



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월28일
(11) 등록번호 10-2269904
(24) 등록일자 2021년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/04 (2006.01) B23K 26/22 (2014.01)
C23F 1/02 (2006.01) C23F 1/28 (2006.01)
H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C23C 14/042 (2013.01)
B23K 26/22 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0025937

(22) 출원일자 2021년02월25일

심사청구일자 2021년02월25일

(56) 선행기술조사문헌

KR101918551 B1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자

(주)세우인코퍼레이션

서울특별시 강남구 논현로72길 12 (역삼동, 세우빌딩)

윤성준

경기도 시흥시 배곧1로 27-15, 109동 3604호 (정왕동, 한라비발디캠퍼스)

(72) 발명자

윤성준

경기도 시흥시 배곧1로 27-15, 109동 3604호 (정왕동, 한라비발디캠퍼스)

(74) 대리인

특허법인(유한) 대아

심사관 : 최중운

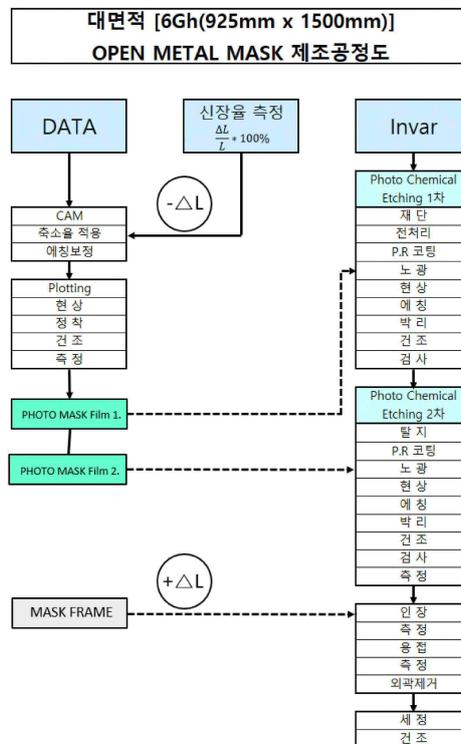
(54) 발명의 명칭 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 목적은 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 충족시킴과 아울러 원장으로 제작될 수 있는 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법을 제공하는 것이다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법은, 2장의 인바(뒷면에 계속)

대표도 - 도7



(Invar) 박판 중 1장은 장축을 일정 간격으로 복수개로 분리한 후 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하고, 다른 1장은 단축을 상기 일정 간격과 동일한 간격으로 복수개로 분리한 후 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하여 1차 및 2차 케미칼 에칭 공정에서 사용한 2세트의 포토 마스크 필름을 측정된 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소하여 제작하고 1차 포토 케미칼 에칭 전공정과 2차 포토 케미칼 전공정을 수행한 후 텐션을 가해 신장율 만큼 인장한 후 마스크 프레임에 레이저 용접으로 고정시켜 마스크 프레임 어셈블리를 제작한다.

(52) CPC특허분류

C23F 1/02 (2013.01)

C23F 1/28 (2013.01)

H01L 51/0011 (2013.01)

H01L 51/56 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170086701 A

KR1020190116559 A

KR1020190041893 A

KR102000545 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

2장의 인바(Invar) 박판 중 1장은 장축을 일정 간격으로 복수개로 분리한 후 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하고, 다른 1장은 단축을 상기 일정 간격과 동일한 간격으로 복수개로 분리한 후 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하는 제 1 단계; 및

1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 위한 1차용, 2차용 2 세트의 포토 마스크 필름을 측정된 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소하여 제작하는 제 2 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 인바 박판을 재단한 후 표면을 세척하는 제 3 단계; 및

상기 인바의 양면에 포토 레지스트(Photo Resist)를 코팅하는 제 4 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 포토 레지스트는 액상 또는 드라이 필름을 사용하며,

상기 1차용 포토 마스크 필름을 사용하여 UV 노광 후, 현상액을 사용하여 현상함으로써, UV 조사가 차단된 영역의 포토 레지스트가 제거되어 에칭시킬 영역만 노출시킨 후 에칭 공정을 수행하는 제 5 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 에칭은 염화 제이철 용액 또는 과염소산 제이 철용액을 사용하며,

상기 염화 제이철 용액의 비중은 1.38 ~ 1.42이고, 온도는 50 ~ 55℃이며, 에칭액의 분사시 분사되는 에칭액의 스프레이 압력은 2.5 ~ 3kg/cm² 인 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

에칭시킬 상기 영역은 복수개로 분리된 셀과 얼라인 키이며,

상기 셀과 키의 위치를 30% 에칭하여 상기 인바의 두께를 70%로 유지하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
에칭이 완료된 상기 인바의 양면에 포토 레지스트를 코팅하는 제 6 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
상기 2차용 포토 마스크 필름을 이용하여 노광, 현상, 에칭 공정을 각각 수행한 후, 박리 공정을 수행하여 원하는 OMM(Open Metal Mask)을 획득하는 제 7 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,
OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
상기 제 1 단계 내지 상기 제 7 단계에 의해 형성된 OMM을 마스크 프레임 상에 장착한 후 인장기를 이용하여 신장률만큼 인장하면서 평탄도를 유지시키는 것을 특징으로 하는,
OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 OMM의 키 피치, 키 위치 정확성, 셀 위치 정확성을 각각 측정하여 공차 범위 내임을 확인 후 레이저 스폿 용접을 시행하고, 외곽을 제거하여 마스크 프레임 어셈블리를 형성하는 것을 특징으로 하는,
OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 대면적 유리 기판 6 Gh(925 mm × 1,500 mm) OLED 공정에서 유기 물질 증착에 필요한 대면적의 메탈 마스크를 제조하기 위한 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 평판 디스플레이는 최근 LCD(Liquid Crystal Display)에서 OLED(Organic Lighting Emitting Diodes)로 전환되고 있다.

[0004] OLED는 자체 발광, 응답 속도, 시야각, 저전압 저전력 소모, 명암비, 색 재현성, 해상도 등의 성능이 매우 우수

하다.

- [0005] 이러한 OLED는 유기물 박막으로 음극과 양극을 통하여 주입된 전자와 정공이 결합하여 엑시톤(Exciton)을 형성하고, 형성된 엑시톤이 여기 상태에서 기저 상태로 전이되면서 특정 파장의 빛이 발생하는 현상을 이용한 소자이다.
- [0006] OLED의 구조는 유리 기판이나 투명 플라스틱 위에 빛이 통과하는 투명한 음극과 양극을 형성하고 그 사이에 전자, 정공의 수송층 및 도전층과, 중앙에 발광층을 증착시킨 구조이다.
- [0008] 도 1은 OLED 디스플레이의 기본 구조 및 발광 원리를 나타내는 도면이다.
- [0009] OLED 디스플레이의 기본 구조는 투명 유리 기판으로부터 양극(Anode), 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광층(EML), 전자 수송층(ETL), 전자 주입층(EIL), 음극(Cathode)의 순서로 이루어져 있다.
- [0010] OLED 디스플레이 모듈 생산은 유리 기판(진공 공정) → 진공 증착(Evaporation) → 봉지(Encapsulation) → 셀(Cell) → 모듈(Module) 과정을 통해서 완성된다.
- [0011] 유리 기판의 진공 공정은 스퍼터링 방법으로, 유리 기판 위에 ITO 박막을 형성한다.
- [0012] 이후, 고 진공 하에서 유리 기판에 증착하는 방식으로 여러 층의 유기 박막과 금속 박막을 계속하여 형성한다.
- [0013] 유기 박막은 각각 독립된 진공 챔버 내에서 증착된다.
- [0014] 이러한 진공 챔버는 상단의 유리 기판과 하단의 메탈 마스크 프레임을 얼라인시키는 장치와, 박막 증착 두께 모니터 장비와, 유기물 증발원을 포함하고 있으며, 진공 펌프를 이용하여 챔버 내 10^{-7} Torr 초고 진공 상태를 유지하고, 유기 물질을 200 ~ 500 °C 범위 내에서 열증발(Thermal Evaporation) 방식으로 승화 또는 증발시킨다.
- [0015] 정밀한 증착이 이루어지기 위해서는 증착용 마스크가 유리 기판 하단에 정확하게 탑재되어야 한다.
- [0016] 증발된 분자 단위의 작은 유기 물질은 마스크를 통해 유리 기판의 일정한 위치에, 일정한 사이즈와 두께로 증착된다.
- [0017] OLED 유기 증착은 양극, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층(RED), 발광층(Green), 발광층(Blue), 전자 수송층, 전자 주입층, 음극 순서로 각기 다른 진공 챔버 내에서 각기 다른 메탈 마스크를 통해 증착된다.
- [0018] 증착된 유기 물질의 전체 두께는 200 ~ 300 nm 정도이며, 0.7 mm의 유리 기판을 사용할 경우 유기물의 두께는 유리 두께의 1/300 ~ 1/400 정도의 박막이다.
- [0019] 유기 증착 공정이 완료되면 곧바로 봉지 공정이 실행된다. 봉지 공정은 OLED에서 빛을 내는 유기 물질과 전극이 산소와 수분에 매우 민감하게 반응하여 발광 특성을 잃기 때문에 이를 차단하기 위한 공정으로 OLED 패널의 수명을 보존 또는 향상시키는 공정이다.
- [0020] 봉지 공정은 다수의 무기층이거나, 무기층과 유기층, 또는 무기층과 유기층을 반복하여 형성한다.
- [0021] 제 1 무기층 사이에 LiF를 포함한 금속층을 추가할 수도 있다.
- [0023] 도 2는 OLED 유기 증착 챔버와 OLED 유기 증착 및 봉지 공정 장치를 나타내는 도면이다.
- [0024] OLED 유기 증착 공정 및 봉지 공정에서 FMM(Fine Metal Mask)와 OMM(Open Metal Mask)을 사용한다.
- [0025] 풀 컬러 디스플레이(Full Color Display)의 구현을 위해 빛의 3원색인 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)의 기본 화소가 필요하다.
- [0026] FMM은 발광층, RGB 화소를 증착시키는데 사용되는 마스크이고, OMM은 셀의 공동층의 증착 공정에 사용하는 마스크이다.
- [0027] 하나의 모델 증착 공정에, FMM은 3개의 마스크가 필요하고, OMM은 통상 6 ~ 8개의 마스크가 필요하다.
- [0028] 봉지 공정은 여러 가지의 방법이 있으며, 이에 따라 OMM의 수량은 변경될 수도 있다.
- [0030] 도 3은 OLED 증착 및 봉지 공정과 이에 필요한 메탈 마스크를 나타낸 것이다.
- [0031] 최근 OLED의 소재 및 공정, 장비 등의 기술 발전과 폭발적인 수요 증가로 인해 OLED 디스플레이 패널 업체들이 OLED 양산 라인을 4, 5 세대(4G, 5G) 급에서 6세대(6G) 급으로 전환하고 있다.

