

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 3월 14일 (14.03.2019) **WIPO | PCT**

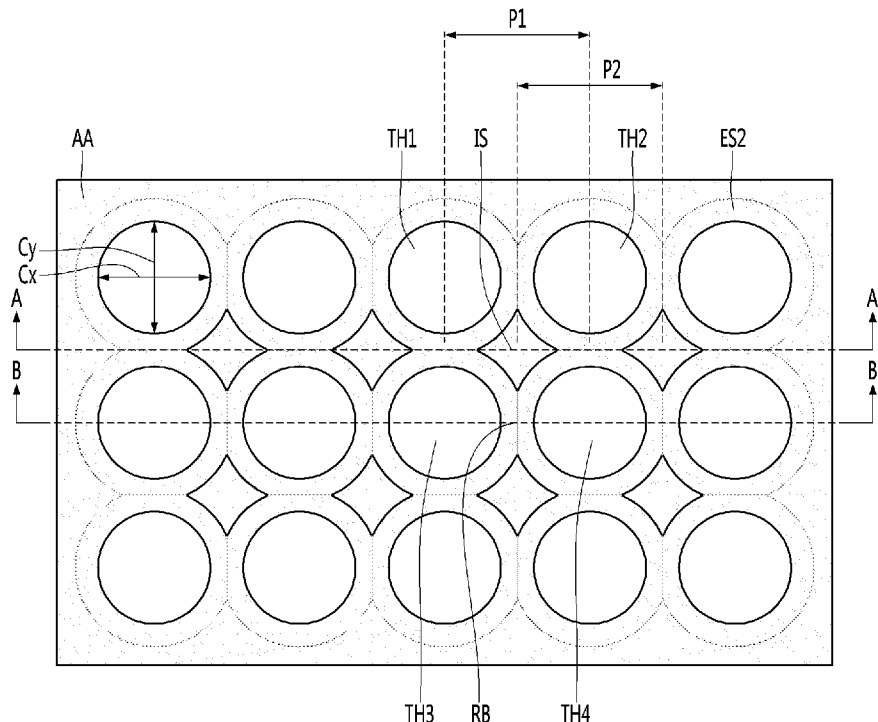


(10) 국제공개번호
WO 2019/050198 A2

- (51) 국제특허분류:
H01L 51/56 (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) *H01L 27/32* (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
C23C 14/22 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/009806
- (22) 국제출원일: 2018년 8월 24일 (24.08.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2017-0114820 2017년 9월 7일 (07.09.2017) KR
10-2017-0155670 2017년 11월 21일 (21.11.2017) KR
10-2017-0157644 2017년 11월 23일 (23.11.2017) KR
- (71) 출원인: 엘지이노텍 주식회사 (**LG INNOTEK CO., LTD.**) [KR/KR]; 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 백지흠 (**PAIK, Jee Heum**); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 김해식 (**KIM, Hae Sik**); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 조영득 (**JO, Yeong Deuk**); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 이상유 (**LEE, Sang Yu**); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 조수현 (**CHO, Su Hyeon**); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 손효원 (**SON, Hyo Won**); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 허용록 (**HAW, Yong Noke**); 06252 서울시 강남구 역삼로 114 현죽빌딩 6층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: METALLIC MATERIAL DEPOSITION MASK FOR OLED PIXEL DEPOSITION, AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 발명의 명칭: OLED 화소 증착을 위한 금속 재료의 증착용 마스크 및 이의 제조방법



(57) Abstract: A metallic material deposition mask for OLED pixel deposition according to an embodiment of the present invention includes a deposition region for forming a deposition pattern and a non-deposition region other than the deposition region. The deposition region includes a plurality of effective portions spaced apart in the longitudinal direction and non-effective portions other than the effective portions. The effective portions include: a plurality of small-area holes formed on one surface; a plurality of large-area holes formed on the reverse surface on the opposite side to the one surface; through holes through which the small-area holes and large-area holes communicate; and island parts between the plurality of through holes, wherein the through holes have a diameter of no greater than 33 μm , the distance between the centers of two neighboring through holes among the through holes is no greater than 48 μm ,



WO 2019/050198 A2

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 역내 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), 유럽 (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:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

which corresponds to a resolution of 500 PPI, the inclination angle of the large-area holes with respect to the reverse surface is 40 degrees to 55 degrees, the average center-line average surface roughness of the non-deposition region in the longitudinal direction and average center-line average surface roughness of the non-deposition region in the widthwise direction are 0.1 μm to 0.3 μm , the average ten-point average surface roughness (R_z) of the non-deposition region in the longitudinal direction and average ten-point average surface roughness of the non-deposition region in the widthwise direction are 0.5 μm to 2.0 μm , the deviation of the average center-line average surface roughness value in the longitudinal direction with respect to the average center-line average surface roughness in the widthwise direction is less than 50%, and the deviation of the average ten-point average surface roughness value in the longitudinal direction with respect to the average ten-point average surface roughness in the widthwise direction is less than 50%.

(57) 요약서: 본 발명의 실시 예에 따른 OLED 화소 증착을 위한 금속재의 증착용 마스크에 있어서, 상기 증착용 마스크는 증착 패턴을 형성하기 위한 증착 영역 및 상기 증착 영역 이외의 비증착 영역을 포함하고, 상기 증착 영역은 길이 방향으로 이격된 복수 개의 유효부 및 상기 유효부 이외의 비유효부를 포함하고, 상기 유효부는, 일면 상에 형성된 다수의 소면공; 상기 일면과 반대되는 타면상에 형성된 다수의 대면공; 상기 소면공과 상기 대면공을 연통하는 관통홀; 및 상기 다수의 관통홀 사이의 아일랜드부;를 포함하고, 상기 관통홀의 직경은 33 μm 이하이고, 상기 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 간의 간격이 48 μm 이하인 500PPI 이상의 해상도를 가지며, 상기 타면에 대한 대면공의 경사각은 40도 내지 55도이고, 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 0.1 μm 내지 0.3 μm 이고, 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 10 점 평균 표면 거칠기(R_z) 및 폭 방향으로의 평균 10 점 평균 표면 거칠기는 0.5 μm 내지 2.0 μm 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10 점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10 점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이다.

명세서

발명의 명칭: OLED 화소 증착을 위한 금속 재질의 증착용 마스크 및 이의 제조방법

기술분야

- [1] 실시예는 OLED 화소 증착을 위한 금속 재질의 증착용 마스크 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 자세하게, 실시 예에 따른 증착용 마스크는 500 PPI 급 이상의 고해상도 OLED 패널을 제작하기 위한 것이다.

배경기술

- [2] 고해상도 및 저전력을 가지는 표시 장치가 요구됨에 따라, 액정 표시 장치나 전계 발광 표시 장치와 같은 다양한 표시 장치들이 개발되고 있다.
- [3] 전계 발광 표시 장치는 액정 표시 장치에 비하여 저 발광, 저 소비 전력, 고해상도 등의 우수한 특성에 따라, 차세대 표시 장치로 각광받고 있다.
- [4] 전계 표시 장치는 유기 발광 표시 장치와 무기 발광 표시 장치가 있다. 즉, 발광층의 물질에 따라 유기 발광 표시 장치와 무기 발광 표시 장치로 구별될 수 있다.
- [5] 이 중에서도, 유기 발광 표시 장치는 넓은 시야각을 가지고, 빠른 응답속도를 가진다는 점, 저전력이 요구된다는 점에서 주목받고 있다.
- [6] 이러한 발광층을 구성하는 유기 물질은 파인 메탈 마스크(fine metal mask) 방식에 의하여 기판 상에 화소를 형성하기 위한 패턴이 형성될 수 있다.
- [7] 이때, 파인 메탈 마스크, 즉 증착용 마스크는 기판 상에 형성될 패턴과 대응되는 관통홀을 가질 수 있어, 기판 상에 파인 메탈 마스크를 얼라인한 후, 유기 물질을 증착함에 따라, 화소를 형성하는 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue)의 패턴을 형성할 수 있다.
- [8] 최근에는, 가상 현실(VR, virtual reality) 기기 등 다양한 전자기기에서 초고해상도(UHD, Ultra High Definition)의 표시 장치가 요구된다. 이에 따라, 초고해상도(UHD급)의 패턴을 형성할 수 있는 미세한 크기의 관통홀을 가지는 파인 메탈 마스크가 요구된다.
- [9] 증착용 마스크로 사용될 수 있는 금속판은 식각 공정에 의해서 복수 개의 관통홀이 형성될 수 있다.
- [10] 이때, 금속판의 길이 방향에서의 표면 거칠기와, 금속판의 폭 방향에서의 표면 거칠기가 서로 다른 경우에는 금속판 표면 상에 배치되는 포토레지스트층의 밀착력이 방향에 따라 서로 다를 수 있다. 즉, 금속판의 길이 방향에서의 표면 거칠기와 금속판의 폭 방향에서의 표면 거칠기의 편차가 큰 경우에는 포토레지스트층의 밀착력 차이로 인해 방향에 따라 식각 정도 차이가 발생할 수 있다. 따라서, 원하는 크기의 관통홀을 형성할 수 없게 되므로, 관통홀 공정의 균일성이 저하될 수 있는 문제를 가진다. 또한, 증착용 마스크는

포토리저스트층의 밀착력 차이로 인하여 아일랜드부의 소실 및 불균일이 발생할 수 있고, 이에 따라, 증착용 마스크를 이용하여 화소 증착 전 인장 단계에서 관통홀 간의 불균일이 발생하여 화소를 원하는 위치에 증착하기 어려운 문제점이 있다.

- [11] 따라서, 500 PPI 이상의 고해상도 또는 초고해상도(UHD급)의 패턴을 증착불량 없이 균일하게 형성할 수 있는 새로운 구조의 증착용 마스크 및 이의 제조방법이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 실시 예에서는 약 500 PPI 이상의 고해상도 또는 약 800 PPI 이상의 초고해상도(UHD급)의 패턴을 증착 불량 없이 균일하게 형성할 수 있는 증착용 마스크 및 이의 제조방법을 제공하도록 한다.
- [13] 또한, 실시 예서는 내부 응력에 의해 발생하는 휨 현상을 최소화할 수 있는 금속판을 제공하고자 한다.
- [14] 또한, 실시 예서는 400PPI 이상의 고해상도 증착용 마스크 제조 시 사용되는 금속판의 잔류 응력을 효과적으로 측정할 수 있는 방법을 제공하고자 한다. 자세하게, 실시 예는 금속판의 두께와 무관하게 잔류 응력을 측정할 수 있는 측정방법을 제공하고자 한다.
- [15] 또한, 실시 예에서는 내부 응력을 최소화하여 금속판 상에 형성되는 관통 홀의 위치 및 형태 등의 균일도를 향상시킬 수 있는 증착용 마스크를 제공하도록 한다.
- [16] 또한, 실시 예서는 강성을 확보하여 인장 시의 총 피치 변형이나 처짐 발생과 같은 길이 변형을 최소화할 수 있는 증착용 마스크를 제공하고자 한다.
- [17] 또한, 실시 예서는 강성을 확보하면서 관통 홀의 위치에 관계없이 OLED 화소 패턴을 균일하게 증착할 수 있는 증착용 마스크를 제공하고자 한다.
- [18] 제안되는 실시 예에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 제안되는 실시 예가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [19] 본 발명의 실시 예에 따른 OLED 화소 증착을 위한 금속재의 증착용 마스크에 있어서, 상기 증착용 마스크는 증착 패턴을 형성하기 위한 증착 영역 및 상기 증착 영역 이외의 비증착 영역을 포함하고, 상기 증착 영역은 길이 방향으로 이격된 복수 개의 유효부 및 상기 유효부 이외의 비유효부를 포함하고, 상기 유효부는, 일면 상에 형성된 다수의 소면공; 상기 일면과 반대되는 타면상에 형성된 다수의 대면공; 상기 소면공과 상기 대면공을 연통하는 관통홀; 및 상기 다수의 관통홀 사이의 아일랜드부;를 포함하고, 상기 관통홀의 직경은 33um

이하이고, 상기 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 간의 간격이 48 μm 이하인 500PPI 이상의 해상도를 가지며, 상기 타면에 대한 대면공의 경사각은 40도 내지 55도이고, 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 0.1 μm 내지 0.3 μm 이고, 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz) 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 0.5 μm 내지 2.0 μm 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이다.

- [20] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 OLED 화소 증착을 위한 금속재의 증착용 마스크에 있어서, 상기 증착용 마스크는 증착 패턴을 형성하기 위한 증착 영역 및 상기 증착 영역 이외의 비증착 영역을 포함하고, 상기 증착 영역은 길이 방향으로 이격된 복수 개의 유효부 및 상기 유효부 이외의 비유효부를 포함하고, 상기 유효부는, 일면 상에 형성된 다수의 소면공; 상기 일면과 반대되는 타면상에 형성된 다수의 대면공; 상기 소면공과 상기 대면공을 연통하는 관통홀; 및 상기 다수의 관통홀 사이의 아일랜드부;를 포함하고, 상기 관통홀의 직경은 33 μm 이하이고, 상기 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 간의 간격이 48 μm 이하인 500PPI 이상의 해상도를 가지며, 상기 타면에 대한 대면공의 경사각은 40도 내지 55도이고, 상기 아일랜드 부의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 0.1 μm 내지 0.3 μm 이고, 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz) 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 0.5 μm 내지 2.0 μm 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이다.

- [21] 또한, OLED 화소 증착을 위한 금속재 증착용 마스크의 제조방법에 있어서, 압연 및 어닐링이 수행된, 압연 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 평균 10점 평균 표면 거칠기가 압연 수직방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 평균 10점 평균 표면 거칠기 보다 작고, 소정의 두께를 가지는 금속판을 준비하는 제 1 단계; 상기 금속판을 압연 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 압연 수직방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 각각 0.1 μm 내지 0.3 μm 이고, 압연 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 압연 수직방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기가 각각 0.5 μm 내지 2.0 μm 의 범위가 되도록 표면처리하는 제 2 단계; 상기 금속판의 표면 상에 패턴화된 포토레지스트층을 도포 및 현상하고, 상기 금속판을 식각하여, 다수의 대면공, 다수의 소면공 및 상기 대면공과 소면공에 의해 형성되는 다수의 관통홀을

형성하는 제 3 단계;를 포함한다.

발명의 효과

- [22] 실시 예에 의하면, 500 PPI 이상의 해상도를 가지는 OLED 화소 증착을 위한 금속 재질의 증착용 마스크에서 증착 불량을 최소화할 수 있는 증착용 마스크를 제공할 수 있다.
- [23] 실시 예에 의하면, 증착용 마스크의 제조를 위한 금속판은 길이 방향과 폭 방향의 거칠기의 편차가 50% 이하일 수 있다. 이에 따라, 상기 금속판은 방향에 상관 없이 포토레지스트층과의 밀착력이 향상될 수 있다. 따라서, 실시 예에 따른 증착용 마스크는 아일랜드부의 균일성 및 관통 홀 크기의 균일성이 향상될 수 있다.
- [24] 또한, 실시 예에 의하면 관통 홀의 대면공이 길이 방향으로 제 1 단면 경사각을 가지도록 하고, 폭 방향으로 제 1 단면 경사각보다 큰 제 2 단면 경사각을 가지도록 한다. 이에 따라, 실시 예의 증착용 마스크는 상기 제 1 단면 경사각과 상기 제 2 단면 경사각의 차이만큼 길이 방향으로 배치되는 리브 중앙부의 두께를 증가시킬 수 있다. 이에 따라 실시 예에서는 증착용 마스크의 강성을 확보할 수 있다. 또한, 실시 예에서는 증착용 마스크의 강성이 확보됨에 따라 길이 변형을 최소화할 수 있다. 또한, 실시 예에서는 상기 증착용 마스크의 강성이 확보됨에 따라 마스크 패턴의 형상 및 관통 홀의 위치의 균일도를 증가시킬 수 있다. 또한, 실시 예에서는 상기 균일도가 증가됨에 따라 증착용 마스크의 패턴 증착 효율을 향상시킬 수 있다.
- [25] 또한, 실시 예에 의하면, 유기물 증착 용기의 이동 방향과 수직한 방향으로 배치되는 관통 홀의 대면공의 경사각을 감소시킨다. 이에 따라, 실시 예에 따른 증착용 마스크는 관통 홀의 위치에 관계없이 모든 영역에서 OLED 화소 패턴을 균일하게 증착할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 실시 예에 따른 증착용 마스크가 포함된 유기물 증착 장치를 도시한 사시도이다.
- [27] 도 2 내지 도 4는 실시예에 따른 증착용 마스크를 사용하여 기판 상에 유기 물질을 증착하는 공정을 설명하기 위한 개념도들이다.
- [28] 도 5는 실시예에 따른 증착용 마스크의 평면도를 도시한 도면이다.
- [29] 도 6a는 증착용 마스크의 유효부의 평면도를 도시한 도면이다.
- [30] 도 6b는 증착용 마스크의 유효부의 평면도를 도시한 사진이다.
- [31] 도 6c는 도 6a 또는 도 6b의 A-A'의 단면도 및 B-B'의 단면도를 겹쳐서 도시한 도면이다.
- [32] 도 7은 실시예에 따른 증착용 마스크의 다른 평면도를 도시한 도면이다.
- [33] 도 8은 실시예에 따른 증착용 마스크의 도 6a 또는 도 6b의 B-B' 방향에서의 단면도이다.

- [34] 도 9는 금속재의 압연 단계를 나타내는 도면이다.
- [35] 도 10 및 도 11은 도 9의 압연 및 어닐링을 거쳐 소정의 두께를 가지는 금속판을 나타내는 도면이다.
- [36] 도 12 및 도 13은 도 11에 따른 금속판의 SEM 사진이다.
- [37] 도 14은 소정의 두께를 가지는 금속판을 준비하여 실시예의 표면 거칠기를 가지도록 소정의 두께보다 얇게 식각하는 단계를 도시한 도면이다.
- [38] 도 15 및 도 16은 실시예에 따른 증착용 마스크의 비증착 영역의 SEM 사진이다.
- [39] 도 17은 실시예에 따른 증착용 마스크의 제조 공정을 도시한 단면도들이다.
- [40] 도 18은 실시예에 따른 증착용 마스크의 비증착 영역의 길이 방향, 대각선 방향 및 폭 방향에서의 거칠기의 측정 값을 나타낸 그래프이다.
- [41] 도 19는 실시예에 따른 증착용 마스크의 비증착 영역의 표면 조도에 따른 포토레지스트층과의 밀착성을 나타낸 도면이다.
- [42] 도 20은 실시예에 따른 증착용 마스크의 아일랜드부의 형상을 평가하기 위해 금속판의 일면을 하프 에칭한 형상을 도시한 도면이다.
- [43] 도 21은 비교예에 따른 증착용 마스크의 비증착 영역의 길이 방향, 대각선 방향 및 폭 방향에서의 거칠기의 측정 값을 나타낸 그래프이다.
- [44] 도 22는 비교예에 따른 증착용 마스크의 비증착 영역의 표면 조도에 따른 포토레지스트층과의 밀착성을 나타낸 도면이다.
- [45] 도 23은 비교예에 따른 증착용 마스크의 아일랜드부의 형상을 평가하기 위해 금속판의 일면을 하프 에칭한 형상을 도시한 도면이다.
- [46] 도 24는 증착용 마스크의 원재인 금속판이 권취된 것을 도시한 도면이다.
- [47] 도 25는 종래의 잔류 응력 측정방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [48] 도 26은 실시 예에 따른 금속판으로부터 제작되는 샘플 금속판을 설명하기 위한 도면이다.
- [49] 도 27은 실시 예에 따른 잔류 응력 측정방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [50] 도 28 및 도 29는 실시예에 따른 증착용 마스크를 통해 형성되는 증착 패턴을 도시한 도면들이다.
- [51] 도 30은 본 발명의 다른 실시예에 따른 증착용 마스크의 유효부의 평면도를 도시한 도면이다.
- [52] 도 31은 도 30의 A-A' 방향에서의 단면과 B-B' 방향에서의 단면 사이의 높이 단차와 크기를 설명하기 위해 각각의 단면을 겹쳐서 도시한 도면이다.
- [53] 도 32는 도 30의 B-B' 방향에서의 단면도를 도시한 도면이다.
- [54] 도 33은 도 30의 C-C' 방향에서의 단면도를 도시한 도면이다.
- [55] 도 34는 도 30의 D-D' 방향에서의 단면도를 도시한 도면이다.
- [56] 도 35는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증착용 마스크의 유효부의 평면도를 도시한 도면이다.
- [57] 도 36는 도 35에서의 제 2 관통 홀을 나타낸 단면도이다.

[58] 도 37은 도 35에서의 제3 관통 홀을 나타낸 단면도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[59] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다.

[60] 다만, 본 발명의 기술 사상은 설명되는 일부 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있고, 본 발명의 기술 사상 범위 내에서라면, 실시 예들간 그 구성 요소들 중 하나 이상을 선택적으로 결합, 치환하여 사용할 수 있다.

[61] 또한, 본 발명의 실시 예에서 사용되는 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는, 명백하게 특별히 정의되어 기술되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일반적으로 이해될 수 있는 의미로 해석될 수 있으며, 사전에 정의된 용어와 같이 일반적으로 사용되는 용어들은 관련 기술의 문맥상의 의미를 고려하여 그 의미를 해석할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명의 실시 예에서 사용된 용어는 실시 예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다.

[62] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함할 수 있고, "A 및(와) B, C중 적어도 하나(또는 한 개 이상)"로 기재되는 경우 A, B, C로 조합할 수 있는 모든 조합 중 하나 이상을 포함 할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시 예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제1, 제2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다.

[63] 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등으로 한정되지 않는다. 그리고, 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 '연결', '결합' 또는 '접속'된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결, 결합 또는 접속되는 경우뿐 아니라, 그 구성 요소와 그 다른 구성요소 사이에 있는 또 다른 구성 요소로 인해 '연결', '결합' 또는 '접속' 되는 경우도 포함할 수 있다.

[64] 또한, 각 구성 요소의 "상(위) 또는 하(아래)"에 형성 또는 배치되는 것으로 기재되는 경우, 상(위) 또는 하(아래)는 두 개의 구성 요소들이 서로 직접 접촉되는 경우뿐만 아니라 하나 이상의 또 다른 구성 요소가 두 개의 구성 요소들 사이에 형성 또는 배치되는 경우도 포함한다. 또한, "상(위) 또는 하(아래)"으로 표현되는 경우 하나의 구성 요소를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.

[65]

[66] 도 1 내지 도 4을 참조하여 실시예에 따른 증착용 마스크를 이용해 기판 상에 유기 물질을 증착하는 공정을 설명한다.

[67] 도 1 내지 4를 참조하면, 유기물 증착 장치는 증착용 마스크(100), 마스크 프레임(200), 기판(300), 유기물 증착 용기(400) 및 진공 챔버(500)를 포함할 수

있다.

- [68] 상기 증착용 마스크(100)는 금속을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크는 철(Fe) 및 니켈(Ni)을 포함할 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)는 증착을 위한 유효부에 복수 개의 관통홀(TH)을 포함할 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)는 복수 개의 관통홀(TH)을 포함하는 증착용 마스크용 기판일 수 있다. 이때, 상기 관통홀은 기판 상에 형성될 패턴과 대응되도록 형성될 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)는 증착 영역을 포함하는 유효부 이외의 비유효부를 포함할 수 있다.
- [69] 상기 마스크 프레임(200)은 개구부(205)를 포함할 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 복수 개의 관통홀은 상기 개구부(205)와 대응되는 영역 상에 배치될 수 있다. 이에 따라, 상기 유기물 증착 용기(400)로 공급되는 유기 물질이 상기 기판(300) 상에 증착될 수 있다. 상기 증착용 마스크는 상기 마스크 프레임(200) 상에 배치되어 고정될 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크는 인장되고, 상기 마스크 프레임(200) 상에 용접에 의하여 고정될 수 있다.
- [70] 즉, 상기 마스크 프레임(200)은 상기 개구부(205)를 둘러싸는 복수의 프레임(201, 202, 203, 204)을 포함한다. 복수의 프레임(201, 202, 203, 204)은 서로 연결될 수 있다. 상기 마스크 프레임(200)은 X 방향으로 서로 마주보며, Y 방향을 따라 연장된 제 1 프레임(201) 및 제 2 프레임(202)을 포함한다. 또한, 마스크 프레임(200)은 Y 방향으로 서로 마주보며, X 방향을 따라 연장된 제 3 프레임(203) 및 제 4 프레임(204)을 포함한다. 상기 제 1 프레임(201), 제 2 프레임(202), 제 3 프레임(203), 및, 제 4 프레임(204)은 서로 연결된 사각 프레임일 수 있다. 상기 마스크 프레임(200)은 증착용 마스크(130)가 용접시에 변형이 작은 소재, 이를테면, 강성이 큰 금속으로 제조될 수 있다.
- [71] 도 2 및 도 3을 참조하면, 증착 공정 시 상기 증착용 마스크(100)는 상기 증착용 마스크(100)의 최외곽에 배치된 가장자리에서, 서로 반대되는 방향으로 잡아당겨질 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)는 상기 증착용 마스크(100)의 길이 방향에서, 상기 증착용 마스크(100)의 일단 및 상기 일단과 반대되는 타단이 서로 반대되는 방향으로 잡아당겨질 수 있다. 일 예로, 상기 증착용 마스크(100)의 인장 방향, X 축 방향 및 상기 증착용 마스크의 길이 방향은 모두 동일한 방향일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 일단과 상기 타단은 서로 마주보며 평행하게 배치될 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 일단은 상기 증착용 마스크(100)의 최외곽에 배치된 4개의 측면을 이루는 단부 중 어느 하나일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)는 약 0.1 kgf 내지 약 2 kgf의 인장력으로 인장될 수 있다. 자세하게, 상기 증착용 마스크는 0.4 kgf 내지 약 1.5 kgf의 인장력으로 인장되어 상기 마스크 프레임(200) 상에 고정될 수 있다. 이에 따라, 상기 증착용 마스크(100)의 응력은 감소될 수 있다. 그러나, 실시 예는 이에 제한되지 않고, 상기 증착용 마스크(100)의 응력을 감소시킬 수 있는 다양한 인장력으로 인장되어 상기 마스크 프레임(200) 상에 고정될 수 있다.

- [72] 다음으로, 상기 증착용 마스크(100)는 상기 증착용 마스크(100)의 비유효부를 용접함에 따라, 상기 마스크 프레임(200)에 상기 증착용 마스크(100)를 고정할 수 있다. 그 다음으로, 상기 마스크 프레임(200)의 외부에 배치되는 상기 증착용 마스크(100)의 일부분은 절단 등의 방법으로 제거될 수 있다.
- [73] 상기 기판(300)은 표시 장치의 제조에 사용되는 기판일 수 있다. 예를 들어, 상기 기판(300)은 OLED 화소 패턴용 유기물 증착을 위한 기판(300)일 수 있다. 상기 기판(300) 상에는 빛의 3원색인 화소를 형성하기 위하여 적색(Red), 녹색(Green) 및 청색(Blue)의 유기물 패턴이 형성될 수 있다. 즉, 상기 기판(300) 상에는 RGB 패턴이 형성될 수 있다.
- [74] 상기 유기물 증착 용기(400)는 도가니일 수 있다. 상기 도가니의 내부에는 유기 물질이 배치될 수 있다. 상기 유기물 증착 용기(400)는 진공 챔버(500) 내에서 이동할 수 있다. 즉, 상기 유기물 증착 용기(400)는 진공 챔버(500) 내에서 Y축 방향으로 이동할 수 있다. 즉, 상기 유기물 증착 용기(400)는 진공 챔버(500) 내에서 증착용 마스크(100)의 폭 방향으로 이동할 수 있다. 즉, 상기 유기물 증착 용기(400)는 진공 챔버(500) 내에서 증착용 마스크(100)의 인장 방향과 수직한 방향으로 이동할 수 있다.
- [75] 상기 진공 챔버(500) 내에서 상기 유기물 증착 용기(400)인 도가니에 열원 및/또는 전류가 공급됨에 따라, 상기 유기 물질은 상기 기판(100) 상에 증착될 수 있다.
- [76]
- [77] 도 4는 상기 증착용 마스크(100)의 복수 개의 관통홀을 통해 상기 기판(300) 상에 복수 개의 증착 패턴이 형성되는 것을 도시한 도면이다.
- [78] 상기 증착용 마스크(100)는 제 1 면(101) 및 상기 제 1 면과 대향하는 제 2 면(102)을 포함할 수 있다.
- [79] 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 1 면(101)은 소면공(V1)을 포함하고, 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 2 면(102)은 대면공(V2)을 포함할 수 있다. 상기 관통홀은 상기 소면공(V1) 및 상기 대면공(V2)의 경계가 연결되는 연통부(CA)에 의하여 연통될 수 있다.
- [80] 상기 증착용 마스크(100)는 상기 소면공(V1) 내의 제 1 에칭면(ES1)을 포함할 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)는 상기 대면공(V2) 내의 제 2 에칭면(ES2)을 포함할 수 있다. 상기 소면공(V1) 내의 제 1 에칭면(ES1) 및 상기 대면공(V2) 내의 제 2 에칭면(ES2)은 연통하여 관통홀을 형성할 수 있다. 예를 들어, 하나의 소면공(V1) 내의 제 1 에칭면(ES1)은 하나의 대면공(V2) 내의 제 2 에칭면(ES2)과 연통하여 하나의 관통홀을 형성할 수 있다.
- [81] 상기 대면공(V2)의 폭은 상기 소면공(V1)의 폭보다 클 수 있다. 이때, 상기 소면공(V1)의 폭은 상기 제 1 면(101)에서 측정되고, 상기 대면공(V2)의 폭은 상기 제 2 면(102)에서 측정될 수 있다.
- [82] 상기 소면공(V1)은 상기 기판(300)을 향하여 배치될 수 있다. 상기

- 소면공(V1)은 상기 기관(300)과 가까이 배치될 수 있다. 이에 따라, 상기 소면공(V1)은 증착 물질, 즉 증착 패턴(DP)과 대응되는 형상을 가질 수 있다.
- [83] 상기 대면공(V2)은 상기 유기물 증착 용기(400)를 향하여 배치될 수 있다. 이에 따라, 상기 대면공(V2)은 상기 유기물 증착 용기(400)로부터 공급되는 유기물질을 넓은 폭에서 수용할 수 있고, 상기 대면공(V2)보다 폭이 작은 상기 소면공(V1)을 통해 상기 기관(300) 상에 미세한 패턴을 빠르게 형성할 수 있다.
- [84]
- [85] 도 5는 실시예에 따른 증착용 마스크의 평면도를 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 실시예에 따른 증착용 마스크는 증착 영역(DA) 및 비증착 영역(NDA)을 포함할 수 있다.
- [86]
- [87] 상기 증착 영역(DA)은 증착 패턴을 형성하기 위한 영역일 수 있다. 하나의 증착용 마스크는 복수 개의 증착 영역(DA)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 실시예의 상기 증착 영역(DA)은 복수의 증착 패턴을 형성할 수 있는 복수의 유효부(AA1, AA2, AA3)를 포함할 수 있다.
- [88] 복수의 유효부는 제 1 유효부(AA1), 제 2 유효부(AA2) 및 제 3 유효부(AA3)를 포함할 수 있다. 하나의 증착 영역(DA)은 제 1 유효부(AA1), 제 2 유효부(AA2) 및 제 3 유효부(AA3) 중 어느 하나일 수 있다.
- [89] 스마트폰과 같은 소형 표시장치의 경우, 증착용 마스크에 포함된 복수의 증착 영역 중 어느 하나의 유효부는 하나의 표시장치를 형성하기 위한 것일 수 있다. 이에 따라, 하나의 증착용 마스크는 복수의 유효부를 포함할 수 있어, 여러 개의 표시장치를 동시에 형성할 수 있다. 따라서, 실시예에 따른 증착용 마스크는 공정 효율을 향상시킬 수 있다.
- [90] 또는, 텔레비전과 같은 대형 표시장치의 경우, 하나의 증착용 마스크에 포함된 여러 개의 유효부가 하나의 표시장치를 형성하기 위한 일부일 수 있다. 이때, 상기 복수의 유효부는 마스크의 하중에 의한 변형을 방지하기 위한 것일 수 있다.
- [91] 상기 증착 영역(DA)은 하나의 증착용 마스크에 포함된 복수의 분리 영역(IA1, IA2)을 포함할 수 있다. 인접한 유효부 사이에는 분리 영역(IA1, IA2)이 배치될 수 있다. 상기 분리 영역은 복수의 유효부 사이의 이격 영역일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 유효부(AA1) 및 상기 제 2 유효부(AA2)의 사이에는 제 1 분리 영역(IA1)이 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 유효부(AA2) 및 상기 제 3 유효부(AA3)의 사이에는 제 2 분리 영역(IA2)이 배치될 수 있다. 상기 분리 영역은 인접한 유효 영역을 구별할 수 있게 할 수 있고, 복수의 유효 영역을 하나의 증착용 마스크가 지지할 수 있게 한다.
- [92] 상기 분리 영역(IA1, IA2)은 아일랜드부 또는 비증착 영역 또는 비유효 영역과 동일한 높이를 가질 수 있다. 상기 분리 영역(IA1, IA2)은 관통홀을 형성할 때, 식각되지 않는 영역일 수 있다.

[93]

[94] 증착용 마스크는 상기 증착 영역(DA)의 길이 방향의 양 측부에 비증착 영역(NDA)을 포함할 수 있다. 실시예에 따른 증착용 마스크는 상기 증착 영역(DA)의 수평 방향의 양 측에 상기 비증착 영역(NDA)을 포함할 수 있다.

[95] 상기 증착용 마스크의 상기 비증착 영역(NDA)은 증착에 관여하지 않는 영역일 수 있다. 상기 비증착 영역(NDA)은 마스크 프레임에 고정하기 위한 프레임 고정영역(FA1, FA2)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 상기 비증착 영역(NDA)은 상기 증착 영역(DA)의 일측에 제 1 프레임 고정영역(FA1)을 포함할 수 있고, 상기 증착 영역(DA)의 상기 일측과 반대되는 타측에 제 2 프레임 고정영역(FA2)을 포함할 수 있다. 상기 제 1 프레임 고정영역(FA1) 및 상기 제 2 프레임 고정영역(FA2)은 용접에 의해서 마스크 프레임과 고정되는 영역일 수 있다.

[96] 상기 비증착 영역(NDA)은 하프에칭부(HF1, HF2)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 상기 비증착 영역(NDA)은 상기 증착 영역(DA)의 일측에 제 1 하프에칭부(HF1)를 포함할 수 있고, 상기 증착 영역(DA)의 상기 일측과 반대되는 타측에 제 2 하프에칭부(HF2)를 포함할 수 있다. 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 및 상기 제 2 하프에칭부(HF2)는 증착용 마스크의 길이 방향으로 홈이 형성되는 영역일 수 있다. 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 및 상기 제 2 하프에칭부(HF2)는 증착용 마스크의 약 1/2 두께의 홈부를 가질 수 있어, 증착용 마스크의 인장시 응력을 분산시킬 수 있다.

[97] 상기 하프 에칭부는 소면공 또는 대면공을 형성할 때 동시에 형성할 수 있다. 이를 통해 공정 효율을 향상시킬 수 있다.

[98] 증착용 마스크의 상기 증착 영역(DA)에는 금속판 재질과 다른 표면 처리층을 형성하고, 상기 비증착 영역(NDA)은 영역에는 표면 처리층을 형성하지 않을 수 있다. 또는, 증착용 마스크의 일면 또는 상기 일면과 반대되는 타면 중 어느 일면에만 금속판의 재질과 다른 표면 처리층을 형성할 수 있다. 또는, 증착용 마스크의 일면의 일부분에만 금속판의 재질과 다른 표면 처리층을 형성할 수 있다. 예를 들어, 증착용 마스크의 일면 및/또는 타면, 증착용 마스크의 전체 및/또는 일부는 금속판 재질보다 식각 속도가 느린 표면처리층을 포함할 수 있어, 식각 팩터를 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 실시예의 증착용 마스크는 미세한 크기의 관통홀을 높은 효율로 형성할 수 있다. 일례로, 실시예의 증착용 마스크는 500PPI 이상의 높은 해상도를 가지는 증착 패턴을 높은 효율로 형성할 수 있다. 여기에서, 상기 표면 처리층은 금속판 재질과 다른 원소를 포함하거나, 동일한 원소의 조성이 다른 금속 물질을 포함하는 것을 의미할 수 있다.

[99] 하프 에칭부는 증착 영역(DA)의 비유효부(UA)에 형성될 수 있다. 하프 에칭부는 증착용 마스크의 인장시 응력을 분산시키기 위해서 비유효부(UA)의 전체 또는 일부에 분산되어 다수 개 배치될 수 있다.

[100] 또한, 하프 에칭부는 프레임 고정 영역 및/또는 프레임 고정 영역의

주변영역에도 형성될 수 있다. 이에 따라, 증착용 마스크를 프레임에 고정할 때, 및/또는 증착용 마스크를 프레임에 고정한 후에 증착물을 증착할 때에 발생하는 증착용 마스크의 응력을 균일하게 분산시킬 수 있다. 이에 따라, 증착용 마스크가 균일한 관통홀을 가지도록 유지할 수 있다.

