



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월25일
(11) 등록번호 10-1881423
(24) 등록일자 2018년07월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/56 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 29/786 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0123663
(22) 출원일자 2011년11월24일
심사청구일자 2016년09월22일
(65) 공개번호 10-2013-0057759
(43) 공개일자 2013년06월03일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080086880 A*
KR1020050081610 A*
JP2005236253 A*
KR1020060117119 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
김태용
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
김준형
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 22 항

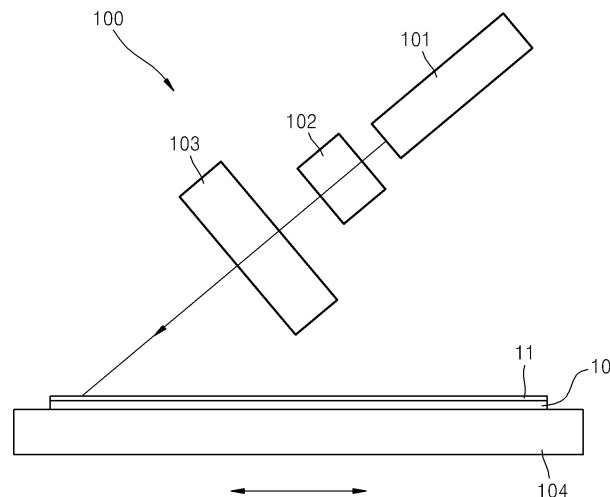
심사관 : 유창훈

(54) 발명의 명칭 결정화 장치, 결정화 방법 및 유기 발광 표시 장치의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 결정화 장치는, 기판상에 형성된 반도체층을 결정화하는 결정화 장치에 있어서, 레이저 빔을 발산하는 레이저 발생장치와, 상기 레이저 발생장치에서 발산된 레이저 빔의 경로를 변화시키는 광학계와, 상기 기판이 안착되는 스테이지를 구비하며, 상기 광학소자는 일정한 축을 중심으로 회전함으로써 상기 레이저 빔의 경로를 변화시키며, 상기 경로가 변화된 상기 레이저 빔이 상기 반도체층의 일정한 영역에 조사되도록 상기 스테이지가 이동할 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

류제길

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

김성곤

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

김필규

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 형성된 반도체층을 결정화하는 결정화 장치에 있어서,
레이저 빔을 발산하는 레이저 발생장치;
상기 레이저 발생장치에서 발산된 레이저 빔의 경로를 변화시키는 광학소자; 및
기관이 안착되는 스테이지;를 구비하며,
상기 광학소자는 일정한 축을 중심으로 회전함으로써 레이저 빔의 경로를 변화시키며,
상기 광학소자의 회전에 의해 경로가 변화되더라도 레이저 빔이 반도체층의 동일한 영역에 조사되도록, 상기 스테이지는 상기 일정한 축에 수직인 방향으로 이동하고 상기 광학소자의 각속도와 상기 스테이지의 이동속도가 서로 동기화된, 결정화 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
레이저 빔은 소정의 폭을 갖는 라인 빔인, 결정화 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,
레이저 빔은 회전하는 상기 광학소자가 회전함에 따라 상기 광학소자에 입사할 시의 레이저 빔의 입사각이 변화하고, 상기 광학소자 내부에서 굴절되며, 출사각이 변함으로써, 레이저 빔의 경로가 변화하는, 결정화 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,
레이저 빔의 상기 광학소자에 입사하는 입사각과 상기 광학소자를 출사하는 출사각은 동일한, 결정화 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 광학소자는 직육면체 형상을 갖는, 결정화 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 광학소자는 교번 회전하는, 결정화 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 광학소자는 정육면체 형상을 갖는, 결정화 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광학소자는 일정한 속도로 회전하는, 결정화 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 레이저 발생장치에서 생성하는 레이저 빔은 펄스 레이저(pulse laser)인, 결정화 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

펄스 레이저의 n번째 펄스가 상기 광학소자에 입사하여 출사하는 n번째 경로는 펄스 레이저의 n+1번째 펄스가 상기 광학소자에 입사하여 출사하는 n+1번째 경로와 상이한, 결정화 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 광학소자는 용융 실리카(Fused silica), 용융 수정(Fused Quartz), BaF₂, CaF₂, LiF, 또는 MgF₂를 포함하는, 결정화 장치.

청구항 17

일면에 반도체층이 형성된 기판을 스테이지에 안착하는 단계;

일정한 축을 중심으로 회전하는 광학소자를 향하여 레이저 빔을 조사하는 단계; 및

광학소자를 투과한 레이저 빔이 반도체층의 일 영역에 조사되도록 하여 결정화하는 단계;

를 포함하며, 상기 결정화하는 단계는, 광학소자의 회전에 의해 레이저 빔의 경로가 변경되더라도 레이저 빔이 반도체층의 동일한 영역에 조사되도록, 스테이지를 상기 일정한 축에 수직인 방향으로 이동하고 광학소자의 각 속도와 스테이지의 이동속도가 서로 동기화되도록 하는 단계인, 결정화 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

레이저 빔은 소정의 폭을 갖는 라인 빔인, 결정화 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

제17항에 있어서,

레이저 빔의 광학소자에 입사하는 입사각과 광학소자를 출사하는 출사각은 동일한, 결정화 방법.

청구항 21

제17항에 있어서,

광학소자는 직육면체 형상을 갖는, 결정화 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

광학소자는 교번 회전하는, 결정화 방법.

청구항 23

제17항에 있어서,

광학소자는 정육면체 형상을 갖는, 결정화 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

광학소자는 일정한 속도로 회전하는, 결정화 방법.

청구항 25

제17항에 있어서,

광학소자를 향하여 조사되는 레이저 빔은 펄스 레이저(pulse laser)인, 결정화 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

펄스 레이저의 n번째 펄스가 광학소자에 입사하여 출사하는 n번째 경로는 펄스 레이저의 n+1번째 펄스가 광학소자에 입사하여 출사하는 n+1번째 경로와 상이한, 결정화 방법.

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

제17항에 있어서,

광학소자는 용융 실리카(Fused silica), 용융 수정(Fused Quartz), BaF₂, CaF₂, LiF, 또는 MgF₂를 포함하는, 결정화 방법.

청구항 30

제17항에 따른 결정화 방법을 포함하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 있어서,

유기 발광 표시 장치는 각각 채널 영역, 저장 영역 및 발광 영역을 포함하는 다수 개의 픽셀을 구비하고,

상기 결정화하는 단계는,

채널 영역 및 저장 영역만을 결정화하는 단계인, 유기 발광 디스플레이 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 결정화 장치, 결정화 방법 및 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 액티브 매트릭스형(Active Matrix type, AM) 유기 발광 표시 장치는 각각의 픽셀마다 픽셀 구동회로를 구비하며, 이 픽셀 구동회로는 실리콘을 이용한 박막 트랜지스터를 포함한다. 박막 트랜지스터를 구성하는 실리콘으로는 비정질 실리콘 또는 다결정질 실리콘이 사용된다.

