

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 1월 2일 (02.01.2020)



(10) 국제공개번호
WO 2020/004845 A1

(51) 국제특허분류:

H01L 27/15 (2006.01) *F21S 2/00* (2006.01)
H01L 33/58 (2010.01) *F21V 23/00* (2006.01)
H01L 33/64 (2010.01) *F21K 9/60* (2016.01)
H01L 33/54 (2010.01) *F21Y 115/10* (2016.01)
H01L 33/00 (2010.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2019/007250

(22) 국제출원일: 2019년 6월 17일 (17.06.2019)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:

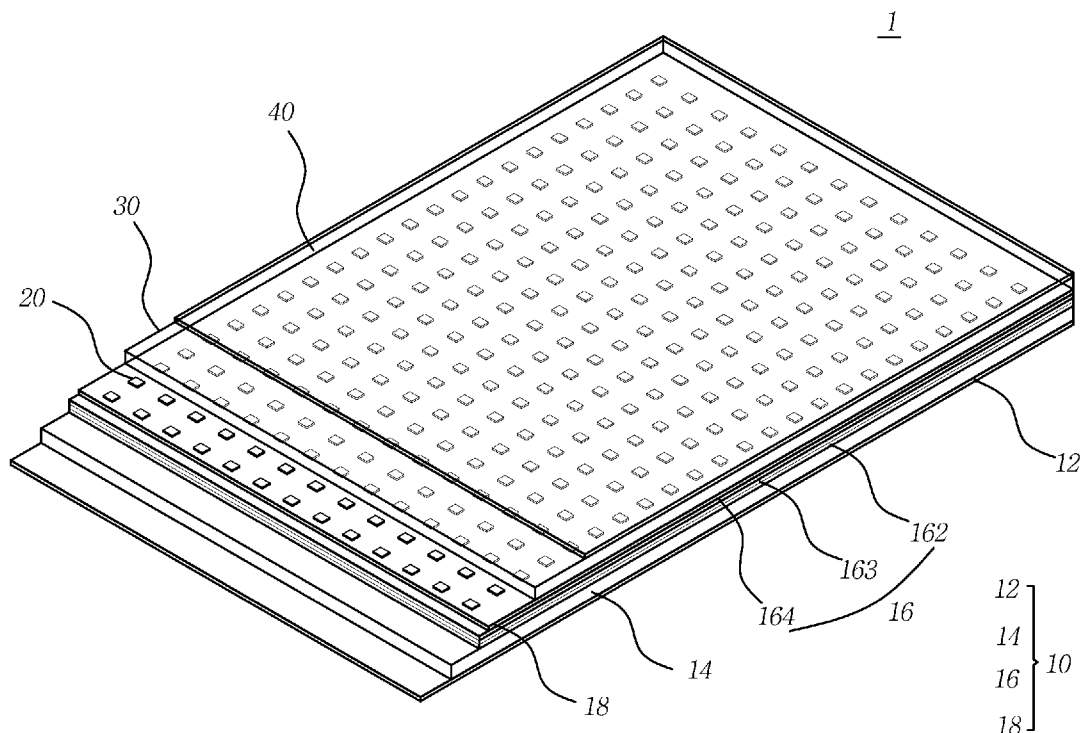
10-2018-0074420 2018년 6월 28일 (28.06.2018) KR
10-2018-0089721 2018년 8월 1일 (01.08.2018) KR
10-2018-0091312 2018년 8월 6일 (06.08.2018) KR
10-2018-0134860 2018년 11월 6일 (06.11.2018) KR

(71) 출원인: 주식회사 루멘스 (**LUMENS CO.,LTD.**) [KR/KR]; 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 이정우 (**LEE, Jeongwoo**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 임준형 (**LIM, Junhyung**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 홍현표 (**HONG, Hyunpyo**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 장지혜 (**CHANG, Jihye**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 김보균 (**KIM, Bogyun**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 노영교 (**RO, Youngkyo**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 김근하 (**KIM, Gunha**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR). 문주경 (**MUN, Jugyeong**); 17086 경기도 용인시 기흥구 원고매로 12, Gyeonggi-do (KR).

(54) Title: FLEXIBLE LIGHTING DEVICE AND DISPLAY PANEL USING MICRO LED CHIPS

(54) 발명의 명칭: 마이크로 엘이디 칩들을 이용하는 플렉시블 조명 장치 및 디스플레이 패널



(57) Abstract: A flexible surface lighting device is disclosed. The flexible surface lighting device comprises: a flexible substrate comprising an upper insulation film, a lower insulation film, and a metal thin film layer interposed between the upper insulation film and the lower insulation film; a plurality of micro LED chips arranged in a two-dimensional manner on the upper surface of the flexible substrate; and a flexible light-transmitting resin part formed on the upper surface of the flexible substrate so as to cover the upper surfaces and side surfaces of the micro LED chips, wherein the flexible substrate comprises, in the upper insulation film, a white reflective layer in contact with the light-transmitting resin part.



(74) 대리인: 유창열 (RYU, Changyeol); 13215 경기도 성남
시 중원구 둔촌대로 545, 2010(상대원동, 한라시그마텔
리), Gyeonggi-do (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국
내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU,
ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역
내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,
LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유
럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 플렉시블 면조명 장치가 개시된다. 이 플렉시블 면조명 장치는 상부 절연 필름, 하부 절연 필름 및 상기 상부 절연 필름과 상기 하부 절연 필름 사이에 개재된 금속 박막층을 포함하는 플렉시블 기판(flexible substrate); 상기 플렉시블 기판의 상면에 2차원적으로 배열된 다수개의 마이크로 엘이디 칩들; 및 유연성을 가지며, 상기 마이크로 엘이디 칩들의 상면 및 측면을 덮도록 상기 플렉시블 기판의 상면에 형성된 투광성 수지부를 포함하며, 상기 플렉시블 기판은 상기 상부 절연 필름에 상기 투광성 수지부와 접하는 백색 반사층을 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 마이크로 엘이디 칩들을 이용하는 플렉시블 조명 장치 및 디스플레이 패널

기술분야

- [1] 본 발명은 마이크로 엘이디 칩들을 이용하는 플렉시블 조명 장치 및 디스플레이 패널에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 여기에서 본 발명에 관한 배경기술이 제공되는데, 이 배경기술이 반드시 공지기술인 것은 아니다.
- [3] 다수의 엘이디 패키지를 광원으로 이용하는 면조명 장치가 알려져 있다. 이러한 면조명 장치는 엘이디 패키지들이 배치되는 위치에 따라 직하형 면조명 장치와 에지형 면조명 장치로 구분된다. 직하형 면조명 장치는 광 확산판의 직하에 넓게 그리고 2차원적으로 다수개의 엘이디 패키지들이 배치되어 이루어지고, 에지형 면조명 장치는 강성을 갖는 도광판의 모서리를 따라 엘이디 패키지들이 배치되어 이루어진다. 그러나 기존 면조명 장치는, 엘이디 패키지들이 실장되는 인쇄회로기판의 강성으로 인하여, 평판 형태로 밖에 이용될 수 없다는 한계가 있다. 그로 인해, 종래 면광원 장치는, 다양한 객체들의 다양한 표면 형상들에 적응되어 설치되지 못하고, 항상, 평면을 갖는 객체 표면에만 설치될 수 밖에 없는 한계를 갖고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해, 광원으로서 엘이디 패키지들 대신에 OLED를 이용함으로써 플렉시블 면조명 장치를 구현하고자 하는 시도가 있었다. 하지만, 이러한 OLED를 이용한 플렉시블 면조명 장치는 OLED의 높은 가격과 낮은 광효율 등의 문제점으로 인하여 상용화가 쉽지 않다.
- [4] 플렉시블 회로 기판 상에 소형의, 특히 적어도 한 변의 길이가 수백마이크로미터 미만인 엘이디 칩(즉, 마이크로 엘이디 칩)들을 실장하여, 면조명 장치인 플렉시블 엘이디 조명 장치의 개발에 대한 시도가 있어 왔다. 그러나, 여러 가지 기술적인 한계로 인해, 예컨대, 일반적인 다이 본딩 설비가 이용될 수 있는 회로 기판의 면적 제한과 단일의 플렉시블 회로 기판이 적용 가능한 크기의 한계로 인해 대면적의 플렉시블 엘이디 조명 장치를 구현하기 어려웠다.
- [5] 마이크로 엘이디 디스플레이 패널은 복수개의 판형 마이크로 엘이디 모듈들을 포함한다. 판형 마이크로 엘이디 모듈은 마운트 기판과 그 마운트 기판 상에 실장된 복수개의 마이크로 엘이디들을 포함한다. 그리고, 마이크로 엘이디들은 픽셀들을 형성할 수 있는 적색 마이크로 엘이디, 녹색 마이크로 엘이디 및 청색 마이크로 엘이디를 포함한다. 마이크로 엘이디는 적어도 한 변의 길이가 수 내지 수백마이크로미터 사이즈로 매우 작은 마이크로 엘이디 칩으로 되어 있다.

- [6] 한편, 종래에는 판형 마이크로 엘이디 모듈들을 측면들끼리 이어 붙여 행렬 배열함으로써 마이크로 엘이디 디스플레이 패널이 구현될 수 있다. 이와 같이 구현된 마이크로 엘이디 디스플레이 패널은 가로 방향으로 이웃하는 마이크로 엘이디 모듈들 사이에 세로 방향 갭 라인이 형성되고 세로 방향으로 이웃하는 마이크로 엘이디 모듈들 사이에 가로 방향 갭 라인이 형성된다. 그리고 이러한 갭 라인이 형성된 영역은 다른 영역과 비교하여 움푹 파여 있다.
- [7] 또한, 위와 같이 배열된 마이크로 엘이디 모듈들 상에는 특정 기능의, 특히, 난반사 방지 기능의 유연성 광 투과 필름이 부착된다. 이때, 갭 라인들에는 에어가 잔존하여 불량이 발생할 수 있다. 위와 같이 잔존 에어를 야기하는 갭 라인은 이웃하는 마이크로 엘이디 모듈들 각각의 심 부분, 즉, 이웃하는 마이크로 엘이디 모듈들 사이의 경계 부분에서 언더필 형태로 제공되는 수지층이 경사져 있으므로 특히 움푹하게 파여진다. 이 부분에 많은 에어가 잔존한다. 잔존 에어를 제거하기 위해서, 마이크로 엘이디 모듈들 사이의 이음새, 즉 갭 라인을 따라 레이저나 블레이드로 투광성 필름을 커팅하는 것이 고려될 수 있다. 이렇게 하면 엘이디 모듈들 수에 대응되게 절단된 복수개의 광 투과 필름들 마이크로 엘이디 모듈들 각각에 붙어 있을 수 있다. 이 경우, 커닝된 작은 광 투과 필름들 사이에 광 투과 필름이 없는 부분이 직선 형태로 생기며, 이 부분과 광 투과 필름이 있는 부분 사이에는 극심한 굴절률 차이가 발생하고 빛샘 현상이 발생한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명의 목적은 패키지 없는 배어 칩 상태의 마이크로 엘이디 칩들이 플렉시블 기판의 유연성을 보장할 수 있는 배열로 상기 플렉시블 기판 상에 실장됨으로써, 다양한 형상으로 변형 가능한 플렉시블 면조명 장치를 제공하는 것이다.
- [9] 본 발명의 다른 목적은 엘이디 칩들이 실장되는 작은 크기의 유연성 회로 기판들을 이용하여 대면적으로 제작된 플렉시블 엘이디 조명 장치를 제공하는 것이다.
- [10] 본 발명의 또 다른 목적은, 가로 방향 갭 라인과 세로 방향 갭 라인을 형성하면서 측면들끼리 이어 붙여진 마이크로 엘이디 모듈들의 상면 상에 광 투과 필름을 배치한 마이크로 엘이디 디스플레이 패널의 구현에 있어서, 가로 방향 갭 라인과 세로 방향 갭 라인으로 인해 광 투과 필름과 엘이디 모듈들 사이에 잔존하는 에어가 보다 더 효과적으로 제거될 수 있고, 에어를 빼내기 위한 홀의 총 면적을 최소화할 수 있는 기술을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [11] 제1 개시에 따른 플렉시블 면조명 장치는 상부 절연 필름, 하부 절연 필름 및 상기 상부 절연 필름과 상기 하부 절연 필름 사이에 개재된 금속 박막층을

포함하는 플렉시블 기판(flexible substrate); 상기 플렉시블 기판의 상면에 2차원적으로 배열된 다수개의 마이크로 엘이디 칩들; 및 유연성을 가지며, 상기 마이크로 엘이디 칩들의 상면 및 측면을 덮도록 상기 플렉시블 기판의 상면에 형성된 투광성 수지부를 포함하며, 상기 플렉시블 기판은 상기 상부 절연 필름에 상기 투광성 수지부와 접하는 백색 반사층을 포함한다.

- [12] 제2 개시의 일측면에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 제1 플렉시블 회로 기판과 상기 제1 플렉시블 회로 기판상에 실장되는 복수개의 마이크로 엘이디 칩을 포함하는 제1 마이크로 엘이디 모듈과 제2 플렉시블 회로 기판과 상기 제2 플렉시블 회로 기판상에 실장되는 복수개의 마이크로 엘이디 칩을 포함하는 제2 마이크로 엘이디 모듈을 포함하는 플렉시블 마이크로 엘이디 패널; 및 상기 플렉시블 마이크로 엘이디 패널 상에 형성되어 상기 제1 마이크로 엘이디 모듈과 상기 제2 마이크로 엘이디 모듈을 덮는 광 투과 시트를 포함하며, 상기 제1 플렉시블 회로 기판과 상기 제2 플렉시블 회로 기판의 측면은 가로 방향 또는 세로 방향이 인접하게 배치되고, 상기 제1 플렉시블 회로 기판과 상기 제2 플렉시블 회로 기판의 저면은 전기적으로 연결하는 2웨이 배선부가 형성된다.
- [13] 제2 개시의 다른 측면에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 적어도 4개 이상의 복수개의 플렉시블 회로 기판들과 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판들상에 각각 실장되는 복수개의 마이크로 엘이디 칩을 포함하는 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널; 및 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널 상에 형성되어 상기 복수개의 마이크로 엘이디 칩을 덮는 광 투과 시트를 포함하며, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판들의 저면에서 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판들이 만나는 점에 제공되고, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판들을 전기적으로 연결하는 4웨이 배선부를 포함한다.
- [14] 제2 개시의 또 다른 측면에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는 플렉시블 마이크로 엘이디 패널; 및 상기 플렉시블 마이크로 엘이디 패널 상에 배치된 광 투과 시트를 포함하며, 상기 플렉시블 마이크로 엘이디 패널은, 가로 방향 및 세로 방향을 따라 측면들끼리 접하여 겹 없이 배열되는 복수개의 플렉시블 회로 기판들과, 상기 플렉시블 회로 기판들 상에 실장되어, 상기 광 투과 시트에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩들과, 상기 플렉시블 회로 기판들의 가로 방향 또는 세로 방향으로 인접하는 두 플렉시블 회로 기판들을 전기적으로 연결하는 2웨이 배선부와, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판들 중 4개의 플렉시블 회로 기판들이 만나는 점에 제공되어, 상기 플렉시블 회로 기판들을 전기적으로 연결하는 4웨이 배선부를 포함하며, 상기 2웨이 배선부와 상기 4웨이 배선부는 상기 플렉시블 회로 기판의 저면에서 동일 평면상에 형성된다.
- [15] 제3 개시의 일측면에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 사각형으로 이루어져 적어도 한 변의 가장자리 영역들이 중첩되게 배치된 제1 플렉시블 회로 기판, 제2 플렉시블 회로 기판 및 제N 플렉시블 회로 기판(N은 3이상의 자연수)을 포함하는 복수개의 플렉시블 회로 기판들을 포함하고, 상기 복수개의 플렉시블

회로 기관들 상에 각각 실장되는 복수개의 엘이디 칩들과, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기관들 각각은 서로 평행하게 위치한 제1 가장자리 영역과 제2 가장자리 영역을 포함하고, 상기 제1 가장자리 영역에는 상기 플렉시블 회로 기관의 상면으로부터 일정 깊이 함몰된 제1 단차부가 형성되고, 상기 제2 가장자리 영역에는 상기 플렉시블 회로 기관의 저면으로부터 일정 깊이 함몰된 제2 단차부가 형성되고, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기관들 중에 상기 제1 플렉시블 회로 기관의 제1 단차부와 상기 제2 플렉시블 회로 기관의 제2 단차부가 겹치는 영역에 제1 배선부가 형성된다.

- [16] 제3 개시의 다른 측면에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 사각형으로 이루어져 적어도 한 변의 가장자리 영역들이 중첩되게 배치된 제1 플렉시블 회로 기관, 제2 플렉시블 회로 기관 및 제N 플렉시블 회로 기관(N은 3이상의 자연수)을 포함하는 복수개의 플렉시블 회로 기관들과, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기관들 상에 각각 실장되는 복수개의 엘이디 칩들과, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기관들 각각은 서로 평행하게 위치한 제1 가장자리 영역과 제2 가장자리 영역을 포함하고, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기관들 중에 상기 제1 플렉시블 회로 기관의 제1 가장자리 영역의 상면과 상기 제2 플렉시블 회로 기관의 가장자리 영역의 저면이 겹치는 영역에 제1 배선부가 형성되고, 상기 제1 배선부를 통해 상기 제1 플렉시블 회로 기관과 상기 제2 플렉시블 회로 기관이 전기적으로 연결된다.

- [17] 제4 개시의 일 측면에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널은 본 발명의 일 측면에 따른 제1 마운트 기관과 상기 제1 마운트 기관의 상면에 행렬 배열된 복수개의 마이크로 엘이디 픽셀들과 상기 제1 마운트 기관 상에 형성되며 가장자리에 경사면을 갖는 수지층을 포함하는 제1 마이크로 엘이디 모듈; 제2 마운트 기관과 상기 제2 마운트 기관의 상면에 행렬 배열된 복수개의 마이크로 엘이디 픽셀들과 상기 제2 마운트 기관 상에 형성되며 가장자리에 경사면을 갖는 수지층을 포함하고, 상기 제1 마이크로 엘이디 모듈의 적어도 하나의 측면에 인접하게 배치되어, 상기 제1 마이크로 엘이디 모듈과의 사이에 가로 방향 갭 또는 세로 방향 갭을 형성하는 제2 마이크로 엘이디 모듈; 상기 제1 마이크로 엘이디 모듈 및 상기 제2 마이크로 엘이디 모듈의 상면을 커버하는 광 투과 필름;을 포함하며, 상기 광 투과 필름은, 상기 가로 방향 갭을 따라 형성된 제1 에어 홀들과, 상기 세로 방향 갭을 따라 형성된 제2 에어 홀들을 포함하며, 상기 제1 에어 홀들과 상기 제2 에어 홀들 각각에 대응되게 상기 제1 마이크로 엘이디 모듈과 상기 제2 마이크로 엘이디 모듈 사이에는 상기 수지층의 경사면에 접하는 싱크(Sinking)부가 형성된다.

- [18] 제4 개시의 일 측면에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널 제조방법은 마운트 기관 및 상기 마운트 기관에 복수개의 마이크로 엘이디 칩들이 행렬 배열된 복수개의 마이크로 엘이디 모듈들을 준비하는 단계; 가로 방향 갭 라인과 세로 방향 갭 라인이 형성되게, 상기 복수개의 마이크로 엘이디 모듈들을

측면들끼리 이어 붙이는 단계; 및 상기 복수개의 마이크로 엘이디 모듈들의 상면에 접하도록 광 투과 필름을 배치하는 단계를 포함하며, 상기 광 투과 필름은, 상기 가로 방향 겹 라인을 따라 형성된 제1 에어 홀들과, 상기 세로 방향 겹 라인을 따라 형성된 제2 에어 홀들을 포함한다.

발명의 효과

- [19] 제1 개시에 따른 플렉시블 면조명 장치는, 패키지 없는 배어 칩 상태의 마이크로 엘이디 칩들이 플렉시블 기관의 유연성을 보장할 수 있는 배열로 상기 플렉시블 기관 상에 실장됨으로써, 다양한 형상으로 변형 가능하며, 플렉시블 기관에 구비된 형상 유지층 또는 플렉시블 기관이 결합되는 방열부가 변형된 상태로 플렉시블 기관을 유지함으로써, 원하는 형상으로 변형되어 유지될 수 있다.
- [20] 제2 개시 및 제3 개시에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 매우 작은 두께를 가지며, 자유자재로 다양한 곡률을 갖는 곡면으로 형성될 수 있으며, 소정 곡률을 갖는 곡면으로 형성될 때에도, 균일한 면광을 발할 수 있다. 제2 개시에 따르면, 작은 사이즈를 갖는 플렉시블 회로 기관 및 그 플렉시블 회로 기관에 실장된 엘이디 칩들을 포함하는 플렉시블 엘이디 모듈을 여러 개 준비하고, 이 여러 개의 엘이디 모듈들을 측면들끼리 겹 없이 인접하게 배치하고, 이들 엘이디 모듈들의 엘이디 칩들을 직렬 또는 병렬 또는 직병렬로 전기적으로 연결하여, 대면적의 플렉시블 엘이디 조명 장치를 구현할 수 있다. 또한, 제2 개시에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 대면적을 갖는 파장 변환 시트와 대면적을 갖는 광 확산 시트가 여러개의 플렉시블 엘이디 모듈들에 구비된 다수의 엘이디 칩들, 즉, 측면끼리 겹 없이 연결된 여러 개의 유연성 회로기관들에 실장된 모든 엘이디 칩들을 모두 덮도록 제공되므로, 효율적으로 그리고 높은 경제성으로 제작될 수 있다. 여러개의 엘이디 모듈들을 이용하지만, 측면끼리 겹 없이 붙여 이용하므로, 엘이디 모듈들 사이의 경계가 잘 나타나지 않을 수 있다. 또한 제2 개시에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는 다양한 디자인의 조명, 인테리어 조명, 차량 및 건물 실내 조명 등에 유리하게 이용될 수 있다.
- [21] 제4 개시에 따르면, 가로 방향 겹 라인과 세로 방향 겹 라인을 형성하면서 측면들끼리 이어 붙여진 마이크로 엘이디 모듈들의 상면 상에 광 투과 필름을 배치한 마이크로 엘이디 디스플레이 패널의 구현에 있어서, 가로 방향 겹 라인과 세로 방향 겹 라인으로 인해 광 투과 필름과 엘이디 모듈들 사이에 잔존하는 에어가 보다 더 효과적으로 제거될 수 있고, 에어를 빼내기 위한 홀의 총 면적을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [22] 도 1은 제1 개시의 제1 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 부분 절개 사시도이다.
- [23] 도 2는 제1 개시의 제1 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한

단면도이다.