- [101] 상기 비증착 영역(NDA)의 마스크 프레임에 고정하기 위한 프레임 고정영역(FA1, FA2)은 상기 비증착 영역(NDA)의 하프에칭부(HF1, HF2) 및 상기 하프에칭부(HF1, HF2)와 인접한 상기 증착 영역(DA)의 유효부의 사이에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 프레임 고정영역(FA1)은 상기 비증착 영역(NDA)의 제 1 하프에칭부(HF1) 및 상기 제 1 하프에칭부(HF1)와 인접한 상기 증착 영역(DA)의 제 1 유효부(AA1)의 사이에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 프레임 고정영역(FA2)은 상기 비증착 영역(NDA)의 제 2 하프에칭부(HF2) 및 상기 제 2 하프에칭부(HF2)와 인접한 상기 증착 영역(DA)의 제 3 유효부(AA3)의 사이에 배치될 수 있다. 이에 따라, 복수 개의 증착패턴부를 동시에 고정할 수 있다.
- [102] 증착용 마스크는 수평 방향(X)의 양 끝단에 반원 형상의 오픈부를 포함하는 포함할 수 있다. 증착용 마스크의 상기 비증착 영역(NDA)은 수평 방향의 양 끝단에 각각 하나의 반원 형상의 오픈부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 증착용 마스크의 상기 비증착 영역(NDA)은 수평방향의 일측에는 수직 방향(Y)의 중심이 오픈된 오픈부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 증착용 마스크의 상기 비증착 영역(NDA)은 수평방향의 상기 일측과 반대되는 타측에는 수직 방향의 중심이 오픈된 오픈부를 포함할 수 있다. 즉, 증착용 마스크의 양 끝단은 수직 방향 길이의 1/2 지점이 오픈부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 증착용 마스크의 양 끝단은 말발굽과 같은 형태일 수 있다.
- [103] 실시예의 증착용 마스크에 포함되는 하프 에칭부는 다양한 형상으로 형성될 수 있다. 상기 하프 에칭부는 반원 형상의 홈부를 포함할 수 있다. 상기 홈은 상기 증착용 마스크의 일면 및 상기 일면과 반대되는 타면 중 적어도 하나의 면 상에 형성될 수 있다. 바람직하게, 상기 하프 에칭부는 소면공(증착되는 면 측)과 대응되는 면 상에 형성될 수 있다. 이에 따라, 상기 하프 에칭부는 소면공과 동시에 형성될 수 있으므로 공정 효율을 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 하프 에칭부는 대면공 사이의 크기 차이에 의해 발생할 수 있는 응력을 분산시킬 수 있다.
- [104] 또는, 상기 하프 에칭부는 증착용 마스크의 응력을 분산시키기 위해서, 증착용 마스크의 양면에 형성될 수 있다. 이때, 상기 하프에칭부의 하프에칭 영역은 제 1 면공(증착되는 면 측)과 대응되는 면에서 더 넓을 수 있다. 즉, 실시예에 따른 증착용 마스크는 증착용 마스크의 제 1 면 및 제 2 면에 각각 홈이 형성됨에 따라, 상기 하프에칭부를 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 면에 형성되는 하프에칭부의 홈의 깊이는 상기 제 2 면에 형성되는 하프에칭부의 홈의 깊이보다 클 수 있다. 이에 따라, 상기 하프 에칭부는 소면공과 대면공의 크기

차이에 의해 발생할 수 있는 응력을 분산시킬 수 있다. 소면공, 대면공 및 하프에칭부의 형성은 증착용 마스크의 제 1 면과 제 2 면에서의 표면적을 유사하게 할 수 있어, 관통홀의 틀어짐을 방지할 수 있다.

[105] 또한, 제 1 면 및 제 2 면에 형성되는 홈은 서로 어긋나게 형성할 수 있다. 이를 통해 하프 에칭부가 관통되지 않을 수 있다.

[106] 상기 하프에칭부는 곡면 및 평면을 포함할 수 있다. 상기 제 1 하프에칭부(HF1)의 평면은 상기 제 1 유효부(AA1)와 인접하게 배치될 수 있고, 상기 평면은 증착용 마스크의 길이 방향의 끝단과 수평하게 배치될 수 있다. 상기 제 1 하프에칭부(HF1)의 곡면은 증착용 마스크의 길이 방향의 일단을 향해서 볼록한 형상일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 하프에칭부(HF1)의 곡면은 증착용 마스크의 수직 방향 길이의 1/2 지점이 반원형상의 반지름과 대응되도록 형성될 수 있다.

[107] 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 평면은 상기 제 3 유효부(AA3)와 인접하게 배치될 수 있고, 상기 평면은 증착용 마스크의 길이 방향의 끝단과 수평하게 배치될 수 있다. 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 곡면은 증착용 마스크의 길이 방향의 타단을 향해서 볼록한 형상일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 곡면은 증착용 마스크의 수직 방향 길이의 1/2 지점이 반원형상의 반지름과 대응되도록 형성될 수 있다.

[108] 한편, 증착용 마스크의 양 끝단에 위치한 오픈부의 곡면은 하프에칭부를 향할 수 있다. 이에 따라, 증착용 마스크의 양 끝단에 위치한 오픈부는 상기 제 1 또는 제 2 하프에칭부와 증착용 마스크의 수직 방향 길이의 1/2 지점에서 이격거리가 제일 짧을 수 있다.

[109] 도면에는 도시하지 않았으나, 상기 하프에칭부는 사각형 형상일 수 있음은 물론이다. 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 및 상기 제 2 하프에칭부(HF2)는 직사각형 또는 정사각형 형상일 수 있다.

[110] 실시예에 따른 증착용 마스크는 복수 개의 하프에칭부를 포함할 수 있다. 실시예에 따른 증착용 마스크는 상기 증착 영역(DA) 및 상기 비증착 영역(NDA) 중 적어도 하나의 영역에 복수 개의 하프에칭부를 포함할 수 있다. 실시예에 따른 증착용 마스크는 비유효부(UA)에만 하프에칭부를 포함할 수 있다. 상기 비유효부(UA)은 유효부(AA)이외의 영역일 수 있다.

[111] 실시예에 따른 증착용 마스크는 2 개의 하프에칭부를 포함할 수 있다. 도면에는 도시하지 않았으나, 실시예에 따른 증착용 마스크는 4 개의 하프에칭부를 포함할 수 있음은 물론이다. 예를 들어, 상기 하프 에칭부는 짝수 개의 하프에칭부를 포함할 수 있어, 응력을 효율적으로 분산할 수 있다. 실시예에 따른 증착용 마스크는 상기 비증착영역(NDA)에만 배치될 수 있다.

[112] 상기 하프 에칭부는 마스크의 중심을 기준으로 X축 방향으로 대칭 되거나 Y축방향으로 대칭 되도록 형성하는 것이 좋다. 이를 통해 양방향으로의 인장력을 균일하게 조절할 수 있다.

- [113] 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 또는 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 수직방향의 길이(d1)는 상기 오픈부의 수직방향의 길이(d2)와 대응될 수 있다. 이에 따라, 증착용 마스크를 인장하는 경우에, 응력이 고르게 분산될 수 있어, 증착용 마스크의 변형(wave deformation)을 감소시킬 수 있다. 따라서, 실시예에 따른 증착용 마스크는 균일한 관통홀을 가질 수 있어, 패턴의 증착효율이 향상될 수 있다. 바람직하게, 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 또는 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 수직방향의 길이(d1)는 상기 오픈부의 수직방향의 길이(d2)의 80 내지 200%일 수 있다($d1:d2 = 0.8 \sim 2:1$). 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 또는 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 수직방향의 길이(d1)는 상기 오픈부의 수직방향의 길이(d2)의 90 내지 150%일 수 있다($d1:d2 = 0.9 \sim 1.5:1$). 상기 제 1 하프에칭부(HF1) 또는 상기 제 2 하프에칭부(HF2)의 수직방향의 길이(d1)는 상기 오픈부의 수직방향의 길이(d2)의 95 내지 110%일 수 있다($d1:d2 = 0.95 \sim 1.1:1$).
- [114] 증착용 마스크는 길이 방향으로 이격된 복수 개의 유효부(AA1, AA2, AA3) 및 상기 유효부 이외의 비유효부(UA)을 포함할 수 있다.
- [115] 상기 증착용 마스크(100)의 상기 유효부(AA1, AA2, AA3)는 복수 개의 관통홀(TH)과 복수 개의 관통홀 사이를 지지하는 아일랜드부(IS)를 포함할 수 있다. 상기 아일랜드부(IS)는 상기 증착 마스크의 유효부의 일면 또는 타면에서 관통홀 형성 시 식각되지 않은 부분을 의미할 수 있다. 자세하게, 상기 아일랜드부(IS)는 상기 증착 마스크의 유효부의 대면공이 형성된 타면에서 관통홀과 관통홀 사이의 식각되지 않은 영역일 수 있다. 따라서 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 일면과 평행하게 배치될 수 있다.
- [116] 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 타면과 동일평면에 배치될 수 있다. 이에 따라, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 타면에서 비유효부의 적어도 일 부분과 두께가 동일할 수 있다. 자세하게, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 타면에서 비유효부 중 식각되지 않은 부분과 두께가 동일할 수 있다. 이에 따라, 상기 증착용 마스크를 통해 서브 픽셀의 증착 균일성을 향상시킬 수 있다.
- [117] 또는, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 타면과 평행한 평면에 배치될 수 있다. 여기에서, 평행한 평면이라는 것은 상기 아일랜드부(IS) 주위의 식각공정에 의해서 아일랜드부(IS)가 배치되는 증착용 마스크의 타면과 비유효부 중 비식각된 증착용 마스크의 타면의 높이 차이가 $\pm 1 \mu\text{m}$ 이하인 것을 포함할 수 있다.
- [118] 복수 개의 관통홀 중 인접한 관통홀 사이에는 아일랜드부(IS)가 위치할 수 있다. 즉, 상기 증착용 마스크(100)의 상기 유효부(AA1, AA2, AA3)에서 관통홀 이외의 영역은 아일랜드부(IS)일 수 있다.
- [119] 상기 유효부(AA1, AA2, AA3)는 상기 증착용 마스크(100)의 일면 상에 형성된 다수의 소면공(V1), 상기 일면과 반대되는 타면 상에 형성된 다수의 대면공(V2),

상기 소면공 및 상기 대면공의 경계가 연결되는 연통부(CA)에 의해 형성되는 관통홀(TH)을 포함할 수 있다.

[120] 상기 증착용 마스크(100)는 상기 유효부의 외곽에 배치되는 비유효부(UA)를 포함할 수 있다.

[121] 상기 유효부(AA)는 복수 개의 관통홀들 중 유기물질을 증착하기 위한 최외곽에 위치한 관통홀들의 외곽을 연결하였을 때의 안쪽 영역일 수 있다. 상기 비유효부(UA)은 복수 개의 관통홀들 중 유기물질을 증착하기 위한 최외곽에 위치한 관통홀들의 외곽을 연결하였을 때의 바깥쪽 영역일 수 있다.

[122] 상기 비유효부(UA)은 상기 증착 영역(DA)의 유효부를 제외한 영역 및 상기 비증착 영역(NDA)이다. 상기 비유효부(UA)은 유효부(AA1, AA2, AA3)의 외곽을 둘러싸는 외곽영역(OA1, OA2, OA3)을 포함할 수 있다.

[123] 실시예에 따른 증착용 마스크는 복수 개의 외곽영역(OA1, OA2, OA3)을 포함할 수 있다. 상기 외곽영역 개수는 상기 유효부의 개수와 대응될 수 있다. 즉, 하나의 유효부는 유효부의 끝단으로부터 수평방향 및 수직방향에서 각각 일정한 거리로 떨어진 하나의 외곽영역을 포함할 수 있다.

[124] 상기 제 1 유효부(AA1)는 제 1 외곽영역(OA1) 내에 포함될 수 있다. 상기 제 1 유효부(AA1)은 증착물질을 형성하기 위한 복수 개의 관통홀을 포함할 수 있다. 상기 제 1 유효부(AA1)의 외곽을 둘러싸는 상기 제 1 외곽영역(OA1)은 복수 개의 관통홀을 포함할 수 있다.

[125] 상기 제 1 유효부(AA1)의 관통홀(TH)의 형상은 상기 제 1 외곽영역(OA1) 관통홀의 형상과 서로 대응될 수 있다. 이에 따라, 상기 제 1 유효부(AA1)에 포함된 관통홀의 균일성을 향상시킬 수 있다. 일례로, 상기 제 1 유효부(AA1)의 관통홀(TH)의 형상 및 상기 제 1 외곽영역(OA1) 관통홀의 형상은 원형일 수 있다. 다만, 실시예는 이에 제한되지 않고, 관통홀은 다이아몬드 패턴, 타원형 패턴 등 다양한 형상일 수 있음은 물론이다.

[126] 상기 제 1 외곽영역(OA1)에 포함되는 복수 개의 관통홀은 유효부의 최외곽에 위치한 관통홀들의 에칭 불량을 감소시키기 위한 것이다. 이에 따라, 실시예에 따른 증착용 마스크는 유효부에 위치한 복수 개의 관통홀들의 균일성을 향상시킬 수 있고, 이를 통해 제조되는 증착패턴의 품질을 향상시킬 수 있다.

[127] 상기 유효부에 포함된 관통홀은 상기 비유효부에 포함된 관통홀과 부분적으로 대응되는 형상을 가질 수 있다. 일례로, 상기 유효부에 포함된 관통홀은 상기 비유효부의 에지부에 위치한 관통홀과 서로 다른 형상을 포함할 수 있다. 이에 따라, 증착용 마스크의 위치에 따른 응력의 차이를 조절 할 수 있다.

[128] 상기 제 2 유효부(AA2)는 제 2 외곽영역(OA2) 내에 포함될 수 있다. 상기 제 2 유효부(AA2)는 상기 제 1 유효부(AA1)와 서로 대응되는 형상일 수 있다. 상기 제 2 외곽영역(OA2)은 상기 제 1 외곽영역(OA1)과 서로 대응되는 형상일 수 있다.

[129] 상기 제 2 외곽영역(OA2)은 상기 제 2 유효부(AA2)의 최외곽에 위치한 관통홀로부터 수평방향 및 수직방향에 각각 두 개의 관통홀을 더 포함할 수

있다. 예를 들어, 상기 제 2 외곽영역(OA2)은 상기 제 2 유효부(AA2)의 최외곽에 위치한 관통홀의 상부 및 하부의 위치에 각각 두 개의 관통홀이 수평방향으로 일렬로 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 외곽영역(OA2)은 상기 제 2 유효부(AA2)의 최외곽에 위치한 관통홀의 좌측 및 우측에 각각 두 개의 관통홀이 수직방향으로 일렬로 배치될 수 있다. 상기 제 2 외곽영역(OA2)에 포함되는 복수 개의 관통홀은 유효부의 최외곽에 위치한 관통홀들의 에칭 불량을 감소시키기 위한 것이다. 이에 따라, 실시예에 따른 증착용 마스크는 유효부에 위치한 복수 개의 관통홀들의 균일성을 향상시킬 수 있고, 이를 통해 제조되는 증착패턴의 품질을 향상시킬 수 있다.

[130] 상기 제 3 유효부(AA3)는 제 3 외곽영역(OA3) 내에 포함될 수 있다. 상기 제 3 유효부(AA3)는 증착물질을 형성하기 위한 복수 개의 관통홀을 포함할 수 있다. 상기 제 3 유효부(AA3)의 외곽을 둘러싸는 상기 제 3 외곽영역(OA3)은 복수 개의 관통홀을 포함할 수 있다.

[131] 상기 제 3 유효부(AA3)는 상기 제 1 유효부(AA1)와 서로 대응되는 형상일 수 있다. 상기 제 3 외곽영역(OA3)은 상기 제 1 외곽영역(OA1)과 서로 대응되는 형상일 수 있다.

[132]

[133] 실시예에 따른 증착 마스크의 하프에칭부(HF1, HF2)를 제외한 비증착 영역(NDA)에서 측정된 표면 거칠기는 길이 방향(x방향)과 폭 방향(y방향), 길이방향과 폭방향의 약 45도에 위치한 대각선 방향에서의 값이 일정한 범위를 가질 수 있다. 대각선 방향은, 약 +45도, 또는 약 -45도 전후의 경사 방향일 수 있으며, x 방향과 y 방향 사이의 각도를 의미할 수 있다. 사선 방향은 +40도 내지 +50도, 또는 -40도 내지 -50도 사이의 각도를 포함할 수 있다.

[134] 상기 비증착 영역(DA)의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 약 +45도 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 약 -45도 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 이고, 상기 비증착 영역(DA)의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 약 +45도 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 약 -45도 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 비증착 영역(DA)의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 약 +45도 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 약 -45도 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.2\mu\text{m}$ 이고, 상기 비증착 영역(DA)의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 약 +45도 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 약 -45도 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 비증착 영역(DA)의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기,

대각선 약 + 45도 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 약 - 45도 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.15\mu\text{m}$ 이고, 상기 비증착 영역(DA)의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 약 + 45도 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 약 - 45도 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.0\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[135] 실시예의 500 PPI 이상의 QHD급 해상도를 가지는 OLED 증착용 마스크는 관통홀의 직경이 $33\mu\text{m}$ 이하이고, 상기 다수의 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 간의 거리는 $48\mu\text{m}$ 이하이고, 상기 타면에 대한 대면공의 경사각이 40도 내지 55도이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차($(|R_a(RD) - R_a(TD)| / R_a(TD) \times 100(\%))$)는 50% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차($(|R_z(RD) - R_z(TD)| / R_z(TD) \times 100(\%))$)는 50% 미만일 수 있다.

[136] 실시예의 800PPI급 이상의 UHD급 해상도를 가지는 OLED 증착용 마스크는 관통홀의 직경이 $20\mu\text{m}$ 이하이고, 상기 타면에 대한 대면공의 경사각이 45도 내지 55도이고, 상기 다수의 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 사이의 거리가 $32\mu\text{m}$ 이하이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차($(|R_a(RD) - R_a(TD)| / R_a(TD) \times 100(\%))$)는 30% 이하이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차($(|R_z(RD) - R_z(TD)| / R_z(TD) \times 100(\%))$)는 30% 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차($(|R_a(RD) - R_a(TD)| / R_a(TD) \times 100(\%))$)는 15% 이하이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차($(|R_z(RD) - R_z(TD)| / R_z(TD) \times 100(\%))$)는 15% 이하일 수 있다.

[137] 예를 들어, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차($(|R_a(RD) - R_a(TD)| / R_a(TD) \times 100(\%))$)는 13% 이하이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차($(|R_z(RD) - R_z(TD)| / R_z(TD) \times 100(\%))$)는 10% 이하일 수 있다.

[138] 상기 증착 영역은, 유효부 이외의 영역에 비유효부를 포함하고, 비유효부 중 아일랜드부의 표면 거칠기는, 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기,

대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 이고, 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($Ra(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($Ra(RD)$) 값의 편차($(|Ra(RD)-Ra(TD)|/Ra(TD) \times 100(\%))$)는 50% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($Rz(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($Rz(RD)$) 값의 편차($(|Rz(RD)-Rz(TD)|/Rz(TD) \times 100(\%))$)는 50% 미만일 수 있다.

[139] 또는, 비유효부 중 아일랜드부의 표면 거칠기는, 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.2\mu\text{m}$ 이고, 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($Ra(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($Ra(RD)$) 값의 편차($(|Ra(RD)-Ra(TD)|/Ra(TD) \times 100(\%))$)는 30% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($Rz(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($Rz(RD)$) 값의 편차($(|Rz(RD)-Rz(TD)|/Rz(TD) \times 100(\%))$)는 30% 미만일 수 있다.

[140] 또는, 비유효부 중 아일랜드부의 표면 거칠기는, 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.15\mu\text{m}$ 이고, 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.0\mu\text{m}$ 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($Ra(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($Ra(RD)$) 값의 편차($(|Ra(RD)-Ra(TD)|/Ra(TD) \times 100(\%))$)는 15% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($Rz(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($Rz(RD)$) 값의 편차($(|Rz(RD)-Rz(TD)|/Rz(TD) \times 100(\%))$)는 15% 미만일 수 있다.

[141] 인접한 유효 영역(AA1, AA2, AA3) 사이에 위치한 분리 영역(IA1, IA2)은 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 이고, 상기 비유효부의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 대각선 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기, 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기가 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[142] 도 6a, 도 6b 및 도 7은 증착용 마스크의 유효부의 평면도를 도시한 도면 및

사진이다. 도 6a, 도 6b 및 도 7은 상기 제 1 유효부(AA1), 상기 제 2 유효부(AA2) 및 상기 제 3 유효부(AA3) 중 어느 하나의 유효부의 평면도 또는 사진이다. 도 6a, 도 6b 및 도 7은 관통홀의 형상 및 관통홀 상호간의 배열을 설명하기 위한 것으로, 실시예에 따른 증착용 마스크는 도면의 관통홀의 개수에 한정되지 않음은 물론이다.

[143] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 상기 증착용 마스크(100)는 복수 개의 관통홀을 포함할 수 있다. 복수 개의 관통홀은 원형 형상일 수 있다. 이에 따라, 관통홀의 수평 방향의 직경(Cx)과 수직 방향의 직경(Cy)은 서로 대응될 수 있다.

[144] 또는, 도 7을 참조하면, 타원형 형상일 수 있다. 이에 따라, 관통홀의 수평 방향의 직경(Cx)과 수직 방향의 직경(Cy)은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 관통홀의 수평 방향의 직경(Cx)은 수직 방향의 직경(Cy)보다 클 수 있다. 다만, 실시예는 이에 제한되지 않고, 관통홀은 장방형 형상이거나 8각형 형상이거나 라운드진 8각형 형상일 수 있음은 물론이다. 일례로, 임의의 어느 하나의 관통홀인 기준홀의 수평 방향의 직경(Cx)과 수직 방향의 직경(Cy)를 측정하는 경우, 상기 기준홀에 인접하는 홀들 간의 각각의 수평 방향의 직경(Cx)들 간의 편차와, 수직 방향의 직경(Cy)들 간의 편차는 2% 내지 10%로 구현될 수 있다. 즉, 하나의 기준홀의 인접홀들 간의 크기 편차가 2% 내지 10%로 구현하는 경우에는 증착의 균일도를 확보할 수 있다. 상기 기준홀과 상기 인접홀들 간의 크기 편차는 4% 내지 9%일 수 있다. 예를 들어, 상기 기준홀과 상기 인접홀들 간의 크기 편차는 5% 내지 7%일 수 있다. 예를 들어, 상기 기준홀과 상기 인접홀들 간의 크기 편차는 2% 내지 5%일 수 있다. 상기 기준홀과 상기 인접홀들 간의 크기 편차가 2% 미만인 경우에는, 증착 후 OLED 패널에서 무아레 발생율이 높아질 수 있다. 상기 기준홀과 상기 인접홀들 간의 크기 편차가 10%를 초과인 경우에는, 증착 후의 OLED 패널에서 색 얼룩의 발생율이 높아질 수 있다. 상기 관통홀 직경의 평균편차는 $\pm 5\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 관통홀 직경의 평균편차는 $\pm 3\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 관통홀 직경의 평균편차는 $\pm 1\mu\text{m}$ 일 수 있다. 실시예는 상기 기준홀과 상기 인접홀들 간의 크기 편차를 $\pm 3\mu\text{m}$ 이내로 구현함에 따라, 증착 효율을 향상시킬 수 있다.

[145]

[146] 상기 관통홀들은 방향에 따라, 일렬로 배치되거나 서로 엇갈려서 배치될 수 있다. 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 상기 관통홀들은 종축에서 일렬로 배치되고, 횡축에서 일렬로 배치될 수 있다.

[147] 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2)은 횡축에서 일렬로 배치될 수 있다.

또한, 제 3 관통홀(TH1) 및 제 4 관통홀(TH4)은 횡축에서 일렬로 배치될 수 있다.

[148] 제 1 관통홀(TH1) 및 제 3 관통홀(TH3)은 종축에서 일렬로 배치될 수 있다.

또한, 제 2 관통홀(TH2) 및 제 4 관통홀(TH4)은 횡축에서 일렬로 배치될 수 있다.

[149] 관통홀이 종축 및 횡축에서 각각 일렬로 배치되는 경우에는, 종축 및 횡축과 모두 교차하는 방향인 대각 방향으로 인접한 두 개의 관통홀 사이에

아일랜드부가 위치할 수 있다. 즉, 서로 대각선 방향에 위치한 두 개의 인접한 관통홀 사이에는 아일랜드부가 위치할 수 있다.

[150] 제 1 관통홀(TH1) 및 제 4 관통홀(TH4)의 사이에는 아일랜드부(IS)가 배치될 수 있다. 또한, 제 2 관통홀(TH2) 및 제 3 관통홀(TH3)의 사이에는 아일랜드부(IS)가 배치될 수 있다. 인접한 두 관통홀을 가로지르는 횡축을 기준으로 약 +45도 전후의 대각선 방향 및 약 -45도 전후의 대각선 방향에 아일랜드부(IS)가 각각 위치할 수 있다. 여기에서, 약 ± 45 전후의 대각선 방향은 횡축과 종축 사이의 대각 방향을 의미할 수 있고, 상기 대각선 방향의 경사각은 횡축 및 종축의 동일 평면에서 측정한 것일 수 있다.

[151] 도 7을 참조하면, 관통홀들은 종축 또는 횡축 중 어느 하나의 축에서 일렬로 배치되고, 다른 하나의 축에서 엇갈려서 배치될 수 있다.

[152] 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2)은 횡축에서 일렬로 배치될 수 있다. 제 3 관통홀(TH3) 및 제 4 관통홀(TH4)은 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2)와 각각 종축에서 엇갈려서 배치될 수 있다.

[153] 관통홀이 종축 또는 횡축 중 어느 하나의 방향으로 일렬로 배치되고, 다른 하나의 방향으로 엇갈려서 배치되는 경우에는, 종축 또는 횡축 중 다른 하나의 방향으로의 인접한 두 개의 관통홀 사이에 아일랜드부가 위치할 수 있다. 또는, 서로 인접하게 위치한 세 개의 관통홀 사이에 아일랜드부가 위치할 수 있다. 인접한 세 개의 관통홀 중 두 개의 관통홀은 일렬로 배치되는 관통홀이며, 나머지 하나의 관통홀은 상기 일렬 방향과 대응되는 방향의 인접한 위치에서, 상기 두 개의 관통홀 사이의 영역에 배치될 수 있는 관통홀을 의미할 수 있다. 제 1 관통홀(TH1), 제 2 관통홀(TH2) 및 제 3 관통홀(TH3)의 사이에는 아일랜드부(IS)가 배치될 수 있다. 또는, 제 2 관통홀(TH2), 제 3 관통홀(TH3) 및 제 4 관통홀(TH4)의 사이에는 아일랜드부(IS)가 배치될 수 있다.

[154] 도 6a, 도 6b 및 도 7의 아일랜드부(IS)는 유효부(AA)의 대면공이 형성되는 증착용 마스크의 타면에서 관통홀들 사이의 식각되지 않은 면을 의미할 수 있다. 자세하게, 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 유효부(AA)에서, 대면공 내에 위치한 제 2 에칭면(ES2) 및 관통홀(TH)을 제외한 식각되지 않은 증착용 마스크의 타면일 수 있다. 실시예의 증착용 마스크는 500 PPI 내지 800 PPI 이상의 해상도를 가지는 고해상도 내지 초고해상도의 OLED 화소 증착을 위한 것일 수 있다.

[155] 예를 들어, 실시예의 증착용 마스크는 500PPI 이상의 해상도를 가지는 QHD(Quad High Definition)의 고해상도를 가지는 증착 패턴을 형성하기 위한 것일 수 있다. 예를 들어, 실시예의 증착용 마스크는 수평방향 및 수직방향에서의 화소수가 2560*1440 이상이고, 530 PPI 이상인 OLED 화소 증착을 위한 것일 수 있다. 실시예의 증착 마스크를 통해, 인치당 픽셀수는 5.5인치 OLED 패널을 기준으로 530 PPI 이상일 수 있다. 즉, 실시예의 증착용 마스크에 포함된 하나의 유효부는 해상도 2560*1440 이상의 픽셀 수를 형성하기

위한 것일 수 있다.

- [156] 예를 들어, 실시예의 증착용 마스크는 700PPI 이상의 해상도를 가지는 UHD(Ultra High Definition)의 초고해상도를 가지는 증착 패턴을 형성하기 위한 것일 수 있다. 예를 들어, 실시예의 증착용 마스크는 수평방향 및 수직방향에서의 화소수가 3840*2160 이상이고, 794 PPI(800PPI급) 이상의 OLED 화소 증착을 위한 UHD(Ultra High Definition)급 해상도를 가지는 증착 패턴을 형성하기 위한 것일 수 있다.

[157]

- [158] 하나의 관통홀의 직경은 상기 연통부(CA) 사이의 폭일 수 있다. 자세하게, 하나의 관통홀의 직경은 소면공 내의 에칭면의 끝단과 대면공 내의 에칭면의 끝단이 만나는 지점에서 측정할 수 있다. 상기 관통홀의 직경의 측정 방향은 수평방향, 수직방향, 대각 방향 중 어느 하나일 수 있다. 수평방향에서 측정된 상기 관통홀의 직경은 $33\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 또는, 수평방향에서 측정된 상기 관통홀의 직경은 $33\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 또는, 상기 관통홀의 직경은 수평방향, 수직방향, 대각 방향에서 각각 측정한 값의 평균 값일 수 있다.

- [159] 이에 따라, 실시예에 따른 증착용 마스크는 QHD급 해상도를 구현할 수 있다.

- [160] 예를 들어, 수평방향에서 상기 관통홀의 직경은 $20\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 증착용 마스크는 UHD급 해상도를 구현할 수 있다.

- [161] 예를 들어, 상기 관통홀의 직경은 $15\mu\text{m}$ 내지 $33\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 관통홀의 직경은 $19\mu\text{m}$ 내지 $33\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 관통홀의 직경은 $20\mu\text{m}$ 내지 $17\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 관통홀의 직경이 $33\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 500PPI 급 이상의 해상도를 구현하기 어려울 수 있다. 한편, 상기 관통홀의 직경이 $15\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 증착불량이 발생할 수 있다.

- [162] 상기 관통홀의 직경은 녹색(G) 패턴을 기준으로 측정할 수 있다. R, G, B 패턴 중에 G 패턴은 시각을 통한 인식률이 낮으므로 R, B 패턴보다 많은 수가 요구되며, 관통홀 사이의 간격이 R, B 패턴보다 좁을 수 있기 때문이다.

[163]

- [164] 상기 관통홀의 직경의 측정 방향과 두 개의 관통홀 사이의 간격의 측정 방향은 동일할 수 있다. 상기 관통홀의 간격은 수평 방향 또는 수직 방향으로 인접한 두 개의 관통홀 사이의 간격을 측정한 것일 수 있다.

- [165] 도 6a, 도 6b를 참조하면, 수평방향에서 복수 개의 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀 사이의 간격(pitch)은 $48\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 수평방향에서 복수 개의 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀 사이의 간격(pitch)은 $20\mu\text{m}$ 내지 $48\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 수평방향에서 복수 개의 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀 사이의 간격(pitch)은 $30\mu\text{m}$ 내지 $35\mu\text{m}$ 일 수 있다.

- [166] 여기에서, 상기 간격은 수평방향에서 두 개의 인접한 제 1 관통홀(TH1)의 중심과 제 2 관통홀(TH2)의 중심 사이의 간격(P1)을 의미할 수 있다.

- [167] 또는, 여기에서, 상기 간격은 수평방향에서 두 개의 인접한 제 1 아일랜드부의

중심과 제 2 아일랜드부의 중심 사이의 간격(P2)을 의미할 수 있다. 여기에서, 아일랜드부의 중심은 수평방향 및 수직방향에서 인접한 네 개의 관통홀 사이의 비식각된 타면에서의 중심일 수 있다. 예를 들어, 아일랜드부의 중심은 수평방향에서 인접한 두 개의 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2)을 기준으로, 상기 제 1 관통홀(TH1)과 수직방향에서 인접한 제 3 관통홀(TH3) 및 상기 제 2 관통홀(TH2)과 수직방향에서 인접한 제 4 관통홀(TH4) 사이의 영역에 위치한 하나의 아일랜드부(IS)의 에지를 잇는 횡축과 에지를 잇는 종축이 교차하는 지점을 의미할 수 있다.

[168] 또는, 여기에서, 상기 간격은 수평방향에서 세 개의 인접한 관통홀 사이의 제 1 아일랜드부의 중심 및 제 1 아일랜드부에 인접한 제 2 아일랜드부의 중심 사이의 간격(P2)을 의미할 수 있다.

[169] 도 7을 참조하면, 수평방향에서 두 개의 인접한 제 1 아일랜드부의 중심과 제 2 아일랜드부의 중심 사이의 간격(P2)을 의미할 수 있다. 여기에서, 아일랜드부의 중심은 하나의 관통홀과 수직 방향에서 인접한 두 개의 관통홀 사이의 비식각된 타면에서의 중심일 수 있다. 또는, 여기에서, 아일랜드부의 중심은 두 개의 관통홀과 수직 방향에서 인접한 하나의 관통홀 사이의 비식각된 타면에서의 중심일 수 있다. 즉, 아일랜드부의 중심은 인접한 세 개의 관통홀 사이의 비식각된 타면에서의 중심이며, 인접한 세 개의 관통홀이란 그 중심을 이었을 때 삼각형 형상을 형성할 수 있는 것을 의미할 수 있다.

[170] 예를 들어, 아일랜드부의 중심은 수평방향에서 인접한 두 개의 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2) 및, 상기 제 1 관통홀(TH1) 및 상기 제 2 관통홀(TH2) 각각의 수직 방향 사이의 영역에 적어도 일부 또는 전부가 위치한 제 3 관통홀(TH3) 사이의 식각되지 않은 타면에서의 중심일 수 있다.

[171] 실시예에 따른 증착용 마스크는 관통홀의 직경이 33um 이하이고, 상기 관통홀 간의 간격(pitch)이 48um 이하임에 따라, 500PPI 이상의 해상도를 가지는 OLED 화소를 증착할 수 있다. 즉, 실시예에 따른 증착용 마스크를 사용하여 QHD급 해상도를 구현할 수 있다.

[172] 상기 관통홀의 직경 및 상기 관통홀 간의 간격은 녹색 서브 픽셀을 형성하기 위한 크기일 수 있다. 상기 증착용 마스크는 쿼드(quad) 하이 디스플레이 픽셀을 구현하기 위한 OLED 증착 마스크일 수 있다.

[173] 예를 들어, 상기 증착용 마스크는 적색(R), 제 1 녹색(G1), 청색(B) 및 제 2 녹색(G2) 중 적어도 하나의 서브 픽셀을 증착하기 위한 것일 수 있다. 자세하게, 상기 증착용 마스크는 적색(R) 서브 픽셀을 증착하기 위한 것일 수 있다. 또는, 상기 증착용 마스크는 청색(B) 서브 픽셀을 증착하기 위한 것일 수 있다. 또는, 상기 증착용 마스크는 제 1 녹색(G1) 서브 픽셀 및 제 2 녹색(G2) 서브 픽셀을 동시에 형성하기 위한 것일 수 있다.

[174] 유기 발광 표시 장치의 픽셀 배열은 '적색(R)-제 1 녹색(G1)-청색(B)-제 2 녹색(G2)' 순(RGBG)으로 배치될 수 있다. 이 경우 적색(R)-제 1 녹색(G1)이

하나의 픽셀(RG)을 이룰 수 있고, 청색(B)-제 2 녹색(G2)가 다른 하나의 픽셀(BG)을 이룰 수 있다. 이와 같은 배열의 유기 발광 표시 장치에서는, 적색 발광 유기물 및 청색 발광 유기물 보다 녹색 발광 유기물의 증착 간격이 더 좁아지기 때문에, 본 발명과 같은 형태의 증착용 마스크가 필요할 수 있다.

[175]

[176] 실시예에 따른 증착용 마스크는 관통홀의 직경이 $20\mu\text{m}$ 이하이고, 상기 관통홀 간의 간격이 $32\mu\text{m}$ 이하임에 따라, 800PPI 급의 해상도를 가지는 OLED 화소를 증착할 수 있다. 즉, 실시예에 따른 증착 마스크를 사용하여 UHD급 해상도를 구현할 수 있다.

[177] 상기 관통홀의 직경 및 상기 관통홀 간의 간격은 녹색 서브 픽셀을 형성하기 위한 크기일 수 있다. 상기 증착용 마스크는 울트라(ultra) 하이 디스플레이 픽셀을 구현하기 위한 OLED 증착 마스크일 수 있다.

[178] 도 6c를 참조하여, 도 6a 및 도 6b의 A-A'방향에서의 단면과, B-B'방향에서의 단면을 각각 설명한다.

[179] 도 6c는 도 6a 및 도 6b의 A-A'방향에서의 단면과, B-B'방향에서의 단면 사이의 높이 단차와 크기를 설명하기 위해서 각각의 단면을 겹쳐서 나타낸 것이다.