- [0032] 유리 기판을 6 Gh(925 mm × 1,500 mm) 사이즈를 사용하는 대면적 생산 방식으로 변경함에 따라, 이에 합당한 FMM과 OMM의 제작과 함께 마스크 프레임 어셈블리가 필요하다.
- [0033] FMM의 경우는 스틱(Stick) 형태의 분할 마스크로 제조하여 여러 개를 마스크 프레임에 이어 붙이는 방법이 가능하다.
- [0034] 하지만, OMM의 경우는 분할 마스크 제작이 불가능하여, 대면적의 원장 마스크(Full Size-One Piece Mask)로 제작되어야 한다.
- [0035] OLED 디스플레이 패널 업체에서 요구하는 대면적 6 Gh(925 mm × 1,500 mm) 유리 기판과 동일한 크기의 OMM은 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도가 4G, 5G 보다도 더욱 정밀한 스펙(Spec)이 필요하다.
- [0036] 이는 200 ~ 300 PPI(Pixel Per Inch) 화소 수준에서 현재 500 ~ 600 PPI 수준의 FMM이 생산되고 있기 때문에, OMM도 이와 비례하여 높은 수준의 정밀도가 요구되고 있다.
- [0037] 그러나, 대면적의 OMM을 제조할 경우 대면적 인바 원판 웨이브(Wave), 대면적 에칭 공정에서의 에칭 편차, 마스크의 자중에 의한 처짐, 열변형 발생에 대한 문제 등과 같은 근본적인 원인에 대한 대책이 시급한 실정이다.
- [0038] 게다가, 최근에 OLED 패널 제조업체에서 대면적 OLED 유리 기판 6 Gh(925 mm × 1,500 mm) 생산 설비로 전환되면서, OLED 증착에 필요한 핵심 요소인 FMM, OMM이 대면적 크기로 요청되고 있으며, FMM의 경우 스틱형 분할 마스크로 제작하여 마스크 프레임에 연결하는 방법이 완성되어 적용되고 있으나, OMM의 경우 스틱형 분할 마스크나 또는 4등분 분할 마스크 방법 등이 연구되고 있음에도 불구하고 실제 양산에 적용되지 못하고 있는 실정이다.
- [0039] 즉, 유기 증착 공정 중에서 공동층의 증착용 대면적의 OMM에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.
- [0040] 요컨대, OLED 디스플레이 패널 업체에서 대형화된 증착 마스크를 사용하여 1회 증착으로 보다 많은 제품을 양산하기 위해 유리 기판을 6Gh(925mm X 1500mm) 대면적으로 사용하는 생산 방식으로 전환함에 따라, 이에 대응하는 FMM (Fine Metal Mask)와 OMM(Open Metal Mask)의 마스크프레임 어셈블리의 대형화가 함께 요청되고 있다.
- [0041] FMM와 OMM, 마스크 프레임은 모두 인바를 사용한다.
- [0042] 인바는 철과 니켈의 합금(Fe 64%, Ni 36%)으로 독보적으로 열팽창 계수가 낮기 때문에 치수 안정성과 정밀함이 요구되는 용도에 사용된다.
- [0043] 이러한 인바의 열팽창 계수는 $1.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (1.2ppm/℃)이다.
- [0044] 발광층 증착용인 FMM은 인바 두께가 20 ~ 30 μm의 초박판을 사용하여 스틱(Stick) 형태의 분할 마스크로 제작이 가능하기 때문에, 다수 개의 분할 마스크를 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 확인하면서 마스크 프레임에 하나씩 용접하여 이어나가 대면적의 FMM 마스크 어셈블리를 완성할 수 있다.
- [0045] 하지만, OMM은 대면적의 원장 방식 마스크로, 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 갖춘 1장의 완성된 마스크여야 한다.
- [0046] 그러나, 현재 대면적의 OMM의 품질 수준은 각종 정밀도 공차를 벗어나고 있어 유리 기판에 증착되는 박막의 정밀도에도 영향을 주게 되어 생산 수율이 낮은 실정이다.
- [0047] 현재 6Gh(925mm × 1,500mm) 유리 기판의 증착용 OMM에 요구되는 정밀도는 아래 표 1과 같다.

[표 1]

구분	FMM		OMM	
	위치정밀도 Position Accuracy	Pixel (PPA)	±2μm	Key (KPA) Cell (CPA)
치수정밀도 Key Pitch	600mm Long	±15μm	1500mm Long	±40μm
Size	Pixel	±2μm	Key	±40μm
			Cell	±40μm

[0050]

- [0051] 현재 OLED는 QHD급 화질로서 500~600 PPI(Pixel Per Inch) 수준이고, 화소(Pixel)의 크기가 30 ~ 40 μm 정도이므로 대면적의 OMM에서 요청되고 있는 공차는 화소 1개 정도 이내에 불과한 초정밀 수준이므로 대면적의 OMM 제조에 어려움을 겪고 있는 실정이다.
- [0052] 현재 상기 정밀도에 크게 미치지 못하는 이유로는, 첫째, 6Gh(925mm × 1,500mm) 유리 기판의 증착용 OMM를 제작하기 위해서 폭 1,040mm 인바 박판을 사용해야 하며 폭 1,040mm는 소재 업체에서 생산 가능한 최대폭이다.
- [0053] 최대 폭의 인바 박판은 박판을 만드는 압연 공정에서 웨이브가 발생한다.
- [0054] 인바 박판의 웨이브에 의한 치수 변화는 유기 박막 증착용 마스크에서 요구하는 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등 대면적 OMM에서 요청되는 공차 범위를 크게 벗어나게 되어 치명적인 불량 원인을 제공한다.
- [0055] 둘째, OMM은 포토 케미칼 에칭 방법으로 유기 물질이 통과할 곳과 막는 곳을 정밀하게 패터닝한 마스크로 가공되어야 한다.
- [0056] 리소 그래피(lithography) 방식인 포토 케미칼 에칭 공정 순서대로 인바 표면에 PR(Photo Resist)을 코팅하고, 노광, 현상 후 노출된 인바 표면을 에칭하여 셀(Cell)을 형성한 후 PR를 제거하여 원하는 패턴의 오픈 마스크를 제작한다.
- [0057] OMM에는 100여개의 동일한 사이즈의 셀이 존재하는데 하나의 셀은 스마트폰 등 디스플레이 1개에 해당한다.
- [0058] 또한 OMM에는 셀 외에도 얼라인 키(Align Key), 하프 에칭(Half Etching), 하프 에칭의 깊이, 에칭 단면의 테이퍼 각(Taper Angle), 스텝 높이(Step Height) 등 다양한 패턴이 복합적으로 구성되어 있다.
- [0059] 포토 케미칼 에칭 공정을 통해 셀 크기(Cell Size), 키 크기(Key Size), 키 피치(Key Pitch), 셀 위치 정확성(CPA: Cell Position Accuracy), 키 위치 정확성(KPA: Key Position Accuracy) 등이 결정되는데 대면적인 경우 발생하는 에칭 편차로 인해 전체에 분포되어 있는 100여개 셀의 에칭 균일성(Etching Uniformity)을 획득하기가 어렵다.
- [0060] 셋째, OLED 디스플레이 패널 업체에서 사용하는 진공 증착 장비는 상향 증착 방식으로 상단에 유리 기판을 고정 한 후 유리 기판 밑에 마스크 프레임 어셈블리를 밀착시킨 후 하단의 유기 물질 증발원에서 열증발 방식에 의해 증발된 유기 물질이 마스크를 통해서 유리 기판의 원하는 위치에 증착시키는 구조이다.
- [0061] 증착 정밀도를 높여 생산 수율을 높이기 위해서 OMM의 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 향상시킬 수 있는 기술 개발은 물론 유리 기판과 마스크의 밀착도를 향상시켜 쉐도우 현상(Shadow Effect)을 최대한 절감시킬 수 있는 기술 개발이 필요하며, 증착 균일성의 개선이 시급한 실정이다.
- [0062] 마스크 프레임 어셈블리에 용접된 대면적 OMM의 경우 자체 무게로 인해 중앙 부분이 처지는 현상이 발생된다.
- [0063] 또한, 증착 과정을 반복하는 경우 열변형이 발생하여 마스크 비틀림 현상이 발생한다.
- [0064] 이로 인해 각 셀들 간의 위치와 형상이 왜곡되어 증착 불량으로 이어지게 되어 수율 저하가 발생한다.
- [0065] 상기 3가지 문제점으로 인해 대면적의 OMM에서 요청되는 종합적인 정밀도에 미치지 못하는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0067] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 10-1173961
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 10-1322130
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 10-0708654
- (특허문헌 0004) 대한민국 등록특허공보 10-2017-0045427
- (특허문헌 0005) 대한민국 등록특허공보 10-1659960

발명의 내용

해결하려는 과제

[0068] 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 충족시키고 아울러 원장으로 제작될 수 있는 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0070] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법은, 2장의 인바(Invar) 박판 중 1장은 장축을 일정 간격으로 복수개로 분리한 후 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하고, 다른 1장은 단축을 상기 일정 간격과 동일한 간격으로 복수개로 분리한 후 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하는 제 1 단계; 및 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 위한 2세트의 포토 마스크 필름을 측정된 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소하여 제작하는 제 2 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0071] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 인바 박판을 재단한 후 표면을 세척하는 제 3 단계; 및 상기 인바의 양면에 포토 레지스트(Photo Resist)를 코팅하는 제 4 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0072] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 포토 레지스트는 액상 또는 드라이 필름을 사용하며, 상기 제 1차 포토 마스크 필름을 이용하여 노광 후, 현상액을 사용하여 현상하여, UV 조사가 차단된 영역의 PR이 제거되어 에칭시킬 영역만 노출시킨 후 에칭 공정을 수행하는 제 5 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0073] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 에칭은 염화 제이철 용액 또는 과염소산 제이 철용액을 사용하며, 상기 염화 제이철 용액의 비중은 1.38 ~ 1.42이고, 온도는 50 ~ 55℃이며, 에칭액의 분사시 분사되는 에칭액의 스프레이 압력은 2.5 ~ 3kg/cm² 인 것을 특징으로 한다.