[0003] 픽셀 구동회로에 사용되는 비정질 실리콘 박막 트랜지스터(amorphous silicon TFT: a-Si TFT)는 소스, 드레인 및 채널을 구성하는 반도체 활성층이 비정질 실리콘이기 때문에 $1\text{cm}^2/\text{Vs}$ 이하의 낮은 전자 이동도를 갖는다. 이에 따라 최근에는 상기 비정질 실리콘 박막 트랜지스터를 다결정질 실리콘 박막 트랜지스터(polycrystalline silicon TFT: poly-Si TFT)로 대체하는 경향으로 가고 있다. 상기 다결정질 실리콘 박막 트랜지스터는 비정질 실리콘 박막 트랜지스터에 비해 전자 이동도가 크고, 빛의 조사에 대한 안정성이 우수하다. 따라서, 이 다결정질 실리콘 박막 트랜지스터는 AM 유기 발광 표시장치의 구동 및/또는 스위칭 박막 트랜지스터의 활성층으로 사용되기에 매우 적합하다.

[0004] 상기와 같은 다결정질 실리콘은 여러 가지 방법으로 제작할 수 있는데, 이는 크게 다결정 실리콘을 직접 증착하는 방법과, 비정질 실리콘을 증착한 후 이를 결정화하는 방법으로 구분할 수 있다.

[0005] 다결정질 실리콘을 직접 증착하는 방법에는 열화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition: CVD), Photo CVD, HR(hydrogen radical) CVD, ECR(electron cyclotron resonance) CVD, PE(Plasma Enhanced) CVD, LP(Low Pressure) CVD 등의 방법이 있다.

[0006] 한편, 비정질 실리콘을 증착한 후 결정화하는 방법에는 고상결정화(Solid Phase Crystallization: SPC)법, 엑시머 레이저(Excimer Laser Crystallization: ELC)법, 금속 유도 결정화(Metal Induced Crystallization: MIC)법, 금속 유도 측면 결정화(Metal Induced Lateral Crystallization: MILC)법, 연속측면고상화(Sequential Lateral Solidification: SLS)법 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 주된 목적은 기판 상의 일부 영역을 선택적으로 결정화하고, 결정화 영역의 균일도를 향상시킬 수 있는 결정화 장치, 결정화 방법 및 유기 발광 표시 장치의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 결정화 장치는, 기판상에 형성된 반도체층을 결정화하는 결정화 장치에 있어서, 레이저 빔을 발산하는 레이저 발생장치와, 상기 레이저 발생장치에서 발산된 레이저 빔의 경로를 변화시키는 광학계와, 상기 기판이 안착되는 스테이지를 구비하며, 상기 광학소자는 일정한 축을 중심으로 회전함으로써 상기 레이저 빔의 경로를 변화시키며, 상기 경로가 변화된 상기 레이저 빔이 상기 반도체층의 일정한 영역에 조사되도록 상기 스테이지가 이동할 수 있다.

[0009] 상기 레이저 빔은 소정의 폭을 갖는 라인 빔일 수 있다.

[0010] 상기 광학소자의 각속도와 상기 스테이지의 이동속도는 서로 동기화될 수 있다.

[0011] 상기 레이저 빔은 회전하는 상기 광학소자에 입사하여 상기 레이저 빔의 입사각이 변화하고, 상기 광학소자 내부에서 굴절되며, 출사각이 변함으로써 상기 레이저 빔의 경로가 변화할 수 있다.

[0012] 상기 광학소자의 회전에 의해 상기 레이저 빔의 경로가 변경되어도 상기 광학소자를 통하여 상기 반도체층에 도달하는 상기 레이저 빔은 상기 반도체층의 일정한 영역에 조사될 수 있다.

[0013] 상기 레이저 빔은 상기 광학소자에 입사하는 입사각과 상기 광학소자를 출사하는 출사각은 동일할 수 있다.

[0014] 상기 광학소자는 직육면체 형상을 가질 수 있다.

[0015] 상기 광학소자는 교번 회전할 수 있다.

