



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월07일
(11) 등록번호 10-2405552
(24) 등록일자 2022년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 14/04 (2006.01) B23K 26/22 (2014.01)
B23K 26/361 (2014.01) B23K 26/38 (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 10-2021-0157573
(22) 출원일자 2021년11월16일
심사청구일자 2021년11월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR102269904 B1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
(주)세우인코퍼레이션
경기도 평택시 서탄면 내천길 115
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

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 최중운

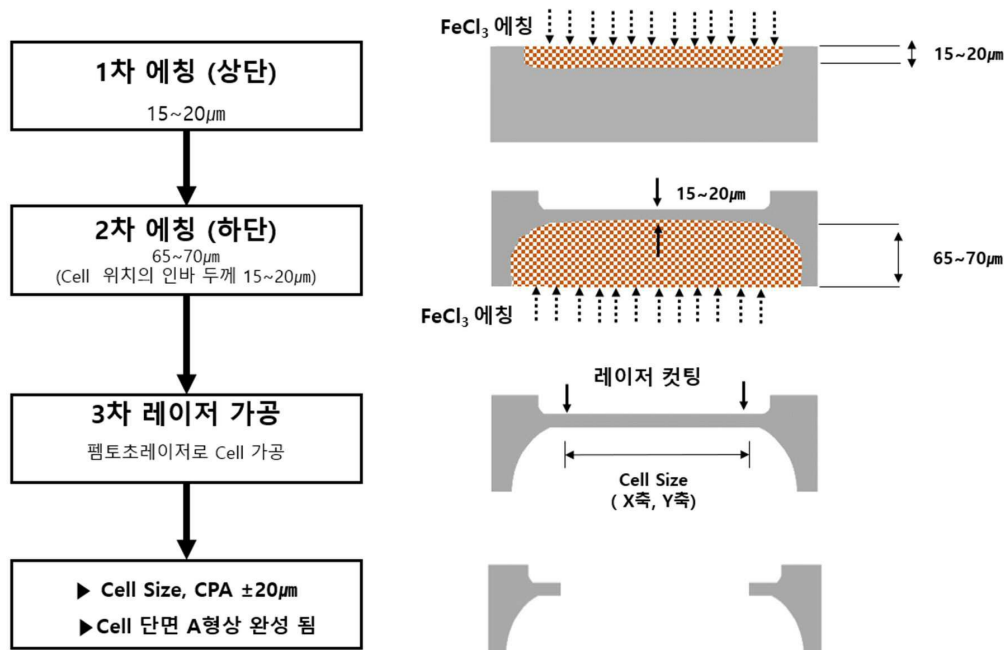
(54) 발명의 명칭 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 목적은 대면적 유리 기판 6 Gh(925 mm × 1,500 mm)의 증착에 필요한 오픈 메탈 마스크가 원장 형태(Full size - One Piece Mask)로 제작되고, 유리 기판의 증착 위치에 정확하게 일치시키기 위해 위치 정밀도를 나타내는 CPA(Cell Position Accuracy) 및 C/S(Cell Size)의 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도의 정

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



확성을 확보할 수 있는 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법을 제공하는 것이다.

상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법은, 2장의 인바(Invar) 박판 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 계산하고, 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 위한 1차용, 2차용 2 세트의 포토 마스크 필름을 계산된 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소하여 제작하는 제 1 단계; 상기 인바 박판에 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 수행하여 제작된 마스크를 마스크 프레임에 장착한 후 인장기를 이용하여 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 인장하고, 레이저 스폿 용접을 수행하는 제 2 단계; 및 상기 마스크의 셀 위치에 형성된 인바에 레이저를 이용하여 커팅 또는 트리밍을 수행하는 제 3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

B23K 26/361 (2015.10)

B23K 26/38 (2013.01)

C23F 1/02 (2013.01)

C23F 1/28 (2013.01)

H01L 51/0011 (2013.01)

H01L 51/56 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020170086701 A

KR1020200067049 A

KR101918551 B1

KR1020190116559 A

KR1020190041893 A

KR102000545 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

2장의 인바(Invar) 박판 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 계산하고, 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 위한 1차용, 2차용 2 세트의 포토 마스크 필름을 계산된 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소하여 제작하는 제 1 단계;

상기 인바 박판에 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 수행하여 셀이 형성될 위치의 상단 및 하단을 각각 에칭하고, 셀이 형성될 위치의 인바에 3차 에칭으로 실제 셀 사이즈보다 $50 \sim 100 \mu m$ 작은 사이즈의 셀을 형성하여 마스크를 제작하고, 상기 제작된 마스크를 마스크 프레임에 장착한 후 인장기를 이용하여 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 인장하고, 레이저 스폿 용접을 수행하는 제 2 단계; 및

상기 마스크의 셀 위치에 형성된 인바에 레이저를 이용하여 커팅 또는 트리밍을 수행하는 제 3 단계;를 포함하고,

상기 제 1 단계에서, 상기 2장의 인바 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 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 단계 이전에,

상기 인바 박판을 재단한 후 표면을 세척하고, 상기 인바의 양면에 포토 레지스트(Photo Resist)를 코팅하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 포토 레지스트는 액상 또는 드라이 필름을 사용하며,

양각(Positive) 또는 음각(Negative) 타입으로 코팅하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 단계에서,

상기 1차 포토 케미칼 에칭은 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소 제작된 1차용 포토 마스크 필름을 이용하

여 UV 노광 후 현상액을 사용하여 현상함으로써, UV 조사가 차단된 영역의 포토 레지스트가 제거되어 에칭시킬 영역만 노출시킨 후 에칭 공정을 수행하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 에칭은 염화제이철 용액 또는 과염소산제이철 용액을 사용하며,

상기 염화제이철 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 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

에칭이 완료된 상기 인바의 양면에 포토 레지스트를 코팅하고,

상기 2차용 포토 마스크 필름을 이용하여 노광, 현상, 에칭 공정을 각각 수행한 후, 박리 공정을 수행하여 원하는 오픈 메탈 마스크를 획득하며,

획득된 상기 오픈 메탈 마스크를 마스크 프레임 위에 장착한 후 인장기를 이용하여 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 인장하고, 레이저 스폿 용접을 수행하여 외곽을 제거함으로써 마스크 프레임 어셈블리를 형성하는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 레이저는 피코초 레이저 또는 펨토초 레이저인 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 인바는 두께가 100 μm 박판 사이즈(1040 mm \times 1800 mm)이며,

상기 셀이 형성될 상단 위치에 1차 포토 케미칼 에칭을 통해 15 ~ 20 μm 두께로 에칭시키고,

상기 2차 포토 케미칼 에칭을 통해 상기 셀이 형성될 하단 위치에 65 ~ 70 μm 를 에칭시켜서 상기 셀이 형성될 위치에 15 ~ 20 μm 두께의 오픈 메탈 마스크가 형성되는 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항 및 제 3 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에 의해 제조된 것을 특징으로 하는,