- [24] 도 3 도 1 및 도 2에 도시된 플렉시블 면조명 장치가 적용되는 하나의 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [25] 도 4는 제1 개시의 제2 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.
- [26] 도 5는 제1 개시의 제3 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.
- [27] 도 6은 제1 개시의 제4 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.
- [28] 도 7은 제1 개시의 제4 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치의 응용예를 설명하기 위한 도면이다.
- [29] 도 8은 제1 개시의 제5 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.
- [30] 도 9는 제2 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 사시도이다.
- [31] 도 10은 제2 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 분해사시도이다.
- [32] 도 11은 제2 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 저면 분해 사시도이다.
- [33] 도 12는 제2 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 확대 단면도이다.
- [34] 도 13은 제2 개시의 다른 실시예에 따라 플렉시블 경계 접착부를 더 포함하는 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 확대 단면도이이다.
- [35] 도 14는 제2 개시의 다른 실시예에 따라 언더필 재료를 더 포함하는 엘이디 조명 장치를 도시한 확대 단면도이다.
- [36] 도 15는 제2 개시의 또 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 저면도이다.
- [37] 도 16은 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 사시도이다.
- [38] 도 17은 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 분해사시도이다.
- [39] 도 18은 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치의 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널을 도시한 분해사시도이다.
- [40] 도 19는 도 18에 도시된 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널을 도시한 평면도이다.
- [41] 도 20의 (a) 및 (b)는 도 19의 A-A를 따라 취해진 단면도 및 도 19의 B-B를 따라 취해진 단면도이다.
- [42] 도 21은 제3 개시의 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한

분해사시도이다.

- [43] 도 22는 제3 개시의 또 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 분해 단면도이다.
- [44] 도 23은 도 22에 도시된 플렉시블 엘이디 조명 장치의 단면도이다.
- [45] 도 24는 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널을 광 투과 필름이 분리된 상태로 도시한 사시도이다.
- [46] 도 25는 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널을 광 투과 필름이 부착된 상태로 도시한 사시도이다.
- [47] 도 26 내지 도 29는 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널 제조방법을 차례대로 설명하기 위한 도면들이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [48] [제1 개시]
- [49] 제1 개시에 대하여, 도 1 내지 도 8만을 참조하여 설명한다.
- [50] 도 1 내지 도 3은 제1 개시의 제1 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 설명하기 위한 도면들이다.
- [51] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 제1 개시의 제1 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치(1)는, 외력에 의해 원하는 형태로 변형 가능하고, 그 외력이 제거된 상태에서는, 변형된 후의 상태를 그대로 유지할 수 있도록 구성된 것으로서, 플렉시블 기판(flexible substrate; 10)과, 마이크로 엘이디 칩(20)들과, 투광성 수지부(30)와, 과장변환필름(40)을 포함한다.
- [52] 본 실시예에서, 상기 플렉시블 기판(10)은 예컨대 FPCB(Flexible Printed Circuit Board)와 같이 유연성을 갖는 기판 재료와 회로 등을 포함하는 것으로서, 이하 더 자세히 설명되는 바와 같이, 변형을 허용하기 위한 유연성과 변형 후 형상 유지 기능을 갖는다.
- [53] 상기 다수개의 마이크로 엘이디 칩(20)들은 상기 플렉시블 기판(10)의 상면에 2차원적으로 행렬 배열되는 것으로서, 적어도 한 번의 길이가 수 내지 수백 마이크로미터, 더 바람직하게는, 2백 마이크로미터 이하로 작아서, 충분한 칩간 간격을 가지고 상기 플렉시블 기판(10) 상에 어레이될 경우, 상기 플렉시블 기판(10)이 원하는 형태로 변형되는 것을 허용할 수 있다.
- [54] 본 실시예에서, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들 각각은 상부에 투명 사파이어 기판(21)을 포함하고, 그 투명 사파이어 기판(21)의 하부면과 접해 형성된 버퍼층(212)으로부터 아래를 향해 제1 도전형 반도체층(22), 활성층(23) 및 제2 도전형 반도체층(24)을 포함한다. 또한, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들 각각은 상기 제1 도전형 반도체층(22)과 연결된 제1 전극패드(25a)와 상기 제2 도전형 반도체층(24)과 연결된 제2 전극패드(25b)를 상기 플렉시블 기판(10)과 마주하는 면에 구비하는 플립칩형 마이크로 엘이디 칩이다. 상기 제1 전극패드(25a)와 상기 제2 전극패드(25b)는 제1 솔더범프(26a) 및 제2 솔더범프(26b)에 의해 상기

플렉시블 기판 상의 제1 및 제2 전극과 연결된다.

- [55] 이때, 상기 제1 전극패드(25a)는 상기 마이크로 엘이디 칩(20)의 반도체 적층 구조에서 활성층(23) 및 제2 도전형 반도체층(24)을 포함하는 일부 영역이 제거되어 오픈된 영역을 통해 제1 도전형 반도체층(25a)과 연결될 수 있다. 본딩와이어에 의해 전극패드가 기판 상의 전극과 연결되는 래터럴(lateral) 타입 엘이디 칩의 경우에는, 플렉시블 기판(10)을 변형시킬 때, 본딩와이어의 탈락이나 손상이 있지만, 본 실시예와 같이, 플립칩 타입 엘이디 칩을 이용하면, 플렉시블 기판(10)을 변형시키더라도 위와 같은 문제가 발생하지 않는다.
- [56] 또한, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)은 과장변환재료와 함께 백색광을 만들어낼 수 있는 과장의 광, 특히, 청색광을 발하는 청색 엘이디 칩, 더 바람직하게는, 질화갈륨계 엘이디 칩일 수 있다.
- [57] 상기 투광성 수지부(30)는, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)을 높은 투과율로 투과시킬 수 있는 것으로서, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들의 상면 및 측면들과 상기 플렉시블 기판(10)의 상면을 모두 덮도록 형성된다. 그리고, 상기 투광성 수지부(30)는, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들의 상면 및 측면들과 상기 플렉시블 기판(10)의 상면과 모두 접하도록 형성된다. 또한, 상기 투광성 수지부(30)의 상면은 상기 플렉시블 기판(10)의 상면과 평행한 것이 바람직하다. 상기 투광성 수지부(30)는 투명 실리콘 수지 또는 투명 에폭시 수지로 형성되는 것이 바람직하며, 상기 플렉시블 기판(10)을 변형할 때, 함께 변형 가능한 정도의 유연성을 갖는다. 또한, 도시하지는 않았지만, 상기 투광성 수지부(30)의 상면에는 광 확산 또는 광 산란 패턴이 형성될 수 있다.
- [58] 상기 과장변환필름(40)은, 상기 투광성 수지부(30)의 상면에 형성되어, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들의 측면 및 상면을 통해 나와 상기 투광성 수지부(30)를 투과한 광을 과장 변환하는 과장변환재료를 포함하며, 이 과장변환재료는 1종 이상의 형광체 또는 쿼텀닷을 포함할 수 있다.
- [59] 앞에서 언급한 바와 같이, 상기 플렉시블 기판(10)은, 외력에 의해 쉽게 변형될 수 있는 유연성과 변형 후 형상 유지 기능을 갖는다. 이를 위해, 상기 플렉시블 기판(10)은, 상기 플렉시블 기판(10)을 변형시키는 외력이 제거될 때, 상기 플렉시블 기판(10)의 변형된 상태를 유지시켜주는 형상 유지층(14) 등을 포함한다.
- [60] 더 구체적으로, 상기 플렉시블 기판(10)은 상기 투광성 수지부(30)와 접하도록 최상부에 배치된 백색 반사층(18)과, 상기 백색 반사층(18)의 하부에 형성된 코어층(16)을 더 포함한다. 또한, 전술한 형상 유지층(14)은 상기 코어층(16)의 하부에 위치한다. 상기 백색 반사층(18)은 반사도가 좋은 백색 PSR 필름인 것이 바람직하다.
- [61] 상기 백색 반사층(18)에는 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들에 대응하는 다수의 홀(181)들이 형성된다. 또한, 상기 다수의 홀(181; 도 2에 하나만 표시함)들 각각에는 마이크로 엘이디 칩(20)들이 위치한다. 이때, 상기 다수의 홀(181)들

각각의 깊이는, 상기 홀(181)들 각각이 상기 마이크로 엘이디 칩(20) 하부 또는 솔더 범프들을 수용할 수 있되, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)의 활성층이 상기 홀(181) 밖에 나와 있을 수 있는 정도로 정해진다.

[62] 그리고, 상기 코어층(16)은, 실질적으로 플렉시블 기판(10)의 회로 기판 기능을 수행하는 부분으로서, 상부 절연 필름(162) 및 하부 절연 필름(164)과 이들 사이에 개재된 금속 박막층(163)을 포함한다. 본 실시예에서, 상기 상부 절연 필름(162) 및 상기 하부 절연 필름(164)으로 폴리이미드 필름이 이용되고, 상기 금속 박막층(163)은, 일정 패턴의 금속 박막으로 형성된 층으로서, 본 실시예에서는, Cu 박막이 이용된다.

[63] 본 실시예에서, 상기 형상 유지층(14)은 상기 코어층(16)의 하부면, 특히, 상기 하부 절연 필름(164)의 하부면에 접하여 형성된 것으로서, 변형을 허용하기 위한 유연성과 변형 후 형상 유지성을 갖는 소정 두께의 금속 소재로 이루어진다. 본 실시예에서는, 일정 두께를 갖는 Al 플레이트가 형상 유지층(14)으로 이용된다. 여기에서, 용어 “Al 플레이트”는 Al 합금 플레이트를 포함한다는 것에 유의한다. Al 플레이트로 형성된 형상 유지층(14)은, 플렉시블 기판(10)을 구부리거나 휘는 외력에 의해 플렉시블 기판(10)의 변형을 허용하면서도, 외력이 제거된 상태에서는, 그 변형된 상태를 그대로 유지하도록 해준다.

[64] 도 3에서 가상선으로 표시된 플렉시블 면조명 장치(1)는, 삼각형 단면을 갖는 객체(O)의 상면 굴곡에 맞추어, 일정 각도로 구부러진다. 이때, 플렉시블 면조명 장치(1)는 전술한 형상 유지층(14)으로 인해 그 구부러진 각도 그대로 유지된다. 또한, 상기 플렉시블 기판(10)은 외부 객체(O)에 접촉되는 접촉 필름(12)을 가장 하부에 더 포함할 수 있다.

[65] 도 4는 제1 개시의 제2 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.

[66] 도 4를 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치(1)는, 플렉시블 기판(flexible substrate; 10)과, 마이크로 엘이디 칩(20)들과, 투광성 수지부(30)를 포함한다. 다만, 본 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치는 앞선 실시예의 파장변환필름이 생략되는 대신, 상기 투광성 수지부(30) 내에 다수의 형광체 또는 퀀텀닷과 같은 파장변환재료(41)들이 폭넓게 분포된다.

[67]

[68] 도 5는 발명의 제3 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.

[69] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치(1)는, 플렉시블 기판(flexible substrate; 10)과, 마이크로 엘이디 칩(20)들과, 투광성 수지부(30)를 포함한다. 다만, 본 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치는, 앞선 실시예들과 달리, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)의 상면 및 측면들을 덮도록 형성된 파장변환층(42)을 포함하며, 이 파장변환층(42)은 형광체 또는 퀀텀닷과 같은 파장변환재료가 상기 마이크로 엘이디 칩(20)의 상면 및 측면 상에 형성되어 이루어진다.

[70]

[71] 도 6은 제1 개시의 제4 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[72]

도 6을 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치는 플렉시블 기관(10)과, 상기 플렉시블 기관(10)의 상면에 2차원적으로 배열된 다수개의 마이크로 엘이디 칩(20)들과, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들의 상면들 및 측면들에서 방출된 광의 파장을 변환하는 파장변환재료와, 상기 플렉시블 기관(10)이 굴곡지게 결합되는 굴곡진 결합면을 갖는 방열부(60)와, 상기 마이크로 엘이디 칩(20)들의 상면 및 측면들을 덮도록 상기 플렉시블 기관(10)의 상면에 형성된 투광성 수지부(30)를 포함한다. 상기 투광성 수지부(30)는, 상기 플렉시블 기관(10)이 상기 방열부(60)의 굴곡진 결합면에 결합될 때, 상기 플렉시블 기관(10)과 함께 굴곡지게 변형되도록 유연성을 갖는다.

[73]

상기 플렉시블 기관(10)은 상기 투광성 수지부(30)와 접하도록 최상부에 배치된 백색 반사층(18)과, 상기 백색 반사층(18)의 하부에 형성된 코어층(16)을 더 포함한다. 상기 백색 반사층(18)은 반사도가 좋은 백색 PSR 필름인 것이 바람직하다. 그리고, 상기 코어층(16)은, 실질적으로 플렉시블 기관(10)의 회로 기관 기능을 수행하는 부분으로서, 상부 절연 필름(162) 및 하부 절연 필름(164)과 이들 사이에 개재된 금속 박막층(163)을 포함한다. 본 실시예에서, 상기 상부 절연 필름(162) 및 상기 하부 절연 필름(164)으로 폴리이미드 필름이 이용되고, 상기 금속 박막층(163)은, 일정 패턴의 금속 박막으로 형성된 층으로서, 본 실시예에서는, Cu 박막이 이용된다.

[74]

상기 플렉시블 기관(10)은 상기 코어층(16)의 하부에 접착필름(12)을 포함하며, 상기 접착필름(12)에 의해, 상기 플렉시블 기관(10)은 상기 방열부(60)에 접착된다. 상기 방열부(60)는 변형을 허용하기 위한 유연성과 변형 후 형상 유지성을 갖는 금속 소재로 이루어진다. 본 실시예에서는, 일정 두께를 갖는 Al 플레이트가 방열부(60)로 이용된다. 상기 방열부(60) 및 상기 방열부(60)와 결합된 플렉시블 기관(10)은 외력에 의해 다양한 형태로 변형될 수 있다. 이때, 방열부(60)가 외력이 해제되면 변형된 상태를 그대로 유지하는 성질을 가지므로, 플렉시블 기관(10) 또한 변형된 상태를 그대로 유지한다. 즉, 상기 플렉시블 기관(60)은 상기 방열부(60)의 변형된 형태에 의존하여 자신의 변형된 상태가 유지된다. 도 6에 도시된 바에 따르면, 방열부(60)가 파형으로 변형된 상태로 유지되고, 그와 결합된 플렉시블 기관(10) 또한 변형된 상태로 유지된다. 더 나아가, 플렉시블 기관(10)과 결합되어 있는 투광성 수지부(30) 또한 플렉시블 기관(10)과 마찬가지로 방열부(60)의 파형에 대응되는 형태로 유지된다.

[75]

플렉시블 기관(10) 및 투광성 수지부(30)가 유연성을 가지고, 상기 플렉시블 기관(10)에 결합되어 있는 방열부(60)가 굴곡지게 변형된 상태로 그 굴곡진 변형 상태를 유지하는 성질을 가지므로, 상기 방열부(60)를 굴곡지게 변형시키면, 플렉시블 기관(10)과 투광성 수지(30)도 그에 상응하는 형상을 굴곡진 상태로

유지될 수 있다. 도 7의 (a) 방열부(60)가 대략 90도로 꺾인 굴곡 형태로 유지되는 경우, 플렉시블 기관(10) 및 투광성 수지부(30)도 90도 꺾인 굴곡 형태로 유지되는 예를 보여주고, 도 7의 (b)는 방열부(60)가 대략 반원형으로 휘어진 굴곡 형태로 유지되는 경우, 플렉시블 기관(10) 및 투광성 수지부(30)도 반원형으로 휘어진 굴곡 형태로 유지되는 예를 보여준다.

[76] 도 8은 제1 개시의 제5 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치를 도시한 단면도이다.

[77] 도 8을 참조하면, 제1 개시의 제5 실시예에 따른 플렉시블 면조명 장치는 방열판(62)과 그 방열판(62)의 저면에 형성된 다수의 방열핀(64)로 구성된 방열부(60)로 이루어진다. 방열판(60)은 외력에 의해 변형될 수 있고 외력이 제거되면 변형된 상태를 유지할 수 있는 금속 플레이트, 바람직하게는, Al 플레이트로 되어 있다. 나머지 구성은 전술한 제1 개시의 제4 실시예와 실질적으로 동일하므로 구체적인 설명을 생략한다.

[78]

[79] 앞선 실시예들에서 자세히 설명되지는 않았지만, 제1 개시에 따른 플렉시블 면조명 장치는 상면에 투광성 수지부의 상면에 광확산 필름을 더 포함할 수 있다.

[80] 제1 개시에 따라, 상기 플렉시블 기관(10)에 실장되는 마이크로 엘이디 칩(20)의 크기 및 피치(pitch)에 따라 플렉시블 기관(10)의 두께가 달라질 수 있다. 예컨대, 수십 내지 수백 마이크로미터 폭을 갖는 마이크로 엘이디 칩(20), 더 바람직하게는, $100\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 크기의 마이크로 엘이디 칩(20)이 적용되는 경우, 대략 0.8mm 피치 간격으로 마이크로 엘이디 칩(20)들이 어레이되는 경우, 대략 0.15mm의 플렉시블 기관(10)이 이용될 수 있고, 대략 0.6~0.8mm 피치 간격으로 마이크로 엘이디 칩(20)들이 어레이되는 경우, 0.30mm 두께를 갖는 플렉시블 기관(10)이 이용될 수 있으며, 대략 0.4~0.6mm 피치 간격으로 엘이디 칩(20)들이 어레이되는 경우, 대략 0.45mm 두께를 갖는 플렉시블 기관(10)이 이용될 수 있다. 피치를 줄임으로써 균일한 면광을 얻을 수 있지만, 플렉시블 기관(10)의 적층수와 두께가 증가하여, 곡률을 자유자재로 변경하는 것이 어려워진다.

[81]

[82] [제2 개시]

[83] 제2 개시에 대하여, 도 9 내지 도 15만을 참조하여 설명한다.

[84] 도 9 내지 도 12는 제2 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 설명하기 위한 도면들이다.

[85] 도 9 내지 도 12를 참조하면, 제2 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 다양한 형태로 변형 가능한 면 조명 장치로서, 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)과, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100) 상에 배치된 광 투과 시트(200)를 포함한다.

[86] 상기 광 투과 시트(200)는, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디

패널(100)에서 나온 광을 저면에서 받아 상면에서 외부로 방사하는 것으로서, 단일 층의 막으로 형성될 수 있지만, 다양한 기능을 갖는 2층 이상의 막들이 적층된 구조로 이루어진 것이 바람직하다. 본 실시예에 있어서, 상기 광 투과 시트(200)는, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)의 상면에 직접 접하도록 적층되어, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)에서 나온 광을 파장 변환하는 파장 변환 시트(220)와, 상기 파장 변환 시트(220)를 통과한 광을 확산시켜 외부로 방출하기 위한 광 확산 시트(240)를 포함한다.

- [87] 상기 파장 변환 시트(220)는, 투명 수지에 형광체 또는 쿼텟닷과 같은 파장 변환재료(222)를 혼합하여 성형된다. 상기 파장 변환재료에 의해 파장 변환된 광과 파장 변환재료를 거치지 않고 파장 변환 시트(220)를 통과한 광의 혼합에 의해 백색광이 만들어질 수 있다. 상기 광 확산 시트(240)은 예컨대, TiO_2 , SiO_2 등과 같은 광 확산 물질(242)을 포함할 수 있으며, 파장 변환된 광을 확산하여 방사하는 역할을 한다. 또한, 상기 광 투과 시트(200)는, 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)의 상면에 적층 형태로 결합되므로, 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)에 포함된 복수개의 플렉시블 회로 기판(120)들을 측면들이 이어 붙여진 상태로 유지시켜주는 기능을 한다. 이때, 상기 광 투과 시트(200)가 플렉시블한 특성을 가짐은 물론이다.

- [88] 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은 직사각형 또는 정사각형을 갖는 복수개의 플렉시블 회로 기판(120)들과, 상기 플렉시블 회로 기판(120)들 상에 실장되어, 상기 광 투과 시트(200)에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩(140)들과, 상기 플렉시블 회로 기판(120)들의 저면에서 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120)들을 전기적으로 연결하는 하나 이상의 배선부(160)를 포함한다. 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판(120)들은 가로 방향과 세로 방향을 따라 행렬 배열되며, 각 플렉시블 회로 기판(120)은, 네 측면들이 이웃하는 다른 플렉시블 회로 기판(120)들의 대응 측면과 접하도록 배치된다. 이에 따라, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120, 120)들 사이에 원치 않는 어떠한 갭(gap)도 갖지 않을 수 있다.

- [89] 상기 배선부(160)는, 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120)들의 엘이디 칩(140)들을 직렬 또는 직병렬로 연결하기 위한 것으로서, 예컨대, 점퍼(jumper) 또는 하니스(harness)로 형성될 수 있다. 또한, 본 실시예에서, 상기 배선부(160)는 가로 방향 또는 세로 방향으로 인접하는 두 플렉시블 회로 기판(120) 사이에 제공된 2웨이 배선부(162)와, 이웃하는 4개의 플렉시블 회로 기판(120, 120, 120, 120)이 만나는 지점에 제공된 4웨이 배선부(164)를 포함한다. 상기 2웨이 배선부(162)는 가로 또는 세로 방향으로 인접하는 두 플렉시블 회로 기판(120, 120) 상의 엘이디 칩(140)들을 전기적으로 연결하는 배선들만을 포함하고, 상기 4웨이 배선부(164)는 가로 방향으로 인접하는 두 플렉시블 회로 기판(120, 120) 상의 엘이디 칩(140)들을 전기적으로 연결하는 배선과 세로 방향으로 인접하는 두 플렉시블 회로 기판(120, 120) 상의 엘이디 칩(140)들을 전기적으로 연결하는

배선을 모두 포함할 수 있다.