[0074] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 에칭시킬 상기 영역은 복수개로 분리된 셀과 얼라인 키이며, 상기 셀과 키의 위치를 30% 에칭하여 상기 인바의 두께를 70%로 유지하는 것을 특징으로 한다.

[0075] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 1차 에칭이 완료된 상기 인바의 양면에 포토 레지스트를 코팅하는 제 6 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0076] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 제 2 차 포토 마스크 필름을 이용하여 노광, 현상, 에칭 공정을 각각 수행한 후, 박리 공정을 수행하여 원하는 OMM(Open Metal Mask)을 획득하는 제 7 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0077] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 제 1 단계 내지 상기 제 7 단계에 의해 형성된 OMM을 마스크 프레임 상에 장착한 후 인장기를 이용하여 신장률만큼 인장하면서 평탄도를 유지시키는 것을 특징으로 한다.

[0078] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 OMM의 키 피치, 키 위치 정확성, 셀 위치 정확성을 각각 측정하여 공차 범위 내임을 확인 후 레이저 스폿 용접을 시행하고, 외곽을 제거하여 마스크 프레임 어셈블리를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0079] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크는 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에 의해 제조되는 것을 특징으로 한다.

[0081] 기타 실시 예의 구체적인 사항은 "발명을 실시하기 위한 구체적인 내용" 및 첨부 "도면"에 포함되어 있다.

[0082] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 각종 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다.

[0083] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 각 실시 예의 구성만으로 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수도 있으며, 단지 본 명세서에서 개시한 각각의 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는

것이며, 본 발명은 청구범위의 각 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐임을 알아야 한다.

발명의 효과

[0085] 본 발명에 의하면, 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 충족시킴과 아울러 원장으로 제작될 수 있는 OLED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0087] 도 1은 OLED 디스플레이의 기본 구조 및 발광 원리를 나타낸 도면.
- 도 2는 OLED 진공 증착 챔버와 OLED 유기 증착 및 봉지 공정의 장치를 나타낸 도면.
- 도 3은 OLED 유기 증착 및 봉지 공정에 필요한 메탈 마스크를 나타낸 도면.
- 도 4는 본 발명에 따른 대면적 OMM의 포토 케미칼 에칭 공정을 나타낸 공정도.
- 도 5는 대면적 OMM의 처짐과 열변형을 최소화하기 위한 여러 형태의 제작 패턴을 나타낸 도면.
- 도 6은 동일한 OMM을 제작할 수 있는 4가지 타입을 나타낸 도면.
- 도 7은 본 발명에 따른 6 Gh(925 mm × 1,500 mm) 대면적 OMM의 제조 공정도.
- 도 8은 Wave 원판과 ΔL만큼 퍼진 상태의 원판 사진.
- 도 9는 10 mm 간격으로 100개로 분리한 장축에 대한 ΔL과 축소율을 나타낸 도면.
- 도 10은 10 mm 간격으로 150개로 분리한 단축에 대한 ΔL과 축소율을 나타낸 도면.
- 도 11은 ΔL만큼 축소된 에칭, 다시 ΔL만큼 인장, 용접, 외곽 제거 후 완성된 마스크 프레임 어셈블리를 나타낸 도면.
- 도 12는 4가지 타입으로 제작한 OMM 마스크 프레임 어셈블리의 처짐량을 나타낸 도면.
- 도 13은 4가지 타입의 에칭 OMM으로 제작된 완성품의 마스크 프레임 어셈블리의 형태를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0088] 본 발명을 상세하게 설명하기 전에, 본 명세서에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 무조건 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 발명자가 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 각종 용어의 개념을 적절하게 정의하여 사용할 수 있고, 더 나아가 이들 용어나 단어는 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.
- [0089] 즉, 본 명세서에서 사용된 용어는 본 발명의 바람직한 실시 예를 설명하기 위해서 사용되는 것일 뿐이고, 본 발명의 내용을 구체적으로 한정하려는 의도로 사용된 것이 아니며, 이들 용어는 본 발명의 여러 가지 가능성을 고려하여 정의된 용어임을 알아야 한다.
- [0090] 또한, 본 명세서에서, 단수의 표현은 문맥상 명확하게 다른 의미로 지시하지 않는 이상, 복수의 표현을 포함할 수 있으며, 유사하게 복수로 표현되어 있다고 하더라도 단수의 의미를 포함할 수 있음을 알아야 한다.
- [0091] 본 명세서의 전체에 걸쳐서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소를 "포함"한다고 기재하는 경우에는, 특별히 반대되는 의미의 기재가 없는 한 임의의 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 임의의 다른 구성 요소를 더 포함할 수도 있다는 것을 의미할 수 있다.
- [0092] 더 나아가서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"라고 기재한 경우에는, 이 구성 요소가 다른 구성 요소와 직접적으로 연결되어 있거나 접촉하여 설치되어 있을 수 있고, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있을 수도 있으며, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있는 경우에 대해서는 해당 구성 요소를 다른 구성 요소에 고정 내지 연결하기 위한 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재할 수 있으며, 이 제 3의 구성 요소 또는 수단에 대한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.
- [0093] 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결"되어 있다거나, 또는 "직접 접속"되어 있다고 기재되는 경우에는, 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재하지 않는 것으로 이해하여야 한다.
- [0094] 마찬가지로, 각 구성 요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 " ~ 사이에"와 "바로 ~ 사이에", 또는 " ~ 에

이웃하는"과 " ~ 에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 취지를 가지고 있는 것으로 해석되어야 한다.

- [0095] 또한, 본 명세서에서 "일면", "타면", "일측", "타측", "제 1", "제 2" 등의 용어는, 사용된다면, 하나의 구성 요소에 대해서 이 하나의 구성 요소가 다른 구성 요소로부터 명확하게 구별될 수 있도록 하기 위해서 사용되며, 이와 같은 용어에 의해서 해당 구성 요소의 의미가 제한적으로 사용되는 것은 아님을 알아야 한다.
- [0096] 또한, 본 명세서에서 "상", "하", "좌", "우" 등의 위치와 관련된 용어는, 사용된다면, 해당 구성 요소에 대해서 해당 도면에서의 상대적인 위치를 나타내고 있는 것으로 이해하여야 하며, 이들의 위치에 대해서 절대적인 위치를 특정하지 않는 이상은, 이들 위치 관련 용어가 절대적인 위치를 언급하고 있는 것으로 이해하여서는 아니된다.
- [0097] 또한, 본 명세서에서는 각 도면의 각 구성 요소에 대해서 그 도면 부호를 명기함에 있어서, 동일한 구성 요소에 대해서는 이 구성 요소가 비록 다른 도면에 표시되더라도 동일한 도면 부호를 가지고 있도록, 즉 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 지시하고 있다.
- [0098] 본 명세서에 첨부된 도면에서 본 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 본 발명의 사상을 충분히 명확하게 전달할 수 있도록 하기 위해서 또는 설명의 편의를 위해서 일부 과장 또는 축소되거나 생략되어 기술되어 있을 수 있고, 따라서 그 비례나 축척은 엄밀하지 않을 수 있다.
- [0099] 또한, 이하에서, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 구성, 예를 들어, 종래 기술을 포함하는 공지 기술에 대해 상세한 설명은 생략될 수도 있다.
- [0101] 이하, 본 발명의 실시 예에 대해 관련 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0103] OLED 디스플레이 생산 라인에서 대면적 유리 기판을 6Gh(925mm × 1,500mm) 사이즈로 사용하기 때문에 이에 적합한 대면적 OMM이 필요하다.
- [0104] OMM은 증착 공정에서 FMM과 함께 가장 핵심 요소이며, 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 충족시켜야 하며, 원장(Full size-One Piece Mask)으로 제작되어야 한다.
- [0105] 6Gh(925mm × 1,500mm) 유리 기판용의 OMM을 제작하기 위해서는 1,040mm 폭의 인바 박판을 사용해야 한다.
- [0106] 인바 박판의 1,040mm 폭은 현재 소재 업체에서 공급되는 박판의 최대 사이즈이며, 인바 박판 소재 업체에서 1,040mm 폭의 인바 박판을 생산하기 위해서는 특수 압연 생산 설비에서 Hot Rolling → Cold Rolling → Annealing → Cold Rolling → Annealing → Skin Pass → Annealing → TL(Tension Levelling) → SR(Stress Relieving) 등 여러 과정을 거쳐서 결정 입자 조절, 평탄도 개선, 내부 응력 제거 등 물성을 조절하여 OLED 증착 마스크용 원자재로 공급하고 있다.
- [0107] 폭 1,040mm의 인바 박판은 특정 소재 업체에서만 생산되고 있으며 압연 공정 중 발생한 웨이브가 존재하고, 또한 생산 로트(Lot) 별로 웨이브 정도의 차이가 많음을 알 수 있다.
- [0108] 본 발명은 인바의 웨이브 형태는 공급되는 로트마다 일정치 못할뿐만 아니라 웨이브에 의한 치수 변화로 인해 OMM의 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 충족시킬 수 없는 근본적인 문제가 있으며, 이 문제를 근원적으로 해결하기 위해서는 1,040mm 폭의 인바 박판의 치수 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 사전에 파악하고 이에 대한 방안을 강구해야 한다.
- [0109] 1,040mm 폭의 인바 박판에 존재하는 웨이브에 의해 발생하는 치수 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정할 수 있는 방법에 대해서 연구한 결과, 본 발명은 10mm 간격으로 분리시킨 후 각각의 길이를 측정하여 신장률을 계산한다.
- [0110] 인바 박판(1,000mm × 1,500mm)을 장축 방향으로 10mm 간격으로 100개의 스틱 형태로 분리하여 각각의 길이를 측정하고, 다시 단축 방향으로 10mm 간격으로 150개의 스틱 형태로 분리시킨 후 각각의 길이를 측정하여, 증가된 치수(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 계산한다.
- [0111] 스틱 형태로 분리하는 방법은 리소그래피방식으로 PR을 사용하고 포토 마스크 필름으로 노광 후, 현상, 에칭한다.
- [0112] 소재 업체에서 공급되는 1,040mm 폭의 인바의 웨이브에 의한 치수 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 파악한 후, 마스크의 패턴 데이터를 플로팅(Plotting)하여 OMM 제작에 필요한 포토 마스크 필름 제작시에 상기 신장률 만큼을 사전에 축소시킨 포토 마스크 필름을 제작하여 사용하며, OMM 인장 공정에서 텐션(Tension)을 가해 신장