[180] 먼저, 도 6a 및 도 6b의 A-A'방향에서의 횡단면을 설명한다. A-A'방향은 수직 방향에서 인접한 두 개의 제 1 관통홀(TH1) 및 제 3 관통홀(TH3) 사이의 중심 영역을 가로지르는 횡단면이다. 즉, A-A'방향에서의 횡단면은 관통홀을 포함하지 않을 수 있다.

[181] A-A'방향에서의 횡단면은 대면공 내의 에칭면(ES2) 및 대면공 내의 에칭면(ES2)들 사이에 식각되지 않은 증착용 마스크의 타면인 아일랜드부(IS)가 위치할 수 있다. 이에 따라, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 식각되지 않은 일면과 평행한 면을 포함할 수 있다. 또는, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 식각되지 않은 타면과 동일하거나 평행한 면을 포함할 수 있다.

[182] 다음으로, 도 6a 및 도 6b의 B-B'방향에서의 횡단면을 설명한다. B-B'방향은 수평 방향에서 인접한 두 개의 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2) 각각의 중심을 가로지르는 횡단면이다. 즉, B-B'방향에서의 횡단면은 복수 개의 관통홀을 포함할 수 있다.

[183] B-B'방향에서의 인접한 제 3 관통홀(TH3)과 제 4 관통홀(TH4) 사이에 하나의 리브가 위치할 수 있다. 제 4 관통홀(TH4) 및 제 4 관통홀과 수평방향에서 인접하되, 제 3 관통홀(TH3)과 반대방향에 위치한 제 5 관통홀 사이에는 다른 하나의 리브가 위치할 수 있다. 상기 하나의 리브 및 상기 다른 하나의 리브 사이에는 하나의 관통홀이 위치할 수 있다. 즉, 수평방향에서 인접한 두 개의 리브 사이에는 하나의 관통홀이 위치할 수 있다.

[184] B-B'방향에서의 횡단면은 대면공 내의 에칭면(ES2), 및 인접한 대면공 내의 에칭면(ES2)들이 서로 연결되는 영역인 리브(RB)가 위치할 수 있다. 여기에서 리브(RB)는 인접한 두 개의 대면공들의 경계가 연결되는 영역일 수 있다. 상기

- 리브(RB)는 식각면이기 때문에, 상기 아일랜드부(IS)보다 두께가 작을 수 있다.
- [185] 예를 들어 상기 아일랜드부의 폭은 $2\mu\text{m}$ 이상일 수 있다. 즉 상기 타면에서 에칭되지 않고 남아있는 부분의 상기 타면과 평행한 방향으로의 폭이 $2\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 하나의 아일랜드부의 일단과 타단의 폭이 $2\mu\text{m}$ 이상인 경우, 증착용 마스크의 전체 체적을 증가시킬 수 있다. 이러한 구조의 증착용 마스크는 유기물 증착 공정 등에서 부여되는 인장력에 대하여 충분한 강성을 확보하도록 하며, 관통홀의 균일도를 유지하는데 유리할 수 있다.
- [186] 도 8을 참조하여, 도 6a, 도 6b의 B-B'의 횡단면, 도 6c에 따른 유효 영역의 리브(RB) 및 리브들 사이의 관통홀을 확대한 횡단면을 설명한다. 실시예의 증착 마스크는 식각에 의한 관통홀이 형성되는 유효부(AA)에서의 두께와 식각되지 않은 비유효부(UA)에서의 두께가 서로 다를 수 있다. 자세하게, 리브(RB)의 두께는 식각되지 않은 비유효부(UA)에서의 두께보다 작을 수 있다.
- [187] 실시예의 증착 마스크는 비유효부의 두께가 유효부의 두께보다 클 수 있다. 예를 들어, 실시예의 증착 마스크는 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 $30\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 실시예의 증착 마스크는 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 $25\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 실시예의 증착 마스크는 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 $15\mu\text{m}$ 내지 $25\mu\text{m}$ 일 수 있다. 실시예에 따른 증착 마스크의 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 $30\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 금속판 재질의 두께가 두껍기 때문에 미세한 크기의 관통홀을 형성하기 어려울 수 있다. 실시예에 따른 증착 마스크의 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 $15\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 금속판 재질의 두께가 얇기 때문에 균일한 크기의 관통홀을 형성하기 어려울 수 있다.
- [188] 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)는 $15\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)는 $7\mu\text{m}$ 내지 $10\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)는 $6\mu\text{m}$ 내지 $9\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)가 $15\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 500 PPI 급 이상의 고해상도를 가지는 OLED 증착 패턴을 형성하기 어려울 수 있다. 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)가 $6\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 증착패턴의 균일한 형성이 어려울 수 있다.
- [189]
- [190] 상기 증착용 마스크의 소면공의 높이(H1)는 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)의 0.2 내지 0.4배일 수 있다. 일례로, 상기 리브(RB)의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)는 $7\mu\text{m}$ 내지 $9\mu\text{m}$ 이고, 상기 증착용 마스크의 일면 및 상기 연통부 사이의 높이(H1)는 $1.4\mu\text{m}$ 내지 $3\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 증착용 마스크의 소면공의 높이(H1)는 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 소면공의 높이는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $3.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 소면공의 높이는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $3.5\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 소면공의 높이는 $2\mu\text{m}$ 내지 $3.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 여기에서, 높이는 증착용 마스크의 두께 측정 방향, 즉

깊이 방향에서 측정할 수 있고, 증착용 마스크의 일면으로부터 연통부까지의 높이를 측정한 것일 수 있다. 자세하게, 상기 높이는 도 4, 도 6a 또는 도 6b의 평면도에서 상술한 수평방향(x방향)과 수직방향(y방향)과 각각 90도를 이루는 z축 방향에서 측정한 것일 수 있다.

- [191] 상기 증착용 마스크의 일면 및 상기 연통부 사이의 높이가 $3.5\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 OLED 증착시 증착 물질이 관통홀의 면적보다 큰 영역으로 퍼지는 쉐도우 효과(shadow effect)에 따른 증착 불량이 발생할 수 있다.
- [192] 상기 증착용 마스크의 소면공(V1)이 형성되는 일면에서의 공경(W1)과 소면공(V1)과 대면공(V2) 사이의 경계인 연통부에서의 공경(W2)은 서로 유사하거나 서로 다를 수 있다. 상기 증착용 마스크의 소면공(V1)이 형성되는 일면에서의 공경(W1)은 연통부에서의 공경(W2)보다 클 수 있다.
- [193] 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에서의 공경(W1)과 상기 연통부에서의 공경(W2)의 차이는 $0.01\mu\text{m}$ 내지 $1.1\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에서의 공경(W1)과 상기 연통부에서의 공경(W2)의 차이는 $0.03\mu\text{m}$ 내지 $1.1\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에서의 공경(W1)과 상기 연통부에서의 공경(W2)의 차이는 $0.05\mu\text{m}$ 내지 $1.1\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [194] 상기 증착용 마스크의 일면에서의 공경(W1)과 상기 연통부에서의 공경(W2)의 차이가 $1.1\mu\text{m}$ 보다 큰 경우에는 쉐도우 효과에 의한 증착 불량이 발생할 수 있다.
- [195]
- [196] 상기 증착용 마스크의 일면에서 측정된 상기 소면공의 경사각은 89도 이하일 수 있다. 상기 소면공의 경사각은 리브(RB)에서 측정한 것을 의미할 수 있다. 상기 증착용 마스크의 일면에 대하여, 상기 소면공의 일단(E1) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 경사각은 89도 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에 대하여, 상기 소면공의 일단(E1) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 경사각은 75도 내지 89도일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에 대하여, 상기 소면공의 일단(E1) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 경사각은 78도 내지 89도일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에 대하여, 상기 소면공의 일단(E1) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 경사각은 85도 내지 89도일 수 있다.
- [197] 다시 말해서, 상기 경사각은 다음과 같이 정의될 수 있다. 상기 대면공의 경사각은, 증착용 마스크의 편평한 타면에 대응하는 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공의 일단 및 상기 연통부의 일단을 잇는 가상의 제 2 직선 사이의 내각일 수 있다. 또한, 상기 소면공의 경사각은 증착용 마스크의 편평한 타면에 대응하는 가상의 제 3 직선과, 상기 소면공의 일단 및 상기 연통부의 일단을 잇는 가상의 가상의 제 4 직선 사이의 내각일 수 있다.
- [198] 여기에서, 상기 증착용 마스크의 일면에는 상기 소면공(V1)이 형성되고, 상기 증착용 마스크의 타면에는 상기 대면공(V2)이 형성될 수 있다. 그리고, 상기

증착용 마스크의 일면은 상기 소면공의 경사각을 측정하는 기준이 되고, 상기 증착용 마스크의 타면은 상기 대면공의 경사각을 측정하는 기준이 된다.

[199]

[200] 상기 증착용 마스크의 일면에 대하여, 상기 소면공의 일단(E1) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 경사각이 89도 초과인 경우에는 웨도우 효과를 방지할 수 있지만, 증착시 관통홀 내에 유기물이 잔류하는 문제가 발생할 수 있다. 이에 따라, 균일한 크기의 증착 패턴을 형성하기 어려울 수 있다.

[201] 상기 증착용 마스크의 일면에 대하여, 상기 소면공의 일단(E1) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 경사각이 70도 미만인 경우에는 웨도우 효과에 의한 증착 불량이 발생할 수 있다.

[202]

[203] 상기 대면공(V2)의 경사각은 55도 이하일 수 있다. 상기 대면공의 경사각은 리브(RB)에서 측정한 것을 의미할 수 있다. 상기 증착용 마스크의 상기 일면과 반대되는 타면에 대하여, 상기 대면공(V2)의 일단(E3) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연결부의 일단(E2)을 잇는 경사각은 40도 내지 55도일 수 있다. 이에 따라, 500 PPI급 이상의 고해상도의 증착패턴을 형성할 수 있는 동시에, 증착용 마스크의 타면상에 아일랜드부가 존재할 수 있다.

[204] 상기 증착용 마스크의 상기 일면과 반대되는 타면에 대하여, 상기 대면공(V2)의 일단(E3) 및 상기 소면공과 대면공 사이의 연결부의 일단(E2)을 잇는 경사각은 45도 내지 55도일 수 있다. 이에 따라, 800 PPI급 이상의 고해상도의 증착패턴을 형성할 수 있는 동시에, 증착용 마스크의 타면상에 아일랜드부가 존재할 수 있다.

[205]

[206] 도 9 내지 13을 참조하여, 실시예에 따른 증착용 마스크의 제조를 위한 금속판의 처리 단계를 설명한다.

[207] 도 9를 참조하여, 압연된 금속판을 설명한다. 증착용 마스크의 제조에 사용되는 금속판은 상, 하로 배치된 여러 개의 롤(roll) 사이를 통과하여 두께가 얇아질 수 있다. 예를 들어, 실시예의 금속판은 냉간 압연을 통해 압연 전의 금속판보다 두께가 얇아질 수 있다.

[208] 도 10을 참조하여, 압연된 금속판의 절단을 설명한다. 증착용 마스크의 제조에 사용되는 금속판은 보관의 편의를 위하여 롤링되어 있을 수 있다. 이때, 금속판이 롤링된 방향 내지 압연된 방향을 RD라고 하고, 롤링된 방향(압연된 방향)과 수직인 방향을 TD라고 표현할 수 있다. 상기 금속판은 롤링된 방향은 금속판의 길이 방향과 동일한 방향이다. 롤링된 금속판은 증착용 마스크의 제조에 적합한 길이로 절단할 수 있다.

[209]

[210] 도 11을 참조하여, 상기 압연된 금속판의 표면의 결정립의 형상을 설명한다.

상기 압연된 금속판은 압연 방향(RD)으로 결정립들이 연신될 수 있다. 이에 따라, 금속판은 압연 방향으로 줄무늬 형상의 결을 포함할 수 있다. 자세하게, 압연된 금속판의 표면은 압연 방향을 따라서 줄무늬 모양의 요철이 형성될 수 있다. 즉, 압연된 금속판은 압연 집합조직 성분이 표면에 발달할 수 있다. 여기에서, 집합조직이란 결정립의 선택적인 배열 상태를 의미할 수 있다. 예를 들어, 압연된 금속판의 표면은 반복적인 스트라이프 형상의 집합조직 성분을 포함할 수 있다.

- [211] 여기에서, 상기 결정립의 크기는 방향에 따라 불균일 할 수 있다. 즉, 압연된 금속판의 표면에 위치한 결정립계는 이방성을 가질 수 있다.
- [212] 예를 들어, 압연 방향(RD)에서의 결정립의 길이(r_1)는 압연방향과 수직한 방향(TD)에서의 결정립의 길이(r_2)보다 클 수 있다. 예를 들어, 압연 방향(RD)에서의 결정립의 길이(r_1): 압연방향과 수직한 방향(TD)에서의 결정립의 길이(r_2)는 50:1 내지 150:1일 수 있다. 구체적인 결정립의 크기는 재결정 온도, 금속판의 두께, 압연 공정에 따라 달라질 수 있다.
- [213] 압연된 금속판으로 관통홀을 형성하는 경우에, 결정립의 크기 편차는 압연 방향(RD)과 압연 방향에 수직한 방향(TD)에서 크게 다르기 때문에, 방향에 따라 관통홀의 직경이 달라질 수 있는 문제가 있다. 즉, 결정립의 이방성으로 인하여 압연 방향(RD)과 압연 방향에 수직한 방향(TD)에서의 균일한 에칭이 어려운 문제를 가질 수 있다.
- [214] 상기 압연된 금속판은 상기 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)가 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)보다 작은 값을 가질 수 있다. 즉, 상기 압연된 금속판은 압연 방향(RD)인지, 또는 압연 수직방향(TD)인지에 따라서 표면의 조도가 다를 수 있다. 여기에서, 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)는 표면 조도의 측정방법으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 냉간 압연된 인바 금속판은 상기 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)가 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)보다 작은 값을 가지기 때문에, 포토레지스트층의 밀착력이 방향에 따라 다르게 나타날 수 있다. 이에 따라, 상기 압연된 금속판 상에 패터화된 포토레지스트 층을 배치하여 관통홀을 형성하는 경우에는 균일한 공경을 가지는 관통홀을 형성하기 어려울 수 있다. 또한, 방향에 따른 포토레지스트층의 밀착력 차이로 인하여 포토레지스트층의 탈락이 발생할 수 있고, 이에 따라 균일한 면적의 아일랜드부를 가지는 증착 마스크의 제조가 어려울 수 있다.
- [215]
- [216] 상기 압연된 금속판 표면의 표면 처리에 의한 결정립 형상이 변화할 수 있다. 상기 압연된 금속판은 두께를 감소시키는 동시에, 결정립의 이방성을

감소시키기 위해서 식각으로 표면처리 될 수 있다.

- [217] 압연 후 표면처리된 금속판의 표면은 원형, 타원형, 장방형, 랜덤한 형상 등 다양한 형상의 돌출부를 포함할 수 있다. 상기 압연 후 표면 처리된 금속판의 표면 상의 여러 개의 돌출부는 압연 방향(RD)에서의 결정립의 길이(r_1)는 압연방향과 수직한 방향(TD)에서의 결정립의 길이(r_2)와 동일하거나 서로 다를 수 있다.
- [218] 실시예의 압연 후 표면처리된 금속판으로 관통홀을 형성하는 경우에는, 결정립의 압연 방향(RD)에서의 크기와 압연 방향에 수직한 방향(TD)에서의 크기가 서로 유사하기 때문에, 방향에 상관없이 관통홀의 직경이 균일하게 형성될 수 있다. 즉, 결정립의 이방성에 따른 식각 불균일성을 해소하기 위하여, 실시예는 표면을 표면 처리한 금속판을 사용하여 관통홀을 형성함으로써, 관통홀의 모양 및 직경의 균일성, 및 아일랜드부의 면적의 균일성을 향상시킬 수 있다.
- [219] 실시예의 압연 후 표면처리된 금속판은 상기 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a)가 서로 대응되는 범위의 값을 가질 수 있다.
- [220] 실시예의 압연 후 표면처리된 금속판은 상기 압연 방향(RD)으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z) 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)가 서로 대응되는 범위의 값을 가질 수 있다. 즉, 상기 압연된 금속판은 압연 방향(RD)인지, 또는 압연 수직방향(TD)인지, 대각선 방향인지에 관계 없이 표면의 거칠기가 동일하거나 유사한 범위일 수 있다.
- [221] 예를 들어, 표면처리 전의 냉간 압연된 인바 금속판은 상기 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)가 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)보다 작은 값을 가지지만, 식각에 의한 표면처리 후의 인바 금속판은 방향에 관계없이 일정한 범위의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z) 값을 가질 수 있다. 따라서, 압연 후 표면처리된 금속판은 방향에 상관없이 포토레지스트층의 밀착력이 균일할 수 있다. 이에 따라, 상기 압연 후 식각에 의하여 표면처리된 금속판 상에 패터화된 포토레지스트 층을 배치하여 관통홀을 형성하는 경우에는 균일한 공경을 가지는 관통홀을 높은 수율로 형성할 수 있다. 또한, 방향에 관계없이 포토레지스트층의 밀착력이 균일할 수 있으므로, 포토레지스트층의 탈막을 방지할 수 있어서, 균일한 면적의 아일랜드부를 가지는 증착 마스크의 제조가 가능하다. 따라서, 실시예의 금속판으로 제조된 증착용 마스크는 미세하고 균일한 크기의 관통홀을 높은 수율로 형성할 수 있다.
- [222]
- [223] 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기, 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기, 압연 방향(RD)과 압연

수직방향(TD) 사이의 45도 대각선 방향(OD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기는 각각 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[224] 예를 들어, 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기, 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기, 압연 방향(RD)과 압연 수직방향(TD) 사이의 45도 대각선 방향(OD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기는 각각 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.2\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[225] 예를 들어, 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기, 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기, 압연 방향(RD)과 압연 수직방향(TD) 사이의 45도 대각선 방향(OD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기는 각각 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.15\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[226] 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기, 압연 방향(RD)과 압연 수직방향(TD) 사이의 45도 대각선 방향(OD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기는 각각 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[227] 예를 들어, 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기, 압연 방향(RD)과 압연 수직방향(TD) 사이의 45도 대각선 방향(OD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기는 각각 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[228] 예를 들어, 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기, 압연 방향(RD)과 압연 수직방향(TD) 사이의 45도 대각선 방향(OD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기는 각각 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.0\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[229]

[230] 도 12 및 도 13은 압연 및 어닐링을 거친 소정의 두께를 가지는 금속판의 SEM 사진이다.

[231] 도 12는 압연 및 어닐링된 인바의 제 1 시편을 5천배 확대한 SEM 사진이다.

[232] 도 13은 압연 및 어닐링된 인바의 제 2 시편을 5천배 확대한 SEM 사진이다.

[233] 표면처리 전의 압연 및 어닐링된 인바의 표면 거칠기는 다음의 값을 가질 수 있다. 상기 제 1 시편, 상기 제 2 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이, 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 전체에서 측정된 중심선 평균표면 거칠기(전체 면적에서의 평균 중심선 평균 표면 거칠기, R_a)는 $0.06\mu\text{m}$ 내지 $0.1\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 제 1 시편, 상기 제 2 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이, 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 전체에서 측정된 10점 평균표면 거칠기(전체 면적에서의 평균 10점 평균 표면 거칠기, R_z)는 $0.8\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[234]

[235] 다음으로, 도 14와 같이 압연 및 어닐링이 수행된 금속판(BM) 시편을 준비한 후 식각하고, 도 15 및 도 16과 같은 시편으로 가공하는 단계를 설명한다.

[236] 압연 및 어닐링이 수행된, 금속판(BM)의 소정의 두께(T_0)는 $30\mu\text{m}$ 이상일 수

있다. 예를 들어, 압연 및 어닐링이 수행된, 금속판(BM)의 소정의 두께(T0)는 $25\mu\text{m}$ 이상일 수 있다.

[237] 소정의 두께(T0)보다 얇은 두께(T1)를 가지는 금속판을 제조하기 위하여 금속판의 일면 및/또는 양면을 식각할 수 있다. 압연 및 어닐링이 수행된 다음, 식각 단계를 거친 금속판의 두께는 $20\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 의 두께(T1)일 수 있다. 압연 및 어닐링된 소정의 두께가 $30\mu\text{m}$ 이상인 금속판은, 상기 금속판 표면의 식각단계를 거쳐서 $20\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 의 두께(T1)를 가질 수 있다.

[238] 압연 및 어닐링이 수행된, 소정의 두께(T0)가 $25\mu\text{m}$ 이상인 금속판은, 상기 식각 단계를 거쳐서 $15\mu\text{m}$ 내지 $25\mu\text{m}$ 의 두께(T1)를 가질 수 있다. 여기에서, 에칭이란 전기적 또는 화학적인 에칭을 포함할 수 있다.

[239] 상기 식각 단계를 거친 금속판의 두께(T1)는 금속판의 소정의 두께(T0)의 60% 내지 90%일 수 있다. 바람직하게, 상기 식각 단계를 거친 금속판의 두께(T1)는 금속판의 소정의 두께(T0)의 70% 내지 80%일 수 있다.

[240]

[241] 도 15 및 도 16은 실시예에 따른 증착용 마스크의 비증착 영역의 SEM 사진이다.

[242] 도 15는 압연 및 어닐링된 인바의 식각에 의한 표면 처리 후, 표면 조도의 편차가 개선된 도 11의 제 1 시편을 5천배 확대한 SEM 사진이다. 도 16은 압연 및 어닐링된 인바의 식각에 의한 표면 처리 후, 표면 조도의 편차가 개선된 도 12의 제 2 시편을 5천배 확대한 SEM 사진이다.

[243] 압연 및 어닐링 후 식각처리된 인바의 표면 거칠기는 다음의 값을 가질 수 있다. 제 1 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이 및 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 전체에서 측정된 중심선 평균표면 거칠기(전체 면적에서의 평균 중심 표면 거칠기)는 $0.14\mu\text{m}$ 내지 $0.15\mu\text{m}$ 일 수 있다. 제 2 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이 및 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 전체에서 측정된 중심선 평균표면 거칠기(전체 면적에서의 평균 중심 표면 거칠기)는 $0.14\mu\text{m}$ 내지 $0.15\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[244] 제 1 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이 및 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 전체에서 측정된 10점 평균표면 거칠기(전체 면적에서의 평균 10점 평균 표면 거칠기)는 $3.8\mu\text{m}$ 내지 $4.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[245] 제 2 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이 및 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 전체에서 측정된 10점 평균표면 거칠기(전체 면적에서의 평균 10점 평균 표면 거칠기)는 $3.8\mu\text{m}$ 내지 $4.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[246]

[247] 도 14 및 도 17을 참조하여, 실시예에 따른 증착용 마스크의 제조 공정을 설명한다.

[248] OLED 화소 증착을 위한 금속판 재질의 증착용 마스크의 제조방법에 있어서, 증착용 마스크는, 압연 및 어닐링이 수행된, 압연 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 평균 10점 평균 표면 거칠기가 압연 수직방향으로의 평균 중심선

평균 표면 거칠기 및 평균 10점 평균 표면 거칠기 보다 작고, 소정의 두께를 가지는 금속판을 준비하는 제 1 단계; 상기 금속판을 압연 방향으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기 및 압연 수직방향으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기가 각각 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 이고, 압연 방향으로의 평균 10점 평균표면 거칠기 및 압연 수직방향으로의 평균 10점 평균표면 거칠기가 각각 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 의 범위가 되도록 소정의 두께보다 얇게 금속판을 식각하는 제 2 단계; 상기 금속판의 표면 상에 패턴화된 포토레지스트층을 도포 및 현상하고, 상기 금속판을 식각하여, 다수의 대면공, 다수의 소면공 및 상기 대면공과 소면공에 의해 형성되는 다수의 관통홀을 형성하는 제 3 단계;를 포함하여 제조될 수 있다.

[249]

[250] 먼저, 도 14을 참조하여, 압연 및 어닐링이 수행된, 소정의 두께(T_0)를 가지는 금속판(BM)을 준비하는 제 1 단계를 설명한다.

[251] 여기에서, 압연은 냉간 압연을 포함할 수 있다. 상기 어닐링은 연속 어닐링을 포함할 수 있다.

[252] 상기 금속판(BM)은 금속 물질을 포함할 수 있다. 상기 금속판(BM)은 니켈 합금을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 금속판(BM)은 니켈과 철의 합금일 수 있다. 이때, 니켈은 약 35 중량% 내지 약 37 중량% 일 수 있고, 상기 철은 약 63 중량% 내지 약 65 중량%일 수 있다. 일례로, 상기 금속판(BM)은 니켈은 약 35 중량% 내지 약 37중량%, 철은 약 63중량% 내지 약 65 중량%과 미량의 C, Si, S, P, Cr, Mo, Mn, Ti, Co, Cu, Fe, Ag, Nb, V, In, Sb 중 적어도 하나 이상이 포함된 인바(Invar)를 포함할 수 있다. 여기에서, 미량은 1 중량% 이하인 것을 의미할 수 있다. 자세하게, 여기에서, 미량은 0.5 중량% 이하인 것을 의미할 수 있다. 다만, 상기 금속판(BM)이 이에 제한되는 것은 아니며, 다양한 금속 물질을 포함할 수 있음은 물론이다.

[253] 상기 인바와 같은 니켈 합금은 열팽창 계수가 작기 때문에, 증착용 마스크의 수명이 증가될 수 있는 장점을 가진다.

[254] 제 1 단계에서 준비된 금속판은, 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z)가 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(R_a) 및 평균 10점 평균 표면 거칠기(R_z) 보다 작을 수 있다.

[255] 다음으로, 도 14을 참조하여 상기 소정의 두께보다 얇게 금속판을 식각하는 제 2 단계를 설명한다.

[256] 소정의 두께(T_0)보다 얇은 두께(T_1)를 가지는 금속판을 제조하기 위하여 금속판의 일면 및/또는 양면을 식각할 수 있다. 즉, 제 2 단계는 상기 압연 및 어닐링된 금속판의 표면을 등방성 식각하는 단계를 포함할 수 있다.

[257] 제 2 단계를 거친 금속판은 압연 방향(RD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기(R_a) 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균표면 거칠기(R_a)가 각각 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 의 범위이고, 압연 방향(RD)으로의 평균 10점 평균표면

거칠기(Rz) 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 10점 평균표면 거칠기(Rz)가 각각 0.5 μ m 내지 2.0 μ m 범위가 되도록 소정의 두께보다 얇게 식각하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 압연 방향(RD)은 증착용 마스크의 길이방향이다. 상기 압연 수직방향(TD)은 증착용 마스크의 길이방향에 수직한 폭 방향이다.

[258]

[259] 선택적으로, 상기 금속판(BM)은 식각조절층 형성단계를 선택적으로 포함할 수 있다.

[260] 예를 들어, 인바와 같은 니켈 합금은 균일한 식각이 어려운 문제점을 가진다. 즉, 인바와 같은 니켈 합금은 식각 초기에 식각 속도가 빠를 수 있다. 이에 따라, 소면공의 식각 팩터가 저하될 수 있는 문제를 가진다. 소면공의 식각 팩터가 저하되는 경우에는 셰도우 효과에 따른 증착 불량이 발생하는 증착용 마스크가 형성될 수 있는 문제가 있을 수 있다. 또는, 대면공의 사이드 에칭으로 인하여 포토레지스트층의 탈락이 발생할 수 있다. 또한, 관통홀의 크기가 커짐에 따라, 미세한 크기의 관통홀을 형성하기 어려울 수 있다. 또한, 관통홀이 불균일하게 형성되어, 증착용 마스크의 제조 수율이 저하될 수 있다.

[261] 따라서, 실시예는 금속판 표면 상에 성분, 함량, 결정구조 및 부식속도를 달리하는 표면개질을 위한 식각조절층을 배치할 수 있다. 여기에서, 표면 개질이란 식각 팩터를 향상시키기 위하여 표면에 배치되는 다양한 물질로 이루어진 층을 의미할 수 있다.

[262] 식각조절층은 식각 속도가 표면에서 느리도록 조절하는 층을 의미할 수 있다. 즉, 상기 식각조절층은 금속판보다 식각 속도가 느린 식각 배리어층일 수 있다. 상기 식각조절층은 상기 금속층과 결정면 및 결정구조가 다를 수 있다. 예를 들어, 상기 식각조절층은 상기 금속층과 서로 다른 원소를 포함함에 따라, 결정면 및 결정구조가 서로 다를 수 있다.

[263] 동일한 부식환경에서 상기 식각조절층은 상기 금속판과 부식 전위가 다를 수 있다. 예를 들어, 동일한 온도의 동일한 식각액에 동일 시간 처리하였을 때, 상기 식각조절층은 상기 베이스 금속판과 부식전류 내지 부식전위가 서로 다를 수 있다.

[264] 상기 금속판(BM)은 일면 및/또는 양면, 전체 및/또는 유효영역에 식각조절층을 포함할 수 있다. 상기 식각조절층은 금속판과 서로 다른 원소를 포함하거나, 부식 속도가 느린 금속 원소를 금속판보다 큰 함량으로 포함할 수 있다.

[265] 예를 들어, 상기 식각조절층은 니켈(Ni), 크롬(Cr), 철(Fe), 티타늄(Ti), 망간(Mn), 산소(O), 몰리브덴(Mo), 은(Ag), 아연(Zn), 질소(N), 알루미늄(Al) 및 이들의 합금 중 적어도 하나의 금속을 포함할 수 있고, 니켈(Ni), 크롬(Cr), 철(Fe), 티타늄(Ti), 망간(Mn), 산소(O), 몰리브덴(Mo), 은(Ag), 아연(Zn), 질소(N), 알루미늄(Al) 및 이들의 합금 중 적어도 하나의 금속의 함량은 베이스 금속판보다 클 수 있다. 바람직하게, 상기 식각조절층은 니켈(Ni)을 포함할 수 있다. 즉, 상기 제 2 단계 이후에, 상기 소정의 두께보다 얇은 두께를 가지는 금속판 상에 서브

마이크로미터 두께의 니켈 증착층을 형성하는 단계;를 더 수행한 후 상기 제 3 단계를 수행할 수 있다.

- [266] 이러한 표면 처리단계를 더 포함하는 경우에, 실시예에 따른 금속판의 표면에는 식각조절층이 배치될 수 있다. 이러한 표면 처리단계는, 상기 금속판(BM)과 서로 다른 원소의 식각조절층을 배치함에 따라, 표면에서의 부식 속도를 상기 금속판(BM)의 원소제 물질보다 느리게 할 수 있다. 이에 따라, 실시예에 따른 증착용 마스크의 식각 팩터를 증가시킬 수 있다. 또한, 실시예에 따른 증착용 마스크는 복수개의 관통홀을 균일하게 형성할 수 있음에 따라, R, G, B 패턴의 증착 효율을 향상시킬 수 있다. 여기에서, 서로 다른 원소를 포함한다는 것은 상기 금속판(BM)과 상기 식각조절층이 적어도 하나의 다른 원소를 포함하거나, 모든 원소가 동일하더라도 함량이 다른 합금을 포함하는 것을 의미할 수 있다.

[267]

- [268] 다음으로, 도 17을 참조하여, 다수의 관통홀을 형성하는 제 3 단계를 설명한다.

- [269] 상기 금속판의 일면 상에 패턴화된 포토레지스트층(P1)을 배치하는 단계를 설명한다. 소면공을 형성하기 위해서 상기 베이스 금속판의 일면 상에 패턴화된 포토레지스트층(P1)을 도포 및 현상할 수 있다. 상기 베이스 금속판의 일면과 반대되는 타면은 식각을 저지하기 위한 코팅층 또는 필름층과 같은 식각 저지층이 배치될 수 있다.

[270]

- [271] 다음으로, 상기 포토레지스트층(P1)의 오픈부를 하프 에칭하여 상기 금속판의 일면 상에 홈을 형성하는 단계를 설명한다.

- [272] 상기 포토레지스트층(P1)의 오픈부는 식각액 등에 노출될 수 있어, 금속판의 일면 중 상기 포토레지스트층(P1)이 배치되지 않은 오픈부에서 에칭이 일어날 수 있다.

- [273] 예를 들어, 20 μm 내지 30 μm (T1)의 두께를 가지는 금속판은 약 1/2 두께의 홈이 형성될 때까지 식각될 수 있다. 자세하게, 소면공은 하프에칭을 통하여 형성될 수 있다. 하프에칭에 의하여 형성된 홈의 깊이는 약 10 μm 내지 15 μm 일 수 있다.

- [274] 예를 들어, 15 μm 내지 25 μm (T1)의 두께를 가지는 금속판은 약 1/2 두께의 홈이 형성될 때까지 식각될 수 있다. 자세하게, 소면공은 하프에칭을 통하여 형성될 수 있다. 하프에칭에 의하여 형성된 홈의 깊이는 약 7.5 μm 내지 12.5 μm 일 수 있다.

- [275] 상기 금속판의 일면 상에 홈을 형성하는 단계는 이방성 에칭 또는 세미-부가 공법(semi additive process, SAP)일 수 있다. 이에 따라, 하프 에칭을 통해 형성된 홈은 등방성 에칭보다 깊이 방향으로의 식각 속도(b 방향)가 사이드 에칭(a 방향)의 속도보다 빠를 수 있다.

- [276] 소면공의 식각 팩터는 2.0 내지 3.0일 수 있다. 예를 들어, 소면공의 식각 팩터는 2.1 내지 3.0일 수 있다. 예를 들어, 소면공의 식각 팩터는 2.2 내지 3.0일 수 있다.

- [277] 여기에서, 식각 팩터는 식각된 소면공의 깊이(B)/소면공 상의 아일랜드 부에서

연장되어 관통홀의 중심방향으로 돌출된 포토레지스트층의 폭(A)(Etching Factor = B/A)을 의미할 수 있다. 상기 A는 상기 하나의 면공 상에 돌출된 포토레지스트층 일측의 폭 및 상기 일측과 반대되는 타측의 폭의 평균 값을 의미한다.

[278]

[279] 다음으로, 상기 금속판의 상기 일면과 반대되는 타면 상에 패터화된 포토레지스트층(P2)을 배치하는 단계를 설명한다. 상기 금속판의 상기 일면과 반대되는 타면 상에는 대면공을 형성하기 위하여 오픈부를 가지는 패터화된 포토레지스트층(P2)을 배치할 수 있다. 상기 베이스 금속판의 일면은 식각을 저지하기 위한 코팅층 또는 필름층과 같은 식각 저지층이 배치될 수 있다.

[280] 상기 포토레지스트층(P2)의 오픈부는 식각액 등에 노출될 수 있어, 금속판의 타면 중 상기 포토레지스트층(P1)이 배치되지 않은 오픈부에서 에칭이 일어날 수 있다. 상기 금속판의 타면은 이방성 에칭 또는 등방성 에칭에 의하여 에칭될 수 있다.

[281] 상기 포토레지스트층의 오픈부를 에칭함에 따라, 상기 금속판의 일면 상의 홈은 대면공과 연결되어 관통홀을 형성할 수 있다.

[282] 상기 제 3 단계는 1) 상기 금속판의 일면 상에 패터화된 상기 포토레지스트층(P1)과, 상기 금속판의 타면 상에 패터화된 상기 포토레지스트층(P2)을 배치한 이후에, 2) 상기 금속판의 일면 및 타면을 동시에 에칭하여 관통홀을 형성하는 것일 수 있다.

[283] 또는, 상기 제 3 단계는 1) 상기 금속판의 일면 상에 패터화된 상기 포토레지스트층(P1)을 배치하고, 2) 상기 포토레지스트층(P1)의 오픈부를 하프 에칭하여 상기 금속판의 일면 상에만 홈을 형성한 다음, 3) 상기 금속판의 타면 상에 패터화된 상기 포토레지스트층(P2)을 배치한 이후에, 4) 상기 금속판의 타면에서 상기 포토레지스트층(P2)의 오픈부를 에칭하여 관통홀을 형성하는 것일 수 있다.

[284] 또는, 상기 제 2 단계는 1) 상기 금속판의 타면 상에 패터화된 상기 포토레지스트층(P2)을 배치하고, 2) 상기 포토레지스트층(P2)의 오픈부를 에칭하여 상기 금속판의 타면 상에만 대면공 형성한 다음, 3) 상기 금속판의 일면 상에 패터화된 상기 포토레지스트층(P1)을 배치한 이후에, 4) 상기 금속판의 일면에서 상기 포토레지스트층(P1)의 오픈부를 하프에칭하여 상기 대면공과 연결되는 관통홀을 형성하는 것일 수 있다.

[285] 다음으로, 상기 포토레지스트층을 제거하여, 다수의 대면공, 다수의 소면공 및 상기 대면공과 소면공에 의해 형성되는 다수의 관통홀을 형성하는 제 3 단계를 거쳐, 증착 마스크가 형성될 수 있다. 예를 들어, 관통홀의 형성은 이방성 식각일 수 있다.

[286] 상기 일면 상에 다수의 대면공이 동시에 형성되고, 상기 일면과 반대되는 타면 상에 다수의 소면공이 동시에 형성되며, 상기 대면공 및 상기 소면공의 경계가

연결되는 연결부에 의해 다수의 관통홀이 동시에 형성됨에 따라, 증착용 마스크가 제조될 수 있다.

