



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0036443
 (43) 공개일자 2015년04월07일

- | | |
|---|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/32 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/326 (2013.01)
G02F 1/133305 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7003279
(22) 출원일자(국제) 2013년07월23일
심사청구일자 2015년02월06일
(85) 번역문제출일자 2015년02월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/051683
(87) 국제공개번호 WO 2014/025534
국제공개일자 2014년02월13일
(30) 우선권주장
61/680,679 2012년08월07일 미국(US)
(뒷면에 계속) | (71) 출원인
애플 인크.
미합중국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 인피니트 루프 1
(72) 발명자
데그너, 브레트, 더블유.
미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 305-1피디 인피니트 루프 1
쉐, 치에-웨이
미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-디 인피니트 루프 1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 백만기 |
|---|--|

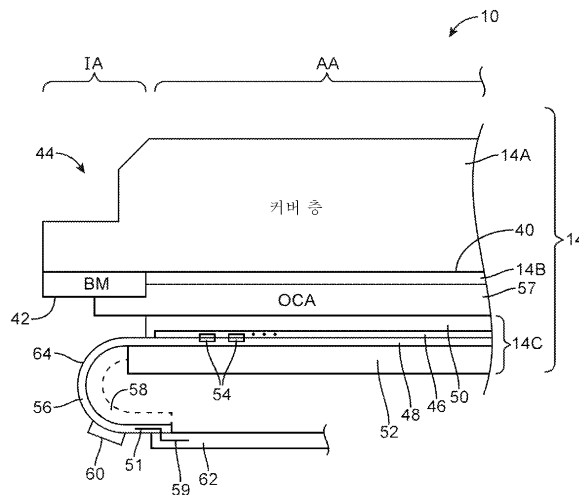
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **가요성 디스플레이**

(57) 요약

전자 디바이스(10)는 최소화된 경계 구역들(IA)을 갖는 유기 발광 다이오드 디스플레이(14)를 구비할 수 있다. 경계 구역들(IA)은 굽은 에지 부분들에 대한 손상을 최소화하면서 굽은 에지 부분들을 구부리는 것을 가능하게 하는 중립면 조정 특징부들(58)을 갖는 굽은 에지 부분들(56)을 구비한 디스플레이를 제공함으로써 최소화될 수 있다. 중립면 조정 특징부들은 이면필름 층의 부분들이 굽힘 구역에서 제거되는 디스플레이의 수정된 이면필름 층(52)을 포함할 수 있다. 디스플레이 디바이스는 기관, 디스플레이 픽셀들을 갖는 기관 상의 디스플레이 패널, 및 디스플레이 패널에 근접하며 디스플레이 픽셀들을 구동하도록 구성되는 주변 회로부를 포함할 수 있다. 기관의 주변의 부분은 디스플레이 디바이스의 길이로 드러난 표면적을 감소시키기 위해 디스플레이 패널에 실질적으로 직각을 이루어 구부러질 수 있다. 굽은 부분은 주변 회로부와와의 통신을 위한 전극을 포함할 수 있다.

대표도 - 도5



- | | |
|---|--|
| <p>(52) CPC특허분류
 H01L 51/0097 (2013.01)
 H01L 2251/5338 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자
 매튜, 디네쉬, 씨.
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 305-1
 피디 인피니트 루프 1
 디제익, 폴, 에스.
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-디
 인피니트 루프 1
 김, 상, 하
 미국 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-오 인피니
 트 루프 1
 그레스판, 실비오
 중국 201315 상하이 시우 얀 로드 라넬 티지아노
 빌라스 #153
 종, 존, 제트.
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-디
 인피니트 루프 1
 켈로우, 진-피에르
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-디
 인피니트 루프 1
 송, 구오-후아
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-티
 마리아니 애비뉴 20400
 박, 영, 배
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-디
 인피니트 루프 1
 굽타, 바수드하
 미국 95014 캘리포니아주 쿠퍼티노 엠/에스 83-디
 인피니트 루프 1</p> | <p>(30) 우선권주장
 61/681,509 2012년08월09일 미국(US)
 61/748,705 2013년01월03일 미국(US)
 13/932,834 2013년07월01일 미국(US)</p> |
|---|--|
-

명세서

청구범위

청구항 1

디스플레이로서,

박막 트랜지스터들의 어레이를 포함하는 활성 영역 및 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들을 포함하는 비활성 영역을 갖는 상기 제1 폴리머 층; 및

상기 제1 폴리머 층에 부착되는 제2 폴리머 층을 포함하며, 상기 제2 폴리머 층은 상기 제1 폴리머 층의 상기 굽은 에지 부분들의 구부림을 가능하게 하는 적어도 하나의 중립면 조정 특징부(neutral plane adjustment feature)를 포함하는, 디스플레이.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 폴리머 층은 폴리이미드를 포함하는, 디스플레이.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 제2 폴리머 층은 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함하는, 디스플레이.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제1 폴리머 층의 상기 굽은 에지 부분들은 상기 제2 폴리머 층의 에지를 넘어 연장되며 상기 제2 폴리머 층의 상기 에지 주위에서 구부러지는, 전자 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2 폴리머 층은 상기 제1 폴리머 층의 상기 굽은 에지 부분들의 적어도 일부를 따라 연장되는 간극을 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제2 폴리머 층은 상기 활성 영역에서 상기 제1 폴리머 층에 부착되는 제1 부분 및 상기 제1 폴리머 층의 상기 굽은 에지 부분들에 부착되는 제2 부분을 가지며, 상기 제1 부분은 제1 두께를 갖고, 상기 제2 부분은 제2 두께를 가지며, 상기 제2 두께는 상기 제1 두께보다 작은, 전자 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제2 폴리머 층은 제1 및 제2 서브층을 포함하며, 상기 제1 서브층은 상기 제1 폴리머 층의 상기 굽은 에지 부분들에 부착되고, 상기 제2 서브층의 적어도 일부는 상기 제1 서브층에 대하여 이동이 자유로운, 전자 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 활성 영역으로부터 상기 굽은 에지 부분들을 넘어 연장되는 상기 제1 폴리머 층 상에 전도성 트레이스(conductive trace)들을 더 포함하며, 각각의 전도성 트레이스는 상기 제1 폴리머 층의 상기 굽은 에지 부분들 상에서 복수의 서브트레이스로 분할되는, 전자 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 각각의 전도성 트레이스의 복수의 서브트레이스는 적어도 4개의 서브트레이스를 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 10

유기 발광 다이오드 디스플레이를 형성하는 방법으로서,
유리 캐리어 기판에 부착되는 폴리머 기판 상에 디스플레이 구조체들을 형성하는 단계;
집적회로를 상기 폴리머 기판에 부착하는 단계;
상기 유리 캐리어 기판을 제거하는 단계;
이면필름 층을 상기 폴리머 기판에 부착하는 단계; 및
상기 폴리머 기판의 에지 구역을 구부리는 단계를 포함하며, 상기 폴리머 기판의 상기 에지 구역은 중립면 조정 특징부들을 포함하는 상기 이면필름 층의 일부분에 인접한, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 폴리머 기판에 부착된 상기 이면필름 층의 적어도 일부를 제거하여 상기 중립면 조정 특징부들을 형성하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 폴리머 기판에 부착된 상기 이면필름 층의 적어도 일부를 제거하는 단계는 상기 폴리머 기판의 상기 에지 구역을 따라 상기 이면필름 층을 절단하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 13

제10항에 있어서, 상기 이면필름 층을 상기 폴리머 기판에 부착하는 단계는 상기 중립면 조정 특징부들을 갖는 미리 절단된 이면필름 층을 상기 폴리머 기판에 부착하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 14

감소된 경계 구역을 갖는 디스플레이 디바이스로서,
기판;
복수의 디스플레이 픽셀을 갖는 상기 기판 상의 디스플레이 패널;
상기 디스플레이 패널에 근접하며 상기 복수의 디스플레이 픽셀을 구동하도록 구성되는 상기 기판 상의 주변 회로부; 및
상기 기판에 부착되는 가요성 캐리어를 포함하며, 상기 기판의 일부분 및 상기 가요성 캐리어의 일부분은 상기 디스플레이 패널에 실질적으로 직각을 이루어 구부러지고 상기 가요성 캐리어의 굽힘 구역은 일련의 트렌치들을 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 주변 회로부에 결합되는 적어도 하나의 전극을 더 포함하며, 상기 기판의 굽힘 구역은 상기 적어도 하나의 전극의 일부분을 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 주변 회로부는 제1 컴포넌트 및 제2 컴포넌트를 포함하며, 상기 적어도 하나의 전극의 일부분은 상기 제1 컴포넌트와 상기 제2 컴포넌트 사이에 굽은 전기 배선을 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 굽은 전기 배선은 상기 제1 컴포넌트와 상기 제2 컴포넌트 사이에 디스플레이 통신 신호들을 전하도록 구성되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 기관의 상기 굽힘 구역에서 상기 적어도 하나의 전극의 일부는 파형 패턴, 정현파적 패턴, 교호적인 패턴, 및 파괴적인 평면 패턴으로 구성된 군으로부터 선택되는 패턴으로 배열되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 19

제15항에 있어서, 상기 적어도 하나의 전극은 상기 기관의 상기 굽힘 구역의 외측에 위치한 추가 부분을 포함하고, 상기 적어도 하나의 전극의 일부는 가요성 전도체로 형성되며, 상기 적어도 하나의 전극의 상기 추가 부분은 상기 가요성 전도체와 상이한 전도성 재료로 형성되는, 디스플레이 디바이스.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 적어도 하나의 전극은 상기 기관의 상기 굽힘 구역의 외측에 위치한 추가 부분을 포함하고, 상기 적어도 하나의 전극의 일부는 굽힘 두께를 가지며, 상기 적어도 하나의 전극의 상기 추가 부분은 상기 굽힘 두께보다 큰 두께를 갖는, 디스플레이 디바이스.

청구항 21

제15항에 있어서, 상기 적어도 하나의 전극은 상기 기관의 상기 굽힘 구역의 외측에 위치한 추가 부분을 포함하고, 상기 적어도 하나의 전극의 일부는 굽힘 두께를 가지며, 상기 적어도 하나의 전극의 상기 추가 부분은 상기 굽힘 두께보다 작은 두께를 갖는, 디스플레이 디바이스.

청구항 22

제15항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 전극의 일부의 외측 표면 내의 표면 결함들을 충전(fill)하는 접착 필름 내에 현탁된 전도성 재료를 더 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 23

제14항에 있어서, 상기 일련의 트렌치들은 일련의 삼각형 트렌치들을 포함하는, 디스플레이 디바이스.

청구항 24

디스플레이를 형성하는 방법으로서,
 가요성 캐리어 기관 상의 굽힘 구역을 식별하는 단계;
 상기 굽힘 구역에서 상기 가요성 캐리어 기관에 일련의 트렌치들을 형성하는 단계;
 상기 가요성 캐리어 기관을 디스플레이 층들에 부착하는 단계; 및
 상기 굽힘 구역에서 상기 가요성 캐리어 기관 및 상기 부착된 디스플레이 층들의 적어도 일부를 구부리는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,
 상기 가요성 캐리어 기관 상의 굽힘 구역을 식별하는 단계 전에, 기관을 강성 캐리어(rigid carrier)에 부착하는 단계; 및
 상기 기관 상에 디스플레이 패널 및 주변 회로부를 형성하여 상기 디스플레이 층들을 형성하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,
 상기 강성 캐리어로부터 상기 기관을 분리시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 가요성 캐리어 기판을 디스플레이 층들에 부착하는 단계는 상기 가요성 캐리어 기판의 제1 표면을 상기 기판에 부착하는 단계를 포함하며, 상기 굽힘 구역에서 상기 가요성 캐리어 기판에 일련의 트렌치들을 형성하는 단계는 상기 가요성 캐리어 기판의 반대측의 제2 표면에 상기 일련의 트렌치들을 형성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 굽힘 구역에서 상기 가요성 캐리어 기판 및 상기 부착된 디스플레이 층들의 적어도 일부를 구부리는 단계는

상기 일련의 트렌치들을 가로지르는 굽힘 라인(bend line)에서 상기 디스플레이 패널에 실질적으로 직각을 이루어 상기 기판 및 상기 가요성 캐리어 기판을 구부리는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2013년 7월 1일자로 출원된 미국 특허 출원 제13/932,834호, 2012년 8월 7일자로 출원된 미국 특허 가출원 제61/680,679호, 2012년 8월 9일자로 출원된 미국 특허 가출원 제61/681,509호 및 2013년 1월 3일자로 출원된 미국 특허 가출원 제61/748,705호에 대한 우선권을 주장하며, 이들은 그 전문이 본 명세서에 참조로서 편입된다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 전자 디바이스에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 디스플레이를 구비한 전자 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전자 디바이스들은 종종 디스플레이를 포함한다. 예를 들면, 셀룰러 전화기 및 휴대용 컴퓨터는 종종 사용자에게 정보를 표시하기 위한 디스플레이를 포함한다. 전자 디바이스는 플라스틱 또는 금속으로 형성되는 하우징과 같은 하우징을 포함할 수 있다. 디스플레이 컴포넌트들과 같은 전자 디바이스를 위한 컴포넌트들이 하우징 내에 설치될 수 있다.

[0004] 전자 디바이스의 하우징 내에 디스플레이를 통합시키는 것은 어려울 수 있다. 크기 및 중량은 종종 전자 디바이스들의 설계 시에 중요한 고려 요소이다. 주의를 기울이지 않을 경우, 디스플레이들은 부피가 클 수 있거나 너무 큰 경계(border)들로 둘러싸일 수 있다. 전자 디바이스의 하우징은 큰 경계들을 갖는 부피가 큰 디스플레이를 수용하도록 조정될 수 있지만, 이는 원하지 않는 하우징의 크기 및 중량의 증가 및 매력적이지 않은 디바이스 미관을 초래할 수 있다.

[0005] 종래에는, 조립된 평면 패널 디스플레이는 디스플레이 패널, 추가 회로 요소들, 및 디스플레이 패널을 구동하도록 구성된 다양한 주변 회로부를 포함한다. 추가 회로 요소들은 게이트 드라이버, 방출 (소스) 드라이버, 전원 (VDD) 라우팅(routing), 정전기 방전(ESD) 회로, 디멀티플렉서 회로, 데이터 신호 라인, 캐소드 접촉부, 및 다른 기능적 요소들을 포함할 수 있다. 또한, 주변부 회로는, 이 구역에서 디스플레이 패널에 접합되는, 다양한 드라이버 기능들을 제공하는 집적회로(드라이버 칩들)를 가질 수 있다. 주변 회로부는 활성 매트릭스 디스플레이 내의 디스플레이 패널의 상당한 부분을 점유할 수 있으며, 디스플레이 패널에 근접하고 디스플레이 패널과 동일 평면에 있는 영역들을 더 점유하여 조립된 디스플레이의 전체 표면적 디스플레이 패널 자체보다 현저하게 크게 되게 할 수 있다.

[0006] 따라서, 제조사들은, 조립된 디스플레이에서 주변 회로부 및 다른 비활성 디스플레이 영역들을 덮어 최종 사용자들에게 보이지 않게 하는 경계 하우징들을 포함하는데, 이는 크기와 중량을 증가시킨다. 일부 제조사들은 경계 하우징의 상대적인 크기를 감소시키기 위해 그리고 조립된 디스플레이의 전체 미관을 향상시키기 위한 시도로 디스플레이 경계 감소 기술을 채택한다.