- [90] 상기 엘이디 칩(140)들 각각은 적어도 한 변의 길이가 수십 내지 수백 마이크로미터 크기인 마이크로 엘이디 칩들일 수 있다. 이와 같이 엘이디 칩(140)들의 크기가 매우 작고, 플렉시블 회로 기판(120)들이 유연성을 가지므로, 플렉시블 회로 기판(120)들을 이어 붙인 확장형 유연성 회로 기판과 그 확장형 유연성 회로 기판에 실장되어 있는 엘이디 칩(140)들을 포함하는 확장형 마이크로 엘이디 패널(100)의 변형은 미세 크기까지도 가능할 수 있다. 단위 플렉시블 회로 기판(120)과 해당 단위 플렉시블 회로 기판(120) 상에 실장된 엘이디 칩(140)들이 하나의 엘이디 모듈을 구성하므로, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은 복수개의 엘이디 모듈들을 이어 붙여 형성한 것과 같다.
- [91] 상기 엘이디 칩(140)은 본딩 와이어가 없는 와이어리스 칩, 특히, 하부에 제1 도전형 전극패드와 제2 도전형 전극패드를 모두 구비하여 플립칩 방식으로 플렉시블 회로 기판(120)에 실장되는 플립칩형 엘이디 칩인 것이 바람직하다. 만일 본딩 와이어를 필요로 하는 엘이디 칩을 이용하는 경우, 광 투과 시트의 적층시 본딩 와이어가 손상될 수 있다.
- [92] 도 12에 가장 잘 도시된 바와 같이, 상기 플렉시블 마이크로 엘이디 패널에 어레이된 특정 엘이디 칩(140)들의 열 내에서 하나의 플렉시블 회로 기판(120) 상에서 이웃하는 엘이디 칩(140)들 사이의 제1 간격 D 과 이웃하는 두 회로 기판(120, 120) 상에서 이웃하는 두 엘이디 칩(140, 140)들 사이의 제2 간격 d 는 다음과 같은 관계식을 갖는 것이 바람직하다.
- [93] $D = (0.9 \sim 1.1) \times d$
- [94] 제2 간격이 제1 간격의 1.1배를 초과하면, 두 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120, 120) 사이의 경계 영역이 다른 영역에 비해 과도하게 어두워지는 초래되고, 제2 간격이 제1 간격의 0.9배 미만이면, 두 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120, 120) 사이의 경계 영역이 다른 영역에 비해 과도하게 밝아지는 현상이 초래되어, 두 경우 모두, 균일한 면광원을 구현하는데 있어서 방해가 된다.
- [95] 본 실시예에 있어서, 엘이디 칩(140)들 사이의 빈 공간은 광 투과 시트의 일부, 특히, 파장 변환 시트(220)의 일부가 압축되어 채워진다.
- [96] 위에서 설명한 플렉시블 엘이디 조명 장치는 다음과 같은 공정에 따라 제작될 수 있다.
- [97] 먼저, 대면적의 광 투과 시트(200), 더 구체적으로, 대면적으로 파장 변환 시트(220) 및/또는 광 확산 시트(240)을 준비하고, 그 광 투과 시트(200)의 사이즈에 맞게 결합된 플렉시블 엘이디 모듈들, 즉, 엘이디 칩(140)들이 실장되어 있는 플렉시블 회로 기판(120)들을 배치한다. 이에 의해, 겹 없이 배열된 복수개의 플렉시블 회로 기판(120)들과 그 플렉시블 회로 기판(120) 상에 실장된 다수의 엘이디 칩(120)들을 포함하는 구조가 상기 광 투과 시트(200)와 접하여 배치될 수 있다. 다음, 배선부(160)들을 이용하여, 플렉시블 회로 기판(120)들을

전기적으로 연결한다. 이 전기적 연결은 서로 다른 회로 기관에 있는 엘이디 칩(140)들을 직병렬로 연결한다. 플렉시블 회로 기관(120) 그 플렉시블 회로 기관(120)에 실장된 엘이디 칩(140)들로 구성된 플렉시블 엘이디 모듈 각각은 전술한 것과 같은 배치 및 조립을 위해 베젤(Bezel)이 없도록 제작 한다. 편리한 직병렬 연결을 위하여, 플렉시블 회로 기관(120)의 배면을 양의 전극부와 음의 전극부로 나눠 주는 것이 좋다. 따라서, 이웃하는 두 플렉시브 회로 기관(120, 120), 즉, 제1 플렉시블 회로 기관(120)과 상기 제2 플렉시블 회로기관(120)의 저면은 각각 양의 전극부와 음의 전극부를 포함하며, 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 양의 전극부의 측면과 상기 제2 플렉시블 회로 기관(120)의 음의 전극부의 측면이 서로 인접해 있도록 하는 것이 바람직하다.

[98] 도 13은 제2 개시의 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[99] 도 13을 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 앞선 실시예와 마찬가지로, 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)과, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널 상에 배치된 광 투과 시트(200)를 포함하며, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은, 가로 방향 또는 세로 방향을 따라 측면들끼리 접하여 갭(gap) 없이 배열되는 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들과, 상기 플렉시블 회로 기관들 상에 실장되어, 상기 광 투과 시트(200)에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩들(140)과, 상기 플렉시블 회로 기관(120)들의 저면에서 이웃하는 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결하는 배선부(160)를 포함하다.

[100] 이에 더하여, 상기 플렉시블 엘이디 조명 장치는 이웃하는 플렉시블 회로 기관들(120) 사이의 경계를 따라 형성된 플렉시블 경계 접착부(170)를 더 포함한다. 상기 플렉시블 경계 접착부(170)는 상기 경계를 따라 상기 플렉시블 회로 기관(120)의 이웃하는 두 가장자리에 길게 부착되는 플렉시블 접착 테이프이거나 또는 상기 경계를 따라 상기 플렉시블 회로 기관(120)의 이웃하는 두 가장자리에 길게 도포되는 플렉시블 실링재일 수 있다. 상기 플렉시블 경계 접착부(170)는 상기 플렉시블 회로 기관(120)이 갖는 유연성과 유사한 유연성을 가지므로, 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)이 전체적으로 플렉시블한 특성을 갖도록 해준다. 그리고, 상기 플렉시블 경계 접착부(170)는 이웃하는 플렉시블 회로 기관(120, 120)을 연결하는 배선부(160)의 적어도 일부를 덮도록 제공될 수 있다. 나머지 구성은 앞선 실시예와 동일하므로, 중복을 피하기 위해 설명을 생략한다.

[101] 도 14는 제2 개시의 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[102] 도 14를 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 앞선 실시예와 마찬가지로, 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)과, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100) 상에 배치된 광 투과 시트(200)를

포함하며, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은, 가로 방향 또는 세로 방향을 따라 측면들끼리 접하여 겹 없이 배열되는 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들과, 상기 플렉시블 회로 기관들 상에 실장되어, 상기 광 투과 시트(200)에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩(140)들과, 상기 플렉시블 회로 기관들의 저면에서 이웃하는 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결하는 배선부(160)를 포함한다. 본 실시예에 있어서, 이웃하는 엘이디 칩(140)들 사이에는 언더필(201)이 채워져 형성된다. 상기 언더필(201)은 수지 재료로 성될 수 있으며, 더 바람직하게는, 형광체나 쿼텀닷 등의 파장 변환재료가 포함된 수지 재료 또는 광 반사 물질 또는 광 산란 물질이 포함된 수지 재료로 형성될 수 있다. 언더필(201)은 이웃하는 엘이디 칩(140, 140) 사이의 중앙에 오목부를 가질 수 있다.

[103] 도 15는 제2 개시의 또 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치의 플렉시블 엘이디 유닛의 저면을 도시한 도면이다.

[104] 도 15를 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 앞선 실시예와 마찬가지로, 확장형 마이크로 엘이디 패널(100)을 포함하며, 확장형 마이크로 엘이디 패널(100)은 사각형 또는 직사각형을 가지며 가로 방향 및 세로 방향을 따라 측면들끼리 접하여 겹 없이 배열되는 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들을 포함한다. 그리고, 상기 플렉시블 회로 기관(120)들은 배선부(160)들에 의해 전기적으로 연결된다. 본 실시예에 있어서, 상기 배선부(160)들 각각은 이웃하는 플렉시블 기관(120, 120)의 저면에 설치된 두 대응 커넥터(167, 167)에 분리가능하게 접속되는 양 단부를 갖는 플렉시블 배선 필름(예컨대, FPCB) 또는 케이블(165)을 포함한다. 또한, 플렉시블 경계 접착부(170)는 이웃하는 플렉시블 회로 기관들(120, 120) 사이의 경계를 따라 상기 플렉시블 회로 기관(120, 120)의 이웃하는 두 가장자리에 길게 부착되는 플렉시블 접착 테이프(170)일 수 있다.

[105] 위 실시예들에서 자세히 설명되지 않았지만 플렉시블 엘이디 조명 장치는 다음과 같은 구성을 가질 수 있다.

[106] 상기 플렉시블 기관에 실장되는 엘이디 칩의 크기 및 피치(pitch)에 따라 플렉시블 기관의 층수 및 두께가 달라질 수 있다. 예컨대, 수십 내지 수백 마이크로미터 폭을 갖는 마이크로 엘이디 칩, 더 바람직하게는, $100\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 크기의 마이크로 엘이디 칩이 대략 0.8mm 피치 간격으로 어레이되는 경우, 대략 0.15mm 두께의 플렉시블 회로 기관이 이용될 수 있고, 대략 0.6~0.8mm 피치 간격으로 엘이디 칩들이 어레이되는 경우, 2층 적층 구조로 0.30mm 두께를 갖는 플렉시블 기관이 이용될 수 있으며, 대략 0.4~0.6mm 피치 간격으로 엘이디 칩들이 어레이되는 경우, 3층 적층 구조로 대략 0.45mm 두께를 갖는 플렉시블 회로 기관이 이용될 수 있다. 피치를 줄임으로써 균일한 면광을 얻을 수 있지만, 플렉시블 회로 기관의 적층수와 두께가 증가하여, 곡률을 자유자재로 변경하는 것이 어려워진다. 따라서, 플렉시블 회로 기관의 적층수는 1~3층, 가장

바람직하게는 1층인 것이 바람직하다. 여기에서, 용어 "층"은 도전성 패턴이 형성되는 절연층을 의미하며, 층의 개수는 그 절연층의 개수를 의미한다.

- [107] 상기 엘이디 칩들은, 수십 내지 수백 마이크로미터 폭을 갖는 마이크 엘이디 칩들로서, 상기 플렉시블 기판 상에 행렬 배열로 실장된다. 또한, 상기 엘이디 칩들 각각은, 투광성을 갖는 사파이어 기판과, 상기 사파이어 기판의 하부에 형성된 버퍼층과, 상기 버퍼층의 하부에 형성된 제1 도전형 반도체층과 상기 제1 도전형 반도체층의 하부에 형성된 활성층과, 상기 활성층의 하부에 형성된 제2 도전형 반도체층을 포함할 수 있다. 제2 도전형 반도체층과 제1 도전형 반도체층 사이에 활성층이 개재되며, 상기 활성층은 전자와 정공의 결합에 의해 광을 발생시키는 층이다. 제2 도전형 반도체층의 하부면은 아래를 향해 노출되어 있고, 상기 제2 도전형 반도체층과 상기 활성층의 일부가 제거되어 상기 제1 도전형 반도체층의 하부면 일부도 아래를 향해 노출될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층의 노출 하부면에 제1 도전형 전극패드가 형성되어 아래로 연장되고 제2 도전형 반도체층 하부면에는 상기 제1 도전형 전극패드와 다른 극성을 갖는 제2 도전형 전극패드가 형성된다.

- [108] 예컨대, 파장 변환 시트와 광 확산 시트를 포함할 수 있는 광 투과 시트는 엘이디 칩들과 접해 있는 입광면들과, 상기 입광면들을 통해 들어온 광을 외부로 방출하는 출광면을 포함한다. 상기 광 투과 시트는 도파로의 기능을 한다. 그리고, 엘이디 칩들의 높이가 수 내지 수백 마이크로미터 크기로 매우 작으므로, 상대적으로 광 투과 시트의 높이를 높게 형성할 수 있으며, 따라서, 광 투과 시트에서 광이 충분히 균일하게 퍼져 외부로 방출될 수 있다. 그리고, 파장 변환 시트 적용의 경우, 파장 변환 시트에서 파장 변환된 광과 파장 변환된 광이 충분히 혼합되어 외부로 방출될 수 있다.

- [109] 앞에서 언급한 바와 같이, 상기 광 투과 시트에 상측 또는 하측에 속해 있는 광 확산 시트는 예컨대 실리콘 수지와 같이 유연성과 투광성을 모두 갖는 수지 재료를 기본으로 하여 그 수지 재료 내에 확산제가 입자 형태로 균일하게 혼합되어 분포된 재료에 의해 형성된다. 상기 확산제로는 TiO_2 , SiO_2 , 또는 이들의 혼합물이 선택되어 이용될 수 있다. 또한, 상기 광 투과 시트, 특히, 엘이디 칩과 접해 있는 영역에 위치한 광 투과 시트의 일부에 다수의 나노은을 첨가할 수 있다. 이 경우, 다수의 나노은은 대략 150°C 의 온도와 압력을 가하면 Cu를 포함하는 엘이디 칩의 제1 도전성 전극패드 및 제2 도전성 전극패드로 이동하여 클러스터를 형성하며, 이 나노은에 의한 클러스터가 제1 도전성 전극패드 및 제2 도전성 전극패드와 솔더간의 간의 결합을 보장하고 크랙(crack)을 억제할 수 있다.

[110]

[111] [제3 개시]

[112] 제3 개시에 대하여, 도 26 내지 도 23만을 참조하여 설명한다.

[113] 도 16은 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한

사시도이고, 도 17은 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 분해사시도이고, 도 18은 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치의 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널을 도시한 분해사시도이고, 도 19는 도 18에 도시된 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널을 도시한 평면도이고, 도 20의 (a) 및 (b)는 도 19의 A-A를 따라 취해진 단면도 및 도 19의 B-B를 따라 취해진 단면도이다.

- [114] 도 16 내지 도 20을 참조하면, 제3 개시의 일 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 다양한 형태로 변형 가능한 면 조명 장치로서, 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)과, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100) 상에 배치된 광 투과막(200)을 포함한다.
- [115] 상기 광 투과막(200)은, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)에서 나온 광을 저면에서 받아 상면에서 외부로 방사하는 것으로서, 단일 층의 막으로 형성될 수 있지만, 다양한 기능을 갖는 2층 이상의 막들이 적층된 구조로 이루어진 것이 바람직하다. 또한, 상기 광 투과막(200)을 구성하는 1층 이상의 막은 미리 형성되어 확장형 마이크로 엘이디 패널(100)에 부착될 수도 있고, 확장형 마이크로 엘이디 패널(100) 상에서 성형될 수도 있다.
- [116] 본 실시예에 있어서, 상기 광 투과막(200)은, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)의 상면에 직접 접하도록 적층되어, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)에서 나온 광을 파장 변환하는 파장 변환 시트(220)과, 상기 파장 변환 시트(220)을 통과한 광을 확산시켜 외부로 방출하기 위한 광 확산 시트(240)을 포함한다.
- [117] 상기 파장 변환 시트(220)은, 투명 수지에 형광체 또는 퀀텀닷과 같은 파장변환재료를 혼합하여 성형된다. 상기 파장변환재료에 의해 파장변환된 광과 파장변환재료를 거치지 않고 파장 변환 시트(220)을 통과한 광의 혼합에 의해 백색광이 만들어질 수 있다. 상기 광 확산 시트는 예컨대, TiO_2 , SiO_2 등과 같은 광 확산 물질(242)을 포함할 수 있으며, 파장변환된 광을 확산하여 방사하는 역할을 한다. 또한, 상기 광 투과막(200)은, 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)의 상면에 적층 형태로 결합되므로, 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)에 포함된 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들을 가장자리끼리 중첩되어 이어 붙여진 상태로 유지시켜주는 기능을 한다. 이때, 상기 광 투과막(200)이 플렉시블한 특성을 가짐은 물론이다.
- [118] 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은 직사각형 또는 정사각형을 가지며 가장자리 일부 영역이 상하로 중첩되어 가로 방향 및 세로 방향으로 이어 붙여지는 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들과, 상기 플렉시블 회로 기관(120)들 상에 실장되어, 상기 광 투과막(200)에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩(140)들과, 이웃하는 플렉시블 회로 기관(120)들의 가장자리 중첩 영역들 사이에 개재되어, 이웃하는 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결하는 하나 이상의 배선부(160)를 포함한다.

- [119] 앞에서 언급한 바와 같이, 상기 복수개의 플렉시블 회로 기판(120)들은 가로 방향과 세로 방향을 따라 행렬 배열되며, 각 플렉시블 회로 기판(120)은, 4개의 모서리 주변 가장자리 영역들 각각이 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120)들의 대응 가장자리 영역들과 상하로 포개져 중첩되도록 배치된다. 이에 따라, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120, 120)들 사이에 원치 않는 갭(gap)을 억제할 수 있다.
- [120] 본 실시예에 있어서, 상기 플렉시블 회로 기판(120)들 각각은 이웃하는 다른 플렉시블 회로 기판(120)가 중첩되는 가장자리 영역들 중 서로 대향되는 두 가장자리 영역들에 제1 단차부(122)와 제2 단차부(124)를 포함한다. 상기 제1 단차부(122)는 상기 플렉시블 회로 기판(120)의 일측 가장자리 영역에 상기 플렉시블 회로 기판(120)의 상면으로부터 일정 깊이 함몰되어 상기 상면과 단차를 이루도록 형성된다. 또한, 상기 제2 단차부(124)는 상기 플렉시블 회로 기판(120)의 일측 가장자리 반대편의 타측 가장자리 영역에 상기 플렉시블 회로 기판(120)의 저면으로부터 일정 깊이 함몰되어 상기 저면과 단차를 이루도록 형성된다. 또한, 본 실시예에 있어서는, 플렉시블 회로 기판(120)이 4개의 가장자리를 갖는 대략 4각형 구조로 형성되고 상기 4개의 가장자리 각각에서 다른 플렉시블 회로 기판(120)과 중첩적으로 이어 붙여지므로, 상기 플렉시블 회로 기판(120)은 서로 직각으로 교차하는 두 가장자리에 제1 단차부(122)들을 각각 구비하고, 상기 제1 단차부(122)들이 형성된 가장자리 반대편들 각각에는 제2 단차부(122)들이 서로 직각을 이루며 형성된다.
- [121] 그리고, 상기 플렉시블 회로 기판(120)의 일측 가장자리에서, 상기 플렉시블 회로 기판(120)의 제1 단차부(122)의 상면은 그와 이웃하는 다른 플렉시블 회로 기판(120)의 제2 단차부(124)의 저면과 마주하게 배치되며, 상기 제1 단차부(122)와 상기 제2 단차부(124) 사이에는 상기 서로 이웃하는 두 플렉시블 회로 기판(120, 120)을 전기적으로 연결하는 배선부(160)가 형성된다. 이때, 상기 배선부(160)는 상기 제1 단차부(122)에 형성된 제1 접속부(160a)와 상기 제2 단차부(124)에 형성된 제2 단차부(124)에 형성된 제2 접속부(160b)를 포함할 수 있다. 상기 배선부(160)는, 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120)들의 엘이디 칩(140)들을 직렬 또는 직병렬로 연결한다.
- [122] 본 실시예에서, 상기 배선부(160)들은 가로 방향으로 이웃하는 두 플렉시블 회로 기판(120)들의 가장자리 중첩 영역에 제공된 배선부(160)와 세로 방향으로 이웃하는 두 플렉시블 회로 기판(120)의 가장자리 중첩 영역에 제공된 배선부(160)를 포함한다. 그리고, 상기 중첩 영역은 하나의 플렉시블 회로 기판(120)의 일측 가장자리에 형성된 제1 단차부(122)와 이웃하는 다른 플렉시블 회로 기판(120)의 타측 가장자리에 형성된 제2 단차부(124)가 중첩되는 영역이고, 상기 제1 단차부(122)와 상기 제2 단차부(124)의 사이에 상기 배선부(160)가 제공된다.
- [123] 상기 엘이디 칩(140)들 각각은 적어도 한 변의 길이가 수십 내지 수백

마이크로미터 크기인 마이크로 엘이디 칩들일 수 있다. 이와 같이 엘이디 칩(140)들의 크기가 매우 작고, 플렉시블 회로 기판(120)들이 유연성을 가지므로, 플렉시블 회로 기판(120)들의 가장자리를 중첩시켜 연결한 확장형 플렉시블 회로 기판과 그 확장형 플렉시블 회로 기판에 실장되어 있는 엘이디 칩(140)들을 포함하는 확장형 마이크로 엘이디 패널(100)의 변형은 미세 크기까지도 가능할 수 있다. 엘이디 칩(140)들이 실장된 플렉시블 회로 기판(120)의 상면 전 영역 중 제1 단차부(122)가 형성된 영역을 제외한 전 영역 상에 파장 변환 시트(220)이 형성된다.

[124] 단위 플렉시블 회로 기판(120)과 해당 단위 플렉시블 회로 기판(120) 상에 실장된 엘이디 칩(140)들이 하나의 엘이디 모듈(100')을 구성하므로, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)은 복수개의 엘이디 모듈들을 이어 붙여 형성한 것과 같다. 또한, 플렉시블 회로 기판(120)과 플렉시블 회로 기판(120)의 제1 및 제2 단차부(122, 124)가 중첩되는 영역은 플렉시블 회로 기판(120)의 다른 영역과 거의 유사한 플렉시블한 특성을 갖는다. 이는 완성된 플렉시블 엘이디 조명 장치를 원하는 형상으로 변형시키는데 있어서 유리하게 작용한다.

