

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G02F 1/13 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년10월04일 10-0631013 2006년09월26일
----------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------------

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0099387 2003년12월29일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0068223 2005년07월05일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(73) 특허권자	엘지.필립스 엘시디 주식회사 서울 영등포구 여의도동 20번지
(72) 발명자	유재성 서울특별시영등포구대림2동무림아파트2동502호
(74) 대리인	박장원

심사관 : 박남현

(54) 주기성을 가진 패턴이 형성된 레이저 마스크 및 이를이용한 결정화방법

요약

본 발명의 레이저 결정화방법은 일정한 패턴을 가진 슬릿을 마스크에 적용하고 이러한 슬릿의 반복성을 고려하여 레이저 결정화를 진행함으로써 X-오버랩 및 Y-오버랩이 없는 균일한 결정화특성을 가진 박막을 얻기 위한 것으로, 비정질 실리콘 박막이 형성되어 있는 기판을 제공하는 단계; 빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록, 상기 첫 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴, 상기 두 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴 및 상기 세 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 C 위치를 가지는 제 3 마스크 패턴으로 구성된 레이저 마스크를 상기 기판 위에 위치시키는 단계; 및 상기 레이저 마스크를 통해 레이저빔을 조사하여 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계를 포함한다.

대표도

도 10

색인어

레이저 결정화, 순차적 수평결정화, X-오버랩, Y-오버랩, 3-샷, 샷 마크

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 조사되는 레이저 에너지 밀도에 대한 결정화된 실리콘 박막의 그래인 크기를 나타내는 그래프.

- 도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 그래프에서, 레이저 에너지 밀도에 따른 실리콘 결정화 메커니즘을 나타내는 단면도.
- 도 5a 내지 도 5c는 일반적인 수평결정화에 따른 결정화 과정을 순차적으로 나타내는 단면도.
- 도 6a는 순차적 수평결정화에 사용되는 레이저 마스크를 예를 들어 나타내는 예시도.
- 도 6b는 도 6a에 도시된 마스크에 의해 결정화된 실리콘 박막을 개략적으로 나타내는 평면도.
- 도 7은 도 6b에 도시된 결정화된 실리콘 박막의 E부분을 확대하여 나타내는 평면도.
- 도 8a 내지 도 8c는 도 6a에 도시된 마스크를 사용하여 실리콘 박막을 결정화하는 공정을 순차적으로 나타내는 평면도.
- 도 9는 순차적 수평결정화에 사용되는 레이저 마스크의 다른 예를 나타내는 예시도.
- 도 10은 본 발명에 따른 레이저 마스크에 주기성을 가진 패턴을 구성하는 방법을 나타내기 위한 예시도.
- 도 11은 도 10에 있어서, 본 발명의 레이저 마스크의 빔 통과영역의 크기를 나타내기 위한 예시도.
- 도 12는 도 10에 있어서, 본 발명의 레이저 마스크에 3-블록으로 구분되는 마스크 패턴을 구성하는 방법을 나타내는 예시도.
- 도 13a 내지 도 13c는 도 12에 도시된 패턴 구성방법에 따라 제작한 3-블록 레이저 마스크의 일부를 각 블록별로 나타내는 예시도.
- 도 14a 내지 도 14c는 도 13a 내지 도 13c에 도시된 레이저 마스크를 차례대로 적용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 순차적으로 나타내는 예시도.
- 도 15a는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 레이저 마스크를 구성하는 방법을 나타내는 예시도.
- 도 15b는 도 15a에 도시된 레이저 마스크 구성방법으로 제작한 레이저 마스크를 예를 들어 나타내는 예시도.
- 도 16a 내지 도 16h는 도 15b에 도시된 레이저 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 순차적으로 나타내는 예시도.
- 도 17은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 레이저 마스크에 주기성을 가진 패턴을 구성하는 방법을 나타내기 위한 예시도.
- 도 18a는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 레이저 마스크를 구성하는 방법을 나타내는 예시도.
- 도 18b는 도 18a에 도시된 레이저 마스크 구성방법으로 제작한 레이저 마스크를 예를 들어 나타내는 예시도.
- 도 19a 내지 도 19g는 도 18b에 도시된 레이저 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 순차적으로 나타내는 예시도.
- 도 20은 액정표시패널의 구조를 개략적으로 나타내는 평면도.
- 도 21은 본 발명의 결정화방법에 따라 결정화된 실리콘 박막을 이용하여 제작한 액정표시소자를 예를 들어 나타내는 예시도.

** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 **

475A~475C,575A~575C,675A~675C,775A~775C : 마스크 패턴

570,670,770 : 레이저 마스크

680'~680"',780'~780"' : 블록

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화방법에 관한 것으로, 특히 레이저 마스크 형태를 개선하여 결정화 오버랩 영역을 제거시킴으로써 결정화특성을 향상시킨 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화방법에 관한 것이다.

최근 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서 기존의 표시장치인 브라운관(Cathode Ray Tube; CRT)을 대체하는 경량 박막형 평판표시장치(Flat Panel Display; FPD)에 대한 연구 및 상업화가 증점적으로 이루어지고 있다. 특히, 이러한 평판표시장치 중 액정표시장치(Liquid Crystal Display; LCD)는 액정의 광학적 이방성을 이용하여 이미지를 표현하는 장치로서, 해상도와 컬러표시 및 화질 등에서 우수하여 노트북이나 데스크탑 모니터 등에 활발하게 적용되고 있다.

상기 액정표시장치에 주로 사용되는 구동 방식인 능동 매트릭스(Active Matrix; AM) 방식은 비정질 실리콘(amorphous silicon) 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor; TFT)를 스위칭소자로 사용하여 화소부의 액정을 구동하는 방식이다.

비정질 실리콘 박막 트랜지스터 기술은 1979년 영국의 LeComber 등에 의하여 개념이 확립되어 1986년에 3" 액정 휴대용 텔레비전으로써 실용화되었고 최근에는 50" 이상의 대면적 박막 트랜지스터 액정표시장치가 개발되었다.

그러나, 상기 비정질 실리콘 박막 트랜지스터의 전기적 이동도($<1\text{cm}^2/\text{Vsec}$)로는 1Mhz 이상의 고속 동작을 요구하는 주변회로에 이용하는 데는 한계가 있다. 이에 따라 전계효과 이동도(field effect mobility)가 상기 비정질 실리콘 박막 트랜지스터에 비해 큰 다결정 실리콘(polycrystalline silicon) 박막 트랜지스터를 이용하여 유리기판 위에 화소부와 구동회로부를 동시에 집적하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

다결정 실리콘 박막 트랜지스터 기술은 1982년에 액정 컬러 텔레비전이 개발된 이후로 캠코더 등의 소형 모듈에 적용하고 있으며, 낮은 감광도와 높은 전계효과 이동도를 가지고 있어 구동회로를 기판에 직접 제작할 수 있다는 장점이 있다.

이동도의 증가는 구동 화소수를 결정하는 구동회로부의 동작 주파수를 향상시킬 수 있으며 이로 인한 표시장치의 고정세화가 용이해진다. 또한, 화소부의 신호 전압의 충전 시간의 감소로 전달 신호의 왜곡이 줄어들어 화질 향상을 기대할 수 있다.

또한, 다결정 실리콘 박막 트랜지스터는 높은 구동 전압(~25V)을 갖는 비정질 실리콘 박막 트랜지스터에 비해 10V 미만에서 구동이 가능하므로 전력 소모를 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

한편, 상기와 같은 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 제작하는 방법으로는 크게 다결정 실리콘 박막을 기판 위에 직접 증착하는(as-deposition) 방법과 기판 위에 비정질 실리콘 박막을 증착한 뒤 열처리하여 결정화하는 방법이 있다. 특히, 저가의 유리기판을 사용하기 위해서는 저온 공정이 요구되며 구동회로부의 소자에 이용하기 위해서는 박막 트랜지스터의 전계효과 이동도를 향상시킬 수 있는 방법이 요구된다.