[287] 상기 증착용 마스크는 금속판과 동일한 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크는 상기 금속판과 동일한 조성의 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 아일랜드부는 앞서 설명한 식각조절층을 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 증착용 마스크의 아일랜드부, 또는 비증착 영역의 표면은 니켈 증착층을 포함할 수 있다. 즉, 식각되지 않은 금속판의 비증착 영역의 표면 또는 아일랜드부의 표면 상에는 니켈이 잔류할 수 있다.

[288] 증착용 마스크는 아일랜드부 중심에서의 최대 두께는 하프에칭부 형성을 위한 에칭을 거치지 않은 비증착 영역(T1)에서의 최대 두께보다 작을 수 있다. 예를 들어, 아일랜드부 중심에서의 최대 두께는 $15\mu\text{m}$ 미만일 수 있다. 예를 들어, 아일랜드부 중심에서의 최대 두께는 $10\mu\text{m}$ 미만일 수 있다. 그러나, 증착용 마스크의 비증착 영역에서의 최대 두께(T1)는 $20\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$ 또는, $15\mu\text{m}$ 내지 $25\mu\text{m}$ 일 수 있다. 증착용 마스크의 비증착 영역에서의 최대 두께는 제 2 단계에서 준비된 금속판의 두께와 동일할 수 있다. 상기 제 2 단계에서 비유효부 및 유효부의 표면이 전체적으로 식각되기 때문에, 비유효부의 두께는 상기 금속판의 제 1 단계에서 측정된 소정의 두께보다 작을 수 있다.

[289]

[290] UHD, QHD급의 고해상도를 가지는 증착용 마스크를 제조하기 위해서는 얇은 두께의 금속판을 사용하는 것이 요구된다. 따라서, 얇은 두께로 압연된 금속판을 사용하여 증착용 마스크를 제조할 수 있다. 그러나, 이와 같은 방법으로 제조된 증착용 마스크는 관통홀의 균일성이 저하되는 것을 확인하였다. 즉, 고해상도가 요구됨에 따라, 관통홀의 밀도가 조밀해지므로, 미세하면서도 균일한 크기의 관통홀을 형성하는 것이 요구된다.

[291] 본 발명자는 압연된 금속판이 가지는 관통홀의 균일성이 저하된 문제점을 확인하기 위하여 표면 특성을 확인한 결과, 압연된 금속판은 압연방향과 압연 수직방향에서 표면의 조도 값이 다른 것을 확인하였다. 압연된 금속판의 표면 거칠기는 포토레지스트층과의 밀착력은 결정하는 요소이기 때문에, 압연된 금속판을 그대로 사용하여 관통홀을 제조하는 경우에 균일성이 저하된다는 것을 확인하였다. 즉, 압연된 금속판을 사용하여 증착용 마스크를 제조하는 경우에는 특정 방향으로의 에칭속도가 커서, 균일한 관통홀이 형성되지 않는 문제를 확인하였다.

[292] 이에 따라, 본 발명자는 압연된 금속판의 표면의 거칠기를 일정한 범위로 제어하는 처리단계를 거친 후 균일한 크기의 관통홀을 포함하는 증착용 마스크 및 이의 제조방법을 도출하였다.

[293] 표면 처리인 식각을 통하여 거칠기가 일정범위 이하로 감소된 경우에는, 포토레지스트층과의 밀착력이 저하되는 문제가 발생할 수 있었다. 또한, 금속판을 $10\mu\text{m}$ 내지 $12\mu\text{m}$ 의 두께까지 식각할 경우, 증착용 마스크를 인장할 때에

강성이 약하여 구조적 변형이 발생하는 문제가 예상된다.

- [294] 따라서, 실시예에 따른 증착용 마스크는 비증착 영역에서 하프 에칭부가 형성되지 않은 부분의 두께가 $20\mu\text{m}$ 내지 $30\mu\text{m}$, 또는, $15\mu\text{m}$ 내지 $25\mu\text{m}$ 이고, 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 이고, 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기가 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 이고, 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차가 50% 미만이고, 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차가 50% 미만일 수 있다.
- [295] 이를 통해, 균일한 크기의 미세한 관통홀을 포함하는 증착용 마스크를 제조할 수 있다.
- [296] 실시예에 따른 증착용 마스크를 이용하여 500PPI 이상, 800PPI 이상의 고해상도를 가지는 OLED 화소를 높은 수율로 증착할 수 있다. 또한, 관통홀과 OLED 패턴 간의 위치의 정합성과, 정밀성을 향상시킬 수 있다.
- [297]
- [298] 이하, 실시예들 및 비교예들을 통하여 본 발명을 좀더 상세하게 설명한다. 이러한 실시예는 본 발명을 좀더 상세하게 설명하기 위하여 예시로 제시한 것에 불과하다. 따라서 본 발명이 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [299]
- [300] 비교예는 압연 및 어닐링을 거친 금속판이다. 실시예는 압연 및 어닐링을 거친 금속판의 표면을 염화철계열의 산성 에천트로 처리한 것이다.
- [301]
- [302] <실험예 1: SEM 측정결과>
- [303] 실시예에 따른 압연 및 어닐링 후 산성 처리한 금속판의 표면을 SEM 촬영하여 도 15 및 도 16에 나타냈다.
- [304] 도 15 및 도 16을 참조하면, 실시예의 금속판의 표면은 압연방향으로의 줄무늬 형상이 사라지거나 감소된 것을 확인할 수 있다. 금속판 표면의 결정립들은 동일하거나, 서로 다른 방향으로 배열된 것을 확인할 수 있다. 즉, 금속판 표면의 결정립들은 랜덤한 방향으로 배열된 것을 확인할 수 있다.
- [305] 비교예에 따른 압연 및 어닐링을 거친 인바 금속판의 표면을 SEM 촬영하여 도 12 및 도 13에 나타내었다.
- [306] 도 21을 참조하면, 비교예의 금속판의 표면은 압연방향으로 줄무늬 형상의 결정립을 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [307] 실시예는 표면처리를 통해 방향에 상관없는 결정립을 가지는 금속판 표면으로 가공할 수 있다. 실험예는 산성 에천트만을 기재하였으나, 알칼리 에천트를 사용할 수 있음은 물론이다.

[308]

[309] <실험예 2: RD방향, TD방향, 대각선 방향 에서의 Ra, Rz 측정결과>

[310] 거칠기 측정 장비(Nano View, 제조사: Nanosystem, 제품명:NV-E1000)를 사용하여, 실시예의 거칠기 측정 결과를 도 18 및 표 1, 표 2에 나타내고, 비교예의 거칠기 측정결과를 도 21 및 표 3, 표 4에 나타냈다.

[311] 실시예의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(Ra), 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz)는 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이, 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적내에서 측정한 것이고, 각각 폭 방향, 길이 방향, 제 1 대각 방향, 제 2 대각 방향에서의 복수 개의 선(Line 1 내지 Line 40)으로 측정한 평균 값을 나타낸 것이다.

[312] 표 1은 각각 폭 방향, 길이 방향에서 실시예의 10 개의 선으로 측정한 중심선 평균 표면 거칠기(Ra), 10점 평균 표면 거칠기(Rz)의 개별 값과 평균 값을 나타낸 것이다.

[313] 표 2는 각각 제 1 대각 방향, 제 2 대각 방향에서 실시예의 10 개의 선으로 측정한 중심선 평균 표면 거칠기(Ra), 10점 평균 표면 거칠기(Rz)의 개별 값과 평균 값을 나타낸 것이다.

[314] TD에 대한 RD의 편차율(%) $IRD-TD/TD*100(\%)$ 의 계산 값이다.

[315] [표1]

라인별 표면거칠기	폭 방향(TD) 표면 거칠기		라인별 표면거칠기	길이 방향(RD) 표면 거칠기	
	중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)		중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)
Line1	0.0964	0.513	Line 11	0.1719	0.8389
Line2	0.1063	0.5422	Line 12	0.1785	0.7686
Line3	0.1154	0.6745	Line 13	0.1375	0.7883
Line4	0.1204	0.6445	Line 14	0.1463	0.8234
Line5	0.1386	1.0232	Line 15	0.1314	0.8487
Line6	0.0959	0.5346	Line 16	0.1342	0.7342
Line7	0.1202	0.8154	Line 17	0.1484	0.7853
Line8	0.1483	0.7735	Line 18	0.1539	0.6725
Line9	0.118	0.5986	Line 19	0.1108	0.4636
Line10	0.2311	0.974	Line 20	0.1337	0.9421
폭 방향 평균(Lin e 1~Line 10)	0.12906	0.70935	길이 방향 평균(Line 11~Line 20)	0.14466	0.76656
폭 방향 평균에 대한 길이 방향 평균의편 차율(%)	12.0874	8.06513			

[316] [표2]

라인별 표면거칠기 값	제 1 대각 방향 표면 거칠기(+45도)		라인별 표면거칠기 값	제 2 대각 방향 표면 거칠기(-45도)	
	중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)		중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)
Line 21	0.1022	0.686	Line 31	0.1716	0.687
Line 22	0.2117	0.998	Line 32	0.1242	0.5658
Line 23	0.15	0.7721	Line 33	0.1546	0.8139
Line 24	0.1388	0.7224	Line 34	0.1197	0.7589
Line 25	0.1508	0.8543	Line 35	0.13	0.6917
Line 26	0.1955	1.0736	Line 36	0.1403	0.7398
Line 27	0.1507	0.7115	Line 37	0.1623	0.8039
Line 28	0.1251	0.8489	Line 38	0.1993	0.8599
Line 29	0.1216	0.6597	Line 39	0.1442	0.6631
Line 30	0.1302	0.7813	Line 40	0.13	0.7427
+45도 방향 평균(Line 21~Line 30)	0.14766	0.81078	-45도 방향 평균(Line 31~Line 40)	0.14762	0.73267
+45도 방향에 대한 -45도 방향의 편차율(%)	0.027089	9.633933			

[317]

[318] 비교예의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(Ra), 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz)는 시편에서, 제 1 수평 방향의 길이, 제 2 수직 방향의 길이를 가지는 면적 내에서 측정된 것이고, 각각 폭 방향, 길이 방향, 제 1 대각 방향, 제 2 대각 방향에서의 복수 개의 선으로 측정된 평균 값을 나타낸 것이다.

[319] 표 3은 각각 폭 방향, 길이 방향에서 비교예의 10 개의 선으로 측정된 중심선

평균 표면 거칠기(Ra), 10점 평균 표면 거칠기(Rz)의 개별 값과 평균 값을 나타낸 것이다.

[320] 표 4는 각각 제 1 대각 방향, 제 2 대각 방향에서 비교예의 10 개의 선으로 측정한 중심선 평균 표면 거칠기(Ra), 10점 평균 표면 거칠기(Rz)의 개별 값과 평균 값을 나타낸 것이다.

[321] TD에 대한 RD의 편차율(%) $|RD-TD|/TD*100(\%)$ 의 계산 값이다.

[322]

[323] [표3]

라인별 표면거 칠기	폭 방향(TD) 표면 거칠기		라인별 표면거 칠기	길이 방향(RD) 표면 거칠기	
	중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)		중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)
Line1	0.091	0.346	Line 11	0.07	0.293
Line2	0.084	0.357	Line 12	0.063	0.228
Line3	0.093	0.354	Line 13	0.046	0.237
Line4	0.098	0.382	Line 14	0.054	0.182
Line5	0.117	0.42	Line 15	0.041	0.198
Line6	0.096	0.446	Line 16	0.029	0.116
Line7	0.114	0.483	Line 17	0.04	0.203
Line8	0.108	0.418	Line 18	0.036	0.168
Line9	0.123	0.54	Line 19	0.029	0.137
Line10	0.106	0.476	Line 20	0.023	0.1
폭 방향(TD) 평균(Li ne1~Lin e10)	0.103	0.4222	길이 방향(RD) Line 평균(Li ne11~L ine20)	0.0431	0.1862
폭 방향	58.15534	55.89768			

평균에 대한 길이 방향 평균의 편차율(%)					
--	--	--	--	--	--

[324] [표4]

라인별 표면거 칠기 값	제 1 대각 방향 표면 거칠기(45도)		라인별 표면거 칠기 값	제 2 대각 방향 표면 거칠기(-45도)	
	중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)		중심선 평균 거칠기(Ra)	10점 평균 거칠기(Rz)
Line 21	0.128	0.414	Line 31	0.121	0.421
Line 22	0.101	0.394	Line 32	0.108	0.492
Line 23	0.109	0.381	Line 33	0.114	0.53
Line 24	0.111	0.419	Line 34	0.08	0.252
Line 25	0.123	0.461	Line 35	0.079	0.353
Line 26	0.131	0.58	Line 36	0.082	0.269
Line 27	0.111	0.61	Line 37	0.11	0.445
Line 28	0.092	0.457	Line 38	0.116	0.407
Line 29	0.091	0.488	Line 39	0.127	0.41
Line 30	0.093	0.453	Line 40	0.106	0.272
+45도 방향 평균(Lin e21~Lin e30)	0.109	0.4657	-45도 방향 평균(L ine31~ Line40)	0.1043	0.3851

+45도 방향 평균에 대한 - 45도 방향 평균의 편차율(%)	4.311927	17.30728			
---	----------	----------	--	--	--

[325]

[326] 실시예에 따른 금속판은 압연 방향(RD) 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(Ra)가 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 인 것을 확인하였다.

[327] 실시예에 따른 금속판은 압연 방향(RD) 및 압연 수직방향(TD)으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz)가 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 인 것을 확인하였다. 즉, 실시예는 방향에 관계 없이 동일한 조도평가 항목에서 동일하거나 유사한 범위의 조도 값을 가지는 것을 확인하였다.

[328]

[329] 이때, 상기 제 1 수평 방향의 길이와 제 2 수직 방향의 길이는 서로 대응되거나 서로 다를 수 있다.

[330] 자세하게, 조도 측정장비를 20배율로 설정한 후, 금속판의 임의의 지점을 선택하여, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 표면 거칠기일 수 있다.

[331] 실시예의 구체적인 표면 거칠기의 측정 방법으로는, 제 1 수평방향 길이, 제 2 수직방향 길이의 면적 내에서 TD, RD 방향의 임의의 직선에서 측정하는 것이며, 직선의 길이는 제 1 수평방향 길이 또는 제 2 수직방향 길이와 동일할 수 있다. 실시예는 표면 처리 후의 금속 시편의 임의의 지점에서 길이방향, 대각방향 및 폭방향의 임의의 직선을 기준으로 Ra, Rz 측정한 값을 나타낸 것이며, 위치를 변경하여 TD 방향 10개, RD 방향 10개, 45도 방향 10개, -45도 방향 10개의 직선에서 Ra, Rz를 각각 측정하여 평균도출한 값이다.

[332] 비교예는 표면 처리 전의 금속 시편의 임의의 지점에서 길이방향, 대각방향 및 폭방향의 임의의 직선을 기준으로 Ra, Rz 측정한 값을 나타낸 것이며, 위치를 변경하여 TD 방향 10개, RD 방향 10개, 45도 방향 10개, -45도 방향 10개의 직선에서 Ra, Rz를 각각 측정하여 평균도출한 값이다.

[333]

[334] 비교예에 따른 금속판은 압연 방향(RD)의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(Ra)가 $0.0431\mu\text{m}$ 이고, 압연 수직방향(TD)으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기(Ra)는 $0.103\mu\text{m}$ 인 것을 확인하였다. 비교예에 따른 금속판은 압연 방향(RD)의 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz)가 $0.1862\mu\text{m}$ 이고, 압연 수직방향(TD)의 평균 10점 평균

표면 거칠기(R_z)가 $0.4222\mu\text{m}$ 인 것을 확인하였다. 즉, 비교예는 방향에 따라 평균 중심선 평균 표면 거칠기가 서로 다른 것을 확인하였다. 또한, 비교예는 방향에 따라 평균 10점 평균 표면 거칠기가 서로 다른 것을 확인하였다.

[335] 실시예의 경우, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 전체 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 $0.14\mu\text{m}$ 내지 $0.15\mu\text{m}$ 이고, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 전체 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $3.8\mu\text{m}$ 내지 $4.5\mu\text{m}$ 였다. 반면 비교예의 경우, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 전체 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 $0.06\mu\text{m}$ 내지 $0.1\mu\text{m}$ 이고, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 전체 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $0.8\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 였다.

[336] 결과적으로 볼 때, 표면 거칠기를 높이면 밀착력이 향상되는 것으로 보이나, 실시예를 도출하기 전, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 전체 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 $0.05\mu\text{m}$ 내지 $0.5\mu\text{m}$ 이고, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 면적에서 측정한 전체 평균 10점 평균 표면 거칠기는 $1.0\mu\text{m}$ 내지 $3.0\mu\text{m}$ 인 시편으로 에칭 형상을 평가하였으나, 바람직한 형상이 나타나지 않았다.

[337] 그 이유를 검토한 결과, $232\mu\text{m} \times 309\mu\text{m}$ 의 전체 면적에서의 평균 표면 거칠기는 증가하였으나, 금속판의 길이 방향(압연방향)과 폭방향(압연수직방향)의 표면 거칠기의 편차로 인해 바람직하지 못한 에칭 형상이 나타났다. 이를 바탕으로 본 발명의 실시예를 도출할 수 있었다.

[338]

[339] 또한, 실시예에 따른 증착 마스크의 비증착 영역 또는 아일랜드부의 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차는 50% 미만이고, 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차는 50% 미만인 것을 확인할 수 있다. 자세하게, 실시예에 따른 증착 마스크의 비증착 영역 또는 아일랜드부의 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차는 30% 이하이고, 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차는 30% 이하인 것을 확인할 수 있다. 더 자세하게, 실시예에 따른 증착 마스크의 비증착 영역 또는 아일랜드부의 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차는 15% 이하이고, 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의 편차는 15% 이하인 것을 확인할 수 있다.

[340] 반면, 비교예에 따른 금속판 시편은 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기($R_a(RD)$) 값의 편차가 50% 초과이고, 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(TD)$)에 대한 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기($R_z(RD)$) 값의

편차가 50% 초과인 것을 확인할 수 있다.

[341]

[342] <실험예 3: RD 방향 및 TD 방향에서의 포토레지스트층의 밀착력 측정>

[343] 도 19는 실시예에 따른 금속판의 방향에 따른 표면 거칠기와 포토레지층의 밀착력의 상관관계를 도시한 도면이다. 실시예는 방향에 상관없이 금속판의 표면에서 조도의 범위가 일정한 값을 가지므로, 포토레지스트층의 밀착력이 일정할 수 있다.

[344] 도 22는 비교예에 따른 금속판의 방향에 따른 표면 거칠기와 포토레지층의 밀착력의 상관관계를 도시한 도면이다. 비교예는 방향에 따라, 금속판 표면에서 거칠기가 서로 다르기 때문에, 포토레지스트층의 밀착력이 균일하지 않다. 따라서, 포토레지스트층의 들뜸 내지 탈막이 발생할 수 있다.

[345]

[346] 앞서 설명한 실시예, 비교예의 금속판의 식각특성을 평가하기 위하여 에칭면을 형성하였다.

[347] <실험예 4: 실시예와 비교예에 따른 에칭면의 형상>

[348] 실시예와 비교예에 따른 금속판을 준비하고, 각각 대면공 형성을 위한 에칭 후, 에칭면의 형상을 나타낸 사진이다. 이때, 대면공은 하프에칭에 의하여 형성된 것일 수 있다.

[349] 도 20은 실시예에 따른 방법으로 제조된 증착용 마스크의 아일랜드부(IS)의 형상을 평가하기 위해 금속판의 일면을 하프 에칭한 형상을 나타낸 사진이다. 실시예의 제조방법에 따라 형성된 증착용 마스크는 아일랜드부 및 관통홀의 형상이 균일할 수 있다.

[350] 도 23은 비교예의 금속판으로 제조된 증착용 마스크의 아일랜드부(IS)의 형상을 평가하기 위해 금속판의 일면을 하프 에칭한 형상을 나타낸 사진이다. 비교예의 제조방법에 따라 형성된 증착용 마스크는 아일랜드부 및 관통홀의 경계가 불분명할 수 있다. 이에 따라, 균일한 크기의 관통홀을 가지는 증착 마스크의 제조가 어려울 수 있다.

[351]

[352] 한편, 상기와 같은 고해상도 패턴을 구현하기 위해 사용되는 증착용 마스크는 30 μm 이하의 금속판이 요구되며 구현하고자 하는 PPI 값이 증가할수록 보다 얇은 두께의 금속판 및 정밀한 관통홀이 요구된다.

[353] 일반적으로 상기 금속판은 압연 공정을 통해 제조되고, 장축 및 단축을 포함하는 사각형 형태일 수 있다. 상기 금속판은 상기 압연 공정에 의해 잔류 응력(stress)을 포함할 수 있고, 상기 압연 공정 시 가해지는 힘이 클수록 상기 금속판에 포함되는 잔류 응력은 증가할 수 있다.

[354] 상기 잔류 응력에 의해 상기 금속판에는 휨 현상(Wave deformation)이 발생할 수 있고, 고해상도 구현을 위해 상기 금속판의 두께가 점점 얇아질수록 상기 금속판의 잔류 응력은 증가할 수 있다.

- [355] 상기 잔류 응력에 의해 상기 금속판 상에 형성되는 관통홀의 크기 및 위치 등이 균일하지 못할 수 있다. 이에 따라, 상기 금속판으로 증착용 마스크를 제조할 경우 증착 불량이 발생할 수 있다.
- [356] 또한, 상기 금속판으로 증착용 마스크를 제조할 경우, 상기 증착용 마스크의 휨 현상에 의해 얼라인 불량이 발생할 수 있다. 자세하게, 유기물 증착 시 상기 증착용 마스크는 증착 장치에 거치될 수 있다. 이때 상기 증착용 마스크의 휨 현상에 의해 기판과의 밀착성이 저하될 수 있다. 이에 따라 기판 상에 유기물이 균일하게 증착되지 않을 수 있고 인접한 유기물이 서로 혼색되어 증착 불량이 발생할 수 있다.
- [357] 이를 방지하기 위해 상기 금속판의 모재인 베이스 금속판의 잔류 응력을 사전에 측정할 수 있다. 자세하게, 상기 베이스 금속판으로 샘플 금속판을 제작하여 잔류 응력을 측정할 수 있고 상기 베이스 금속판의 잔류 응력 특성을 파악할 수 있다.
- [358] 이하에서는, 실시예에 따른 금속판 및 상기 금속판의 잔류 응력 측정방법에 대해 설명한다.
- [359] 도 24는 증착용 마스크의 원재인 금속판이 권취된 것을 도시한 도면이다.
- [360] 도 24를 참조하면, 실시예에 따른 금속판(10)은 금속 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 금속판(10)은 니켈(Ni)을 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 금속판(10)은 철(Fe) 및 니켈(Ni)을 포함할 수 있다. 더 자세하게, 상기 금속판(10)은 철(Fe), 니켈(Ni), 산소(O) 및 크롬(Cr)을 포함할 수 있다. 또한, 상기 금속판(10)은 소량의 탄소(C), 규소(Si), 황(S), 인(P), 망간(Mn), 티타늄(Ti), 코발트(Co), 구리(Cu), 은(Ag), 바나듐(V), 나이오븀(Nb), 인듐(In), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나 이상의 원소를 더 포함할 수 있다. 상기 인바(Invar)는 철 및 니켈을 포함하는 합금으로 열팽창계수가 0에 가까운 저열팽창 합금이다. 즉, 상기 인바는 열팽창 계수가 매우 작기 때문에 마스크 등과 같은 정밀 부품, 정밀 기기에 이용되고 있다. 따라서, 상기 금속판(10)을 이용하여 제조되는 증착용 마스크는 향상된 신뢰성을 가질 수 있어 변형을 방지할 수 있고, 수명 또한 증가시킬 수 있다.
- [361] 상기 금속판(10)은 상기 철을 약 60 중량% 내지 약 65 중량%만큼 포함할 수 있고, 상기 니켈을 약 35 중량% 내지 약 40 중량%만큼 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 금속판(10)에는 상기 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함할 수 있고, 상기 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함할 수 있다. 또한, 상기 금속판(10)은 탄소(C), 규소(Si), 황(S), 인(P), 망간(Mn), 티타늄(Ti), 코발트(Co), 구리(Cu), 은(Ag), 바나듐(V), 나이오븀(Nb), 인듐(In), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나 이상의 원소를 약 1 중량% 이하만큼 더 포함할 수 있다. 상기 금속판(10)의 성분, 함량, 중량%는, 상기 금속판(10)의 평면 상에서 특정 영역($a \times b$)을 선택하여, 상기 금속판(10)의 두께(t)에 해당하는 시편($a \times b \times t$)을 샘플링하여 강산 등에 녹여 각 성분의 중량%를 조사하는 방법을 사용하여

확인할 수 있다. 그러나, 실시예는 이에 제한되지 않고 금속판의 조성을 확인할 수 있는 다양한 방법으로 조성의 중량%를 확인할 수 있다.

- [362] 상기 금속판(10)은 냉간 압연 방식으로 제조할 수 있다. 예를 들어, 상기 금속판(10)은 용해, 단조, 열간 압연, 노멀라이징, 1차 냉간압연, 1차 어닐링, 2차 냉간압연 및 2차 어닐링 공정을 통해 제조할 수 있고 상기 공정들을 통해 약 $30\mu\text{m}$ 이하의 두께를 가질 수 있다. 또는, 상기 공정 이후에 추가 두께 감소 공정을 통해 상기 금속판(10)은 약 $30\mu\text{m}$ 이하의 두께를 가질 수 있다.
- [363] 상기 금속판(10)은 도 24에 도시된 바와 같이 권취될 수 있다. 예를 들어, 상기 금속판(10)은 냉간 압연 방식으로 제조할 수 있고, 권취롤 등을 이용하여 제조된 금속판(10)을 권취할 수 있다. 자세하게 상기 증착용 마스크(100)의 제조 공정은 롤투롤(Roll to Roll) 공정으로 진행할 수 있고, 권취된 상기 금속판(10)을 이용하여 상기 금속판(10)을 연속적으로 공급할 수 있다.
- [364] 상기 금속판(10)은 사각형 형상을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 금속판(10)은 장축 및 단축을 포함하는 직사각형 형상을 가질 수 있다. 자세하게, 상기 금속판(10)은 압연 방향(Rolling direction, RD)인 제 1 방향을 가질 수 있고, 상기 압연 방향과 교차하는 압연 수직 방향(Transverse Direction; TD)인 제 2 방향을 가질 수 있다. 상기 제 1 방향은 상기 금속판의 장축 방향과 대응될 수 있고, 상기 제 2 방향은 상기 금속판의 단축 방향과 대응될 수 있다.
- [365] 상기 금속판(10)은 압연 공정으로 제조됨에 따라 상기 금속판(10)에는 휨 현상이 발생할 수 있다. 자세하게, 상기 금속판(10)은 상기 압연 공정 과정에서 내부 응력을 포함할 수 있고, 상기 내부 응력 즉 잔류 응력에 의해 상기 금속판(10)에는 휨 현상 등이 발생할 수 있다.
- [366] 상기 금속판(10)을 이용하여 상기 증착용 마스크(100)를 제조하는 데 있어, 상술한 잔류 응력은 중요한 인자가 될 수 있다. 따라서, 상기 증착용 마스크(100)를 제조하기 이전에 상기 금속판(10)의 잔류 응력을 측정하는 것이 바람직할 수 있다. 자세하게, 상기 잔류 응력에 의해 상기 금속판(10)에는 휨 현상 등의 불량 발생할 수 있고, 상기 불량에 의해 제조되는 증착용 마스크(100) 역시 불량이 발생할 수 있다. 이에 따라, 상기 금속판(10)의 잔류 응력을 사전에 측정하는 것이 바람직할 수 있다.
- [367] 도 25는 비교 예에 따른 금속판의 잔류 응력 측정방법을 도시한 도면이다. 도 25를 참조하여 비교 예에 대해 먼저 설명한다.
- [368] 도 25를 참조하면, 금속판의 잔류 응력을 측정하기 위해 금속판으로부터 추출한 샘플 금속판(15)을 준비할 수 있다. 상기 샘플 금속판(15)은 장축 및 단축을 가질 수 있고, 상기 장축 방향의 양 끝단으로부터 일정 거리 이내의 영역을 제외한 영역을 에칭하여 샘플 금속판(15)을 제조할 수 있다. 상기 에칭은 상기 샘플 금속판(15) 일면을 하프 에칭하는 것으로, 상기 하프 에칭은 상기 샘플 금속판(15)의 일면 두께가 상기 샘플 금속판(15) 전체 두께의 약 30% 내지 70%가 될 때까지 진행할 수 있다.

- [369] 이어서, 상기 샘플 금속판(15)을 수평대 상에 배치하여 잔류 응력을 측정할 수 있다. 이때, 상기 수평대 상에 배치되는 상기 샘플 금속판(15)은 도 25(b)에 도시된 바와 같이 측면이 상기 수평대의 상면과 마주보게 배치될 수 있다.
- [370] 상기와 같이 수평대 상에 배치된 샘플 금속판(15)에는 내부 응력에 의해 휨 현상(wave deformation)이 발생할 수 있고, 휨 정도를 측정한 데이터를 바탕으로 잔류 응력을 산출할 수 있다. 그러나, 상기 금속판의 두께가 얇은 경우 상술한 방법으로 잔류 응력을 정확하게 측정할 수 없다. 예를 들어, 400 PPI 이상의 고해상도 패턴을 구현하는 증착용 마스크는 약 $30\mu\text{m}$ 이하의 두께를 가지는 금속판으로 제조하며, 상기 금속판이 상기와 같은 두께를 가질 측면이 수평대와 평행하게 배치할 수 없다. 즉, 상기 금속판의 두께가 얇을 경우, 그 두께에 의해 상기 수평대 상에 금속판을 세우기가 매우 어렵고 이에 따라 잔류 응력을 측정하는 것이 불가능할 수 있다.
- [371] 다시 말해서, 종래에는 샘플 금속판의 일면 중 양 끝단 일부 영역을 제외한 영역을 하프 에칭하여 샘플 금속판을 제작하였다. 이어서, 상기 샘플 금속판을 평평한 수평대 상에 거치하여 상기 샘플 금속판의 휨 정도를 측정하여 잔류 응력을 측정하였다. 그러나, 이와 같은 샘플 금속판은 길이 방향의 양 끝단 영역이 에칭이 안된 상태로 남아 있게 된다. 그리고, 상기와 같은 이유로, 상기 샘플 금속판을 평평한 수평대에 거치할 경우, 4개의 꼭지점이 모두 에칭이 안된 상태임으로 들뜸이 없는 상태가 되어 수평 상태에서 잔류 응력을 측정하기가 어렵다.
- [372] 또한, 고해상도 패턴을 구현하기 위한 금속판은 그 두께가 매우 얇기 때문에 상기 수평대 상에 세우기가 어렵다. 자세하게, 상기 금속판의 두께가 얇은 경우, 제조되는 샘플 금속판 역시 얇은 두께를 가지게 되며 이로 인해 상기 샘플 금속판의 측면이 상기 수평대의 상면과 마주하게 세우기가 매우 어렵다. 이에 따라, 두께가 얇은 금속판의 잔류 응력은 측정하기 매우 어려운 문제점이 있으며, 상기 금속판으로 제조된 증착용 마스크는 내부 응력에 의해 형성되는 관통홀의 균일도 특성 및 기관과의 밀착성이 저하될 수 있고, 증착 효율 감소 및 증착 불량 등의 문제가 발생할 수 있다.
- [373]
- [374] 이에 반하여, 실시예는 금속판(10)의 두께에 무관하게 잔류 응력을 측정할 수 있다.
- [375] 도 26은 실시예에 따른 금속판으로부터 제작되는 샘플 금속판을 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 27은 실시예에 따른 잔류 응력 측정방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 26 및 도 27을 참조하여 실시예에 따른 금속판의 잔류 응력 특성 및 측정방법을 설명한다. 도 26을 참조하면, 상기 금속판(10)은 400 PPI 이상의 고해상도 구현을 위한 증착용 마스크(100) 제조를 위한 금속판으로 약 $30\mu\text{m}$ 이하의 두께를 가질 수 있다.
- [376] 상기 금속판(10)은 모재인 베이스 금속판을 압연하는 단계로 형성할 수 있다.

상기 베이스 금속판은 금속 물질을 포함할 수 있다. 상기 베이스 금속판은 상기 철을 약 60 중량% 내지 약 65 중량%만큼 포함할 수 있고, 상기 니켈을 약 35 중량% 내지 약 40 중량%만큼 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 베이스 금속판은 상기 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함할 수 있고, 상기 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함할 수 있다. 또한, 상기 베이스 금속판은 탄소(C), 규소(Si), 황(S), 인(P), 망간(Mn), 티타늄(Ti), 코발트(Co), 구리(Cu), 은(Ag), 바나듐(V), 나이오븀(Nb), 인듐(In), 안티몬(Sb) 중 적어도 하나 이상의 원소를 약 1 중량% 이하만큼 더 포함할 수 있다. 즉, 베이스 금속판 및 상기 금속판(10)은 동일한 물질을 포함할 수 있다.

- [377] 이어서, 상기 금속판(10)을 이용하여 샘플 금속판(15)을 형성하는 단계를 진행할 수 있다. 상기 샘플 금속판(15)을 이용하여 금속판(10)의 잔류 응력을 측정할 수 있다. 상기 샘플 금속판(15)은 상기 금속판(10)의 임의의 지점에서 채취한 샘플일 수 있다. 이때, 상기 샘플 금속판(15)은 상기 금속판(10)의 임의의 지점에서 채취한 적어도 하나의 샘플일 수 있고, 상기 적어도 하나의 샘플을 이용하여 잔류 응력을 측정할 수 있다.
- [378] 상기 샘플 금속판(15)을 형성하는 단계는, 상기 금속판(10)에서 샘플 금속판(15)을 추출하는 단계 및 상기 샘플 금속판(15)을 에칭하는 단계를 포함할 수 있다.
- [379] 상기 샘플 금속판(15)을 추출하는 단계는, 상기 금속판(10)의 임의의 지점에서 가로가 세로보다 큰 스트립 형태의 샘플 금속판을 추출하는 단계로, 제 1 방향으로 가로를 가지도록 추출한 제 1 샘플 금속판 및 제 2 방향으로 가로를 가지도록 추출한 제 2 샘플 금속판을 추출하는 단계일 수 있다. 예를 들어, 상기 샘플 금속판(15)은 상기 금속판(10)의 압연 방향(RD)인 제 1 방향으로 추출한 제 1 샘플 금속판 및 상기 금속판(10)의 압연 수직 방향(TD)인 제 2 방향으로 추출한 제 2 샘플 금속판을 포함할 수 있다.
- [380] 상기 샘플 금속판(15)은 약 200mm*30mm(가로*세로) 크기의 샘플일 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 방향의 길이는 약 200mm이고 제 2 방향의 길이는 30mm일 수 있다. 즉, 상기 제 1 샘플 금속판의 장축은 상기 압연 방향(RD)으로 연장될 수 있다. 또한, 상기 제 2 샘플 금속판의 제 1 방향의 길이는 약 30mm이고 제 2 방향의 길이는 약 200mm일 수 있다. 즉, 상기 제 2 샘플 금속판의 장축은 상기 압연 수직 방향(TD)으로 연장될 수 있다.
- [381] 이어서, 상기 샘플 금속판(15)을 에칭하는 단계를 진행할 수 있다. 자세하게, 상기 샘플 금속판(15)을 에칭하는 단계는 상기 샘플 금속판(15)의 일면을 하프 에칭하는 단계일 수 있다. 예를 들어, 상기 에칭하는 단계는 상기 제 1 샘플 금속판 및 상기 제 2 샘플 금속판 각각의 일면을 하프 에칭하는 단계일 수 있다.
- [382] 상기 샘플 금속판(15)을 에칭하는 단계는, 상기 샘플 금속판(15)의 가로 방향인 장축의 일 끝단에서부터 약 50mm까지의 영역은 남겨두고, 약 50mm 이후의 약 150mm*30mm(가로*세로)의 영역을 하프 에칭하는 단계일 수 있다. 또한, 상기

- 샘플 금속판(15)을 에칭하는 단계는, 상기 150mm*30mm 영역의 두께가 상기 금속판(10) 두께의 약 30% 내지 약 70%가 되도록 하프 에칭하는 단계일 수 있다.
- [383] 다음으로, 상기 샘플 금속판의 잔류 응력을 측정하는 단계를 진행할 수 있다. 자세하게, 상기 잔류 응력을 측정하는 단계는 하프 에칭을 진행한 제 1 샘플 금속판 및 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력을 각각 측정하는 단계일 수 있다.
- [384] 도 27을 참조하면, 상기 샘플 금속판(15)의 잔류 응력을 측정하는 단계는 상기 샘플 금속판(15)을 수평대 상에 거치하는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 거치하는 단계는 하프 에칭을 거친 제 1 샘플 금속판 및 제 2 샘플 금속판 중 적어도 하나의 샘플 금속판(15)을 수평대 상에 배치하는 단계일 수 있다.
- [385] 상기 샘플 금속판(15)은 일면 및 타면을 포함할 수 있다. 자세하게, 상기 샘플 금속판(15)은 하프 에칭이 진행된 일면 및 하프 에칭이 진행되지 않은 타면을 포함할 수 있다. 상기 샘플 금속판(15)을 거치하는 단계는 상기 샘플 금속판(15)의 타면이 상기 수평대의 상면과 마주보게 배치하는 단계일 수 있다.
- [386] 이어서, 제 1 잔류 응력률 및 제 2 잔류 응력률을 측정할 수 있다. 상기 제 1 잔류 응력률은 상기 제 1 샘플 금속판의 잔류 응력률이며, 상기 제 2 잔류 응력률은 상기 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력률일 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 잔류 응력률은 상기 제 1 방향이 가로 방향인 약 200mm*30mm(가로*세로) 크기의 제 1 샘플 금속판의 잔류 응력률일 수 있고, 상기 제 2 잔류 응력률은 상기 제 2 방향이 가로 방향인 약 200mm*30mm(가로*세로) 크기의 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력률일 수 있다. 상기 수평대 상에 거치된 상기 샘플 금속판(15)은 압연 공정에 의한 내부 응력으로 휘어질 수 있다. 자세하게, 상기 샘플 금속판(15)의 에칭 영역 중 적어도 하나의 일 끝단은 상기 수평대의 상면과 멀어지는 방향으로 휘어질 수 있다.
- [387] 더 자세하게, 하프 에칭된 상기 샘플 금속판(15)의 일면 중 적어도 하나의 일 끝단은 상기 수평대의 상면과 이격되어 상기 샘플 금속판(15)의 중심 방향으로 휘어질 수 있다. 즉, 상기 샘플 금속판(15)의 일 끝단은 내부 응력에 의해 상기 수평대와 멀어지는 방향으로 휘어질 수 있고, 내부 응력의 크기에 따라 상기 일 끝단은 롤(Roll) 형태로 휘어질 수 있다.
- [388] 즉, 상기 샘플 금속판(15)의 잔류 응력률은, 상기 샘플 금속판(15)의 하프 에칭된 영역이 상기 수평대의 상면으로부터 이격된 높이를 측정하여 산출할 수 있고, 하기 [수학식]을 만족할 수 있다.
- [389] [수학식]
- [390] 잔류 응력률 = H/L
- [391] (H: 상기 샘플 금속판의 에칭 영역이 상기 수평대의 상면으로부터 휘어져 올라간 최대 높이, L: 상기 샘플 금속판 중 에칭 영역이 형성되는 가로 방향의 길이)
- [392] 상술한 방법으로 샘플 금속판(15)의 잔류 응력률을 측정할 수 있다. 이때, 상기 잔류 응력률은 복수 개의 샘플 금속판(15)을 이용하여 구한 값일 수 있다. 예를

들어, 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률은 복수 개의 제 1 샘플 금속판을 상술한 방법으로 측정한 평균값으로부터 도출한 값일 수 있다. 또한, 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률은 복수 개의 제 2 샘플 금속판을 상술한 방법으로 측정한 평균값으로부터 도출한 값일 수 있다. 즉, 상기 잔류 응력률은 평균 잔류 응력률일 수 있다.