OLED 증착용 메탈 마스크.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 충족시킴과 아울러 원장으로 제작될 수 있는 OLED 증착용 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 등에서 성능이 매우 우수하다.
- [0005] 도 1은 OLED 디스플레이의 기본 구조 및 발광 원리를 나타내는 도면이다.
- [0006] 도 1을 참조하면, OLED의 구조는 유리 기판이나 투명 플라스틱 위에 빛이 통과하는 투명한 음극과 양극을 형성하고 그 사이에 전자, 정공의 수송층 및 도전층과, 중앙에 발광층을 증착시킨 구조이다.
- [0007] 좀 더 상세하게는 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 이루어진다.
- [0008] 또한, 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.
- [0009] OLED 디스플레이 모듈 생산은 유리 기판(전극 공정) → 진공 증착(Evaporation) → 봉지(Encapsulation) → 셀(Cell) → 모듈(Module) 과정을 통해서 완성된다.
- [0010] 유리 기판의 전극 공정은 스퍼터링 방법으로 유리 기판 위에 ITO 박막을 형성한다.
- [0011] 이후 고진공 하에서 유리 기판에 증착하는 방식으로 여러 층의 유기 박막과 금속 박막을 계속하여 형성한다.
- [0012] 유기 박막은 각각 독립된 진공 챔버 내에서 증착되며, 진공 챔버는 상단의 유리 기판과 하단의 메탈마스크 프레임 을 얼라인시키는 장치와, 박막 증착 두께를 모니터링하는 장비를 포함한다.
- [0013] 이러한 진공 챔버는 유기물 증발원이 있고, 진공 펌프를 이용하여 챔버 내 10^{-7} Torr의 초고진공 상태를 유지하며, 유기 물질을 200 ~ 500 °C의 범위 내에서 열증발(Thermal Evaporation) 방식으로 승화 또는 증발시킨다.
- [0014] 정밀한 증착이 이루어지기 위해서는 증착용 마스크가 유리 기판 하단에 정확하게 탑재되어야 한다,
- [0015] 증발된 분자 단위의 작은 유기 물질은 마스크를 통해서 유리 기판의 일정한 위치에 일정한 사이즈와 두께로 증착된다.
- [0016] OLED 유기 증착은 정공 주입층, 정공 수송층, 레드 발광층(Red), 그린 발광층(Green), 블루 발광층(Blue), 전자 수송층, 전자 주입층, 음극(Cathode) 순서로 각기 다른 진공 챔버 내에서 각기 다른 메탈 마스크를 통해서 증착된다.
- [0017] 유기 증착 공정이 완료되면 곧바로 봉지 공정이 실행된다.
- [0018] 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.
- [0019] 봉지 공정은 다수의 무기층이거나, 또는 무기층 및 유기층, 또는 무기층 및 유기층을 반복하여 형성한다.
- [0020] OLED 유기 증착 공정 및 봉지 공정에서 파인 메탈 마스크(Fine Metal Mask)와 오픈 메탈 마스크(Open Metal

Mask)를 사용한다.

- [0021] 풀 컬러 디스플레이(Full Color Display)의 구현을 위해서는 빛의 3원색인 레드(Red), 그린(Green), 블루(Blue)의 기본 화소가 필요하다.
- [0022] 파인 메탈 마스크는 발광층의 RGB(Red, Green, Blue) 화소를 증착 시키는데 사용하는 마스크이고, 오픈 메탈 마스크는 셀의 공동층의 증착 공정에 사용하는 마스크이다.
- [0023] 하나의 모델(Model)의 증착 공정에는 파인 메탈 마스크는 3개의 마스크가 필요하고, 오픈 메탈 마스크는 통상 6 ~ 8개의 마스크가 필요하다.
- [0024] 봉지 공정은 여러가지 방법이 있으며, 이에 따라 오픈 메탈 마스크의 수량은 변경될 수 있다.
- [0026] 도 2는 OLED 증착 및 봉지 공정과 이에 필요한 메탈 마스크를 표시한 것이다.
- [0027] 근래에 OLED의 소재 및 공정, 장비 등의 기술 발전과 폭발적인 수요 증가로 인해, OLED 디스플레이 패널 업체들이 OLED 양산 라인을 4, 5세대(4G, 5G) 급에서 6세대(6G) 급으로 전환하고 있다.
- [0028] 유리 기판을 6Gh(925 mm × 1500 mm) 사이즈를 사용하는 대면적 생산 방식으로 변경됨에 따라 이에 합당한 파인 메탈 마스크와, 오픈 메탈 마스크의 제작과 함께 마스크 프레임 어셈블리가 필요하게 되었다.
- [0029] 파인 메탈 마스크의 경우는 스틱(Stick) 형태의 분할 마스크로 제조하여 여러 개를 마스크 프레임에 이어 붙이는 방법으로 제작이 가능하다.
- [0030] 그러나 오픈 메탈 마스크의 경우는 분할 마스크 제작이 불가능하여 대면적의 원장 마스크(Full size-One Piece Mask)로 제작되어야 한다.
- [0031] OLED 디스플레이 패널 업체에서 요구하는 대면적 6Gh(925 mm × 1500 mm) 유리 기판과 동일한 크기의 오픈 메탈 마스크는 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도가 4G, 5G 보다도 더욱 정밀한 스펙(Spec)이 필요하다.
- [0032] 이는 200 ~ 300 PPI(Pixel Per Inch) 화소 수준에서 현재 500 ~ 600 PPI 수준의 파인 메탈 마스크가 사용되고 있기 때문에, 오픈 메탈 마스크도 이와 비례해서 높은 수준의 정밀도가 요청되고 있기 때문이다.
- [0033] 대면적의 오픈 메탈 마스크는 포토 케미칼 에칭 방법으로 유기 물질이 통과한 곳과 막는 곳을 정밀하게 패터닝한 마스크로 가공되어야 한다.
- [0034] 리소그래피(Lithography) 방식인 포토 케미칼 에칭 순서대로 인바 표면에 포토 레지스트(Photo Resist)를 코팅한 후 노광, 현상 후 노출된 인바 표면을 에칭하여 셀을 형성한 후, 포토 레지스트를 제거하여 원하는 패턴의 오픈 마스크를 제작한다.
- [0035] 대면적의 오픈 메탈 마스크는 포토 케미칼 에칭 방법에 의해서 제작되고 있는데 케미칼 에칭시의 에칭 편차 등으로 인해 오픈 메탈 마스크에서 요구되는 CPA(Cell Position Accuracy)나 C/S(Cell Size)에 미치지 못하는 한계가 있다.
- [0036] 최근, 좀 더 정밀한 오픈 메탈 마스크가 요구되고 있어 여러 가지 방법이 연구되고 있고, 에칭 방법으로 오픈 메탈 마스크를 제작한 후 레이저 트리밍으로 C/S나 CPA를 개선하려는 방법이 시도되고 있는 실정이다.
- [0037] 예컨대, OLED 디스플레이 패널 업체에서 1회 증착으로 많은 수량을 양산하기 위해, 4, 5 세대급에서 6 세대급의 대면적 유리기판 6Gh(925 mm × 1500 mm)을 사용하는 생산 방식으로 전환함에 따라, 이에 필수적인 증착용 메탈 마스크인 파인 메탈 마스크와, 오픈 메탈 마스크의 대형화가 요구되어 왔다.
- [0038] 발광층 증착용인 파인 메탈 마스크는 화소(Pixel)의 형성을 위한 레드, 그린, 블루 증착에 필요하며, 인바 두께 20 μm의 초박판을 사용하여 10 ~ 20 μm 사이즈의 서브 화소(Sub-Pixel)를 증착할 수 있는 다수 관통홀을 형성한 분할 마스크로 제작이 가능하고, 다수개의 분할 마스크를 대형 마스크 프레임에 용접시 개별 분할 마스크의 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도를 확인하면서 하나씩 용접하여 이어나가 증착 공정에서 사용하는 대형 파인 메탈 마스크의 마스크 프레임 어셈블리를 완성할 수 있다.
- [0039] 그러나 공동층 증착용인 오픈 메탈 마스크는 파인 메탈 마스크와 같은 분할 마스크를 제작하는 것이 불가능하기 때문에 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 갖춘 1장의 완성된 마스크로서 대면적의 원장 방식의 마스크로 제작되기 때문에 증착 공정에서 사용하는 대형 오픈 메탈 마스크의 마스크 프레임 어셈블리가 필요하다.
- [0040] 대형 파인 메탈 마스크의 마스크 프레임 어셈블리의 제작은 스틱형 분할 마스크로 제작하여 사용하는 여러가지

