호필름의 형상을 도시하고 있다.

도 11a 및 도 11b는 보호필름의 개구부 또는 그루브를 형성하는 단계에 대한 일 실시예를 나타낸다.

도 12는 보호필름의 개구부 또는 그루브를 형성하는 단계에 대한 다른 실시예를 나타낸다.

도 13은 본 발명의 실시예들에 적용 가능한 레이저빔의 파형을 나타낸 그래프이다.

도 14a 내지 도 14c는 본 발명의 실시예들에 적용 가능한 레이저빔을 형성하기 위한 광학계에 구성을 간략히 나타낸 도면이다.

도 15a는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일부를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

도 15b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일부를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0026] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용된다.

[0027] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0028] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.

[0029] 이하의 실시예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 "위"에 또는 "상"에 있다고 할 때, 다른 부분

의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0030] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.

[0031] 이하의 실시예에서, x축, y축 및 z축은 직교 좌표계 상의 세 축으로 한정되지 않고, 이를 포함하는 넓은 의미로 해석될 수 있다. 예를 들어, x축, y축 및 z축은 서로 직교할 수도 있지만, 서로 직교하지 않는 서로 다른 방향을 지칭할 수도 있다.

[0032] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.

[0033] 디스플레이 장치는 화상을 표시하는 장치로서, 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display), 전기영동 표시 장치(Electrophoretic Display), 유기 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Display), 무기 EL 표시 장치(Inorganic Light Emitting Display), 전계 방출 표시 장치(Field Emission Display), 표면 전도 전자 방출 표시 장치(Surface-conduction Electron-emitter Display), 플라즈마 표시 장치(Plasma Display), 음극선관 표시 장치(Cathode Ray Display) 등 일 수 있다.

[0034] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치로서, 유기 발광 표시 장치를 예로 하여 설명하지만, 본 발명의 디스플레이 장치는 이에 제한되지 않으며, 다양한 방식의 디스플레이 장치가 사용될 수 있다.

[0035] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일부를 개략적으로 도시하는 사시도이다. 본 실시예에 따른 디스플레이 장치는 도 1에 도시된 것과 같이 디스플레이 장치의 일부인 셀 기판(100)의 일부가 벤딩되어, 디스플레이 장치의 일부분이 셀 기판(100)과 마찬가지로 벤딩된 형상을 갖는다. 셀 기판(100)의 상부에는 후술할 디스플레이 유닛(DU) 하나가 배치될 수 있다.

[0036] 도 1에 도시된 것과 같이, 본 실시예에 따른 디스플레이 장치가 구비하는 셀 기판(cell substrate, 100)은 제1방향(+y 방향)으로 연장된 벤딩영역(BA)을 갖는다. 이 벤딩영역(BA)은 제1방향과 교차하는 제2방향(+x 방향)에 있어서, 제1영역(1A)과 제2영역(2A) 사이에 위치한다. 그리고 셀 기판(100)은 도 1에 도시된 것과 같이 제1방향(+y 방향)으로 연장된 벤딩축(BAX)을 중심으로 벤딩되어 있다. 이러한 셀 기판(100)은 플렉서블 또는 벤더블 특성을 갖는 다양한 물질을 포함할 수 있는데, 예컨대 폴리에테르술폰(polyethersulphone, PES), 폴리아크릴레이트(polyacrylate, PAR), 폴리에테르 이미드(polyetherimide, PEI), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethyelenen napthalate, PEN), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethyeleneterepthalate, PET), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide, PPS), 폴리아릴레이트(polyallylate), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리카보네이트(polycarbonate, PC) 또는 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(cellulose acetate propionate, CAP)와 같은 고분자 수지를 포함할 수 있다. 셀 기판(100)은 단일층 또는 다중층으로 구성될 수 있다. 일부 실시예에서, 셀 기판(100)은 수지로 이루어진 수지층과 실리콘옥사이드 또는 실리콘나이트라이드와 같은 무기물로 이루어진 배리어층이 교번하여 적층된 구조를 가질 수 있으며, 상기 수지층과 배리어층 사이에 비정질 실리콘으로 이루어진 중간층이 더 포함되는 구조를 가질 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0037] 도 2 내지 도 9는 도 1의 디스플레이 장치를 제조하는 공정들을 개략적으로 도시하는 도면들이다.

[0038] 먼저, 도 2에 도시된 것과 같이 기판(100M)의 상면 상에 복수개의 유닛(unit)들, 예컨대, 디스플레이 유닛(DU)들을 형성한다. 물론 복수개의 디스플레이 유닛(DU)들을 형성하기에 앞서 다른 공정들을 거칠 수도 있다. 예컨대, 기판(100M)의 전면(全面)에 버퍼층을 형성하는 등의 공정을 거칠 수 있다. 아울러 복수개의 디스플레이부(DU)들을 형성할 시, 디스플레이 소자들 외에 디스플레이 소자들에 전기적으로 연결되는 박막트랜지스터 등의 전자소자들 역시 형성할 수 있으며, 디스플레이소자들이 위치하는 디스플레이영역 외측의 주변영역에 위치하는 전자소자들도 형성할 수 있다. 또한 복수개의 디스플레이 유닛(DU)들을 형성할 시, 디스플레이 소자들을 보호하기 위한 봉지층 역시 형성할 수 있다. 디스플레이 유닛(DU)의 상세한 구성에 대해서는 후술한다. 복수개의 디스플레이 유닛(DU)들을 형성할 시, 캐리어 기판(미도시) 상의 기판(100M) 상에 복수개의 디스플레이 유닛(DU)들을 형성할 수 있다. 캐리어 기판은 예컨대 충분한 두께의 글래스를 포함할 수 있다. 이러한 캐리어기판은 충분한 경도를 가져, 플렉서블 또는 벤더블 특성을 갖는 물질을 포함하는 기판(100M)이, 제조 과정에서 휘거나 변형되는 것이 방지되도록 한다. 복수개의 디스플레이 유닛(DU)을 형성한 후, 기판(100M)은 캐리어 기판으로 부터 분

리될 수 있다.

[0039] 그 다음, 도 3a와 같이 기판(100M)의 하면에 보호필름(175)을 부착한다. 여기서, 셀 기판(100)의 하면은 디스플레이부가 위치할 방향(+z 방향)의 반대방향(-z 방향)의 면을 일컫는다. 보호필름(175)은 기판(100M)의 하면을 보호하는 하부보호필름으로서, 보호필름(175)은 보호필름베이스(170)와, 상기 보호필름베이스(170)와 기판(100M) 사이에 배치되는 점착층(180)으로 구비될 수 있다. 상기 부착공정은 보호필름(175)의 하면을 셀 기판(100)의 상면 방향(+z 방향)으로 롤러 등으로 압력을 가하면서 수행될 수 있다.

[0040] 한편, 도 3b는 기판(100M)에 형성된 하나의 디스플레이 유닛(DU)의 일부를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

[0041] 디스플레이 유닛(DU)의 제1영역(1A)은 디스플레이영역(DA)을 포함한다. 물론 제1영역(1A)은 디스플레이영역(DA) 외에도 디스플레이영역(DA) 외측의 비디스플레이영역의 일부를 포함한다. 제2영역(2A) 역시 비디스플레이영역을 포함한다. 이러한 제1영역(1A)에는 유기발광소자(300)와 같은 디스플레이소자나 박막트랜지스터(210) 등을 포함하는 디스플레이부가 배치될 수 있다. 물론 디스플레이부는 디스플레이영역(DA) 내에 배치되는 구성요소들만을 포함할 수도 있고, 제1영역(1A)에 속하지만 비디스플레이영역 내에 배치되는 구성요소들도 포함할 수도 있다. 디스플레이 유닛(DU)은 제1영역(1A)과 제2영역(2A) 사이에 벤딩영역(BA)을 갖는데, 디스플레이 유닛(DU)은 추후 이 벤딩영역(BA)에서 벤딩되어 도 1에 도시된 것과 같은 형상을 갖게 된다.

[0042] 디스플레이 유닛(DU)의 디스플레이영역(DA)에는 복수의 화소가 배치되어 화상을 표시할 수 있다. 디스플레이영역(DA)에는 유기발광소자(300)와 같은 디스플레이소자, 박막트랜지스터(210, Thin Film Transistor: TFT), 축전 소자(Capacitor: Cst) 등의 소자가 구비되어 있을 수 있다. 디스플레이영역(DA)에는 게이트 신호를 전달하는 게이트선과 데이터 신호를 전달하는 데이터선, 전원을 전달하는 구동 전원선, 공통 전원선 등의 신호 배선이 더 포함될 수 있으며, 상기 게이트선과 데이터선, 구동 전원선에 연결된 박막트랜지스터(210), 커패시터, 유기발광소자(300)와 같은 디스플레이소자 등의 전기적 결합에 의해서 화소가 형성되어 화상을 표시할 수 있다. 화소는 화소로 공급된 구동 전원 및 공통 전원에 따라 데이터 신호에 대응하여 유기발광소자(300)를 통하는 구동 전류에 대응하는 휘도로 발광할 수 있다. 화소는 복소로 구성될 수 있으며, 복수의 화소는 스트라이프 배열, 펜타일 배열 등 다양한 형태로 배치될 수 있다.

[0043] 유기발광소자(300)가 박막트랜지스터(210)에 전기적으로 연결된다는 것은, 화소전극(310)이 박막트랜지스터(210)에 전기적으로 연결되는 것으로 이해될 수 있다. 물론 필요에 따라 디스플레이영역(DA) 외측의 주변영역에도 박막트랜지스터(미도시)가 배치될 수 있다. 이러한 주변영역에 위치하는 박막트랜지스터는 예컨대 디스플레이영역(DA) 내에 인가되는 전기적 신호를 제어하기 위한 회로부의 일부일 수 있다.

[0044] 박막트랜지스터(210)는 비정질실리콘, 다결정실리콘, 산화물 반도체 또는 유기반도체물질을 포함하는 반도체층(211), 게이트전극(213), 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)을 포함할 수 있다.

[0045] 상기 게이트전극(231)은 박막트랜지스터(210)에 온/오프 신호를 인가하는 게이트 배선(미도시)과 연결될 수 있으며, 저저항 금속 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 게이트전극(231)은 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 구리(Cu) 및/또는 티타늄(Ti) 등을 포함하는 도전 물질로 이루어진 단일막 또는 다층막일 수 있다.

[0046] 상기 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)은 전도성이 좋은 도전 물질로 이루어진 단일막 또는 다층막일 수 있으며, 반도체층(211)의 소스 영역 및 드레인 영역과 각각 연결될 수 있다. 예를 들면, 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)은 알루미늄(Al), 구리(Cu) 및/또는 티타늄(Ti) 등을 포함하는 도전 물질로 이루어진 단일막 또는 다층막일 수 있다.

[0047] 상기 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)은 상기 반도체층(211)과 컨택홀(C1, C2)을 통해 연결될 수 있다. 컨택홀(C1, C2)은 층간절연막(130) 및 게이트절연막(120)을 동시에 식각하여 형성할 수 있다.

[0048] 일 실시예에 따른 박막트랜지스터(210)는 게이트전극(231)이 반도체층(211)의 상부에 배치된 탑 게이트 타입(top gate type)이지만, 본 발명은 이에 제한되지 않으며, 다른 실시예에 따른 박막트랜지스터(210)는 게이트전극(231)이 반도체층(211)의 하부에 배치된 바텀 게이트 타입(bottom gate type)일 수 있다.

[0049] 반도체층(211)과 게이트전극(213)과의 절연성을 확보하기 위해, 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등의 무기물을 포함하는 게이트절연막(120)이 반도체층(211)과 게이트전극(213) 사이에 개재될 수 있다. 아울러 게이트전극(213)의 상부에는 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등의 무기물을 포함하는 층간절연막(130)이 배치될 수 있으며, 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)은 그러한 층간절연막(130) 상에 배치될 수 있다. 이와 같이 무기물을 포함하는 절연막은 CVD 또는

ALD(atomic layer deposition)를 통해 형성될 수 있다. 이는 후술하는 실시예들 및 그 변형예들에 있어서도 마찬가지이다.

[0050] 이러한 구조의 박막트랜지스터(210)와 셀 기판(100) 사이에는 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등과 같은 무기물을 포함하는 버퍼층(110)이 개재될 수 있다. 버퍼층(110)은 단일막 또는 다층막의 구조를 가질 수 있다. 이러한 버퍼층(110)은 셀 기판(100)의 상면의 평활성을 높이거나 셀 기판(100) 등으로부터의 불순물이 박막트랜지스터(210)의 반도체층(211)으로 침투하는 것을 방지하거나 최소화하는 역할을 할 수 있다.