[0007] 그러나, 고밀도 주변 회로부, 전원 라우팅 및 다른 기술들을 포함하는 디스플레이 경계 감소 기술들은 현재 여전히 전체적으로 주변 회로부 및 다른 비활성 디스플레이 영역들을 보이지 않게 하기 위하여 상대적으로 큰 경계 하우징들을 요구한다.

[0008] 개요성 디스플레이 기술들은 대안적인 감소 기술을 제공하는데, 이는 바깥에 있는 디스플레이 영역들을 영구적으로 구부러 조립된 디스플레이의 전면의 관점에서 보이는 평면 표면적을 감소시키는 것을 포함하지만, 여전히 주변 회로부의 배열이 연관된 디스플레이 패널 영역들에 근접하게 한다. 그러나, 주의를 기울이지 않을 경우, 개요성 디스플레이 내의 영구적인 굴곡부(permanent bend)들은 감소된 신뢰성 또는 컴포넌트 고장, 바깥에 있는 전극 접속부의 저항성의 증가, 및 디스플레이 경계 감소에 어떤 상당한 이점을 얻기에 너무 큰 최소 곡률 반경을 포함하는 다른 단점들을 초래할 수 있다.

[0009] 따라서, 개선된 디스플레이를 전자 디바이스에 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0010] 전자 디바이스는 유기 발광 다이오드 디스플레이와 같은 디스플레이가 구비될 수 있다. 디스플레이는 봉지 층(encapsulation layer)과 박막 트랜지스터의 어레이를 갖는 폴리머 층 사이에 개재된 유기 발광 재료의 층을 포함하는 유기 발광 다이오드 구조체들을 포함할 수 있다. 유기 발광 다이오드 구조체들은, 제2 폴리머 재료로 형성되며 폴리머 층에 부착되는 이면필름 층(backfilm layer)과 같은 지지 층(support layer)을 포함할 수 있다.

[0011] 디스플레이는 투명 커버 층 및 터치 감응형 전극들의 층과 같은 다른 층들을 포함할 수 있다. 터치 감응형 전극들은 인듐 주석 산화물과 같은 투명 전도성 재료로 형성될 수 있으며, 투명 커버 층의 내부면 상에 형성될 수 있거나 별개의 터치 센서 기판 상에 형성될 수 있다.

[0012] 유기 발광 다이오드 구조체들은 커버 층 상의 터치 감응형 컴포넌트들에 부착되는 평면 중앙 부분을 포함할 수 있다. 유기 발광 다이오드 구조체들은 평면 중앙 부분의 평면으로부터 멀어지게 구부러지는 굽은 에지 부분들을 포함할 수 있다. 굽은 에지 부분들은 디바이스 내에 추가 회로부에 결합될 수 있다. 굽은 에지 부분들은 굽은 에지 부분들로 하여금 종래의 굽은 에지 디스플레이의 굽힘 반경보다 작은 굽힘 반경을 가지고 구부러지게 하는 중립면 조정 특징부(neutral plane adjustment feature)들을 포함할 수 있다. 디스플레이에 굽은 에지 부분들을 제공하는 것은 디스플레이 신호 라인들과 같은 디스플레이 회로부를 디바이스의 전면으로부터 멀어지게 형성함으로써 디스플레이의 비활성 경계 구역의 크기를 감소시킬 수 있다.

[0013] 일부 예시적인 실시예에 따르면, 감소된 경계 구역을 갖는 디스플레이 디바이스는, 기판, 복수의 디스플레이 픽셀을 포함하는 기판 상에 배열된 디스플레이 패널, 및 디스플레이 패널에 근접한 기판 상에 배열되며 복수의 디스플레이 픽셀을 구동하도록 구성된 주변 회로부를 포함한다. 기판의 주변의 일부는 디스플레이 디바이스의 겉으로 드러난 표면적을 감소시키기 위해 디스플레이 패널에 실질적으로 직각을 이루어 구부러진다. 굽은 부분은 주변 회로부와 통신을 위해 적어도 하나의 전극을 포함한다.

[0014] 다른 예시적인 실시예들에 따르면, 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법은 제2 강성 기판(rigid substrate) 상에 제1 기판을 형성하는 단계, 디스플레이 패널 및 제1 기판 상의 디스플레이 패널을 구동하도록 구성되는 주변 회로부를 형성하는 단계, 제1 기판을 제2 강성 기판으로부터 분리시키는 단계, 제3 개요성 기판을 제1 기판에 부착하는 단계, 및 디스플레이 패널의 평면 내에 놓여 있는 적어도 하나의 축을 따라 디스플레이 디바이스를 구부리는 단계를 포함한다.

[0015] 본 발명의 추가의 특징, 그 특징 및 다양한 이점이 바람직한 실시예들의 하기 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 더욱 명백할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이를 구비한 랩톱 컴퓨터와 같은 예시적인 전자 디바이스의 사시도.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이를 구비한 핸드헬드 전자 디바이스와 같은 예시적인 전자 디바이스의 사시도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이를 구비한 태블릿 컴퓨터와 같은 예시적인 전자 디바이스의 사시도.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 상의 픽셀 어레이의 일부분의 회로 다이어그램.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 굽은 에지 부분들 및 중립면 조정 특징부들을 갖는 예시적인 디스플레이의 일부분의 단면도.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 이면필름 층이 제거된 굽힘 구역에서 중립면 조정 특징부들이 어떻게 디스플레이

이의 부분들을 포함할 수 있는지를 도시하는 예시적인 디스플레이의 일부분의 사시도.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 중립면 조정 특징부들이 어떻게 이면필름 층의 얇아진 부분들을 포함할 수 있는지를 도시하는 예시적인 디스플레이의 일부분의 사시도.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 굽힘 구역에서 중립면 조정 특징부들이 어떻게 다른 층들에 대하여 이동이 자유로운 층들을 포함하는 다층 이면필름을 포함할 수 있는지를 도시하는 예시적인 디스플레이의 일부분의 사시도.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 중립면 조정 특징부들이 어떻게 이면필름 층 내의 에어 간극을 포함할 수 있는지를 도시하는 예시적인 디스플레이의 일부분의 사시도.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 조립 작업들 동안 이면필름 층의 일부분을 제거함으로써 굽은 에지들 및 중립면 조정 특징부들을 갖는 디스플레이를 형성하는 단계를 포함하는 예시적인 단계들의 플로차트.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 미리 절단된 이면필름 층을 사용하여 굽은 에지들 및 중립면 조정 특징부들을 갖는 디스플레이를 형성하는 단계를 포함하는 예시적인 단계들의 플로차트.

도 12는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이의 굽힘 구역에서 폴리머 층 상의 전도성 트레이스(conductive trace)들이 어떻게 복수의 전도성 서브트레이스(sub-trace)로 분할될 수 있는지를 도시하는 예시적인 디스플레이 폴리머 층의 일부분의 사시도.

도 13은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스의 개략적인 평면도.

도 14는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스의 단면도.

도 15a 내지 도 15i는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법의 부분들을 예시하는 도면.

도 16a 내지 도 16c는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스들을 위한 대안적인 전기 배선 배열들의 형태들을 예시하는 도면.

도 17은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스들을 위한 주변 회로부 배열들의 개략적인 평면도.

도 18a 내지 도 18c는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스를 위한 대안적인 전기 배선 배열들의 단면도.

도 19는 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법의 플로차트.

도 20은 본 발명의 실시예에 따른 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법의 플로차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 전자 디바이스들은 디스플레이들을 포함한다. 디스플레이들은 사용자에게 이미지들을 표시하는 데 사용될 수 있다. 디스플레이들을 구비할 수 있는 예시적인 전자 디바이스들이 도 1, 도 2 및 도 3에 도시된다.

[0018] 디스플레이들을 구비할 수 있는 예시적인 전자 디바이스들이 도 1, 도 2 및 도 3에 도시된다. 도 1은 전자 디바이스(10)가 어떻게 키보드(16) 및 터치패드(18)와 같은 컴포넌트들을 갖는 하부 하우징(12B) 및 상부 하우징(12A)을 구비한 랩톱 컴퓨터의 형상을 가질 수 있는지를 도시한다. 도 2는 전자 디바이스(10)가 어떻게 셀룰러 전화기, 음악 재생기, 게이밍 디바이스, 내비게이션 유닛 또는 다른 콤팩트 디바이스와 같은 핸드헬드 디바이스일 수 있는지를 도시한다. 도 3은 전자 디바이스(10)가 어떻게 태블릿 컴퓨터일 수 있는지를 도시한다. 이들은 단지 예시적인 예들이다. 도 1, 도 2 및 도 3의 예시적인 전자 디바이스(10)와 같은 전자 디바이스들은, 랩톱 컴퓨터, 내장 컴퓨터를 갖는 컴퓨터 모니터, 태블릿 컴퓨터, 셀룰러 전화기, 미디어 재생기, 다른 핸드헬드 및 휴대용 전자 디바이스, 더 작은 디바이스들 예컨대 손목 시계형 디바이스, 펜던트형 디바이스, 헤드폰 및 이어피스(earpiece) 디바이스, 다른 착용가능하고 초소형인 디바이스, 또는 다른 전자 장비일 수 있다.

[0019] 장치(10)는 하우징(12)과 같은 하우징을 가질 수 있다. 때때로 케이스라고 지칭되는 하우징(12)은 플라스틱, 유리, 세라믹, 탄소섬유 복합체 및 다른 복합체, 금속, 다른 재료들, 또는 이러한 재료들의 조합과 같은 재료들로 형성될 수 있다. 디바이스(10)는, 하우징(12)의 대부분 또는 전부가 단일 구조 요소(예컨대, 기계가공된 금속의 피스 또는 성형된 플라스틱의 피스)로 형성되는 유니바디 구성(unibody construction)을 사용하여 형성될 수 있거나, 복수의 하우징 구조체(예컨대, 내부 프레임 요소들에 설치된 외부 하우징 구조체들 또는 다른 내부

하우징 구조체들)로 형성될 수 있다.

- [0020] 디바이스(10)는 디스플레이(14)와 같은 하나 이상의 디스플레이를 가질 수 있다. 디스플레이(14)는 유기 발광 다이오드(OLED) 디스플레이 또는 다른 적합한 디스플레이일 수 있다. 원하는 경우, 디스플레이(14)는 용량성 터치 센서 어레이의 용량성 터치 센서 전극들 또는 다른 터치 센서 구조체들을 포함할 수 있다(즉, 디스플레이(14)는 터치 스크린일 수 있음). 터치 센서 전극들은, 유기 발광 다이오드 디스플레이 구조체들과 투명 커버 층(예컨대, 커버 유리 층) 사이에 개재되는 터치 패널 층 상에 제공될 수 있거나, 커버 층의 저면 상에 형성될 수 있거나, 그렇지 않으면 디스플레이(14) 내에 통합될 수 있다.
- [0021] 도 1, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 디스플레이(14)는 디스플레이 픽셀들의 어레이가 사용자에게 정보를 표시하는 데 사용되는 활성 구역(AA)과 같은 중앙 활성 구역에 의해 특징지어질 수 있다. 활성 구역(AA)은 비활성 경계 구역(IA)과 같은 비활성 구역에 의해 둘러싸일 수 있다. 활성 구역(AA)은 직사각형 형상을 가질 수 있다. 비활성 구역(IA)은 (예로서) 활성 구역(AA)을 둘러싸는 직사각형 링 형상을 가질 수 있다. 비활성 구역(IA) 내의 디스플레이(14)의 부분들은 블랙 잉크(예컨대, 카본 블랙(carbon black))으로 충전(fill)된 폴리머)의 층 또는 불투명 금속의 층과 같은 불투명 마스크 재료로 덮일 수 있다. 불투명 마스크 층은 사용자의 시야로부터 디바이스(10)의 내부의 컴포넌트들을 비활성 구역(IA) 안에 감추는 것을 도울 수 있다.
- [0022] 유기 발광 다이오드 디스플레이 구조체들(때때로, OLED 디스플레이 구조체들, OLED 구조체들, 유기 발광 다이오드 구조체들, 유기 발광 다이오드 층, 광 생성 층들, 이미지 생성 층들, 디스플레이 층 또는 이미지 픽셀 층이라고 지칭됨)은 디스플레이(14)의 활성 영역(AA)을 형성하는 평면의 직사각형 활성 구역을 자신의 중앙에 가질 수 있다. 직사각형 활성 구역은 발광 다이오드 픽셀들의 어레이를 포함한다. 유기 발광 다이오드 층의 에지들은 활성 중앙 구역을 둘러싸며 직사각형 주변 링을 형성한다. 이 경계 구역은, 광을 방출하지 않으므로 디스플레이의 비활성 부분이라고 지칭되는, 신호 라인들 및 디스플레이 구동 회로부와 같은 회로부를 포함한다. 디스플레이의 비활성 부분은 도 1, 도 2 및 도 3에서 비활성 경계 구역(IA)으로서 도시된다.
- [0023] 디바이스 미관을 향상시키기 위하여, 디스플레이의 전면으로부터 보이는 비활성 영역(IA)의 너비가 최소화될 수 있다. 비활성 영역(IA)은 활성 구역과 비활성 구역 사이의 경계를 따라 유기 발광 다이오드 층의 부분들을 아래쪽으로 구부림으로써 최소화될 수 있다.
- [0024] 디스플레이는 굽은 부분의 외측 표면을 향해 디스플레이의 굽은 부분의 중립면을 조정하는 중립면 조정 특징부들을 디스플레이의 굽힘 구역 내에 포함함으로써, 구부림 작업들 또는 굽은 구성에서 디스플레이의 정상 사용 동안 굽은 부분에 대한 손상 위험을 최소화할 수 있다. 디스플레이의 굽은 에지 부분들은 디바이스의 동작을 위한 회로부(예컨대, 신호 트레이스들 및 구동 회로)가 디스플레이 뒤에 위치되게 함으로써 비활성 영역(IA)의 크기를 감소시키는 것을 도울 수 있다.
- [0025] 중립면 조정 특징부들은, 하나 이상의 폴리머 층의 적어도 일부가 제거된, 복수의 폴리머 층에 서로에 대하여 이동할 능력이 제공되는, 에어 간극이 폴리머 층 내에 제공되는, OLED 구조체들의 부분들을 포함할 수 있거나, 종래의 디스플레이에서보다 디스플레이의 박막 트랜지스터 층에 더 가까운 유기 발광 다이오드 디스플레이 구조체들의 중립면을 생성하는 다른 특징부들을 포함할 수 있다. 이러한 유형의 배열이 사용되는 경우, 디스플레이(14)의 전면으로부터 보이는 도 1, 도 2 및 도 3의 디바이스들(10)의 비활성 경계 구역들(IA)의 너비가 최소화된다.
- [0026] 보이는 상태로 남아 있는 디스플레이(14)의 최소 에지 부분은 디스플레이 커버 층의 일부분 또는 베젤로 덮일 수 있으며, 이는 (예로서) 블랙 잉크와 같은 불투명 마스크 층을 사용하여 그것의 저면에 도포된다. 베젤은, 예를 들면 하우징(12)에 설치되는 독립형 베젤 구조체로 형성되거나, 하우징(12)의 일부분(예컨대, 하우징(12)의 측벽들의 일부분)으로 형성되거나, 다른 적합한 구조체들을 사용하여 형성될 수 있다.
- [0027] 디스플레이(14) 내의 활성 구역의 일부분이 도 4에 도시된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 활성 구역은 어레이(22)와 같은 발광 디스플레이 픽셀들(24)의 어레이를 포함할 수 있다. 픽셀들(24)은 어레이(22) 내의 행 및 열로 배열될 수 있으며 직교 제어 라인들의 패턴을 사용하여 제어될 수 있다. 픽셀 어레이(22) 내의 제어 라인들은 게이트 라인들(28) 및 데이터 라인들(26)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 각 행들의 픽셀들(24) 사이에 개재된 한 쌍의 게이트 라인들(28) 및 각 열의 이미지 픽셀들 사이에 개재된 데이터 라인이 있을 수 있다.
- [0028] 각각의 픽셀은 유기 발광 다이오드(32)와 같은 발광 요소 및 연관된 제어 회로부(30)를 포함할 수 있다. 제어 회로부(30)는 제어 신호들이 구동 회로부로부터 수신될 수 있도록 데이터 라인들 및 게이트 라인들에 결합될 수 있다. 구동 회로부는 디스플레이의 비활성 부분 내에 형성된 저온 폴리실리콘 트랜지스터들을 사용하여 구현된

게이트 라인 드라이버들과 같은 온-디스플레이 구동 회로(on-display driver circuit)들을 포함할 수 있다. 구동 회로부는 또한 구동 집적회로(예컨대, 비활성 구역에 설치된 구동 집적회로, 또는 외부 인쇄 회로 상에 설치되고 플렉스 회로(flex circuit)에 기초한 케이블과 같은 케이블을 사용하여 비활성 구역 내의 패드들에 결합되는 구동 집적회로)를 포함할 수 있다.