- [0016] 상기 광학소자는 정육면체 형상을 가질 수 있다.
- [0017] 상기 광학소자는 일정한 속도로 회전할 수 있다.
- [0018] 상기 레이저 발생장치에서 생성하는 레이저 빔은 펄스 레이저(pulse laser)일 수 있다.
- [0019] 상기 펄스 레이저의 n번째 펄스가 상기 광학소자에 입사하여 출사하는 n번째 경로는 상기 펄스 레이저의 n+1번째 펄스가 상기 광학소자에 입사하여 출사하는 n+1번째 경로와 상이할 수 있다.
- [0020] 상기 n번째 펄스가 도달하는 상기 반도체층 상의 영역과 상기 n+1번째 펄스가 도달하는 상기 비정질 실리콘 상의 영역이 동일하도록 상기 스테이지가 이동할 수 있다.
- [0021] 상기 펄스 레이저가 상기 반도체층 중 결정화를 요하는 영역에 조사되도록 상기 펄스 레이저의 펄스 주기, 상기 광학소자의 각속도, 및 상기 스테이지의 이동 속도가 동기화될 수 있다.
- [0022] 상기 펄스의 주기 동안에 상기 광학소자는 일정한 속도로 회전하고 상기 스테이지는 일정한 속도로 직선 운동할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 결정화 방법은, 일면에 반도체층이 형성된 기판을 스테이지에 안착하는 단계와, 광학소자를 향하여 레이저 빔을 조사하는 단계와, 상기 광학소자를 투과한 상기 레이저 빔이 상기 반도체층의 일 영역에 조사되어 결정화를 수행하는 단계와, 회전에 의해 위치가 변경된 상기 광학소자에 상기 레이저 빔을 조사하는 단계와, 상기 광학소자에 의해 경로가 변경된 상기 레이저 빔이 상기 경로가 변경되기 전의 상기 레이저 빔이 조사된 상기 반도체층의 상기 일 영역과 동일한 영역에 조사되도록 상기 스테이지를 이동하는 단계를 구비할 수 있다.
- [0024] 상기 레이저 빔은 소정의 폭을 갖는 라인 빔일 수 있다.
- [0025] 상기 광학소자의 각속도와 상기 스테이지의 이동속도는 서로 동기화될 수 있다.
- [0026] 상기 레이저 빔은 상기 광학소자에 입사하는 입사각과 상기 광학소자를 출사하는 출사각은 동일한 것일 수 있다.
- [0027] 상기 광학소자는 직육면체 형상을 가질 수 있다.
- [0028] 상기 광학소자는 교번 회전할 수 있다.
- [0029] 상기 광학소자는 정육면체 형상을 가질 수 있다.
- [0030] 상기 광학소자는 일정한 속도로 회전할 수 있다.
- [0031] 상기 레이저 발생장치에서 생성하는 레이저 빔은 펄스 레이저(pulse laser)일 수 있다.
- [0032] 상기 펄스 레이저의 n번째 펄스가 상기 광학소자에 입사하여 출사하는 n번째 경로는 상기 펄스 레이저의 n+1번째 펄스가 상기 광학소자에 입사하여 출사하는 n+1번째 경로와 상이할 수 있다.
- [0033] 상기 n번째 펄스가 도달하는 상기 반도체층 상의 영역과 상기 n+1번째 펄스가 도달하는 상기 비정질 실리콘 상의 영역이 동일하도록 상기 스테이지가 이동할 수 있다.
- [0034] 상기 펄스 레이저가 상기 반도체층 중 결정화를 요하는 영역에 조사되도록 상기 펄스 레이저의 펄스 주기, 상기 광학소자광학소자도, 및 상기 스테이지의 이동 속도가 동기화될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은, 상기 결정화 방법을 포함하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법에 있어서, 상기 유기 발광 표시 장치는 각각 채널 영역, 저장 영역 및 발광 영역을 포함하는 다수 개의 픽셀을 구비하고, 상기 결정화를 수행하는 단계는, 상기 채널 영역 및 저장 영역만을 결정화할 수 있다.
- 발명의 효과**
- [0036] 이와 같은 본 발명의 실시예들에 의해서, 선택적으로 결정화하는 것이 가능하며, 레이저 이용 효율이 증가하고, 유기 비용이 감소하는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결정화 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- 도 2은 도 1의 결정화 장치에 의해 제조된 유기 발광 디스플레이 장치를 개략적으로 나타낸 평면도이다.
- 도 3은 도 2의 유기 발광 디스플레이 장치를 구성하는 한 픽셀의 일 실시예를 나타내는 평면도이다.
- 도 4는 도 3의 A-A선을 따라 취한 단면도이다.
- 도 5 내지 7은 도 1에 도시된 광학소자 및 스테이지의 동작 상태별로 나타내는 도면이다.
- 도 8은 도 1에 도시된 광학소자 및 스테이지를 상세히 나타내는 도면이다.
- 도 9는 광학계의 변형예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 결정화 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0040] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 결정화 장치(100)는 레이저 빔(L)을 발생하는 레이저 발생장치(101)와, 레이저 발생장치(101)에서 발산된 레이저 빔을 가공하는 광학계(102), 레이저 빔의 경로를 변화시키는 광학소자(103), 및 기판(10)이 안착되는 스테이지(104)를 구비할 수 있다.
- [0041] 여기서, 광학계(102)는 레이저 발생장치(101)에서 발산된 가공되지 않은 레이저 빔(L)의 에너지 크기를 조절하는 어테뉴에이터(미도시)와, 레이저 발생장치(101)를 통해 방출된 레이저 빔(L)을 집속시키는 집속렌즈(미도시)와, 상기 집속렌즈를 통과한 레이저 빔(L)을 일정한 비율로 축소하는 축소렌즈(미도시) 등을 포함할 수 있다.
- [0042] 한편, 레이저 발생장치(101)에 대응되는 위치에는 비정질 실리콘층인 반도체층(11)이 증착된 기판(10)이 고정되는 스테이지(104)가 위치할 수 있다. 이때, 상기 기판(10)의 일정 영역을 결정화하기 위해서는 스테이지(104)를 이동시킨다. 이에 대하여는 후술한다.
- [0043] 이하에서는 상술한 결정화 장치에 의해 제조된 유기 발광 디스플레이 장치의 구성에 대하여 상세히 설명한다.
- [0044] 도 2는 도 1의 결정화 장치에 의해 제조된 유기 발광 디스플레이 장치를 개략적으로 나타낸 평면도이고, 도 3은 도 2의 유기 발광 디스플레이 장치를 구성하는 한 픽셀의 일 실시예를 나타내는 평면도이고, 도 4는 도 3의 A-A선을 따라 취한 단면도이다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치(1)는 TFT(thin film transistor) 및 유기 발광 소자 등을 포함하는 제1 기판(10) 및 상기 제1 기판(10)과 실링을 통해 합착되는 제2 기판(미도시)을 포함한다.
- [0046] 제1 기판(10)에는 박막 트랜지스터(TFT), 유기 발광 소자(EL), 스토리지 커패시터(Cst) 등을 구비하는 다수 개의 픽셀들이 형성될 수 있다. 또한, 제1 기판(10)은 LTPS(Low Temperature Poly-Si) 기판, 유리 기판, 플라스틱 기판, 스테인리스 스틸(Stainless Using Steel; SUS) 기판 등일 수 있다.
- [0047] 제2 기판(미도시)은 제1 기판(10)에 구비된 박막 트랜지스터(TFT) 및 유기 발광 소자(EL) 등을 외부 수분, 공기 등으로부터 차단하도록 제1 기판(10) 상에 배치되는 봉지 기판일 수 있다. 제2 기판(미도시)은 제1 기판(10)과 대향되도록 위치하고, 제1 기판(10)과 제2 기판(미도시)은 그 가장자리를 따라 배치되는 실링 부재(12)에 의해 서로 접합된다. 제2 기판(미도시)은 투명 재질의 유리 기판 또는 플라스틱 기판일 수 있다.
- [0048] 제1 기판(10)은 빛이 출사되는 화소 영역(PA)과 이 화소 영역(PA)의 외곽에 위치한 회로 영역(미도시)을 포함한다. 본 발명의 실시예들에 따르면, 화소 영역(PA) 외측의 회로 영역에 실링 부재(12)가 배치되어, 제1 기판(10)과 제2 기판(미도시)을 접합한다.
- [0049] 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치(1)는 화소 영역(PA)의 반도체층에 선택 결정화(selectively crystallization)가 수행되는 것을 일 특징으로 한다. 이와 같은 선택 결정화(selectively

crystallization)에 대해서는 뒤에서 상세히 설명하도록 한다.