[0051] 그리고 박막트랜지스터(210) 상에는 평탄화층(140)이 배치될 수 있다. 예컨대 도면에 도시된 것과 같이 박막트랜지스터(210) 상부에 유기발광소자(300)가 배치될 경우, 평탄화층(140)은 박막트랜지스터(210)를 덮는 보호막 상부를 대체로 평탄화하는 역할을 할 수 있다. 이러한 평탄화층(140)은 예컨대 아크릴, BCB(Benzocyclobutene) 또는 HMDSO(hexamethyldisiloxane) 등과 같은 유기물로 형성될 수 있다. 도면에서는 평탄화층(140)이 단층으로 도시되어 있으나, 다층일 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다. 그리고 도면에 도시된 것과 같이 평탄화층(140)이 디스플레이영역(DA) 외측에서 개구를 가져, 디스플레이영역(DA)의 평탄화층(140)의 부분과 제2영역(2A)의 평탄화층(140)의 부분이 물리적으로 분리되도록 할 수도 있다. 이는 외부에서 침투한 불순물 등이 평탄화층(140) 내부를 통해 디스플레이영역(DA) 내부에까지 도달하는 것을 방지하기 위함이다. 한편, 상기 제2영역(2A)의 평탄화층(140)은 구비되지 않을 수도 있다.

[0052] 디스플레이영역(DA) 내에 있어서, 평탄화층(140) 상에는, 화소전극(310), 대향전극(330) 및 그 사이에 개재되며 발광층을 포함하는 중간층(320)을 갖는 유기발광소자(300)가 위치할 수 있다. 화소전극(310)은 평탄화층(140) 등에 형성된 개구부를 통해 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b) 중 어느 하나와 컨택하여 박막트랜지스터(210)와 전기적으로 연결된다.

[0053] 평탄화층(140) 상부에는 화소정의막(150)이 배치될 수 있다. 이 화소정의막(150)은 각 부화소들에 대응하는 개구, 즉 적어도 화소전극(310)의 중앙부가 노출되도록 하는 개구를 가짐으로써 화소를 정의하는 역할을 한다. 또한, 화소정의막(150)은 화소전극(310)의 가장자리와 화소전극(310) 상부의 대향전극(330)과의 사이의 거리를 증가시킴으로써 화소전극(310)의 가장자리에서 아크 등이 발생하는 것을 방지하는 역할을 할 수 있다. 이와 같은 화소정의막(150)은 폴리이미드 또는 HMDSO(hexamethyldisiloxane) 등과 같은 유기물로 형성될 수 있다.

[0054] 유기발광소자의 중간층(320)은 저분자 또는 고분자 물질을 포함할 수 있다. 저분자 물질을 포함할 경우 홀 주입층(HIL: Hole Injection Layer), 홀 수송층(HTL: Hole Transport Layer), 발광층(EML: Emission Layer), 전자 수송층(ETL: Electron Transport Layer), 전자 주입층(EIL: Electron Injection Layer) 등이 단일 혹은 복합의 구조로 적층된 구조를 가질 수 있으며, 구리 프탈로시아닌(CuPc: copper phthalocyanine), N,N-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘 (N,N'-Di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidine: NPB) , 트리스-8-하이드록시퀴놀린 알루미늄(tris-8-hydroxyquinoline aluminum)(Alq3) 등을 비롯해 다양한 유기물질을 포함할 수 있다. 이러한 층들은 진공증착의 방법으로 형성될 수 있다.

[0055] 중간층(320)이 고분자 물질을 포함할 경우에는 대개 홀 수송층(HTL) 및 발광층(EML)을 포함하는 구조를 가질 수 있다. 이 때, 홀 수송층은 PEDOT을 포함하고, 발광층은 PPV(Poly-Phenylenevinylene)계 및 폴리플루오렌(Polyfluorene)계 등 고분자 물질을 포함할 수 있다. 이러한 중간층(320)은 스크린 인쇄나 잉크젯 인쇄방법, 레이저열전사방법(LITI; Laser induced thermal imaging) 등으로 형성할 수 있다.

[0056] 물론 중간층(320)은 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 다양한 구조를 가질 수도 있음은 물론이다. 그리고 중간층(320)은 복수개의 화소전극(310)들에 걸쳐서 일체인 층을 포함할 수도 있고, 복수개의 화소전극(310)들 각각에 대응하도록 패터닝된 층을 포함할 수도 있다.

[0057] 대향전극(330)은 디스플레이영역(DA) 상부에 배치되는데, 도면에 도시된 것과 같이 디스플레이영역(DA)을 덮도록 배치될 수 있다. 즉, 대향전극(330)은 복수개의 유기발광소자들에 있어서 일체(一體)로 형성되어 복수개의 화소전극(310)들에 대응할 수 있다.

[0058] 이러한 유기발광소자는 외부로부터의 수분이나 산소 등에 의해 쉽게 손상될 수 있기에, 봉지층(400)이 이러한 유기발광소자를 덮어 이들을 보호하도록 할 수 있다. 봉지층(400)은 디스플레이영역(DA)을 덮으며 디스플레이영역(DA) 외측까지 연장될 수 있다. 이러한 봉지층(400)은 도면에 도시된 것과 같이 제1무기봉지층(410), 유기봉지층(420) 및 제2무기봉지층(430)을 포함할 수 있다.

[0059] 제1무기봉지층(410)은 대향전극(330)을 덮으며, 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트

라이드 등을 포함할 수 있다. 물론 필요에 따라 제1무기봉지층(410)과 대향전극(330) 사이에 캐핑층 등의 다른 층들이 개재될 수도 있다. 이러한 제1무기봉지층(410)은 그 하부의 구조물을 따라 형성되기에, 도 23에 도시된 것과 같이 그 상면이 평탄하지 않게 된다. 유기봉지층(420)은 이러한 제1무기봉지층(410)을 덮는데, 제1무기봉지층(410)과 달리 그 상면이 대략 평탄하도록 할 수 있다. 구체적으로, 유기봉지층(420)은 디스플레이영역(DA)에 대응하는 부분에서는 상면이 대략 평탄하도록 할 수 있다. 이러한 유기봉지층(420)은 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌설포네이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트, 헥사메틸디실록산으로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상의 재료를 포함할 수 있다. 제2무기봉지층(430)은 유기봉지층(420)을 덮으며, 실리콘옥사이드, 실리콘나이트라이드 및/또는 실리콘옥시나이트라이드 등을 포함할 수 있다. 이러한 제2무기봉지층(430)은 디스플레이영역(DA) 외측에 위치한 그 자장자리에서 제1무기봉지층(410)과 컨택함으로써, 유기봉지층(420)이 외부로 노출되지 않도록 할 수 있다.

[0060] 이와 같이 봉지층(400)은 제1무기봉지층(410), 유기봉지층(420) 및 제2무기봉지층(430)을 포함하는바, 이와 같은 다층 구조를 통해 봉지층(400) 내에 크랙이 발생한다고 하더라도, 제1무기봉지층(410)과 유기봉지층(420) 사이에서 또는 유기봉지층(420)과 제2무기봉지층(430) 사이에서 그러한 크랙이 연결되지 않도록 할 수 있다. 이를 통해 외부로부터의 수분이나 산소 등이 디스플레이영역(DA)으로 침투하게 되는 경로가 형성되는 것을 방지하거나 최소화할 수 있다.

[0061] 봉지층(400) 상에는 투광성 접착제(510, OCA; optically clear adhesive)에 의해 편광판(520)이 위치하도록 할 수 있다. 이러한 편광판(520)은 외광 반사를 줄이는 역할을 할 수 있다. 예컨대 외광이 편광판(520)을 통과하여 대향전극(330) 상면에서 반사된 후 다시 편광판(520)을 통과할 경우, 편광판(520)을 2회 통과함에 따라 그 외광의 위상이 바뀌게 할 수 있다. 그 결과 반사광의 위상이 편광판(520)으로 진입하는 외광의 위상과 상이하도록 함으로써 소멸간섭이 발생하도록 하여, 결과적으로 외광 반사를 줄임으로써 시인성을 향상시킬 수 있다. 이러한 투광성 접착제(510)와 편광판(520)은 평탄화층(140)의 개구를 덮을 수 있다. 물론 본 실시예에 따른 디스플레이 장치가 언제나 편광판(520)을 구비하는 것은 아니며, 필요에 따라 편광판(520)을 생략할 수도 있고 다른 구성들로 대체할 수도 있다. 예컨대 편광판(520)을 생략하고 블랙매트릭스와 칼라필터를 이용하여 외광반사를 줄일 수도 있다.

[0062] 필요에 따라 봉지층(400) 상에 터치스크린 기능을 위한 다양한 패턴의 터치전극이나, 이 터치전극을 보호하기 위한 터치보호층을 형성하는 과정을 더 거칠 수도 있다.

[0063] 한편, 무기물을 포함하는 버퍼층(110), 게이트절연막(120) 및 층간절연막(130)을 통칭하여 무기절연층이라 할 수 있다. 도 3b에 있어서, 무기절연층은 후술할 유기물층(160)과 중첩되는 영역에서 평평한 상면을 가지고 있다.

[0064] 무기절연층 상(over)에는 제1영역(1A)에서 벤딩영역(BA)을 거쳐 제2영역(2A)으로 연장되는 제1도전층(215c)이 배치될 수 있다. 제1도전층(215c)은 디스플레이영역(DA)에 전기적 신호를 전달하는 배선으로 기능할 수 있다. 이러한 제1도전층(215c)은 소스전극(215a)이나 드레인전극(215b)과 동일한 물질로 동시에 형성될 수 있다.

[0065] 그리고 상기 무기절연층과 상기 제1도전층(215c) 사이에는 유기물층(160)이 배치될 수 있다. 유기물층(160)은 상기 벤딩영역(BA)과 중첩되어 배치될 수 있다. 유기물층(160)은 벤딩시 셀 기판(100) 및 무기절연층이 받는 인장 스트레스를 완충 또는 흡수하여 제1도전층(215c)에 전달되는 인장 스트레스를 최소화하는 역할을 할 수 있다.

[0066] 유기물층(160)은 상기 벤딩영역(BA)과 중첩되어 배치되며, 비벤딩영역의 일부까지 연장되어 배치될 수 있다. 다시 말하면, 유기물층(160)은 상기 무기절연층 상에 소정의 폭(ORW)을 가지고 형성될 수 있으며, 상기 유기물층(160)은 벤딩영역(BA)과 중첩되어 배치될 수 있다. 유기물층(160)이 형성된 면적은 벤딩영역(BA)의 면적보다 클 수 있다. 이를 위해, 도 3b에서는, 유기물층(160)의 폭(ORW)이 벤딩영역(BA)의 폭보다 넓게 형성되는 것으로 도시하고 있다. 유기물층(160)은 벤딩영역(BA)과 중첩되는 부분에서의 두께가 비중첩영역의 두께보다 크게 설정될 수 있다. 이는 벤딩에 따라 인가되는 스트레스를 고려하여 설정할 수 있다. 유기물층(160)은 폴리이미드, 아크릴, BCB(Benzocyclobutene) 또는 HMDSO(hexamethyldisiloxane) 등을 포함할 수 있다.

[0067] 본 실시예에 따른 디스플레이 장치는 제1도전층(215c) 외에 제2도전층(213a, 213b), 및 제1도전층(215c)와 동일층에 배치된 제3도전층(215d)도 구비할 수 있다. 이러한 제2도전층(213a, 213b)은 제1도전층(215c)이 위치한 층과 상이한 층에 위치하도록 제1영역(1A) 또는 제2영역(2A)에 배치되며, 제1도전층(215c) 또는 제3도전층(215d)에 전기적으로 연결될 수 있다. 도 3b에서는 제2도전층(213a, 213b)이 박막트랜지스터(210)의 게이트전극(213)

과 동일한 물질로 동일층에, 즉 게이트절연막(120) 상에 위치하는 것으로 도시하고 있다. 그리고 제1도전층(215c)이 층간절연막(130)에 형성된 컨택홀을 통해 제1영역(1A)에 있는 제2도전층(213a)에 컨택하는 것으로 도시하고 있다. 아울러 제3도전층(215d)은 제2영역(2A)에 위치하는 제2도전층(213b)과 컨택하는 것으로 도시하고 있다.

[0068] 제1영역(1A)에 위치하는 제2도전층(213a)은 디스플레이영역(DA) 내의 박막트랜지스터 등에 전기적으로 연결된 것일 수 있으며, 이에 따라 제1도전층(215c)이 제2도전층(213a)을 통해 디스플레이영역(DA) 내의 박막트랜지스터 등에 전기적으로 연결되도록 할 수 있다. 제2영역(2A)에 위치하는 제2도전층(213b) 역시 디스플레이영역(DA) 내의 박막트랜지스터 등에 전기적으로 연결되도록 할 수 있다. 이처럼 제2도전층(213a, 213b)은 디스플레이영역(DA) 외측에 위치하면서 디스플레이영역(DA) 내에 위치하는 구성요소들에 전기적으로 연결될 수도 있고, 디스플레이영역(DA) 외측에 위치하면서 디스플레이영역(DA) 방향으로 연장되어 적어도 일부가 디스플레이영역(DA) 내에 위치할 수도 있다.