[393]

[394] 상기 샘플 금속판(15)의 잔류 응력률은 약 0.06 이하일 수 있다. 자세하게, 상기 샘플 금속판(15)의 잔류 응력률은 약 0.0333(5/150) 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률 및 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률은 약 0.06 이하일 수 있다. 바람직하게, 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률 및 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률은 약 0.0333(5/150) 이하일 수 있다.

[395] 상기 샘플 금속판(15)의 잔류 응력률이 약 0.06을 초과하는 경우, 상기 금속판(10)에 휨 현상(wave deformation)이 발생할 수 있고, 상기 금속판을 이용하여 증착용 마스크(100)를 제조하는 과정에서 공정 불량일 발생할 수 있다. 또한, 상기 금속판(10)으로 제조한 증착용 마스크(100)로 유기물을 증착할 경우 증착 불량일 발생할 수 있다. 자세하게, 상기 휨 현상에 의해 상기 증착용 마스크(100)에 형성되는 관통홀(TH)의 위치, 형상 등이 균일하지 못할 수 있어 증착 효율이 낮아질 수 있고 증착 불량일 발생할 수 있다. 따라서, 상기 금속판(10)의 잔류 응력률은 상술한 범위에 만족하는 것이 바람직하며, 상기 잔류 응력률은 0에 가까운 것이 보다 바람직하다. 즉, 상기 금속판(10)의 잔류 응력률이 상술한 범위를 벗어날 경우 증착용 마스크(100)를 제조하기 위한 금속판으로 부적합할 수 있다.

[396] 상기 제 1 샘플 금속판 및 상기 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력률은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 압연 방향(RD)으로 연장되는 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률은 압연 수직 방향(TD)으로 연장되는 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률보다 작을 수 있다.

[397] 이 경우, 상기 제 1 샘플 금속판은 상기 제 2 방향으로 휘어질 수 있고, 상기 제 2 샘플 금속판은 상기 제 2 방향으로 휘어지는 경향이 있을 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 샘플 금속판에서 장축 방향으로 연장되는 두 모서리는 내부 응력에 의해 상기 제 1 샘플 금속판의 중심부 방향으로 휘어져 말리는 경향이 있을 수 있다. 또한, 상기 제 2 샘플 금속판에서 단축 방향으로 연장되는 두 모서리 중 에칭 영역에 위치한 한 모서리는 내부 응력에 의해 상기 제 2 샘플 금속판의 중심부 방향으로 휘어져 말리는 경향이 있을 수 있다.

[398] 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률 및 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률 차이는 약 0.0333(5/150)일 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률 및 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률의 차이는 약 0.02(3/150)일 수 있다. 상기 잔류 응력률의 차이가 약 0.0333(5/150)을 초과하는

경우, 상기 금속판(10)의 압연 방향(RD)인 제 1 방향 또는 압연 수직 방향(TD)인 제 2 방향으로 휨 현상이 집중적으로 발생할 수 있고, 상기 금속판(10)으로 증착용 마스크(100)를 제조할 경우 공정 불량 발생할 수 있다. 따라서, 상기 제 1 샘플 금속판 및 상기 제 2 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률 및 제 2 잔류 응력률의 차이는 상술한 범위 이내인 것이 바람직할 수 있고, 상기 잔류 응력률의 차이가 0에 가까우며 그 차이가 작은 것이 보다 바람직할 수 있다.

[399] 그러나, 실시예는 이에 제한되지 않고 상술한 잔류 응력률 범위 내에서 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률은 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률보다 클 수 있다. 또한, 상술한 잔류 응력률의 차이 범위 내에서 상기 제 1 샘플 금속판의 제 1 잔류 응력률은 상기 제 2 샘플 금속판의 제 2 잔류 응력률보다 클 수 있다. 이 경우, 상기 제 1 샘플 금속판은 상기 제 1 방향으로 휘어질 수 있고, 상기 제 2 샘플 금속판은 상기 제 1 방향으로 휘어지는 경향이 있을 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 샘플 금속판에서 단축 방향으로 연장되는 두 모서리 중 에칭 영역에 위치한 한 모서리는 상기 제 1 샘플 금속판의 중심부 방향으로 휘어져 말리는 경향이 있을 수 있다. 또한, 상기 제 2 샘플 금속판에서 장축 방향으로 연장되는 두 모서리는 상기 제 2 샘플 금속판의 중심부 방향으로 휘어져 말리는 경향이 있을 수 있다.

[400] 상기 증착용 마스크(100)는 상기 금속판(10)을 롤투롤(Roll to Roll) 방식으로 공급하여 제조할 수 있다. 이때, 상기 금속판(10)은 상기 금속판(10)의 장축 방향으로 공급되며 상기 롤투롤 방식에 의해 상기 금속판의 장축 방향으로 일정량의 인장력이 가해지며 공급될 수 있다. 즉, 상기 금속판(10)의 압연 방향(RD)으로 인장력이 가해지며 공급될 수 있다.

[401] 또한, 상기 금속판(10) 상에 관통홀 등의 형성하는 증착용 마스크(100) 제조 공정에서, 상기 금속판(10)에는 상기 금속판(10)의 장축 방향으로 별도의 인장력이 더 가해질 수 있다. 즉, 상기 금속판(10)의 압연 방향(RD)으로 별도의 인장력이 더 가해질 수 있다.

[402] 이에 따라, 상기 금속판(10)은 압연 방향(RD)으로 인장될 수 있다. 따라서, 상기 금속판(10)의 압연 방향(RD)의 잔류 응력률은 상기 압연 수직 방향(TD)의 잔류 응력률보다 작은 것이 바람직할 수 있다. 자세하게, 상기 금속판(10)의 제 1 잔류 응력률은 상기 제 2 잔류 응력률보다 작은 것이 바람직할 수 있다. 즉, 상기 금속판(10)에서 압연 방향(RD)인 제 1 방향으로 추출한 제 1 샘플 금속판의 잔류 응력률은 상기 압연 수직 방향(TD)인 제 2 방향으로 추출한 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력률보다 작은 것이 바람직할 수 있다.

[403] 일례로, 상기 금속판(10)의 제 1 잔류 응력률이 상기 제 2 잔류 응력률보다 클 경우, 상기 금속판(10)의 제 1 방향으로 휨 현상이 많이 발생하여 변형이 많을 수 있다. 따라서, 롤투롤 방식으로 금속판(10)을 공급할 경우 상기 변형에 의해 공급되는 금속판(10)의 길이가 불균일 할 수 있다. 또한, 상기 금속판(10) 상에 관통홀 등을 형성하는 공정에서 상기 휨 현상에 의한 변형으로 형성되는

관통홀의 위치 및 형상 등의 균일도가 저하될 수 있다.

- [404] 따라서, 금속판(10)의 제 1 잔류 응력률이 금속판(10)의 제 2 잔류 응력률보다 낮은 것이, 상기 제 1 잔류 응력률이 상기 금속판(10)의 제 2 잔류 응력률보다 높은 것보다 바람직할 수 있다. 이에 따라 증착용 마스크(100) 제조 공정에서 상기 금속판(10)을 압연 방향(RD)으로 인장하여도 균일하고 정밀한 패턴을 형성할 수 있다.

[405]

- [406] 이하 실시 예와 비교 예를 통하여 본 발명의 작용 및 효과를 보다 상세히 설명한다.

[407]

[408] **실시예 1**

- [409] 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함하고, 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함하는 약 25 μ m 두께의 금속판으로부터 샘플 금속판을 추출하였다.

- [410] 상기 샘플 금속판은 200mm*30mm(가로*세로)의 크기를 가지며, 상기 금속판의 압연 방향(RD)으로 제 1 샘플 금속판을 추출하였고, 상기 압연 수직 방향(TD)으로 제 2 샘플 금속판을 추출하였다.

- [411] 상기 제 1 샘플 금속판의 가로 방향의 길이는 200mm이며, 상기 제 1 샘플 금속판의 가로 방향은 압연 방향(RD)일 수 있다. 또한, 상기 제 2 샘플 금속판의 가로 방향의 길이 200mm이며, 상기 제 2 샘플 금속판의 가로 방향은 압연 수직 방향(TD)일 수 있다.

- [412] 이어서, 상기 샘플 금속판의 가로 방향의 일 끝단에서부터 50mm까지의 영역은 남겨두고, 50mm 이후의 영역인 150mm*30mm(가로*세로)영역을 하프 에칭하였다. 상기 하프 에칭은 상기 에칭 영역의 두께가 에칭이 진행되지 않은 영역의 두께의 약 30% 내지 약 70%가 될 때까지 진행하였다.

- [413] 상기 하프 에칭 과정을 마친 샘플 금속판을 수평대 상에 배치하였다. 이때, 상기 샘플 금속판의 하프 에칭된 일면과 반대되는 타면이 상기 수평대의 상면과 마주하게 배치하였다.

- [414] 상술한 방법으로 상기 제 1 샘플 금속판 및 상기 제 2 샘플 금속판을 각각 3개씩 제조하였으며, 상기 수평대 상에 배치된 각각의 샘플 금속판의 끝단이 상기 수평대로부터 이격된 최대 높이를 측정하여 방향별 평균값을 도출하였으며, 상기 평균값을 바탕으로 잔류 응력률을 산출하였다.

[415]

[416] **실시예 2**

- [417] 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함하고, 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함하는 약 25 μ m 두께의 금속판으로부터 샘플 금속판을 추출하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 압연 방향(RD) 및 압연 수직 방향(TD) 방향 별로 3개씩의 샘플 금속판을 제조하였다.

[418] 이어서, 상기 샘플 금속판을 수평대 상에 배치하고, 배치된 각각의 샘플 금속판의 끝단이 상기 수평대로부터 이격된 최대 높이를 측정하여 방향별 평균값을 도출하였으며, 상기 평균값을 바탕으로 잔류 응력률을 산출하였다.

[419]

[420] **실시예 3**

[421] 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함하고, 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함하는 약 30 μ m 두께의 금속판으로부터 샘플 금속판을 추출하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 압연 방향(RD) 및 압연 수직 방향(TD) 방향 별로 3개씩의 샘플 금속판을 제조하였다.

[422] 이어서, 상기 샘플 금속판을 수평대 상에 배치하고, 배치된 각각의 샘플 금속판의 끝단이 상기 수평대로부터 이격된 최대 높이를 측정하여 방향별 평균값을 도출하였으며, 상기 평균값을 바탕으로 잔류 응력률을 산출하였다.

[423]

[424] **실시예 4**

[425] 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함하고, 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함하는 약 20 μ m 두께의 금속판으로부터 샘플 금속판을 추출하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 압연 방향(RD) 및 압연 수직 방향(TD) 방향 별로 3개씩의 샘플 금속판을 제조하였다.

[426] 이어서, 상기 샘플 금속판을 수평대 상에 배치하고, 배치된 각각의 샘플 금속판의 끝단이 상기 수평대로부터 이격된 최대 높이를 측정하여 방향별 평균값을 도출하였으며, 상기 평균값을 바탕으로 잔류 응력률을 산출하였다.

[427]

[428] **비교예 1**

[429] 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함하고, 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함하는 약 30 μ m 두께의 금속판으로부터 샘플 금속판을 추출하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 압연 방향(RD) 및 압연 수직 방향(TD) 방향 별로 3개씩의 샘플 금속판을 제조하였다.

[430] 이어서, 상기 샘플 금속판을 수평대 상에 배치하고, 배치된 각각의 샘플 금속판의 끝단이 상기 수평대로부터 이격된 최대 높이를 측정하여 방향별 평균값을 도출하였으며, 상기 평균값을 바탕으로 잔류 응력률을 산출하였다.

[431]

[432] **비교예 2**

[433] 철을 약 63.5 중량% 내지 약 64.5 중량%만큼 포함하고, 니켈을 약 35.5 중량% 내지 약 36.5 중량%만큼 포함하는 약 25 μ m 두께의 금속판으로부터 샘플 금속판을 추출하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 압연 방향(RD) 및 압연 수직 방향(TD) 방향 별로 3개씩의 샘플 금속판을 제조하였다.

[434] 이어서, 상기 샘플 금속판을 수평대 상에 배치하고, 배치된 각각의 샘플 금속판의 끝단이 상기 수평대로부터 이격된 최대 높이를 측정하여 방향별

평균값을 도출하였으며, 상기 평균값을 바탕으로 잔류 응력률을 산출하였다.

[435]

[436] [표5]

에칭 영역150mm*30mm (가로*세로)		실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	비교예 1	비교예 2
		최대 이격 높이(mm)					
제1 샘플 금속판 (RD)	샘플 1	1	8	2	3	6	12
	샘플 2	1	5	4	4	5	17
	샘플 3	2	2	3	6	7	18
	평균값	1	5	3	4	6	16
	잔류 응력률	0.0066	0.0333	0.02	0.0266	0.04	0.1066
제 2 샘플 금속판 (TD)	샘플 1	4	4	5	14	9	Roll
	샘플 2	4	8	4	6	13	Roll
	샘플 3	2	7	-	7	7	Roll
	평균값	3	6	5	9	10	X
	잔류 응력률	0.02	0.04	0.0333	0.06	0.0666	측정 불가

[437]

[438] 상기 표 5를 참조하면, 두께가 얇은 금속판의 잔류 응력률을 측정할 수 있는 것을 알 수 있다. 자세하게, 약 30 μ m 이하의 두께를 가지는 금속판의 잔류 응력률을 측정할 수 있고, 약 20 μ m 두께를 가지는 금속판의 잔류 응력률을 측정할 수 있는 것을 알 수 있다.

[439] 또한, 상기 표 5를 참조하면, 실시예들 및 비교예들에 따른 샘플 금속판의 잔류 응력률은 압연 방향(RD)으로 연장되는 제 1 샘플 금속판의 잔류 응력률이 압연 수직 방향(TD)으로 연장되는 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력률보다 작은 것을 알 수 있다. 또한, 실시예들에 따른 샘플 금속판의 잔류 응력률은 0.06 이하인 것을 알 수 있다. 자세하게, 실시예들에 따른 제 1 샘플 금속판 및 제 2 샘플 금속판 각각의 잔류 응력률은 0.06 이하인 것을 알 수 있다. 즉, 실시예에 따른 금속판은 잔류 응력률이 낮기 때문에 휨 현상을 최소화할 수 있고, 상기 금속판을 이용하여 증착용 마스크를 제조할 경우, 상기 금속판 상에 관통홀의 위치 및 형상 등을 정밀하게 형성할 수 있다.

[440] 반면, 비교예 1의 경우, 압연 방향(RD)으로 연장되는 제 1 샘플 금속판의 잔류 응력률은 0.06 이하이지만, 압연 수직 방향(TD)으로 연장되는 제 2 샘플 금속판의 잔류 응력률은 0.06을 초과한다. 따라서, 비교예 1의 샘플 금속판은

상기 압연 수직 방향(TD)으로 휘어지는 경향이 있다. 또한, 비교예 2의 경우, 압연 방향(RD)으로 연장되는 제 1 샘플 금속판의 잔류 응력률은 0.06을 초과하고, 압연 수직 방향(TD)으로 연장되는 제 2 샘플 금속판은 상기 압연 수직 방향(TD)으로 휘어져 말려 측정이 불가하였다. 즉, 비교예들에 따른 금속판은 압연 방향(RD) 및 압연 수직 방향(TD)의 잔류 응력률 모두 크다. 특히, 상기 압연 수직 방향(TD)의 잔류 응력률이 매우 크기 때문에 비교예들의 금속판은 상기 압연 수직 방향(TD)으로 휘어지는 경향이 있다. 이에 따라, 비교예의 금속판을 이용하여 증착용 마스크를 제조할 경우 상기 금속판 상에 형성되는 관통홀의 위치 및 형상 등이 균일하지 못할 수 있다.

- [441] 실시예는 압연 공정으로 얇게 제조한 금속판(10)의 잔류 응력을 효과적으로 측정할 수 있다. 자세하게, 약 $30\mu\text{m}$ 이하의 두께의 금속판(10)의 잔류 응력을 측정할 수 있다. 더 자세하게, 금속판(10)의 두께에 영향을 받지 않고 잔류 응력을 측정할 수 있다.
- [442] 또한, 상술한 방법으로 측정한 상기 금속판(10)은 약 0.06 이하의 잔류 응력률을 가질 수 있다. 자세하게, 상기 금속판의 압연 방향(RD) 잔류 응력률 및 압연 수직 방향(TD) 잔류 응력률은 약 0.06 이하일 수 있다. 이에 따라, 실시예는 상기 금속판(10)을 이용하여 보다 정밀한 패턴을 가지는 증착용 마스크(100)를 제조할 수 있다.
- [443]
- [444] 도 28 및 도 29는 실시예에 따른 증착용 마스크를 통해 형성되는 증착 패턴을 나타내는 도면들이다.
- [445] 도 28을 참조하면, 실시예에 따른 증착용 마스크(100)는 소면공(V1)이 형성된 증착용 마스크(100)의 일면 및 연통부 사이의 높이(H1)가 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 높이(H1)는 약 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $3.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 높이(H1)는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $3.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 높이(H1)는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $3\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [446] 이에 따라, 상기 증착용 마스크(100)의 일면과 증착 패턴이 배치되는 기판 사이의 거리가 가까울 수 있어 웨도우 효과에 따른 증착 불량을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 실시예에 따른 증착용 마스크(100)를 이용하여 R, G, B 패턴 형성 시, 인접한 두 패턴 사이의 영역에 서로 다른 증착 물질이 증착되는 불량을 방지할 수 있다. 자세하게, 도 29에 도시된 바와 같이 상기 패턴들이 좌측부터 R, G, B 순으로 형성될 경우, 상기 R 패턴 및 상기 G 패턴 사이의 영역에 웨도우 효과로 R 패턴 및 G 패턴이 증착되는 것을 방지할 수 있다.
- [447] 또한, 실시예에 따른 증착용 마스크(100)는 잔류 응력률이 0.06 이하인 금속판으로 제조할 수 있다. 자세하게, 상기 증착용 마스크(100)는 압연 방향(RD)의 잔류 응력률 및 압연 수직 방향(TD)의 잔류 응력률이 0.06 이하인 금속판으로 제조할 수 있다. 이에 따라, 상기 증착용 마스크(100) 제조 시 상기 금속판(10)에 휨 현상이 발생하는 것을 최소화할 수 있다. 따라서, 상기

금속판(10) 상에 소면공(V1), 대면공(V2) 및 관통홀(TH)을 균일하고 정밀하게 형성할 수 있다.

- [448] 또한, 실시예에 따른 증착용 마스크(100)는 사전에 잔류 응력을 측정한 금속판으로 제조함에 따라 400 PPI 이상의 고해상도 패턴, 나아가 800 PPI 이상의 고해상도 패턴을 정밀하게 구현할 수 있고, 상기 증착용 마스크(100)를 이용하여 기판(300) 상에 유기물 증착 시, 상기 유기물의 증착 효율을 향상시킬 수 있다.

[449]

- [450] 한편, 상기 증착용 마스크에 형성된 대면공의 경사각은 리브 중앙부의 높이 또는 두께에 영향을 준다. 즉, 상기 대면공의 경사각이 소정의 범위보다 작은 경우, 관통 홀들 사이를 연결하는 리브의 중앙부의 두께는 얇아지게 된다. 그리고, 상기 리브의 중앙부의 두께가 얇아지면, 증착용 마스크의 강성이 저하되며, 이로 인한 인장 변형, 총 피치(total pitch) 변형, 및 처짐 발생과 같은 증착용 마스크의 길이 변형이 발생한다. 그리고, 상기 길이 변형에 따라 마스크 패턴의 형상 및 관통 홀의 위치의 균일도가 저하될 수 있다. 또한, 상기 관통 홀의 직경이 균일하지 않으면, 패턴 증착 효율이 낮아질 수 있고 이에 따른 증착 불량이 발생할 수 있다.

- [451] 또한, 상기 증착용 마스크에 형성된 대면공의 경사각이 소정의 범위보다 큰 경우에는, 기판 상에 유기물의 증착 시에 상기 유기물 중 일부가 상기 관통 홀을 통과하지 못하는 문제가 있다. 자세하게, 유기물 증착 용기와 중첩되지 않는 영역 또는 상기 유기물 증착 용기의 이동 방향과 수직한 방향에 위치한 관통 홀에서는, 상기 유기물의 이동 거리보다 길어지며, 이에 따라, 상기 유기물 중 일부는 상기 관통 홀을 통과하지 못하고 인접한 관통 홀들 사이에 형성되는 아일랜드부나 관통 홀의 대면공의 내측면 상에 증착되는 문제가 있다.

- [452] 따라서, 실시 예에서는, 고해상도 또는 초고해상도(UHD급)의 패턴을 증착 불량 없이 균일하게 형성할 수 있으면서 다양한 길이 변형을 방지할 수 있는 증착용 마스크를 제공할 수 있도록 한다.

- [453] 도 30은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 증착용 마스크(100A)의 유효부의 평면도를 도시한 도면이다.

- [454] 도 30에 도시된 바와 같이 상기 대면공(V2)은 복수 개의 에칭면을 포함할 수 있다. 즉, 도 6a에서는 상기 대면공(V2)이 제 2 에칭면(ES2)을 포함하는 것으로 설명하였다. 이때, 도 6a에서의 대면공(V2)도 실질적으로 복수의 에칭면을 포함하고 있으나, 상기 복수의 에칭면은 서로 동일 조건을 가지고 형성되었다. 이에 반하여, 도 30에서의 증착용 마스크(100A)는 하나의 대면공(V2)에 있어, 수직 방향으로 에칭면과 수평 방향으로의 에칭면이 서로 다른 조건을 가지고 형성된다.

- [455] 즉, 도 6a에서의 증착용 마스크(100)는 전체적으로 동일한 조건의 제 2 에칭면(ES2)을 가지며 대면공(V2)이 형성되었지만, 도 30에서의 증착용 마스크(100A)는 서로 다른 조건의 제 2 에칭면(ES2) 및 제 3 에칭면(ES3)을

가지고 상기 대면공(V2)이 형성될 수 있다.

- [456] 여기에서, 도 30의 실시 예에서의 증착용 마스크의 대면공(V2) 및 소면공(V1)은 상호 얼라인되어 배치된다. 다시 말해서, 상기 증착용 마스크의 모든 영역에 형성된 소면공(V1)의 중심과 대면공(V2)의 중심은 얼라인된다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 모든 영역에 형성된 소면공(V1)의 중심과 대면공(V2)의 중심은 동일 수직선 상에 위치할 수 있다.
- [457] 한편, 상기 에칭면은 상기 대면공(V2)의 내측면이라고도 할 수 있다.
- [458] 도 30에서와 같이, 본 발명의 다른 실시 예에서와 같이, 상기 대면공(V2)은 제 2 에칭면(ES2) 및 제 3 에칭면(ES3)을 포함할 수 있다. 상기 대면공은, 복수의 제 2 에칭면(ES2) 및 복수의 제 3 에칭면(ES3)이 연결되어 형성된다. 바람직하게, 복수의 제 2 에칭면(ES2) 및 복수의 제 3 에칭면(ES3)은 하나의 대면공을 형성한다.
- [459] 상기 대면공의 제 2 에칭면(ES2)은, 관통홀의 상기 대면공의 중심을 기준으로 수평 방향에 위치한 내측면이다. 바람직하게, 상기 제 2 에칭면(ES2)은 대면공의 중심을 기준으로 길이 방향의 양측에 위치한 내측면이다. 상기 제 2 에칭면(ES2)은 대면공의 중심을 기준으로 인장 방향의 양측에 위치한 내측면이다. 상기 제 2 에칭면(ES2)은 대면공의 중심을 기준으로 X축 방향의 양측에 위치한 내측면이다. 따라서, 상기 제 2 에칭면(ES2)은 관통 홀의 대면공의 중심을 기준으로 제 1 길이 방향에 위치한 제 1 서브 제 2 에칭면(ES2-1)과, 상기 제 1 길이 방향과 반대되는 제 2 길이 방향에 위치한 제 2 서브 제 2 에칭면(ES2-2)을 포함한다. 한편, 상기 증착용 마스크의 타면에 대하여, 상기 제 1 서브 제 2 에칭면(ES2-1)이 가지는 단면 경사각은 상기 제 2 서브 제 2 에칭면(ES2-2)이 가지는 단면 경사각에 대응될 수 있다. 즉, 제 1 서브 제 2 에칭면(ES2-1) 및 상기 제 2 서브 제 2 에칭면(ES2-2)의 단면 경사각(θ)은 서로 동일할 수 있다.
- [460] 상기 대면공의 제 3 에칭면(ES3)은, 관통홀의 상기 대면공의 중심을 기준으로 수직 방향에 위치한 내측면이다. 바람직하게, 상기 제 3 에칭면(ES3)은 대면공의 중심을 기준으로 폭 방향의 양측에 위치한 내측면이다. 상기 제 3 에칭면(ES3)은 대면공의 중심을 기준으로 인장 방향과 수직인 방향의 양측에 위치한 내측면이다. 상기 제 3 에칭면(ES3)은 대면공의 중심을 기준으로 Y축 방향의 양측에 위치한 내측면이다. 따라서, 상기 제 3 에칭면(ES3)은 관통 홀의 대면공의 중심을 기준으로 제 1 폭 방향에 위치한 제 1 서브 제 3 에칭면(ES3-1)과, 상기 제 1 폭 방향과 반대되는 제 2 폭 방향에 위치한 제 2 서브 제 3 에칭면(ES3-2)을 포함한다. 한편, 상기 제 1 서브 제 3 에칭면(ES3-1)이 가지는 단면 경사각은 상기 제 2 서브 제 3 에칭면(ES3-2)이 가지는 단면 경사각에 대응될 수 있다. 즉, 제 1 서브 제 3 에칭면(ES3-1) 및 상기 제 2 서브 제 3 에칭면(ES3-2)의 단면 경사각(θ)은 서로 동일할 수 있다.
- [461] 한편, 상기 제 2 에칭면(ES2)이 가지는 단면 경사각(θ)은 상기 제 3

에칭면(ES3)이 가지는 단면 경사각(θ)과 다를 수 있다. 즉, 상기 제 2 에칭면(ES2)이 가지는 단면 경사각(θ)은 상기 제 3 에칭면(ES3)이 가지는 단면 경사각(θ)보다 작을 수 있다. 즉, 상기 관통 홀의 대면공은 길이 방향의 에칭면이 가지는 단면 경사각(θ)보다 상기 길이 방향과 교차하는 폭 방향으로의 에칭면이 가지는 단면 경사각(θ)이 더 클 수 있다.

- [462] 상기 제 2 에칭면(ES2) 및 상기 제 3 에칭면(ES3)은 에칭 공정 시 식각 팩터에 의해 형성되는 면일 수 있다. 상기 제 2 에칭면(ES2) 및 상기 제 3 에칭면(ES3)은 상기 관통홀(TH)로부터 상기 증착용 마스크(100)의 타면(102)으로 연장되는 내측면일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 에칭면(ES2) 및 상기 제 3 에칭면(ES3)은 상기 관통홀(TH)의 끝단에서 인접한 관통홀(TH) 방향으로 연장될 수 있고, 상기 아일랜드부(IS) 방향으로 연장될 수 있다. 또한, 상기 제 2 에칭면(ES2) 및 상기 제 3 에칭면(ES3)은 비유효부(UA)의 방향으로 연장될 수 있다. 즉, 상기 제 2 에칭면(ES2) 및 제 3 에칭면(ES3)은 상기 증착용 마스크(100)의 타면(102) 중 비식각면이 형성된 방향으로 연장될 수 있다.
- [463] 상기 관통홀(TH)들 사이에는 리브(RB1, RB)가 위치할 수 있다. 예를 들어, 도 30을 참조하면 상기 제 1 관통홀(TH1)과 수평 방향으로 인접한 제 2 관통홀(TH2) 사이에는 하나의 제 2 리브(RB2)가 형성될 수 있다. 또한, 상기 제 1 관통홀(TH1)과 수직 방향으로 인접한 제 3 관통홀(TH3) 사이에는 또 다른 하나의 제 1 리브(RB1)가 형성될 수 있다.
- [464] 상기 제 1 리브(RB1)는 상기 증착용 마스크(100) 상에서 길이 방향으로 연장되며 배치된다. 상기 제 1 리브(RB1)는 상기 증착용 마스크(100) 상에 폭 방향으로 배열된 복수의 관통 홀 사이에 길이 방향으로 위치한다. 상기 제 1 리브(RB1)는 상기 증착용 마스크(100) 상에 길이 방향으로 배열된 복수의 아일랜드부(IS) 사이를 연결한다.
- [465] 상기 제 2 리브(RB2)는 상기 증착용 마스크(100) 상에서 폭 방향으로 연장되며 배치된다. 상기 제 2 리브(RB2)는 상기 증착용 마스크(100) 상에 길이 방향으로 배열된 복수의 관통 홀 사이에 폭 방향으로 형성된다. 상기 제 2 리브(RB2)는 상기 증착용 마스크(100) 상에 폭 방향으로 배열된 복수의 아일랜드부(IS) 사이를 연결한다.
- [466] 즉, 서로 인접한 관통홀(TH)들 사이에는 리브(RB1, RB2)가 위치할 수 있다. 자세하게, 서로 인접한 대면공(V2)들 사이에는 리브(RB1, RB2)가 위치할 수 있다. 더 자세하게, 서로 인접한 대면공(V2)의 각각의 제 2 에칭면(ES2)이 서로 연결되는 영역에 제 2 리브(RB2)가 위치할 수 있다. 더 자세하게, 서로 인접한 대면공(V2)의 각각의 제 3 에칭면(ES3)이 서로 연결되는 영역에 제 1 리브(RB1)가 위치할 수 있다. 즉, 상기 리브(RB1, RB2)는 서로 인접한 대면공(V2)들의 경계가 연결되는 영역일 수 있다.
- [467] 제 1 리브(RB1)의 중앙부는 제 1 두께(T1)를 가질 수 있다. 그리고, 제 2 리브(RB2)의 중앙부는 상기 제 1 두께(T1)와는 다른 제 2 두께(T2)를 가질 수

있다. 상기 제 1 리브(RB1)의 중앙부가 가지는 두께는 상기 제 2 리브(RB2)의 중앙부가 가지는 두께와 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 리브(RB1)의 중앙부가 가지는 두께는 상기 제 2 리브(RB2)의 중앙부가 가지는 두께보다 클 수 있다. 즉, 상기 제 1 리브(RB1)는 인접한 관통홀들의 제 3 에칭면(ES3)들을 연결하는 영역에 위치하고, 제 2 리브(RB2)는 인접한 관통홀들의 제 2 에칭면(ES2)들을 연결하는 영역에 위치한다. 이때, 상기 제 3 에칭면(ES3)이 가지는 단면 경사각은 상기 제 2 에칭면(ES2)이 가지는 단면 경사각보다 크다. 따라서, 상기 단면 경사각이 더 큰 제 2 에칭면(ES2)을 연결하는 영역에 위치한 제 1 리브(RB1)의 중앙부의 두께가 상기 단면 경사각이 작은 제 3 에칭면(ES3)을 연결하는 영역에 위치한 제 2 리브(RB2)의 중앙부의 두께보다 클 수 있다. 한편, 상기 단면 경사각에 대해서는 하기에서 설명하기로 한다.

- [468] 도 31은 도 30의 A-A' 방향에서의 단면과 B-B' 방향에서의 단면 사이의 높이 차이와 크기를 설명하기 위해 각각의 단면을 겹쳐서 도시한 도면이다.
- [469] 먼저 A-A' 방향에서의 횡단면을 설명한다. 상기 A-A' 방향은 수직 방향에서 인접한 두 개의 제 1 관통홀(TH1) 및 제 3 관통홀(TH3) 사이의 중심 영역을 가로지르는 횡단면이다. 즉, 상기 A-A' 방향에서의 횡단면은 관통홀(TH)을 포함하지 않을 수 있다.
- [470] 상기 A-A' 방향에서의 횡단면은 대면공 내의 제 3 에칭면(ES3) 및 대면공 내의 상기 제 3 에칭면(ES3)들 사이에 식각되지 않은 증착용 마스크의 타면인 아일랜드부(IS)가 위치할 수 있다. 이에 따라, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크의 식각되지 않은 일면과 평행한 면을 포함할 수 있다. 또는, 상기 아일랜드부(IS)는 증착용 마스크(100)의 식각되지 않은 타면과 동일하거나 평행한 면을 포함할 수 있다.
- [471] 다음으로, B-B' 방향에서의 횡단면을 설명한다. 상기 B-B' 방향은 수평 방향에서 인접한 두 개의 제 1 관통홀(TH1) 및 제 2 관통홀(TH2) 각각의 중심을 가로지르는 횡단면이다. 즉, 상기 B-B' 방향에서의 횡단면은 복수 개의 관통홀(TH)을 포함할 수 있다.
- [472] 상기 B-B' 방향에서의 인접한 제 3 관통홀(TH3)과 제 4 관통홀(TH4) 사이에 하나의 제 2 리브(RB2)가 위치할 수 있다. 제 4 관통홀(TH4) 및 제 4 관통홀과 수평방향에서 인접하되, 제 3 관통홀(TH3)과 반대방향에 위치한 제 5 관통홀 사이에는 다른 하나의 제 2 리브(RB2)가 위치할 수 있다. 상기 하나의 제 2 리브 및 상기 다른 하나의 제 2 리브 사이에는 하나의 관통홀(TH)이 위치할 수 있다. 즉, 수평방향에서 인접한 두 개의 제 2 리브(RB1) 사이에는 하나의 관통홀(TH)이 위치할 수 있다.
- [473] 또한, 상기 A-A' 방향에서의 횡단면은 대면공 내의 제 3 에칭면(ES3), 및 인접한 대면공 내의 제 3 에칭면(ES3)들이 서로 연결되는 영역인 제 1 리브(RB1)가 위치할 수 있다. 여기에서 제 1 리브(RB1)는 수직 방향으로 인접한 두 개의 대면공들의 경계가 연결되는 영역일 수 있다.