방법이 연구되어 실제 공업적으로 실행되는데 반해, 대형 오픈 메탈 마스크의 마스크 프레임 어셈블리의 분할 마스크 제작 방식이 시도된 바 있으나 실제로 적용되지 못한 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0042] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 10-1869889
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허공보 10-2000548
(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허공보 10-2134363

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0043] 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 대면적 유리 기판 6 Gh(925 mm × 1,500 mm)의 증착에 필요한 오픈 메탈 마스크가 원장 형태(Full size - One Piece Mask)로 제작되고, 유리 기판의 증착 위치에 정확하게 일치시키기 위해 위치 정밀도를 나타내는 CPA(Cell Position Accuracy) 및 C/S(Cell Size)의 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도의 정확성을 확보할 수 있는 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0045] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법은, 2장의 인바(Invar) 박판 각각의 길이 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 계산하고, 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 위한 1차용, 2차용 2 세트의 포토 마스크 필름을 계산된 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소하여 제작하는 제 1 단계; 상기 인바 박판에 1차, 2차 포토 케미칼 에칭을 수행하여 제작된 마스크를 마스크 프레임에 장착한 후 인장기를 이용하여 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 인장하고, 레이저 스폿 용접을 수행하는 제 2 단계; 및 상기 마스크의 셀 위치에 형성된 인바에 레이저를 이용하여 커팅 또는 트리밍을 수행하는 제 3 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0046] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법은, 상기 제 1 단계에서, 2장의 상기 인바 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 것을 특징으로 한다.
- [0047] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법은, 상기 제 2 단계 이전에, 상기 인바 박판을 재단한 후 표면을 세척하고, 상기 인바의 양면에 포토 레지스트(Photo Resist)를 코팅하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0048] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 포토 레지스트는 액상 또는 드라이 필름을 사용하며, 양각(Positive) 또는 음각(Negative) 타입으로 코팅하는 것을 특징으로 한다.
- [0049] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법은, 상기 제 2 단계에서, 상기 1차 포토 케미칼 에칭은 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 축소 제작된 1차용 포토 마스크 필름을 이용하여 UV 노광 후 현상액을 사용하여 현상함으로써, UV 조사가 차단된 영역의 포토 레지스트가 제거되어 에칭시킬 영역만 노출시킨 후 에칭 공정을 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0050] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 에칭은 염화제이철 용액 또는 과염소산 제이철 용액을 사용하며, 상기 염화제이철 용액의 비중은 1.38 ~ 1.42이고, 온도는 50 ~ 55℃이며, 에칭액의 분사시 분사되는 에칭액의 스프레이 압력은 2.5 ~ 3kg/cm² 인 것을 특징으로 한다.
- [0051] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에서, 에칭이 완료된 상기 인바의 양면에 포토 레지스트를 코팅하고, 상기 2차용 포토 마스크 필름을 이용하여 노광, 현상, 에칭 공정을 각각 수행한 후, 박리 공정을 수행하여 원하는 오픈 메탈 마스크를 획득하며, 획득된 상기 오픈 메탈 마스크를 마스크 프레임 위에 장착

한 후 인장기를 이용하여 상기 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 만큼 인장하고, 레이저 스폿 용접을 수행하여 외곽을 제거함으로써 마스크 프레임 어셈블리를 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0052] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 레이저는 피코초 레이저 또는 펨토초 레이저인 것을 특징으로 한다.

[0053] 또한, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에서, 상기 인바는 두께가 100 μm 박판 사이즈(1040 mm \times 1800 mm)이며, 상기 셀이 형성될 상단 위치에 1차 포토 케미칼 에칭을 통해 15 ~ 20 μm 두께로 에칭시키고, 상기 2차 포토 케미칼 에칭을 통해 상기 셀이 형성될 하단 위치에 65 ~ 70 μm 를 에칭시켜서 상기 셀이 형성될 위치에 15 ~ 20 μm 두께의 오픈 메탈 마스크가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0054] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크는, OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에 의해 제조된 것을 특징으로 한다.

[0056] 기타 실시 예의 구체적인 사항은 "발명을 실시하기 위한 구체적인 내용" 및 첨부 "도면"에 포함되어 있다.

[0057] 본 발명의 이점 및/또는 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 각종 실시 예를 참조하면 명확해질 것이다.

[0058] 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

[0060] 본 발명에 의하면, 대면적 유리 기판 6 Gh(925 mm \times 1,500 mm)의 증착에 필요한 오픈 메탈 마스크가 원장 형태(Full size - One Piece Mask)로 제작되고, 유리 기판의 증착 위치에 정확하게 일치시키기 위해 위치 정밀도를 나타내는 CPA(Cell Position Accuracy) 및 C/S(Cell Size)의 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도의 정확성을 확보할 수 있는 효과가 있다.

[0061] 또한, 본 발명에 의하면, 대면적의 오픈 메탈 마스크를 인바 박판을 사용하여 1장으로 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 갖춘 원장 방식 마스크 및 마스크 어셈블리 제작 방법을 제공하여 증착 Uniformity와 수율을 크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0062] 또한, 본 발명에 의하면, OLED 디스플레이 패널 업체에서 요구하는 C/S 및 CPA를 $\pm 20 \mu\text{m}$ 수준으로 제작할 수 있는 동시에 셀의 단면 Z축의 증착 품질을 향상시킬 수 있는 최상의 형상으로 가공함으로써 대면적 OLED 증착 품질 향상 및 수율 증대에 크게 기여할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0064] 도 1은 OLED 디스플레이의 기본 구조 및 발광 원리를 나타낸 도면.

도 2는 OLED 유기 증착 및 봉지 공정에 필요한 메탈 마스크를 나타낸 도면.

도 3은 셀의 Z축 단면 형상(A)을 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 따른 LED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 셀 가공과 단면 형상 과정을 나타낸 도면.

도 5는 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법을 나타낸 공정도.

도 6은 10 mm 간격으로 100개로 분리한 장축에 대한 ΔL 과 축소율을 나타낸 도면.