[0029] 예를 들면, 도 5에 도시된 바와 같이, 디스플레이(14)는 커버 층(14A)과 같은 디스플레이 커버 층, 터치 센서 전극 층(14B)과 같은 터치 감응형 회로부의 층, 및 유기 발광 다이오드 디스플레이 구조체들(14C)과 같은 이미지 생성 층들을 포함할 수 있다.

[0030] 터치 감응형 층(14B)은 용량성 터치 전극들을 통합할 수 있다. 터치 감응형 층(14B)은 일반적으로, 용량성, 저항성, 광학적, 음향적, 유도성 또는 기계적 측정, 또는 터치 감응형 층(14B)의 부근에서의 1회 이상의 터치 또는 유사 터치(near touch)의 발생에 관하여 측정될 수 있는 임의의 현상에 기초하여, 터치 감응형 층(14B) 상에서의 1회 이상의 터치 또는 유사 터치 위치를 검출하도록 구성될 수 있다. 터치 감응형 층(14B)은 커버 층(14A)의 내부 표면(40) 상의 터치 센서 전극들, 표면(40)에 부착되는 추가 기판 상의 터치 센서 전극들로 형성될 수 있거나, 그렇지 않으면 디스플레이(14)에 통합될 수 있다.

[0031] 커버 층(14A)은 플라스틱 또는 유리(때때로 디스플레이 커버 유리라고 지칭됨)로 형성될 수 있고, 가요성 또는 강성일 수 있다. 원하는 경우, 커버 층(14A)의 주변 부분들(예컨대, 비활성 영역(IA)에서)의 내부 표면(40)은 블랙 마스크 층(42)과 같은 불투명 마스크 층을 구비할 수 있다. 불투명 마스크 층(42)은 블랙 잉크, 금속 또는 다른 불투명 재료들로 형성될 수 있다. 커버 층(14A)은 하나 이상의 노치(44)를 구비할 수 있다. 노치(44)는 측벽 부분과 같은 하우징(12)의 일부분에 끼워맞춰지도록 구성될 수 있다.

[0032] 도 5에 도시된 바와 같이, 유기 발광 다이오드 구조체들(14C)은 복수의 층, 예컨대 유기 방출 재료(46)의 층, 박막 트랜지스터 전극들(54)을 갖는 폴리머 층(48), 봉지 층(50) 및 이면필름 층(52)과 같은 보호 캐리어 층을 포함할 수 있다. 유기 방출 재료(46)는 폴리머 층(48) 상의 전극들(54) 위에 형성될 수 있다. 봉지 층(50)은 방출 재료(46) 위에 형성됨으로써 방출 재료를 봉지할 수 있다.

[0033] 유기 방출 재료(46)는 폴리플루오렌과 같은 유기 플라스틱 또는 다른 유기 방출 재료들로 형성될 수 있다. 봉지 층(50)은 금속 포일(metal foil)의 층, 플라스틱으로 덮인 금속 포일, 다른 금속 구조체들, 유리 층, 실리콘 질화물과 같은 재료로 형성된 박막 봉지 층, 교호적인 폴리머 및 세라믹 재료들의 층화 적층체, 또는 유기 방출 재료(46)를 봉지하기 위한 다른 적절한 재료로 형성될 수 있다. 봉지 층(50)은 물과 산소가 디스플레이(14) 내의 유기 방출 재료들에 도달하는 것을 방지함으로써 환경 노출로부터 유기 방출 재료(46)를 보호한다.

[0034] 폴리머 층들(48, 52)은 폴리이미드, 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 다른 적절한 폴리머들, 이러한 폴리머들의 조합 등으로 형성되는 플라스틱 박막으로 각각 형성될 수 있다. 층(48)을 형성하는 데 사용될 수 있는 다른 적합한 기판들은 유리, 유전체로 덮인 금속 포일, 다층 폴리머 적층체, 얇은 폴리머에 접합된 유리 박막, 그 안에 분산된 나노파티클 또는 마이크로파티클들로 조합된 폴리머 재료를 포함하는 폴리머 복합 필름 등을 포함한다. 예로서 본 명세서에서 때때로 설명되는 하나의 적절한 배열에서, 층(48)은 폴리이미드의 층으로 형성되며 이면필름 층(52)은 폴리에틸렌 테레프탈레이트로 형성된다. 폴리이미드 층(48)은 두께가 10 내지 25 마이크로미터, 15 내지 40 마이크로미터, 15 내지 20 마이크로미터, 또는 5 마이크로미터 초과일 수 있다. 이면필름 층(52)은 두께가 100 내지 125 마이크로미터, 50 내지 150 마이크로미터, 75 내지 200 마이크로미터, 150 마이크로미터 미만, 또는 100 마이크로미터 초과일 수 있다. 일 특정 예에서, 층(48)은 두께가 15 내지 25 마이크로미터일 수 있으며, 이면필름 층(52)은 두께가 100 내지 125 마이크로미터일 수 있다.

[0035] 도 5에 도시된 바와 같이, 폴리이미드 층(48)은 활성 영역(AA)에서 디스플레이(14)의 평면으로부터 멀어지게 구부러지는 굽힘 구역(56) 내의 굽은 에지를 포함할 수 있다. 디바이스(10)는 층(48)의 구역(56)에서 층(48)에 설치되는 집적회로(60)와 같은 디스플레이 구동 집적회로를 포함할 수 있다. 디스플레이 구동 집적회로(60)는 가요성 인쇄 회로(62)와 같은 연결 회로를 통해 디바이스(10) 내의 추가 회로부(예컨대, 인쇄 회로 기판)로부터 디스플레이 신호들을 수신할 수 있다.

[0036] 층(48)의 전도성 트레이스들(51)은 가요성 인쇄 회로(62) 내의 전도성 트레이스들(59)에 결합될 수 있다. 전도성 트레이스들(51)은 표면(64) 상에 형성되고/되거나 층(48) 내에 매립될 수 있다.

[0037] 구동 회로(60) 및 가요성 인쇄 회로(62)는 층(48)의 표면(64)(예컨대, 박막 트랜지스터들(54)이 형성되어 있는 표면)에 (예를 들면, 이방성 전도성 접착제, 땀납 등을 사용하여) 부착될 수 있거나 층(48)의 반대 표면에 부착

될 수 있다. 원하는 경우, 구동 회로(60)는 층(48) 대신에 가요성 인쇄 회로(62) 상에 설치될 수 있다.

- [0038] 유기 발광 다이오드 구조체들(14C)은 광학용 투명 접착제(OCA)(57)와 같은 접착제를 사용하여 커버 층(14A)(예컨대, 커버 층의 내부 표면(40)에 부착되는 터치 센서 전극들(14B)을 갖는 커버 유리 층)에 부착될 수 있다.
- [0039] 도 5에 도시된 바와 같이, 유기 발광 다이오드 층들(14C)은 중립면 조정 특징부들(58)을 포함할 수 있다. 중립면 조정 특징부들(58)은 층들(14C)의 중립면을 표면(64)에 상대적으로 더 가깝게 이동시키는 데 도움을 주는 층(52)의 구조체들 또는 다른 특징부들이므로, 굽힘 구역(56)에서 층들(14C)에서의 굴곡부와 연관된 굽힘 응력들을 감소시킬 수 있다. 특징부들(58)은 도 6, 도 7, 도 8 및 도 9에 각각 도시된 바와 같이, 층(52)의 제거된 부분들, 층(52)의 얇아진 부분들, 층(52)의 다층 슬립 부분(multi-layered slip portion)들, 및/또는 층(52) 내의 에어 간극들을 포함할 수 있다.
- [0040] 도 6의 예에서, 특징부(58)는 이면필름(52)의 일부분이 제거된 이면필름 층(52) 내의 간극으로 형성되어 디스플레이(14)가 굽힘 구역(56)에서 이면필름 재료(52)가 없게 되도록 한다. 이러한 유형의 구성에서, 이면필름(52)은 굽힘 구역(56)을 넘어 층(48)의 단부를 따라 형성된 일부분(52')을 포함할 수 있다. 그러나, 이는 단지 예시적인 것이다. 원하는 경우, 층(52)은 에지(76)에서 절단될 수 있으며 에지(76)의 밖으로 향하는 층(52)의 실질적으로 전부가 폴리이미드 층(48)으로부터 제거될 수 있다. 이면필름(52)은 폴리이미드 층(48)에 부착되기 전에 절단(예컨대, 미리 절단됨)될 수 있거나 이면필름(52)은 층(48)에 부착되고 이어서 층(48)에 부착되어 있는 동안 절단될 수 있다.
- [0041] 도 7의 예에서, 이면필름(52)의 얇아진 부분은 굽힘 구역(56)에서 층(48)에 부착된 상태로 남아 있다. 얇아진 부분(52T)은 디스플레이(14)의 활성 영역(AA) 내의 이면필름(52)의 두께보다 더 작은 두께를 가질 수 있다.
- [0042] 도 8의 예에서, 특징부(58)는 굽힘 구역(56)에서 층(52A) 및 층(52B)과 같은 폴리머 재료의 복수의 서브층(sublayer)을 포함하는 이면필름(52)의 일부분으로 형성된다. 층들(52A, 52B)은 공통 재료로 형성될 수 있거나 상이한 재료들로 형성될 수 있다. 층들(52A, 52B)은 인터페이스(interface)(70)와 같은 인터페이싱 구역을 형성할 수 있다. 층들(52A, 52B)은 예를 들면, 층(52B)이 도 8에 도시된 유형의 굽힘 구성에서 층(52A)의 에지를 넘어 연장되도록 인터페이스(70)에서 이동할 능력이 구비될 수 있다. 인터페이스(70)는 평면 인터페이스, 부채꼴 인터페이스일 수 있거나, 층들(14C)에서 굽힘 응력들을 감소시키는 것을 돕는 다른 표면 특징부들을 가질 수 있다. 층(52B)의 일부 또는 전부가 층(48)에 부착될 수 있다.
- [0043] 도 9의 예에서, 특징부(58)는 굽힘 구역(56)에서 이면필름(52) 내의 에어 간극(72)으로 형성된다. 도 6, 도 7, 도 8 및 도 9의 예들의 각각에서, 특징부들(58)은 굽힘 구역(56)에서 층들(14C)에 대한 손상의 위험을 줄임으로써 층들(14C)의 구부러짐을 가능하게 한다.
- [0044] 도 5와 관련하여 전술한 바와 같이, 이면필름(52) 내의 특징부들(58)은 이면필름(52)이 폴리이미드 층(48)에 부착된 후에 또는 그 이전에 형성될 수 있다. 도 10 및 도 11은 이면필름(52)을 층(48)에 부착한 후에 또는 그 이전에 각각 이면필름(52) 내에 특징부들(58)을 형성 시에 포함될 수 있는 예시적인 단계들의 플로차트들이다.
- [0045] 도 10의 예에서, 특징부들(58)은 이면필름(52)을 층(48)에 부착한 후에 형성된다.
- [0046] 단계(80)에서, 박막 트랜지스터 구조체들 및 다른 유기 발광 다이오드 구조체들과 같은 디스플레이 구조체들은 유리 캐리어 기판에 부착되는 폴리이미드 층(48)과 같은 폴리머 기판 상에 형성될 수 있다.
- [0047] 단계(82)에서, 디스플레이 구동 집적회로(60)와 같은 집적회로는 폴리머 기판에 부착될 수 있다.
- [0048] 단계(84)에서, 유리 캐리어는 폴리머 기판으로부터 제거(예를 들면, 디-라미네이트(de-laminated))될 수 있다.
- [0049] 단계(86)에서, 이면필름 층(52)과 같은 폴리머 캐리어 층은 폴리머 기판에 부착될 수 있다.
- [0050] 단계(88)에서, 도 5의 가요성 인쇄 회로(62)와 같은 가요성 인쇄 회로는 폴리머 기판에 부착될 수 있다.
- [0051] 단계(90)에서, 이면필름 층의 적어도 일부는 조립된 전자 디바이스에서의 구부러질 구역에서 폴리머 기판으로부터 제거(예를 들면, 절단, 박리 또는 그렇지 않으면 제거)될 수 있다.
- [0052] 단계(92)에서, 폴리머 기판의 에지 구역은 예를 들면 도 5와 관련하여 전술한 굽은 구성으로 구부러질 수 있다.
- [0053] 도 11의 예에서, 특징부들(58)은 이면필름(52)을 층(48)에 부착하기 전에 이면필름(52) 내에 형성된다.
- [0054] 단계(1000)에서, 박막 트랜지스터 구조체들 및 다른 유기 발광 다이오드 구조체들과 같은 디스플레이 구조체들

은 유리 캐리어 기판에 부착되는 폴리이미드 층(48)과 같은 폴리머 기판 상에 형성될 수 있다.