- [474] 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)는 식각면이기 때문에, 상기 아일랜드부(IS)보다 두께가 작을 수 있다. 예를 들어, 상기 아일랜드부(IS)의 폭은 약 $2\mu\text{m}$ 이상일 수 있다. 즉, 상기 타면에서 에칭되지 않고 남아있는 부분의 상기 타면과 평행한 방향으로의 폭이 약 $2\mu\text{m}$ 이상일 수 있다. 하나의 아일랜드부(IS)의 일단과 타단의 폭이 약 $2\mu\text{m}$ 이상인 경우, 증착용 마스크(100)의 전체 체적을 증가시킬 수 있다. 이러한 구조의 증착용 마스크(100)는 유기물 증착 공정 등에서 부여되는 인장력에 대하여 충분한 강성을 확보하도록 하며, 관통홀의 균일도를 유지하는데 유리할 수 있다.
- [475]
- [476] 도 32 도 30의 B-B' 방향에서의 단면도를 도시한 도면이이고, 도 33은 도 30의 C-C' 방향에서의 단면도를 도시한 도면이며, 도 34는 도 30의 D-D' 방향에서의 단면도를 도시한 도면이다.
- [477] 도 32 내지 도 34는 관통홀에서, 제 2 에칭면(ES2)이 가지는 단면 경사각과, 제 3 에칭면(ES3)이 가지는 단면 경사각의 차이를 보여준다. 도 32 내지 도 34는 제 2 에칭면(ES2)들이 연결되는 영역에 위치한 제 2 리브(RB2)의 두께와, 제 3 에칭면(ES3)들이 연결되는 영역에 위치한 제 1 리브(RB1)의 두께의 차이를 보여준다. 도 32 내지 도 34는 상기 제 1 리브(RB1) 상에서의 소면공(V1)이 형성된 증착용 마스크(100)의 일면 및 연통부 사이의 높이와, 상기 제 2 리브(RB2) 상에서의 소면공(V1)이 형성된 증착용 마스크의 일면 및 연통부 사이의 높이의 차이를 보여준다.
- [478] 도 32 내지 도 34를 이용하여 상기 B-B' 방향에서의 횡단면과, 상기 C-C' 방향에서의 횡단면과, 상기 D-D' 방향에서의 종횡단면에 대해서 설명한다. 또한, 도 32 내지 도 34에 따른 유효 영역의 리브(RB1, RB2) 및 상기 리브(RB1, RB2)들 사이의 관통홀(TH)을 설명한다.
- [479] 도 32 내지 도 34를 참조하면, 실시예에 따른 증착용 마스크(100)는 식각에 의한 관통홀이 형성되는 유효부(AA)에서의 두께와 식각되지 않은 비유효부(UA)에서의 두께가 서로 다를 수 있다. 자세하게, 제 1 리브(RB1)의 중앙부 및 제 2 리브(RB2)의 중앙부의 두께는 식각되지 않은 비유효부(UA)에서의 두께보다 작을 수 있다.
- [480] 실시예에 따른 증착용 마스크(100)는 비유효부(UA)의 두께가 유효부(AA1, AA2, AA3)의 두께보다 클 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)는 비유효부(UA) 내지 비증착 영역(NDA)의 최대 두께가 약 $30\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)는 비유효부(UA) 내지 비증착 영역(NDA)의 최대 두께가 약 $25\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 실시예의 증착 마스크는 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 약 $15\mu\text{m}$ 내지 약 $25\mu\text{m}$ 일 수 있다. 실시예에 따른 증착 마스크의 비유효부 내지 비증착 영역의 최대 두께가 약 $30\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우에는 상기 증착용 마스크(100)의 원재인 금속판(10)의 두께가 두꺼워지기 때문에 미세한 크기의 관통홀(TH)을 형성하기

어려울 수 있다. 또한, 상기 증착용 마스크(100)의 비유효부(UA) 내지 비증착 영역(NDA)의 최대 두께가 약 $15\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 금속판의 두께가 얇기 때문에 균일한 크기의 관통홀을 형성하기 어려울 수 있다.

[481] 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 각각의 중앙부에서 측정된 최대 두께(T1, T2)는 약 $15\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T1, T2)는 약 $7\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T1, T2)는 약 $6\mu\text{m}$ 내지 약 $9\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T1, T2)가 약 $15\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우 500 PPI 급 이상의 고해상도를 가지는 OLED 증착 패턴을 형성하기 어려울 수 있다. 또한, 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 중심에서 측정된 최대 두께(T1, T2)가 약 $6\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 증착패턴의 균일한 형성이 어려울 수 있다.

[482] 한편, 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T1, T2)는 서로 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 및 2 리브(RB1, RB2)의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T1, T2)는 상기 범위를 만족하면서 서로 다른 값을 가질 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 1 리브(RB1)의 중심에서 측정된 최대 두께(T1)는 상기 제 2 리브(RB2)의 중심에서 측정된 최대 두께(T2)보다 클 수 있다. 상기 제 1 리브(RB1)의 중심에서 측정된 최대 두께(T1)는 상기 기재한 범위 내에서 상기 제 2 리브(RB2)의 중심에서 측정된 최대 두께(T2)보다 큰 값을 가질 수 있다. 다시 말해서, 상기 제 1 리브(RB1)의 중심에서 측정된 최대 두께(T1)는 상기 제 2 리브(RB2)의 중심에서 측정된 최대 두께(T2)와 일정 차이 값(Δ)을 가질 수 있다.

[483] 상기 증착용 마스크(100)의 소면공의 높이는 상기 제 1 리브(RB1)의 최대 두께(T1, T2)의 약 0.2배 내지 약 0.4배일 수 있다. 이에 따라, 상기 제 1 리브(RB1) 상에 형성되는 소면공의 높이는 상기 제 2 리브(RB2) 상에 형성된 소면공의 높이와 다를 수 있다. 다시 말해서, 상기 관통 홀의 소면공에서, 제 1 방향(구체적으로, 길이 방향)으로의 소면공의 높이는, 제 2 방향(구체적으로, 폭 방향)으로의 소면공의 높이와 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 리브(RB1) 상에 형성되는 소면공의 높이(H2)는 제 2 리브(RB2) 상에 형성되는 소면공의 높이(H1)보다 클 수 있다.

[484] 일례로, 상기 제 1 리브(RB1) 또는 제 2 리브(RB2)의 중심에서 측정된 최대 두께는 약 $7\mu\text{m}$ 내지 약 $9\mu\text{m}$ 이고, 상기 증착용 마스크(100)의 일면 및 상기 연통부 사이의 소면공 높이는 약 $1.4\mu\text{m}$ 내지 약 $3.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[485] 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 1 리브(RB1)에서의 소면공의 높이(H2)는 약 $4.0\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 2 리브(RB2)에서의 소면공의 높이(H1)는 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.

[486] 바람직하게, 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 1 리브(RB1)에서의 소면공의 높이(H2)는 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 2

리브(RB2)에서의 소면공의 높이(H1)는 약 $2.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.

[487] 바람직하게, 상기 제 1 리브(RB1)에서의 소면공의 높이(H2)는 약 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $3.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 그리고, 제 2 리브(RB2)에서의 소면공의 높이(H1)는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $2.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 1 리브(RB1)에서의 소면공(V1)의 높이는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $3.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 2 리브(RB1)에서의 소면공(V1)의 높이는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $2.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 1 리브(RB1)에서의 소면공의 높이는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $3\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 2 리브(RB2)에서의 소면공의 높이는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 여기에서, 높이는 증착용 마스크(100)의 두께 측정 방향, 즉 깊이 방향에서 측정할 수 있고, 증착용 마스크(100)의 일면으로부터 연통부까지의 높이를 측정할 수 있다.

[488] 상기 증착용 마스크(100)의 일면 및 상기 연통부 사이의 높이가 약 $3.5\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 OLED 증착시 증착 물질이 관통홀의 면적보다 큰 영역으로 퍼지는 쉐도우 효과(shadow effect)에 따른 증착 불량이 발생할 수 있다. 따라서, 상기 제 1 리브(RB1)에서의 소면공의 높이는 $3.5\mu\text{m}$ 이하가 되도록 하고, 상기 제 2 리브(RB2)에서의 소면공의 높이는 $3.0\mu\text{m}$ 이하가 되도록 한다. 한편, 상기 제 1 리브(RB1)에서의 소면공의 높이는, 상기 제 2 리브(RB2)에서의 소면공의 높이와 일정 차이 값(Δ)을 가질 수 있다.

[489] 또한, 상기 증착용 마스크(100)의 소면공(V1)이 형성되는 일면에서의 공경(W3)과 소면공(V1)과 대면공(V2) 사이의 경계인 연통부에서의 공경(W4)은 서로 유사하거나 서로 다를 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 소면공(V1)이 형성되는 일면에서의 공경(W3)은 연통부에서의 공경(W4)보다 클 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 일면에서의 공경(W3)과 상기 연통부에서의 공경(W4)의 차이는 약 $0.01\mu\text{m}$ 내지 약 $1.1\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에서의 공경(W3)과 상기 연통부에서의 공경(W4)의 차이는 약 $0.03\mu\text{m}$ 내지 약 $1.1\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크의 일면에서의 공경(W3)과 상기 연통부에서의 공경(W4)의 차이는 약 $0.05\mu\text{m}$ 내지 약 $1.1\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[490] 상기 증착용 마스크(100)의 일면에서의 공경(W1)과 상기 연통부에서의 공경(W2)의 차이가 약 $1.1\mu\text{m}$ 보다 큰 경우에는 쉐도우 효과에 의한 증착 불량이 발생할 수 있다.

[491] 또한, 상기 제 2 리브(RB2)의 중앙부 상에서, 상기 증착용 마스크(100)의 타면에 대응하는 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공(V2)의 제 2 에칭면(ES2)의 일단(E1) 및 상기 소면공(V1)과 대면공(V2) 사이의 연통부의 일단(E2)을 잇는 가상의 제 2 직선 사이의 내각에 대응하는 단면 경사각(θ 은 35° 내지 45° 일 수 있다. 상기 제 1 리브(RB1)의 중앙부 상에서, 상기 증착용 마스크(100)의 타면에 대응하는 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공(V2)의 제 3 에칭면(ES3)의 일단(E3) 및 상기

연통부의 일단(E4)을 잇는 가상의 제 3 직선 사이의 내각에 대응하는 단면 경사각(θ 은 45도 내지 55도 일 수 있다.

[492] 다시 말해서, 상기 대면공의 단면 경사각은 다음과 같이 정의될 수 있다. 상기 대면공의 단면 경사각은, 가상의 제 1 직선과, 가상의 제 2 직선 사이의 내각일 수 있다. 이때, 상기 제 1 직선은 상기 대면공(V2)의 제 2 또는 3 에칭면에 대응하는 상기 증착용 마스크의 타면을 의미할 수 있다. 이때, 상기 타면은 에칭되지 않은 편평한 상태에서의 상기 증착용 마스크의 표면일 수 있다. 또한, 상기 가상의 제 2 직선은 상기 대면공(V2)의 에칭면의 일단 및 상기 연통부의 일단 사이를 연결하는 직선일 수 있다.

[493]

[494] 이에 따라, 400 PPI급 이상, 자세하게 500 PPI급 이상의 고해상도의 증착패턴을 형성할 수 있는 동시에, 증착용 마스크(100)의 타면상에 아일랜드부(IS)가 존재할 수 있다.

[495] 실시 예에 의하면, 관통 홀의 대면공이 길이 방향으로는 제 1 단면 경사각을 가지도록 하고, 폭 방향으로는 상기 제 1 단면 경사각보다 큰 제 2 단면 경사각을 가지도록 하고, 상기 제 1 단면 경사각과 상기 제 2 단면 경사각의 차이만큼 길이 방향으로 배치되는 리브의 두께를 증가시킬 수 있으며, 이에 따른 증착용 마스크의 강성을 확보할 수 있다. 또한, 상기 증착용 마스크의 강성이 확보됨에 따라 길이 변형을 최소화할 수 있고, 이에 따라 마스크 패턴의 형상 및 관통 홀의 위치의 균일도를 증가시켜 패턴 증착 효율을 향상시킬 수 있다.

[496] 또한, 실시 예에 의하면, 유기물 증착 용기의 이동 방향과 수직한 방향의 관통 홀의 대면공의 경사각을 감소시켜, 관통 홀의 위치에 관계없이 모든 영역에서 OLED 화소 패턴을 균일하게 증착할 수 있다.

[497]

[498] 도 35는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 증착용 마스크의 유효부의 평면도를 도시한 도면이고, 도 36은 도 35에서의 제 2 관통 홀을 나타낸 단면도이며, 도 37은 도 35에서의 제3 관통 홀을 나타낸 단면도이다.

[499] 도 35에서의 증착용 마스크는 도 30에서의 증착용 마스크 대비, 유효부의 최외곽에 배치된 관통홀에 차이가 있다. 따라서, 이하에서는 도 30과 대비되는 도 35에서의 유효부의 최외곽에 배치된 관통홀에 대해서만 설명하기로 한다.

[500] 도 35를 참조하면, 증착용 마스크에의 유효부는 복수의 관통홀을 포함할 수 있다. 상기 복수의 관통홀은, 상기 유효부의 내부 영역에 배치되는 제 1 관통 홀(VH1)과 상기 유효부의 제 1 최외곽부에 배치되는 제 2 관통 홀(VH2)과, 상기 유효부의 제 2 최외곽부에 배치되는 제 3 관통 홀(VH3)을 포함할 수 있다.

[501] 상기 제 1 관통 홀(VH1)은 도 31 내지 도 34에서 설명한 관통 홀과 동일하다. 즉, 상기 제 1 관통 홀(VH1)은 제 2 에칭면(ES2) 및 제 3 에칭면(ES3)을 포함한다. 그리고, 상기 제 2 에칭면(ES2)은 서로 동일한 제 1 단면 경사각을 가지면서 길이 방향으로 상호 마주보는 제 1 서브 제 2 에칭면(ES2-1)과 제 2 서브 제 2

에칭면(ES2-2)을 포함한다.

- [502] 그리고, 상기 제 3 에칭면(ES3)은 서로 동일한 제 2 단면 경사각을 가지면서 폭 방향으로 상호 마주보는 제 1 서브 제 3 에칭면(ES3-1)과 제 2 서브 제 3 에칭면(ES3-2)을 포함한다. 그리고, 상기 제 1 관통 홀(VH1)의 상기 제 1 단면 경사각은 상기 제 2 단면 경사각보다 작다.
- [503] 한편, 제 2 관통 홀(VH2)은 유효부의 제 1 최외곽부에 배치되고, 제 3 관통 홀(VH3)은 상기 제 1 최외곽부와 반대되는 제 2 최외곽부에 배치될 수 있다. 자세하게, 상기 제 1 최외곽부는, 유효부 내에서 제 1 길이 방향의 최외곽 영역일 수 있다. 이때, 상기 제 1 길이 방향은 좌측 방향일 수 있다. 이에 따라, 상기 제 1 최외곽부는, 유효부 내에서 최좌측에 위치한 영역일 수 있다. 상기 제 2 최외곽부는, 유효부 내에서 제 2 길이 방향의 최외곽 영역일 수 있다. 이때, 상기 제 2 길이 방향은 우측 방향일 수 있다. 이에 따라, 상기 제 2 최외곽부는, 유효부 내에서 최우측에 위치한 영역일 수 있다.
- [504] 상기 제 1 최외곽부에는 제 2 관통 홀(VH2)이 배치되고, 제 2 최외곽부에는 제 3 관통 홀(VH3)이 배치된다.
- [505] 제 2 관통 홀(VH2)의 대면공은, 상기 제 1 관통 홀(VH1)과 같이 제 2 에칭면(ES2) 및 제 3 에칭면(ES3)을 포함한다. 이때, 상기 제 2 관통 홀(VH2)의 대면공의 상기 제 3 에칭면(ES3)은 상기 제 1 관통 홀(VH1)의 대면공의 제 3 에칭면(ES3)과 동일한 단면 경사각을 가질 수 있다. 다만, 제 2 관통 홀(VH2)의 대면공의 제 2 에칭면(ES2)의 단면 경사각은, 상기 제 1 관통 홀(VH1)의 대면공의 제 2 에칭면(ES2)의 단면 경사각과 다를 수 있다.
- [506] 제 2 관통 홀(VH2)의 대면공의 상기 제 2 에칭면(ES2)은, 길이 방향으로 상호 마주보는 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)과, 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)을 포함한다.
- [507] 이때, 상기 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)은, 비유효부(UA)와 인접한 영역에 위치하고, 상기 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)은 상기 유효부의 내부 영역(중앙영역이라도 할 수 있음)과 인접한 영역에 위치한다.
- [508] 그리고, 상기 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)은, 제 3 단면 경사각을 가지고, 상기 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)은 제 4 단면 경사각을 가진다. 이때, 상기 제 3 단면 경사각 및 상기 제 4 단면 경사각은 서로 다를 수 있다. 즉, 상기 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)은 상기 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)의 단면 경사각과는 다른 단면 경사각을 가질 수 있다. 바람직하게, 상기 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)의 단면 경사각은 상기 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)의 단면 경사각보다 클 수 있다.
- [509] 또한, 상기 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)과 연결되는 제 3 리브와, 상기 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)과 연결되는 제 4 리브의 두께도 다를 수 있다. 즉, 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)과 연결되는 제 3 리브의 두께는, 상기 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)과 연결되는 제 4 리브의 두께보다 두꺼울 수 있다.

[510]

- [511] 상기 제 3 및 4 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)는 약 $15\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 3 및 4 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)는 약 $7\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 3 및 4 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)는 약 $6\mu\text{m}$ 내지 약 $9\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 제 3 및 4 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)가 약 $15\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우 500 PPI 급 이상의 고해상도를 가지는 OLED 증착 패턴을 형성하기 어려울 수 있다. 또한, 상기 제 3 및 4 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)가 약 $6\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 증착패턴의 균일한 형성이 어려울 수 있다.
- [512] 한편, 상기 제 3 및 4 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)는 서로 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 3 및 4 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)는 상기 범위를 만족하면서 서로 다른 값을 가질 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 4 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T4)는 상기 제 3 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)보다 작을 수 있다. 상기 제 4 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T4)는 상기 기재한 범위 내에서 상기 제 3 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T3)보다 작은 값을 가질 수 있다.
- [513] 상기 증착용 마스크(100)의 제 2 관통 홀(VH2)의 소면공의 높이는 상기 제 3 및 4 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T3, T4)의 약 0.2배 내지 약 0.4배일 수 있다. 이에 따라, 상기 제 4 리브의 중앙부 상에 형성되는 소면공의 높이는 상기 제 3 리브의 중앙부 상에 형성된 소면공의 높이와 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 4 리브의 중앙부 상에 형성되는 소면공의 높이(H4)는 제 3 리브의 중앙부 상에 형성되는 소면공의 높이(H3)보다 작을 수 있다.
- [514] 일례로, 상기 제 3 리브 또는 제 4 리브의 중심에서 측정된 최대 두께는 약 $7\mu\text{m}$ 내지 약 $9\mu\text{m}$ 이고, 상기 증착용 마스크(100)의 제 2 관통 홀의 일면 및 상기 연통부 사이의 소면공 높이는 약 $1.4\mu\text{m}$ 내지 약 $3.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [515] 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 3 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H4)는 약 $4.0\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 4 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H1)는 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [516] 바람직하게, 상기 증착용 마스크(100)의 제 2 관통 홀의 상기 제 3 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H3)는 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 2 관통 홀의 상기 제 4 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H4)는 약 $2.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [517] 바람직하게, 상기 제 3 리브에서의 소면공의 높이(H3)는 약 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $3.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 그리고, 제 4 리브에서의 소면공의 높이(H4)는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $2.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 3 리브에서의 소면공(V1)의 높이는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $3.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 4 리브에서의 소면공(V1)의 높이는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $2.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 3 리브의 중앙부에서의 소면공의

높이는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $3\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 4 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 여기에서, 높이는 증착용 마스크(100)의 두께 측정 방향, 즉 깊이 방향에서 측정할 수 있고, 증착용 마스크(100)의 일면으로부터 연통부까지의 높이를 측정한 것일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 일면 및 상기 연통부 사이의 높이가 약 $3.5\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 OLED 증착시 증착 물질이 관통홀의 면적보다 큰 영역으로 퍼지는 쉐도우 효과(shadow effect)에 따른 증착 불량이 발생할 수 있다. 따라서, 상기 제 3 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 $3.5\mu\text{m}$ 이하가 되도록 하고, 상기 제 4 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 $3.0\mu\text{m}$ 이하가 되도록 한다.

[518] 또한, 상기 제 3 리브의 중앙부 상에서, 상기 증착용 마스크(100)의 타면에 대응하는 편평한 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공(V2)의 제 3 서브 제 2 에칭면(ES2-3)의 일단(E5) 및 연통부의 일단(E6)을 잇는 가상의 제 2 직선 사이의 내각에 대응하는 단면 경사각(θ 은 45도 내지 55도 일 수 있다. 상기 제 4 리브의 중앙부 상에서, 상기 증착용 마스크(100)의 타면에 대응하는 편평한 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공(V2)의 제 4 서브 제 2 에칭면(ES2-4)의 일단(E7) 및 상기 연통부의 일단(E8)을 잇는 가상의 제 3 직선 사이의 내각에 대응하는 단면 경사각(θ 은 35도 내지 45도 일 수 있다.

[519] 한편, 상기 제 3 관통 홀(VH3)의 대면공은, 상기 제 1 관통 홀(VH1)과 같이 제 2 에칭면(ES2) 및 제 3 에칭면(ES3)을 포함한다. 이때, 상기 제 3 관통 홀(VH3)의 대면공의 상기 제 3 에칭면(ES3)은 상기 제 1 관통 홀(VH1)의 대면공의 제 3 에칭면(ES3)과 동일한 단면 경사각을 가질 수 있다. 다만, 제 3 관통 홀(VH3)의 대면공의 제 2 에칭면(ES2)의 단면 경사각은, 상기 제 1 관통 홀(VH1)의 대면공의 제 2 에칭면(ES2)의 단면 경사각과 다를 수 있다.

[520] 제 3 관통 홀(VH3)의 대면공의 상기 제 2 에칭면(ES2)은, 길이 방향으로 상호 마주보는 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)과, 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)을 포함한다.

[521] 이때, 상기 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)은, 비유효부(UA)와 인접한 영역에 위치하고, 상기 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-5)은 상기 유효부의 내부 영역(중앙영역이라도 할 수 있음)과 인접한 영역에 위치한다.

[522] 그리고, 상기 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)은, 제 5 단면 경사각을 가지고, 상기 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)은 제 6 단면 경사각을 가진다. 이때, 상기 제 5 단면 경사각 및 상기 제 6 단면 경사각은 서로 다를 수 있다. 즉, 상기 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)은 상기 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)의 단면 경사각과는 다른 단면 경사각을 가질 수 있다. 바람직하게, 상기 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)의 단면 경사각은 상기 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)의 단면 경사각보다 클 수 있다.

[523] 또한, 상기 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)과 연결되는 제 5 리브의 중앙부와, 상기 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)과 연결되는 제 6 리브의 중앙부의 두께도 다를 수 있다. 즉, 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)과 연결되는 제 5 리브의 중앙부의

두께는, 상기 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)와 연결되는 제 6 리브의 중앙부의 두께보다 두꺼울 수 있다.

- [524] 상기 제 5 및 6 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)는 약 $15\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 5 및 6 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)는 약 $7\mu\text{m}$ 내지 약 $10\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 제 5 및 6 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)는 약 $6\mu\text{m}$ 내지 약 $9\mu\text{m}$ 일 수 있다. 상기 제 5 및 6 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)가 약 $15\mu\text{m}$ 를 초과하는 경우 500 PPI 급 이상의 고해상도를 가지는 OLED 증착 패턴을 형성하기 어려울 수 있다. 또한, 상기 제 5 및 6 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)가 약 $6\mu\text{m}$ 미만인 경우에는 증착패턴의 균일한 형성이 어려울 수 있다.
- [525] 한편, 상기 제 5 및 6 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)는 서로 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 5 및 6 리브의 각각의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)는 상기 범위를 만족하면서 서로 다른 값을 가질 수 있다. 더 자세하게, 상기 제 6 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T6)는 상기 제 5 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T5)보다 작을 수 있다. 상기 제 6 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T6)는 상기 기재한 범위 내에서 상기 제 5 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T5)보다 작은 값을 가질 수 있다.
- [526] 상기 증착용 마스크(100)의 제 3 관통 홀(VH3)의 소면공의 높이는 상기 제 5 및 6 리브의 중심에서 측정된 최대 두께(T5, T6)의 약 0.2배 내지 약 0.4배일 수 있다. 이에 따라, 상기 제 6 리브 상에 형성되는 소면공의 높이는 상기 제 5 리브 상에 형성된 소면공의 높이와 다를 수 있다. 자세하게, 상기 제 6 리브 상에 형성되는 소면공의 높이(H6)는 제 5 리브 상에 형성되는 소면공의 높이(H5)보다 작을 수 있다.
- [527] 일례로, 상기 제 5 리브 또는 제 6 리브의 중심에서 측정된 최대 두께는 약 $7\mu\text{m}$ 내지 약 $9\mu\text{m}$ 이고, 상기 증착용 마스크(100)의 제 3 관통 홀의 일면 및 상기 연통부 사이의 소면공 높이는 약 $1.4\mu\text{m}$ 내지 약 $3.5\mu\text{m}$ 일 수 있다.
- [528] 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 5 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H5)는 약 $4.0\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 6 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H6)는 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 바람직하게, 상기 증착용 마스크(100)의 제 3 관통 홀의 상기 제 5 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H5)는 약 $3.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 상기 제 3 관통 홀의 상기 제 6 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H6)는 약 $2.5\mu\text{m}$ 이하일 수 있다.
- [529] 바람직하게, 상기 제 5 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H5)는 약 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $3.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 그리고, 제 6 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이(H6)는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 약 $2.4\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 5 리브의 중앙부에서의 소면공(V1)의 높이는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $3.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어,

상기 증착용 마스크(100)의 제 6 리브의 중앙부에서의 소면공(V1)의 높이는 약 $0.5\mu\text{m}$ 내지 약 $2.2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 5 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $3\mu\text{m}$ 일 수 있다. 예를 들어, 상기 증착용 마스크(100)의 제 6 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $2\mu\text{m}$ 일 수 있다. 여기에서, 높이는 증착용 마스크(100)의 두께 측정 방향, 즉 깊이 방향에서 측정할 수 있고, 증착용 마스크(100)의 일면으로부터 연통부까지의 높이를 측정한 것일 수 있다. 상기 증착용 마스크(100)의 일면 및 상기 연통부 사이의 높이가 약 $3.5\mu\text{m}$ 초과인 경우에는 OLED 증착시 증착 물질이 관통홀의 면적보다 큰 영역으로 퍼지는 쉐도우 효과(shadow effect)에 따른 증착 불량이 발생할 수 있다. 따라서, 상기 제 5 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 $3.5\mu\text{m}$ 이하가 되도록 하고, 상기 제 6 리브의 중앙부에서의 소면공의 높이는 $3.0\mu\text{m}$ 이하가 되도록 한다.

- [530] 또한, 상기 제 5 리브의 중앙부 상에서, 상기 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공(V2)의 제 5 서브 제 2 에칭면(ES2-5)의 일단(E9) 및 상기 연통부의 일단(E10)을 잇는 가상의 제 4 직선 사이의 내각에 대응하는 단면 경사각(θ 은 45° 내지 55° 일 수 있다. 상기 제 6 리브의 중앙부 상에서, 상기 가상의 제 1 직선과, 상기 대면공(V2)의 제 6 서브 제 2 에칭면(ES2-6)의 일단(E11) 및 상기 연통부의 일단(E12)을 잇는 가상의 제 5 직선 사이의 내각에 대응하는 단면 경사각(θ 은 35° 내지 45° 일 수 있다.
- [531] 실시 예에 의하면, 관통 홀의 대면공이 길이 방향으로는 제 1 단면 경사각을 가지도록 하고, 폭 방향으로는 상기 제 1 단면 경사각보다 큰 제 2 단면 경사각을 가지도록 하고, 상기 제 1 단면 경사각과 상기 제 2 단면 경사각의 차이만큼 길이 방향으로 배치되는 리브의 두께를 증가시킬 수 있으며, 이에 따른 증착용 마스크의 강성을 확보할 수 있다. 또한, 상기 증착용 마스크의 강성이 확보됨에 따라 길이 변형을 최소화할 수 있고, 이에 따라 마스크 패턴의 형상 및 관통 홀의 위치의 균일도를 증가시켜 패턴 증착 효율을 향상시킬 수 있다.
- [532] 또한, 실시 예에 의하면, 유기물 증착 용기의 이동 방향과 수직한 방향의 관통 홀의 대면공의 경사각을 감소시켜, 관통 홀의 위치에 관계없이 모든 영역에서 OLED 화소 패턴을 균일하게 증착할 수 있다.
- [533] 상술한 실시 예에 설명된 특징, 구조, 효과 등은 본 발명의 적어도 하나의 실시 예에 포함되며, 반드시 하나의 실시 예에만 한정되는 것은 아니다. 나아가, 각 실시 예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시 예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시 예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.
- [534] 또한, 이상에서 실시 예들을 중심으로 설명하였으나 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지

않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 예를 들어, 실시예들에 구체적으로 나타난 각 구성 요소는 변형하여 실시할 수 있는 것이다. 그리고 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부한 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] OLED 화소 증착을 위한 금속재의 증착용 마스크에 있어서,
 상기 증착용 마스크는 증착 패턴을 형성하기 위한 증착 영역 및 상기 증착 영역 이외의 비증착 영역을 포함하고,
 상기 증착 영역은 길이 방향으로 이격된 복수 개의 유효부 및 상기 유효부 이외의 비유효부를 포함하고,
 상기 유효부는,
 일면 상에 형성된 다수의 소면공과,
 상기 일면과 반대되는 타면상에 형성된 다수의 대면공과,
 상기 소면공과 상기 대면공을 연통하는 다수의 관통홀과,
 상기 다수의 관통홀 사이의 아일랜드부;를 포함하고,
 상기 관통홀의 직경은 33um 이하이고, 상기 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 간의 간격이 48um 이하인 500PPI 이상의 해상도를 가지며,
 상기 타면에 대한 대면공의 경사각은 40도 내지 55도이고,
 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 0.1um 내지 0.3um이고,
 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz) 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 0.5um 내지 2.0um 이고,
 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이고,
 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만인 증착용 마스크.
- [청구항 2] OLED 화소 증착을 위한 금속재의 증착용 마스크에 있어서,
 상기 증착용 마스크는 증착 패턴을 형성하기 위한 증착 영역 및 상기 증착 영역 이외의 비증착 영역을 포함하고,
 상기 증착 영역은 길이 방향으로 이격된 복수 개의 유효부 및 상기 유효부 이외의 비유효부를 포함하고,
 상기 유효부는,
 일면 상에 형성된 다수의 소면공과,
 상기 일면과 반대되는 타면상에 형성된 다수의 대면공과,
 상기 소면공과 상기 대면공을 연통하는 다수의 관통홀과,
 상기 다수의 관통홀 사이의 아일랜드부;를 포함하고,
 상기 관통홀의 직경은 33um 이하이고, 상기 관통홀 중 인접한 두 개의 관통홀의 각 중심 간의 간격이 48um 이하인 500PPI 이상의 해상도를 가지며,

상기 타면에 대한 대면공의 경사각은 40도 내지 55도이고,
 상기 아일랜드 부의 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 0.1 μ m 내지 0.3 μ m이고,
 상기 비증착 영역의 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz) 및 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 0.5 μ m 내지 2.0 μ m 이고,
 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이고,
 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만인 증착용 마스크.

- [청구항 3] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,
 상기 금속재는 압연 및 어닐링을 거친 소정의 두께를 가지는 철-니켈 합금인 금속판으로 제조되며,
 상기 증착용 마스크의 상기 길이 방향은 상기 압연 방향과 상응하고,
 상기 대면공 및 소면공은 상기 금속판에 식각으로 형성되는 증착용 마스크.
- [청구항 4] 제 3항에 있어서,
 상기 금속판의 압연 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기는 압연 수직 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기와 다르고,
 상기 금속판의 압연 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기는 압연 수직 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기와 다른 증착용 마스크
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,
 상기 비증착 영역은,
 상기 평균 10점 평균 표면 거칠기(Rz)를 가지도록 상기 소정의 두께를 가지는 금속판을 식각하는 증착용 마스크.
- [청구항 6] 제 5항에 있어서,
 상기 금속판의 소정의 두께는 30 μ m 이상이고,
 상기 비증착 영역은 인장력 조절을 위한 하프 에칭부를 포함하며,
 상기 비증착 영역에서 하프 에칭부가 형성되지 않은 부분의 두께는 20 μ m 내지 30 μ m인 증착용 마스크.
- [청구항 7] 제 3항에 있어서,
 상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 30% 이하이고,
 상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 30% 이하인 증착용 마스크.
- [청구항 8] 제 7항에 있어서,
 상기 소정의 두께는 25 μ m 이상이고,

상기 비증착 영역은 인장력 조절을 위한 하프 에칭부를 포함하며,
상기 비증착 영역에 하프 에칭부가 형성되지 않은 부분의 두께는 $15\mu\text{m}$
내지 $25\mu\text{m}$ 인 증착용 마스크.

[청구항 9] 제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 비증착 영역 상의 식각조절층을 포함하는 증착용 마스크.

[청구항 10] 제 6항에 있어서,

상기 아일랜드부의 표면 거칠기는,

길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균
중심선 평균 표면 거칠기가 각각 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.3\mu\text{m}$ 이고,

길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 10점
평균 표면 거칠기가 각각 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $2.0\mu\text{m}$ 이고,

상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이
방향을의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만이고,

상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이
방향을의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 50% 미만인 증착용
마스크.

[청구항 11] 제 8항에 있어서,

상기 아일랜드부의 표면 거칠기는,

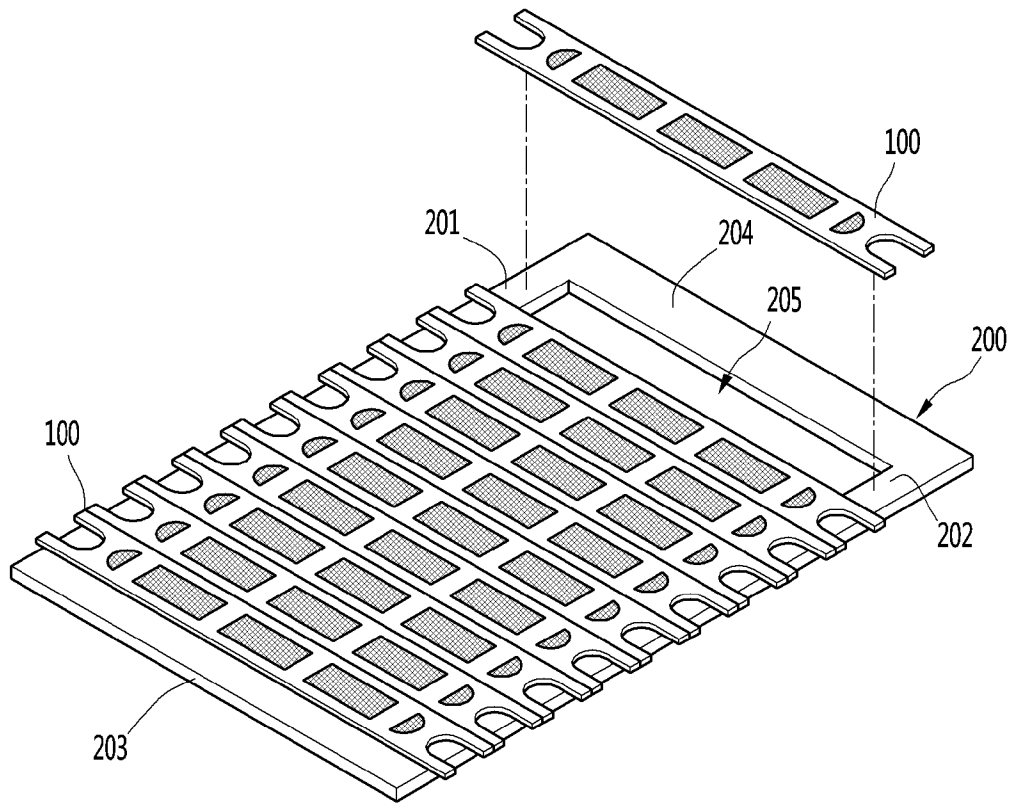
길이 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균
중심선 평균 표면 거칠기는 $0.1\mu\text{m}$ 내지 $0.2\mu\text{m}$ 이고,

길이 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기 및 폭 방향으로의 평균 10점
평균 표면 거칠기는 $0.5\mu\text{m}$ 내지 $1.5\mu\text{m}$ 이고

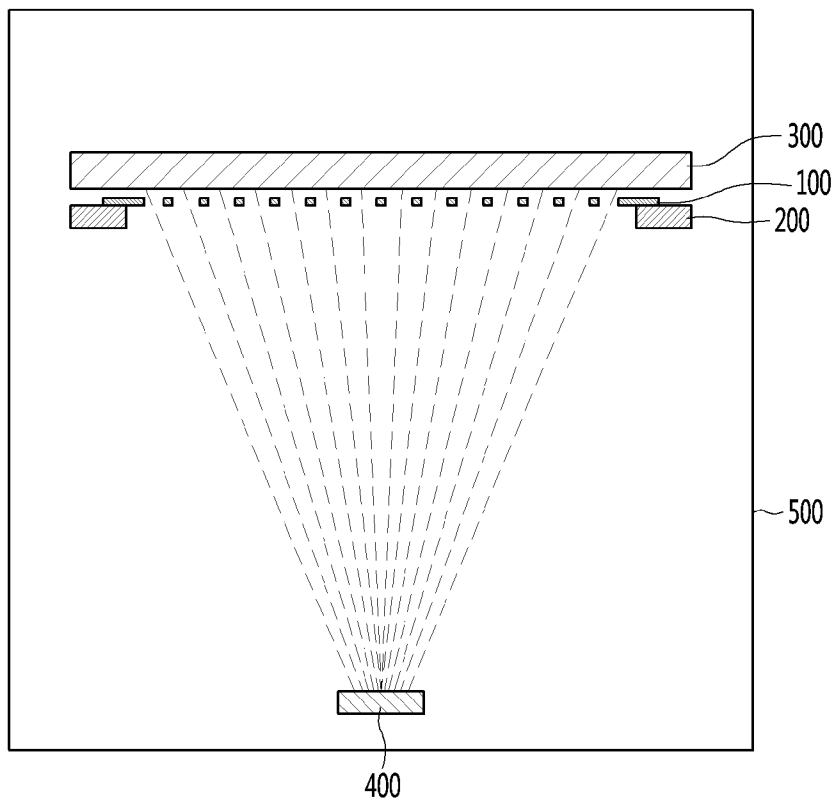
상기 폭 방향으로의 평균 중심선 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이
방향을의 평균 중심선 평균 표면 거칠기 값의 편차는 30% 이하이고,

상기 폭 방향으로의 평균 10점 평균 표면 거칠기에 대한 상기 길이
방향을의 평균 10점 평균 표면 거칠기 값의 편차는 30% 이하인 증착용
마스크.