도 7은 10 mm 간격으로 150개로 분리한 단축에 대한 ΔL 과 축소율을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0065] 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 사상

에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.

- [0066] 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.

[0067] 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.

[0068] 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.

[0069] 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.

[0070] 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.

[0071] 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.

[0072] 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.

[0073] 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.

[0074] 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.

[0075] 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.

[0076] 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.

[0078] 이하, 본 발명의 실시 예에 대해 관련 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0080] 본 발명은 핵심 공정인 진공증착(Evaporation)공정과 봉지(Encapsulation)공정에서 사용하는 증착용 메탈마스크와 이를 제조하는 방법에 관한 것이다.

[0081] OLED 디스플레이 패널업체에서 대형화된 증착 마스크를 사용하여 1회 증착으로 보다 많은 제품을 양산하기 위해 유리 기판을 6 Gh(925 mm × 1,500 mm)의 대면적으로 사용하는 생산 방식으로 전환함에 따라, 이에 대응하는 파인 메탈 마스크와, 오픈 메탈 마스크의 마스크 프레임 어셈블리의 대형화가 함께 요청되고 있다.

[0082] 파인 메탈 마스크와 오픈 메탈 마스크의 마스크 프레임은 모두 인바를 사용한다.

[0083] 인바는 철과 니켈의 합금(Fe 64%, Ni 36%)으로 독보적으로 열팽창 계수가 낮기 때문에 치수 안정성과 정밀함이 요구되는 용도에 사용된다.

[0084] 인바의 열팽창 계수는 $1.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (1.2 ppm/℃)이다.

- [0085] 발광층 증착용인 파인 메탈 마스크는 인바 두께 20 μm 의 초박판을 사용하여 스틱 형태의 분할 마스크로 제작이 가능하기 때문에 다수개의 분할 마스크를 마스크 프레임에 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도 등을 확인하면서 하나씩 용접하여 이어나가 대면적의 파인 메탈 마스크의 마스크 어셈블리를 완성할 수 있다.
- [0086] 그러나 오픈 메탈 마스크는 대면적의 원장 방식 마스크로서, 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 갖춘 1장의 완성된 마스크여야 한다.
- [0087] 그러나 현재 대면적의 오픈 메탈 마스크의 품질 수준은 각종 정밀도 공차를 벗어나고 있어 유리 기판에 증착되는 박막의 정밀도에도 영향을 주게 되어 개선이 시급하다.
- [0088] 현재 포토 케미칼 에칭 방법으로 제작되고 있는 오픈 메탈 마스크의 C/S(Cell Size) 및 CPA(Cell Position Accuracy)는 $\pm 40 \mu\text{m}$ 수준에 머물러 있다.
- [0089] 최근 OLED 디스플레이 패널 업체에서 요구하는 오픈 메탈 마스크의 C/S 및 CPA는 $\pm 20 \mu\text{m}$ 이며, 또한 셀 단면을 증착시 그림자 효과(Shadow Effect)를 최소화시킬 수 있도록 도 3과 같은 형상으로 제작을 요청하고 있다.
- [0090] 도 3은 셀의 Z축 단면 형상(A)을 나타내고 있다.
- [0091] 이와 같은 오픈 메탈 마스크의 Z축 형상은 파인 메탈 마스크의 단면 형상과 유사하며 증착 효율 및 품질을 향상시킬 수 있기 때문이다.
- [0092] 포토 케미칼 에칭 방법에 의한 오픈 메탈 마스크의 경우 에칭 편차로 인하여 C/S 및 CPA를 $\pm 20 \mu\text{m}$ 으로 제작하는데 한계가 있어 레이저를 이용하는 방법이 연구되었으나, 대면적의 오픈 메탈 마스크에 사용되는 두께 100 μm , 150 μm , 200 μm 인바의 경우, 레이저의 가공시 많은 시간이 소요됨은 물론 열변형이 발생하여 C/S와 CPA가 변하는 문제로 인해 실제로 오픈 메탈 마스크 생산에 적용하지 못하고 있다.
- [0093] 또한, 레이저 가공 방법으로는 오픈 메탈 마스크의 셀의 Z축 단면을 도 3과 같은 형태로 가공하는 것은 불가능하다.
- [0094] 오픈 메탈 마스크의 C/S 및 CPA를 $\pm 20 \mu\text{m}$ 수준으로 제작하기 위해서는 레이저 가공에 적합하게 셀 위치의 인바 두께를 15 ~ 20 μm 로 얇게 줄여야 하고, 셀의 Z축 단면을 도 3의 A 형상으로 제작하여야 하는 문제를 동시에 해결하여야 한다.
- [0095] 따라서, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법에서, 포토 케미칼 에칭 방법으로 셀 위치의 상단을 15 ~ 20 μm 정도로 1차 에칭하고, 2차로 셀 위치의 하단을 65 ~ 70 μm 정도로 에칭하여 셀을 형성해야 할 위치의 인바 두께를 15 ~ 20 μm 정도 얇게 제작함과 동시에 단면의 형상을 도 3의 A 형태가 되도록 제작한다.
- [0096] 이후 에칭이 완료된 마스크를 마스크 프레임에 인장하여 외곽을 용접한 후 레이저를 이용하여 셀 위치의 15 ~ 20 μm 두께의 인바를 커팅(Cutting) 또는 트리밍(Trimming)하여 버닝과 열변형 없이 정확한 위치에 정확한 사이즈의 셀을 형성함으로써 C/S 및 CPA를 $\pm 20 \mu\text{m}$ 수준으로 제작할 수 있으며, 동시에 Z축의 단면을 정확하게 도 3의 형상으로 제작할 수 있는 방법을 완성할 수 있다.
- [0097] 즉, OLED 디스플레이 생산 라인에서 대면적 유리 기판을 6 Gh(925 mm \times 1,500 mm) 사이즈로 사용하기 때문에, 이에 적합한 대면적 오픈 메탈 마스크가 필요하다.
- [0098] 오픈 메탈 마스크는 증착 공정에서 파인 메탈 마스크와 함께 가장 핵심 요소이며, 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 충족시켜야 하고, 원장(Full size-One Piece Mask)으로 제작되어야 한다.
- [0099] 6 Gh(925 mm \times 1,500 mm)의 유리 기판용 오픈 메탈 마스크를 제작하기 위해서는 1040 mm 폭의 인바 박판을 사용해야 한다.
- [0100] 폭 1040 mm의 인바 박판은 특정 소재 업체에서만 생산되고 있으며 압연 공정 중 발생한 웨이브가 존재하고, 또한 생산 로트(Lot) 별로 웨이브 정도의 차이가 크다.
- [0101] 본 발명에서, 인바의 웨이브 형태는 공급되는 로트마다 일정치 못할 뿐만 아니라 웨이브에 의한 치수 변화로 인해 오픈 메탈 마스크의 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도를 충족시킬 수 없는 근본적인 문제가 있으며, 이를 해결하기 위해서는 1040 mm 폭의 인바 박판의 치수 변화(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 사전에 파악하고 이에 대한 방안을 강구해야 한다.
- [0102] 1040 mm 폭의 인바 박판에 존재하는 웨이브에 의해 발생하는 치수 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 측정

할 수 있는 방법에 대해서 연구한 결과, 본 발명은 10 mm 간격으로 분리시킨 후 각각의 길이를 측정하여 신장률을 계산한다.