- [0050] 도 3 및 도 4를 참조하면, 도 2에 도시된 유기 발광 디스플레이 장치(1)의 일 픽셀은 채널 영역(2), 저장 영역(3) 및 발광 영역(4)을 포함한다. 여기서, 도 3에는 채널 영역(2), 저장 영역(3) 및 발광 영역(4)이 일 방향을 따라서 나란히 형성되는 픽셀 구성이 도시되어 있으나, 본 발명의 사상은 이에 제한되지 아니한다. 즉, 저장 영역(3)과 발광 영역(4)이 서로 이웃하도록 길이 방향으로 길게 형성되고, 그 일 측에 채널 영역(2)이 저장 영역(3) 및 발광 영역(4)과 각각 이웃하도록 형성될 수도 있다. 채널 영역(2)과 저장 영역(3)에 대응되는 반도체층(11)은 결정되며, 발광 영역(4)에 대응되는 반도체층(11)은 결정되지 않는다. 본 발명의 일 실시예는 반도체층(11)이 선택적으로 결정화되며, 이와 같은 선택적 결정화 후에 발광 영역(4)에 대응되는 반도체층(11)은 제거될 수 있다. 선택적 결정화에 대하여는 후술한다.
- [0051] 채널 영역(2)에는 구동소자로서 박막 트랜지스터(TFT)가 구비된다. 박막 트랜지스터(TFT)는, 활성층(211), 게이트 전극(214) 및 소스/드레인 전극(216a/216b)으로 구성된다. 상기 게이트 전극(214)과 활성층(211) 사이에는 이들 간의 절연을 위한 제1 절연층(13)이 개재되어 있다. 또한, 상기 활성층(211)의 양쪽 가장자리에는 고농도의 불순물이 주입된 소스/드레인 영역이 형성되어 있으며, 이들은 상기 소스/드레인 전극(216a/216b)에 각각 연결되어 있다.
- [0052] 저장 영역(3)에는 스토리지 커패시터(Cst)가 구비된다. 스토리지 커패시터(Cst)는 커패시터 제1 전극(311) 및 커패시터 제2 전극(316)으로 이루어지며, 이들 사이에 제1 절연층(13)이 개재된다. 여기서, 상기 커패시터 제1 전극(311)은 상기 박막 트랜지스터(TFT)의 활성층(211)과 동일한 층에 동일한 물질로 형성될 수 있다. 한편, 상기 커패시터 제2 전극(316)은 상기 박막 트랜지스터(TFT)의 소스/드레인 전극(216a/216b)과 동일한 층에 동일한 물질로 형성될 수 있다.
- [0053] 발광 영역(4)에는 유기 발광 소자(EL)가 구비된다. 유기 발광 소자(EL)는 상기 박막 트랜지스터(TFT)의 소스/드레인 전극(216a/216b) 중 하나와 접속된 화소 전극(418), 화소 전극(418)과 마주보도록 형성된 대향 전극(421) 및 그 사이에 개재된 중간층(420)으로 구성된다. 상기 화소 전극(418)은 투명한 전도성 물질로 형성된다.
- [0054] 그런데, 종래에는 화소 영역의 전 영역, 즉 채널 영역과 저장 영역과 발광 영역을 모두 결정화하였다. 그런데, 유기 발광 디스플레이 장치가 대형화되어 감에 따라 결정화를 수행하여야 하는 면적 또한 점점 대형화되어 가며, 따라서 레이저 발생장치에서 레이저를 생성하기 위한 유지비가 상승하고 생산성이 저하된다는 문제점이 존재하였다.
- [0055] 즉, 하나의 픽셀 내에서도 높은 전자 이동도를 요구하는 영역은 채널 영역(2)과 저장 영역(3)뿐이며, 일 픽셀의 전체 면적의 절반 이상을 차지하는 발광 영역(4)은 높은 전자 이동도를 요구하지 아니한다. 따라서, 채널 영역(2)과 저장 영역(3)만 결정화를 하는 것이 레이저의 유지 비용이라는 측면에서 훨씬 유리하다.
- [0056] 또한, 종래의 결정화 방법은 일정한 폭을 갖는 레이저 빔이 그 일부가 중첩되도록 조사하여 기관 전면을 모두 결정화하는 것이었다. 이때, 레이저 빔의 일부가 중첩되어 조사된 영역에서는 발생하였다. 레이저 빔의 일부가 중첩되어 조사된 영역에서는 결정의 크기가 고르지 못하고 전기적 특성 또한 일정하지 않았다. 레이저 빔이 겹쳐진 부분에서 발생하는 경계선은 사용자에게 얼룩으로 인식되는 문제점이 있었다.
- [0057] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치(1)는 채널 영역(2) 및 저장 영역(3)에 형성된 반도체층(11)만을 선택적으로 결정화하여 다결정질 실리콘 상태의 활성층을 형성하고, 발광 영역(4)에 형성된 반도체층(11)에는 결정화를 수행하지 않는 것을 일 특징으로 한다. 즉, 기관 또는 레이저 발생장치가 서로에 대해 상대적으로 이동하다가, 결정화가 필요한 부분, 예를 들어 채널 영역(2) 및 저장 영역(3) 부분을 지날 때만 결정화를 수행하는 것이다. 이와 같이 선택 결정화(selectively crystallization)가 수행됨으로써, 레이저 발생장치의 효율을 극대화하고 유지비를 절감하는 동시에 생산성이 향상되는 효과를 얻을 수 있다.
- [0058] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광 디스플레이 장치(1)는 선택적으로 결정화되는 영역에서는 레이저 빔 전체가 중첩되도록 조사하여 결정화 영역의 균일도를 향상시켰으며, 결정화 영역 내에서 경계선이 발생하는 것을 제거할 수 있다.
- [0059] 이와 같은 선택 결정화는 도 1에 도시된 결정화 장치에 의해서 수행된다. 즉, 하나의 레이저 발생장치(도 1의 101 참조)에서 생성된 레이저 빔은 광학소자(103)에 의해 경로가 변경되지만 경로가 변경된 레이저 빔이 기관(도 1의 10)의 제1패널의 채널 영역(2) 및 저장 영역(3)에 중첩적으로 조사되도록 스테이지(104)가 이동하며,

제1 패널의 발광 영역(4)에는 레이저 빔이 조사되지 않도록 스테이지(104)가 이동하게 된다.

[0060]

이에 대하여 더욱 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0061]

도 5 내지 7은 도 1에 도시된 광학소자 및 스테이지의 동작 상태별로 나타내는 도면이다.

[0062]

도 5 내지 7을 참조하면, 광학소자(103)는 직육면체일 수 있으며, XY 평면에 대한 단면이 직사각형일 수 있다. 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 광학소자는 다양한 형상의 다면체일 수 있다. 광학소자(103)는 광손실을 최소화하면서 레이저 빔이 통과할 수 있는 재료로 이루어질 수 있으며, 예를 들면 비결정질(amorphous) 상태의 용융 실리카(Fused silica), 용융 수정(Fused Quartz) 등으로 이루어질 수 있으며, 결정질(Crystalline) 상태의 BaF₂, CaF₂, LiF, MgF₂ 등으로 이루어질 수 있다.