[0069] 벤딩영역(BA)을 가로지르는 제1도전층(215c)의 경우 연신율이 높은 물질을 포함하도록 함으로써, 제1도전층(215c)에 크랙이 발생하거나 제1도전층(215c)이 단선되는 등의 불량이 발생하지 않도록 할 수 있다. 아울러 제1영역(1A)이나 제2영역(2A) 등에서는 제1도전층(215c)보다는 연신율이 낮지만 제1도전층(215c)과 상이한 전기적/물리적 특성을 갖는 물질로 제2도전층(213a, 213b)을 형성함으로써, 디스플레이 장치에 있어서 전기적 신호 전달의 효율성이 높아지거나 제조 과정에서의 불량 발생률이 낮아지도록 할 수 있다. 예컨대 제2도전층(213a, 213b)은 몰리브덴을 포함할 수 있고, 제1도전층(215c)은 알루미늄을 포함할 수 있다. 물론 제1도전층(215c)이나 제2도전층(213a, 213b)은 필요에 따라 다층구조를 가질 수 있다.

[0070] 일부 실시예에서, 제1도전층(215c) 및 제3도전층(215d)는 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)를 형성할 때 동시에 형성할 수 있으며, 제2도전층(213a, 213b)은 게이트전극(213)을 형성할 때 동시에 형성할 수 있다.

[0071] 한편, 복수의 디스플레이 유닛(DC)들 상부에는 추후 공정에서 이들을 보호하기 위한 상부보호필름(미도시)이 기판(100M) 전면에 걸쳐 배치될 수 있다.

[0072] 기판(100M)의 하면에는 전술한 바와 같이, 보호필름(175)이 부착된다. 기판(100M)은 추후에 복수의 셀 기판(100, 도 7)으로 분리되며, 보호필름(175)은 셀 기판(100, 도 7)의 하면을 보호하는 역할을 할 수 있다. 즉, 보호필름(175)은 셀 기판(100)의 하면을 보호하는 역할을 하기에, 자체적인 강성을 가질 수 있다. 이에 따라, 보호필름(175)의 가요성이 낮을 경우, 셀 기판(100)이 벤딩됨에 따라 보호필름(175)과 셀 기판(100) 사이에서 박리가 발생할 수도 있다. 따라서, 보호필름(175)이 벤딩영역(BA)에 대응하는 개구부(175OP, 도 5) 또는 그루브(groove)를 갖도록 함으로써, 그러한 박리가 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있다. 이를 위해, 보호필름(175)의 개구부(175OP) 또는 그루부의 면적이 벤딩영역(BA)의 면적보다 더 넓도록하는 것이 바람직하다.

[0073] 한편, 보호필름(175)이 셀 기판(100)의 하면의 가급적 넓은 면적을 보호할 수 있도록 한다는 측면에서는, 보호필름(175)의 개구부(175OP)의 면적을 최소화할 필요가 있다. 이를 위해 보호필름(175)의 개구부(175OP)의 면적이 벤딩영역(BA)의 면적보다는 넓지만, 유기물층(160)의 면적보다 좁도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서, 도 5에서는 개구부(175OP)의 폭이 벤딩영역(BA)의 폭보다 더 넓지만, 유기물층(160)의 폭(ORW)보다는 좁은 것으로 도시하고 있다.

[0074] 이와 같은, 보호필름(175)의 개구부(175OP, 도 5) 또는 그루브를 형성하기 위해서, 본 발명의 실시예에 있어서는 도 4 및 도 5에서와 같이, 벤딩영역(BA)에 대응되는 보호필름(175)의 영역에 레이저빔을 조사하여 보호필름(175)의 적어도 일부를 제거하여 개구부(175OP)를 형성한다. 도 5에 있어서는, 개구부(175OP)가 형성된 것으로 도시하고 있으나, 벤딩영역(BA)에 대응하여 보호필름베이스(170)의 일부만 제거되는 그루브, 또는 보호필름베이스(170)는 제거되고 점착층(180)은 적어도 일부 존재하는 그루브 등이 형성될 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0075] 상기 레이저빔의 파장 영역은 보호필름(175)의 재질에 맞게 변형이 가능하다. 상기 레이저빔의 파장 영역은 상기 보호필름(175)에 의해서 흡수될 수 있는 파장영역일 수 있다. 즉, 보호필름(175)에서 상기 레이저빔이 조사된 부분이 상기 레이저빔의 에너지를 흡수하게됨으로써 제거될 수 있다.

[0076] 일부 실시예에서, 상기 레이저빔은 적외선 레이저빔일 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 상기 레이저빔은 CO_2 레이저에 의해서 형성된 레이저 빔으로 9-10um의 파장 범위를 갖는 레이저빔일 수 있다. 일부 실시예에 있어서, 상기 레이저빔은 flat-top 또는 top-hat 형상의 파형을 가질 수 있다. 이 경우, 제거영역에 균일한 레이저빔이

조사되는 바, 기판(100M)이 손상될 위험이 줄어들 수 있다. 이에 관해서는 후술하기로 한다.

[0077] 한편, 상기 레이저빔을 조사하기 전에 자외선을 조사하여, 상기 점착층(180)의 점착력을 약화시키는 단계를 더 수행할 수 있다. 점착층(180)은 감압성 접착물질일 수 있으며, 참고로 통상적인 감압성 접착물질의 경우 자외선(UV)이 조사될 시 점착력이 약화된다. 이와 같은 자외선 조사는 경우에 따라서는 생략될 수 있다.

[0078] 레이저빔 조사에 의해서 보호필름(175)에 개구부(175OP)를 형성한 후, 도 6과 같이 보호필름(175)의 하면에 캐리어필름(20)을 기판(100M) 전체적으로 부착할 수 있다.

[0079] 캐리어필름(20)은 제조 과정에서 보호필름(175)의 하면이 손상되는 것을 방지하며, 제조 과정 중의 핸들링을 용이하게 하기 위한 것일 수 있다. 이러한, 캐리어필름(20)은 제조 과정에서 제거되므로, 캐리어필름(20)과 기판(100M) 사이의 점착력이 강하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

[0080] 그 다음, 도 7과 같이 기판(100M) 및 보호필름(175)을 동시에 절단하여 상기 복수의 디스플레이 유닛(DU)을 각각의 셀 기판(100) 상에 배치된 각각의 디스플레이 유닛(DU)으로 분리한다. 구체적으로, 복수개의 디스플레이 유닛(DU)들 각각의 주위를 따라 기판(100M)과 보호필름(175)을 커팅하여, 도 7에 도시된 것과 같이 기판(100M)을 복수개의 셀 기판(100)으로 분리한다. 이에 따라, 각각의 셀 기판(100) 상에 배치된 각각의 디스플레이 유닛(DU)들을 획득한다. 기판(100M)과 보호필름(175)의 커팅은 다양한 방법을 통해 이루어질 수 있는데, 예컨대 레이저빔을 조사하여 커팅할 수도 있고 커팅휠을 기판(100M) 및/또는 보호필름(175)에 접촉시켜 커팅할 수도 있다.

[0081] 각각의 디스플레이 유닛(DU)를 획득한 후, 각각의 디스플레이 유닛(DU)의 제2영역(2A)에는 구동회로칩 또는 인쇄회로기판(미도시)이 부착될 수 있다. 구동회로칩 및/또는 인쇄회로기판은 제2영역(2A)에 배치된 제1도전층(215c), 제2도전층(213b), 제3도전층(215d), 및/또는 이들로부터 전기적으로 연결된 기타도전층과 연결될 수 있다. 구동회로칩 및/또는 인쇄회로기판은 상기 도전층들을 통해서 디스플레이 영역(DA)에 구동 신호를 제공할 수 있다. 상기 구동 신호는 구동 전압, 게이트 신호, 데이터 신호 등 디스플레이 장치를 구동하는 다양한 신호를 의미한다.

[0082] 그 다음, 보호필름(175)에서 캐리어필름(20)을 떼어내고, 이후 셀 기판(100) 등을 벤딩영역(BA)에서 벤딩한다. 도 8은 이러한 벤딩된 디스플레이 장치의 일부분을, 구체적으로 셀 기판(100)과 보호필름(175)을 개략적으로 도시하는 단면도이다. 도 8에서 도시한 것과 같이 셀 기판(100)은 벤딩영역(BA)에서 벤딩될 수 있다. 보호필름의 보호필름베이스(170)는 셀 기판(100)의 하면을 보호하는 역할을 하기에, 자체적인 강성을 가질 수 있다. 이에 따라 보호필름베이스(170)의 가요성이 낮을 경우, 셀 기판(100)이 벤딩됨에 따라 보호필름베이스(170)와 셀 기판(100) 사이에서 박리가 발생할 수도 있다. 하지만 본 실시예에 따른 디스플레이 장치의 경우 보호필름(175)이 벤딩영역(BA)에 대응하는 개구부(175OP)를 가져, 그러한 박리가 발생하는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.

[0083] 추가적으로, 도 9에서와 같이, 셀 기판(100) 등을 벤딩한 후, 제1영역(1A)과 제2영역(2A)이 마주보는 영역에 쿠션층(190)을 더 배치할 수 있다. 즉, 보호필름베이스(170)의 제1영역(1A) 상의 부분과 보호필름베이스(170)의 제2영역(2A) 상에 컨택하는 쿠션층(190)을 배치할 수 있다. 쿠션층(190)은 셀 기판(100) 등을 벤딩한 후, 제1영역(1A)과 제2영역(2A)이 이격되는 공간에 배치되어 디스플레이 패널을 지지하고 충격을 흡수하는 역할을 할 수 있다. 쿠션층(190)은 탄성을 가지는 물질로 구비될 수 있다.

[0084] 또한, 보호필름(175)의 개구부(175OP)에 충전재(193)가 더 배치될 수 있다. 상기 충전재(193)는 상기 보호필름(175)의 개구부(175OP)에 액상 또는 페이스트 형태의 물질을 주입하고 경화시키는 것으로 형성할 수 있다. 상기 충전재(193)을 경화하는 것으로는 자외선(UV)을 조사하거나 또는 열을 가하는 방법이 사용될 수 있다. 상기 충전재(193)는 점착력을 가지는 물질로 구비될 수 있으며, 자외선(UV) 또는 열에 의해서 경화됨에 따라 벤딩되기 전의 상태로 셀 기판(100)을 복원시키려는 복원력에 의해 셀 기판(100)이 변형되는 것을 방지하거나 최소화할 수 있다. 상기 쿠션층(190) 및/또는 충전재(193)은 생략되거나 하나만 사용될 수 있다.

[0085] 디스플레이 장치가 개구부(175OP)를 갖는 보호필름(175)을 구비하기 위해서, 보호필름(175)이 셀 기판(100)에 부착되기 전에 개구부를 형성하고, 개구부가 형성된 보호필름(175)을 셀 기판(100)의 하면에 부착하는 방법을 상정할 수 있다.

[0086] 그러나, 이와 같은 방법에 의할 경우, 보호필름(175)을 사전에 별도로 패터닝 해야하며, 셀 기판(100)과 부착할 때 개구부와 벤딩 영역을 맞추기 위해서 정밀한 얼라인 장비가 요구될 수 있다. 또한, 패터닝된 보호필름(175)를 붙이기 전에는 임시적으로 패터닝된 보호필름(175) 및 셀 기판(100)의 하면을 보호하는 임시보호필름이 필요

할 수 있다.

[0087] 본 발명의 실시예에 있어서는, 기판(100M) 상태에서 보호필름(175)을 패터닝 하는 바, 상기와 같은 정밀한 얼라인 장비가 요구되지 않으며, 임시보호필름 등이 필요하지 않는 바, 공정 비용, 시간, 단가가 획기적으로 줄어들 수 있다.

[0088] 도 10a 및 도 10b는 본 발명의 일 실시예에 따라 형성될 수 있는 보호필름(175)의 형상을 도시하고 있다. 도 10a 및 도 10b에 있어서, 도 5와 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0089] 도 10a을 참조하면, 보호필름(175)은 그루브(175G)를 포함한다. 그루브(175G)는 보호필름(175)이 관통되지 않는 홈을 지칭하며, 그루브(175G) 영역에서의 보호필름(175)의 두께는 다른 영역에 비해서 얇게 형성된다.