- [0103] 즉, 인바 박판(1000 mm × 1500 mm)을 장축 방향으로 10 mm 간격으로 100개의 스틱 형태로 분리하여 각각의 길이를 측정하고, 다시 단축 방향으로 10 mm 간격으로 150개로 분리시킨 후 각각의 길이를 측정하여, 증가된 치수(ΔL)와 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 계산한다.
- [0104] 스틱 형태로 분리하는 방법으로 리소 그래피(Lithography) 방식으로 포토 레지스트(Photo Resist)를 사용하고, 포토 마스크 필름으로 노광 후 현상과, 에칭을 수행한다.
- [0105] 소재 업체에서 공급되는 1040 mm 폭의 인바의 웨이브에 의한 치수 변화(ΔL)와, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)을 파악한 후, 마스크의 패턴 데이터를 플로팅(Plotting)하여 오픈 메탈 마스크 제작에 필요한 포토 마스크 필름을 제작시, 상기 신장률 만큼을 사전에 축소시킨 포토 마스크 필름을 제작해 사용함으로써, 오픈 메탈 마스크 인장 공정에서 텐션(Tension)을 가해 신장률 만큼 인장함으로써, 웨이브에 의한 치수 변화를 상쇄시켜 용접한다.
- [0106] 본 발명에서 도 3에 나타난 상단의 1차 15 ~ 20 μm 에칭을 위해 사용하는 포토 마스크 필름과 하단의 2차 65 ~ 70 μm 에칭을 위해 사용할 포토 마스크 필름을 각각 측정한 신장율만큼 축소시킨 포토 마스크 필름을 제작한다.
- [0107] 1차, 2차 에칭이 완료된 마스크는 마스크 프레임에 텐션을 가해 신장율만큼 인장한 후 용접한다.
- [0108] 1차, 2차 에칭에 의해 셀이 형성될 위치의 인바 두께는 15 ~ 20 μm 으로 제작되기 때문에 레이저에 의한 커팅 또는 트리밍에 매우 적합하여 정밀한 단위의 패턴 가공이 수행된다.
- [0109] 셀이 정확한 위치에 정확한 사이즈로 가공되고, 이로 인해 C/S와 CPA를 $\pm 20 \mu\text{m}$ 수준의 오픈 메탈 마스크로 제작할 수 있다.
- [0110] 본 발명에서 사용되는 레이저는 극초단파 레이저(Ultra-Short Pulsed Laser)이다.
- [0111] 예를 들어, 극초단파 레이저로는 피코초 레이저(Pico-Second Laser) 또는 펨토초 레이저(Femto-Second Laser)를 사용할 수 있다.
- [0112] 펨토초 레이저는 10^{-15} 초의 아주 짧은 펄스폭과 높은 첨두 출력 특성을 갖는 레이저로, 인바 재료의 열확산 시간보다 조사되는 레이저 펄스의 시간이 짧아 열적 변성이 없는 비열 가공이 가능하다.
- [0113] 또한, 적은 에너지로 큰 첨두 출력을 내기 때문에 인바에 가해지는 충격이 적어 고품질의 초정밀 미세 가공이 가능하다.
- [0114] 본 발명의 핵심 공정에 따른 셀 가공과 단면 형상 과정을 간단하게 요약하면 도 4와 같다.
- [0115] 도 4는 본 발명에 따른 LED 증착용 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 방법에서, 셀 가공과 단면 형상 과정을 나타내고 있다.
- [0116] 대면적의 유리 기판 6 Gh(925 mm × 1,500 mm)의 증착에 필요한 오픈 메탈 마스크는 원장 형태로 제작되어야 하며, 유리 기판의 증착 위치에 정확하게 일치시키기 위해 위치 정밀도를 나타내는 CPA와 C/S의 치수 정밀도와, 패턴 정밀도의 정확성이 확보되어야 한다.
- [0117] 본 발명에서는, 포토 케미칼 에칭 후 레이저로 미세 정밀 가공하여 C/S 및 CPA의 정밀도를 확보하며 동시에 도 3의 단면의 A 형상으로 대면적의 오픈 메탈 마스크를 제작할 수 있어 증착 패턴의 정밀도를 극대화시킬 수 있다.
- [0118] 본 발명에 따른 대면적 오픈 메탈 마스크의 제조 공정은 도 3과 같다.
- [0120] 도 5는 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법을 나타내는 도면이다.
- [0121] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크의 제조 방법은 3개의 단계를 포함한다.
- [0122] 제 1 단계에서는, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$) 계산 및 포토 마스크 필름을 제작하는 단계이다.
- [0123] 먼저 두께 100 μm 인바 박판을 1000 mm × 1500 mm 사이즈로 2장을 준비한 후 1장은 장축(1500 mm)을 10 mm 간격으로 100 개로 분리한 후, 100 개의 길이 변화를 측정하며, ΔL 과 신장률을 계산한 결과는 도 6과 같다.
- [0124] 다른 1장은 단축(1000 mm)을 10 mm 간격으로 150 개로 분리한 후, 150 개의 길이 변화를 측정하며, ΔL 과 신장

를을 계산한 결과는 도 7과 같다.