[125] 상기 엘이디 칩(140)은 본딩 와이어가 없는 와이어리스 칩, 특히, 하부에 제1 도전형 전극패드와 제2 도전형 전극패드를 모두 구비하여 플립칩 방식으로 플렉시블 회로 기판(120)에 실장되는 플립칩형 엘이디 칩인 것이 바람직하다. 만일 본딩 와이어를 필요로 하는 엘이디 칩을 이용하는 경우, 광 투과막의 적층시 본딩 와이어가 손상될 수 있다.

[126] 도 19에 가장 잘 도시된 바와 같이, 상기 플렉시블 마이크로 엘이디 패널에 어레이된 특정 엘이디 칩(140)들의 열 내에서 하나의 플렉시블 회로 기판(120) 상에서 이웃하는 엘이디 칩(140)들 사이의 제1 간격 D 과 이웃하는 두 회로 기판(120, 120) 상에서 이웃하는 두 엘이디 칩(140, 140)들 사이의 제2 간격 d 는 다음과 같은 관계식을 갖는 것이 바람직하다.

[127] $D = (0.9 \sim 1.1) \times d$

[128] 제2 간격이 제1 간격의 1.1배를 초과하면, 두 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120, 120) 사이의 경계 영역이 다른 영역에 비해 과도하게 어두워지는 초래되고, 제2 간격이 제1 간격의 0.9배 미만이면, 두 이웃하는 플렉시블 회로 기판(120, 120) 사이의 경계 영역이 다른 영역에 비해 과도하게 밝아지는 현상이 초래되어, 두 경우 모두, 균일한 면광원을 구현하는데 있어서 방해가 된다.

[129] 위에서 설명한 플렉시블 엘이디 조명 장치는 다음과 같은 공정에 따라 제작될 수 있다.

[130] 먼저, 대면적의 광 투과막(200), 더 구체적으로, 대면적으로 파장 변환 시트(220) 및/또는 광 확산 시트(240)를 준비하고, 그 광 투과막(200)의 사이즈에 맞게 결합된 플렉시블 엘이디 모듈들을 광 투과막(200), 특히, 파장 변환 시트(220)의 저면과 접하도록 배치한다. 대안적으로 플렉시블 엘이디 모듈(100')들을 이어 연결한 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(120)을 먼저

준비하고, 그 상면에 대면적의 과장 변환 시트(220)과 광 확산 시트(240)을 차례로 배치할 수 있다. 플렉시블 마이크로 엘이디 패널(100)들을 가장자리 영역들에서 중첩하여 연결할 때, 특정 플렉시블 회로 기관(120)의 제1 단차부(122)와 그와 이웃하는 플렉시블 회로 기관(120)의 제2 단차부(124) 사이에 제공된 배선부(160a, 160b; 160)가 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결한다.

[131] 이에 의해, 갭 없이 배열된 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들과 그 플렉시블 회로 기관(120) 상에 실장된 다수의 엘이디 칩(120)들을 포함하는 구조가 상기 광 투과막(200)과 접하여 배치될 수 있다. 플렉시블 회로 기관(120)의 가장자리 영역에 미리 형성된 배선부들을 이용하므로, 플렉시블 회로 기관(120)들의 저면에서 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결하는 수단은 추가적으로 요구되지 않을 수 있다.

[132] 상기 플렉시블 회로 기관들 중 특정 플렉시블 회로 기관을 제1 플렉시블 회로 기관(120)이라 정의하고, 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 네 가장자리들과 중첩되게 배치되는 4개의 플렉시블 회로 기관을 제2, 제3, 제4 및 제5 플렉시블 회로 기관이라 정의한다.

[133] 이때, 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)은 서로 반대편에 위치한 제1 가장자리 영역과 제2 가장자리 영역을 포함하고, 상기 제1 가장자리 영역에는 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 상면으로부터 일정 깊이 함몰되어 형성된 제1 단차부(122)가 구비되고, 상기 제2 가장자리 영역에는 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 저면으로부터 일정 깊이 함몰되어 형성된 제2 단차부(124)가 구비된다. 제1 단차부(122)가 구비된 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 제1 가장자리 영역의 상면과 상기 제2 플렉시블 회로 기관(120)의 제2 단차부가 구비된 특정 가장자리 영역 저면 사이에 제1 배선부가 위치하고, 제2 단차부(124)가 구비된 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 제2 가장자리 영역의 저면과 제3 플렉시블 회로 기관의 제1 단차부가 구비된 가장자리 영역의 상면 사이에는 제2 배선부가 위치한다. 또한, 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)은 상기 제1 가장자리 영역과 직교하는 제3 가장자리 영역과 상기 제3 가장자리 영역 반대편에 위치한 제4 가장자리 영역을 포함하고, 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 제3 가장자리 영역의 상면과 상기 제4 플렉시블 회로 기관의 가장자리 영역 저면 사이에 제3 배선부가 위치하고, 상기 제1 플렉시블 회로 기관(120)의 제4 가장자리 영역의 저면과 제5 플렉시블 회로 기관(120)의 가장자리 영역 상면 사이에는 제4 배선부가 위치한다. 제3 가장자리 영역에 제1 단차부(122)가 구비되면, 그 반대편의 제4 가장자리 영역에는 제2 단차부(124)가 구비된다.

[134] 도 21은 제3 개시의 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[135] 도 21을 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 앞선

실시예와 마찬가지로, 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬(100)과, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬 상에 배치된 광 투과막을 포함하며, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬(100)은, 가장자리 영역들이 중첩되게 배열되는 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들과, 상기 플렉시블 회로 기관들 상에 실장되어, 상기 광 투과막(200)에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩들(140)과, 상기 플렉시블 회로 기관(120)들이 중첩되는 영역에서 상기 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결하는 배선부(160)를 포함한다. 또한, 상기 광 투과막은 복수개의 파장 변환 시트(220')들과 광 확산 시트(240)을 포함한다. 하나의 파장 변환 시트가 복수개의 엘이디 모듈을 연결하여 형성된 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬(100)을 덮도록 배치되는 앞선 실시예와 달리, 본 실시예에 있어서는, 복수개의 단위 파장 변환 시트(220')들 각각이 상기 플렉시블 회로 기관(120) 각각에 형성되어 해당 플렉시블 회로 기관(120)에 실장된 엘이디 칩(140)들을 덮는다. 이때, 다른 플렉시블 회로 기관(120)과 중첩되는 가장자리 영역의 일부인 제1 단차부(122)에는 파장 변환 시트(220')이 형성되지 않는다. 파장 변환 시트(220')들이 합쳐져 하나의 대면적 파장 변환 시트를 이루며, 대면적 광 확산 시트(240)은 상기 파장 변환 시트를 덮도록 제공된다. 복수개의 단위 광 확산 시트들이 하나의 대면적 광 확산 시트를 이루도록 하는 것도 고려될 수 있다.

[136] 도 22 및 도 23은 제3 개시의 또 다른 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치를 도시한 분해 단면도이고, 도 23은 도 22에 도시된 플렉시블 엘이디 조명 장치의 단면도이다.

[137] 도 22 및 도 23을 참조하면, 본 실시예에 따른 플렉시블 엘이디 조명 장치는, 앞선 실시예와 마찬가지로, 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬(100)과, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬(100) 상에 배치된 광 투과막을 포함하며, 상기 확장형 플렉시블 마이크로 엘이디 패넬(100)은, 가장자리 영역들이 중첩되게 배열되는 복수개의 플렉시블 회로 기관(120)들과, 상기 플렉시블 회로 기관(120)들 상에 실장되어, 상기 광 투과막에 의해 전체적으로 덮이는 복수개의 엘이디 칩들(140)과, 상기 플렉시블 회로 기관(120)들이 중첩되는 영역에서 상기 플렉시블 회로 기관(120)들을 전기적으로 연결하는 배선부(160a, 160b; 160)를 포함한다. 또한, 상기 광 투과막은 복수개의 파장 변환 시트(220')들과 광 확산 시트(240)을 포함한다. 복수개의 단위 파장 변환 시트(220')들 각각은 상기 플렉시블 회로 기관(120) 각각에 형성되어 해당 플렉시블 회로 기관(120)에 실장된 엘이디 칩(140)들을 덮는다. 이때, 다른 플렉시블 회로 기관(120)과 중첩되는 가장자리 영역들에는 파장 변환 시트(220')이 형성되지 않는다. 파장 변환 시트(220')들이 합쳐져 하나의 대면적 파장 변환 시트를 이룬다. 대면적 광 확산 시트(240)은 상기 파장 변환막을 덮도록 제공된다. 복수개의 단위 광 확산 시트들이 하나의 대면적 광 확산 시트를 이루도록 하는 것도 고려될 수 있다. 플렉시블 회로 기관(120)의 가장자리 영역에 단차부가 형성된 앞선 실시예들과

달리, 본 실시예에 있어서는, 플렉시블 회로 기판(120)의 모서리와 인접한 가장자리 영역이 플렉시블 회로 기판(120)의 나머지 영역, 즉, 엘이디 칩들이 실장되는 영역과 동일 평면을 이루고 있다. 즉, 플렉시블 회로 기판(120)은 엘이디 칩들이 실장되고 파장 변환 시트가 형성되는 영역의 두께와 배선부가 형성되는 가장자리 영역의 두께가 같다.

- [138] 두 플렉시블 회로 기판(120, 120)들이 중첩되는 영역에서, 두 플렉시블 회로 기판(120, 120)들 중 적어도 하나의 플렉시블 회로 기판(120)의 가장자리 영역에 포개어 중첩될 수 있으며, 이때, 중첩 영역에 형성된 제1 접속부(160a)와 제2 접속부(160b)가 만나 플렉시블 회로 기판(120, 120)들의 엘이디 칩(140)들을 직렬 또는 직병렬로 연결하는 배선부(160)를 형성한다. 플렉시블 회로 기판(120)의 네 모서리의 가장자리 영역 모두에 배선부(160)가 형성되므로, 플렉시블 회로 기판(120)들을 가로 방향 및 세로 방향 연결 모두에서 엘이디 칩들간의 전기적 연결이 가능하다.
- [139] 위 실시예들에 있어서는 파장 변환 시트가 엘이디 칩들의 상면뿐 아니라 측면과도 접하지만, 파장 변환 시트가 엘이디 칩들의 상면에만 접하여 배치되거나 형성될 수 있다. 이 경우, 이웃하는 엘이디 칩들 사이에 채워져 엘이디 칩들의 측면을 덮는 언더필 재료가 더 구비될 수 있다. 언더필 재료는 수지를 포함하는 것이 바람직하며, 수지와 파장변환재료의 혼합 재료일 수 있다. 파장변환재료로는 형광체 또는 퀀텀닷이 이용될 수 있다. 예컨대, 엘이디 칩에서 발광된 광중 파장변환재료에 의해 파장변환된 광과 파장변환재료를 거치지 않아 파장변환되지 않은 광의 혼합에 의해 예컨대 백색광을 구현할 수 있다.
- [140] 또한, 위 실시예들에서 자세히 설명되지 않았지만 플렉시블 엘이디 조명 장치는 다음과 같은 구성을 가질 수 있다.
- [141] 상기 플렉시블 기판에 실장되는 엘이디 칩의 크기 및 피치(pitch)에 따라 플렉시블 기판의 층수 및 두께가 달라질 수 있다. 예컨대, 수십 내지 수백 마이크로미터 폭을 갖는 마이크로 엘이디 칩, 더 바람직하게는, $100\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 크기의 마이크로 엘이디 칩이 대략 0.8mm 피치 간격으로 어레이되는 경우, 대략 0.15mm 두께의 플렉시블 회로 기판이 이용될 수 있고, 대략 0.6~0.8mm 피치 간격으로 엘이디 칩들이 어레이되는 경우, 2층 적층 구조로 0.30mm 두께를 갖는 플렉시블 기판이 이용될 수 있으며, 대략 0.4~0.6mm 피치 간격으로 엘이디 칩들이 어레이되는 경우, 3층 적층 구조로 대략 0.45mm 두께를 갖는 플렉시블 회로 기판이 이용될 수 있다. 피치를 줄임으로써 균일한 면광을 얻을 수 있지만, 플렉시블 회로 기판의 적층수와 두께가 증가하여, 곡률을 자유자재로 변경하는 것이 어려워진다. 따라서, 플렉시블 회로 기판의 적층수는 1~3층, 가장 바람직하게는 1층인 것이 바람직하다. 여기에서, 용어 "층"은 도전성 패턴이 형성되는 절연층을 의미하며, 층의 개수는 그 절연층의 개수를 의미한다.
- [142] 상기 엘이디 칩들은, 수십 내지 수백 마이크로미터 폭을 갖는 마이크 엘이디 칩들로서, 상기 플렉시블 기판 상에 행렬 배열로 실장된다. 또한, 상기 엘이디

칩들 각각은, 투광성을 갖는 사파이어 기판과, 상기 사파이어 기판의 하부에 형성된 버퍼층과, 상기 버퍼층의 하부에 형성된 제1 도전형 반도체층과 상기 제1 도전형 반도체층의 하부에 형성된 활성층과, 상기 활성층의 하부에 형성된 제2 도전형 반도체층을 포함할 수 있다. 제2 도전형 반도체층과 제1 도전형 반도체층 사이에 활성층이 개재되며, 상기 활성층은 전자와 정공의 결합에 의해 광을 발생시키는 층이다. 제2 도전형 반도체층의 하부면은 아래를 향해 노출되어 있고, 상기 제2 도전형 반도체층과 상기 활성층의 일부가 제거되어 상기 제1 도전형 반도체층의 하부면 일부도 아래를 향해 노출될 수 있다. 상기 제1 도전형 반도체층의 노출 하부면에 제1 도전형 전극패드가 형성되어 아래로 연장되고 제2 도전형 반도체층 하부면에는 상기 제1 도전형 전극패드와 다른 극성을 갖는 제2 도전형 전극패드가 형성된다.

- [143] 예컨대, 파장 변환 시트와 광 확산 시트를 포함할 수 있는 광 투과막은 엘이디 칩들과 접해 있는 입광면들과, 상기 입광면들을 통해 들어온 광을 외부로 방출하는 출광면을 포함한다. 상기 광 투과막은 도파로의 기능을 한다. 그리고, 엘이디 칩들의 높이가 수 내지 수백 마이크로 미터 크기로 매우 작으므로, 상대적으로 광 투과막의 높이를 높게 형성할 수 있으며, 따라서, 광 투과막에서 광이 충분히 균일하게 퍼져 외부로 방출될 수 있다. 그리고, 파장 변환 시트 적용의 경우, 파장 변환 시트에서 파장변환된 광과 파장변환된 광이 충분히 혼합되어 외부로 방출될 수 있다.
- [144] 앞에서 언급한 바와 같이, 상기 광 투과막에 상측 또는 하측에 속해 있는 광 확산 시트는 예컨대 실리콘 수지와 같이 유연성과 투광을 모두 갖는 수지 재료를 기본으로 하여 그 수지 재료 내에 확산제가 입자 형태로 균일하게 혼합되어 분포된 재료에 의해 형성된다. 상기 확산제로는 TiO_2 , SiO_2 , 또는 이들의 혼합물이 선택되어 이용될 수 있다. 또한, 상기 광 투과막, 특히, 엘이디 칩과 접해 있는 영역에 위치한 광 투과막의 일부에 다수의 나노은을 첨가할 수 있다. 이 경우, 다수의 나노은은 대략 150°C 의 온도와 압력을 가하면 Cu를 포함하는 엘이디 칩의 제1 도전성 전극 패드 및 제2 도전성 전극패드로 이동하여 클러스터를 형성하며, 이 나노은에 의한 클러스터가 제1 도전성 전극패드 및 제2 도전성 전극패드와 솔더간의 간의 결합을 보장하고 크랙(crack)을 억제할 수 있다.

[145]

[146] [제4 개시]

[147] 제4 개시에 대하여, 도 24 내지 도 29만을 참조하여 설명한다.

[148] 도 24는 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널을 광 투과 필름이 분리된 상태로 도시한 사시도이고, 도 25는 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널을 광 투과 필름이 부착된 상태로 도시한 사시도이다.

[149] 도 24 및 도 25를 참조하면, 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디

디스플레이 패널은, 측면들끼리 이어 붙여진 채로 행렬 배열된 복수개의 마이크로 엘이디 모듈(100)들과, 상기 복수개의 마이크로 엘이디 모듈(100)들의 상면을 전체적으로 덮는 광 투과 필름(300)을 포함한다. 상기 광 투과 필름(300)은 특정 기능을 수행하는 유연성 필름으로서, 본 실시예에 있어서는, 난반사 방지 필름(antiglare film)을 포함하는 것이 이용된다. 또한, 본 실시예에 따른 디스플레이 패널은 서포트 프레임(200)을 더 포함할 수 있으며, 상기 서포트 프레임(200)에 상기 행렬 배열된 마이크로 엘이디 모듈(100)들을 지지하는데 이용될 수 있다. 도시하지는 않았지만, 본 실시예에 따른 엘이디 디스플레이 패널은 마이크로 엘이디 모듈(100)들을 상기 서포트 프레임(200)에 고정하기 위한 구조들을 더 포함할 수 있다. 더 나아가, 상기 마이크로 엘이디 디스플레이 패널은 인터페이스 보드 및 전원공급부 등을 더 포함할 수 있다.

[150] 상기 복수개의 마이크로 엘이디 모듈(100)들 각각은 직사각형 마운트 기판(110)과 상기 마운트 기판(110)의 상면에 행렬 배열된 복수개의 엘이디 픽셀(120)을 포함한다. 그리고, 복수개의 엘이디 픽셀(120) 각각은 상기 마운트 기판(110)의 상면에 플립칩 본딩 방식으로 실장된 3개의 엘이디 칩들을 포함하며, 그 3개의 엘이디 칩들은 적색광을 발광하는 제1 마이크로 엘이디 칩(120R), 녹색광을 발광하는 제2 마이크로 엘이디 칩(120G), 및 청색광을 발광하는 제3 마이크로 엘이디 칩(120B)을 포함한다. 상기 마이크로 엘이디 칩들(120R, 120G, 120B) 각각은, 리드프레임 또는 리드단자를 구비한 별도의 패키지에 수용됨 없이, 자체 구비된 전극패드가 마운트 기판 상의 전극과 직접 본딩되는 반도체 칩으로 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 제1, 제2 및 제3 마이크로 엘이디 칩들(120R, 120G, 120B)은 제1 도전형 전극과 제2 도전형 전극이 모두 마운트 기판과 마주하는 측에 구비한 플립칩형 엘이디인 것이 바람직하다. 제1, 제2 및 제3 마이크로 엘이디 칩들(120R, 120G, 120B)들이 플립칩형 엘이디 칩이므로, 광 투과 필름(300)이 부착되는 발광면에는 본딩와이어 및 전극이 없으며, 따라서, 광 투과 필름(300)과 제1, 제2 및 제3 마이크로 엘이디 칩들(120R, 120G, 120B)들은 완전한 면대면 접촉이 가능하다.

[151] 상기 복수개의 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들은 측면들끼리 이어 붙여진 채로 행렬 배열된다. 이러한 배열에 의해 모인 마이크로 엘이디 모듈(100)들이 하나의 디스플레이 패널을 형성한다. 그리고, 상기 마운트 기판(110)의 배면에는 마이크로 엘이디들의 동작을 위한 구동 IC 소자들이 구비될 수 있다. 복수개의 판형 엘이디 모듈(100)들이 측면들끼리 이어 붙여져 행렬로 배열된 것에 의해 가로 방향 갭 라인(CL)들과 이와 90도 교차하는 세로 방향 갭 라인(VL)들이 형성된다. 이 가로 방향 갭 라인(CL)들과 세로 방향 갭 라인(VL)들은 이웃하는 세로 방향으로 이웃하는 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들 사이의 미세 선형 틈들과 가로 방향으로 이웃하는 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들 사이의 미세 선형 틈들에 의해 형성된다.

[152] 또한, 앞에서 언급한 바와 같이, 상기 엘이디 디스플레이 패널은 행렬 배열된

마이크로 엘이디 모듈(100)들의 상면 상에 접하여 배치되는 하나의 유연성 광 투과 필름(300)을 포함하며, 이 투과 필름(300)은 대략 300~400 nm의 두께를 가질 수 있으며, 대략 100 nm 두께의 난반사 방지 필름(antiglare film; AG film; 320; 도 26 내지 도 29 참조)과 200~300 nm 두께의 접착층(340; 도 26 내지 도 29 참조)으로 구성될 수 있다. 상기 접착층(340; 도 26 내지 도 29 참조)은 이하 설명되는 오토클레이브 공정이 수행되는 동안 가해지는 열에 의해 용융될 수 있는 층이다. 상기 하나의 광 투과 필름(300)이 복수개의 마이크로 엘이디 모듈(100)들의 상면에 접하여 배치될 때, 전술한 가로 방향 갭 라인(CL)들과 전술한 세로 방향 갭 라인(VL)로 인해, 마이크로 엘이디 모듈(100)들과 광 투과 필름(300) 사이에는 에어가 잔존한다. 본 실시예에 있어서, 상기 광 투과 필름(300)은 상기 잔존 에어를 상기 마이크로 엘이디 모듈(100)들과 상기 광 투과 필름(300) 사이로부터 제거하기 위해, 복수의 에어 홀들을 포함한다. 상기 복수의 에어 홀들은 상기 가로 방향 갭 라인(CL)을 따라 상기 광 투과 필름(300)에 형성된 다수의 제1 에어 홀(301)들과, 상기 세로 방향 갭 라인(VL)을 따라 상기 광 투과 필름(300)에 형성된 제2 에어 홀(303)들을 포함한다. 더 나아가, 상기 광 투과 필름(300)은 상기 가로 방향 갭 라인(CL)과 상기 세로 방향 라인(VL)의 교차점에 형성된 제3 에어 홀(305)을 더 포함한다. 이때, 상기 제1 에어 홀(301)들과 상기 제2 에어 홀(303)들을 통한 에어 흡입, 더 나아가, 상기 제1 에어 홀(301)들, 상기 제2 에어 홀(303)들 및 상기 제3 에어 홀(305)들을 통한 에어 흡입에 의해 상기 광 투과 필름(300)이 상기 마이크로 엘이디 모듈(100)들의 상면에 밀착되며, 상기 광 투과 필름(300)과 상기 마이크로 엘이디 모듈(100)들 사이의 잔존 에어가 제거된다.