를만큼 인장함으로써, 웨이브에 의한 치수 변화를 상쇄시켜 용접한다.

- [0113] 치수 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)은 로트 별로 매번 측정하여 포토마스크 필름 제작시 적용해야 한다.
- [0114] OMM은 리소그래피 방식에 의해 포토 케미칼 에칭 공정으로 제작한다.
- [0115] 대면적의 OMM은 약 100여개의 셀이 존재하는데 포토 케미칼 에칭으로 오픈(Open)시킨 모든 셀의 셀 크기 (Display 1개에 해당)를 $\pm 40\mu\text{m}$ 이내, 100여개의 모든 셀의 셀 위치 정확도(Cell Position accuracy)는 $\pm 40\mu\text{m}$ 이내의 정밀도를 유지하도록 에칭 편차를 조절하기는 불가능하다.
- [0116] 현재 OMM은 두께 $200\mu\text{m}$ 폭 1,040mm, 길이 1,800mm의 인바 박판을 사용하여 제작한다.
- [0117] 대면적의 OMM은 100여개의 셀 외에도 얼라인 키, 하프 에칭, 에칭 단면의 테이퍼 각, 스텝 높이 등 여러가지 구성 요소가 한 장의 OMM에 모두 패터닝되어 있다.
- [0118] 기존의 $200\mu\text{m}$ 두께의 인바 박판을 사용하여 1회 에칭으로 OMM을 제작하는 경우, 100여개의 셀에서 발생하는 에칭 편차로 인해 셀 크기, 셀 위치 정확도, 키 피치, 키 위치 정확도 등을 공차 범위 내로 정밀하게 가공하는 것은 불가능하다.
- [0119] 본 발명은 대면적 OMM 제조 공정에서 사용할 수 없는 $100\mu\text{m}$ 두께의 인바를 사용하는 방법을 연구하였다.
- [0120] 두께 $100\mu\text{m}$ 인바 박판의 경우는 너무 얇은 두께로 인해, 대면적 OMM의 포토 케미칼 에칭 공정에 사용하는 경우 불량 과다 발생으로 양산에 적용할 수 없다.
- [0121] 본 발명에서 공정 개선, 장비 개발, 공정 자동화 등을 통해 두께 $100\mu\text{m}$ 박판을 대면적 OMM용으로 사용하여 정상적인 생산을 가능하게 한다.
- [0122] 본 발명은 1차로 단면 에칭을 수행한 다음 2차로 양면 에칭으로 관통시켜 에칭 편차를 최소화하여, 셀과 키의 정밀도를 확보할 수 있는 에칭 방법을 제공한다.
- [0123] 본 발명에서는 $100\mu\text{m}$ 두께의 인바 박판으로 1차로 포토케미칼 에칭전공정을 통해 $30\mu\text{m}$ 정도 단면을 에칭시킨 후, 남은 두께 $70\mu\text{m}$ 만을 다시 2차 포토 케미칼 에칭전공정을 통해 양면 에칭으로 셀과 키를 형성함으로써, 에칭 편차를 최소화하여 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 공차 이내로 가공한 OMM을 제작할 수 있다.
- [0124] $200\mu\text{m}$ 사용시 에칭 편차는 $20\mu\text{m}$ 이상 발생하나 본 발명과 같이 얇은 $70\mu\text{m}$ 을 에칭시에는 에칭 편차는 5 ~ $6\mu\text{m}$ 정도에 불과하다.
- [0126] 도 4는 본 발명의 포토케미칼 에칭 방법을 나타낸 것이다.
- [0127] 대면적 OMM의 경우는 마스크 프레임에 정확하게 인장, 용접되었다 해도 OMM의 자체 중량에 의해 중간 부분의 처짐 현상이 발생한다.
- [0128] 또한, 증착 공정에서 반복 사용함으로써 열변형이 발생되어 증착 공정시 패턴 오차가 발생되어 섀도우 현상 (Shadow Effect)에 의해 품질 문제를 발생시킨다.
- [0129] 그러므로 대면적의 OMM의 경우 자체 중량을 줄일 수 있는 방안이 요구된다.
- [0130] 본 발명은 두께 $200\mu\text{m}$ 대신 $100\mu\text{m}$ 인바를 사용하고, 또한 패턴의 살대(Rib), 외곽, 또는 셀을 부분적으로 하프 에칭 시킴으로써 최종 마스크 중량을 대폭 감소시켜 처짐과 열변형을 최소화한다.
- [0132] 도 5는 마스크의 중량을 감소시켜, 처짐과 열변형 등을 최소화할 수 있는 방법이며, 도 5의 ①은 셀과 살대 (Rib)의 하프 에칭을 나타낸 것이고, 도 5의 ②, ③은 외곽 부분을 여러가지 모양으로 관통시킨 것을 나타낸 것이고, 도 5의 ④, ⑤, ⑥, ⑦은 단면, 또는 양면의 하프 에칭을 나타낸 것이다.
- [0133] 설명의 용이함을 위해 이와 같이 구성하였지만, 본 발명은 이와 같은 구성에 한정된 것은 아니고, 다양한 형태로도 구현할 수도 있다.
- [0134] 본 발명은 인바 웨이브의 신장률을 파악하여 신장률만큼 축소시킨 포토 마스크 필름을 제작하고, 포토 케미칼 에칭 공정에서는 1차 전공정과 2차 전공정으로 구분하며, 2차 전공정을 통해 1/3 두께로 감소시킨 약 $70\mu\text{m}$ 을 양면 에칭하여 셀과 키를 형성함으로써 에칭 편차를 최소화하고, 또한 OMM을 제작하기 위한 4가지 제작 형태를 고안하여 인장과 용접이 용이하고 처짐과 열변형 등을 최소화하여 마스크 프레임 어셈블리 제작의 효율성을 높일 수 있다.