이 때, 비정질 실리콘 박막을 결정화하는 열처리 방법에는 크게 고상 결정화(Solid Phase Crystallization; SPC)방법과 엑시머 레이저 어닐링(Eximer Laser Annealing; ELA)방법이 있다.

상기 고상 결정화는 예를 들면 600°C 내외의 온도에서 다결정 실리콘 박막을 형성하기 위한 방법으로서 유리기판 위에 비정질 실리콘 박막을 형성한 후, 약 600°C에서 수 시간 내지 수십 시간 동안 가열처리를 함으로써 비정질 실리콘 박막을 결정화하는 방법이다. 상기 고상 결정화방법으로 얻어진 다결정 실리콘 박막은 보통 수 μm 수준의 비교적 큰 그레인(grain)을 가지나 상기 그레인 내에 결함(defect)이 많이 형성되어 있다는 단점이 있다. 상기 결함은 그레인 경계(grain boundary) 영역 다음으로 박막 트랜지스터의 성능에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

상기 엑시머 레이저 어닐링방법은 저온에서 다결정 실리콘 박막을 제조하는 핵심적인 방법으로서 높은 에너지를 갖는 레이저빔을 비정질 실리콘 박막에 수십 nsec의 순간적인 조사에 의해 상기 비정질 실리콘 박막을 결정화하는 방법이다. 아주 짧은 시간에 비정질 실리콘의 용융과 결정화가 이루어지므로 유리기관이 전혀 손상을 입지 않는다는 장점이 있다.

또한, 엑시머 레이저를 이용하여 제작된 다결정 실리콘 박막은 일반적인 다른 열처리 방법으로 제작된 다결정 실리콘 박막보다 전기적 특성이 우수하다는 장점이 있다. 예를 들면, 비정질 실리콘 박막 트랜지스터의 전계효과 이동도는 일반적으로 $0.1 \sim 0.2 \text{cm}^2/\text{Vsec}$ 정도이고 일반적인 열처리 방법으로 제작된 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 전계효과 이동도는 $10 \sim 20 \text{cm}^2/\text{Vsec}$ 정도인데 반해, 상기 엑시머 레이저를 이용하여 제작한 다결정 실리콘 박막 트랜지스터는 $100 \text{cm}^2/\text{Vsec}$ 가 넘는 전계효과 이동도 값을 가진다(IEEE Trans. Electron Devices, vol. 36, no. 12, p. 2868, 1989).

이하, 레이저를 이용한 결정화방식에 대해 자세히 살펴본다.

도 1은 조사되는 레이저 에너지 밀도에 대한 결정화된 실리콘 박막의 그레인 크기를 나타내는 그래프이다.

도면에 도시된 바와 같이, 제 1 영역(I)과 제 2 영역(II)에서는 레이저 에너지 밀도가 증가할수록 결정화된 다결정 실리콘 박막의 그레인 크기가 증가하고 있는 것을 알 수 있다(IEEE Electron Dev. Lett., DEL-7, 276, 1986). 그러나, 제 3 영역(III)에서는, 즉 특정 에너지 밀도(E_c) 이상의 에너지가 조사되면 결정화된 다결정 실리콘 박막의 그레인 크기는 급격하게 감소하게 됨을 알 수 있다.

즉, 조사되는 레이저 에너지 밀도에 따라 실리콘 박막의 결정화 메커니즘이 다르다는 것을 알 수 있으며, 이를 자세히 설명하면 다음과 같다.

도 2 내지 도 4는 도 1에 도시된 그래프에서, 레이저 에너지 밀도에 따른 실리콘 결정화 메커니즘을 나타내는 단면도로써, 각 레이저 에너지 밀도에 따른 결정화과정을 순차적으로 나타내고 있다.