[0090] 그루브(175G)는 벤딩영역(BA)에 대응되도록 형성되며, 그루브(175G)의 면적은 벤딩영역(BA)의 면적에 비해서 더 넓게 형성될 수 있다. 또한, 보호필름(175)이 셀 기판(100)의 하면의 가급적 넓은 면적을 보호할 수 있도록 한다는 측면에서는, 보호필름(175)의 개구부(175OP)의 면적을 최소화할 필요가 있다. 이를 위해 보호필름(175)의 개구부(175OP)의 면적이 벤딩영역(BA)의 면적보다는 넓지만, 유기물층(160)의 면적보다 좁도록 하는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서, 도 10a에서는 개구부(175OP)의 폭이 벤딩영역(BA)의 폭보다 더 넓지만, 유기물층(160)의 폭(ORW)보다는 좁은 것으로 도시하고 있다.

[0091] 도 10a에 있어서, 그루브(175G)는 보호필름베이스(170)가 모두 제거되고, 점착층(180)이 존재하는 경우에 대해서 도시하고 있다. 그러나, 본 발명의 실시예는 이에 한정되지 않는다. 그루브(175G)는 보호필름베이스(170)의 일부가 제거되어 형성될 수 있으며, 또는 점착층(180)의 일부까지 제거되어 형성될 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0092] 도 10b를 참조하면, 보호필름(175)은 벤딩영역(BA)에 대응하는 복수의 개구부들(175OP1, 175OP2, 175OP3)을 포함할 수 있다. 한편, 도시하지 않았으나, 복수의 그루브를 포함할 수도 있음은 물론이다.

[0093] 복수의 개구부들(175OP1, 175OP2, 175OP3)은 레이저빔의 밴드폭을 조절하여 형성할 수 있다. 즉, 레이저빔의 밴드폭을 벤딩영역(BA)에 비해서 좁게 형성하여 벤딩영역(BA)의 복수의 지점에 레이저를 조사함으로써 형성할 수 있다. 따라서, 복수의 개구부들(175OP1, 175OP2, 175OP3) 각각의 면적은 상기 벤딩영역(BA)의 면적보다 작게 형성될 수 있다.

[0094] 이와 같은 구조는 벤딩영역(BA)의 면적보다 더 넓은 면적을 갖는 개구부(175OP, 도 5)를 갖는 보호필름(175)와 마찬가지로 셀 기판(100)이 벤딩됨에 따라 보호필름(175)이 셀 기판(100)으로 부터 박리되는 것을 방지할 수 있다.

[0095] 도 11a 및 도 11b는 보호필름(175)의 개구부(175OP) 또는 그루브를 형성하는 단계에 대한 일 실시예를 나타낸다. 본 실시예에 있어서, 개구부(175OP) 또는 그루브를 형성할 때, 레이저빔을 동일 영역에 적어도 두 번 조사한다.

[0096] 먼저, 도 11a를 참조하면, 개구부(175OP) 또는 그루브를 형성할 영역에 제1레이저빔을 조사한다. 상기 제1레이저빔 조사에 의해서 보호필름베이스(170)의 적어도 일부가 제거된다. 도면에서는 보호필름베이스(170)의 일부가 제거되는 것으로 도시하고 있으나, 제1레이저빔의 조사영역의 보호필름베이스(170) 모두가 제거될 수도 있고, 점착층(180)의 일부까지 제거될 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0097] 그 다음, 도 11b와 같이, 제1레이저빔이 조사된 동일 위치에 제2레이저빔을 조사하여 개구부(175OP)를 완성한다. 도 11a 및 도 11b에서는 레이저빔의 조사를 동일 위치에 두 번 하는 것으로 나타내고 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 동일 위치의 레이저빔의 조사는 두 번 이상일 수 있다.

[0098] 한 번의 레이저빔의 조사로 개구부(175OP)를 가공하는 경우, 레이저 가공 깊이의 산포에 의해서 기판(100M)에 손상이 갈 위험성이 높으며, 개구부(175OP)의 상부(+z 방향)와 하부(-z 방향)의 폭의 차이(Kerf width의 차이)가 크게 형성될 수 있다.

[0099] 본 발명의 실시예에 있어서는, 레이저빔의 조사를 동일 위치에 적어도 두 번 수행함으로써 기판(100M)의 손상을 방지하고, 개구부(175OP)의 상부(+z 방향)와 하부(-z 방향)의 폭의 차이(Kerf width의 차이)를 줄일 수 있다.

[0100] 제1레이저빔의 세기와 제2레이저빔의 세기는 동일할 수도 있고 서로 다를 수도 있다. 일부 실시예에서, 제1레이저빔의 세기는 제2레이저빔의 세기에 비해서 클 수 있다. 즉, 기판(100M) 근처의 보호필름(175)를 제거하는 제2레이저빔의 세기가 제2레이저빔의 세기보다 작게 형성되는 바, 기판(100M)의 손상을 최소화할 수 있다. 예컨대,

제1레이저 빔의 세기는 7 ~ 10 W의 범위일 수 있으며, 제2레이저 빔의 세기는 1 ~ 5 W의 범위일 수 있다. 이와 같은 제1레이저빔의 세기 및 제2레이저빔의 세기는 보호필름(175)의 재질, 두께 등에 따라서 다양하게 변형될 수 있다.

[0101] 제1레이저빔 및 제2레이저빔은 동일한 레이저에 의한 레이저빔일 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 서로 다른 종류의 레이저에 의한 레이저빔일 수 있다. 또한, 제1레이저빔 및 제2레이저빔은 동일한 파형을 가질 수도 있고 서로 다른 파형을 가질 수도 있다. 예컨대, 제1레이저빔은 가우시안 파형을 가지고, 제2레이저빔은 top-hat 파형을 가질 수 있다. 혹은, 제1레이저빔 및 제2레이점 모두 가우시안 파형 또는 top-hat 파형을 가질 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0102] 한편, 제1레이저빔 및 제2레이저빔은 동일한 파장 영역의 레이저빔일 수 있다.

[0103] 도 12는 레이저빔의 밴드폭이 보호필름(175)의 개구부(1750P)의 폭 보다 작은 경우, 개구부(1750P)에 대응하는 영역 중 적어도 두 위치에 레이저빔을 조사하는 경우를 나타낸 도면이다. 레이저빔의 밴드폭이 개구부(1750P)의 폭과 유사범위에 있는 경우, 레이저빔은 한 번의 스캔으로 개구부(1750P)를 형성할 수 있다. 그러나, 도 12와 같이, 레이저빔의 밴드폭이 개구부(1750P)의 폭보다 작은 경우, 개구부(1750P)가 될 영역의 양 끝단에 각각 레이저빔을 조사하여 개구부(1750P)를 형성하는 것도 가능하다.

[0104] 일 실시예에 있어서, 개구부(1750P)가 될 영역의 양 끝단에 각각 레이저빔을 조사한 후, 개구부(1750P) 영역의 보호필름을 peeling하는 방법으로 개구부(1750P)를 형성할 수 있다.

[0105] 다른 실시예에 있어서, 개구부(1750P)가 될 영역의 한 끝단부터 다른 끝단까지 레이저빔의 위치를 스캐너로 이동하며 순차적으로 제거하여 개구부(1750P)를 형성할 수 있다. 이와 같은 공정에 의할 경우는 peeling 공정이 생략될 수 있다.

[0106] 개구부(1750P)가 될 영역에 복수의 위치에 레이저빔을 조사하는 경우에도, 도 11a 및 도 11b를 참조하여 설명한 동일 위치에 복수의 레이저빔을 조사하는 방법이 적용가능함은 물론이다.

[0107] 도 13은 본 발명의 실시예들에 적용 가능한 레이저빔의 파형을 나타낸 그래프이다. 본 발명의 실시예들에 있어서, 레이저빔의 파형은 도 13에 도시된 바와 같은 top-hat 형상일 수 있다.

[0108] 일반적인 레이저빔의 파형은 가우시안 파형을 가지며, 이 경우, 빔의 중심부의 세기가 가장 크고, 밴드폭이 작게 형성된다. 이에 따라, 원하는 영역 만큼의 가공폭을 확보하기 어렵고, 중심부에 의한 손상이 발생할 수 있다.

[0109] 레이저빔의 파형을 도 13과 같은 top-hat 형상으로 할 경우, 중심부에서의 빔의 세기가 가우시안 파형에 비해서 균일해지는 바, 중심부에 의한 손상 발생을 방지할 수 있다. 또한, 도 13과 같은 top-hat 형상의 레이저빔은 광학계에 의해서 밴드폭(BW)을 조절할 수 있는 바, 원하는 영역 만큼의 가공폭을 확보할 수 있다.

[0110] 도 14a 내지 도 14c는 상기 top-hat 형상의 레이저빔을 형성하기 위한 광학계에 구성을 간략히 나타낸 도면이다. 도 14a를 참조하면, 레이저 광원으로부터 방출되는 가우시안 파형의 레이저빔을 빔 확장기(BET), Beam shaper, 스캐너(scanner), 및 lens를 통과시킴으로써 top-flat 형상의 레이저빔을 형성할 수 있다. 도 14b를 참조하면, 레이저 광원으로부터 방출되는 가우시안 파형의 레이저빔을 빔 확장기(BET), DOE(Diffractive Optical Elements) lens, 슬릿(Slit), 스캐너(scanner), 및 lens를 통과시킴으로써 top-flat 형상의 레이저빔을 형성할 수 있다. 도 14c를 참조하면, 레이저 광원으로부터 방출되는 가우시안 파형의 레이저빔을 빔 확장기(BET), 슬릿(Slit), 스캐너(scanner), 및 lens를 통과시킴으로써 top-flat 형상의 레이저빔을 형성할 수 있다. 상기 광학계의 최종단에 배치된 lens는 F-theta lens 또는 telecentric lens 등 다양한 렌즈가 사용될 수 있다.

[0111] 도 14a 내지 도 14c에 있어서, 레이저빔의 파형을 변형시키는 광학계는 각각 Beam shaper, DOE(Diffractive Optical Elements) lens, 및 슬릿(Slit)일 수 있다. 이러한, Beam shaper, DOE(Diffractive Optical Elements) lens, 및 슬릿(Slit)의 종류, 형상 등을 변형함으로써 top-hat 파형의 레이저빔의 밴드폭(BW) 등의 형상을 변형시킬 수 있다. 예컨대, 상기 광학계에 의해서 수백 um의 밴드폭을 갖는 가우시안 파형이 수 mm의 밴드폭을 갖는 top-hat 파형으로 변형될 수 있다. 한편, 도 14a 내지 도 14c에 있어서, 추가적으로 미러, 렌즈 등 다양한 광학계가 추가적으로 배치될 수 있음은 물론이다.

[0112] 도 15a는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일부를 개략적으로 도시하는 단면도이다.

[0113] 구체적으로 벤딩영역(BA) 근방을 개략적으로 도시하는 단면도이다. 지금까지는 무기절연층이 유기절연층과 중첩되는 영역에서 평평한 상면을 가지는 것으로 설명하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 도 15a에 도시된 것과 같이, 무기절연층은 벤딩영역(BA)에 대응하는 위치에 그루브(groove)를 구비할 수 있다. 또한, 일 실시예에 따른 디스플레이 장치는 셀 기판(100)의 상면에 벤딩영역(BA)과 중첩하여 벤딩보호층(600, BPL; bending protection layer)이 형성될 수 있다.

[0114] 도 15a를 참조하면, 버퍼층(110)은 제1영역(1A), 벤딩영역(BA) 및 제2영역(2A)에 걸쳐서 연속적일 수 있다. 그리고 게이트절연막(120)은 벤딩영역(BA)에 대응하는 개구(120a)를 갖고, 층간절연막(130) 역시 벤딩영역(BA)에 대응하는 개구(130a)를 가질 수 있다. 이에 따라 버퍼층(110), 게이트절연막(120) 및 층간절연막(130)을 포함하는 무기절연층은 벤딩영역(BA)에 대응하는 그루브를 갖는 것으로 이해될 수 있다. 물론 무기절연층은 이와 상이한 다양한 형태로 그루브를 포함할 수도 있다. 예컨대 버퍼층(110)의 (+z 방향) 상면의 일부도 제거될 수도 있으며, 이와 달리 게이트절연막(120)의 (-z 방향) 하면은 제거되지 않고 잔존할 수도 있는 등 다양한 변형이 가능하다. 상기 그루브는 박막트랜지스터(210)의 소스전극(215a) 및 드레인전극(215b)을 상기 반도체층(211)과 연결하기 위한 컨택홀(C1, C2)을 형성하기 위한 패터닝 공정에서 동시에 형성될 수 있다.