- [0136] 도 6은 동일한 모델의 OMM을 제작할 수 있는 4가지 타입을 나타낸 것이나 이에 한정된 것은 아니고 다양한 형태로 구현할 수 있다.
- [0137] OLED 디스플레이 패널업체에서 1회 증착으로 많은 수량을 양산하기 위해 4, 5 세대급에서, 6 세대급의 대면적 유리기관 6Gh (925mm × 1,500mm)를 사용하는 생산 방식으로 전환함에 따라 이에 필수적인 증착용 메탈 마스크인 FMM과 OMM의 대형화가 요청되어 왔다.
- [0138] 발광층 증착용인 FMM은 화소 형성을 위한 레드, 그린, 블루 증착에 필요하며, 인바 두께 20 ~ 30 μ m의 초박판을 사용하여 10 ~ 20 μ m 크기의 서브-화소(Sub-Pixel)를 증착할 수 있는 다수 관통홀을 형성한 분할 마스크로 제작이 가능하고 다수 개의 분할 마스크를 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 확인하면서 대형 마스크 프레임에 하나씩 용접하며 이어나가 증착 공정에서 사용하는 대형 FMM의 마스크 프레임 어셈블리를 완성할 수 있다.
- [0139] 그러나 공동층 증착용인 OMM은 FMM과 같은 분할 마스크를 제작하는 것이 불가능하기 때문에 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 갖춘 1장의 완성된 마스크로서 대면적의 원장 방식의 마스크로 제작되어 증착공정에서 사용하는 대형 OMM(Open Metal Mask)의 마스크 프레임 어셈블리가 필요하다.
- [0140] 대형 FMM의 마스크 프레임 어셈블리의 제작은 스틱형 분할 마스크로 제작하여 사용하는 여러가지 방법이 연구되어 실제 공업적으로 실행되는데 반해, 대형 OMM의 마스크 프레임 어셈블리의 분할 마스크 제작 방식은 실제로 적용되지 못하고 있다.
- [0141] 본 발명은 대면적의 OMM을 1장의 인바 박판을 사용하여 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 갖춘 원장 방식 마스크 및 마스크 어셈블리 제작 방법을 확립하였으며, 이에 의해 증착 균일성과 수율을 크게 향상시킬 수 있다.
- [0142] 대면적의 인바 박판에 존재하는 웨이브에 의한 치수 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 분석하고, 이를 리소 그래피 방식의 포토 케미칼 에칭 공정에서 사용하는 포토 마스크 필름을 신장률만큼 축소하여 제작 사용하며, 에칭된 OMM을 다시 신장률만큼 인장하므로서 정확한 정밀도를 달성할 수 있다.
- [0143] 또한 대면적의 OMM 제작에 사용되는 인바 박판 두께 200 μ m 사용 방법에서 두께 100 μ m를 사용하고 리소 그래피 방식인 포토 케미칼 에칭 공정을 1차 전공정과 2차 전공정을 통해 정밀한 셀과 얼라인 키 홀(Align Key Hole) 등을 가공함으로써 에칭 편차 문제를 해결할 수 있다.
- [0144] 또한 대면적의 OMM 제작에 사용되는 인바 박판의 셀과 살대(Rib) 주위를 하프 에칭하여 무게를 줄이고, 외곽 부분의 다양한 형태로 가공하여 마스크의 처짐과 열변형을 최소화할 수 있다.
- [0145] 본 발명은 이러한 여러가지 문제점을 모두 총체적으로 해결함으로써 유리 기관 6Gh (925mm × 1,500mm) 대면적의 유기 물질 증착에 필요한 대면적의 OMM을 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 갖춘 온전한 OMM을 제조할 수 있다.
- [0146] 본 발명의 구체적인 실시예는 스마트폰 규격(73mm × 157mm)의 셀 90개의 증착용 OMM을 제작한 것이나, 스마트폰 외에도 고화질 화소 600ppi 급의 폴더블폰, 스마트 워치, PC, 노트북, 자동차용 디스플레이, 모니터 등을 위한 대면적 OMM 제작이 가능하여 다양한 제품의 양산에 적용할 수 있다.
- [0147] 또한, 본 발명은 대면적의 OMM을 만들 수 있는 기술로 여러가지 응용이 가능하다.
- [0148] 셀 크기가 매우 크고 수량이 적은 경우, 살대(Rib) 간 간격이 넓거나 살대(Rib) 폭이 가늘어서 마스크의 처짐이나 변형이 우려되는 경우에는 원판의 신장률보다 크게 축소율을 적용하여 포토 마스크 필름을 제작할 수 있으며 텐션을 가해 인장하여 정밀한 대면적의 OMM을 제작할 수 있다.
- [0149] 또한, 현재의 셀 위치 정확성, 셀 크기 등의 정밀도를 더 높일 필요가 있는 경우에는 본 발명의 제조 방법으로 완성된 OMM을 레이저를 이용하여 미세하게 단면을 트리밍하는 방법도 가능하다.
- [0150] 또한, 유기 증착 효율을 높이기 위해서 OMM의 셀 단면을 여러가지 패턴으로 조정하는 것이 가능하다.
- [0151] 하프 깊이(Half Depth)를 5 ~ 70 μ m, 테이퍼 각을 30 ~ 80°, 스텝 높이를 5 ~ 40 μ m 정도까지 임의의 조정이 가능하므로, OLED 디스플레이 패널 업체에서 FMM이나 OMM의 좀 더 다양한 패턴 설계가 가능하다.
- [0152] 또한, 본 발명은 현재 OLED 디스플레이 패널 업체에서 양산에 적용한 최대 유리기관 6Gh (925mm × 1,500mm)에서 더욱 큰 사이즈로 변경할 경우에도 이에 대응되는 OMM을 제작할 수 있다.

- [0154] 대면적의 유리기판 6Gh (925mm × 1,500mm) 증착에 필요한 OMM은 원장 형태(Full Size - One Piece Mask)로 제작되어야 하며 유리 기판의 증착 위치에 정확하게 일치시키기 위해 위치 정밀도를 나타내는 셀 위치 정확성(Cell Position Accuracy), 키 위치 정확성(Key Position Accuracy)과, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 나타내는 키 피치, 셀 크기, 키 크기 등의 정확성이 확보되어야 한다.
- [0155] 대면적 폭 1,040mm 인바 박판에 존재하는 웨이브로 인한 수치 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)에 대한 근본적인 해결 방안과, 포토 케미칼 에칭시 100여개의 셀이 형성되면서 발생하는 에칭 편차를 극복할 수 있는 해결 방안과, 완성된 OMM의 자중에 의한 처짐 발생 및 열변형에 의한 셀의 비틀림 현상으로 인한 증착 불량발생을 최소화할 수 있는 방안을 통해 정밀도를 충족시킨 대면적의 OMM을 제작할 수 있어 종합적으로 증착 패턴의 정밀도를 극대화시킬 수 있다.
- [0156] 본 발명에서 확립한 대면적의 OMM 제조 공정은 도 7과 같다.
- [0158] 또한, 도 8은 웨이브가 존재하는 인바 원판과 10mm 간격으로 분리했을 때, 웨이브가 미세하게 ΔL 만큼 퍼지면서 평탄한 상태로 바뀐 원판을 보여주는 사진이다.
- [0160] - 대면적 증착용 OMM 제조 방법 -
- [0161] 1. 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 계산 및 포토마스크 필름 제작
- [0162] 우선, 두께 100 μm 인바 박판을 1,000mm × 1,500mm 크기로 2장을 준비하고, 1장은 장축(1,500mm)을 10mm 간격으로 100개로 분리한 후, 100개의 길이 변화를 각각 측정하여 ΔL 과 신장률을 계산한다.
- [0163] 계산한 결과는 도 9와 같다.
- [0164] 다른 1장은 단축(1,000mm)을 10mm 간격으로 150개로 분리한 후, 150개의 길이 변화를 각각 측정하며 ΔL 과 신장률을 계산한다.
- [0165] 이와 같이 계산한 결과는 도 10과 같다.
- [0166] 장축의 ΔL 은 500 μm 이고 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)은 500 $\mu\text{m}/1,500\text{mm} \times 100\%$ 로 0.033% 임을 알 수 있다.
- [0167] 단축의 ΔL 은 300 μm 이고 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)은 300 $\mu\text{m}/1,000\text{mm} \times 100\%$ 로 0.03% 임을 알 수 있다.
- [0168] 장축의 키 피치에서 요구되는 치수 정밀도는 $\pm 40\mu\text{m}$ 인데 반해, OMM 제작을 위해 사용하는 인바 웨이브에 의한 치수 변화(ΔL)는 500 μm 에 달하므로 이는 OMM에서 요청되는 치수 정밀도를 10배 이상 훨씬 벗어난 상태임을 알 수 있다.
- [0169] 본 발명의 실시예에서 만들고자 하는 OMM의 도면상의 데이터는 키 피치(장축 1,485mm, 단축 950mm)이고, 셀 크기(73mm × 157mm)이며, 셀 수량은 90개이다.
- [0170] 그러므로 본 발명은 상기 패턴의 원 도면상의 데이터를 신장률 0.033% 만큼 축소하여 포토 마스크 필름을 제작한다.
- [0171] 포토 케미칼 에칭 1차 포토마스크 필름과 2차 포토마스크 필름을 신장률만큼 축소한 데이터로 제작한다.
- [0173] 2. 포토 케미칼 에칭/인장, 용접
- [0174] 두께 100 μm , 폭 1,040mm 인바 박판을 길이 1,800mm로 재단한 후 표면을 세척한다.
- [0175] PR을 인바 양면에 코팅한다.
- [0176] 이때 PR은 액상 또는 드라이 필름을 사용할 수 있고, 포지티브(Positive) 또는 네가티브(Negative) 타입 모두 사용 가능하다.
- [0177] 1차 포토 케미칼 에칭용으로 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)만큼 축소 제작된 포토 마스크 필름을 이용하여 UV 노광한 후, 현상액을 사용하여 현상시키면 UV 조사가 차단된 영역의 PR이 제거되어서 에칭시킬 부분만 노출된다.
- [0178] 에칭은 염화 제이철 용액이나 과염소산 제이 철용액을 사용하며 주로 염화 제이철 용액을 사용한다.
- [0179] 염화 제이철 용액의 비중은 1.38 ~ 1.42, 온도는 50 ~ 55 $^{\circ}\text{C}$, 스프레이 압력은 2.5 ~ 3kg/cm 2 이 적당하다.
- [0180] 비중 온도 압력 등은 사용하는 장비들에 따라서 다른 조건으로 변경할 수 있다(도 4의 1 ~ 7번 공정).
- [0181] 에칭 공정에서 가장 중요한 팩터(Factor)는 에칭률(Etch Rate)을 항상 일정하게 유지하여 에칭 균일성이 보장되

어야 한다.