- [0055] 단계(1020)에서, 디스플레이 구동 집적회로(60)와 같은 집적회로는 폴리머 기판에 부착될 수 있다.
- [0056] 단계(1040)에서, 유리 캐리어는 폴리머 기판으로부터 제거(예를 들면, 디-라미네이트)될 수 있다.
- [0057] 단계(1060)에서, 중립면 조정 특징부들(예컨대, 굽힘 구역 내의 개구, 얇아진 부분, 간극, 에어 간극, 또는 이동하는 층)을 갖는 폴리머 캐리어 층은 폴리머 기판에 부착될 수 있다.
- [0058] 단계(1080)에서, 도 5의 가요성 인쇄 회로(62)와 같은 가요성 인쇄 회로는 폴리머 기판에 부착될 수 있다.
- [0059] 단계(1100)에서, 적어도 폴리머 기판의 굽힘(예지) 구역은 예를 들면 도 5와 관련하여 전술한 굽은 구성으로 구부러질 수 있다.
- [0060] 굽힘 구역(56)에서 전기 접속부들이 단절되는 것을 방지하기 위하여, 굽힘 구역 내의 전도성 트레이스들은 도 12에 도시된 바와 같이 복수의 트레이스로 분할될 수 있다. 이러한 방식에서, 구부리는 동안 하나 이상의 분할된 트레이스들이 파단되면, 하나 이상의 파단되지 않은 트레이스는 온전하게 남아 있을 수 있어, 디스플레이 신호들이 디스플레이의 활성 구역들 내의 디스플레이 픽셀들로 전송될 수 있다. 도 12의 예에서, 표면(64) 상의 트레이스들(51)과 같은 전도성 트레이스들 각각은 굽힘 구역(56)에서 트레이스들(51A, 51B, 51C, 51D)과 같은 4개의 서브트레이스로 분할된다. 트레이스들(51A, 51B, 51C, 51D)은 굽힘 구역(56)의 양측 상에서 단일 트레이스(51)로 모일 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이 트레이스들(51A, 51C)과 같은 하나 이상의 트레이스는 층(48)의 구부러짐에 기인한 파단(1120)을 겪을 수 있다. 그러나, 파단되지 않은 트레이스들(51B, 51D)과 같은 다른 트레이스들은 굽힘 구역을 따라 디스플레이 신호들을 수송하기에 충분할 수 있다.
- [0061] 도 13을 참조하면, 디스플레이 디바이스(100)(예컨대, 도 1, 도 2, 도 3 또는 도 5의 디스플레이(14)와 같은 디스플레이 디바이스)의 개략적인 평면도가 예시된다. 도 13에서, 활성 영역(예컨대, 도 1, 도 2, 도 3 또는 도 5의 활성 영역(AA)) 또는 픽셀 부분(106) 및 주변 회로 영역(105)은 기판(104) 위에 제공된다. 외부 영역(107)은 또한 기판(104) 위에 제공되고, 주변 회로부(105)와의 통신을 위한 하나 이상의 전극(103)을 포함할 수 있다. 전극들(103)은 가요성 배선 또는 커넥터일 수 있는 배선들(102) 위에 컨트롤러(101)와 통신하도록 배열될 수 있다.
- [0062] 기판(104)은 복수의 광학 기준 마커 또는 기준점(fiducial)(108)을 포함할 수 있다. 기준점들(108)은 명세서에서 설명되는 바와 같이 정렬 및 구부림 작업들을 가능하게 할 수 있다. 예를 들면, 기준점들(108)은 활성 영역(106)에 실질적으로 직각을 이루어 기판(104)의 주변의 일부분을 체결하고, 클램핑하고, 구부리도록 배치되는 클램핑 부재의 정렬을 가능하게 하여, 디바이스(100)에 대면하는 관점에서 디스플레이 디바이스의 겉으로 드러난 표면적을 감소시킬 수 있다. 예를 들면, 주변 부분은 일 실시예에서 활성 영역(106)에 직각을 이루어 구부러지는 외부 영역(107)을 포함할 수 있다. 예를 들면, 주변 부분은 일 실시예에서 활성 영역(106)에 직각을 이루어 구부러진 주변 회로부 영역(105)의 일부분을 포함할 수 있다.
- [0063] 이하 사용된 바와 같이, 활성 영역(106)은 디스플레이 패널로 또한 명명될 수 있고/있거나, 주변 회로부(105)에 의해 구동/제어되도록 배치되는 복수의 디스플레이 픽셀을 포함할 수 있다. 디스플레이 패널(106)은 전기 신호들을 디스플레이 픽셀들에 전달하도록 설계된 전기 컴포넌트들, 이러한 신호들에 응답하여 전자-광학 응답을 제공하는 임의의 재료, 및 디스플레이 패널(106)의 기능을 향상시키기 위한 선택적인 추가 광학 또는 전기 재료들을 포함할 수 있다. 복수의 디스플레이 픽셀은 발광 다이오드들을 포함할 수 있다. 복수의 발광 다이오드는 유기 박막 발광 다이오드들, 폴리머계 발광 다이오드들, 나노파티클계 발광 다이오드들, 적당한 무기물 발광 다이오드들, 또는 게이트 제어 회로부(105)를 사용하여 생성되는 신호들에 기초한 광을 활발하게 방출하도록 구성되는 임의의 다른 적합한 발광 다이오드들을 포함할 수 있다. 복수의 디스플레이 픽셀은 또한 액정 광-서터링형 디바이스들을 포함하며, 광-서터링형 디바이스들을 통해 광을 전송하도록 배열된 하나 이상의 백라이트를 가질 수 있다.
- [0064] 특히 활성 영역(106)의 주변부에 근접한 외측 영역을 둘러싸는 것으로서 예시되지만, 추가 주변 회로부가 활성 영역(106) 및/또는 외부 영역(107) 아래의 또는 그와 동일 평면의 영역들을 포함하는, 디스플레이 디바이스(100)의 임의의 원하는 부분을 점유할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.
- [0065] 도 14를 참조하면, 디스플레이 디바이스(100)의 단면도가 예시된다. 기판(104)은 그 위에 배열되고 디스플레이 패널(106) 및 주변 회로부(105)를 지지하는 백플레인(backplane)(202)을 포함할 수 있다. 백플레인(202)은 기판(104) 주위에 전기 신호들을 수송하도록 구성된 전기 배선들, 예컨대 전극들(103) 또는 그의 일부분을 포함할

수 있다.

- [0066] 더 도시된 바와 같이, 디스플레이 디바이스(100)는 디스플레이 패널(106), 주변 회로부(105) 및 백플레인(202) 상에 배열되는 봉지 층(201)을 포함한다. 봉지 층(201)은 예를 들면 디스플레이 픽셀들, 주변 회로부 컴포넌트들 및/또는 전기 배선들을 포함하는 민감한 컴포넌트들로의 산소 및 습기의 이동을 제한함으로써, 디스플레이 디바이스(100)를 보호하도록 구성될 수 있다. 봉지 층(201)은 디스플레이 디바이스(100)를 더 보호하기 위하여 하나 이상의 층화 형태의 유기 및 무기 필름들을 포함하는 다층 봉지 수단들일 수 있다. 예를 들면, 일 예시적인 실시예에 따르면, 봉지 층(201)은 다층 다이아드 배리어(multilayer dyad barrier)이다. 다른 예시적인 실시예들에 따르면, 봉지 층(201)은 교호적인 경질 및 연질 폴리머 필름의 배열이다. 또 다른 예시적인 실시예들에 따르면, 봉지 층(201)은 기능화된 유기, 무기 또는 하이브리드 재료의 단일 층이다. 또 다른 예시적인 실시예들에 따르면, 봉지 층(201)은 금속 필름 또는 포일을 포함한다.
- [0067] 도 14에 더 도시된 바와 같이, 활성 구역은 일반적으로 복수의 디스플레이 픽셀을 포함할 수 있는, 디스플레이 패널(106)을 포함하는 구역으로서 정의된다. 예지 구역은 일반적으로 주변 회로부(105) 및 그에 근접한 영역들을 포함하는 구역으로서 정의된다. 외부 구역은 일반적으로 외부 영역(107)의 일부분 및 그에 근접한 영역들을 포함하는 구역으로서 정의된다. 그러나, 다양한 변형예가 이러한 용어들에 또한 적용가능하며, 예시된 특정 구조들 및 구역들에 대한 다양한 변형들이 또한 적용가능할 수 있다. 예를 들면, 예지 구역은 또한 활성 구역의 외측에 봉지 층(201)을 포함하는 구역으로서 정의될 수 있다. 따라서, 예지 구역은 주변 회로부를 포함할 수 있거나 포함하지 않을 수 있다. 마찬가지로, 외부 구역은 주변 회로부를 포함할 수 있거나 포함하지 않을 수 있다. 이러한 용어들 및 도면들에 대한 모든 그러한 변형예는 본 발명의 예시적인 실시예의 범위 내에 있도록 해석되어야 한다.
- [0068] 이하, 감소된 경계 구역들을 갖는 디스플레이 디바이스들을 형성하는 방법들이 상세하게 기술된다.
- [0069] 도 15a 내지 도 15i는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법의 부분들을 예시한다. 도 15a를 참조하면, 제1 공정 단계(301)에서 기판(104)이 강성 캐리어(302) 상에 형성될 수 있다. 강성 캐리어(302)는 플레이트 유리 캐리어일 수 있으며 강성 기판으로 명명될 수 있다. 기판(104)은 전자 백플레인 층, 디스플레이 패널 층 및 주변 회로부 컴포넌트들을 지지할 수 있는 가요성 기판을 포함하는 임의의 적합한 기판일 수 있다. 기판(104)은 일 예시적인 실시예에서 폴리이미드 기판일 수 있다. 기판(104)은 또 다른 예시적인 실시예에서 유전체 층으로 도포되거나 그에 접합된 금속 포일을 포함할 수 있다.
- [0070] 도 15b를 참조하면, 공정 단계(303)에서 백플레인(202)이 기판(104) 상에 형성될 수 있다. 백플레인(202)은 복수의 디바이스 배선, 전원 공급 라인, 접지와 신호 라인들, 및/또는 다른 적합한 컴포넌트들을 사용하여 패터닝될 수 있다.
- [0071] 도 15c를 참조하면, 공정 단계(305)에서 주변 회로부(105) 및 디스플레이 패널(106)이 백플레인(202) 상에 형성될 수 있다. 주변 회로부(105) 및 디스플레이 패널(106)은 임의의 적절한 공정으로 형성될 수 있으며, 유기 박막 디바이스들 및/또는 유기 발광 디바이스들을 포함할 수 있다.
- [0072] 도 15d를 참조하면, 공정 단계(307)에서 봉지 층(201)이 백플레인(202), 주변 회로부(105) 및 디스플레이 패널(106) 위에 형성될 수 있다. 봉지 층(201)은 전술한 임의의 보호 형태들 또는 디스플레이 디바이스(100)의 연관된 부분들에 접착된 단일 층의 보호 필름을 포함하는 임의의 다른 적절한 형태를 취할 수 있다.
- [0073] 도 15e를 참조하면, 공정 단계(309)에서 강성 캐리어(302)는 기판(104)으로부터 분리될 수 있다. 분리는 기계적 또는 화학적 분리, 또는 임의의 그들의 조합에 의해 가능하게 될 수 있다. 예를 들면, 기판(104)은 그것들 사이의 접촉제 접촉을 느슨하게 하거나 분리하도록 구성된 일련의 화학적 물질을 사용하여 캐리어(302)로부터 디-라미네이트될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 기판(104)은 캐리어(302)로부터 리프트되거나 박리될 수 있다. 분리를 위한 임의의 다른 적합한 수단들이 또한 바람직할 수 있다.
- [0074] 도 15f를 참조하면, 공정 단계(311)에서 가요성 캐리어 또는 기판(310)이 준비될 수 있다. 하나 이상의 굽힘 또는 접힘 구역들(314)은 또한 예를 들면 광학 마킹들, 기준점들, 측정, 클램프의 기계적 지그의 배치 또는 식별을 위한 임의의 다른 적합한 수단들의 사용을 통해 식별될 수 있다.
- [0075] 도 15g를 참조하면, 공정 단계(313)에서, 식별된 굽힘 구역들(314) 근처에서 또는 그 내에서 가요성 캐리어(310) 내에 일련의 트렌치들(316)이 형성될 수 있다. 예시된 바와 같이, 트렌치들(316)은 구부리는 것으로부터의 기계적 응력들이 감소될 수 있도록 일반적으로 삼각형과 같은 형상이 될 수 있다. 일부 예시적인 실시예에 따르면, 예를 들면 도시된 것과 단면 또는 형상이 상이한, 더 많거나 더 적은 트렌치들의 형성을 통해, 또는 하

나 이상의 굽힘 구역들(314)에서 구부리는 것과 연관된 기계적 응력들을 완화하는 다른 수단들을 통해, 트렌치들(316)은 그들의 전체(entirety)에서 생략될 수 있거나 도시된 형태로부터 변경될 수 있다.

[0076] 도 15h를 참조하면, 공정 단계(319)에서 가요성 캐리어(310)가 기판(104)에 정렬되어 접촉될 수 있다. 정렬은 광학 마커들 또는 기준점들(317)을 통해 또는 다른 수단들에 의해 가능하게 될 수 있다. 접촉은 열 처리, 접촉성 화학적 물질, 아교(glue), 기계적 체결구를 통해, 또는 접촉을 위한 임의의 다른 적합한 수단들에 의해 가능하게 될 수 있다.

[0077] 도 15i를 참조하면, 공정 단계(321)에서 가요성 캐리어(310) 및 지지된 디스플레이 층들(322)이 구부러져, 디스플레이 층들의 주변부 및 가요성 캐리어의 일부분은 디스플레이 패널(106)(논의의 명확성을 위해 예시되지 않음)에 실질적으로 직각을 이루어 구부러지게 할 수 있다. 예를 들면, 디스플레이 층들(322)은 주변 회로부(105), 디스플레이 패널(106), 봉지 층(201), 백플레인(202) 및 임의의 다른 연관된 디스플레이 컴포넌트들의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다.

[0078] 예시된 바와 같이, 트렌치들(316)은 각각의 굴곡부에 대해 압축되어 공정 단계(321) 동안 유도되는 기계적 응력들의 일부분을 완화시킨다. 대안적으로, 트렌치들(316)은 생략될 수 있다.

[0079] 또한 예시된 바와 같이, 각각의 굴곡부 또는 접합부는 굽힘 라인(L_B)을 따라 굽힘 각도(θ)에 대해 굽힘 반경(R_B)을 포함한다. 굽힘 반경(R_B)은 일부 예시적인 실시예에서 1mm 미만일 수 있다. 굽힘 반경(R_B)은 일부 예시적인 실시예에서 대략 0.2mm 내지 1mm일 수 있다. 굽힘 각도(θ)는 일부 예시적인 실시예에서 대략 90° 일 수 있다. 굽힘 각도(θ)는 일부 예시적인 실시예들에서 대략 80° 내지 90° 일 수 있다.

[0080] 상기 논의된 바와 같이, 신호들을 주변 회로부(105)로, 그로부터 그리고/또는 그것들 사이에 전송하도록 구성된 적어도 하나의 전극은 굽힘 구역들(314) 내에서 굽은 영역들을 점유할 수 있다. 도 16a 내지 도 16c는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른, 디스플레이 디바이스들의 굽힘 또는 접합 구역들 내에서 대안적인 전기 배선 배열들의 형태를 예시한다.

[0081] 도 16a를 참조하면, 구부러질 구역(400)의 전극들(401)은 파형, 정현파적, 교호적인, 또는 파괴적인 평면 패턴으로 배열되어 전기 전도성의 상당한 단절의 가능성을 감소시킬 수 있다.

[0082] 도 16b를 참조하면, 구부러질 구역(400)의 전극들(402)은 굽힘 구역(314)을 일정 각도로 횡단하도록 배열되어 전기 전도성의 상당한 단절의 가능성을 감소시킬 수 있다.