[0115] 이러한 그루브가 벤딩영역(BA)에 대응한다는 것은, 그루브가 벤딩영역(BA)과 중첩하는 것으로 이해될 수 있다. 이때 그루브의 면적은 벤딩영역(BA)의 면적보다 넓을 수 있다. 이를 위해 도 15a에서는 그루브의 폭(GW)이 벤딩영역(BA)의 폭보다 넓은 것으로 도시하고 있다. 여기서 그루브의 면적은 게이트절연막(120) 및 층간절연막(130)의 개구들(120a, 130a) 중 가장 좁은 면적의 개구의 면적으로 정의될 수 있으며, 도 15a에서는 게이트절연막(120)의 개구(120a)의 면적에 의해 그루브의 면적이 정의되는 것으로 도시하고 있다. 이와 같은 본 실시예에 따른 디스플레이 장치에 있어서, 유기물층(160)은 상기 무기절연층과 상기 제1도전층(215c) 사이에 배치되어, 상기 그루브를 채우며 배치된다.

[0116] 도 15a에서는 편의상 디스플레이 장치가 벤딩되지 않은 상태로 도시하고 있지만, 본 실시예에 따른 디스플레이 장치는 실제로는 도 1에 도시된 것과 같이 벤딩영역(BA)에서 셀 기판(100) 등이 벤딩된 상태이다. 이를 위해 제조과정에서 셀 기판(100)이 대략 평탄한 상태로 디스플레이 장치를 제조하며, 이후 벤딩영역(BA)에서 셀 기판(100) 등을 벤딩하여 디스플레이 장치가 대략 도 1에 도시된 것과 같은 형상을 갖도록 한다. 이때 셀 기판(100) 등이 벤딩영역(BA)에서 벤딩되는 과정에서 제1도전층(215c)에는 인장 스트레스가 인가될 수 있지만, 본 실시예에 따른 디스플레이 장치의 경우 무기절연층이 벤딩영역(BA)에서 그루브를 가지며, 제1도전층(215c)의 벤딩영역(BA)의 부분은 무기절연층의 그루브의 적어도 일부를 채우는 유기물층(160) 상에 위치한다. 따라서 유기물층(160) 상에 위치하는 제1도전층(215c)의 벤딩영역(BA)의 부분에 크랙 등이 발생하는 것을 방지하거나 발생확률을 최소화할 수 있다.

[0117] 무기절연층은 그 경도가 유기물층보다 높기에 벤딩영역(BA)에서 무기절연층에 크랙이 발생할 확률이 높으며, 무기절연층에 크랙이 발생할 경우 제1도전층(215c)에 크랙이 전파될 확률이 높게된다. 물론, 유기물층(160)에 의해서 크랙의 전파를 차단할 수 있으나, 무기 절연층에 그루브를 형성함에 따라서 무기절연층에 크랙이 발생하는 확률을 더 낮출 수 있게 된다. 따라서, 제1도전층(215c)에 인장 스트레스가 집중되는 것을 최소화할 수 있다.

[0118] 벤딩보호층(600, BPL; bending protection layer)은 셀 기판(100)의 상면에 벤딩영역(BA)과 중첩하여 배치될 수 있다. 벤딩보호층(600)은 적어도 벤딩영역(BA)에 대응하여 제1도전층(215c) 상에 위치하도록 할 수 있다. 어떤 적층체를 벤딩할 시 그 적층체 내에는 스트레스 중성 평면(stress neutral plane)이 존재하게 된다. 만일 이 벤딩보호층(600)이 존재하지 않는다면, 후술한 것과 같이 추후 셀 기판(100) 등의 벤딩에 따라 벤딩영역(BA) 내에서 제1도전층(215c)에 과도한 인장 스트레스 등이 인가될 수 있다. 이는 제1도전층(215c)의 위치가 스트레스 중성 평면에 대응하지 않을 수 있기 때문이다. 하지만 벤딩보호층(600)이 존재하도록 하고 그 두께 및 모듈러스 등을 조절함으로써, 셀 기판(100), 제1도전층(215c) 및 벤딩보호층(600) 등을 모두 포함하는 적층체에 있어서 스트레스 중성 평면의 위치를 조정할 수 있다. 따라서 벤딩보호층(600)을 통해 스트레스 중성 평면이 제1도전층(215c) 근방에 위치하도록 함으로써, 제1도전층(215c)에 인가되는 인장 스트레스를 최소화하여 벤딩부를 보호할 수 있다.

[0119] 도 15b는 본 발명의 또 다른 일 실시예 따른 디스플레이 장치의 일부를 개략적으로 도시하는 단면도이다. 도 15b를 참조하면, 무기절연층은 벤딩영역(BA)에 대응하는 위치에 개구를 구비할 수 있다.

[0120] 도 15b를 참조하면, 버퍼층(110), 게이트절연막(120) 및 층간절연막(130) 각각이 벤딩영역(BA)에 대응하는 개구들(110a, 120a, 130a)을 가질 수 있다. 이러한 개구가 벤딩영역(BA)에 대응한다는 것은, 개구가 벤딩영역(BA)과 중첩하는 것으로 이해될 수 있다. 이때 개구의 면적은 벤딩영역(BA)의 면적보다 넓을 수 있다. 이를 위해 도

15b에서는 개구의 폭(OW)이 벤딩영역(BA)의 폭보다 넓은 것으로 도시하고 있다. 여기서 개구의 면적은 버퍼층(110), 게이트절연막(120) 및 층간절연막(130)의 개구들(110a, 120a, 130a) 중 가장 좁은 면적의 개구의 면적으로 정의될 수 있으며, 도 15b에서는 버퍼층(110)의 개구(110a)의 면적에 의해 개구의 면적이 정의되는 것으로 도시하고 있다.

[0121] 전술한 디스플레이부를 형성할 시, 이러한 무기절연층의 개구의 적어도 일부를 채우는 유기물층(160)을 형성한다. 본 실시예에 따른 디스플레이 장치의 경우 전술한 것과 같이 무기절연층이 벤딩영역(BA)에서 개구를 가지며, 제1도전층(215c)의 벤딩영역(BA)의 부분은 무기절연층의 개구의 적어도 일부를 채우는 유기물층(160) 상에 위치한다. 무기절연층은 벤딩영역(BA)에서 개구를 갖기에 무기절연층에 크랙 등이 발생할 확률이 극히 낮게 되며, 유기물층(160)의 경우 유기물을 포함하는 특성 상 크랙이 발생할 확률이 낮다. 따라서 유기물층(160) 상에 위치하는 제1도전층(215c)의 벤딩영역(BA)의 부분에 크랙 등이 발생하는 것을 방지하거나 발생확률을 최소화할 수 있다. 물론 유기물층(160)은 그 경도가 무기물층보다 낮기에, 셀 기판(100) 등의 벤딩에 의해 발생하는 인장 스트레스를 유기물층(160)이 흡수하여 제1도전층(215c)에 인장 스트레스가 집중되는 것을 효과적으로 최소화할 수 있다.

[0122] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0123]