[0063]

광학소자(103)는 스테이지(104)에 놓인 기관(10)과 수평이 되는 일 축(Z 축)을 중심으로 교번 운동을 할 수 있다. 예를 들면, 광학소자(103)는 도 5에서 도 7에 도시된 바와 같이 일 축(Z 축)을 중심으로 시계방향으로 소정의 각도만큼 회전하고, 다시 도 7의 위치에서 도 5의 위치로 일 축(Z 축)을 중심으로 반시계방향으로 소정의 각도만큼 회전할 수 있다. 광학소자(103)의 회전 각속도는 일정할 수 있다.

[0064]

이와 같이 교번 운동하는 광학소자(103)에 입사하는 레이저 빔(L)은 레이저 빔(L)의 입사각과 광학소자(103)의 굴절률에 따라 광학소자(103)에서 출사하는 레이저 빔(L)의 경로가 변경된다.

[0065]

상세하게는, 도 6에서와 같이 레이저 빔(L)이 광학소자(103)에 수직으로 입사하는 경우, 즉 레이저 빔(L)의 입사각이 0° 인 경우 레이저 빔(L)은 광학소자(103) 내를 굴절없이 투과하여 반도체층(11) 상에 도달한다. 광학소자(103)를 투과하는 레이저 빔(L)의 입사각과 출사각은 동일하므로, 레이저 빔(L)의 입사각이 0° 인 경우, 광학소자(103)에 입사하여 광학소자(103)를 출사하는 레이저 빔(L)의 출사각 역시 0° 이다.

[0066]

도 5에서와 같이, 광학소자(103)가 회전한 경우 레이저 빔(L)은 광학소자(103)에 입사각(θ_1)으로 입사하고, 광학소자(103) 내에서 굴절된다. 광학소자(103)는 진공 상태나 공기 중에 배치되고 광학소자(103)의 굴절률이 진공 상태나 공기의 굴절률보다 더 크므로 레이저 빔(L)의 굴절각(θ_2)은 레이저 빔(L)의 입사각(θ_1)보다 작게 된다. 레이저 빔(L)이 광학소자(103)를 출사하는 경우에는 광학소자(103)의 굴절률보다 작은 진공이나 공기 중으로 나오게 되므로 레이저 빔(L)의 출사각(θ'_1)은 레이저 빔(L)의 굴절각(θ_2)보다 크게 된다. 레이저 빔(L)의 입사각(θ_1)과 출사각(θ'_1)은 동일하게 된다. 이와 같이 광학소자(103)가 회전하여 광학소자(103)의 일면과 레이저 빔(L)의 사이각($90^\circ - \theta_1$)인 경우에는 레이저 빔(L)의 경로(T')가 레이저 빔(L)의 입사각이 0° 인 경우의 경로(T)보다 +X축 방향으로 이동하게 된다.

[0067]

레이저 빔(L)의 경로가 변경되는 경우에도 결정화가 요구되는 영역에 레이저 빔(L)이 중첩적으로 조사되게 하기 위해 스테이지(104)는 레이저 빔(L)의 경로가 이동한 만큼 이동한다. 즉, 광학소자(103)의 각속도와 스테이지(104)의 이동속도는 동기화될 수 있으며, 이에 따라 레이저 빔(L)이 +X축 방향으로 소정의 간격(u_1)으로 이동한 경우 스테이지(104) 역시 +X축 방향으로 레이저 빔(L)이 이동한 간격(u_1) 만큼 이동할 수 있다. 이와 같이, 레이저 빔(L)이 이동하는 거리만큼 스테이지(104)도 이동하므로 레이저 빔(L)은 도 5의 경우와 도 6의 경우에도 기관(10) 상에 동일한 영역을 조사하게 된다.

[0068]

광학소자(103)가 교번 운동하여 도 7에서와 같이 광학소자(103)가 회전한 경우 레이저 빔(L)은 광학소자(103)에 입사각(θ_3)으로 입사하고, 광학소자(103) 내에서 굴절된다. 레이저 빔(L)의 굴절각(θ_4)은 레이저 빔(L)의 입사각(θ_3)보다 작게 되고, 레이저 빔(L)의 출사각(θ'_3)은 레이저 빔(L)의 굴절각(θ_4)보다 크게 되며, 레이저 빔(L)의 입사각(θ_3)과 출사각(θ'_3)은 동일하게 된다.

[0069]

도 7은 광학소자(103)가 회전하여 광학소자(103)의 일면과 레이저 빔(L)의 사이각($90^\circ + \theta_3$)인 경우이며, 레이저 빔(L)의 경로(T'')가 레이저 빔(L)의 입사각이 0° 인 경우의 경로(T)보다 -X축 방향으로 소정의 간격(u_2) 만큼 이동하게 된다.

[0070]

레이저 빔(L)의 경로가 변경되는 경우에도 결정화가 요구되는 영역에 레이저 빔(L)이 중첩적으로 조사되게 하기 위해 스테이지(104)는 레이저 빔(L)의 경로가 이동한 만큼 이동한다. 즉, 레이저 빔(L)이 -X축 방향으로 소정의 간격(u_2)으로 이동한 경우 스테이지(104) 역시 -X축 방향으로 레이저 빔(L)이 이동한 간격(u_2) 만큼 이동한다. 레이저 빔(L)이 이동하는 거리만큼 스테이지(104)도 이동하므로 레이저 빔(L)은 도 6의 경우와 도 7의 경우에도

기관(10) 상에 동일한 영역을 조사하게 된다.

[0071] 이와 같이 결정화가 요구되는 채널 영역(도 3의 2) 또는 저장 영역(도 3의 3)에서는 레이저 빔(L)이 중첩적으로 조사되므로 결정화가 균일하게 진행되며, 레이저 빔(L)이 일부가 중첩될 때 발생하는 경계선을 방지할 수 있다. 발광 영역(도 3의 4)에는 레이저 빔(L)이 조사되지 않으므로 발광 영역(4)의 길이 만큼 스테이지(104)가 이동하여 선택 결정화가 이루어진다.

[0072] 도 8은 레이저 빔(L)이 입사각(θ_1)으로 광학소자(103)에 입사하는 경우, 레이저 빔(L)의 경로를 나타낸다.