[0083] 도 16c를 참조하면, 구부러질 구역(400)의 전극들(403)은 제2 전도체로 형성된 제2 굽힘 부분(404)을 포함하여 전기 전도성의 상당한 단절의 가능성을 감소시킬 수 있다. 제2 전도체는 전도성 잉크, 구리, 알루미늄, 또는 다른 가요성 전도체들로 형성될 수 있다. 제2 굽힘 부분은 직교의 굴곡부들을 가로질러서도 양호한 전기 전도성으로 향상시키도록 증가된 표면적을 가질 수 있다. 제2 굽힘 부분(404)은 또한 감소된 파손과 함께 신축성을 향상시키도록 전도체의 여러 박막들의 라미네이트된 전도체 형성될 수 있다.

[0084] 추가적으로, 디스플레이 디바이스의 게이트 구역들은 디바이스 동작에 대한 중단 없이 구부러지게 하도록 배열될 수 있다. 예를 들면, 도 17은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른, 디스플레이 디바이스를 위한 주변 회로부 배열들의 개략적인 평면도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 구부러질 구역(500)의 주변 회로부 컴포넌트들(502, 503)은 굽은 전기 배선(501)을 개재시킴으로써 분리될 수 있다. 전기 배선(501)은 상기 논의된 전극들의 임의의 형태를 취할 수 있거나, 다른 적절한 형태들을 취할 수 있다. 일반적으로, 컴포넌트들(502, 503) 사이에 놓여 있는 굽힘 구역(314)에 기인하여, 컴포넌트 고장의 가능성이 감소될 수 있다.

[0085] 전술된 전기 배선의 대안적인 평면 배열들에 추가하여, 전극들의 단면 특성들은 굽힘 또는 접합 구역 주위의 전기 전도성의 단절의 가능성을 감소시키기 위해 변경될 수 있다. 예를 들면, 도 18a 내지 도 18c는 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른, 디스플레이 디바이스들을 위한 대안적인 전기 배선 배열들의 단면도들을 예시한다.

[0086] 도 18a를 참조하면, 층(604) 상에 배열된 전극(602)은 굽힘 구역(314) 내에서 전체 전극 두께(D_E)보다 실질적으로 작은 굽힘 두께(D_B)를 포함하여 전기 전도성의 상당한 파손 또는 손실 없이 굽힘 라인(bend line; L_B) 주위의 더 얇은 전극 재료(601)의 신축성을 향상시킬 수 있다.

[0087] 도 18b를 참조하면, 층(604) 상에 배열된 전극(602)은 굽힘 구역(314) 내에서 전체 전극 두께(D_E)보다 실질적으로 큰 굽힘 두께(D_B)를 포함하여 전기 전도성의 상당한 파손 또는 손실 없이 굽힘 라인(L_B) 주위의 더 두꺼운 전

극 재료(605)의 신축성을 향상시킬 수 있다.

- [0088] 도 18c를 참조하면, 층(604) 상에 배열된 전극(602)은 굽힘 구역(314) 내에서 전체 전극 두께(D_E)와 실질적으로 동일한 굽힘 두께(D_B)를 포함할 수 있으며, 그 위에 배열된 가요성 또는 반고체 전도성 층(606)을 더 포함할 수 있다. 가요성 또는 반고체 전도성 층(606)은 전도성 잉크, 상대적으로 연질 또는 유연한 전도성 재료, 또는 접착 필름 내에 현탁된 전도성 재료로 형성되어 구부림 공정 후에 전기 전도성을 향상시키기 위해 굽힘 라인(L_B) 주위에 형성된 외측 표면(611)의 표면 결함 또는 파손(607)의 충전을 향상시킬 수 있다. 대안적으로, 또는 조합에서, 표면들(611)은 예를 들면 층(606)을 도포함으로써 표면 결함 또는 파손을 충전하기 위해 구부림 공정 단계 후에 후처리될 수 있다.
- [0089] 그와 같은 것은 구부림 작업 전에, 그 동안에 또는 그 후에 수행되는 예시적인 보수 작업을 위해 디스플레이 디바이스의 임의의 다른 부분까지 신장될 수 있다. 추가적으로, 추가의 또는 보충의 봉지 층이 도포되어, 구부리는 것으로부터 봉지 층(201)의 부식 또는 파손을 감소시킬 수 있다. 또한, 구부리는 것은 불활성 환경에서 수행될 수 있는데, 임의의 적합한 기관의 일부분 또는 부분들의 구부림 후에 보수 또는 봉지가 적용된다. 이러한 방법에서, 전술한 실시예들은 특히 예시되지 않은 것들을 포함하는, 임의의 원하는 응용에 적합하게 조작될 수 있다.
- [0090] 이하, 디스플레이 디바이스들을 형성하는 방법들의 전체 공정 플로트들은 도 19 및 도 20을 참조하여 상세하게 나타낸다.
- [0091] 도 19를 참조하면, 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법의 플로차트가 본 발명의 예시적인 실시예들에 따라 예시된다. 도시된 바와 같이, 방법(700)은 블록(701)에서 강성 캐리어 상에 제1 기관을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0092] 방법(700)은 블록(702)에서 제1 기관 상에 백플레인을 형성하는 단계를 더 포함한다. 백플레인은 디스플레이 디바이스 배선 및 다른 컴포넌트들을 포함할 수 있다.
- [0093] 방법(700)은 블록(703)에서 백플레인 상에 디스플레이 컴포넌트들을 형성하는 단계를 더 포함한다. 디스플레이 컴포넌트들은 디스플레이 패널을 위한 복수의 디스플레이 픽셀, 게이트 제어 회로부와 같은 주변 회로부, 및 다른 적합한 디스플레이 컴포넌트들을 포함할 수 있다.
- [0094] 방법(700)은 블록(704)에서 백플레인 및 디스플레이 컴포넌트들 상에 봉지 층을 형성하는 단계를 더 포함한다. 봉지 층은 디스플레이 디바이스를 보호하도록 구성된 보호 필름 또는 다층 필름일 수 있다.
- [0095] 방법(700)은 블록(705)에서 제1 기관으로부터 강성 캐리어를 분리하는 단계를 더 포함한다. 분리는 화학적 또는 기계적 분리를 통해, 예를 들면 용매, 분리 도구 등의 사용을 통해 가능하게 될 수 있다.
- [0096] 방법(700)은 블록(706)에서 가요성 캐리어를 제1 기관에 부착하는 단계를 더 포함한다. 부착하는 단계는 접착제, 열, 또는 접착을 위한 다른 수단들의 사용을 통해 가능하게 될 수 있다.
- [0097] 방법(700)은 블록(707)에서 디스플레이 디바이스의 굽힘 또는 접힘 구역들(예를 들면, 가요성 캐리어 및/또는 다른 디스플레이 층들의 굽힘 또는 접힘 구역들)을 식별하는 단계를 더 포함한다. 식별하는 단계는 광학 기준점들, 광학 마커들, 측정, 또는 식별을 위한 다른 수단들을 사용하여 가능하게 될 수 있다.
- [0098] 방법(700)은 블록(708)에서 (예를 들면, 기관, 백플레인, 봉지 층 또는 굽힘 구역으로 연장되는 다른 디스플레이 층들과 같은 디스플레이 층들의 일부 또는 전부 및/또는 가요성 캐리어를 구부림으로써) 굽힘 또는 접힘 구역들 내에서 디스플레이 디바이스를 구부리는 단계를 더 포함한다. 구부리는 단계는 클램핑 부재, 식별된 굽힘 또는 접힘 구역들 내에서 또는 근처에서 디스플레이 디바이스를 미리 가열, 굽힘 라인에 대한 기계적 힘의 응용, 또는 구부리기 위한 임의의 다른 수단들의 사용을 통해 가능하게 될 수 있다. 구부리는 단계는 또한 손상된 전기 배선들을 따라 전기 전도성을 향상시키기 위하여 구부림 후에 도포되는 코팅부 또는 보수 작업들을 포함할 수 있다.
- [0099] 도 20을 참조하면, 본 발명의 예시적인 실시예들에 따른 디스플레이 디바이스를 형성하는 방법의 플로차트가 예시된다. 도시된 바와 같이, 방법(800)은 블록(801)에서 가요성 캐리어 상의 굽힘 또는 접힘 구역들을 식별하는 단계를 포함한다. 식별하는 단계는 광학 마커, 광학 기준점, 측정, 기계적 지그 내의 배치, 또는 식별을 위한 다른 수단들을 사용하여 가능하게 될 수 있다.
- [0100] 방법(800)은 블록(802)에서 굽힘 또는 접힘 구역 내에서 가요성 캐리어에 트렌치들(예컨대, 일련의 삼각형 트랜

치들과 같은 일련의 트렌치들)을 형성하는 단계를 더 포함한다. 트렌치들은 식별된 굽힘 또는 접힘 구역들 주위에 또는 그 내에서 기관을 구부리는 것에 연관된 기계적 응력을 감소시키도록 구성된 임의의 원하는 단면 형상을 취할 수 있다.

[0101] 방법(800)은 블록(803)에서 가요성 캐리어를 디스플레이 층들에 정렬하여 접착하는 단계를 더 포함한다. 정렬하는 단계는 광학 마커 또는 다른 수단들을 통해 가능하게 될 수 있고, 접착하는 단계는 접착을 위한 임의의 적합한 수단들을 통해 가능하게 될 수 있다. 디스플레이 층들은 백플레인 층, 기관 층, 디스플레이 패널, 주변 회로부, 전극 층들, 봉지 층, 코팅부, 또는 디스플레이 디바이스를 위한 다른 층들을 포함할 수 있다.

[0102] 방법(800)은 블록(804)에서 굽힘 또는 접힘 구역들 내에서의 (예를 들면, 기관 및 백플레인과 같은 디스플레이 층들의 일부 또는 전부 및/또는 가요성 캐리어를 구부림으로써) 디스플레이 디바이스를 구부리는 단계를 더 포함한다. 구부리는 단계는 클램핑 부재, 식별된 굽힘 또는 접힘 구역들 내에서 또는 근처에서 디스플레이 디바이스를 미리 가열, 굽힘 라인에 대한 기계적 힘의 응용 또는 구부리기 위한 임의의 다른 수단들의 사용을 통해 가능하게 될 수 있다. 구부리는 단계는 또한 손상된 전기 배선들을 따라 전기 전도성을 향상시키기 위하여 구부림 후에 도포되는 코팅부 또는 보수 작업들을 포함할 수 있다.

[0103] OLED 디스플레이 기술에 참조하여 전술하였지만, 본 명세서에서의 개념 및 교시들은 전기 영동, 액정, 전기 변색, 가요성 기관들 상에 적당한 무기 LED 이미터들을 포함하는 디스플레이들, 전기유전체적(electrofluidic) 및 동전기적인(electrokinetic) 디스플레이들과 같은 임의의 형태의 가요성 디스플레이 기술뿐만 아니라 임의의 다른 적합한 형태의 디스플레이 기술로 확장가능 할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0104] 전술한 바와 같이, 디스플레이 디바이스들은 그것의 주변부의 일부 또는 부분들을 구부리는 것이 겉으로 드러난 경계 구역들을 감소시키고 조립된 디스플레이 디바이스의 비활성 컴포넌트들의 표면적(예컨대, 경계 영역)을 줄이도록 구성되는 복수의 혁신품을 포함할 수 있다. 전극 재료들은 굽힘 또는 접힘 구역 내에서 파단보다는 신축성을 향상시키는 데 최적화될 수 있다. 전극들은 기울어지거나, 구불구불하거나, 파형이 되거나 그렇지 않으면 구부리는 동안 단절의 가능성을 감소시키도록 배열될 수 있다. 전극 두께는 구부리는 동안 파손을 감소시키도록 변경되고/되거나 최적화될 수 있다. 전도성 필름들은 보수 공정에서 구부리기 전에, 그 동안, 또는 그 이후에 전극들에 도포될 수 있다. 기계적 응력들은 개시된 봉지 층들에 추가하여 컴포넌트들 위에 보호 필름들을 추가함으로써 감소될 수 있다. 구부러질 기관의 온도는 파손 없이 구부림을 향상시키도록 약간 또는 현저하게 증가될 수 있다. 수동 유전체 층(passive dielectric layer)을 갖는 스테인리스 스틸과 같은 금속들은 종래의 재료들보다는 구부릴 수 있는 또는 가요성인 기관들로서 사용될 수 있다. 광학 마커들 및/또는 기준점들은 민감한 컴포넌트들의 파손이 없는 적절한 굴곡부들을 보장하게 하기 위하여 다수의 식별 및 정렬 공정 단계에서 사용될 수 있다. 전기 배선 두께는 굽힘 또는 접힘 구역에 대한 응력들을 최소화하도록 굽힘 또는 접힘 구역을 가로질러 변할 수 있다. 디스플레이 패널은 컴포넌트들 및 배선들에 대한 손상을 모니터링하기 위해 디바이스 조립 및 구부림 작업들 동안 활발히 모니터링될 수 있다. 구부리는 단계는 일부 실시예에서 활성 디스플레이 컴포넌트들 또는 주변 회로부보다는 금속 또는 전기 트레이스들만을 갖는 굽힘 또는 접힘 구역들에서만 수행될 수 있다. 분리된 전도체들은 전도성 잉크, 구리, 또는 알루미늄과 같은 굽힘 또는 접힘 구역들에 사용되어 구부림 작업 동안 파단보다는 구부리는 것을 향상시킬 수 있다. 게다가, 구부림 작업들은 구부림 작업들 동안 또는 그 이후에 수행되는 재도포 또는 보수 응용들을 사용하여 불활성 분위기에서 수행될 수 있다.

[0105] 기술된 실시예들의 다양한 양태들, 실시예들, 구현들 또는 특징들은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 사용될 수 있다. 기술된 실시예들의 다양한 양태들은 소프트웨어, 하드웨어 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합에 의해 구현될 수 있다. 기술된 실시예들은 또한 제조 작업들을 제어하는 컴퓨터 판독가능 매체 상의 컴퓨터 판독가능 코드로서 또는 제조 라인을 제어하는 컴퓨터 판독가능 매체 상의 컴퓨터 판독가능 코드로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체는 그 후에 컴퓨터 시스템에 의해 판독될 수 있는 데이터를 저장할 수 있는 임의의 데이터 저장 디바이스일 수 있다. 컴퓨터 판독가능 매체의 예들은 판독 전용 메모리, 랜덤 액세스 메모리, CD-ROM, HDD, DVD, 자기 테이프, 및 광 데이터 저장 디바이스를 포함한다. 컴퓨터 판독가능 매체는 또한, 컴퓨터 판독가능 코드가 분산 방식으로 저장 및 실행되도록, 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템들에 걸쳐 분산되어 있을 수 있다.