1A: 제1영역 2A: 제2영역

BA: 벤딩영역 BAX: 벤딩축

100: 셀 기판 110: 버퍼층

120: 게이트절연막 130: 층간절연막

110a, 120a, 130a: 개구 140: 평탄화층

150: 화소정의막 160: 유기물층

170: 보호필름베이스

175: 보호필름

180: 점착층

210: 박막트랜지스터 211: 반도체층

213: 게이트전극 213a, 213b: 제2도전층

215a: 소스전극 215b: 드레인전극

215c: 제1도전층 300: 디스플레이 소자

310: 화소전극 320: 중간층

330: 대향전극

400: 봉지층 410: 제1무기봉지층

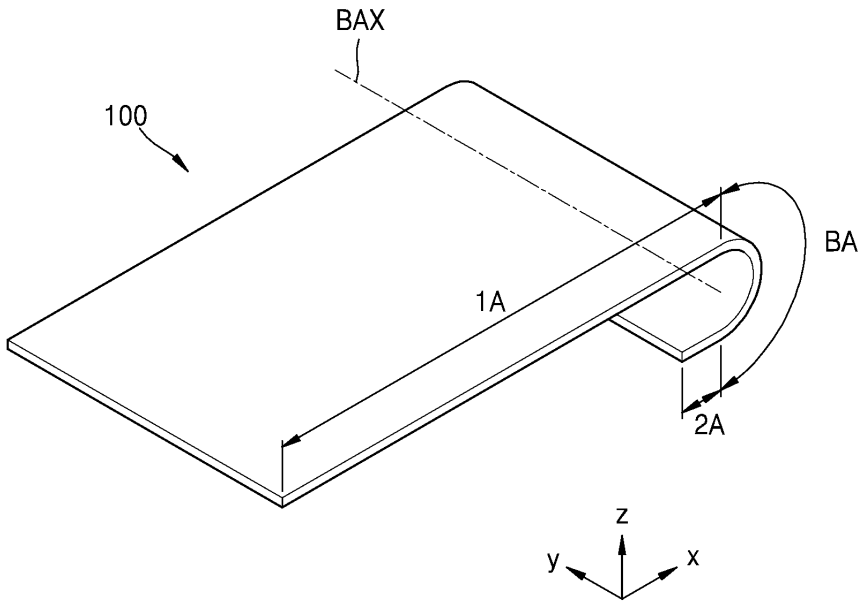
420: 유기봉지층 430: 제2무기봉지층

510: 투광성 접착제 520: 편광판

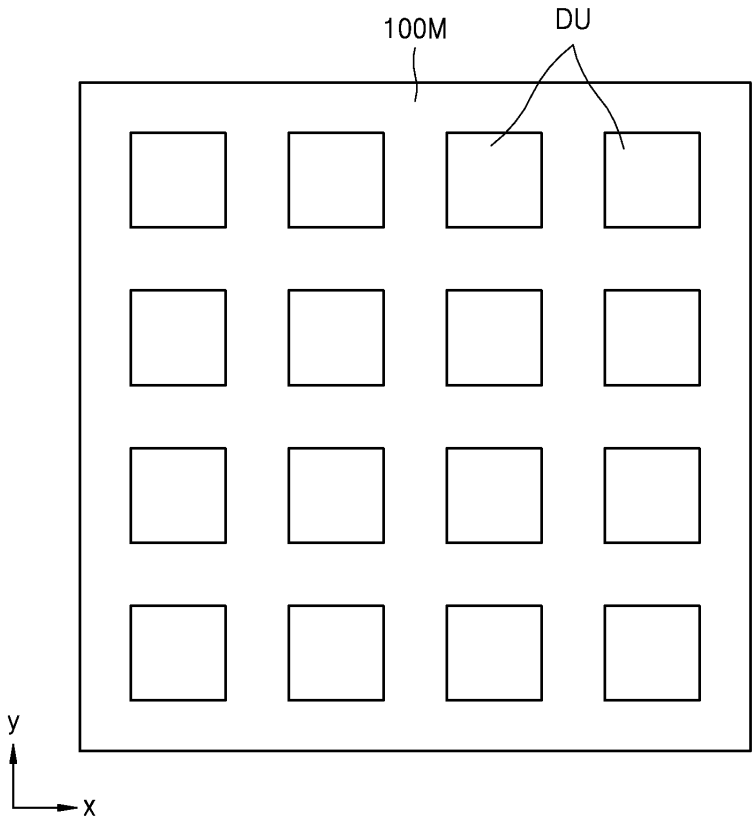
600: 벤딩보호층

도면

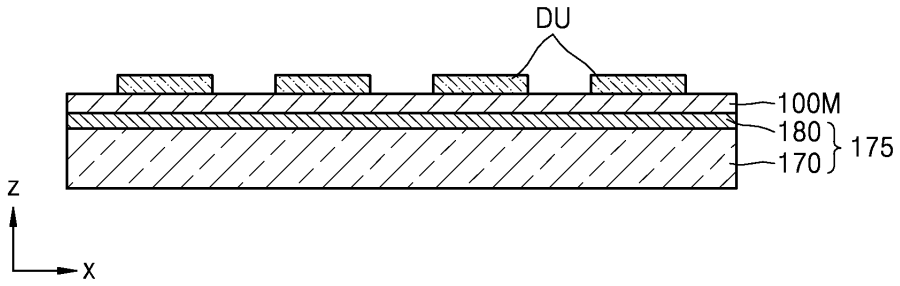
도면1



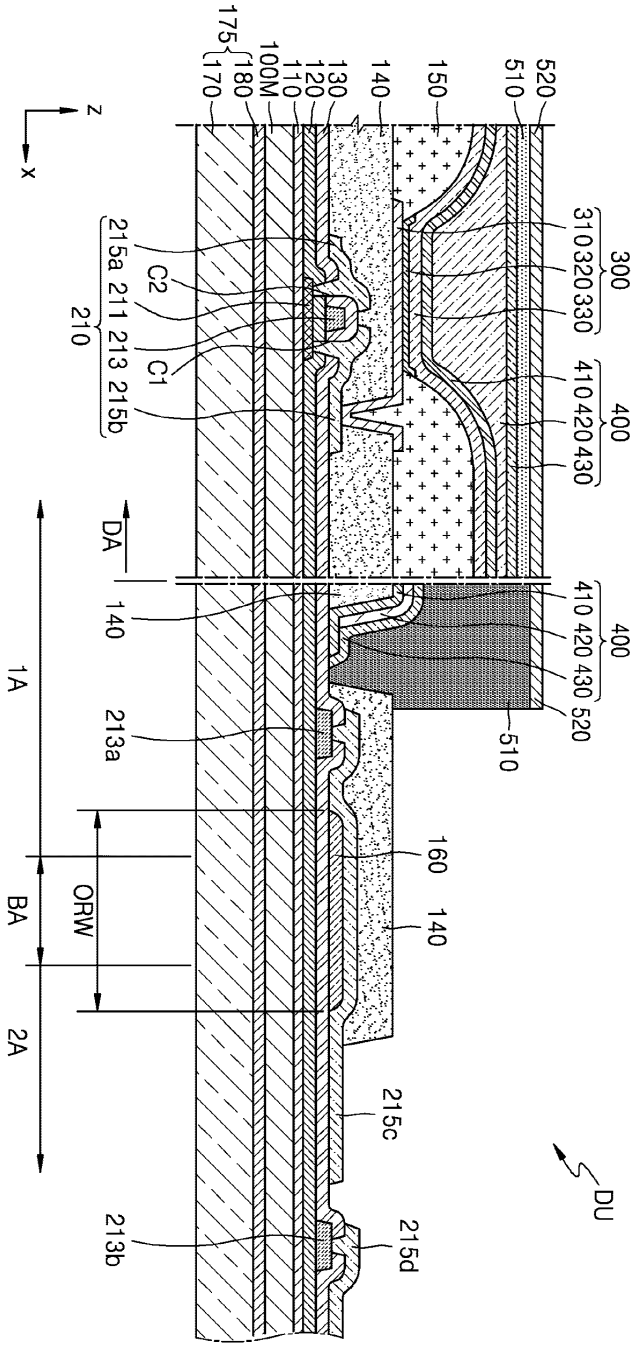
도면2



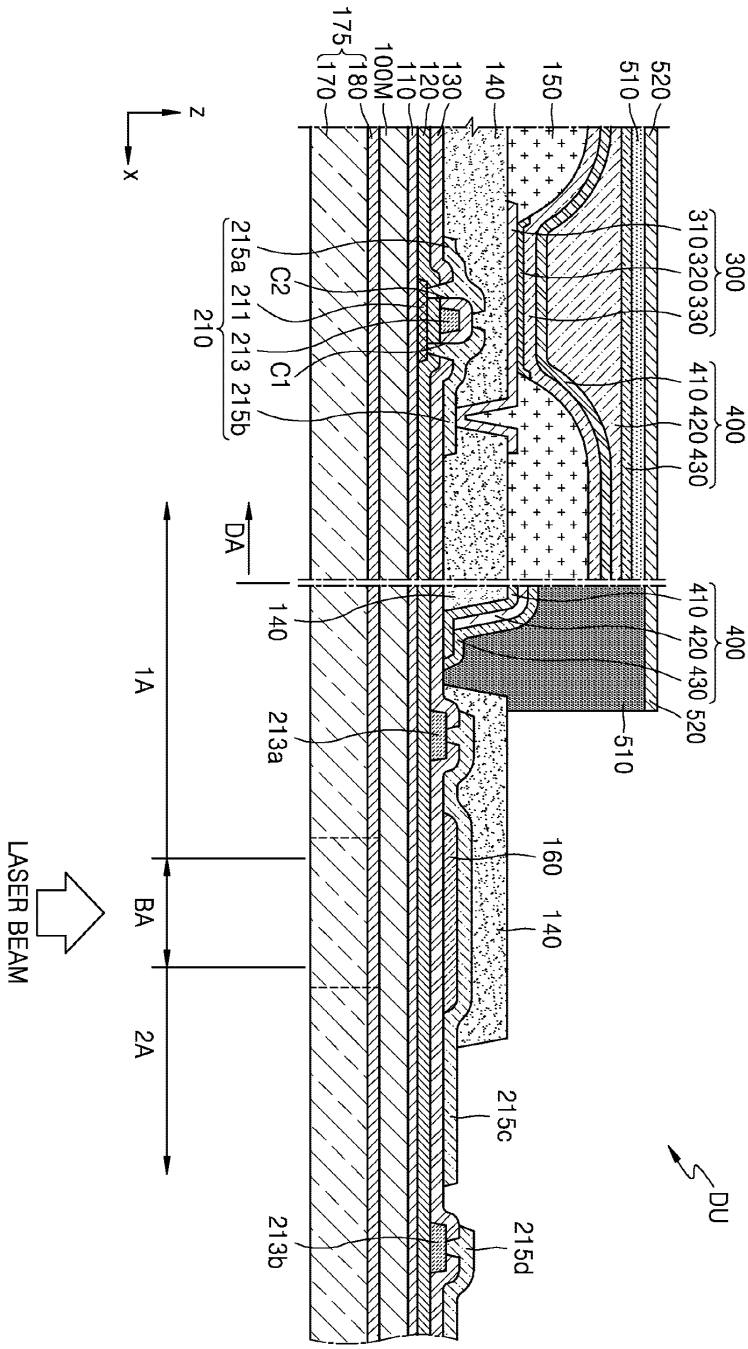
도면3a


DU
100M
180
170
175
Z
X

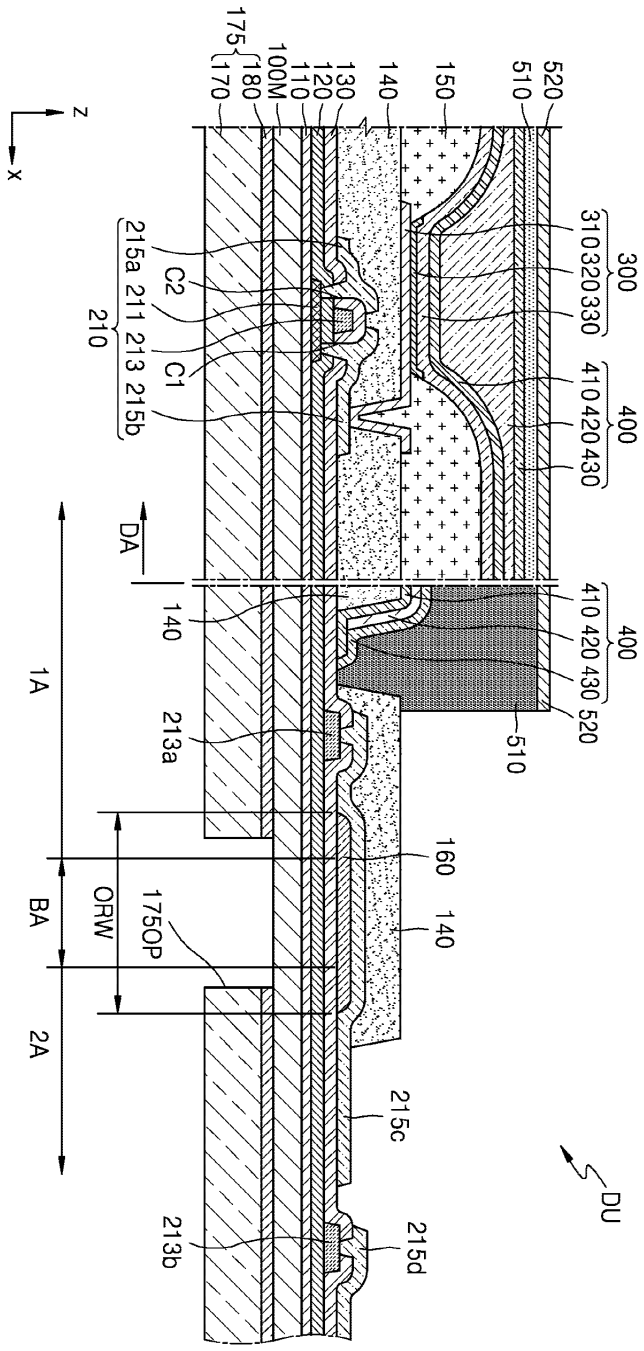
도면3b


175
170
180
100M
110
120
130
140
150
510
520
Z
X
310
320
330
300
215a
211
213
215b
210
C2
C1
410
420
430
400
DA
140
1A
213a
160
BA
ORW
2A
215c
213b
215d
DU

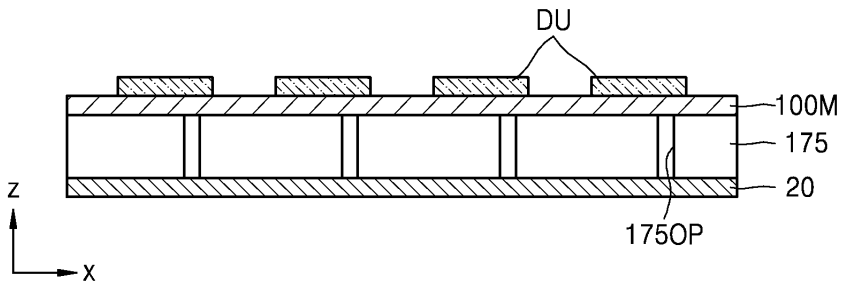
도면4


z
x
175
180
170
100M
110
120
130
140
150
520
510
300
310 320 330
400
410 420 430
215a 211 213 215b
210
C2
C1
DA
140
213a
1A
BA
2A
LASER BEAM
160
140
215c
213b
215d
DU

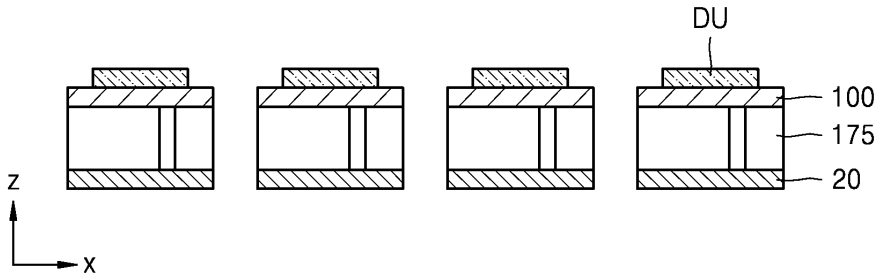
도면5


175
170
180
100M
110
120
130
140
150
510
520
310
320
330
300
410
420
430
400
215a
211
213
215b
210
C2
C1
DA
140
213a
160
175OP
ORW
BA
1A
2A
215c
213b
215d
DU
Z
X