- [153] 한편, 상기 마이크로 엘이디 모듈(100)들 각각은 상기 제1 마이크로 엘이디 칩(120R), 상기 제2 마이크로 엘이디 칩(120G) 및 상기 제3 마이크로 엘이디 칩(120B)을 포함하는 마운트 기판 상의 모는 마이크로 엘이디 칩들의 측면을 덮도록 상기 마운트 기판(110)의 상면에 형성된 (140)을 더 포함한다. 이때 상기 수지층(140)의 전방 표면이 상기 마이크로 엘이디 칩들(120R, 120G, 120B)의 발광면들과 동일 평면 상에 있을 수 있다. 이에 따라, 상기 에어 홀들(301, 302, 303)을 통한 에어 흡입에 의해, 광 투과 필름(300)은 상기 갭 라인들(CL, VL; 통칭하여 L) 외 모든 영역에서 마이크로 엘이디(100)들 및 수지층(140)의 전방 표면과 면대 면으로 밀착되어 있을 수 있다. 이때, 상기 수지층(140)은 수지와 반사 재료의 혼합물에 형성되어 반사벽으로서의 역할을 할 수 있다. 수지는 예컨대 실리콘 수지가 이용될 수 있고, 반사 재료는 입자 상의 TiO_2 또는 SiO_2 일 수 있다. 상기 수지층(140)은, 마이크로 엘이디 칩들(120R, 120G, 120B)의 발광면과 동일 평면을 이루는 표면을 구비하여, 광 투과 필름(300)과 잔존 에어 없이 밀착되는 이점을 제공하지만, 생략될 수도 있음에 유의한다. 이때, 상기 수지층(140)은 가장자리에 경사면(142)을 가지며, 이 경사면(142)에 의해, 이웃하는 마이크로 엘이디 모듈(100) 사이에는 이웃하는 두 수지층(140)의

- 경사면(142)들이 만나 형성되는 대략 V형 단면의 에어 갭 라인(L)이 생긴다.
- [154] 이제 제4 개시의 일 실시예에 따른 마이크로 엘이디 디스플레이 패널 제조방법에 대해 설명한다.
- [155] 먼저, 도 26의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 복수개의 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들이 준비되고, 복수개의 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들이 측면들끼리 이어 붙여져 행렬 배열된다. 이와 같이, 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들은 측면들끼리 이어 붙임으로써, 이웃하는 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들 사이에는 가로 방향 갭 라인(CL)과 세로 방향 갭 라인(VL)을 포함하는 복수의 갭 라인(L)들이 형성된다. 서포트 프레임이 행렬 배열된 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들의 고정에 이용될 수 있으나 도시를 생략한다. 앞에서 언급한 바와 같이, 마이크로 엘이디 모듈(100)들 각각은 마운트 기관(110)과 상기 마운트 기관(110) 상에 실장된 복수개의 마이크로 엘이디 칩(120R, 120G, 120B)들과 마이크로 엘이디 칩(120R, 120G, 120B)사이에 채워지는 수지층(140)을 포함한다. 이웃하는 마이크로 엘이디 모듈(100)들 사이에는 갭 라인(L)이 형성되며, 이 갭 라인(L)은 수지층(140)의 경사면(142)으로 인해 V형 단면을 갖는다.
- [156] 다음 도 27의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 상기 복수개의 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들의 상면에 접하도록 광 투과 필름(300)이 배치된다. 상기 광 투과 필름(300)은 대략 300~400 nm의 두께를 가질 수 있으며, 대략 100 nm 두께의 난반사 방지 필름(antiglare film; 320)과 200~300 nm 두께의 접착층(340)으로 구성될 수 있다. 이 상태에서는, 판형 마이크로 엘이디 모듈(100)들 사이의 갭 라인(L), 즉, 가로 방향 갭 라인(CL)과 세로 방향 갭 라인(VL)에는 에어가 잔존한다.
- [157] 다음 도 28의 (a) 및 도 (b)에 도시된 바와 같이, 갭 라인(L)들, 즉, 가로 방향 갭 라인(CL)과 세로 방향 갭 라인(VL)을 따라 상기 광 투과 필름(300)에는 에어홀(H)들이 형성된다. 상기 에어 홀(H)들은 상기 가로 방향 갭 라인(CL)을 따라 형성된 제1 에어 홀(301)들과, 상기 세로 방향 갭 라인(VL)을 따라 형성된 제2 에어 홀(303)들과 상기 세로 방향 갭 라인(CL)과 상기 가로 방향 갭 라인(VL)의 교차점에 형성된 제3 에어 홀(305)을 포함한다. 상기 홀(H)들을 형성하는 홀 가공은 니들(2)을 이용하여 수행될 수 있다. 대안적으로 레이저를 이용하여 에어 홀을 형성할 수 있다. 상기 에어 홀의 폭 또는 직경은 대략 10~30um 일 수 있다.
- [158] 다음, 도 29에 도시된 바와 같이 클레이브 (3) 내에 엘이디 모듈(100)들의 상면에 광 투과 필름(300)이 배치된 패널을 장입하고 대략 50°C의 온도가 가해지면서 오토 클레이브 공정이 수행된다. 이 오토 클레이브 공정에 의해, 에어 홀(H)을 통해 이웃하는 수지층(140)들의 경사면(142)들에 의해 생긴 갭 라인(L)에 잔존하는 에어가 배출되며, 상기 50°C 온도의 가온에 의해 유동성을 갖게 된 광 투과 필름(300)의 접착층(340)이 상기 갭 라인(L) 내를 채운다. 이에

의해, 상기 에어 홀이 막히게 된다. 본 명세서에서, 상기와 같이 접착층(340)의 일부가 녹아 상기 갭 라인(L)을 채운 부분을 싱크부라 칭하고 도면부호 342를 부여한다.

- [159] 위 실시예의 설명에서는 상기 광 투과 필름을 판형 마이크로 엘이디 모듈들의 상면에 배치한 후에 상기 광 투과 필름에 에어 홀들을 형성하지만, 미리 에어 홀이 형성된 광 투과 필름을 판형 마이크로 엘이디 모듈들의 상면에 접하여 배치시킬 수도 있다.

청구범위

- [청구항 1] 상부 절연 필름, 하부 절연 필름 및 상기 상부 절연 필름과 상기 하부 절연 필름 사이에 개재된 금속 박막층을 포함하는 플렉시블 기판(flexible substrate);
상기 플렉시블 기판의 상면에 2차원적으로 배열된 다수개의 마이크로 엘이디 칩들; 및
유연성을 가지며, 상기 마이크로 엘이디 칩들의 상면 및 측면을 덮도록 상기 플렉시블 기판의 상면에 형성된 투광성 수지부를 포함하며,
상기 플렉시블 기판은 상기 상부 절연 필름에 상기 투광성 수지부와 접하는 백색 반사층을 포함하는 것을 특징으로 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 상기 플렉시블 기판은 상기 플렉시블 기판의 변형된 상태를 유지시켜주는 형상 유지층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서, 상기 형상 유지층은 AI 플레이트인 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서, 상기 형상 유지층은 상기 플렉시블 기판의 하부에 형성된 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서, 상기 백색 반사층에 다수개의 홀들이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서, 상기 다수개의 홀들 각각에 상기 다수개의 마이크로 엘이디 칩들 각각이 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서, 상기 백색 반사층은 PSR 필름인 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 8] 청구항 1에 있어서, 상기 플렉시블 기판은 외부 객체에 접촉되는 접착 필름을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 9] 청구항 1에 있어서, 상기 마이크로 엘이디 칩들 각각은 제1 도전형 반도체층과 연결된 제1 전극패드와 제2 도전형 반도체층과 연결된 제2 전극패드를 상기 플렉시블 기판과 마주하는 면에 구비하는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 10] 청구항 1에 있어서, 상기 마이크로 엘이디 칩에서 방출된 광의 파장을 변환하는 파장변환재료를 더 포함하며,
상기 파장변환재료는 상기 투광성 수지부 내에 분포되어 있는 형광체 또는 퀀텀닷인 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.
- [청구항 11] 청구항 1에 있어서, 상기 마이크로 엘이디 칩에서 방출된 광의 파장을 변환하는 파장변환재료를 더 포함하며,
상기 파장변환재료는 상기 투광성 수지부의 상면에 형성된

파장변환필름에 포함된 형광체 또는 퀀텀닷인 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.

[청구항 12] 청구항 1에 있어서, 상기 마이크로 엘이디 칩에서 방출된 광의 파장을 변환하는 파장변환재료를 더 포함하며,
상기 파장변환재료는 상기 마이크로 엘이디 칩의 상면 및 측면들을 덮도록 형성된 파장변환층에 포함된 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.

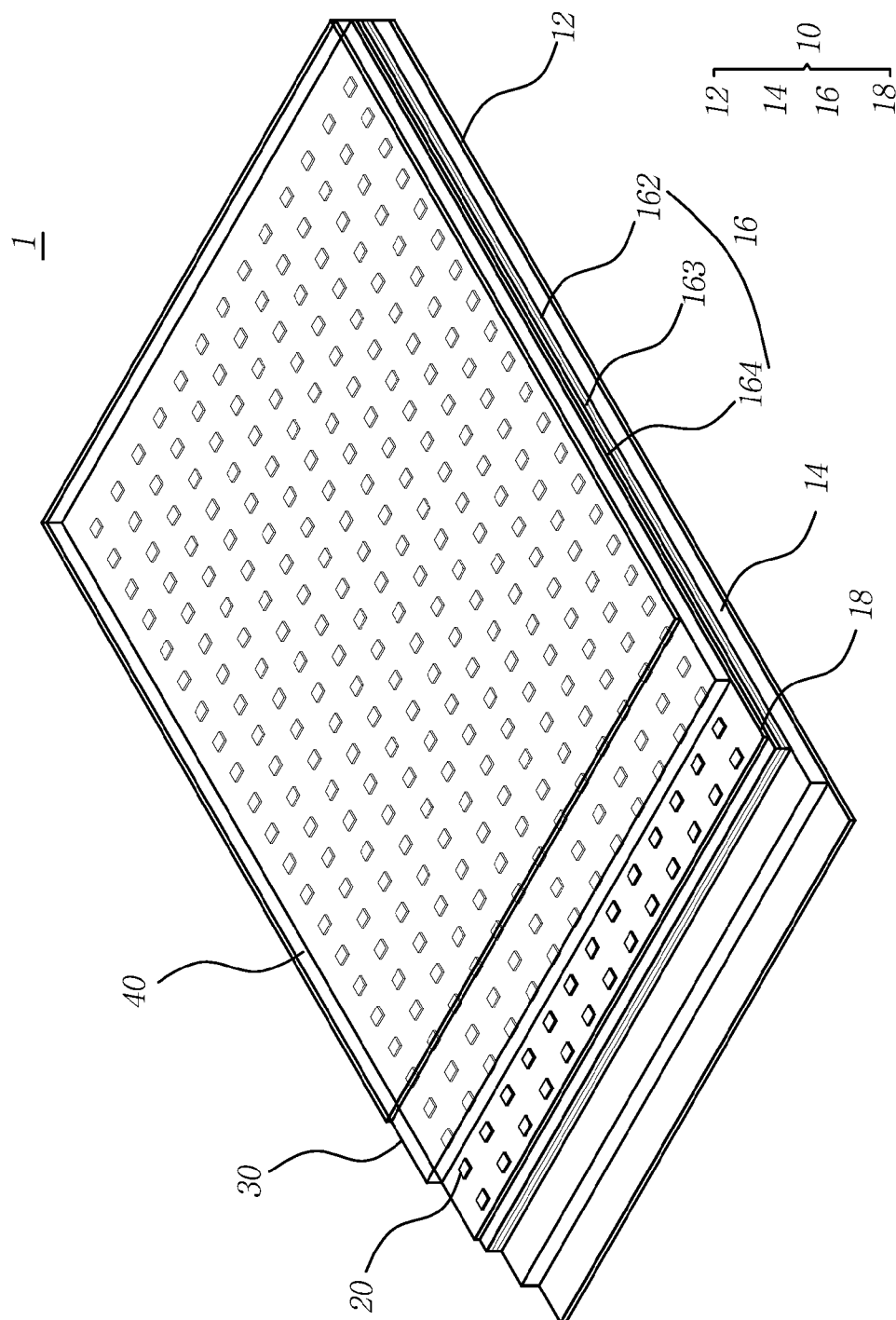
[청구항 13] 청구항 1에 있어서, 상기 플렉시블 기판의 하부에 결합되는 방열부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.

[청구항 14] 청구항 13에 있어서, 상기 방열부는 외력에 의해 굴곡진 형상으로 변형되고, 외력 제거 후 상기 굴곡진 형상이 유지되는 금속 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.

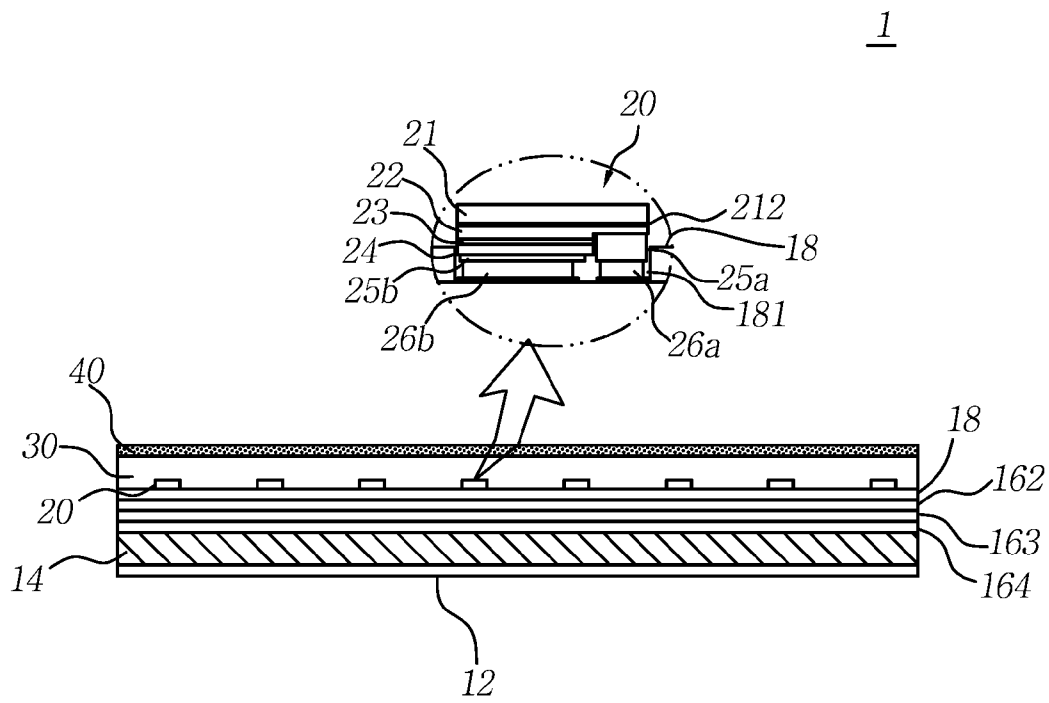
[청구항 15] 청구항 14에 있어서, 상기 금속 플레이트는 Al 플레이트인 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.

[청구항 16] 청구항 13에 있어서, 상기 플렉시블 기판은 상기 방열부에 접착되는 접착 필름을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 플렉시블 면조명 장치.

[51]

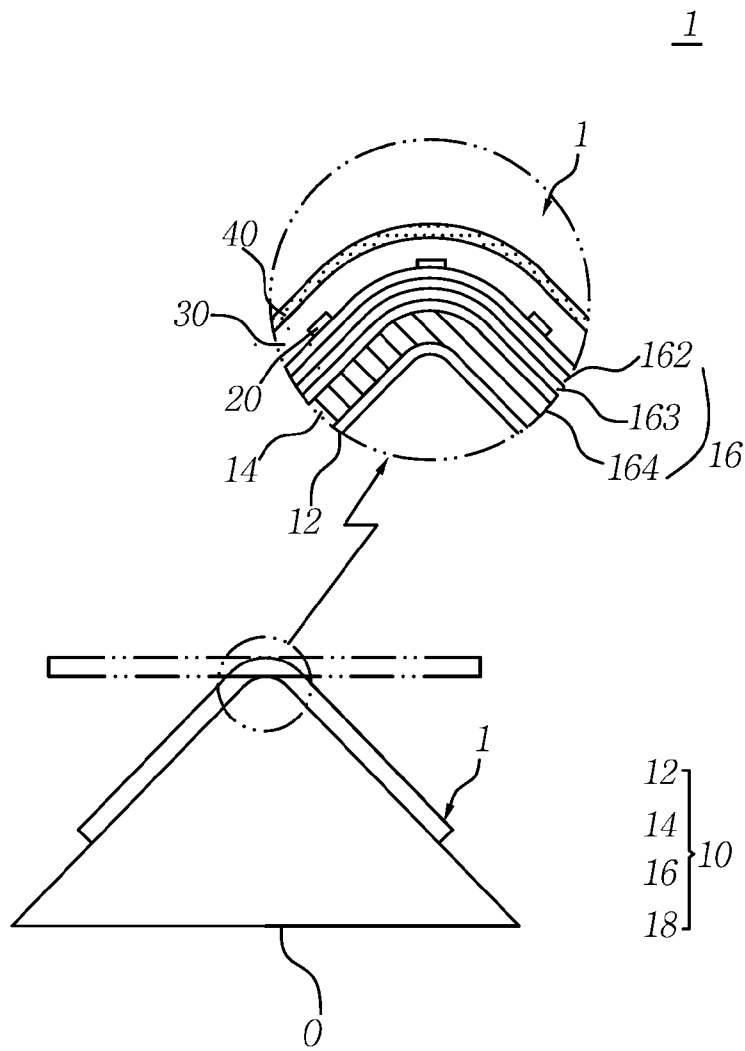


[도2]

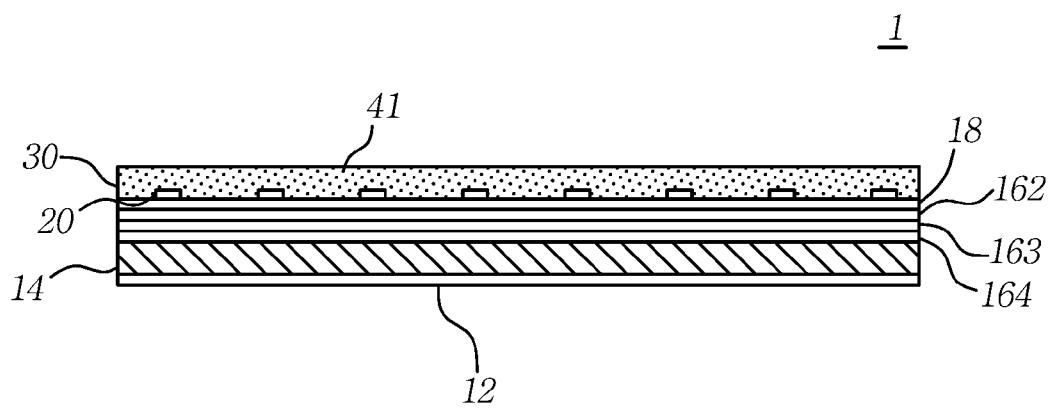


162	}	16	12	}	10
163			14		
164			16		
	18				

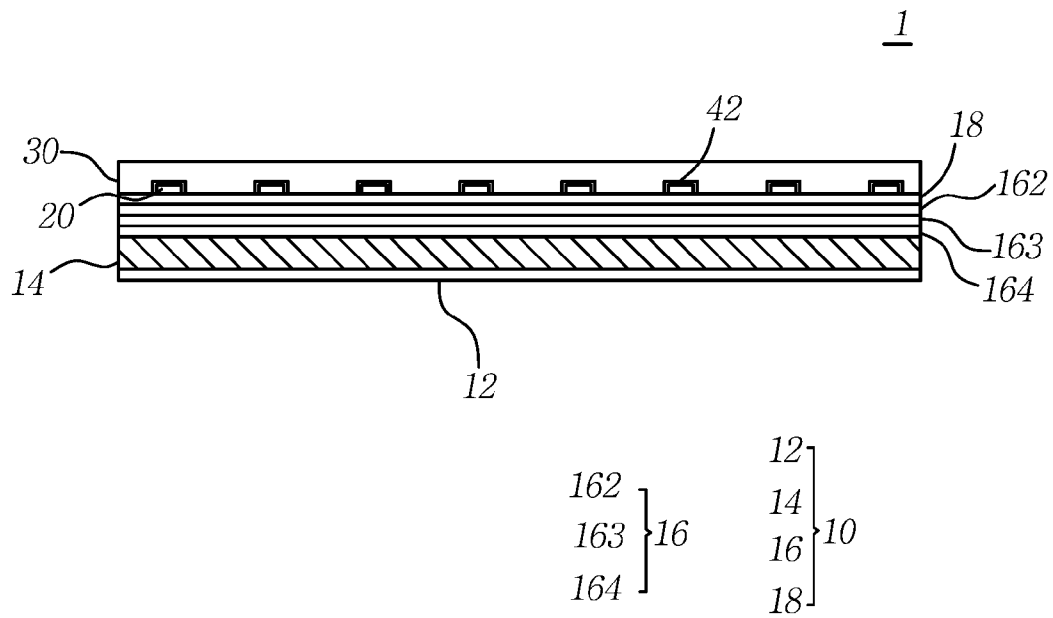
[도3]