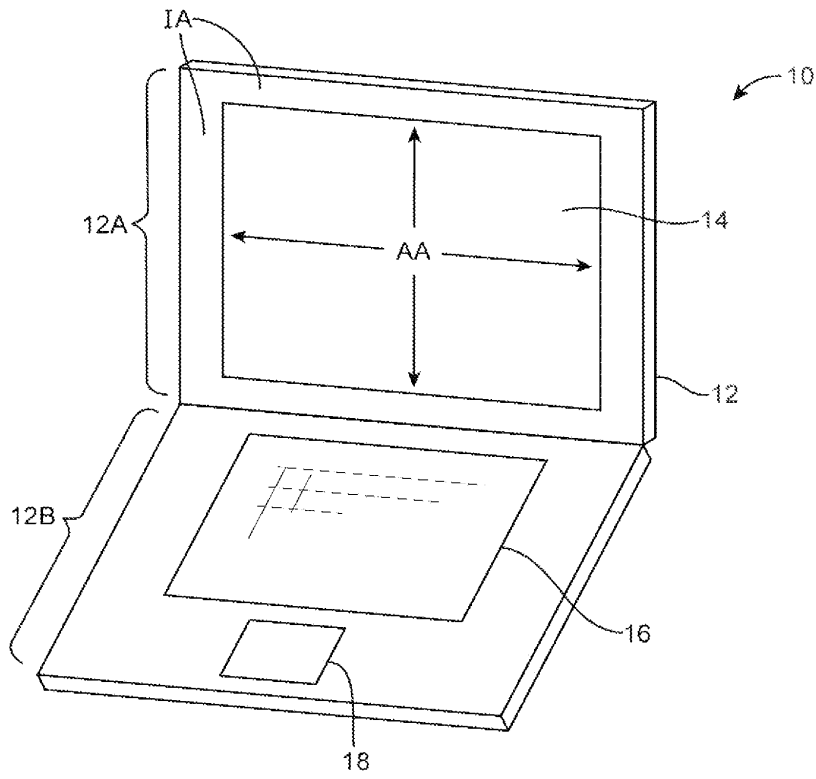
[0106] 일 실시예에 따르면, 박막 트랜지스터들의 어레이를 포함하는 활성 영역 및 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들을 포함하는 비활성 영역을 갖는 제1 폴리머 층, 및 제1 폴리머 층에 부착되는 제2 폴리머 층을 포함하며, 제2 폴리머 층은 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들의 구부림을 가능하게 하는 적어도 하나의 증립면 조정 특징부를 포함하는 디스플레이가 제공된다.

- [0107] 다른 실시예에 따르면, 제1 폴리머층은 폴리이미드를 포함한다.
- [0108] 다른 실시예에 따르면, 제2 폴리머 층은 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 포함한다.
- [0109] 다른 실시예에 따르면, 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들은 제2 폴리머 층의 에지를 넘어 연장되며 제2 폴리머 층의 에지 주위에서 구부러진다.
- [0110] 다른 실시예에 따르면, 제2 폴리머 층은 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들의 적어도 일부를 따라 연장되는 간극을 포함한다.
- [0111] 다른 실시예에 따르면, 제2 폴리머 층은 활성 영역에서 제1 폴리머 층에 부착되는 제1 부분 및 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들에 부착되는 제2 부분을 가지며, 제1 부분은 제1 두께를 갖고, 제2 부분은 제2 두께를 가지며, 제2 두께는 제1 두께보다 작다.
- [0112] 다른 실시예에 따르면, 제2 폴리머 층은 제1 및 제2 서브층을 포함하며, 제1 서브층은 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들에 부착되며, 제2 서브층의 적어도 일부는 제1 서브층에 대하여 이동이 자유롭다.
- [0113] 다른 실시예에 따르면, 전자 디바이스는 활성 영역으로부터 굽은 에지 부분들을 넘어 연장되는 제1 폴리머 층상에 전도성 트레이스들을 포함하며, 각각의 전도성 트레이스는 제1 폴리머 층의 굽은 에지 부분들 상에서 복수의 서브트레이스로 분할된다.
- [0114] 다른 실시예에 따르면, 각각의 전도성 트레이스의 복수의 서브트레이스는 적어도 4개의 서브트레이스를 포함한다.
- [0115] 일 실시예에 따르면, 유리 캐리어 기판에 부착되는 폴리머 기판 상에 디스플레이 구조체들을 형성하는 단계, 집적회로를 폴리머 기판에 부착하는 단계, 유리 캐리어 기판을 제거하는 단계, 이면필름 층을 폴리머 기판에 부착하는 단계, 및 폴리머 기판의 에지 구역을 구부리는 단계를 포함하며, 폴리머 기판의 에지 구역은 중립면 조정 특징부들을 포함하는 이면필름 층의 일부분에 인접한, 유기 발광 다이오드 디스플레이를 형성하는 방법이 제공된다.
- [0116] 다른 실시예에 따르면, 방법은 폴리머 기판에 부착된 이면필름 층의 적어도 일부를 제거하여 중립면 조정 특징부들을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0117] 다른 실시예에 따르면, 폴리머 기판에 부착된 이면필름 층의 적어도 일부를 제거하는 단계는 폴리머 기판의 에지 구역을 따라 이면필름 층을 절단하는 단계를 포함한다.
- [0118] 다른 실시예에 따르면, 이면필름 층을 폴리머 기판에 부착하는 단계는 중립면 조정 특징부들을 갖는 미리 절단된 이면필름 층을 폴리머 기판에 부착하는 단계를 포함한다.
- [0119] 일 실시예에 따르면, 기판, 복수의 디스플레이 픽셀을 갖는 기판 상의 디스플레이 패널, 디스플레이 패널에 근접하며 복수의 디스플레이 픽셀을 구동하도록 구성된 기판 상의 주변 회로부, 및 기판에 부착되는 가요성 캐리어를 포함하며, 기판의 일부분 및 가요성 캐리어의 일부분은 디스플레이 패널에 실질적으로 직각을 이루어 구부러지고 가요성 캐리어의 굽힘 구역은 일련의 트렌치들을 포함하는, 감소된 경계 구역을 갖는 디스플레이 디바이스가 제공된다.
- [0120] 다른 실시예에 따르면, 디스플레이 디바이스는 주변 회로부에 결합되는 적어도 하나의 전극을 포함하며, 기판의 굽힘 구역은 적어도 하나의 전극의 일부분을 포함한다.
- [0121] 다른 실시예에 따르면, 주변 회로부는 제1 컴포넌트 및 제2 컴포넌트를 포함하며, 적어도 하나의 전극의 일부는 제1 컴포넌트와 제2 컴포넌트 사이에 굽은 전기 배선을 포함한다.
- [0122] 다른 실시예에 따르면, 굽은 전기 배선은 제1 컴포넌트와 제2 컴포넌트 사이에 디스플레이 통신 신호들을 전하도록 구성된다.
- [0123] 다른 실시예에 따르면, 기판의 굽힘 구역에서 적어도 하나의 전극의 일부는 파형 패턴, 정현파적 패턴, 교호적인 패턴, 및 파괴적인 평면 패턴으로 구성된 군으로부터 선택되는 패턴으로 배열된다.
- [0124] 다른 실시예에 따르면, 적어도 하나의 전극은 기판의 굽힘 구역의 외측에 위치된 추가 부분을 포함하고, 적어도 하나의 전극의 일부는 가요성 전도체로 형성되며, 적어도 하나의 전극의 추가 부분은 가요성 전도체와 상이한 전도성 재료로 형성된다.

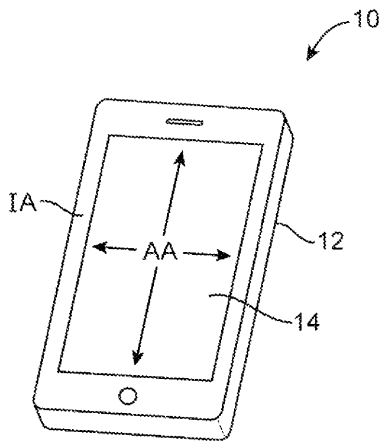
- [0125] 다른 실시예에 따르면, 적어도 하나의 전극은 기관의 굽힘 구역 외측에 위치된 추가 부분을 포함하고, 적어도 하나의 전극의 일부분은 굽힘 두께를 가지며, 적어도 하나의 전극의 추가 부분은 굽힘 두께보다 큰 두께를 갖는다.
- [0126] 다른 실시예에 따르면, 적어도 하나의 전극은 기관의 굽힘 구역 외측에 위치된 추가 부분을 포함하고, 적어도 하나의 전극의 일부분은 굽힘 두께를 가지며, 적어도 하나의 전극의 추가 부분은 굽힘 두께보다 작은 두께를 갖는다.
- [0127] 다른 실시예에 따르면, 디스플레이 디바이스는 적어도 하나의 전극의 일부분의 외측 표면 내의 표면 결함들을 충전하는 접착 필름 내에 현탁된 전도성 재료를 포함한다.
- [0128] 다른 실시예에 따르면, 일련의 트렌치들은 일련의 삼각형 트렌치들을 포함한다.
- [0129] 일 실시예에 따르면, 가요성 캐리어 기관 상의 굽힘 구역을 식별하는 단계, 굽힘 구역에서 가요성 캐리어 기관에 일련의 트렌치들을 형성하는 단계, 가요성 캐리어 기관을 디스플레이 층들에 부착하는 단계, 및 굽힘 구역에서 가요성 캐리어 기관 및 부착된 디스플레이 층들의 적어도 일부를 구부리는 단계를 포함하는 디스플레이를 형성하는 방법이 제공된다.
- [0130] 다른 실시예에 따르면, 가요성 캐리어 기관 상의 굽힘 구역을 식별하는 단계 전에, 기관을 강성 캐리어에 부착하는 단계, 및 기관에 디스플레이 패널 및 주변 회로부를 형성하여 디스플레이 층들을 형성하는 단계
- [0131] 다른 실시예에 따르면, 방법은 강성 캐리어로부터 기관을 분리시키는 단계를 포함한다.
- [0132] 다른 실시예에 따르면, 가요성 캐리어 기관을 디스플레이 층들에 부착하는 단계는 가요성 캐리어 기관의 제1 표면을 기관에 부착하는 단계를 포함하며, 굽힘 구역에서 가요성 캐리어 기관에 일련의 트렌치들을 형성하는 단계는 가요성 캐리어 기관의 반대측의 제2 표면에 일련의 트렌치들을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0133] 다른 실시예에 따르면, 굽힘 구역에서 가요성 캐리어 기관 및 부착된 디스플레이 층들의 적어도 일부를 구부리는 단계는 일련의 트렌치들을 가로지르는 굽힘 라인에서 디스플레이 패널에 실질적으로 직각을 이루어 가요성 캐리어 기관 및 기관을 구부리는 단계를 포함한다.
- [0134] 전술한 내용은 단지 본 발명의 원리에 대한 예시이며, 다양한 변형예들이 본 발명의 범주 및 기술적 사상을 벗어남이 없이 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 이루어질 수 있다.