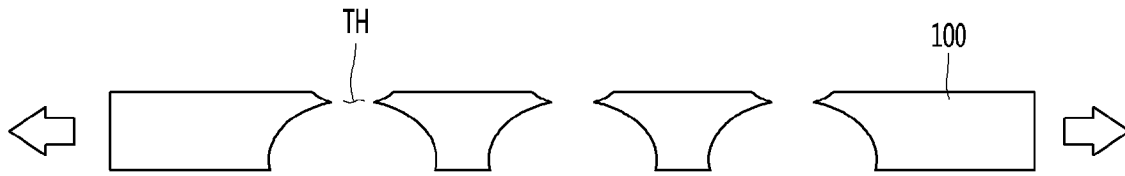
[도1]



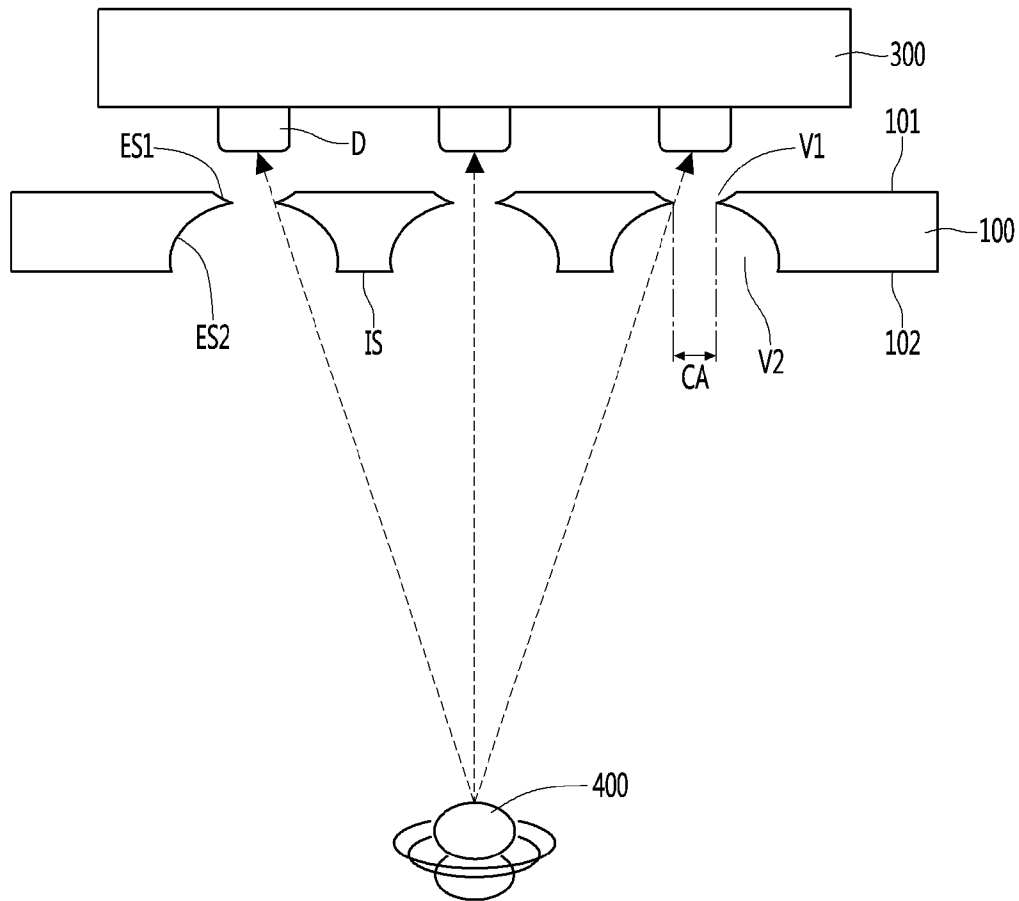
[도2]



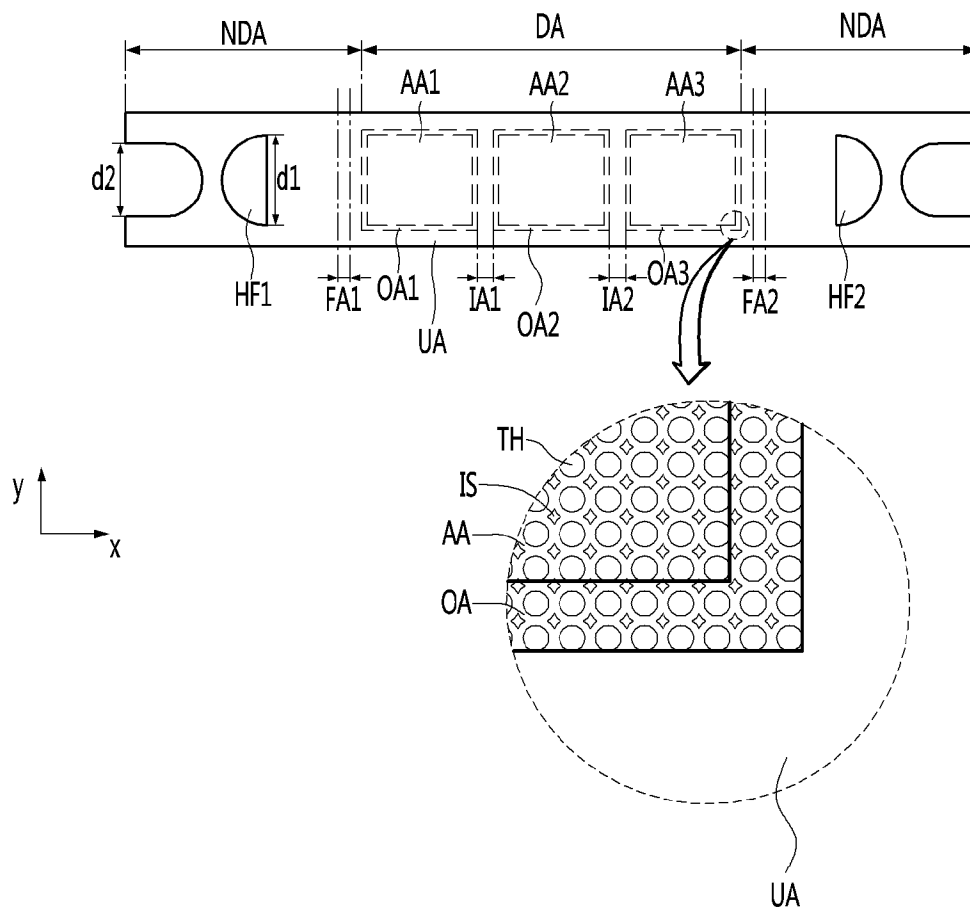
[도3]



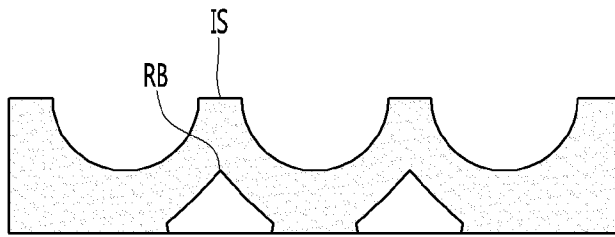
[도4]



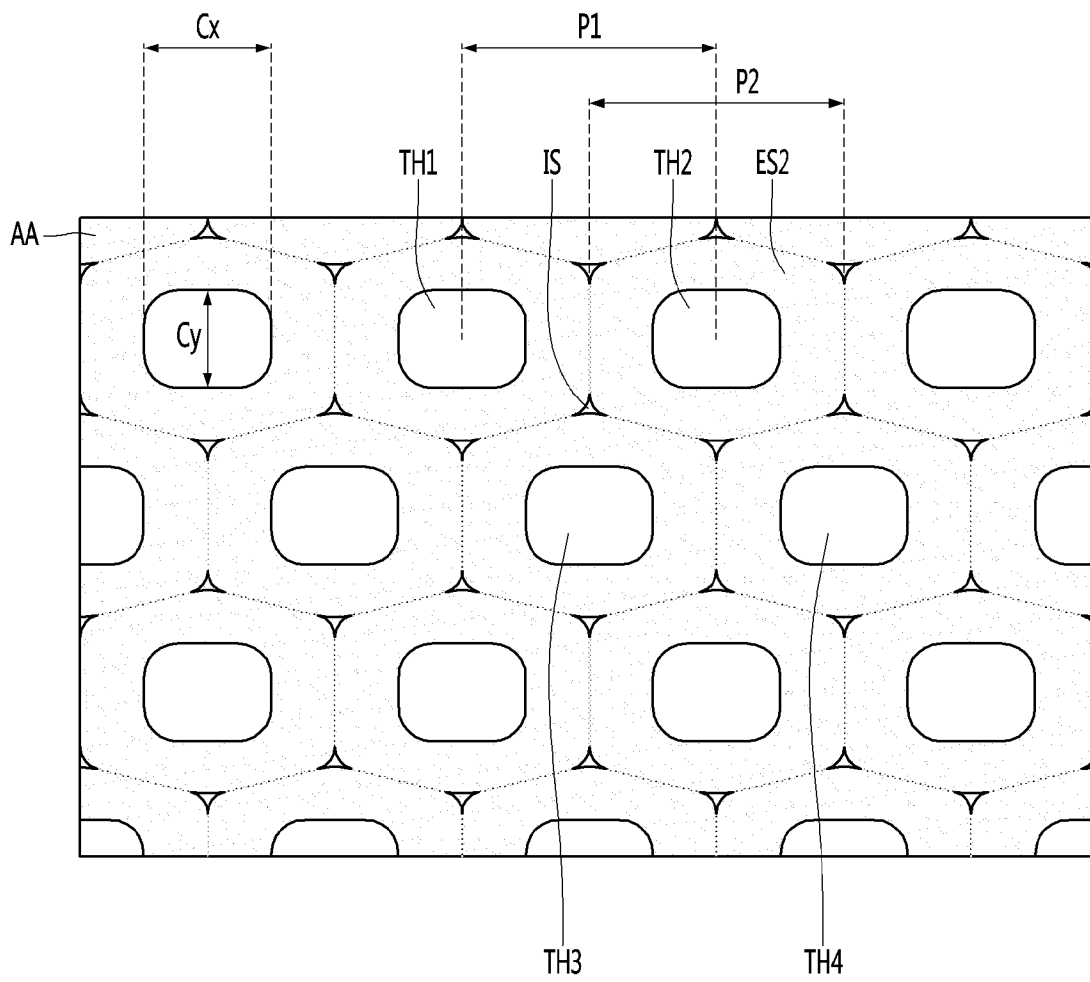
[도5]



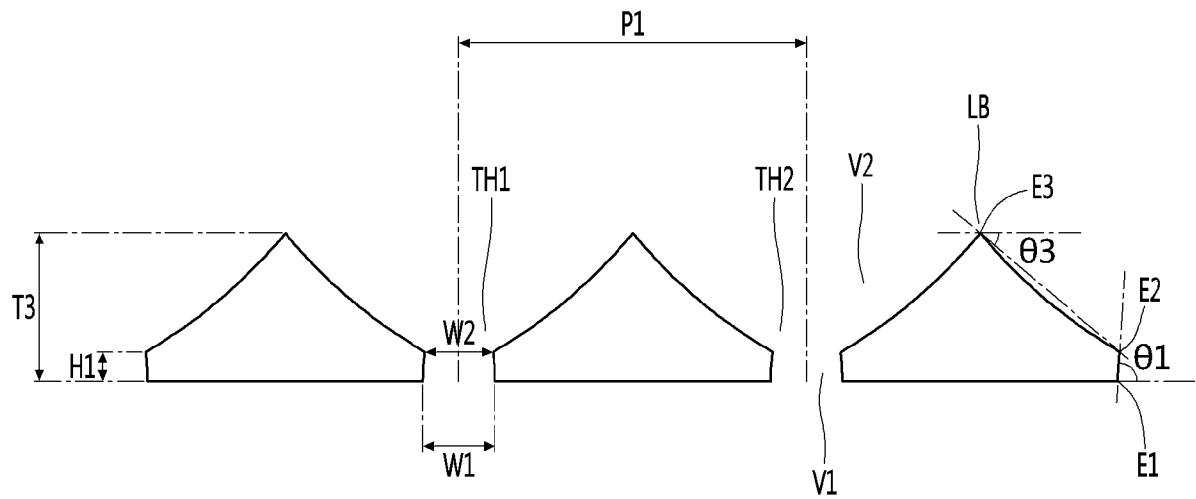
[도6c]



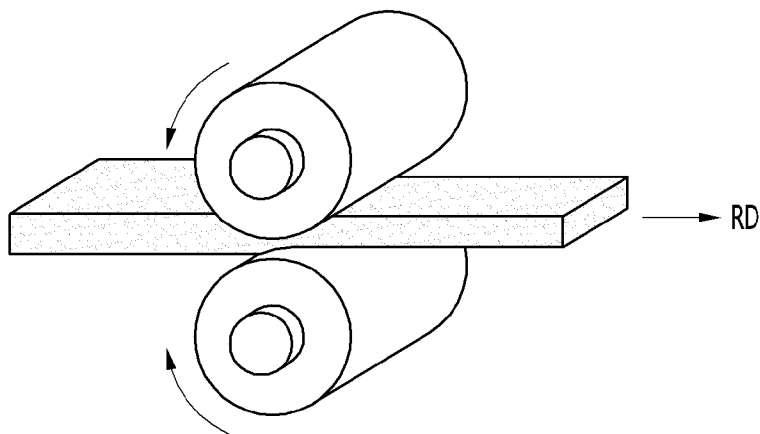
[도7]



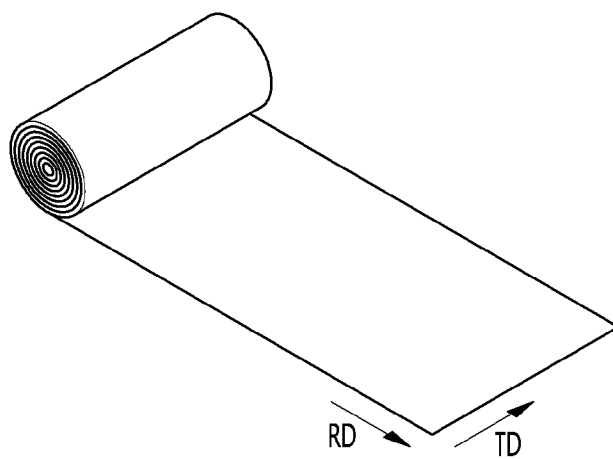
[도8]



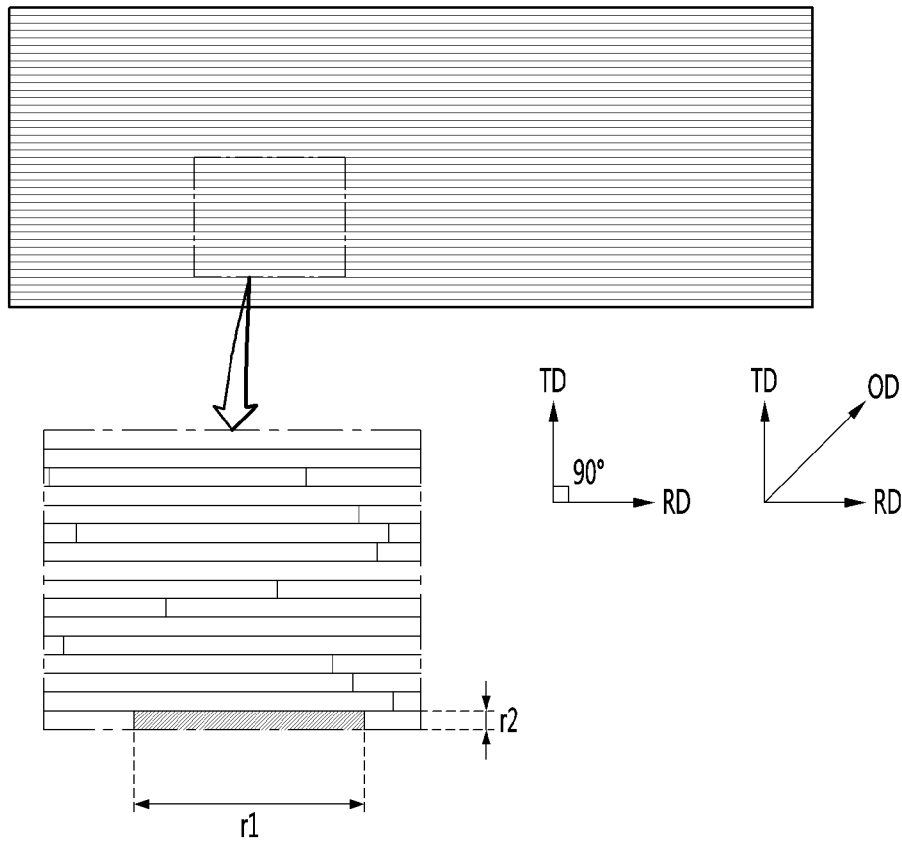
[도9]



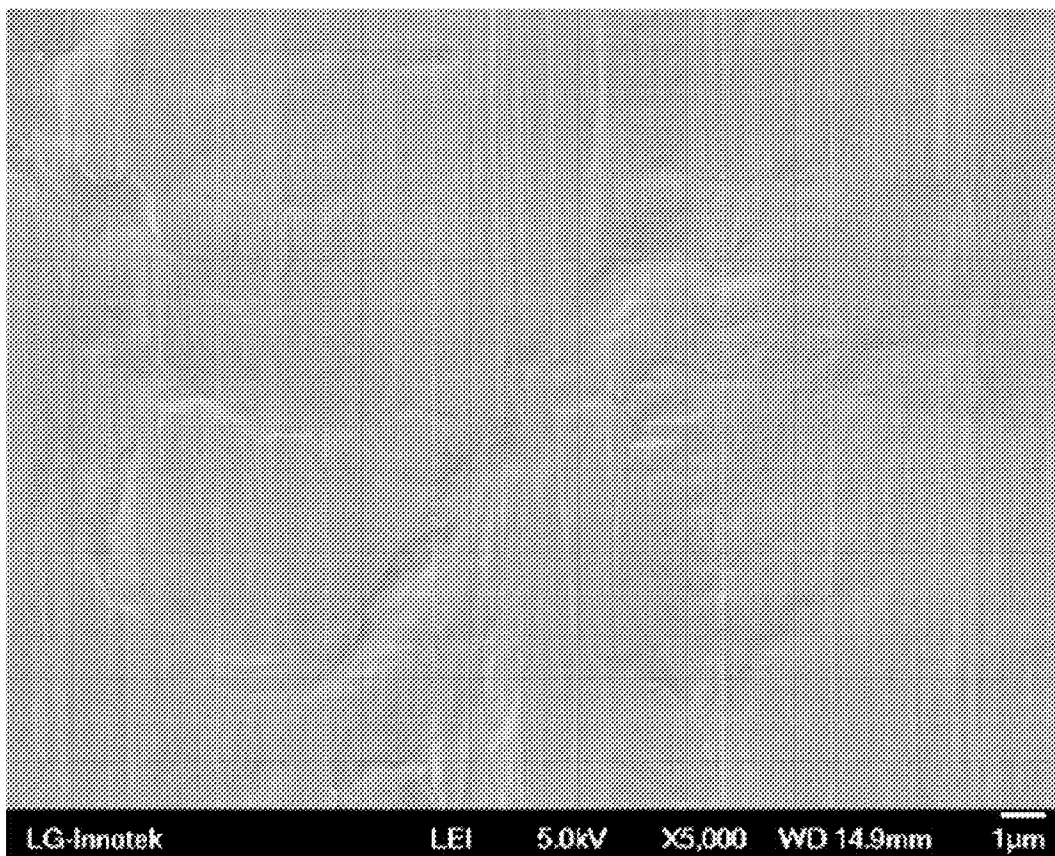
[도10]



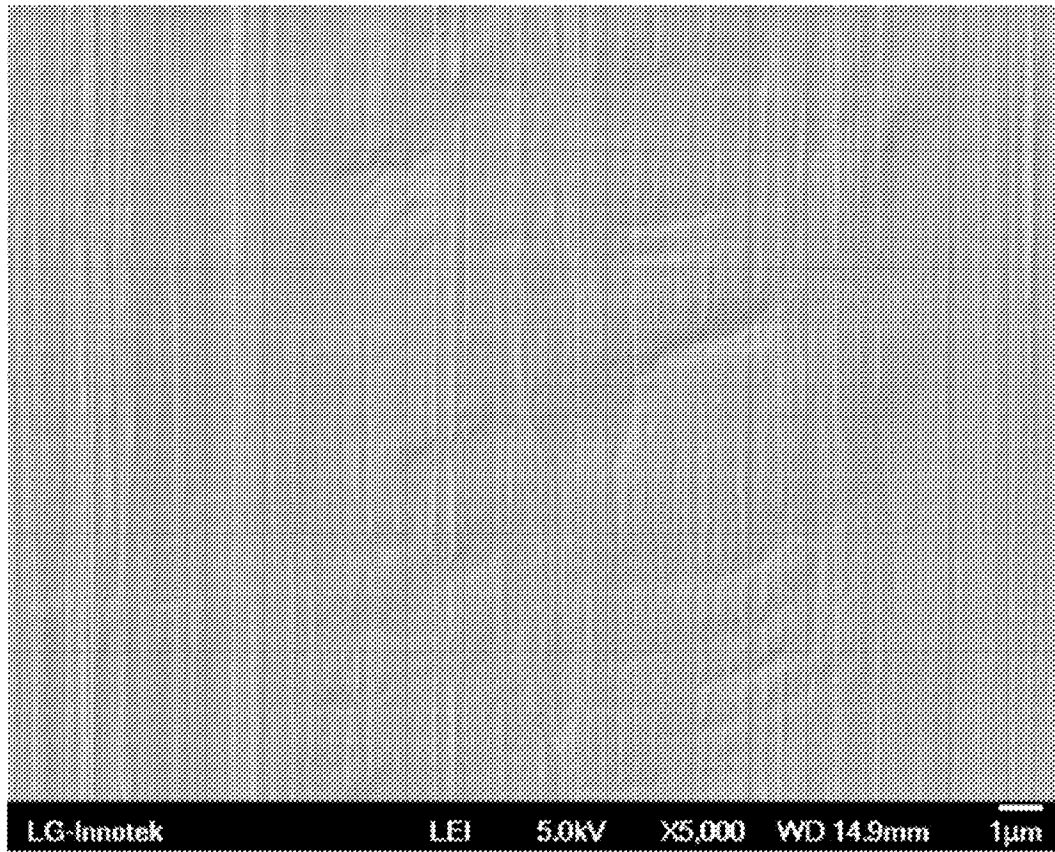
[도11]



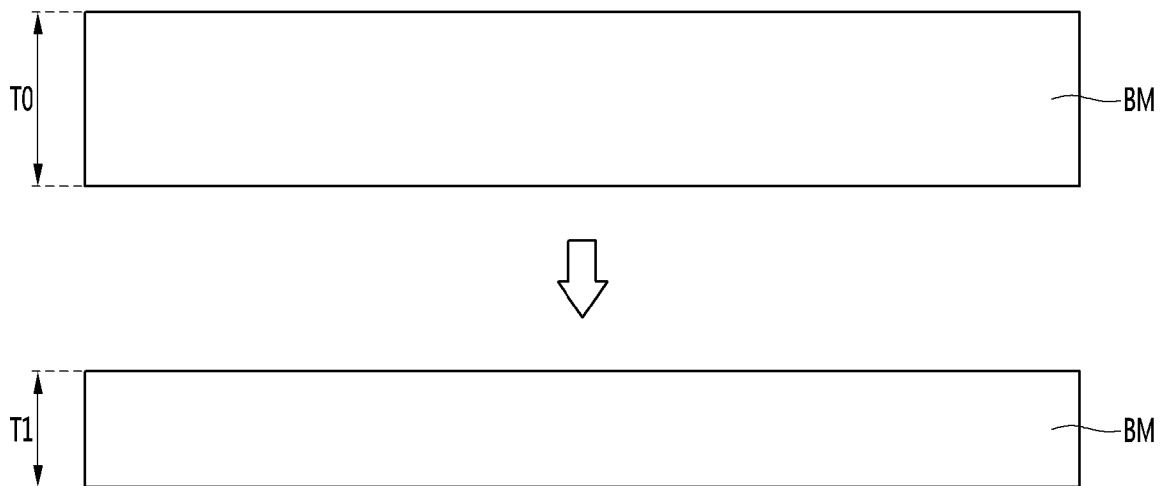
[도12]



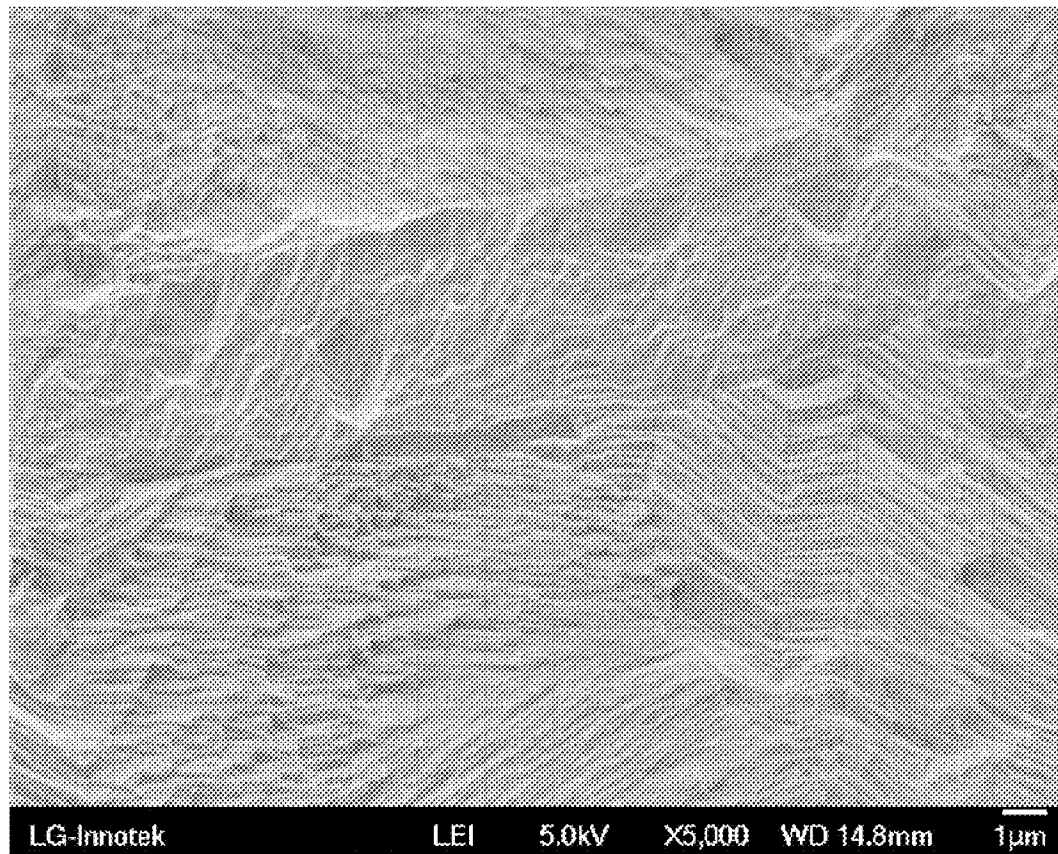
[도13]



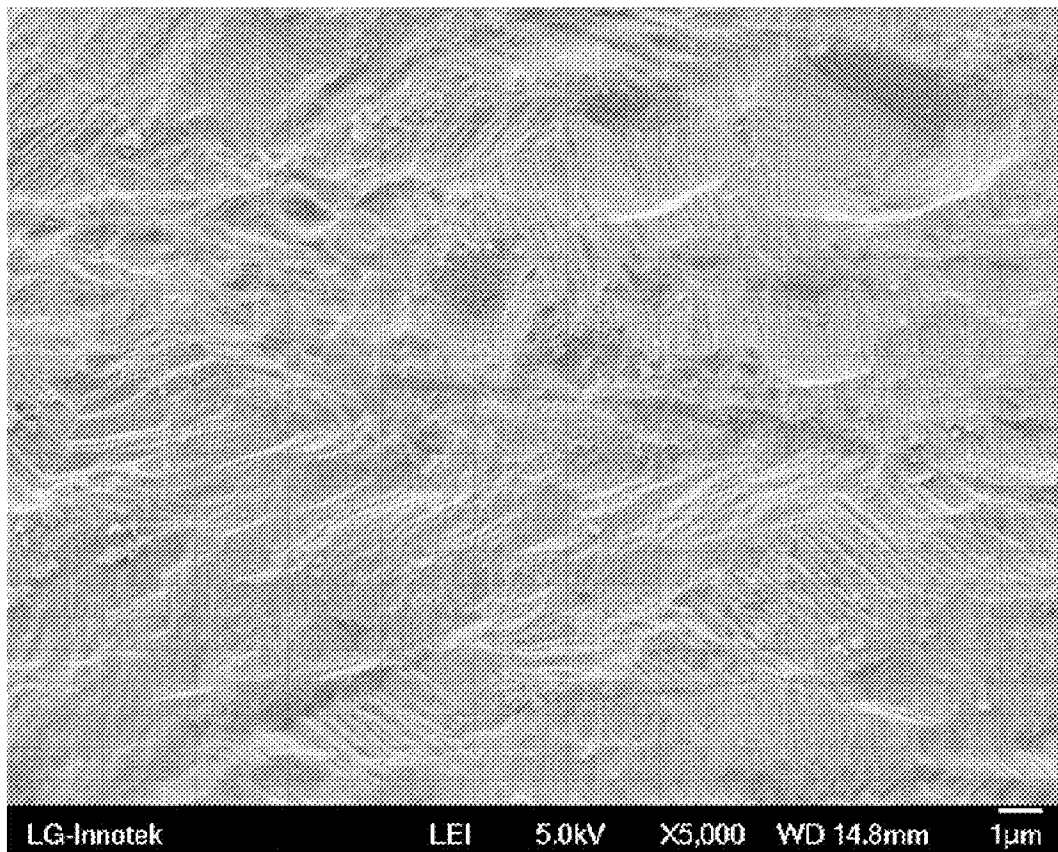
[도14]



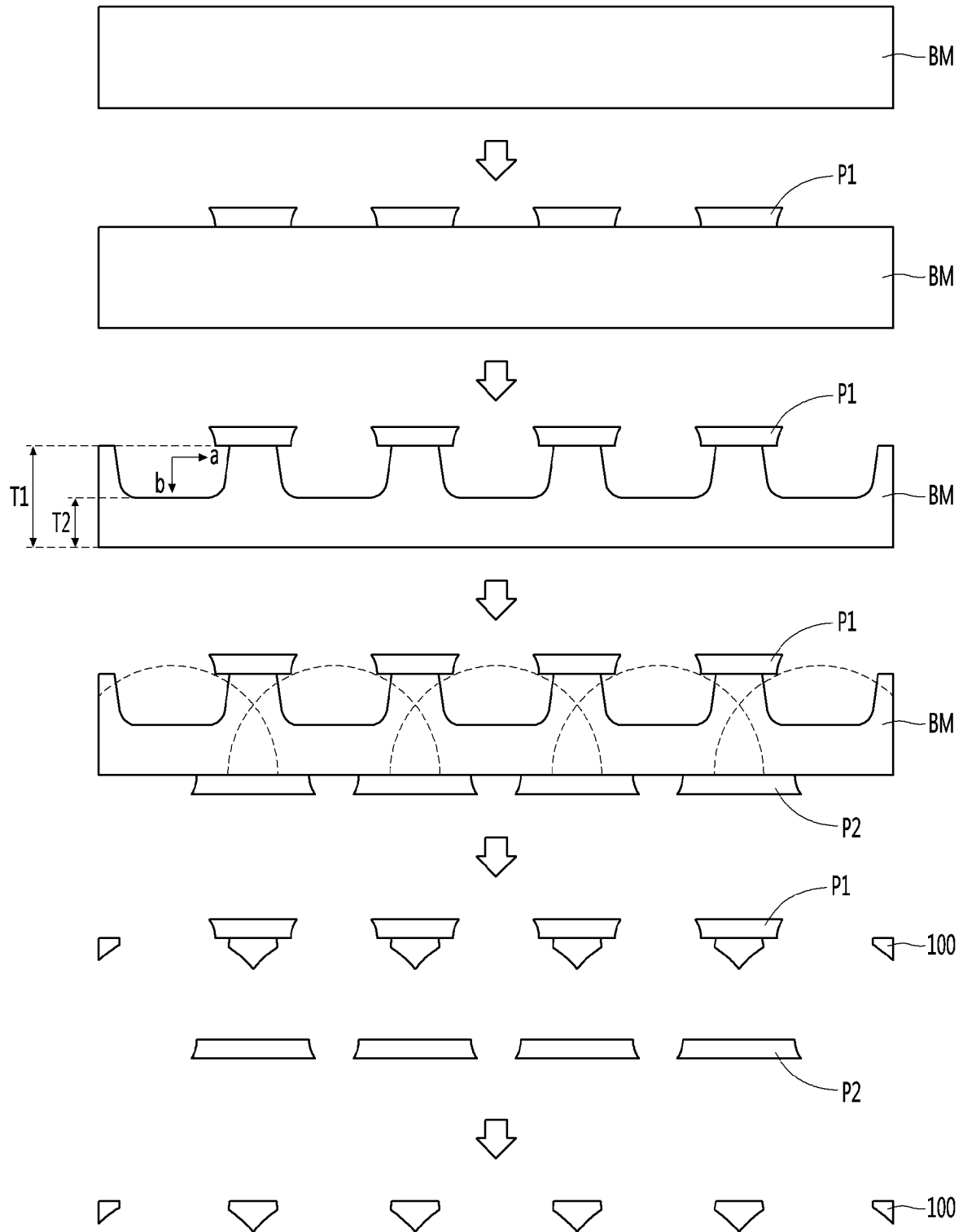
[도15]



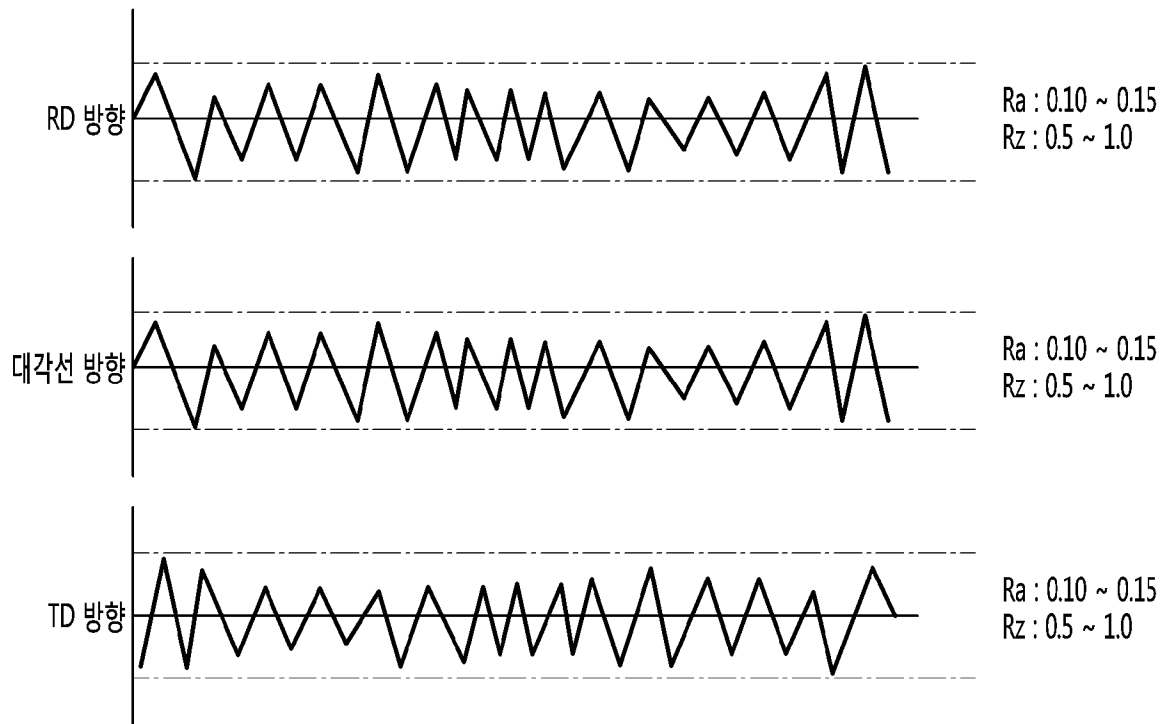
[도16]