- [0125] 장축의 ΔL 은 $500\ \mu\text{m}$ 이고, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)은 $500\ \mu\text{m} / 1500\ \text{mm} \times 100\%$ 로 0.033% 임을 알 수 있다.
- [0126] 단축의 ΔL 은 $300\ \mu\text{m}$ 이고, 신장률($\Delta L/L \times 100\%$)은 $300\ \mu\text{m} / 1000\ \text{mm} \times 100\%$ 로 0.03% 임을 알 수 있다.
- [0127] 장축의 키 피치(Key Pitch)에서 요구되는 치수 정밀도는 $\pm 40\ \mu\text{m}$ 인데 반해, 오픈 메탈 마스크의 제작을 위해 사용하는 인바의 웨이브에 의한 치수 변화(ΔL)는 $500\ \mu\text{m}$ 에 달하므로 이는 오픈 메탈 마스크에서 요구되는 치수 정밀도를 10배 이상 훨씬 벗어난 상태임을 알 수 있다.
- [0128] 그러므로 본 발명은 도 6 및 도 7의 도면상의 데이터를 신장률 0.033% 만큼 축소하여 포토 마스크 필름을 제작한다.
- [0129] 포토 케미칼 에칭을 위한 1차 포토 마스크 필름과, 2차 포토마스크 필름을 상기 신장률만큼 축소한 데이터로 제작한다.
- [0130] 제 2 단계에서는, 포토 케미칼 에칭과, 인장 및 용접을 수행하는 단계이다.
- [0131] 두께 $100\ \mu\text{m}$, 폭 $1040\ \text{mm}$ 의 인바 박판을 길이 $1800\ \text{mm}$ 로 재단한 후, 표면을 세척한다.
- [0132] 포토 레지스트를 인바 양면에 코팅한다.
- [0133] 여기서, 포토 레지스트는 액상 또는 드라이 필름을 사용할 수 있고 양각(Positive) 또는 음각(Negative) 타입 모두 사용 가능하다.
- [0134] 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 포토 레지스트가 제거되어서 에칭시킬 부분만 노출된다.
- [0135] 에칭은 염화제이철 용액이나 과염소산제이철 용액을 사용하며 주로 염화제이철 용액을 사용한다.
- [0136] 염화제이철 용액의 비중은 $1.38 \sim 1.42$, 온도는 $50 \sim 55^\circ\text{C}$, 스프레이 압력은 $2.5 \sim 3\ \text{kg}/\text{cm}^2$ 이 적당하다.
- [0137] 비중과, 온도와, 압력 등은 사용하는 장비들에 따라 다른 조건으로 변경할 수 있으며, 이는 도 5의 1 ~ 7번 공정을 통해 확인할 수 있다.
- [0138] 에칭 공정에서 가장 중요한 요소는 에칭물을 항상 일정하게 유지하여 에칭 균일도(Etching Uniformity)가 보장되어야 한다.
- [0139] 1차 포토케미칼 에칭 공정에서 셀 위치에 $15 \sim 20\ \mu\text{m}$ 정도 에칭하여 두께를 $80 \sim 85\ \mu\text{m}$ 정도로 감소킨다.
- [0140] 1차 전공정이 완료되면 다시 포토 레지스트를 양면에 코팅한다.
- [0141] 2차 포토 케미칼 에칭용으로 제작된 포토 마스크 필름을 이용하여 노광, 현상, 에칭 공정을 수행한 후, 포토 레지스트를 박리액을 사용하여 박리하면 원하는 마스크를 획득할 수 있으며, 이는 도 5의 9 ~ 14번 공정을 통해 확인할 수 있다.
- [0142] 2차 공정에서 포토 레지스트 코팅이 완벽하게 수행되어야 하고, 2차 공정용 포토 마스크 필름을 1차 에칭된 제품과 정확히 위치에 일치시키는 것이 중요하다.
- [0143] 2차 포토 케미칼 에칭 전공정이 완료된 마스크는 하단의 셀 위치에 $65 \sim 70\ \mu\text{m}$ 에칭되어 셀 위치의 잔여 인바는 $15 \sim 20\ \mu\text{m}$ 두께로 레이저 가공에 적합한 두께임을 확인할 수 있다.
- [0144] 포토 케미칼 에칭 전공정을 2회 반복하여 제작한 마스크를 마스크 프레임 위에 장착한 후 인장기를 이용하여 신장률만큼 인장하면서 평탄도를 유지하고, 레이저 스폿(Spot) 용접을 시행하고 외곽을 제거한다.
- [0145] 제 3 단계에서는, 레이터 커팅 또는 트리밍을 수행하는 단계이다.
- [0146] 두께 $100\ \mu\text{m}$ 의 인바 박판 사이즈($1040\ \text{mm} \times 1800\ \text{mm}$)를 셀이 형성될 상단 위치에 1차 포토 케미칼 에칭으로 $15 \sim 20\ \mu\text{m}$ 을 에칭시킨 후, 다시 2차 포토 케미칼 에칭으로 셀의 하단 위치에 $65 \sim 70\ \mu\text{m}$ 을 에칭시키면 도 5의 15번과 같이 $15 \sim 20\ \mu\text{m}$ 두께만 남는 형태의 마스크가 제작된다.
- [0147] 이를 마스크 프레임에 인장하고 용접한 후, 셀 위치에 얇게 형성된 $15 \sim 20\ \mu\text{m}$ 두께의 인바는 레이저를 이용하여 미세 정밀 가공을 통해 정확한 셀을 가공할 수 있으며, 기존의 에칭 방식에 의한 CPA를 획기적으로 개선하여

OLED 디스플레이 패널업체에서 요구하는 C/S와 CPA를 갖는 $\pm 20 \mu\text{m}$ 수준의 오픈 메탈 마스크를 제작함과 동시에 도 3의 A 형상의 단면을 완성할 수 있다.

[0148] 본 발명에서 극초단파 레이저로는 피코초 레이저 또는 펨토초 레이저를 사용함으로써, 인바 재료의 열화산 시간보다 조사되는 레이저 펄스의 시간이 짧아 열변성이 없고 비열 가공이 가능하며, 가공 셀 절단 부분의 버닝, 변형 등이 없는 고품질의 초정밀 미세 가공이 가능하여 본 발명에 따른 OLED 증착용 메탈 마스크를 구현할 수 있다.

[0150] 다음, 실시예 1 ~ 실시예 5를 통해 표 3과 같은 C/S 및 CPA의 결과를 획득할 수 있다.

[0151] [표 1]

	실시 예 1	실시 예 2	실시 예 2	실시 예 4	실시 예 5
C/S (Cell Size)	± 22	± 25	± 20	± 23	± 18
CPA (Cell Position Accuracy)	± 23	± 27	± 22	± 25	± 20

[0152]

[0154] [실시예 1]

[0155] 두께 $100 \mu\text{m}$, 사이즈($1040 \text{ mm} \times 1800 \text{ mm}$) 인바 박판을 준비한 후 인바 웨이브에 의한 신장율을 측정하고, 원 테이터에 의한 패턴을 신장율만큼 축소하여 1차, 2차 포토 케미칼 에칭 공정용 포토마스크 필름을 제작하였다.

[0156] 본 발명의 제조 공정에 따라 1차 포토 케미칼 에칭 공정은 포토 레지스트를 코팅한 후 노광, 현상, 에칭, 박리 공정을 통해 셀 위치의 인바 상단을 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 로 에칭시킨 마스크를 획득할 수 있다.

[0157] 2차 포토 케미칼 에칭 공정 역시 포토 레지스트를 코팅한 후 노광, 현상, 에칭, 박리 후 셀 위치의 인바 하단을 $65 \sim 70 \mu\text{m}$ 로 에칭시킨다.

[0158] 1차, 2차 에칭 결과 셀 위치의 인바 두께는 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 로 얇게 형성된다.

[0159] 이렇게 상단과 하단이 각각 에칭된 마스크를 마스크 프레임에 장착한 후 인장기를 이용하여 평탄도를 유지함과 동시에 장축, 단축 공히 신장율만큼 인장한 후 마스크 프레임에 레이저 스폿 용접을 수행한다.

[0160] 셀이 형성될 위치의 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 두께의 인바를 펨토초 레이저를 사용하여 초정밀 미세 가공으로 정확한 위치에 정확한 C/S를 형성할 수 있고 아울러 정밀한 CPA와 Z축의 A 형상 단면을 획득할 수 있다.

[0162] [실시예 2]

[0163] 실시예 1에서 $100 \mu\text{m}$ 두께의 인바 박판을 사용하였는데 실시예 2에서는 $100 \mu\text{m}$ 두께를 먼저 에칭으로 $80 \mu\text{m}$ 두께로 가공하여 사용하였다.

[0164] 그 외 모든 공정은 실시예 1과 동일하다.

[0165] 1차 에칭으로 상단에 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 를 에칭하고, 2차 에칭으로 하단에 $45 \sim 50 \mu\text{m}$ 를 에칭하여 셀이 형성될 위치의 인바 두께를 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 으로 얇게 축소하였다.