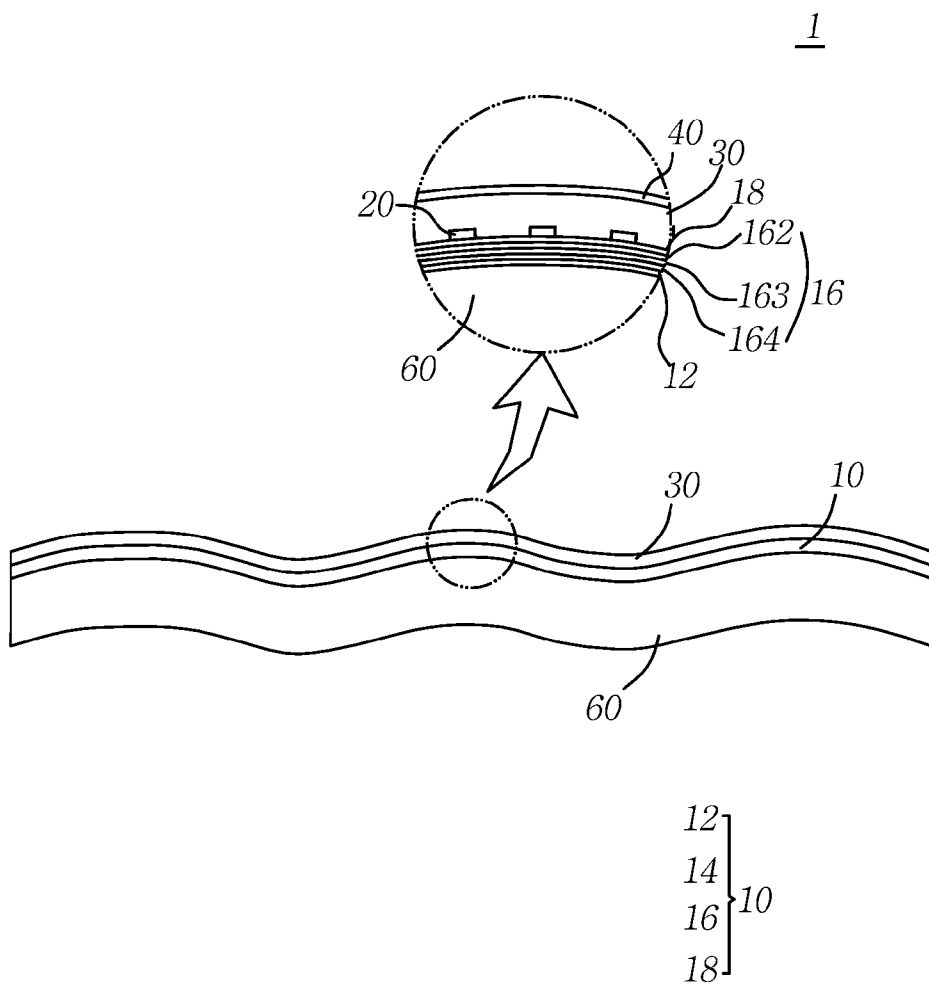
[54]



[도5]

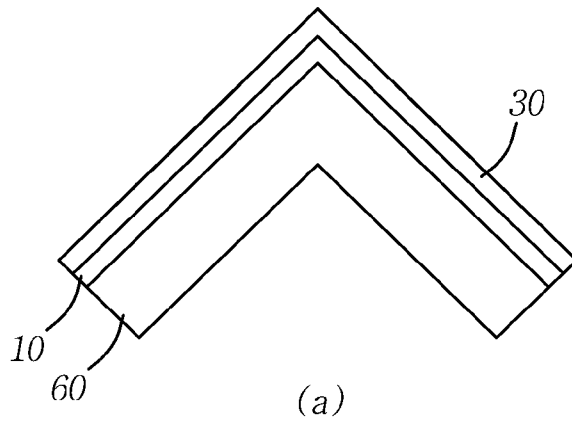


[도6]

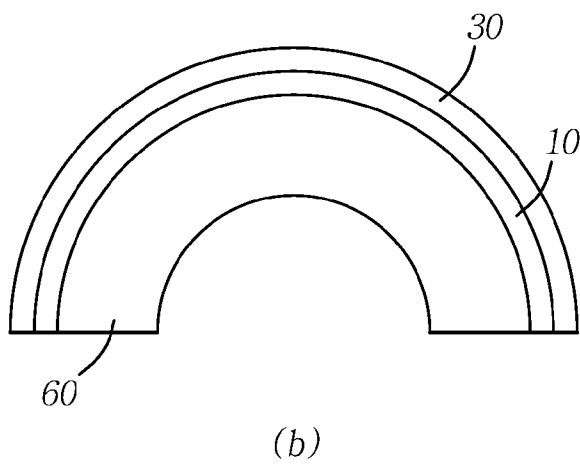


[도7]

1

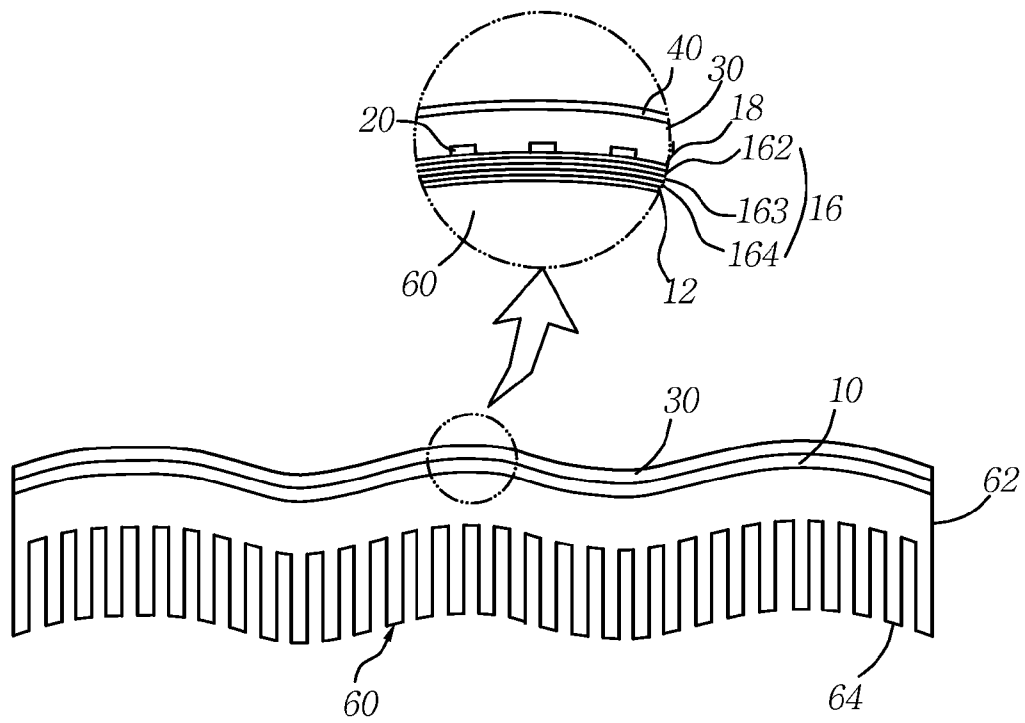


1

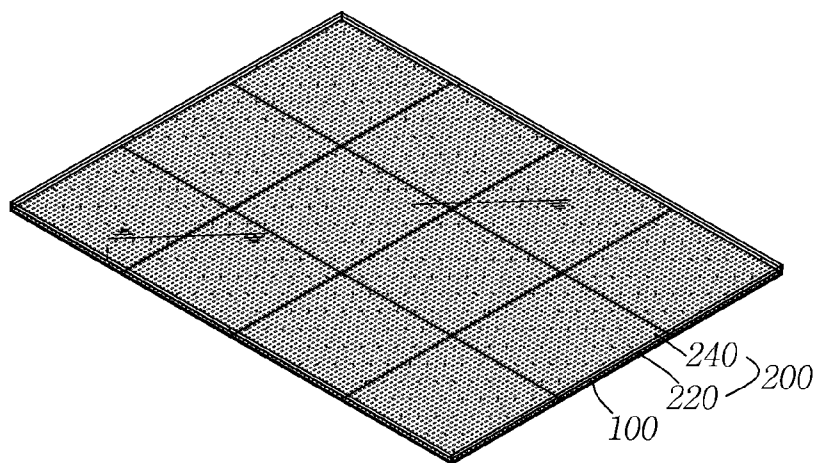


[도8]

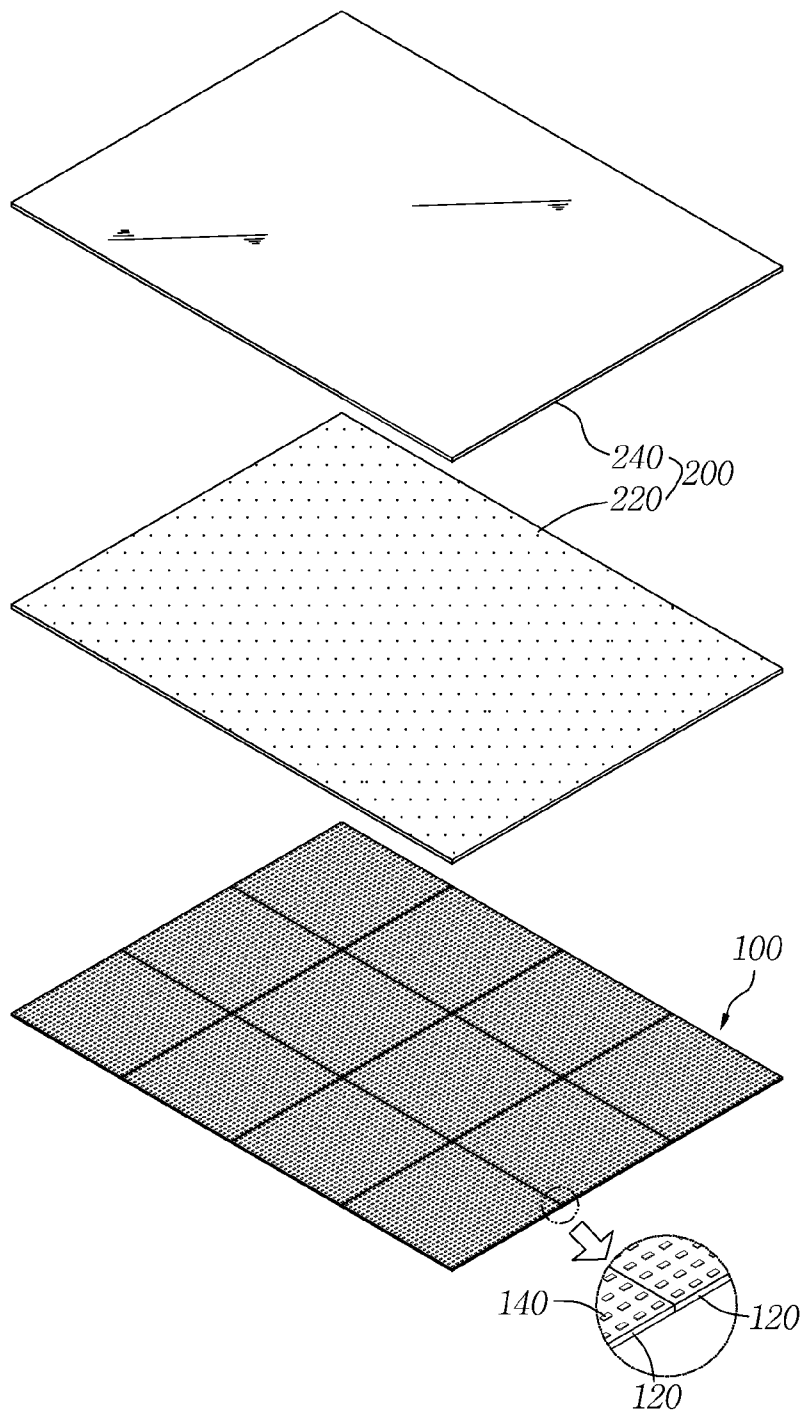
1



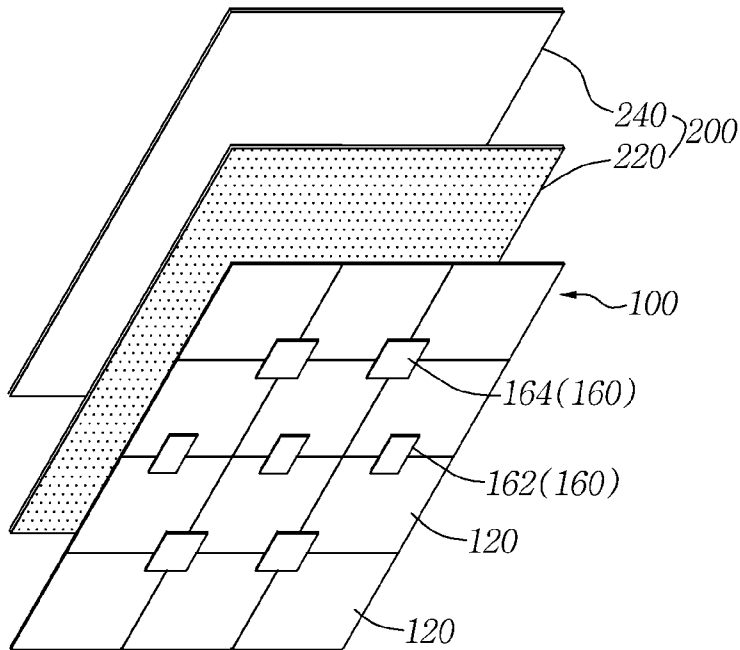
[도9]



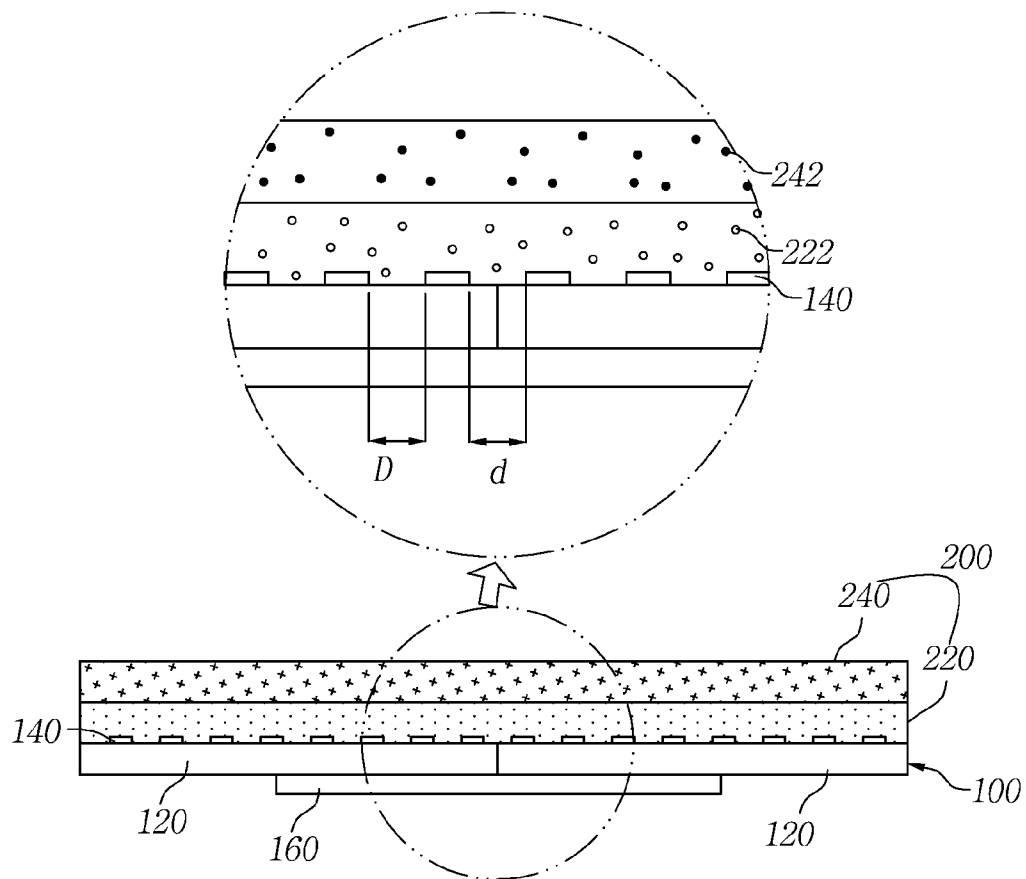
[도10]



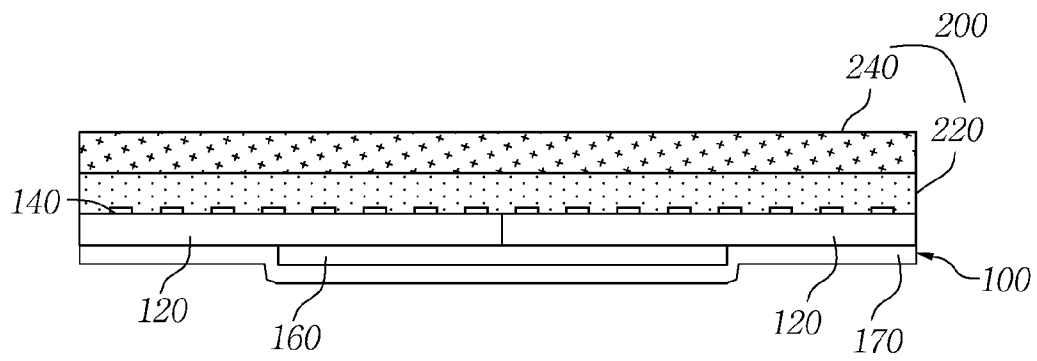
[도11]



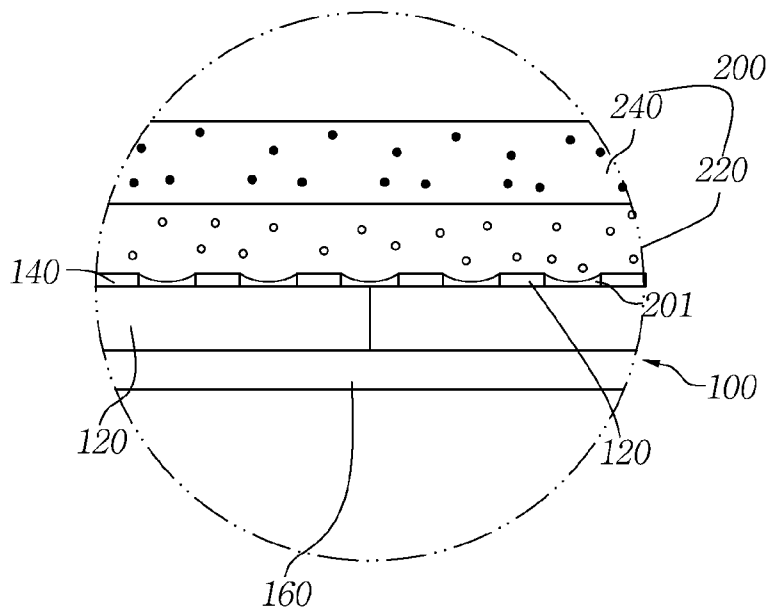
[도12]



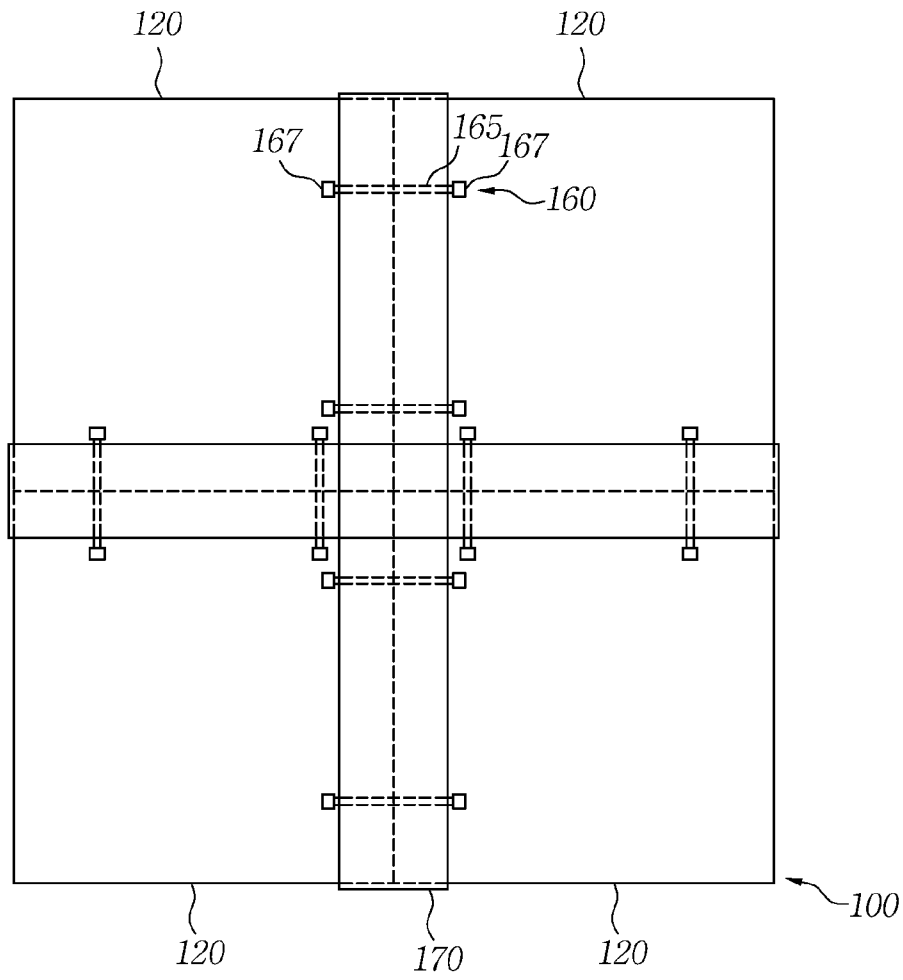
[도13]