- [0182] 1차 포토 케미칼 에칭 공정에서 셀과 키 위치에 $30\mu\text{m}$ 정도 에칭하여 두께를 $70\mu\text{m}$ 정도로 감소시킨다.
- [0183] 1차 전공정이 완료되면 다시 PR을 양면에 코팅한다.
- [0184] 2차 포토 케미칼 에칭용으로 제작된 포토 마스크 필름을 이용하여 노광, 현상, 에칭 공정을 수행한 후 PR을 박리액을 사용하여 박리하면 원하는 OMM을 획득할 수 있다(도 4의 8~13번 공정).
- [0185] 2차 공정에서 PR 코팅이 완벽하게 되어야 하고 2차 공정용 포토마스크 필름을 1차 에칭된 제품과 정확한 위치에 일치시키는 것이 중요하다.
- [0186] 2차 포토 케미칼 에칭 전공정이 완료된 마스크는 90개의 셀이 에칭되어 오픈된 상태이고, 셀 90개의 에칭 편차가 $\pm 5\mu\text{m}$ 이내 임을 확인할 수 있다.
- [0187] 포토 케미칼 에칭 전공정을 2회 반복하여 제작한 OMM을 마스크 프레임 위에 장착한 후, 인장기를 이용하여 신장률만큼 인장하면서 평탄도를 유지하고, 키 피치, 키 위치 정확성, 셀 위치 정확성 등을 측정하여 공차 범위 내 임을 확인한 후, 레이저 스폿 용접을 시행하고 외곽을 제거하면 마스크 프레임 어셈블리가 완성된다.
- [0188] 도 11은 신장률만큼 축소된 에칭 마스크를 제작한 후 다시 신장률만큼 인장, 용접한 후 외곽 부분을 제거하여 완성된 최종 마스크 프레임 어셈블리를 나타낸 것이다.
- [0190] - 실시예 1 ~ 4 -
- [0191] 키 피치가 (장축: 1,485mm, 단축 953mm)이고 셀 크기가 ($73\text{mm} \times 157\text{mm}$)인 셀 90개의 대면적의 OMM을 제작하기 위해 두께 $100\mu\text{m}$, 크기($1,040\text{mm} \times 1,800\text{mm}$)의 인바 박판을 준비한다.
- [0192] 동일한 **로트(Lot)** 인바의 웨이브에 의한 ΔL 과 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정하기 위해, 장축을 100등분, 단축을 150등분으로 분리하여 길이의 변화를 측정하여 신장율이 0.033% 임을 확인할 수 있다.
- [0193] 원 도면 데이터에 의한 패턴을 신장률(0.033%) 만큼을 축소하여 1차 포토 케미칼 에칭과 2차 포토 케미칼 에칭 공정용의 포토 마스크 필름을 제작한다.
- [0194] 동일한 OMM을 제작할 수 있는 각기 다른 형태의 4가지 타입의 포토 마스크 필름도 같은 방법으로 제작한다.
- [0195] 본 발명의 제조 공정에 따라 1차 포토 케미칼 에칭 전공정은 PR을 코팅, 노광, 현상, 에칭, 박리 공정을 통해, 단면을 $30\mu\text{m}$ 에칭시킨 마스크를 획득할 수 있다.
- [0196] 2차 포토 케미칼 에칭 전공정 역시 PR 코팅, 노광, 현상 후, 두께 $70\mu\text{m}$ 의 인바를 양면 에칭, 박리 후 셀 90개의 에칭 편차를 최소화하여 에칭 균일성을 획득할 수 있다.
- [0197] 본 발명은 기존에 사용하는 $200\mu\text{m}$ 두께 인바에 비해 약 1/3에 해당하는 $70\mu\text{m}$ 두께로 가공한 후 다시 양면 에칭으로 셀과 키를 형성하기 때문에 에칭 편차를 최소화할 수 있다.
- [0198] 포토 케미칼 에칭 공정을 2회에 걸쳐서 수행하여 제작된 OMM을 마스크 프레임에 장착한 후 인장기를 이용하여 평탄도를 유지함과 동시에 장축, 단축을 신장률만큼 인장하며 키 위치 정확성, 셀 위치 정확성, 키 피치, 셀 크기, 키 크기 등을 측정한다.
- [0199] 공차 이내의 정밀도를 확인한 후 마스크 프레임에 레이저 스폿 용접을 시행하여 마스크 프레임 어셈블리를 완성한다.
- [0200] 본 발명에서 제안한 4가지 형태(A, B, C, D 타입)로 제작된 OMM을 인장, 용접하여 마스크 프레임 어셈블리를 완성한 후, 각각의 정밀도를 측정된 결과는 아래 표 2와 같다.
- [0201] 정밀도 측정은 미국 비전텍사 모델 MVP 1552 측정기로 측정한다.

[0203] [표 2]

항목	측정 Point, Size	Spec	실시예 1 A Type	실시예 2 B Type	실시예 3 C Type	실시예 4 D Type
KPA (Key Position Accuracy)	4 개 Key Hole	±40 μm	○	○	○	△
CPA (Cell Position Accuracy)	90 개 Cell	±40 μm	△	○	△	△
K/P (Key Pitch)	단축 2 (953mm) 장축 2 (1485mm)	±40 μm	○	○	○	△
C/S (Cell size)	90 개 Cell (75mm x 157mm)	±20 μm	○	○	△	△
K/S (Key Size)	4 개 Key Hole (300 μm)	±40 μm	○	○	○	△
치짐 량		200 μm	○	○	△	△

○ : 양호, △ : 사용자

[0204] 실시예 2(B 타입)이 모든 정밀도에서 가장 우수한 것을 알 수 있다.

[0206] 실시예 1(A 타입)의 경우도 셀 위치 정확성이 B 타입보다 약간 낮으나 정밀도 공차 이내이고, 실시예 3(C 타입)과 실시예 4(D 타입)의 경우는 인장, 용접 등 마스크 프레임 어셈블리 제작은 용이하나 OMM의 정밀도는 다소 떨어지는 것을 알 수 있다.

[0207] 치짐량은 도 12에서와 같이 C, D 타입이 큰 것을 알 수 있다.

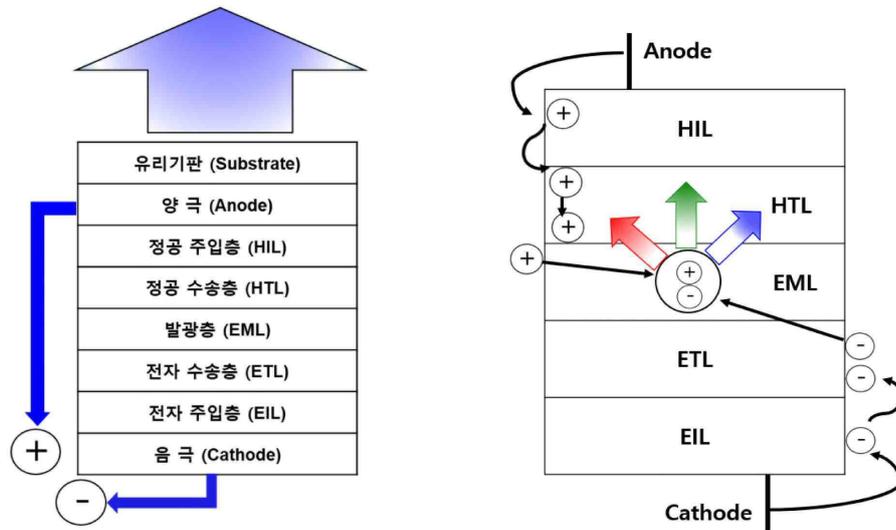
[0209] 도 13은 4가지의 다른 형태로 제작한 OMM(Open Metal Mask)과 마스크 프레임에 인장 용접한 최종 완성된 마스크 프레임 어셈블리를 보여준다.

[0211] 이상, 일부 예를 들어서 본 발명의 바람직한 여러 가지 실시 예에 대해서 설명하였지만, 본 "발명을 실시하기 위한 구체적인 내용" 항목에 기재된 여러 가지 다양한 실시 예에 관한 설명은 예시적인 것에 불과한 것이며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이상의 설명으로부터 본 발명을 다양하게 변형하여 실시하거나 본 발명과 균등한 실시를 행할 수 있다는 점을 잘 이해하고 있을 것이다.

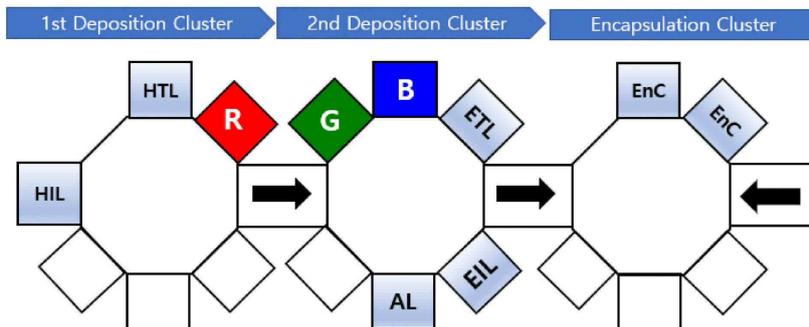
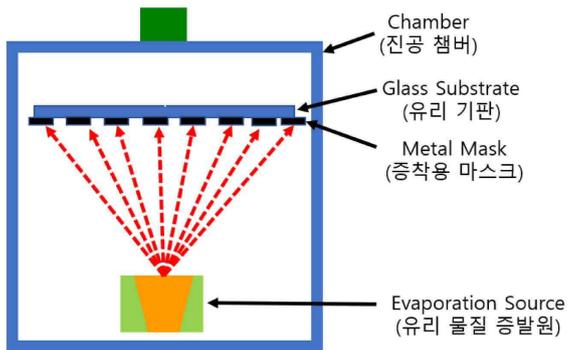
[0212] 또한, 본 발명은 다른 다양한 형태로 구현될 수 있기 때문에 본 발명은 상술한 설명에 의해서 한정되는 것이 아니며, 이상의 설명은 본 발명의 개시 내용이 완전해지도록 하기 위한 것으로 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것일 뿐이며, 본 발명은 청구범위의 각 청구항에 의해서 정의될 뿐임을 알아야 한다.