[0073] 도 8을 참조하면, 도 5에서 설명한 바와 같이 레이저 빔(L)은 광학소자(103)에 입사각(θ_1)으로 입사하고, 광학소자(103)의 굴절률($n_2=n$)이 진공 상태나 공기의 굴절률($n_1=1$)보다 더 크므로 레이저 빔(L)의 굴절각(θ_2)은 레이저 빔(L)의 입사각(θ_1)보다 작게 된다. 레이저 빔(L)이 광학소자(103)를 출사하는 경우에는 레이저 빔(L)은 굴절률이 더 작은 매질은 진공이나 공기 중으로 출사되므로 레이저 빔(L)의 출사각(θ'_1)은 레이저 빔(L)의 굴절각(θ_2)보다 크게 되고 레이저 빔(L)의 입사각(θ_1)과 출사각(θ'_1)은 동일하게 된다. 광학소자(103) 내에서의 굴절에 의해 레이저 빔(L)의 경로(T')은 광학소자(103)에 의해 굴절이 일어나지 않았던 레이저 빔(L)의 경로(T)보다 소정의 간격(u_1)만큼 +X축 방향으로 이동하게 된다. 상기 소정의 간격(u_1)을 구체적으로 구해보면, 우선 레이저 빔(L)의 두 경로(T 및 T') 사이의 수직 거리(d)는 다음의 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$d=t(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$$

[0074]

(t는 광학소자(103)의 두께)

[0075]

또한, 레이저 빔(L)의 입사와 굴절에 관하여 스넬의 법칙을 적용하면 다음의 수학식 2와 같다.

[0076]

수학식 2

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

[0077]

[0078] 또한, 상기 소정의 간격(u_1)과 레이저 빔(L)의 두 경로(T 및 T') 사이의 수직 거리(d)는 다음의 수학식 3과 같다.

[0078]

수학식 3

$$d=u_1 \cos\theta_1$$

[0079]

[0080] 상기 수학식1 내지 3을 이용하여 상기 소정의 간격(u_1)을 구하면, 다음의 수학식 4와 같다.

[0080]

수학식 4

$$x = t \sin \theta_1 \left(1 - \frac{\cos \theta_1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1}} \right)$$

[0081]

[0082]

상기 수학식4에서와 같이 레이저 빔(L)의 입사각(θ_1)에 따라 레이저 빔(L)의 이동 경로가 변경된다. 본 발명의 일 실시예는 레이저 빔(L)의 입사각(θ_1)에 따라 경로가 변경되는 레이저 빔(L)이 결정화되는 영역에 중첩적으로 조사되도록 기관(10)이 안착되는 스테이지(104)이 이동하게 된다.

[0083]

본 발명에 따른 결정화 장치(100)의 레이저 발생장치(101)에서 생성하는 레이저 빔은 종래의 CW(continuous wave) 레이저가 아닌 펄스 레이저(pulse laser)일 수 있다. 예를 들어, 레이저 발생장치(101)에서 주파수가 6000Hz인 펄스 레이저를 생성할 경우, 기관(10)상에 1초 동안 6000번 고주파의 레이저가 조사되는 것이다.

[0084]

레이저 발생장치(101)에서 생성된 펄스 레이저(pulse laser)를 제1회 반도체층(11)에 조사하면, 레이저가 조사된 멜팅 영역에서는 반도체층(11)이 용해된 후 고형화되면서 폴리실리콘이 형성된다. 다음으로, 펄스와 펄스 사이의 휴지기 동안 광학소자(103)는 회전하게 되고, 이에 따라 제2회째 레이저 빔은 제1회째 레이저 빔과 다른 입사각으로 광학소자(103)에 입사하게 되어 상술한 바와 같이 제2회째 레이저 빔의 경로가 변경된다. 이때 제2회째 레이저 빔도 제1회째 레이저 빔과 동일한 기관 상의 영역에 조사되도록 펄스와 펄스 사이의 휴지기 동안에 스테이지(104)가 이동하게 된다. 제1회의 레이저 조사 영역과 제2회의 레이저 조사 영역이 중첩되는 부분에서 폴리실리콘이 용해되고 다시 고형화되면서 결정화가 이루어진다. 이와 같이, 회전하는 광학소자(103)에 레이저 빔을 주기적으로 조사하면서 스테이지(104)를 이동시켜, 픽셀들 내의 채널 영역 및 저장 영역의 결정화를 수행하는 것이다. 본 발명의 일 실시예는 펄스 레이저가 반도체층 중 결정화가 요구되는 영역(채널 영역 및 저장 영역)에 되도록 펄스 레이저의 펄스 주기, 광학소자의 각속도, 및 스테이지의 이동 속도가 동기화될 수 있다. 다시 말하면, 펄스 주기 동안에 광학소자(103)는 일정한 속도로 회전하고 스테이지는 일정한 속도로 직선 운동을 할 수 있다.

[0085]

픽셀들은 기관 상에서 열과 행으로 배치되므로 한 행에 배치된 픽셀들의 채널 영역 및 저장 영역의 결정화가 수행된 후 다음 행에 배치된 픽셀들의 채널 영역 및 저장 영역에 레이저 빔이 조사되도록 하기 위해 스테이지(104)가 이동하게 된다.

[0086]

도 9는 광학소자의 변형예를 나타내는 도면이다.

[0087]

도 9에 도시된 광학소자(102a)는 도 1의 광학소자(103)와는 달리 정육면체로 이루어질 수 있다. 정육면체인 광학소자(102a)는 광학소자(102a)의 일 축(Z 축)을 중심으로 회전운동할 수 있다. 단면이 직사각형인 도 1의 광학소자(103)와는 달리 도 9의 광학소자(102a)는 여섯 개의 면이 모두 동일한 면적과 모양을 가지므로 회전운동에 의한 레이저 빔(L)의 입사각이 일정한 범위 내에서 이루어진다.

[0088]

본 명세서에서는 본 발명을 한정된 실시예를 중심으로 설명하였으나, 본 발명의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능하다. 또한 설명되지 않는 것은, 균등한 수단도 또한 본 발명에 그대로 결합되는 것이라 할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 보호범위는 아래의 특허청구범위에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0089]