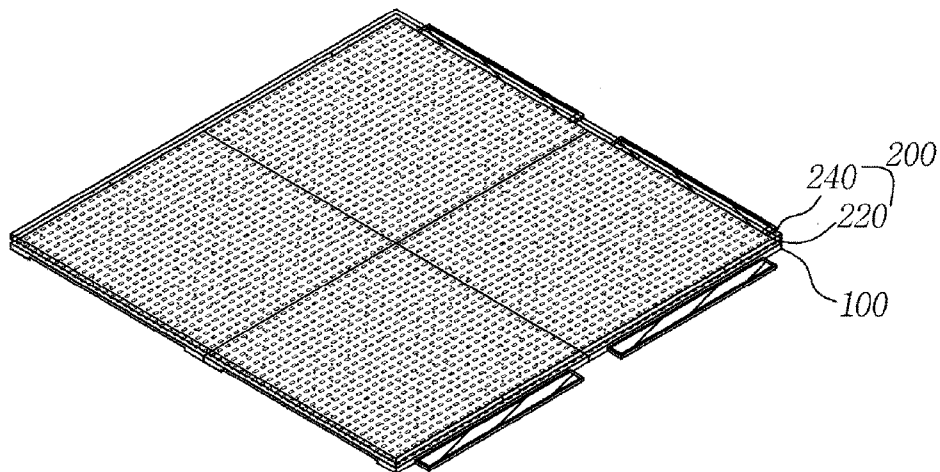
[도14]



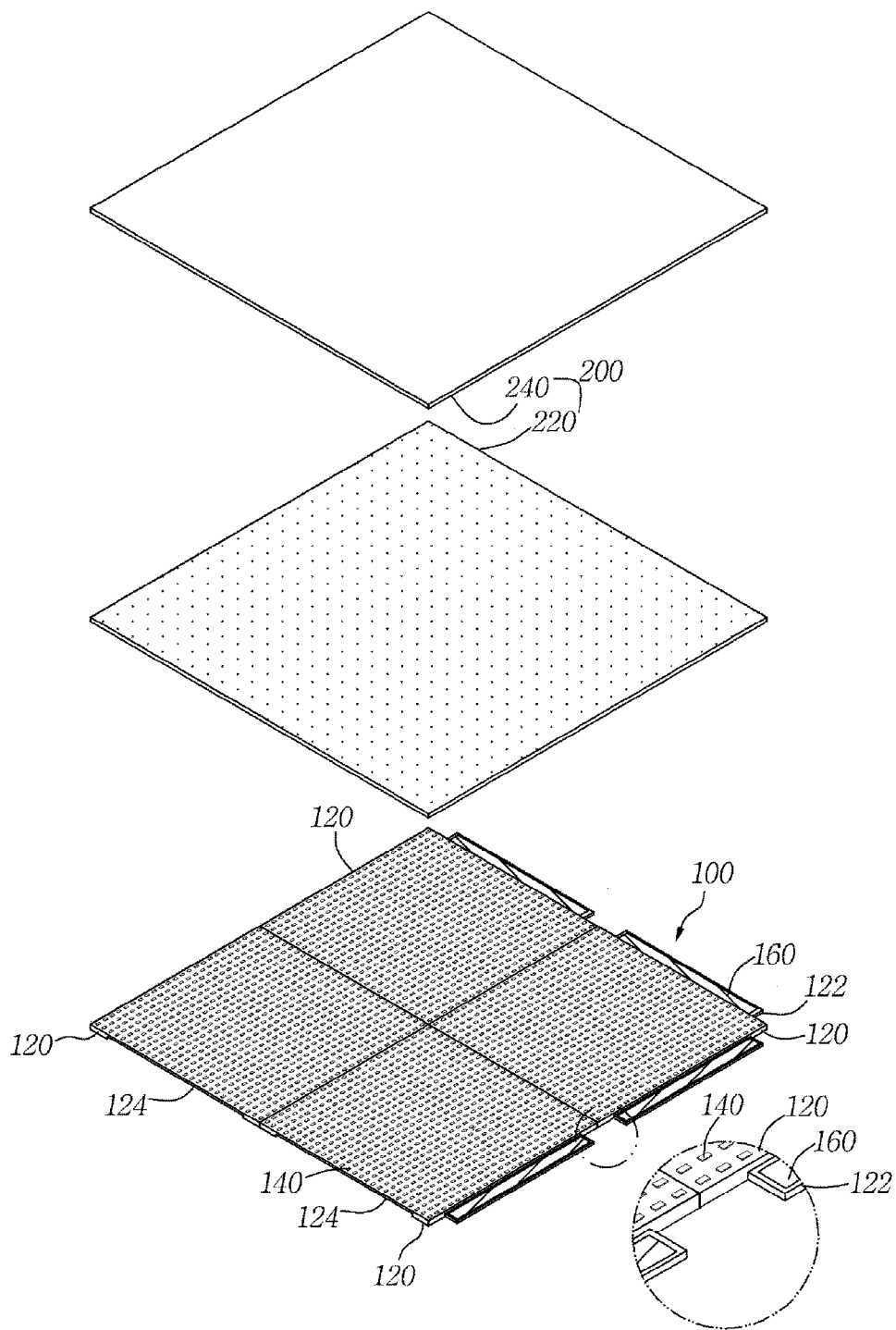
[도15]



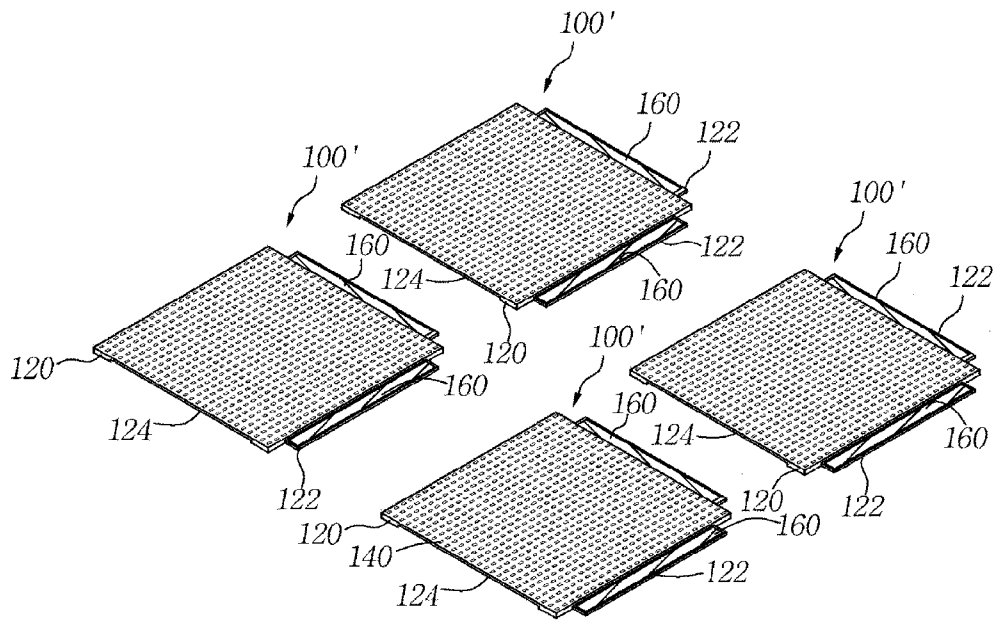
[도16]



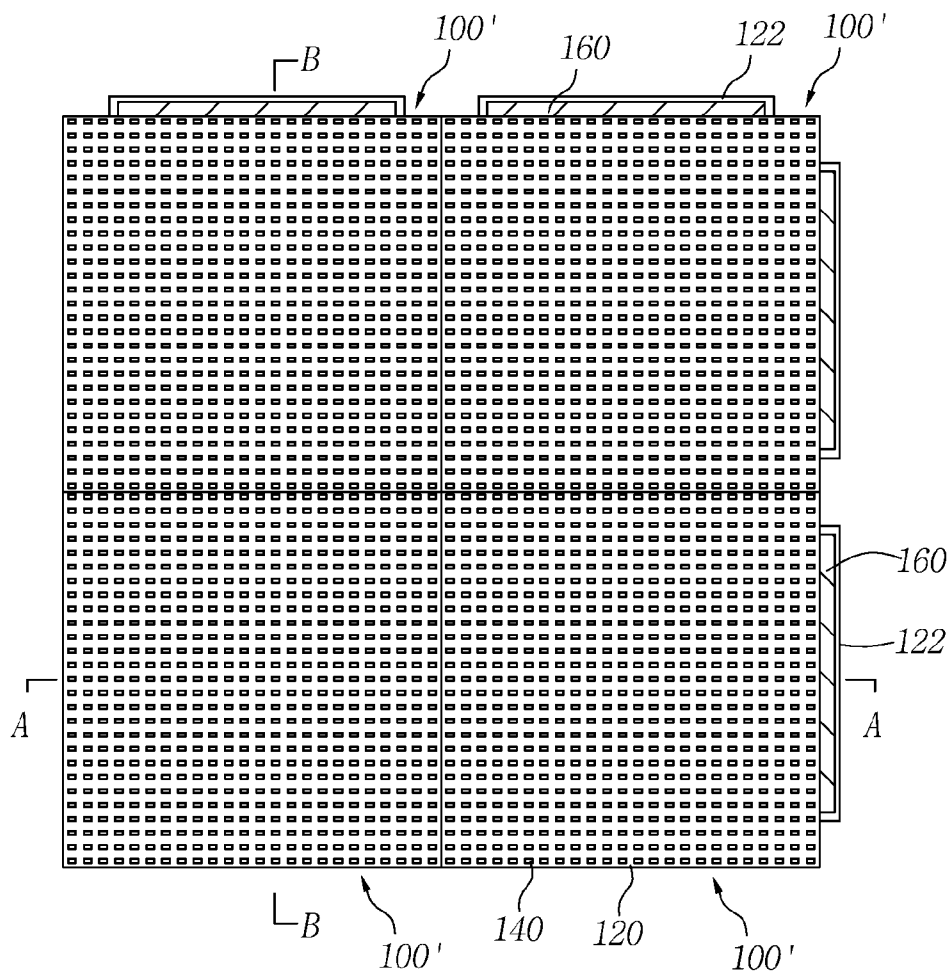
[도17]



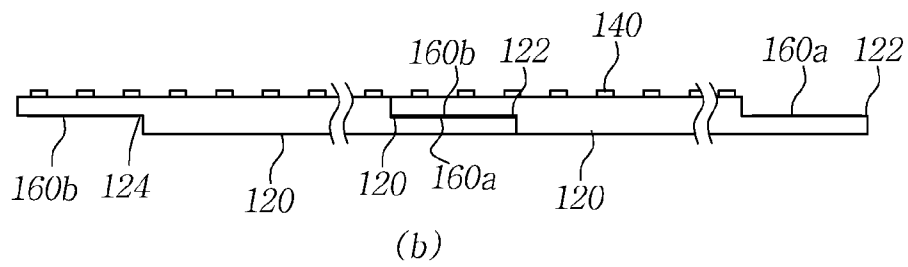
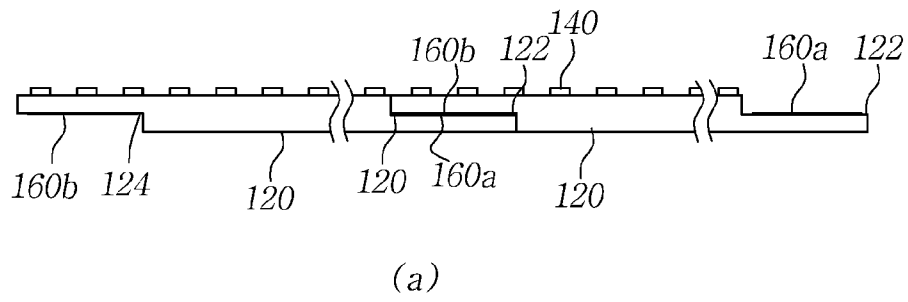
[도18]



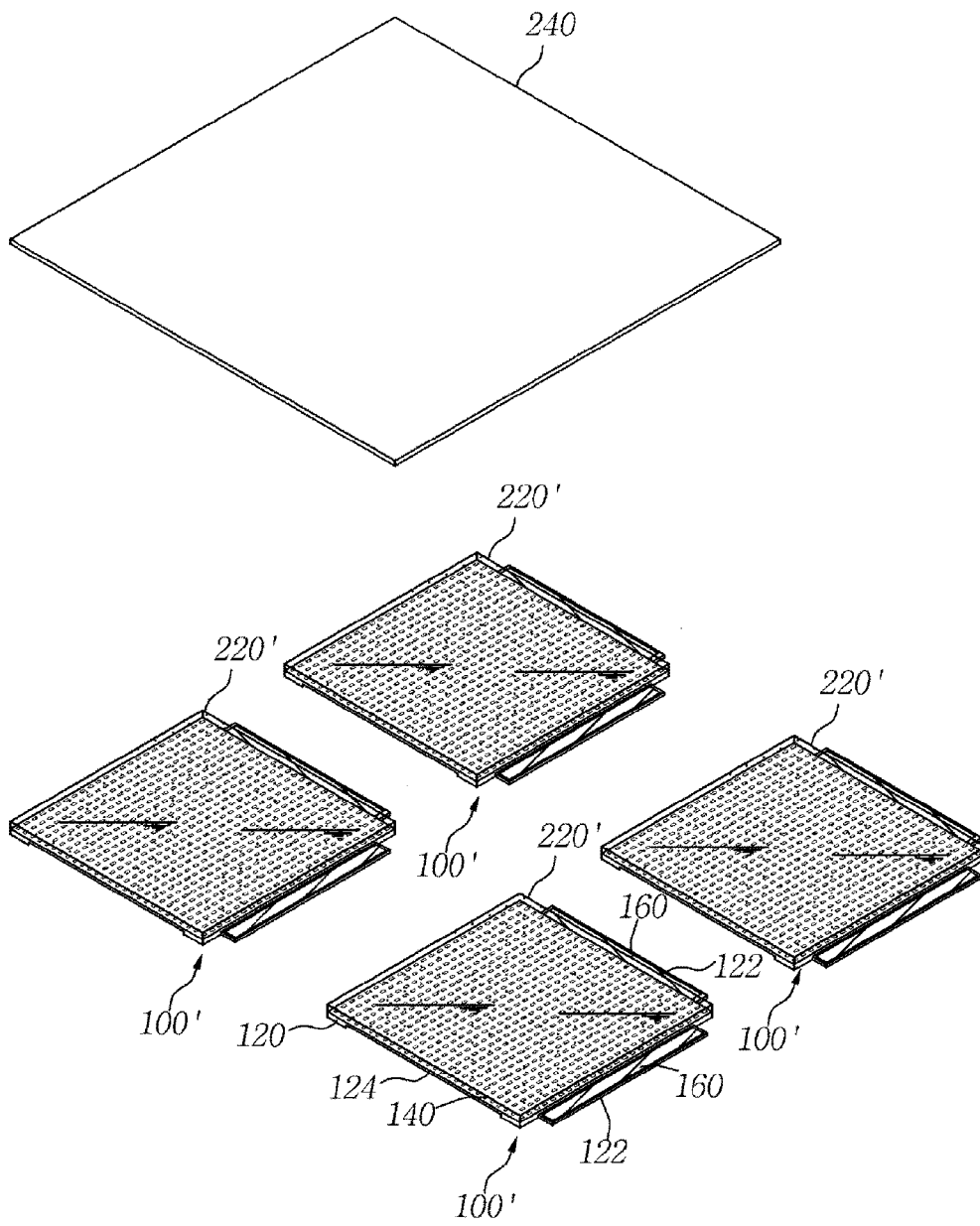
[도19]



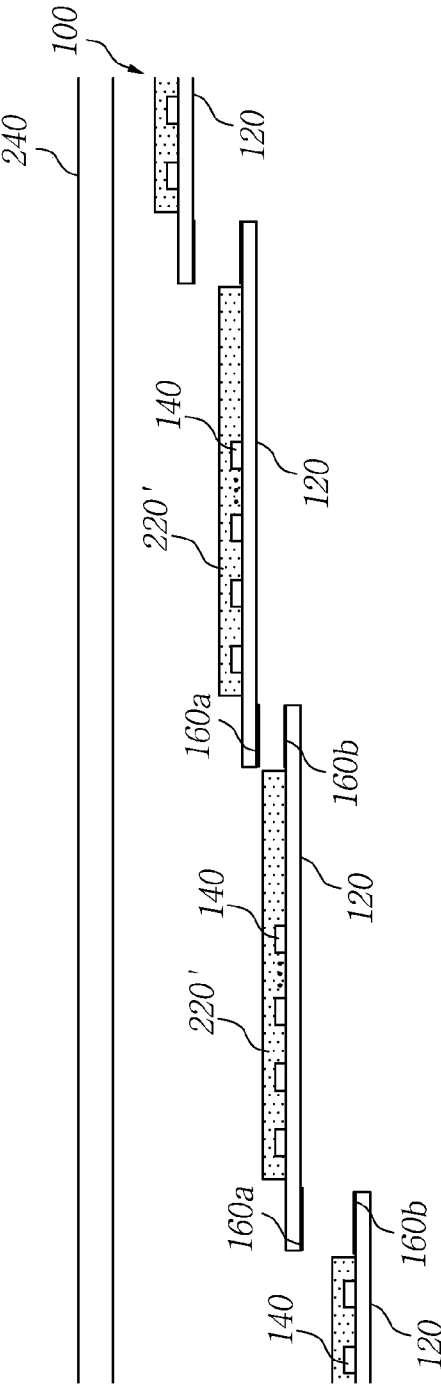
[도20]



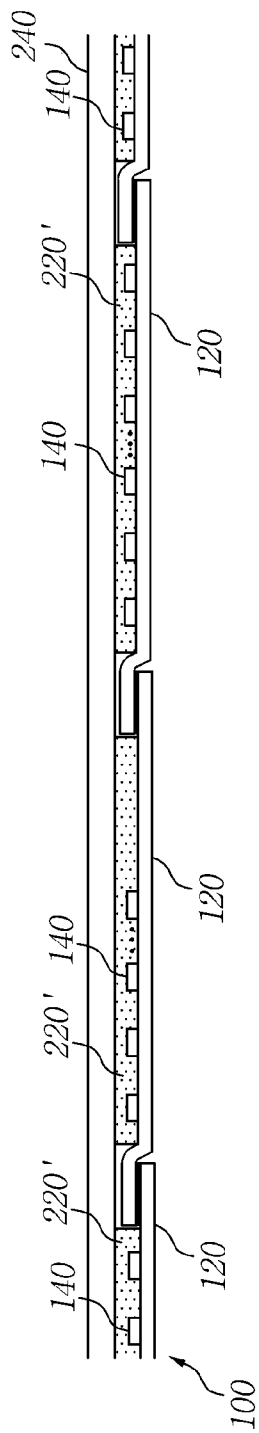
[도21]



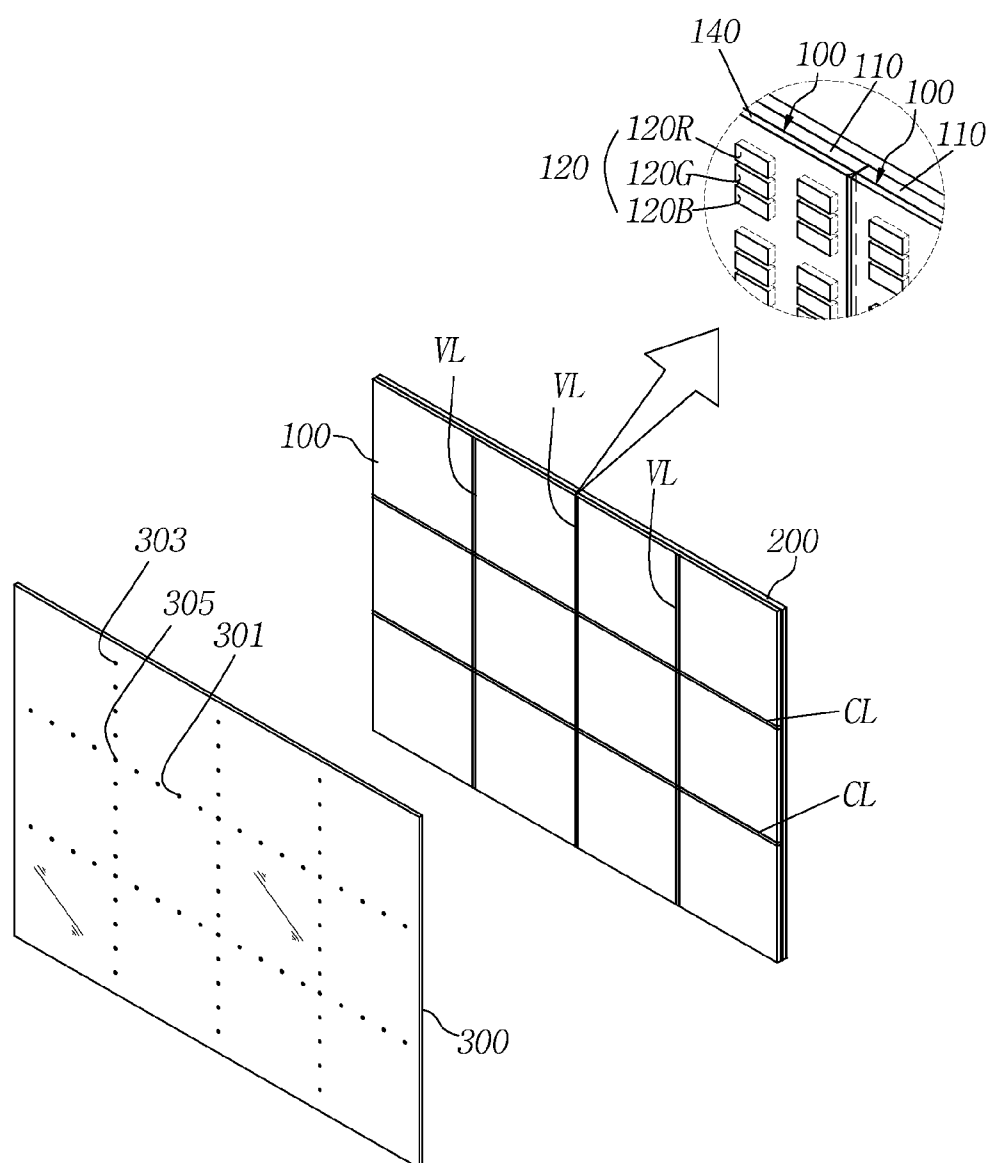
[도22]