도면

도면1



도면2



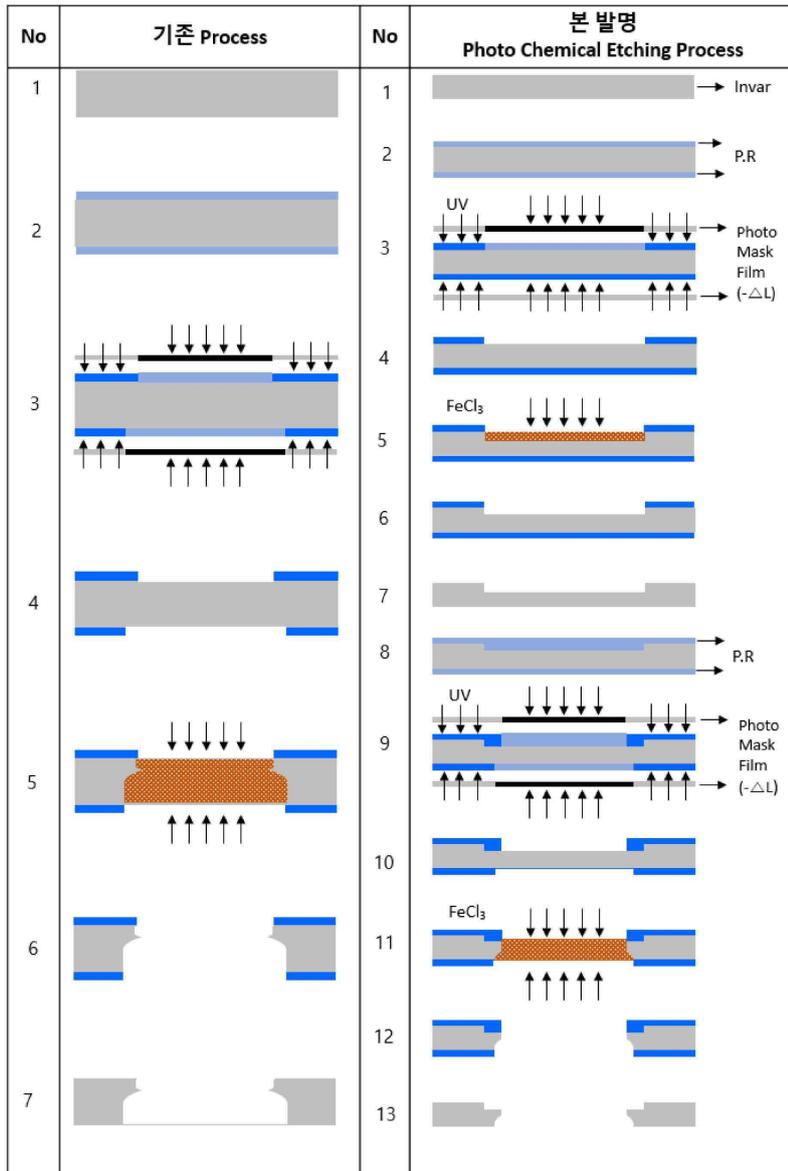
도면3

OLED 증착공정에 필요한 METAL MASK

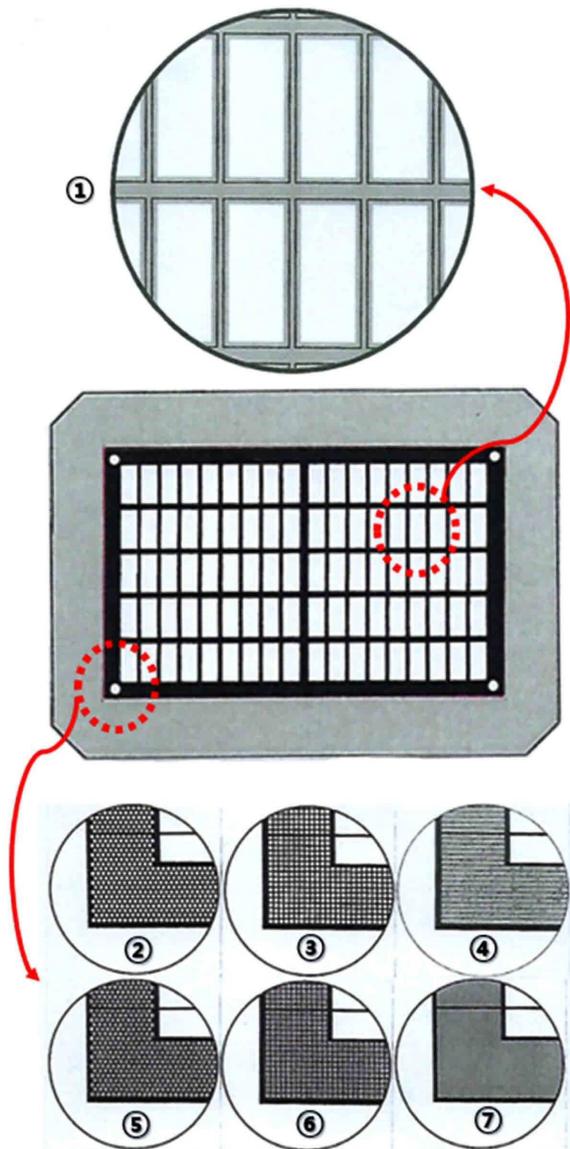
GLASS	TFT	METAL MASK		OLED STRUCTURE
		OMM	FMM	
Hole injection layer 정공 주입층	HIL	○		
Hole transport layer 정공 수송층	HTL	○		
Light emission layer 발광층(Red)	EML(R)	△	○	
Light emission layer 발광층(Green)	EML(G)	△	○	
Light emission layer 발광층(Blue)	EML(B)	△	○	
Electron transport layer 전자 수송층	ETL	○		
Electron injection layer 전자 주입층	EIL	○		
Cathode(Metal electrode) 음극	AL	○		
Encapsulation 봉지		○		

* FMM의 경우 OMM을 이용하는 방법 보다 STICK 사용 방법이 주종임
 * 봉지공정은 여러가지 방법이 있으며 이에 따라 OMM 사용량이 다름

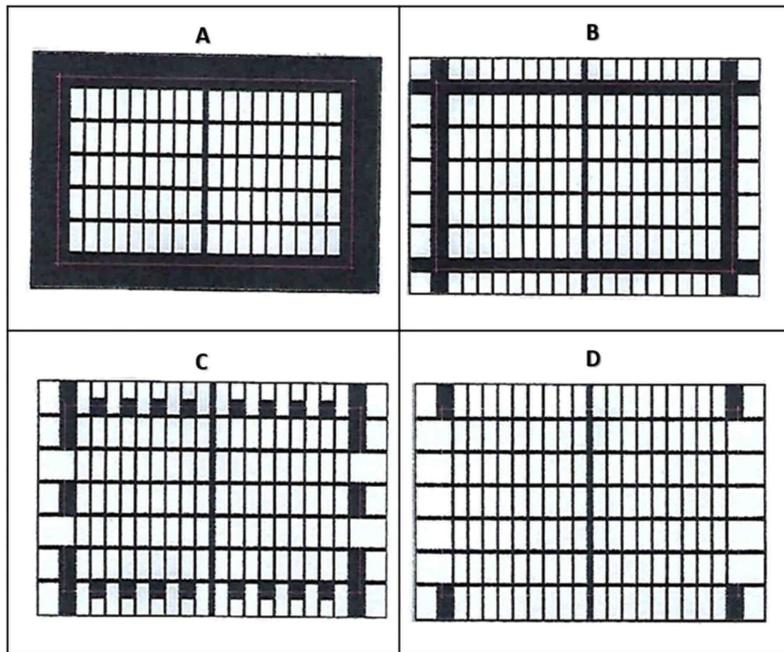
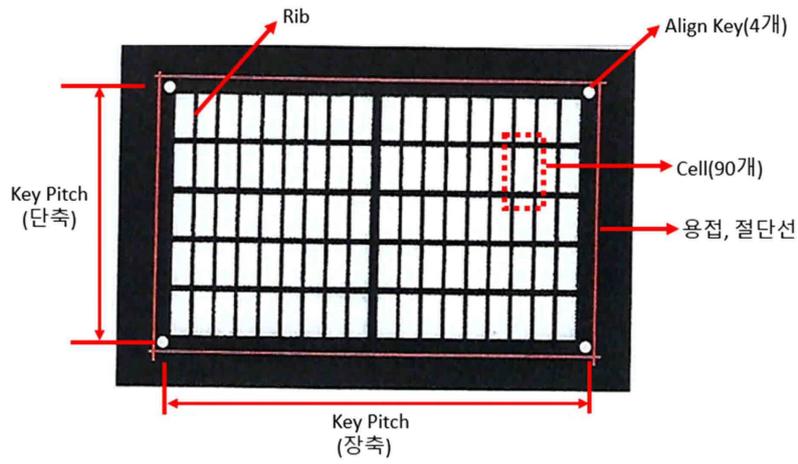
도면4