이 때, 레이저 어닐링에 의한 비정질 실리콘의 결정화 메커니즘은 레이저 조사 조건(레이저 에너지 밀도, 조사압력, 기관온도 등) 및 비정질 실리콘 박막의 물성적, 기하학적 특성(흡수계수, 열전도도, 질량, 불순물 함유도, 두께 등)과 같이 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는다.

먼저, 도 2a 내지 2c에 도시된 바와 같이, 도 1 그래프의 제 1 영역(I)은 부분 용융 영역(partial melting region)으로 비정질 실리콘 박막(12)은 점선 부분까지만 결정화가 이루어지며, 이 때 형성된 그레인(30)의 크기는 수백 Å 정도이다.

즉, 버퍼층(11)이 형성된 기관(10) 위의 비정질 실리콘 박막(12)에 제 1 영역(I)의 레이저가 조사되면 상기 비정질 실리콘 박막(12)은 녹게 되는데, 레이저빔에 직접 노출되는 비정질 실리콘 박막(12)의 표면에는 강한 레이저 에너지가 조사되고 비정질 실리콘 박막(12)의 하부에는 상대적으로 약한 레이저 에너지가 조사됨으로써 비정질 실리콘 박막(12)의 일정 부분까지만 용융 되어 부분적인 결정화가 일어나게 된다.

이 때, 레이저 결정화에 의한 결정 성장 과정은 첫째가 레이저 조사에 따른 비정질 실리콘 표면층의 일차 용융(primary melting)이고, 둘째는 일차 용융층의 고상화에 따른 잠열(latent heat) 발생 및 이로 인한 하부층의 이차 용융(secondary melting)이고, 셋째가 고상화를 통한 결정 성장으로, 상기 결정 성장 과정에 대해 자세히 설명하면 다음과 같다.

레이저가 조사된 비정질 실리콘 박막은 용융온도(1000°C)를 상회하게 되어 액상 상태로 용융(primary melting)된다. 이어, 상기 일차 용융층은 하부 실리콘 및 기관과 높은 온도차가 발생하여 고상핵화(solid phase nucleation) 및 고상화(solidification)가 발생할 때까지 급격하게 냉각된다. 레이저 조사에 따른 용융층은 상기 고상핵화 및 고상화가 일어날 때까지 유지되며, 이와 같은 용융 상태는 증발(ablation)이 일어나지 않는 범위에서는 레이저 에너지 밀도가 높을수록 또는 외부로의 열 방출이 적을수록 오랫동안 지속된다. 또한, 일차 용융층은 결정질 실리콘의 용융온도(1400°C)보다 낮은 온도(1000°C)에서 용융 되므로 상기 용융층은 냉각되어 상변화 이하의 온도로 내려가는 과냉각(super-cooling) 상태로 유지되며, 이와 같은 과냉각 상태가 클수록, 즉 박막의 용융온도가 낮거나 냉각속도가 클수록 고상화시 핵 형성율(nucleation rate)의 증가를 가져와 미세(fine)한 결정 성장을 이루게 된다.

일차 용융층이 냉각되어 고상화가 시작되면 결정핵을 중심으로 상부방향으로 결정 성장이 이루어지며, 이 때 일차 용융층이 액상에서 고상으로의 상변화에 따른 잠열이 방출되어 고체 상태의 하부 비정질 실리콘 박막을 용융(secondary melting)시키며 다시 고상화를 통한 이와 같은 과정이 반복되어 결정이 성장하게 된다. 이 때의 하부 이차 용융층은 일차 용융층에 비해 보다 더 과냉각된 상태로 핵 생성율이 증가하여 결정 크기가 작아지게 된다.