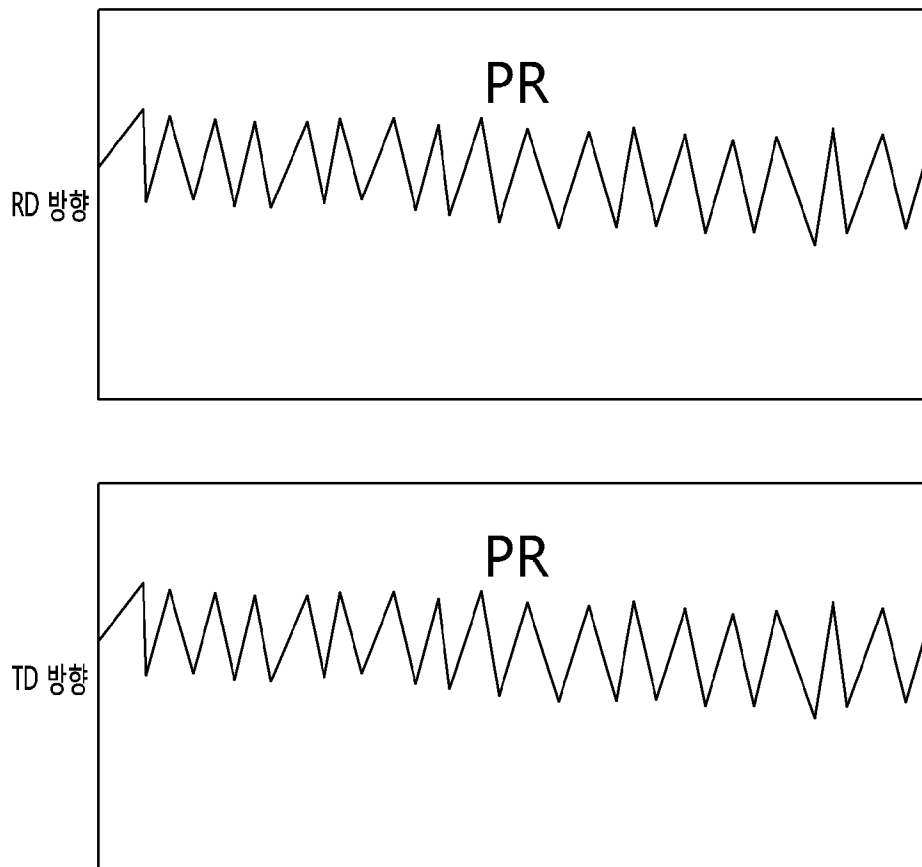
[도17]



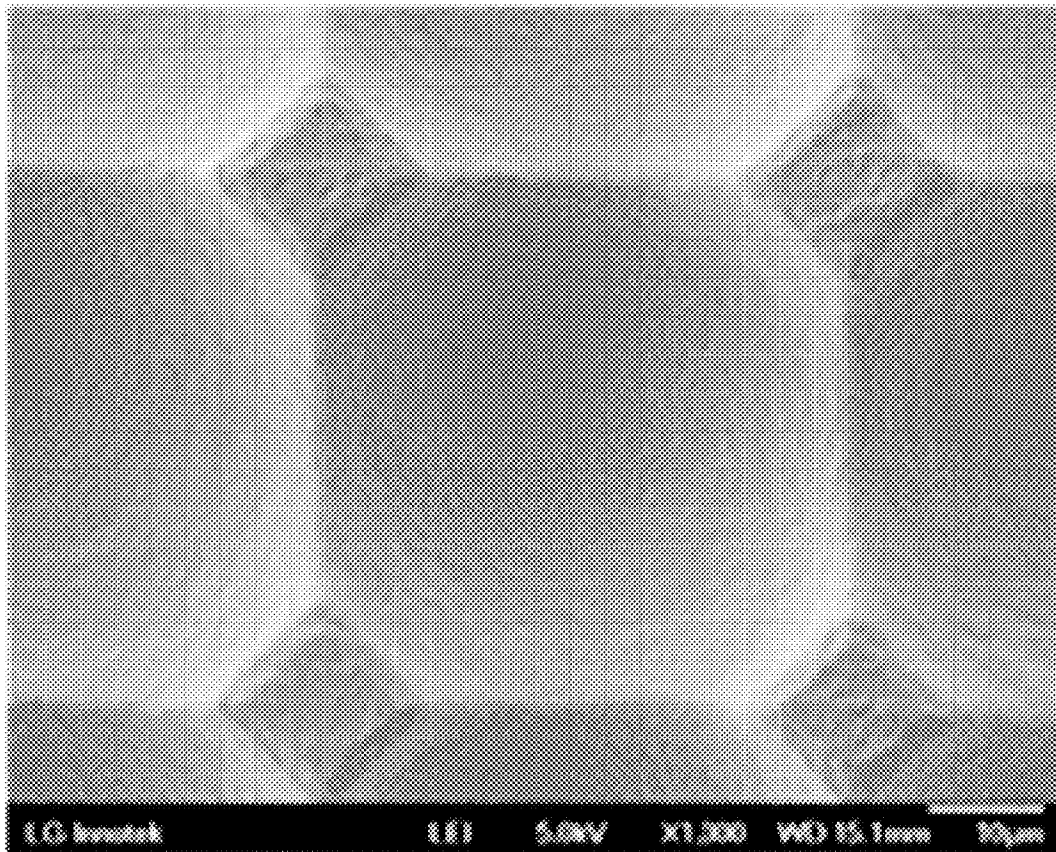
[도18]



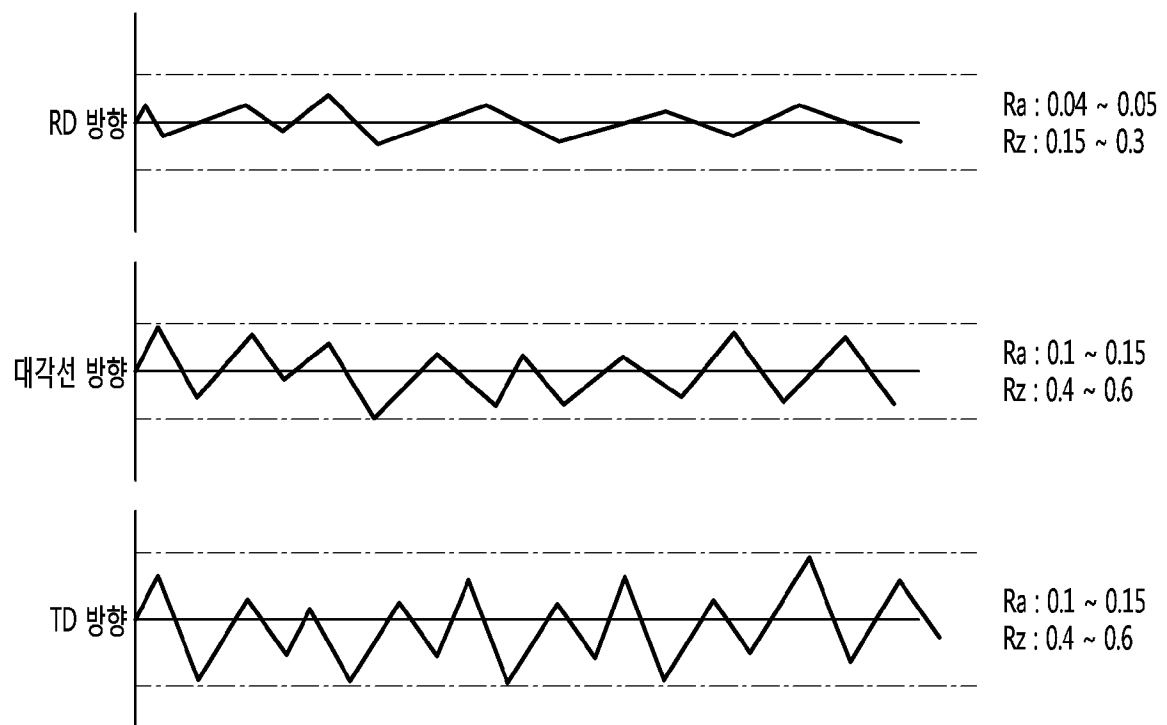
[도19]



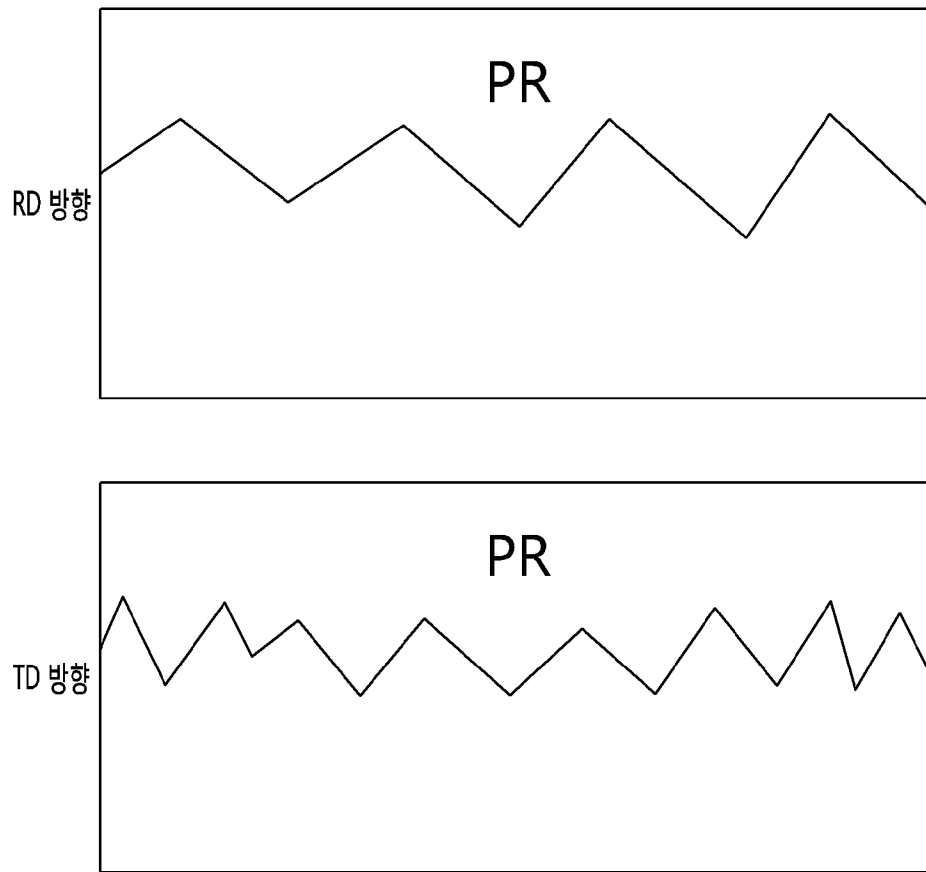
[도20]



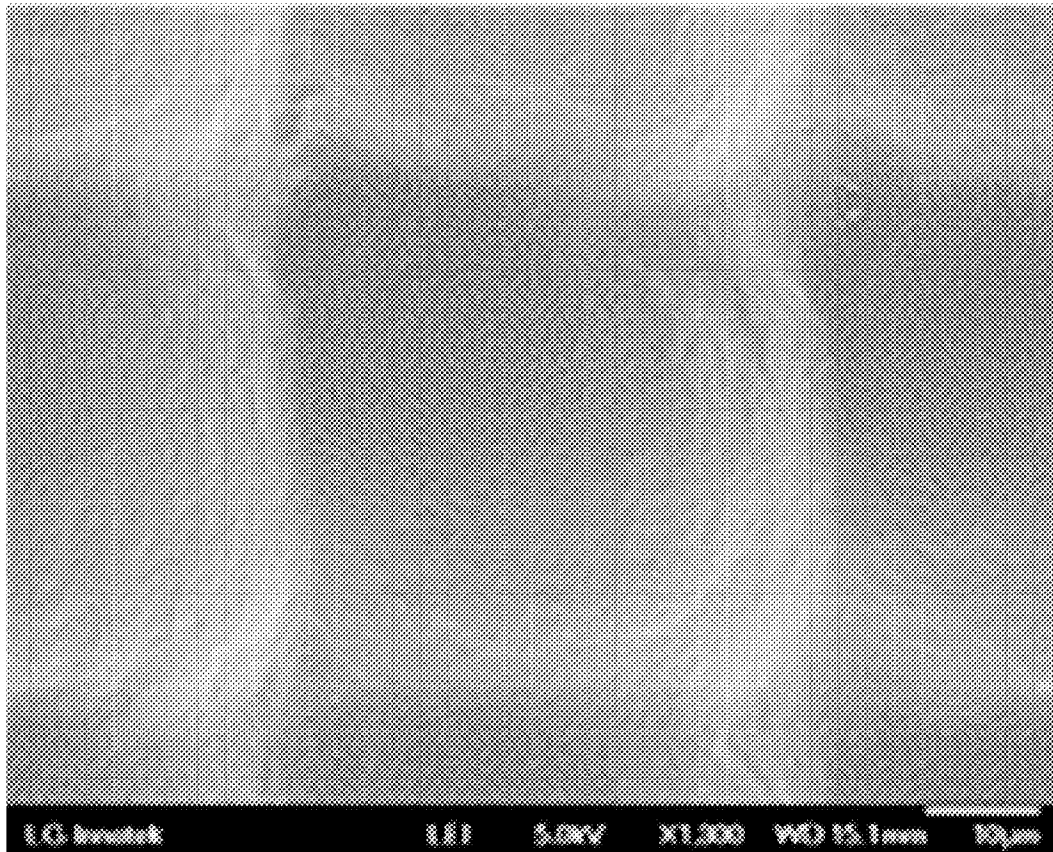
[도21]



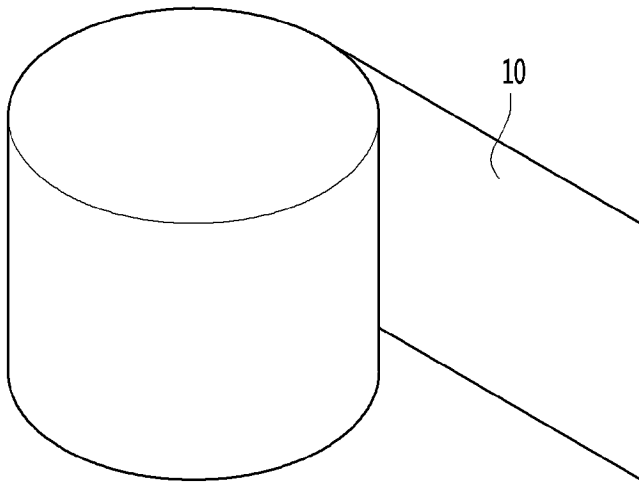
[도22]



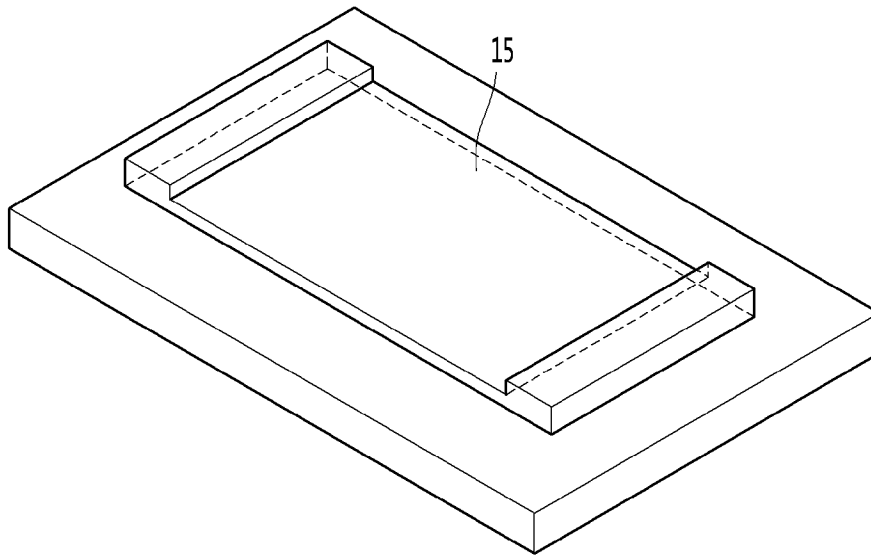
[도23]



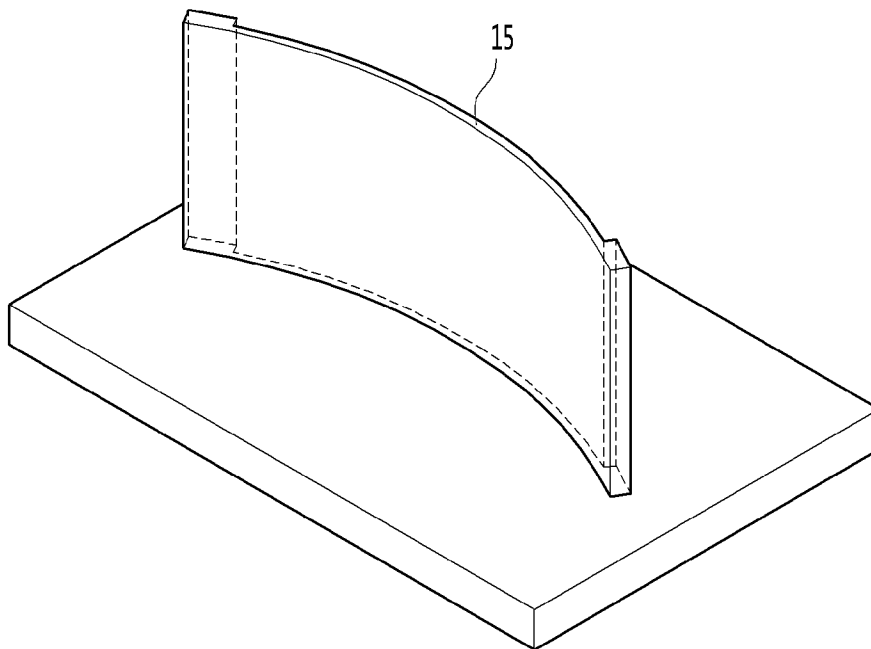
[도24]



[도25]

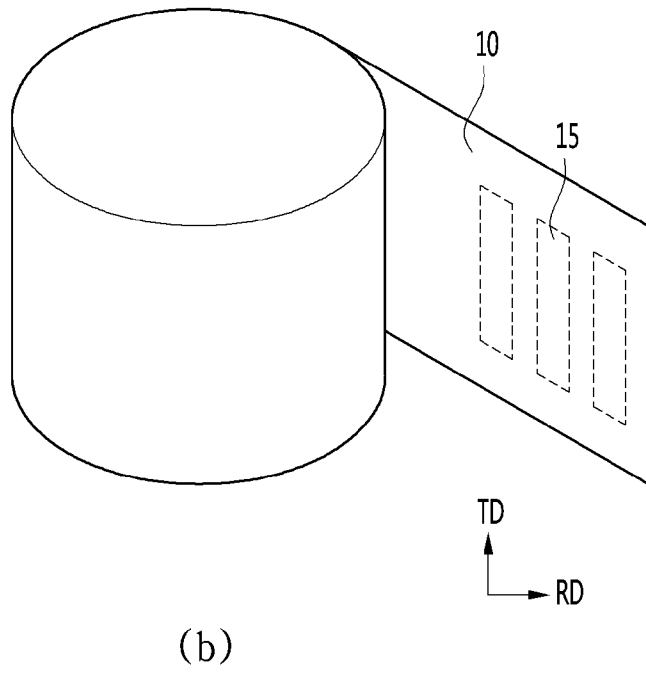
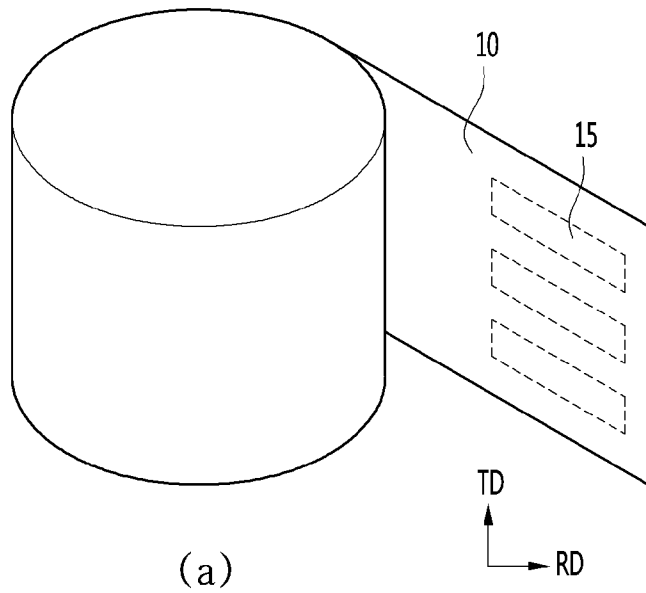


(a)

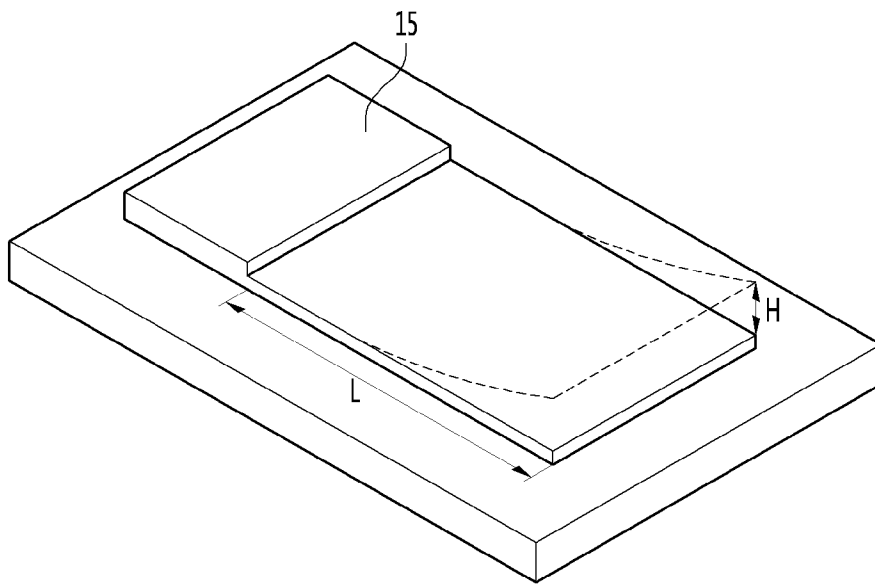


(b)

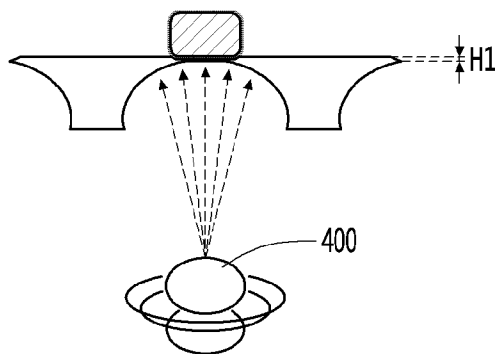
[도26]



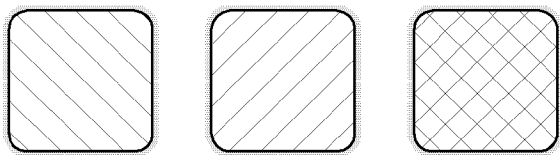
[도27]



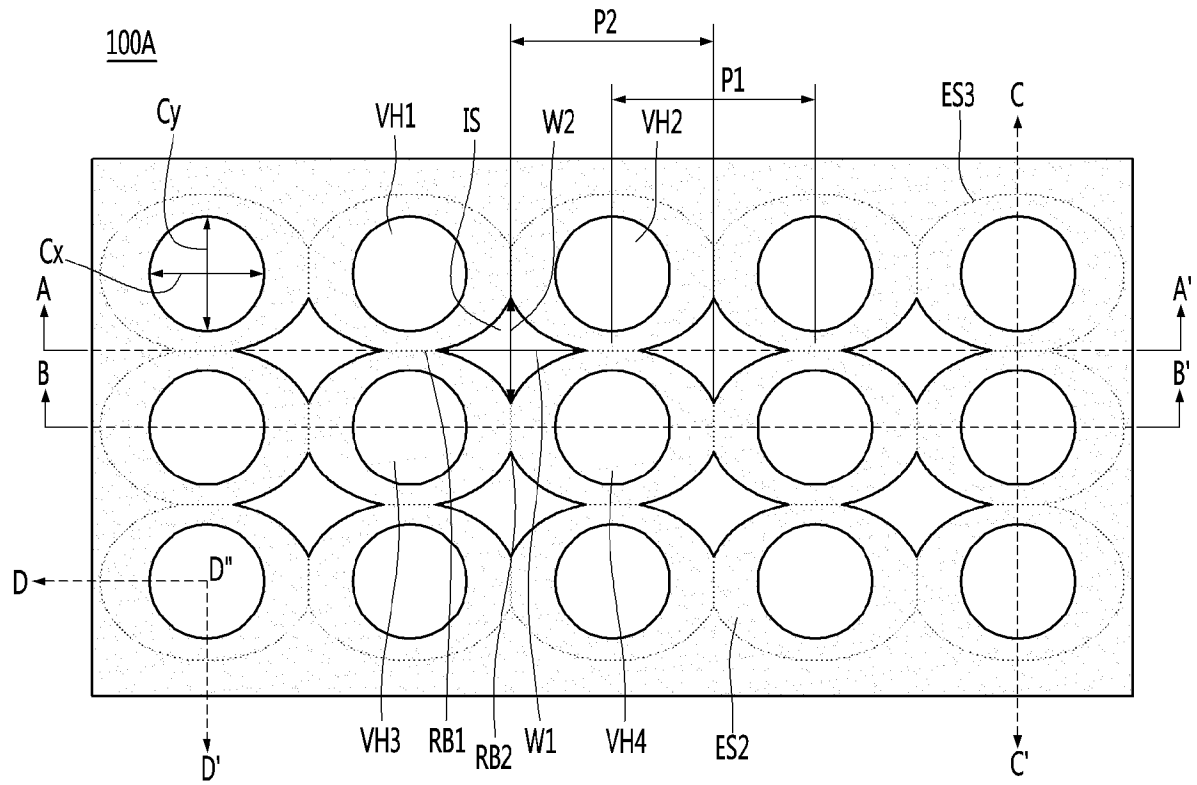
[도28]



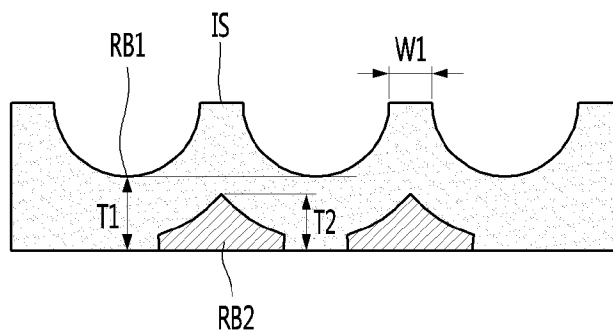
[도29]



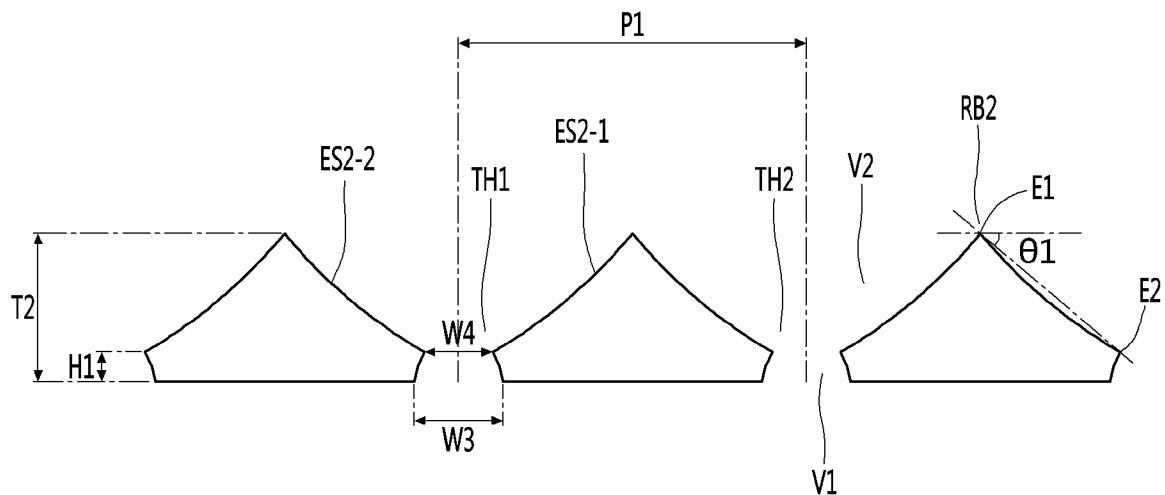
[도30]



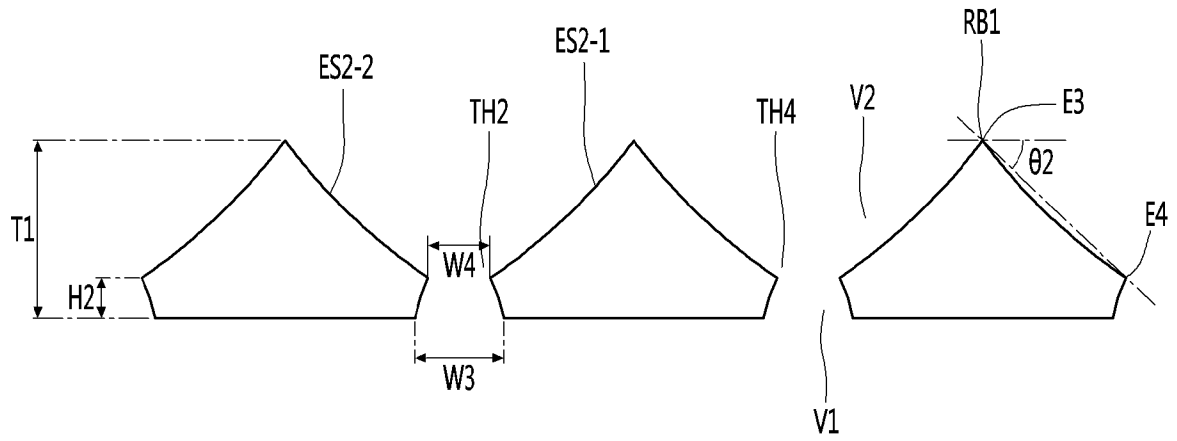
[도31]



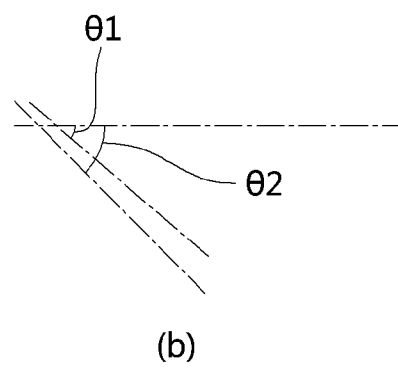
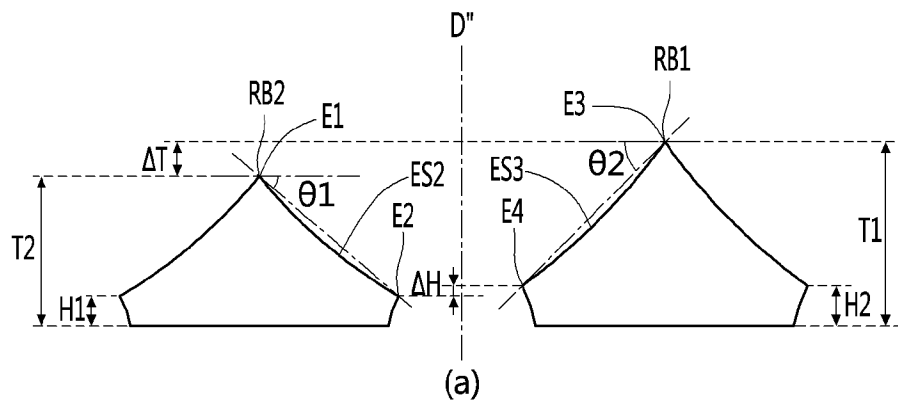
[도32]



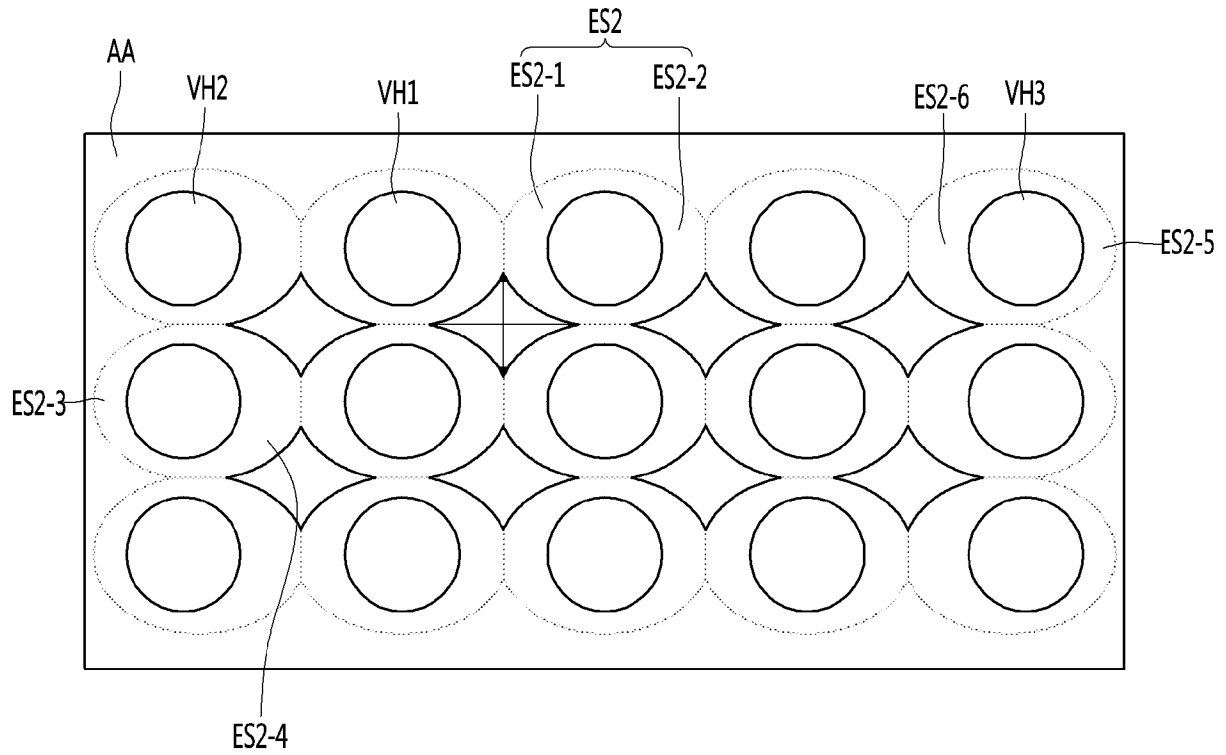
[도33]



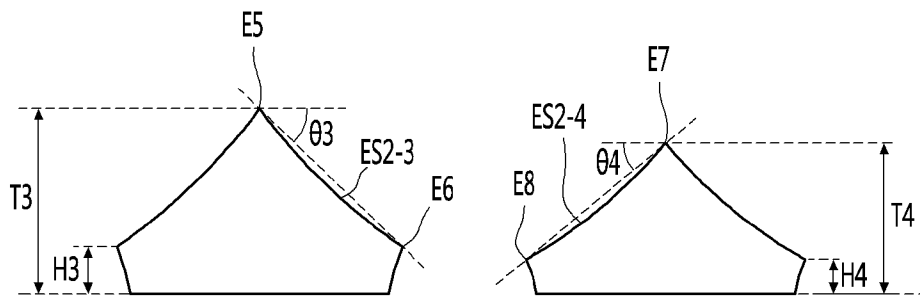
[도34]



[도35]



[도36]



[도37]