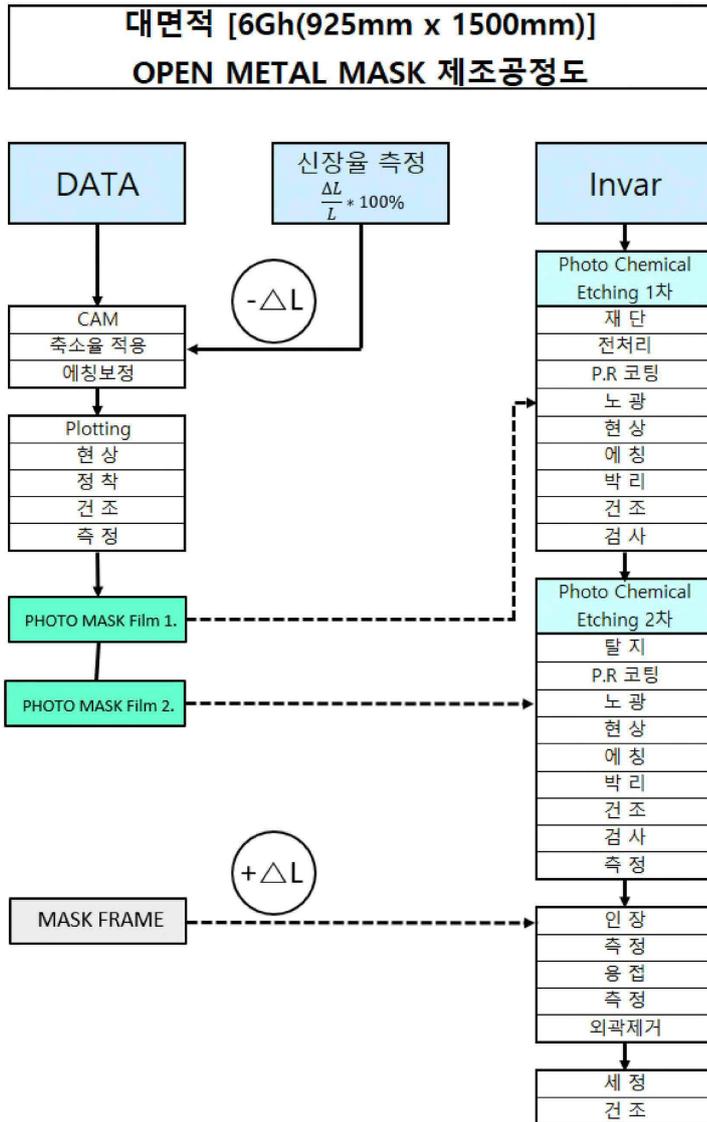
도면5



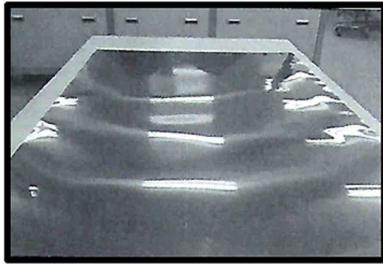
도면6



도면7

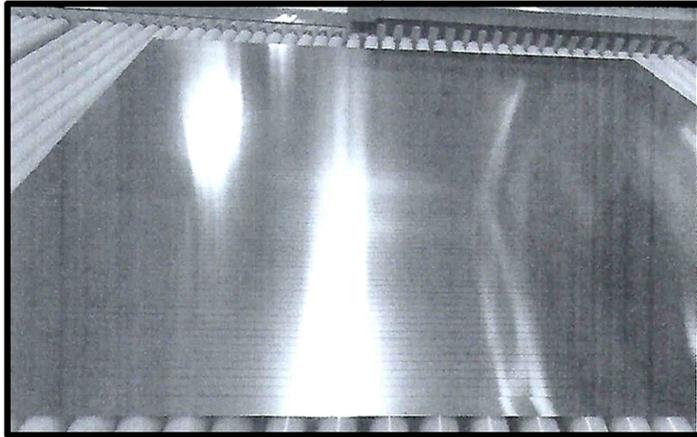


도면8



폭 1040mm 인바 원판
(Wave 다수)

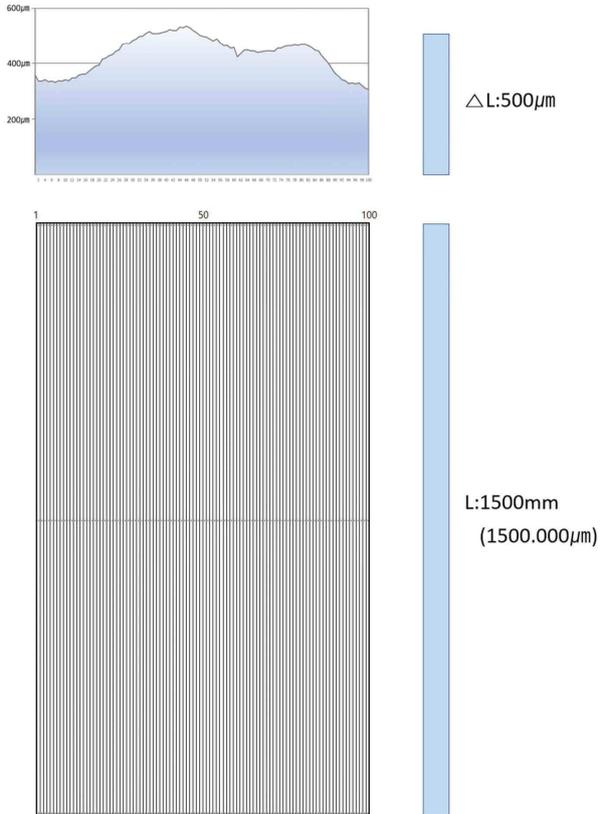
10mm 간격으로 분리되어
평탄하게 바뀐 형태 임
(ΔL 만큼 치수 증가)



도면9

장축 신장율

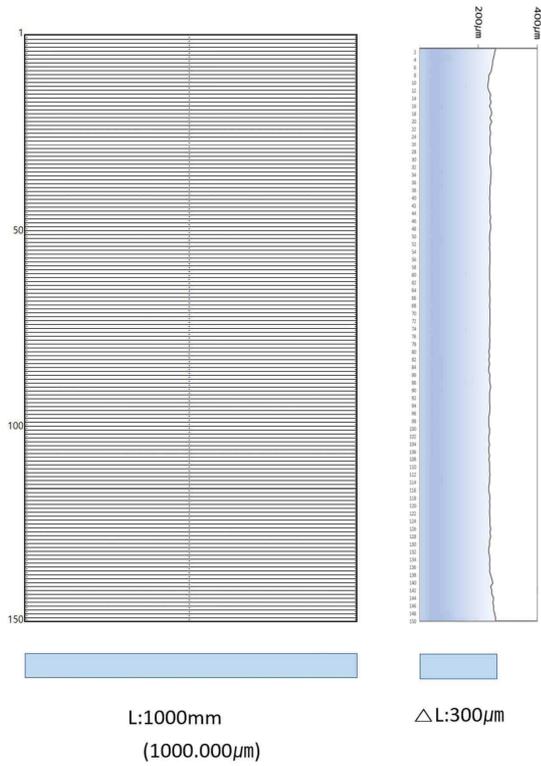
$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{500\mu\text{m}}{1500\text{mm}} * 100\% = 0.033\%$$



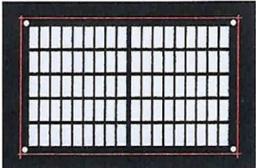
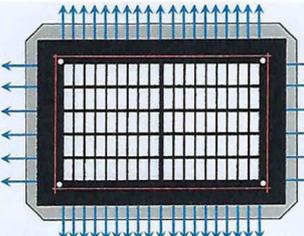
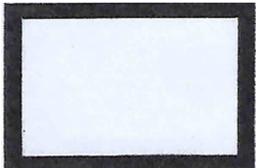
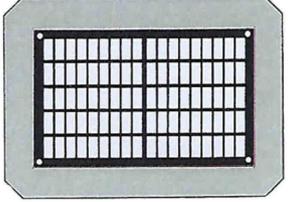
도면10

단축 신장율

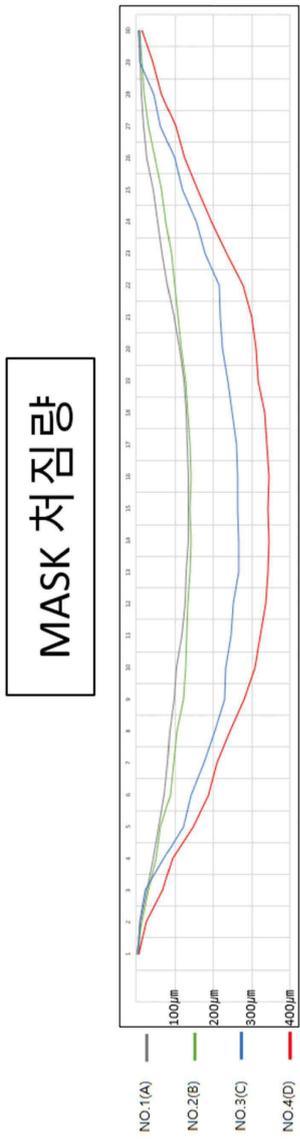
$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{300\mu\text{m}}{1000\text{mm}} * 100\% = 0.03\%$$



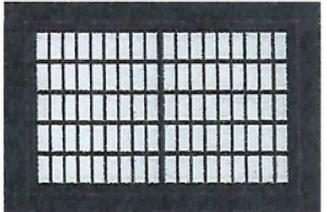
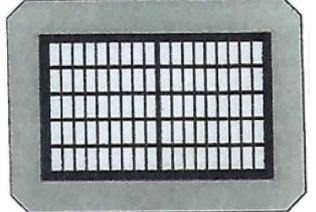
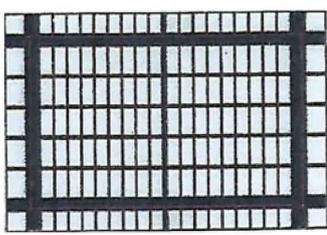
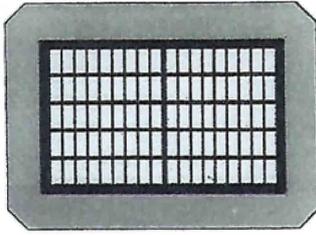
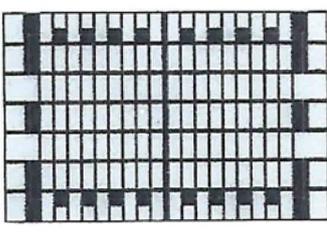
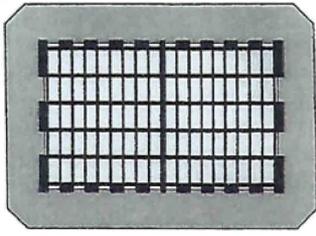
도면11

설명	제작 과정
<p>Invar의 신장률 만큼 축소한(-Δ) Photo Mask Film 제작하여 1차,2차 Photo Chemical Etching 공정을 진행 후 제작된 A Type OMM 임</p>	
<p>인장기를 이용하여 상,하,좌,우로 평탄도를 유지하면서 신장률만큼 +ΔL 을 인장하면서 KPA, CPA, K/P, C/S, K/S등을 측정하고 Spec In 인 경우 Laser Spot 용접을 하여 마스크 프레임에 고정시킨다.</p>	
<p>용접이 완료된 후 절단선을 따라 외곽 부분을 제거한다.</p>	
<p>완성된 A Type의 OMM 마스크 프레임 어셈블리 형태임. 원 Data에서 요구하는 KPA, CPA, K/S, C/S, K/P 등의 정밀도가 충족됨을 알 수 있다.</p>	

도면12



도면13

구분	OMM의 4가지 Type	인장 용접 후 완성된 Mask Frame 어셈블리
A		
B		
C		
D	