도면

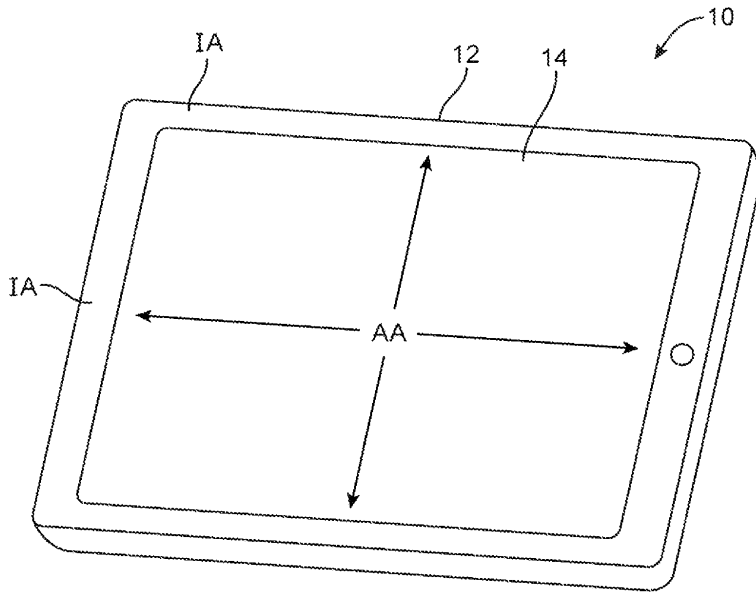
도면1



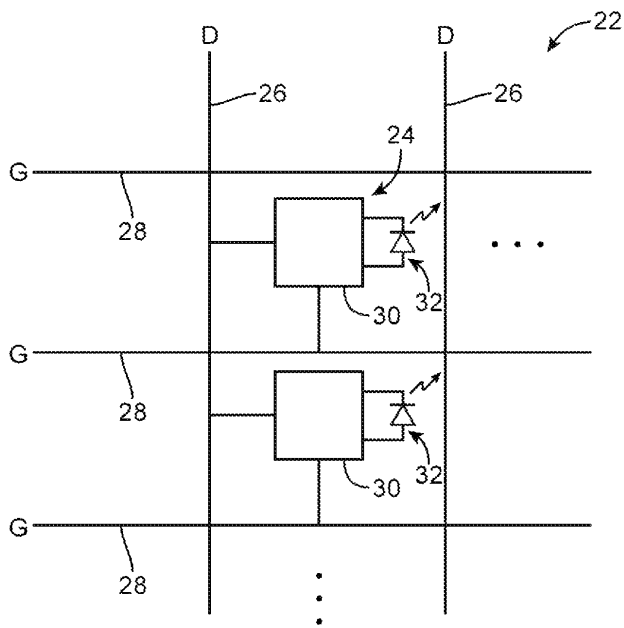
도면2



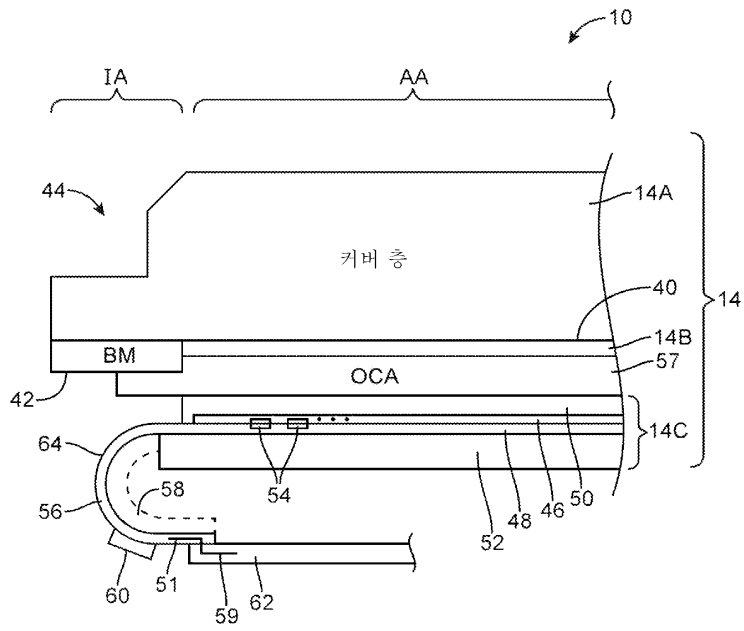
도면3



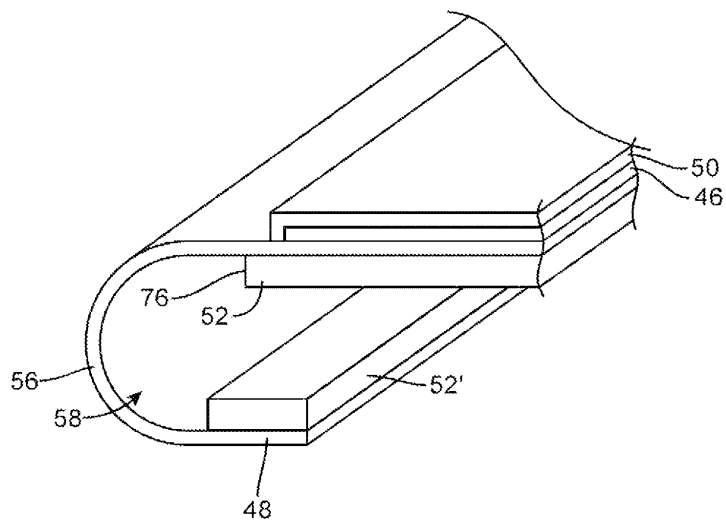
도면4



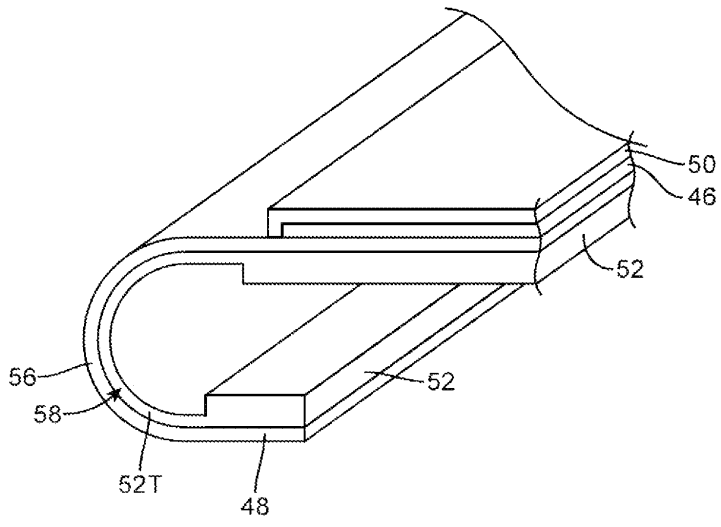
도면5



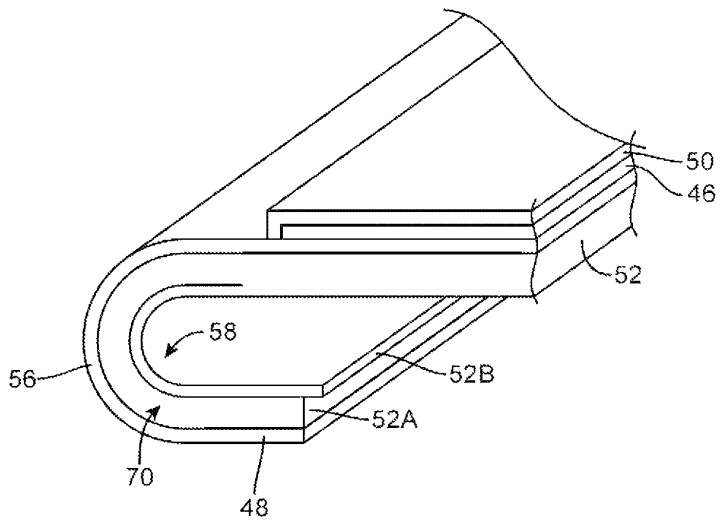
도면6



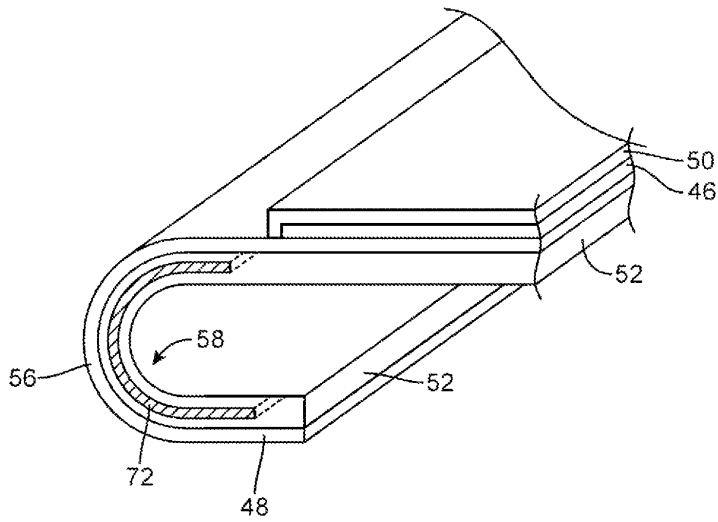
도면7



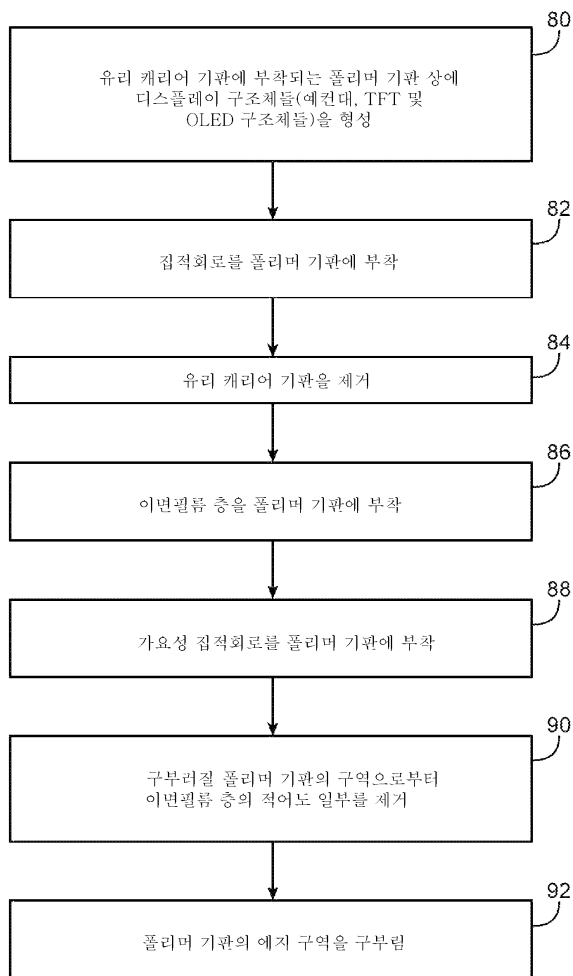
도면8



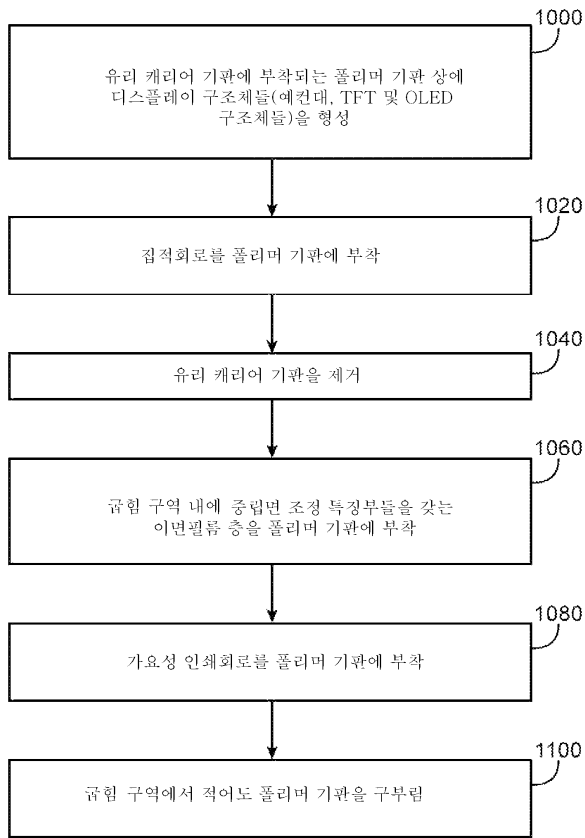
도면9



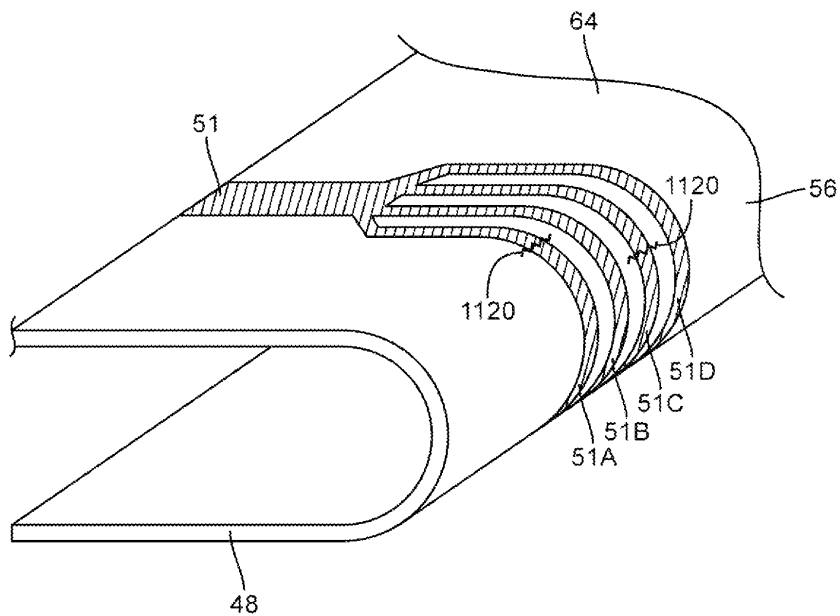
도면10



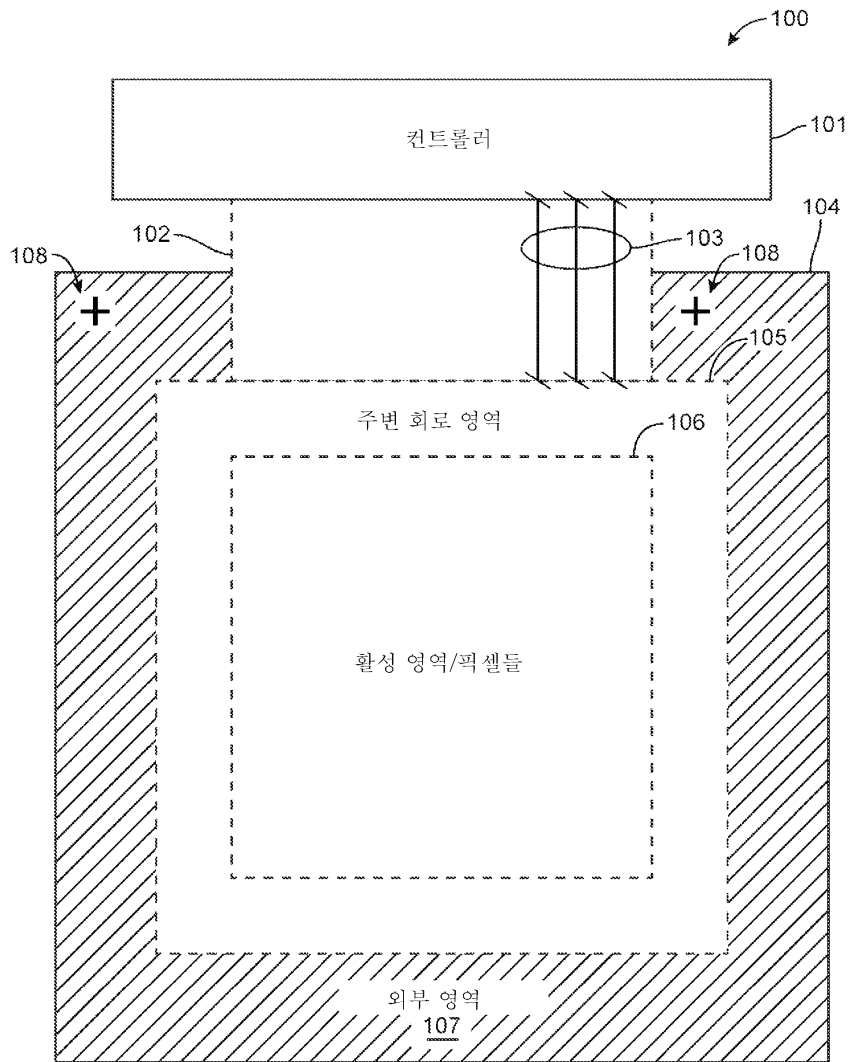
도면11



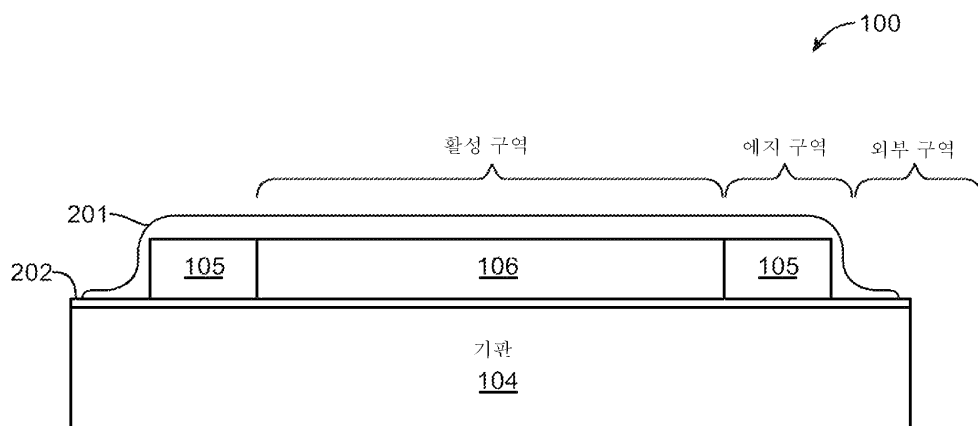
도면12



도면13



도면14



도면15a

↖ 301

기관 <u>104</u>
강성 캐리어 <u>302</u>

도면15b

↖ 303

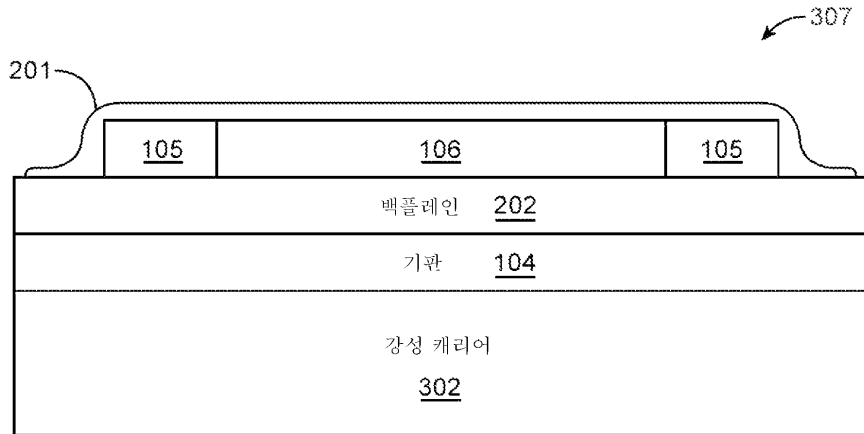
백플레인 <u>202</u>
기관 <u>104</u>
강성 캐리어 <u>302</u>