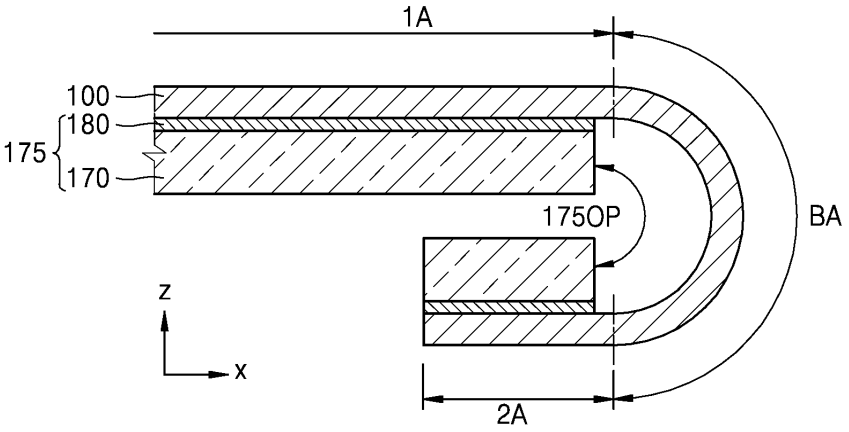
도면6


DU
100M
175
20
175OP
Z
X

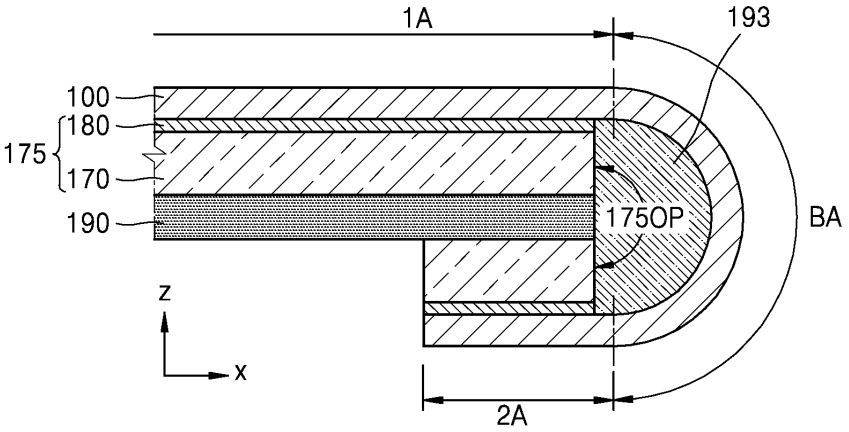
도면7


DU
100
175
20
z
x

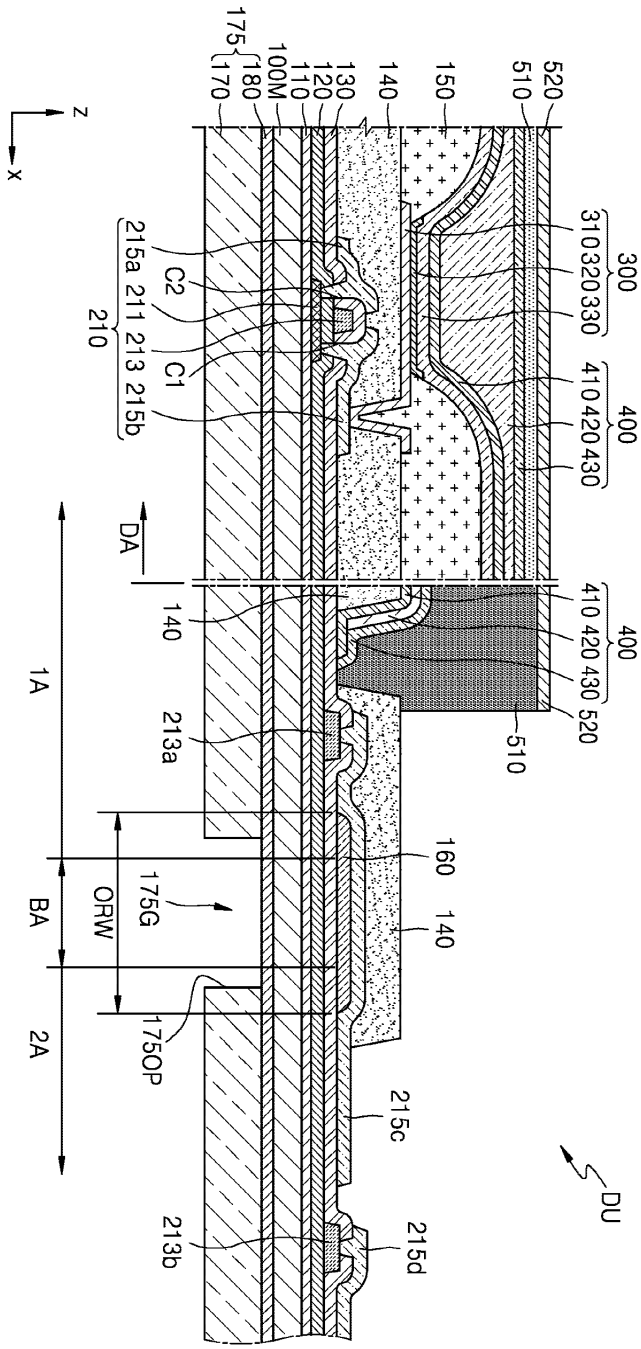
도면8


1A
100
180
175
170
175OP
BA
z
x
2A

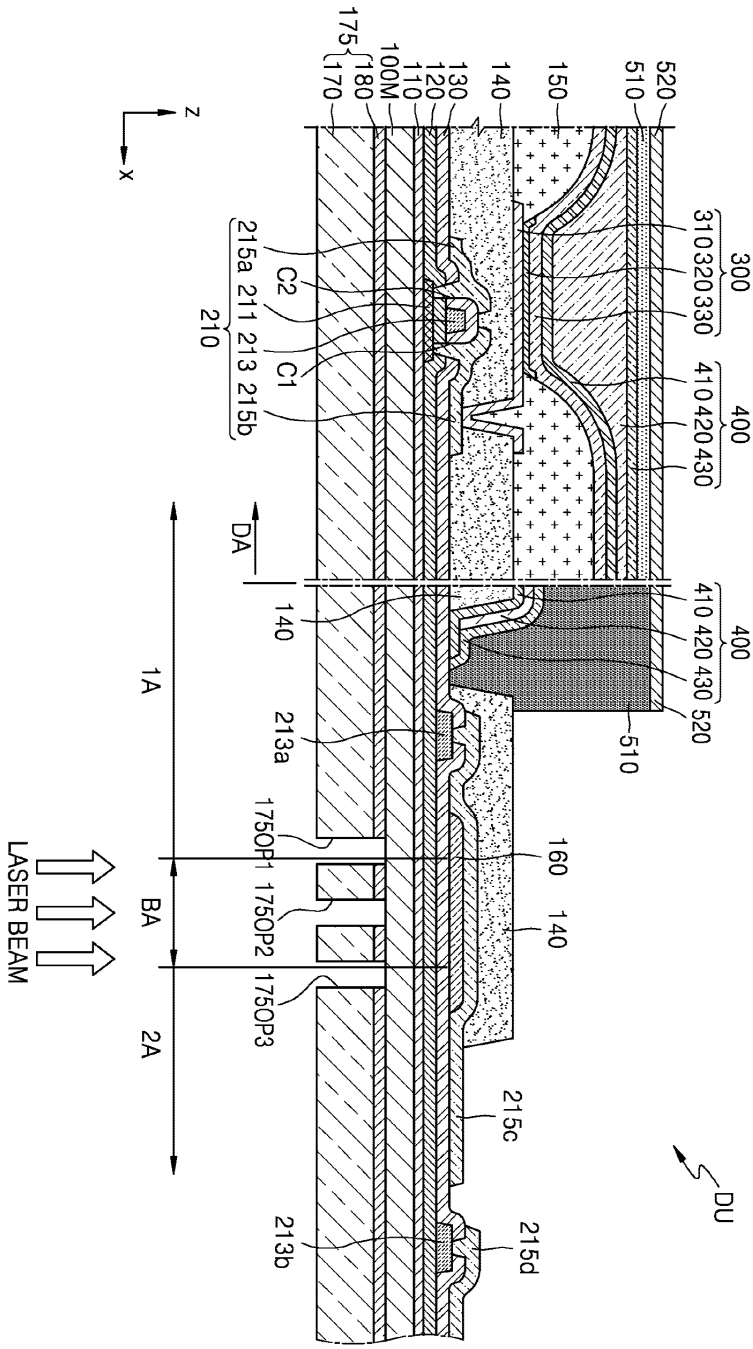
도면9


1A
193
100
180
175
170
190
175OP
BA
z
x
2A

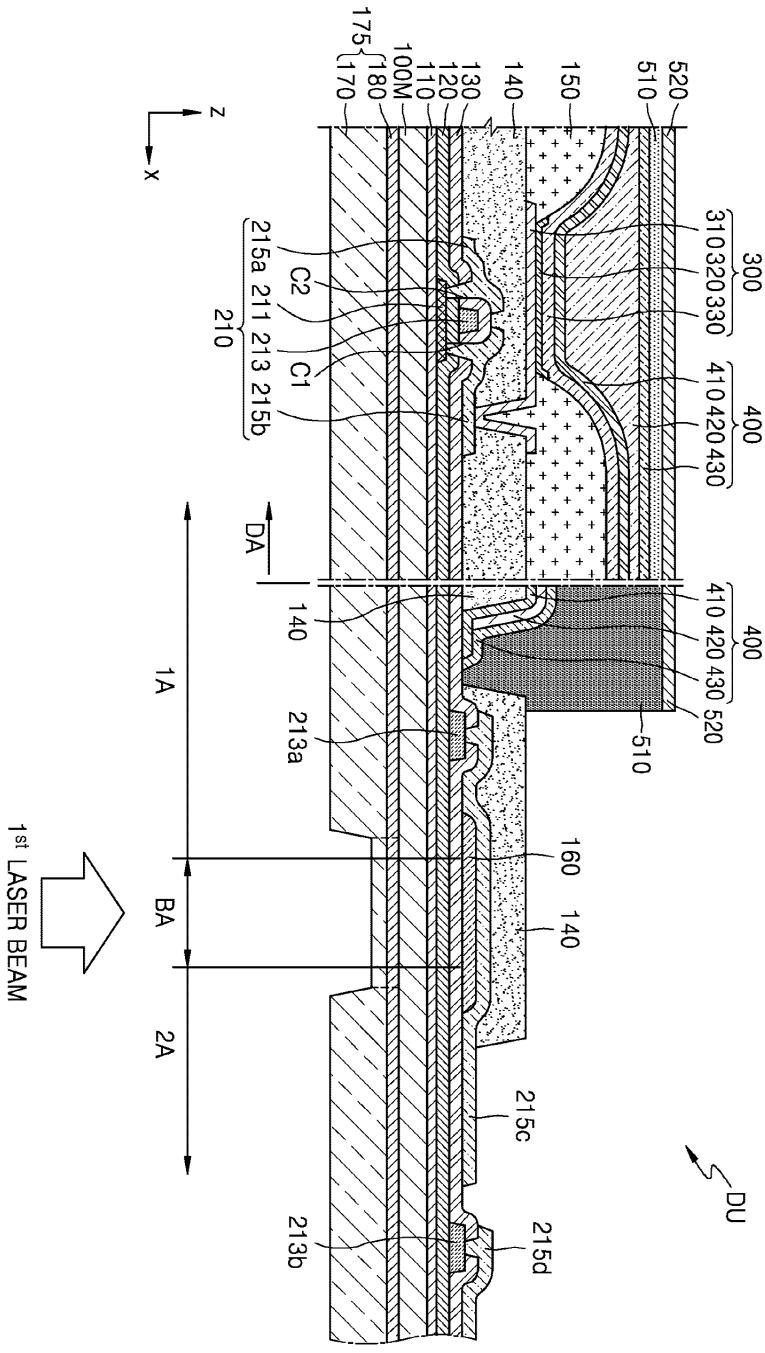
도면10a


z
x
175
170
180
100M
110
120
130
140
150
510
520
300
310
320
330
400
410
420
430
C2
C1
215a
211
213
215b
210
DA
1A
BA
2A
ORW
175G
175OP
213a
213b
160
215c
215d
DU

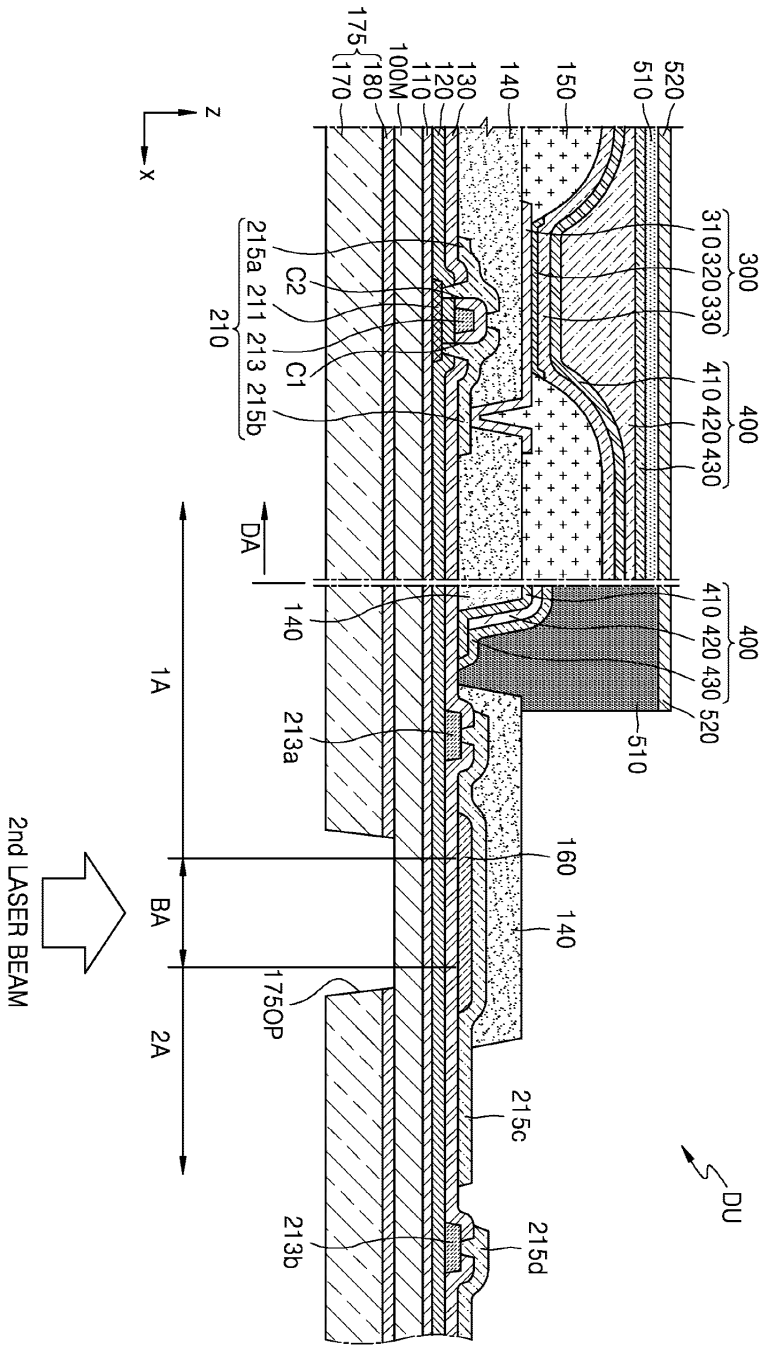
도면10b


z
x
175
170
180
100M
110
120
130
140
150
510
520
300
310
320
330
400
410
420
430
210
215a
211
213
215b
C2
C1
DA
1A
BA
2A
LASER BEAM
213a
213b
215c
215d
160
1750P1
1750P2
1750P3
DU