[0166] 펨토초 레이저를 사용하여 초정밀 미세 가공하여 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 두께의 인바에 셀을 형성한다.

[0167] 정확한 위치에 정확한 사이즈의 셀을 형성할 수 있고 아울러 정밀한 CPA와 Z축의 A 형상의 단면을 획득할 수 있다.

[0169] [실시예 3]

[0170] 실시예 1과 동일한 방법으로 1차 포토 케미칼 에칭 공정을 통해 인바 상단을 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 에칭시킨 후 다시 2차 포토 케미칼 에칭 공정을 통해 셀 위치의 인바 하단을 $65 \sim 70 \mu\text{m}$ 에칭시킨다.

[0171] 1차 및 2차 에칭 결과 셀 위치의 인바 두께는 $15 \sim 20 \mu\text{m}$ 로 얇게 형성되었다.

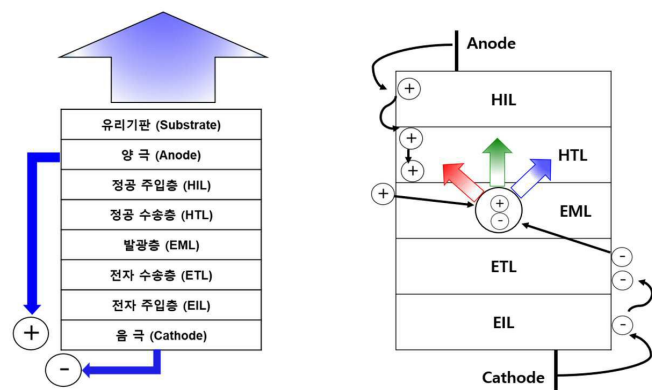
[0172] 다시 3차 에칭으로 원 테이터의 실제 셀 사이즈보다 $50 \sim 100 \mu\text{m}$ 정도 작은 사이즈의 셀을 양면 에칭으로 관통

시켜 형성한다.

- [0173] 이렇게 제작한 마스크를 마스크 프레임에 장착한 후 인장기를 이용해서 평탄도를 유지함과 동시에 장축, 단축 공히 신장율만큼 인장한 후 마스크 프레임에 레이저 스폿 용접을 시행한다.
- [0174] 셀이 형성될 위치의 15 ~ 20 μm 두께의 인바를 펄소 레이저를 사용하여 초정밀 미세 가공으로 정확한 위치에 정확한 C/S를 형성할 수 있고, 아울러 정밀한 CPA와 Z축의 A 형상의 단면을 획득할 수 있다.
- [0176] [실시예 4]
- [0177] 두께 100 μm , 사이즈(1040 mm \times 1800 mm) 인바 박판을 준비한 후 인바 웨이브에 의한 신장율을 측정하고 원 테이터에 의한 패턴을 신장율만큼 축소하여 1차 상단용, 2차 하단용 포토 케미칼 에칭 공정용 포토마스크 필름을 제작한다.
- [0178] 상단용과 하단용 포토 마스크를 정확하게 접합시킨 후 인바 박판을 중간에 삽입한 후 상단과 하단의 에칭을 동시에 수행한다.
- [0179] 상단과 하단의 에칭 비율을 조절하여 상단을 15 ~ 20 μm , 하단 65 ~ 70 μm 정도 에칭하는 경우 실시예 1과 동일한 형태의 마스크를 획득할 수 있으며, 실시예 1과 동일한 방법으로 신장율만큼 인장한 후 마스크 프레임에 레이저로 스폿 용접을 수행한다.
- [0180] 셀이 형성될 위치의 15 ~ 20 μm 두께의 인바를 펄소 레이저를 사용하여 초정밀 미세 가공으로 정확한 위치에 정확한 C/S를 형성할 수 있고, 아울러 정밀한 CPA와 Z축의 A 형상의 단면을 획득할 수 있다.
- [0182] [실시예 5]
- [0183] 실시예 4와 동일한 방법으로 상단과 하단의 에칭 비율을 조절하여 상단은 15 ~ 20 μm , 하단을 65 ~ 70 μm 정도 에칭하여 셀이 형성될 위치의 인바 두께를 15 ~ 20 μm 수준으로 얇게 제작한 다음 다시 한번 에칭 방법으로 원 테이터의 실제 셀 사이즈보다 50 ~ 100 μm 정도로 작은 사이즈의 셀을 형성한다.
- [0184] 펄소 레이저를 사용하여 초정밀 미세 가공을 수행하여, 에칭으로 형성된 셀의 외곽을 트리밍하여 정확한 위치에 정확한 사이즈의 셀을 형성함으로써, 정밀한 CPA와 Z축의 A 형상의 단면을 획득할 수 있다.
- [0186] 이와 같이 본 발명에 의하면, 대면적 유리 기판 6 Gh(925 mm \times 1,500 mm)의 증착에 필요한 오픈 메탈 마스크가 원장 형태(Full size - One Piece Mask)로 제작되고, 유리 기판의 증착 위치에 정확하게 일치시키기 위해 위치 정밀도를 나타내는 CPA(Cell Position Accuracy) 및 C/S(Cell Size)의 위치 정밀도와, 치수 정밀도와, 패턴 정밀도의 정확성을 확보할 수 있는 효과가 있다.
- [0187] 또한, 본 발명에 의하면, 대면적의 오픈 메탈 마스크를 인바 박판을 사용하여 1장으로 위치 정밀도, 치수 정밀도, 패턴 정밀도 등을 갖춘 원장 방식 마스크 및 마스크 어셈블리 제작 방법을 제공하여 증착 Uniformity와 수율을 크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0188] 또한, 본 발명에 의하면, OLED 디스플레이 패널 업체에서 요구하는 C/S 및 CPA를 $\pm 20 \mu\text{m}$ 수준으로 제작할 수 있는 동시에 셀의 단면 Z축의 증착 품질을 향상시킬 수 있는 최상의 형상으로 가공함으로써 대면적 OLED 증착 품질 향상 및 수율 증대에 크게 기여할 수 있는 효과가 있다.
- [0190] 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.
- [0191] 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