100: 결정화 장치

101: 레이저 발생장치

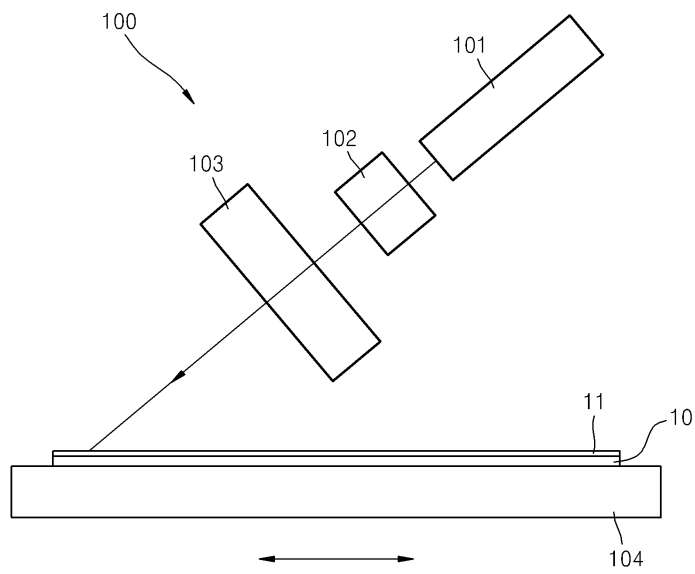
102: 광학계

103: 광학소자

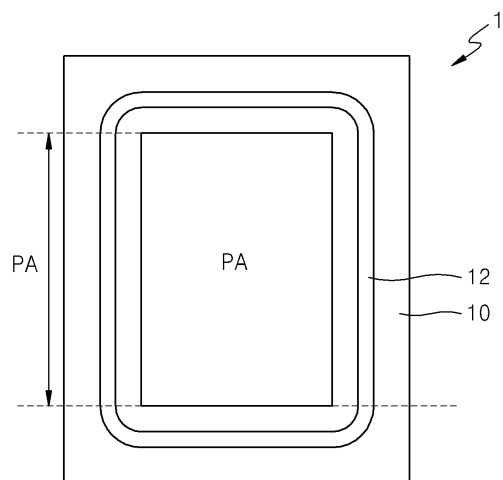
104: 스테이지

도면

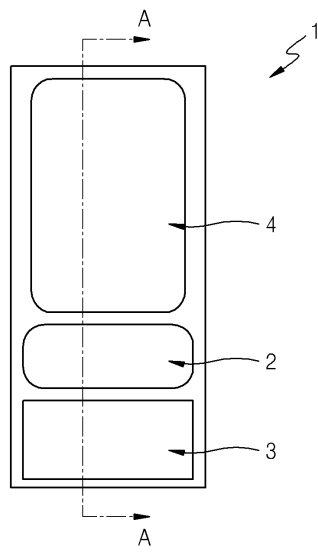
도면1



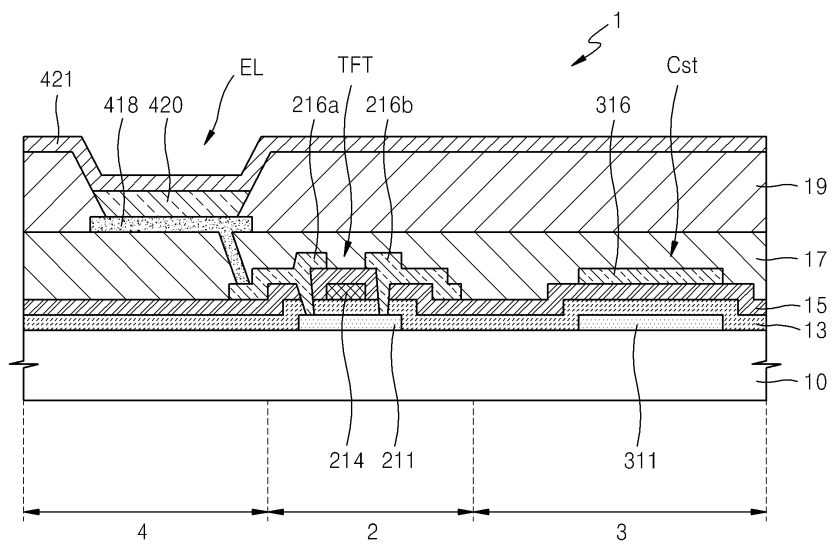
도면2



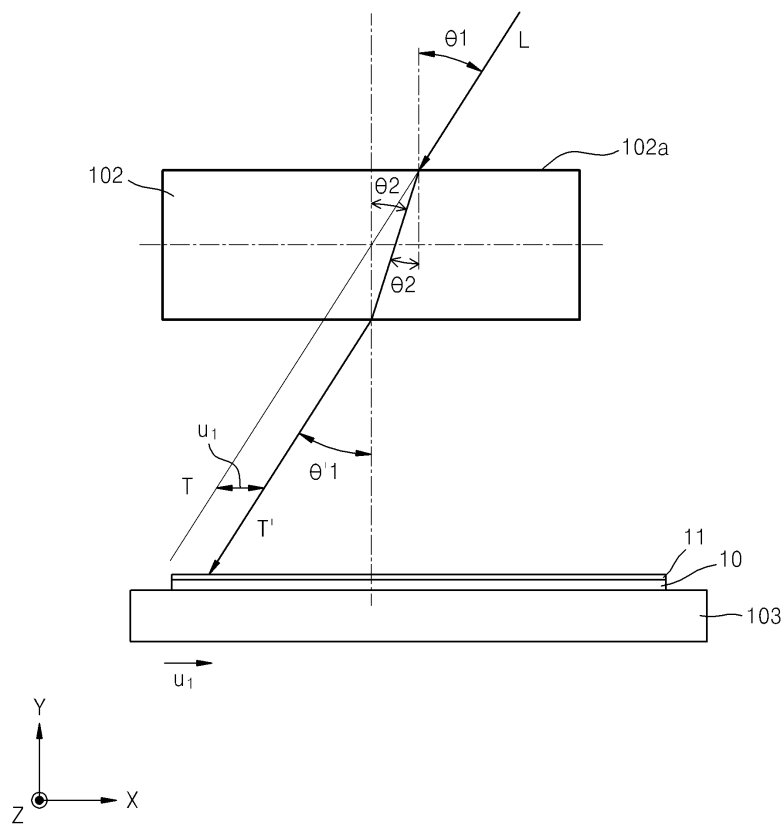
도면3



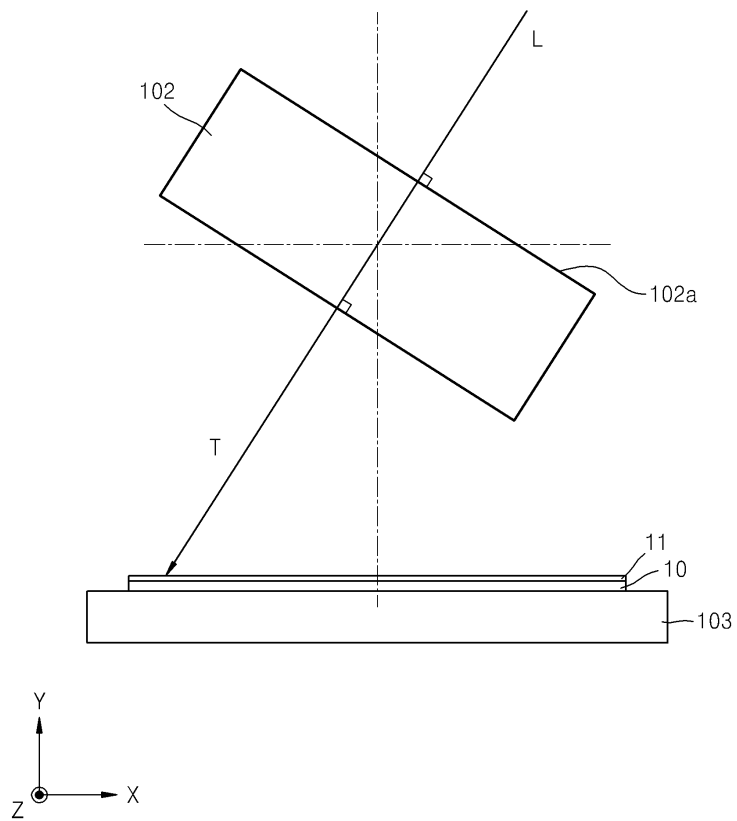
도면4



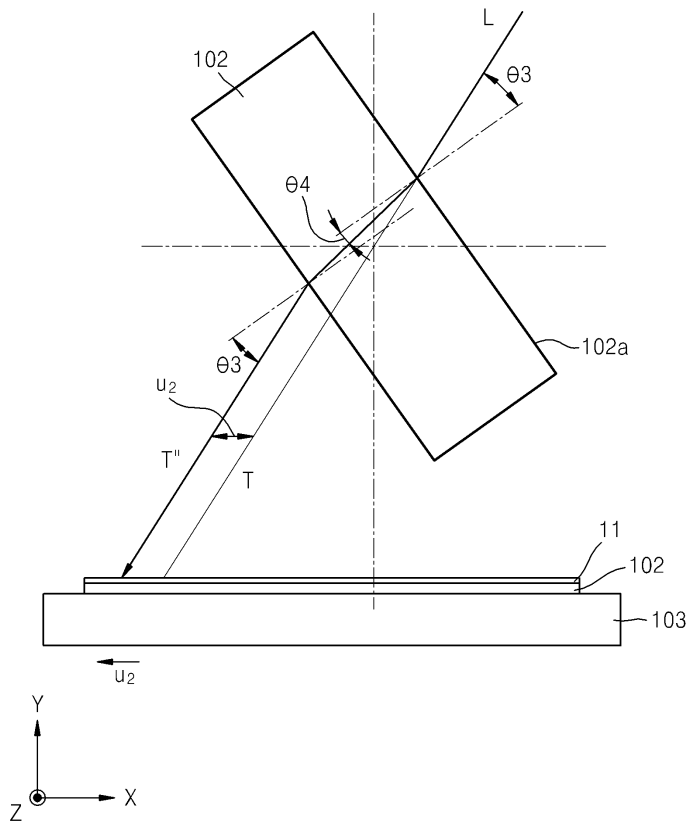
도면5



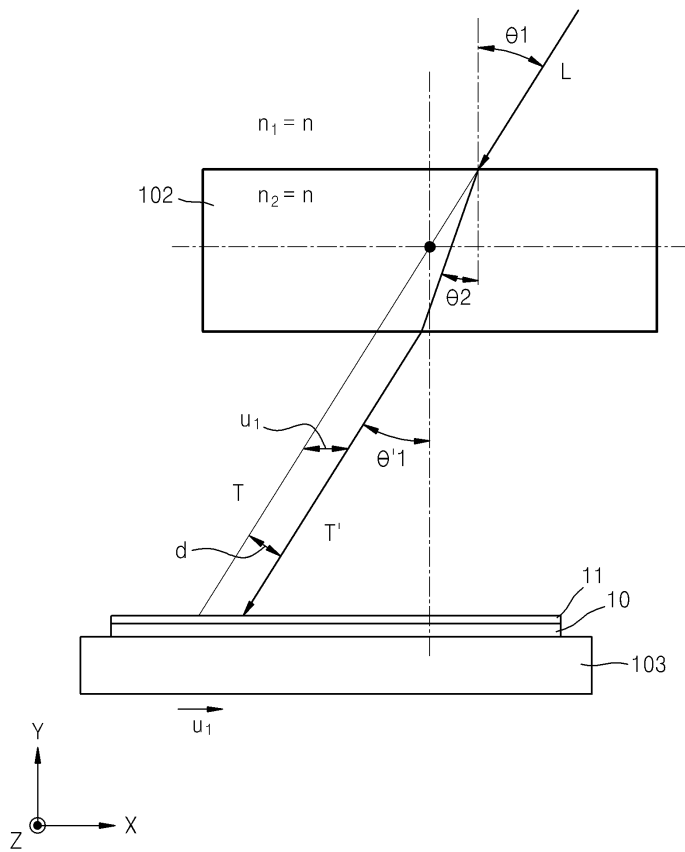
도면6



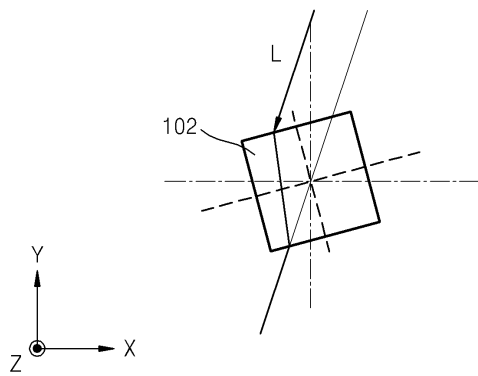
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	结晶装置，结晶方法和有机发光显示装置的制造方法		
公开(公告)号	KR101881423B1	公开(公告)日	2018-07-25
申请号	KR1020110123663	申请日	2011-11-24
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	KIM TAE YONG 김태용 KIM JOON HYUNG 김준형 RYU JE KIL 류제길 KIM SUNG GON 김성곤 KIM PIL KYU 김필규		
发明人	김태용 김준형 류제길 김성곤 김필규		
IPC分类号	H01L51/56 H01L21/02 H01L29/786		
CPC分类号	B23K26/082 H01L27/1285 H01L21/02675 H01L27/3262 H01L51/56 B23K2101/40		
其他公开文献	KR1020130057759A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用途：提供结晶装置，结晶方法，有机发光显示装置和制造有机发光显示装置的方法，以通过选择结晶方法使激光产生装置的效率最大化。组成：激光产生装置（101）发射激光束。激光束是线束。光学系统（102）处理激光束。光学元件（103）改变激光束的路径。基板安装在平台（104）上。