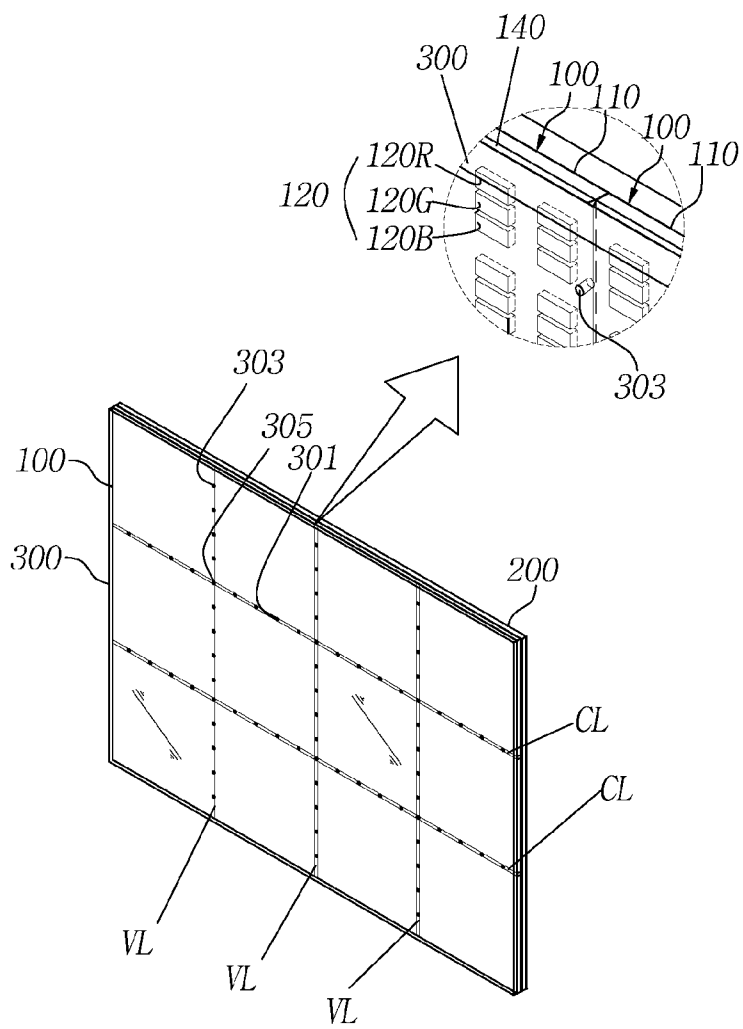
[도23]



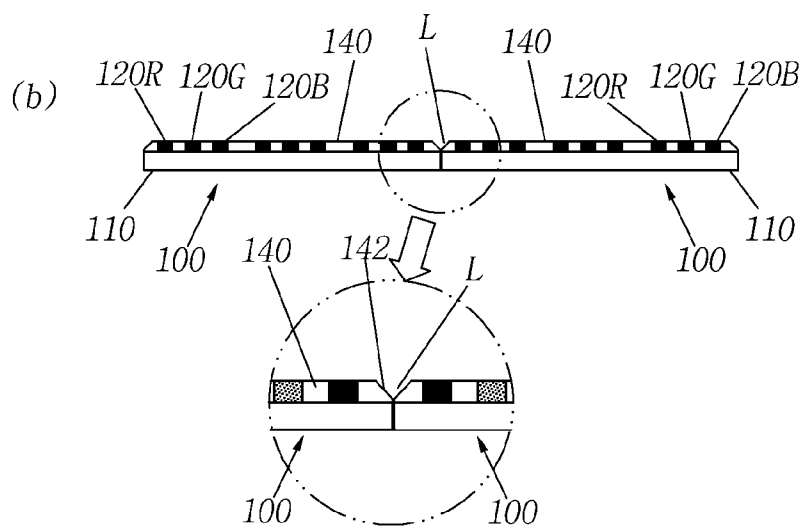
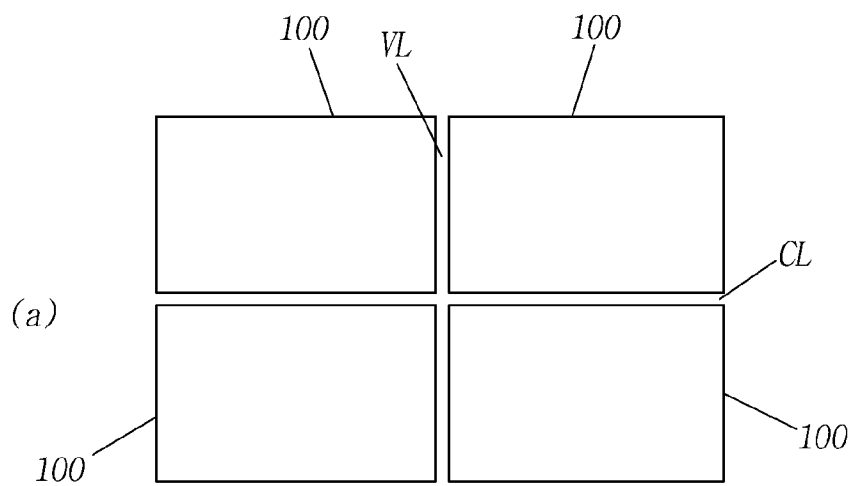
[도24]



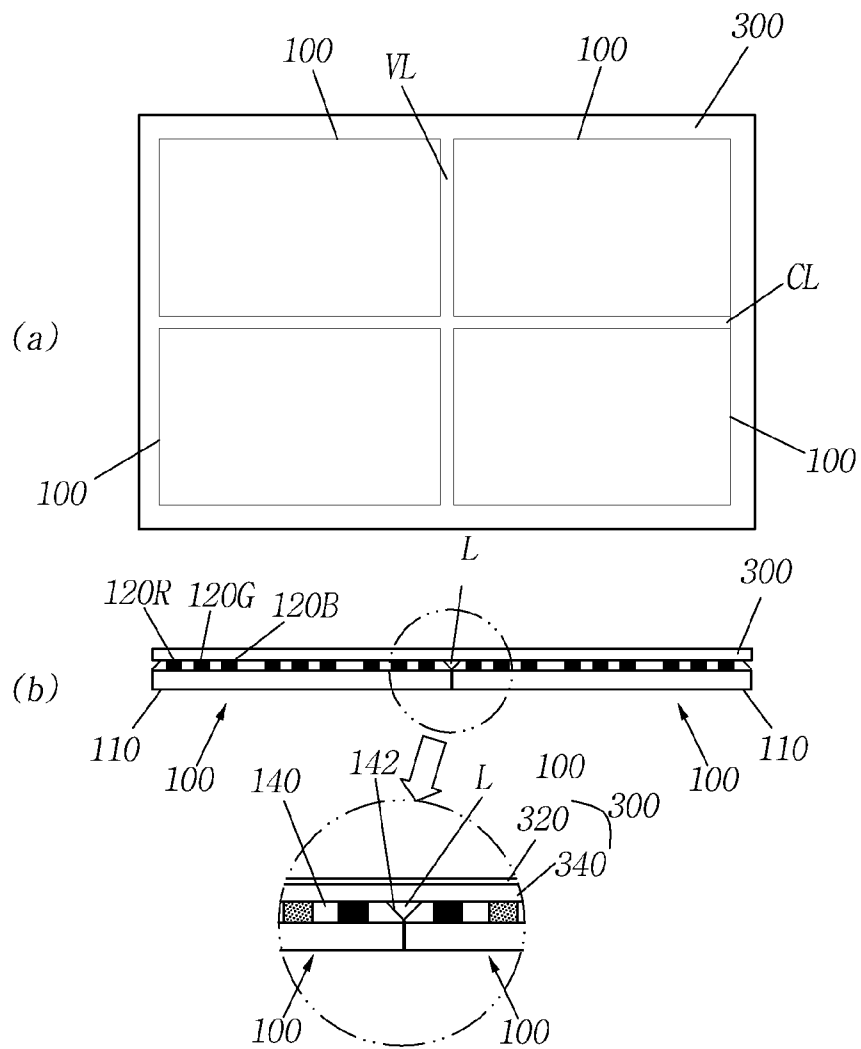
[도25]



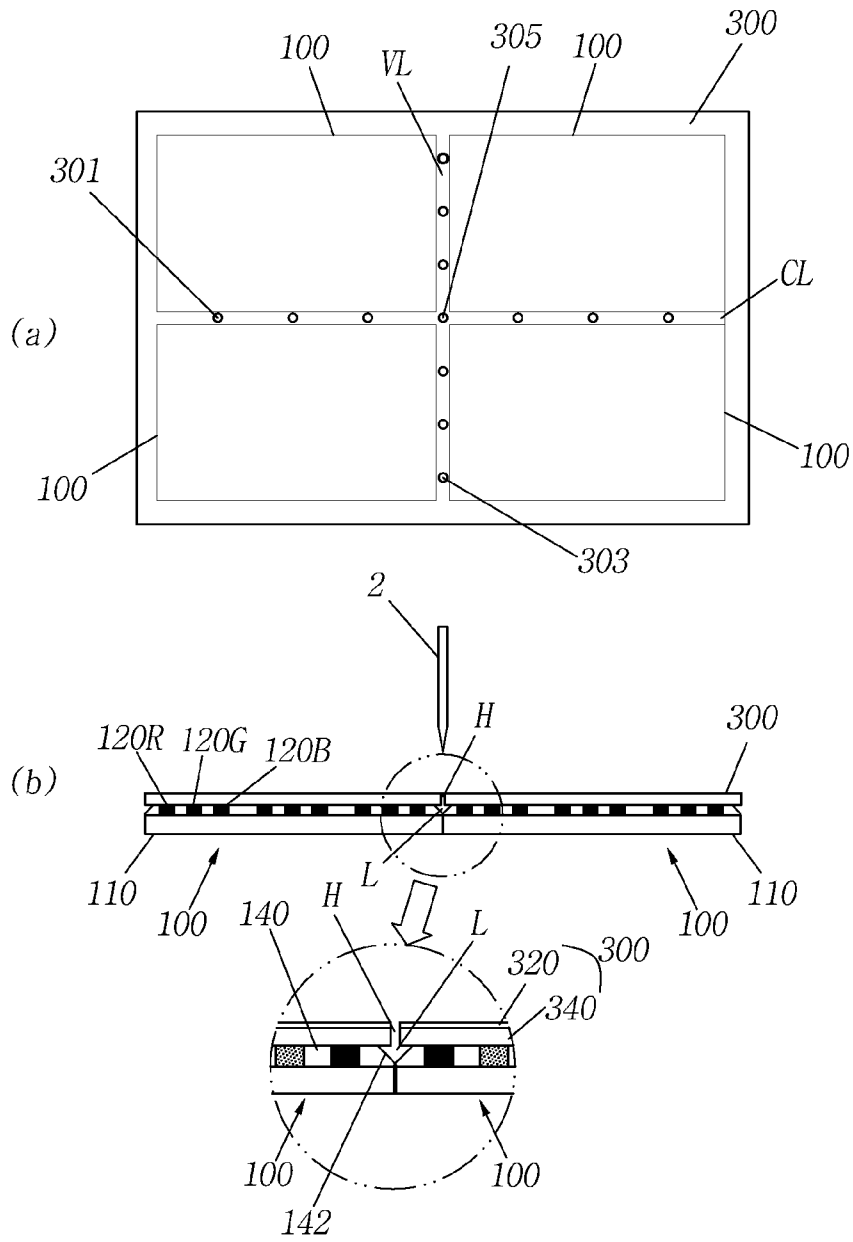
[도26]



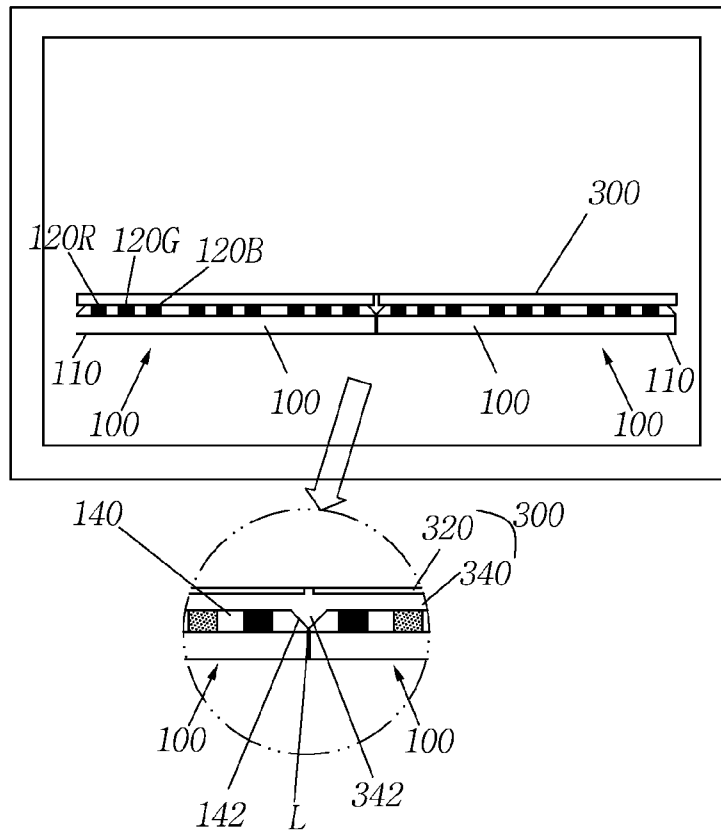
[도27]



[도28]



[도 29]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/007250

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 27/15(2006.01)i, H01L 33/58(2010.01)i, H01L 33/64(2010.01)i, H01L 33/54(2010.01)i, H01L 33/00(2010.01)i, F21S 2/00(2006.01)i, F21V 23/00(2006.01)i, F21K 9/60(2016.01)i, F21Y 115/10(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L 27/15; F21S 2/00; G06F 1/16; G06F 3/041; H01L 21/02; H01L 25/16; H01L 33/40; H01L 33/50; H01L 33/58; H01L 33/64; H01L 33/54; H01L 33/00; F21V 23/00; F21K 9/60; F21Y 115/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: micro LED, flexible substrate, lamp, chip bonding

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-179319 A (PALO ALTO RESEARCH CENTER INC.) 25 September 2014 See paragraphs [0033]-[0078] and figures 1A-12A.	1-16
Y	US 2017-0040306 A1 (APPLE INC.) 09 February 2017 See paragraphs [0069]-[0111] and figures 9, 46.	1-16
A	US 2014-0306244 A1 (NTHDEGREE TECHNOLOGIES WORLDWIDE INC.) 16 October 2014 See paragraphs [0020]-[0052] and figures 1-11.	1-16
A	WO 2016-069766 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 06 May 2016 See claim 1 and figures 1-6.	1-16
A	KR 10-2016-0075689 A (LUXVUE TECHNOLOGY CORPORATION) 29 June 2016 See paragraph [0041] and figure 8.	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 SEPTEMBER 2019 (24.09.2019)

Date of mailing of the international search report

24 SEPTEMBER 2019 (24.09.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/007250

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2014-179319 A	25/09/2014	CN 104048196 A	17/09/2014
		CN 104048196 B	25/01/2019
		EP 2778503 A2	17/09/2014
		EP 2778503 A3	02/09/2015
		EP 2778503 B1	08/05/2019
		JP 6158728 B2	05/07/2017
		US 2014-0268740 A1	18/09/2014
		US 2017-0089519 A1	30/03/2017
		US 9528689 B2	27/12/2016
		US 9857031 B2	02/01/2018
US 2017-0040306 A1	09/02/2017	CN 107710885 A	16/02/2018
		EP 3318108 A1	09/05/2018
		JP 2018-532250 A	01/11/2018
		KR 10-2018-0011812 A	02/02/2018
		US 10026721 B2	17/07/2018
		US 2017-0003440 A1	05/01/2017
		US 2017-0005077 A1	05/01/2017
		US 9841548 B2	12/12/2017
		US 9869807 B2	16/01/2018
		WO 2017-003531 A1	05/01/2017
US 2014-0306244 A1	16/10/2014	WO 2018-075292 A1	26/04/2018
		TW 201448284 A	16/12/2014
		US 9397265 B2	19/07/2016
		WO 2014-172183 A1	23/10/2014
		WO 2014-172183 A4	16/07/2015
WO 2016-069766 A1	06/05/2016	WO 2014-172183 A9	14/05/2015
		US 2017-0236807 A1	17/08/2017
KR 10-2016-0075689 A	29/06/2016	AU 2014-367064 A1	07/04/2016
		AU 2014-367064 B2	22/06/2017
		CN 105793795 A	20/07/2016
		CN 105793795 B	14/05/2019
		EP 3084551 A2	26/10/2016
		EP 3084551 B1	08/05/2019
		EP 3521972 A1	07/08/2019
		JP 2016-538586 A	08/12/2016
		JP 6283412 B2	21/02/2018
		TW 201535096 A	16/09/2015
		TW 201638704 A	01/11/2016
		TW 1547789 B	01/09/2016
		TW 1607300 B	01/12/2017
		US 10147711 B2	04/12/2018
		US 2015-0169011 A1	18/06/2015
		US 2016-0259368 A1	08/09/2016
		US 2017-0141091 A1	18/05/2017
		US 2018-0190632 A1	05/07/2018

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/007250

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 2019-0043845 A1	07/02/2019
		US 9367094 B2	14/06/2016
		US 9582036 B2	28/02/2017
		US 9922966 B2	20/03/2018
		WO 2015-094601 A2	25/06/2015
		WO 2015-094601 A3	29/10/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01L 27/15(2006.01)i, H01L 33/58(2010.01)i, H01L 33/64(2010.01)i, H01L 33/54(2010.01)i, H01L 33/00(2010.01)i, F21S 2/00(2006.01)i, F21V 23/00(2006.01)i, F21K 9/60(2016.01)i, F21Y 115/10(2016.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 27/15; F21S 2/00; G06F 1/16; G06F 3/041; H01L 21/02; H01L 25/16; H01L 33/40; H01L 33/50; H01L 33/58; H01L 33/64; H01L 33/54; H01L 33/00; F21V 23/00; F21K 9/60; F21Y 115/10

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 마이크로 엘이디(micro LED), 플렉시블 기판(flexible substrate), 조명(lamp), 칩 본딩(chip bonding)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2014-179319 A (PALO ALTO RESEARCH CENTER INC.) 2014.09.25 단락 [0033]-[0078] 및 도면 1A-12A 참조.	1-16
Y	US 2017-0040306 A1 (APPLE INC.) 2017.02.09 단락 [0069]-[0111] 및 도면 9, 46 참조.	1-16
A	US 2014-0306244 A1 (NTHDEGREE TECHNOLOGIES WORLDWIDE INC.) 2014.10.16 단락 [0020]-[0052] 및 도면 1-11 참조.	1-16
A	WO 2016-069766 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 2016.05.06 청구항 1 및 도면 1-6 참조.	1-16
A	KR 10-2016-0075689 A (렉스뷰 테크놀로지 코퍼레이션) 2016.06.29 단락 [0041] 및 도면 8 참조.	1-16

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 09월 24일 (24.09.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 09월 24일 (24.09.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

장기정

전화번호 +82-42-481-8364



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2014-179319 A	2014/09/25	CN 104048196 A CN 104048196 B EP 2778503 A2 EP 2778503 A3 EP 2778503 B1 JP 6158728 B2 US 2014-0268740 A1 US 2017-0089519 A1 US 9528689 B2 US 9857031 B2	2014/09/17 2019/01/25 2014/09/17 2015/09/02 2019/05/08 2017/07/05 2014/09/18 2017/03/30 2016/12/27 2018/01/02
US 2017-0040306 A1	2017/02/09	CN 107710885 A EP 3318108 A1 JP 2018-532250 A KR 10-2018-0011812 A US 10026721 B2 US 2017-0003440 A1 US 2017-0005077 A1 US 9841548 B2 US 9869807 B2 WO 2017-003531 A1 WO 2018-075292 A1	2018/02/16 2018/05/09 2018/11/01 2018/02/02 2018/07/17 2017/01/05 2017/01/05 2017/12/12 2018/01/16 2017/01/05 2018/04/26
US 2014-0306244 A1	2014/10/16	TW 201448284 A US 9397265 B2 WO 2014-172183 A1 WO 2014-172183 A4 WO 2014-172183 A9	2014/12/16 2016/07/19 2014/10/23 2015/07/16 2015/05/14
WO 2016-069766 A1	2016/05/06	US 2017-0236807 A1	2017/08/17
KR 10-2016-0075689 A	2016/06/29	AU 2014-367064 A1 AU 2014-367064 B2 CN 105793795 A CN 105793795 B EP 3084551 A2 EP 3084551 B1 EP 3521972 A1 JP 2016-538586 A JP 6283412 B2 TW 201535096 A TW 201638704 A TW I547789 B TW I607300 B US 10147711 B2 US 2015-0169011 A1 US 2016-0259368 A1 US 2017-0141091 A1 US 2018-0190632 A1	2016/04/07 2017/06/22 2016/07/20 2019/05/14 2016/10/26 2019/05/08 2019/08/07 2016/12/08 2018/02/21 2015/09/16 2016/11/01 2016/09/01 2017/12/01 2018/12/04 2015/06/18 2016/09/08 2017/05/18 2018/07/05

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

US 2019-0043845 A1	2019/02/07
US 9367094 B2	2016/06/14
US 9582036 B2	2017/02/28
US 9922966 B2	2018/03/20
WO 2015-094601 A2	2015/06/25
WO 2015-094601 A3	2015/10/29