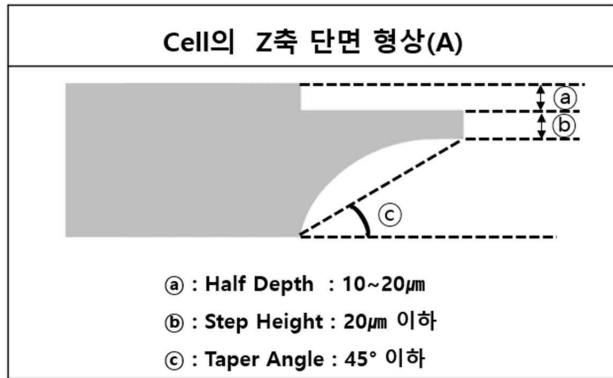


도면2

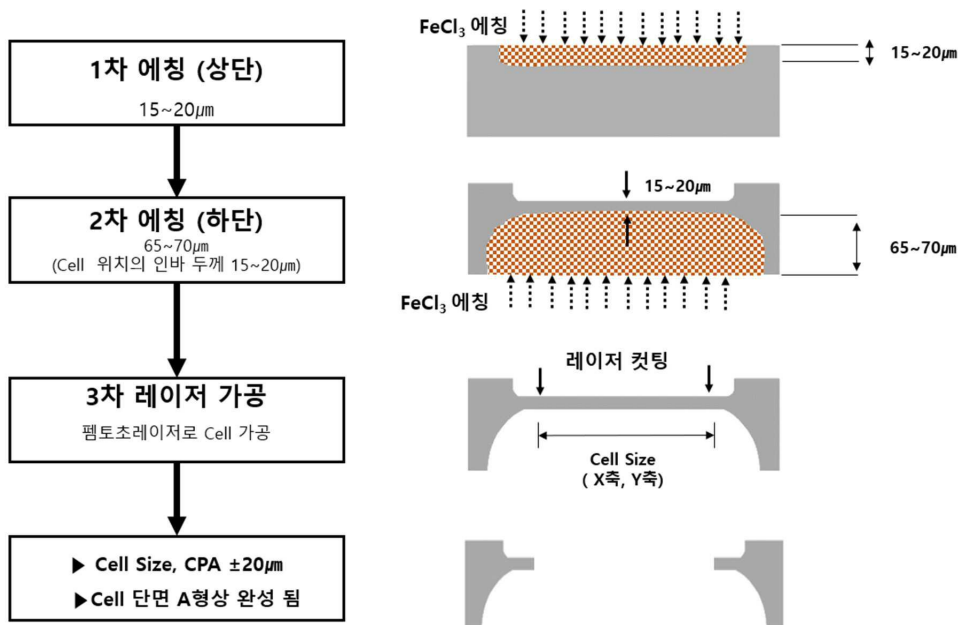
OLED 증착공정에 필요한 METAL MASK				
GLASS TFT		METAL MASK		OLED STRUCTURE
		OMM	FMM	
Hole injection layer 정공 주입층	HIL	O		
Hole transport layer 정공 수송층	HTL	O		
Light emission layer 발광층(Red)	EML(R)	△	O	
Light emission layer 발광층(Green)	EML(G)	△	O	
Light emission layer 발광층(Blue)	EML(B)	△	O	
Electron transport layer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

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

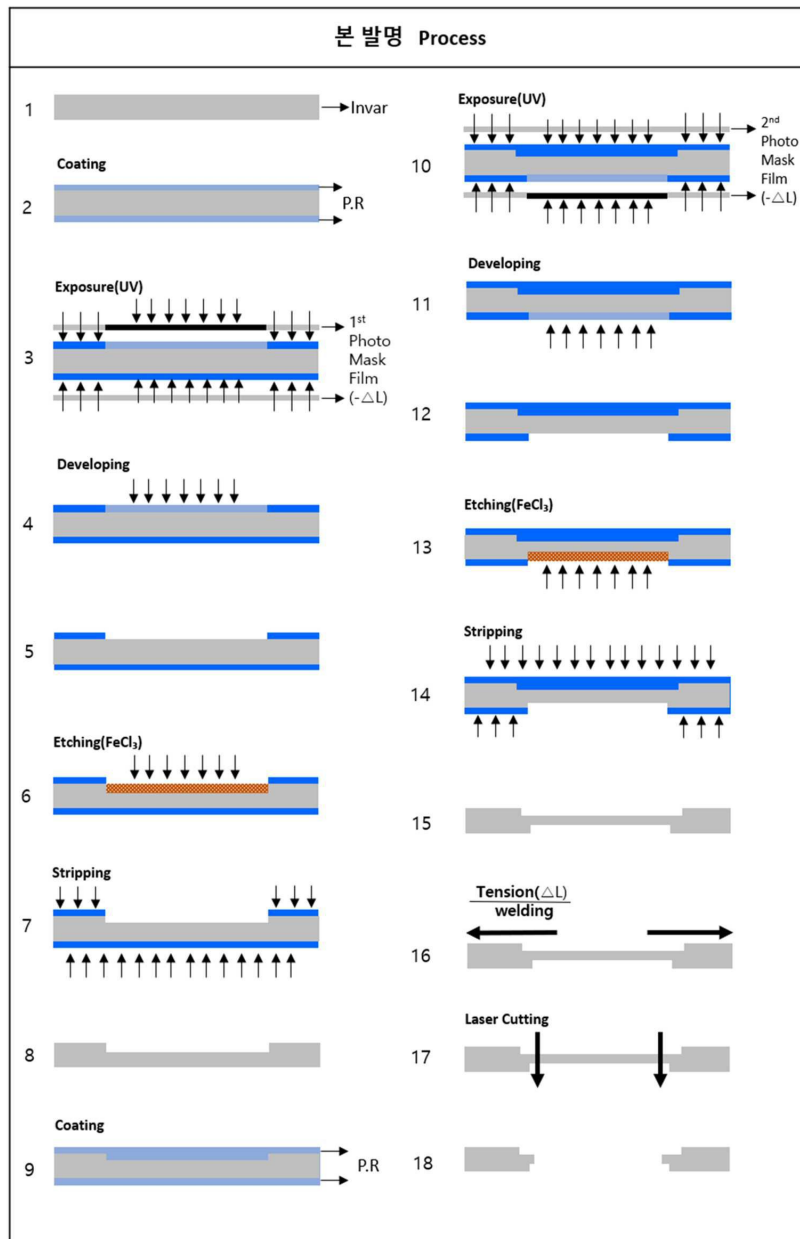
도면3



도면4



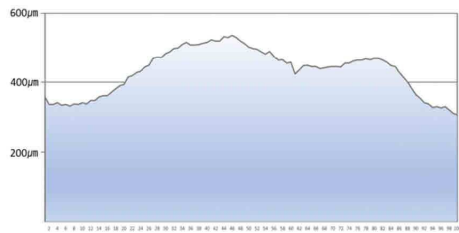
도면5



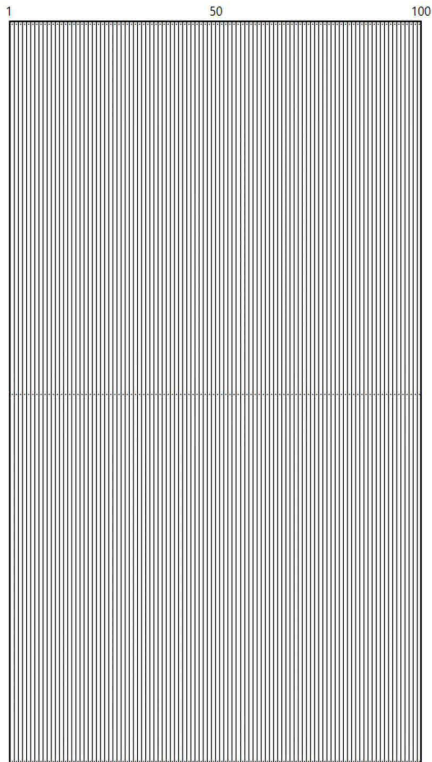
도면6

장축 신장율

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



$\Delta L: 500\mu\text{m}$



L: 1500mm
(1500.000μm)

도면7

단축 신장율

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