도면15c

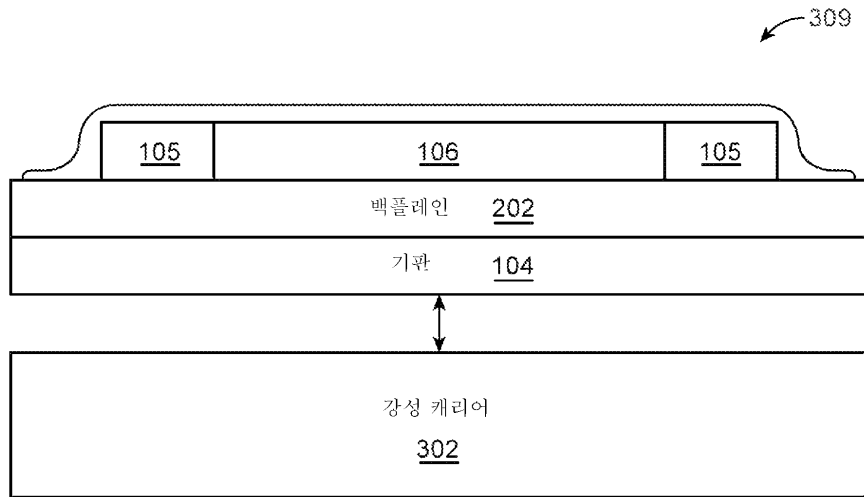
↖ 305

<u>105</u>	<u>106</u>	<u>105</u>
백플레인 <u>202</u>		
기관 <u>104</u>		
강성 캐리어 <u>302</u>		

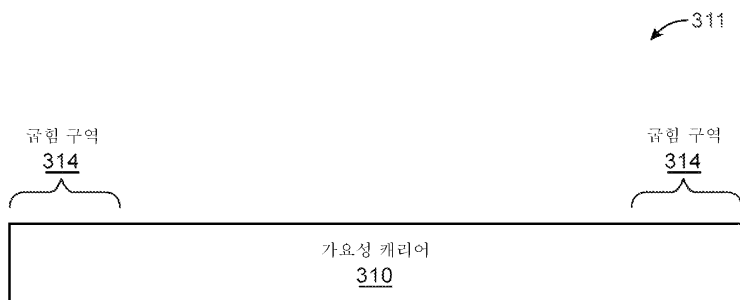
도면15d



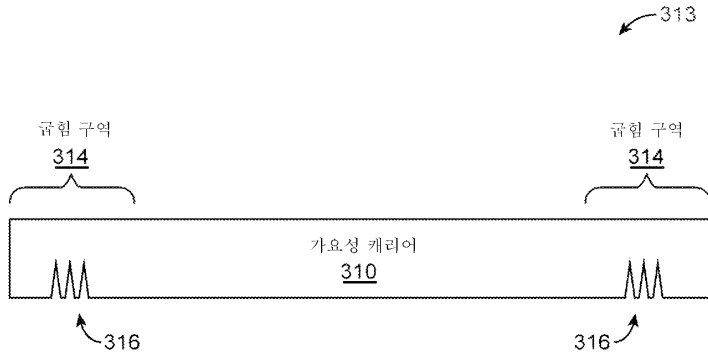
도면15e



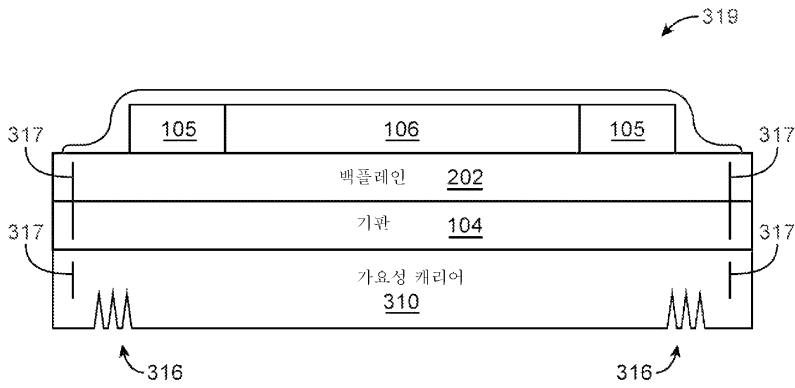
도면15f



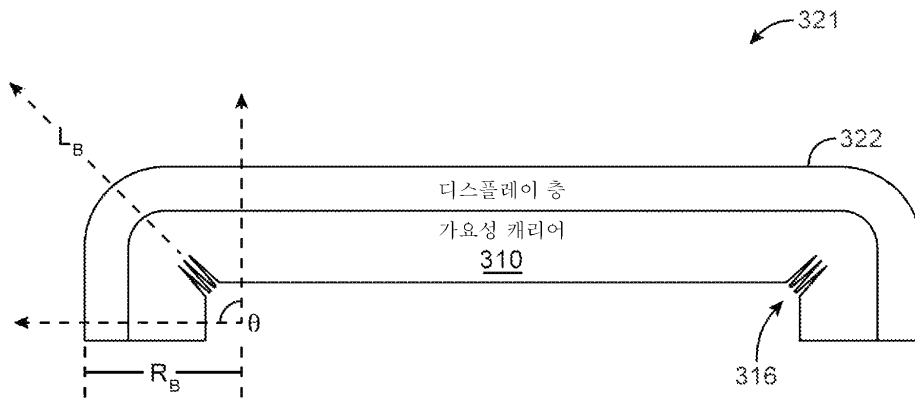
도면15g



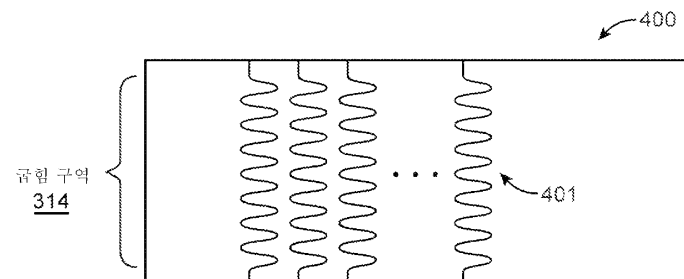
도면15h



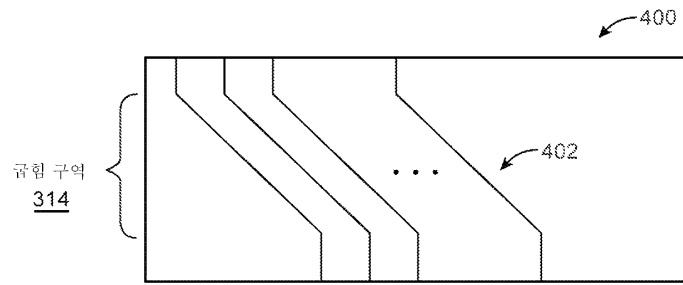
도면15i



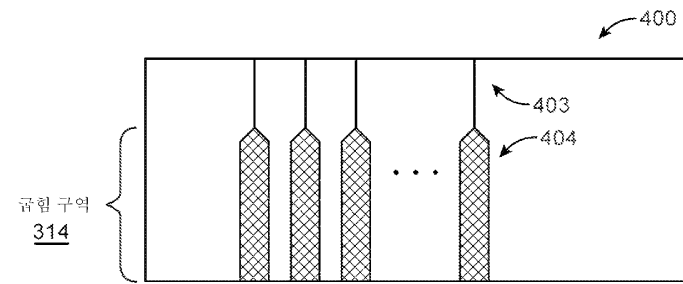
도면16a



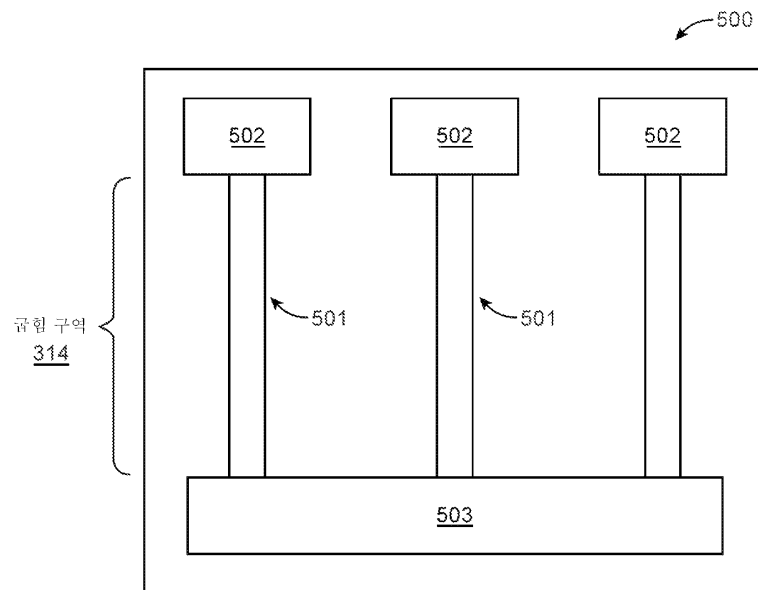
도면16b



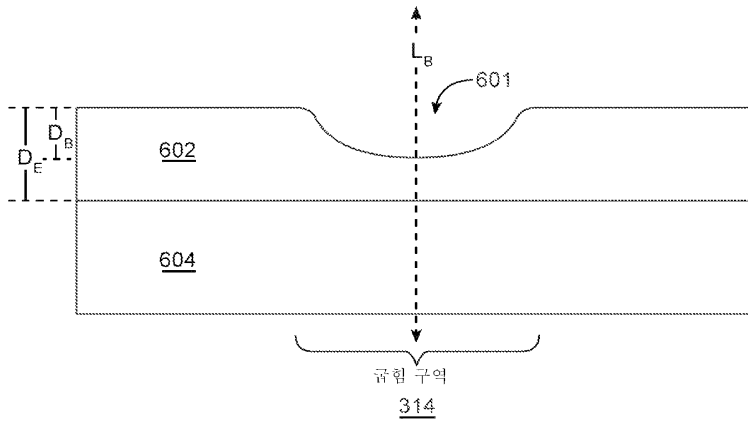
도면16c



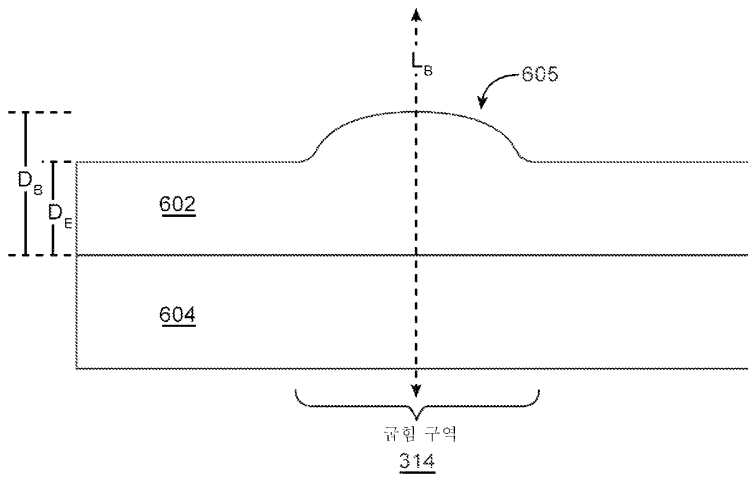
도면17



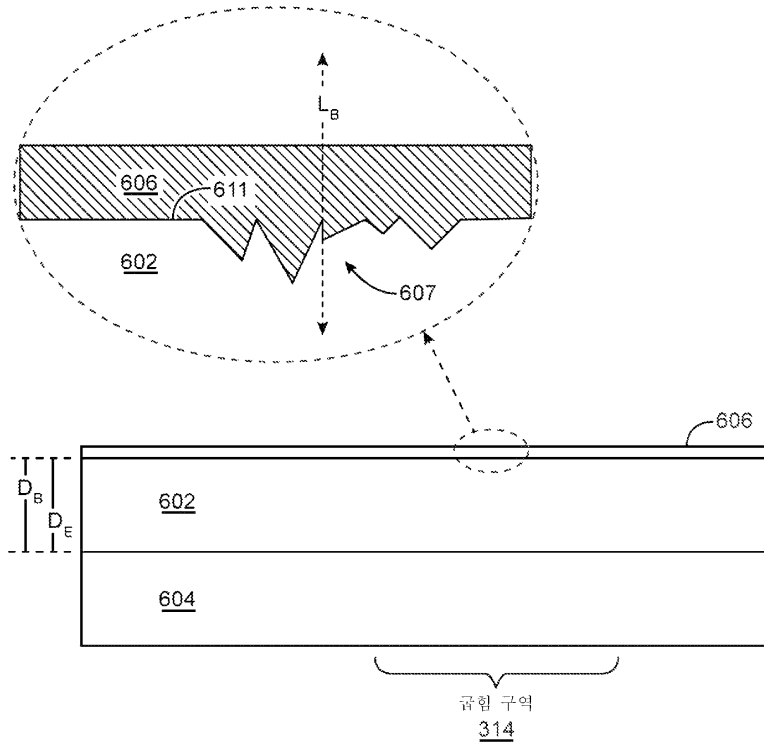
도면18a



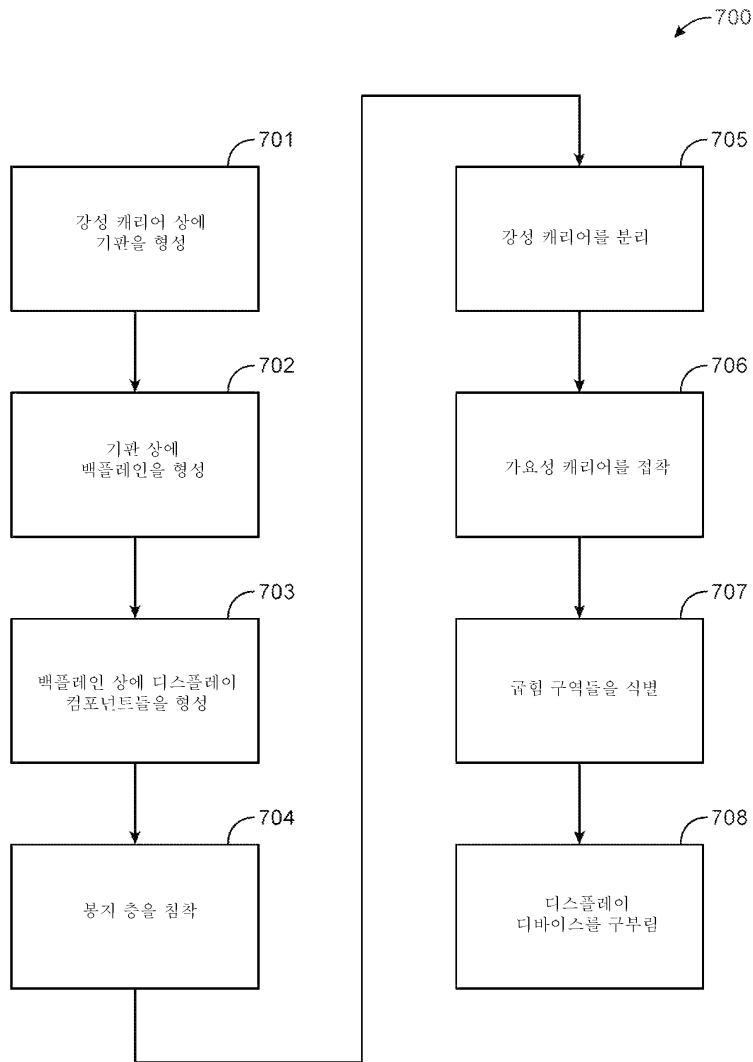
도면18b



도면18c



도면19



도면20