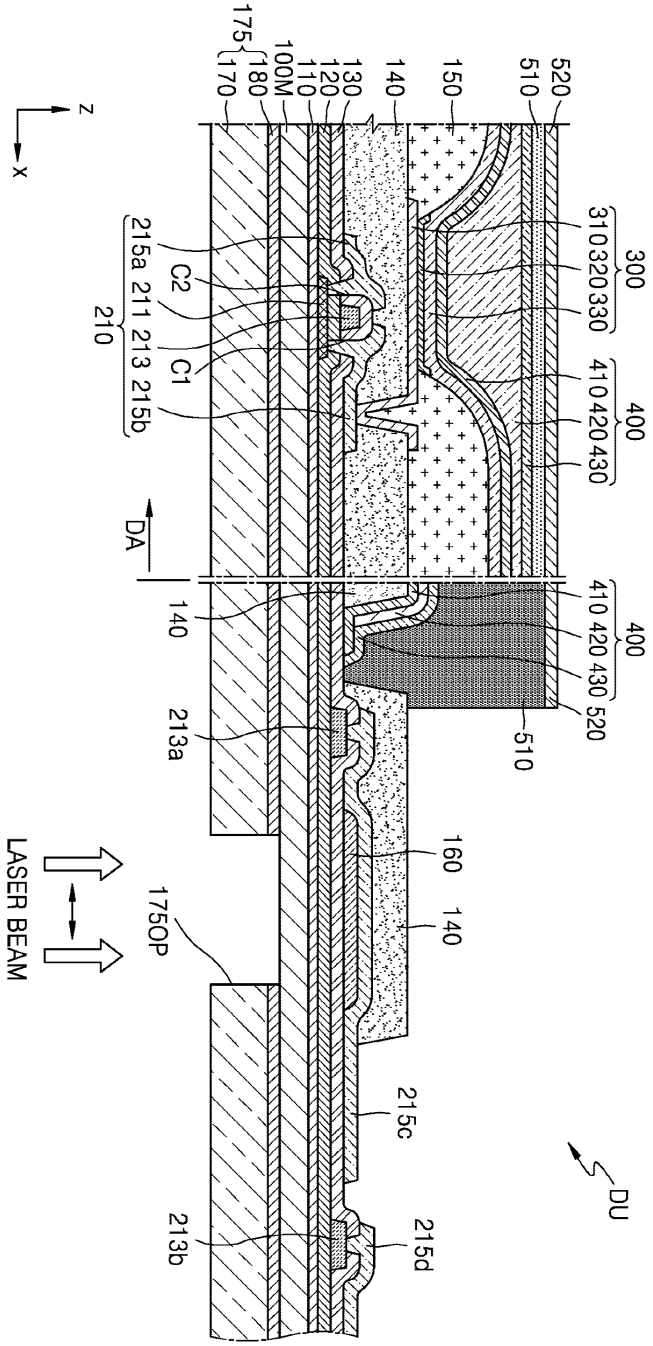
도면11a


z
x
175
180
170
100M
110
120
130
140
150
520
510
300
310
320
330
400
410
420
430
215a
211
213
215b
210
C2
C1
DA
140
213a
1A
BA
2A
1st LASER BEAM
160
140
215c
213b
215d
DU

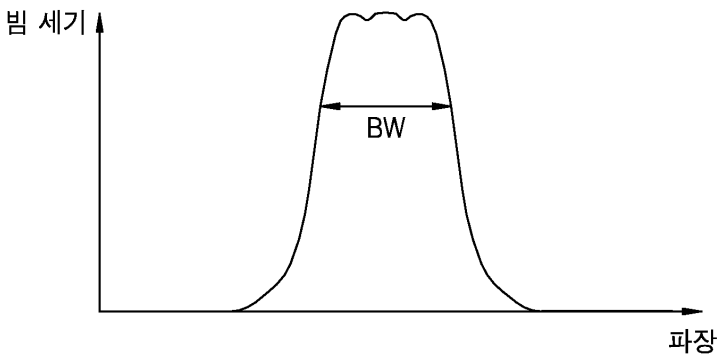
도면11b


z
x
175
180
170
100M
110
120
130
140
150
520
510
300
310 320 330
400
410 420 430
215a 211 213 215b
210
C2
C1
DA
140
213a
1A
BA
2A
160
140
175OP
215c
213b
215d
510
410 420 430 520
400
DU
2nd LASER BEAM

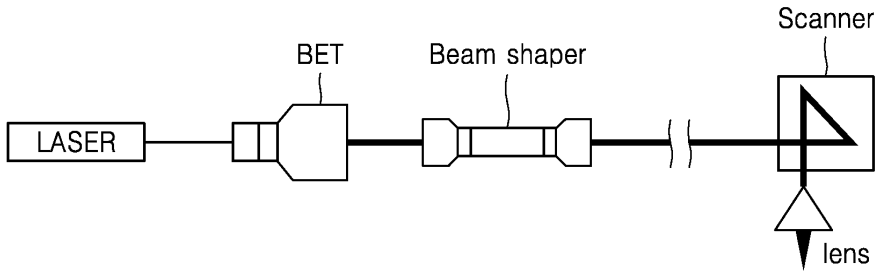
도면12


z
x
175
170
180
100M
110
120
130
140
150
510
520
300
310 320 330
400
410 420 430
215a 211 213 215b
210
C2
C1
DA
140
213a
160
140
175OP
LASER BEAM
215c
213b
215d
DU

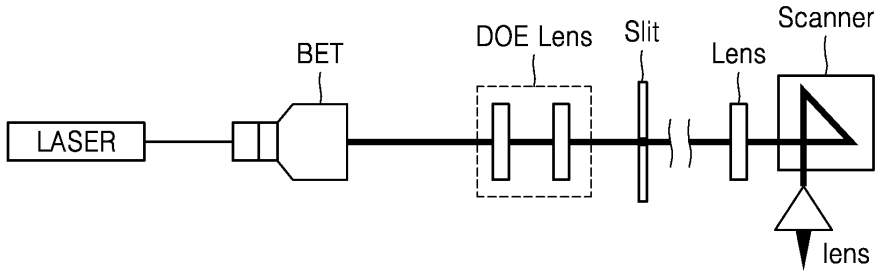
도면13


빔 세기
BW
파장

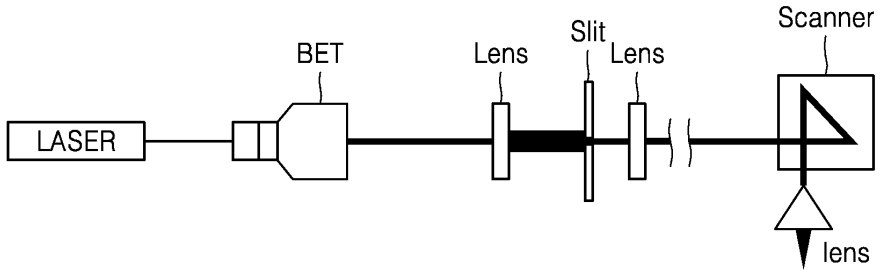
도면14a



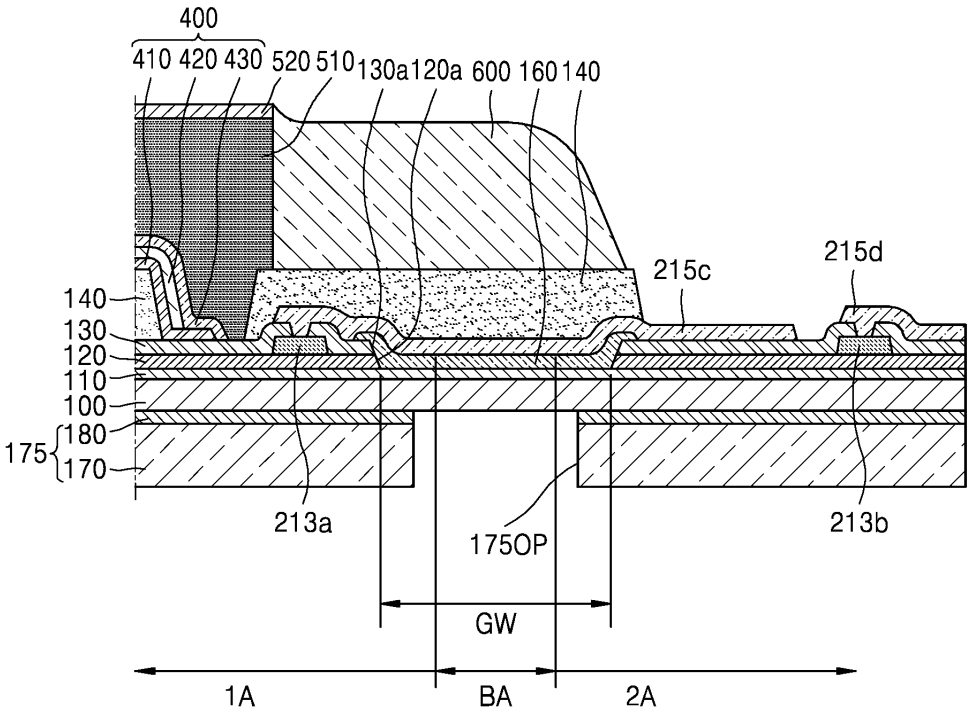
도면14b



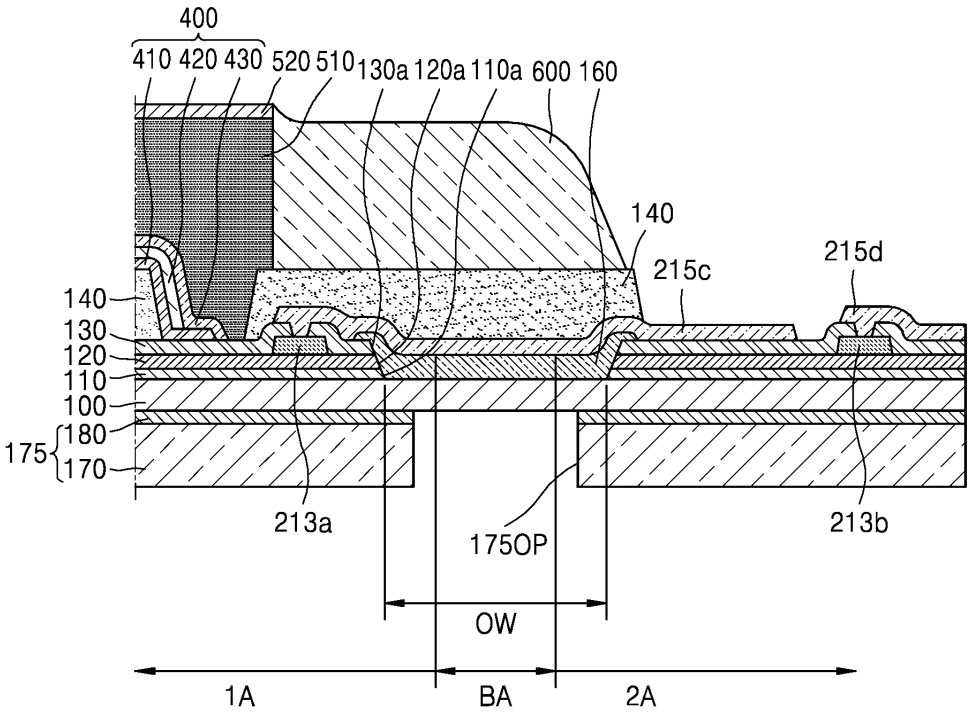
도면14c



도면15a



도면15b


400
410 420 430 520 510 130a 120a 110a 600 160
140
215c
215d
140
130
120
110
100
175
180
170
213a
175OP
213b
OW
1A
BA
2A