따라서, 레이저 어닐링에 의한 결정화시 결정화 특성을 향상시키기 위해서는 고상화에 따른 냉각속도를 늦추는 것이 효과적인 방법이며 이에 따라 기판 가열, 이중 빔 조사, 버퍼층연층 삽입 등과 같이 흡수된 레이저 에너지의 외부로의 열 방출을 억제하여 냉각속도를 늦추는 방법을 사용할 수 있다.

도 3a 내지 도 3c는 도 1 그래프의 제 2 영역(II)에 대한 실리콘 결정화 메커니즘을 순차적으로 나타내는 단면도로서, 상기 제 2 영역(II)은 완전 용융 근접 영역(near-complete melting region)을 나타낸다.

도면에 도시된 바와 같이, 3000~4000 Å 정도의 비교적 큰 크기의 그레인(30A~30C)을 가진 다결정 실리콘 박막이 하부 버퍼층(11)의 계면까지 형성되어 있다.

즉, 완전한 용융이 아닌 거의 완전한 용융에너지를 비정질 실리콘(12)에 조사하면 버퍼층(11)과 근접한 영역까지 비정질 실리콘 박막(12)이 용융 되게 된다. 이 때, 상기 용융된 실리콘 박막(12')과 버퍼층(11) 사이의 계면에 녹지 않은 고체 시드(seed)(35)들이 존재하게 되며 상기 시드가 결정화핵으로 작용하여 측면 성장을 유도함으로써 비교적 큰 그레인(30A~30C)을 형성시키게 된다(J. Appl. Phys. 82, 4086).

그러나, 상기 결정화는 녹지 않은 고체 시드(35)를 버퍼층(11)과의 계면에 남아 있을 수 있는 레이저 에너지를 조사하여야만 가능한 방법이기 때문에 공정창(process window)이 매우 좁은 단점을 가지고 있다. 또한, 상기 고체 시드(35)는 불균일하게 생성되기 때문에 이에 따라 결정화된 다결정 실리콘 박막의 그레인(30A~30C)은 서로 다른 결정화방향, 즉 서로 다른 결정화특성을 가지게 되는 단점을 가지고 있다.

마지막으로, 도 4a 내지 4c는 도 1의 그래프의 제 3 영역(III)에 해당하는 완전 용융 영역(complete melting region)에 대한 결정화 메커니즘을 나타내는 단면도이다.

도면에 도시된 바와 같이, 상기 영역에 해당하는 에너지 밀도에서는 매우 작은 크기의 그레인(30)이 불규칙하게 형성되어 있다.

즉, 레이저 에너지 밀도가 일정 수준(E_c) 이상이 될 때에는 비정질 실리콘 박막(12)에 충분한 에너지가 가해져서 상기 비정질 실리콘 박막(12)이 모두 용융 되게 되어 그레인으로 성장할 수 있는 고체 시드가 남겨있지 않게 된다. 이후, 강한 에너지의 레이저를 조사 받아 용융된 실리콘 박막(12')은 급격한 냉각 과정을 거치게 되면서 균일한 핵(30)생성이 일어나게 되며, 그 결과 미세한 그레인(30)이 형성되게 된다.

한편, 상기 레이저 결정화로는 펄스(pulse) 형태의 레이저를 이용한 엑시머 레이저 어닐링방법이 주로 이용되나, 근래에는 그레인을 수평방향으로 성장시켜 결정화특성을 획기적으로 향상시킨 순차적 수평결정화(Sequential Lateral Solidification; SLS)방법이 제안되어 널리 연구되고 있다.

상기 순차적 수평결정화는 그레인이 액상(liquid phase) 실리콘과 고상(solid phase) 실리콘의 경계면에서 상기 경계면에 대하여 수직 방향으로 성장한다는 사실을 이용한 것으로(Robert S. Sposilli, M. A. Crowder, and James S. Im, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 452, 956~957, 1997), 레이저 에너지의 크기와 레이저빔의 조사범위를 적절하게 조절하여 그레인을 소정의 길이만큼 측면 성장시킴으로써 실리콘 그레인의 크기를 향상시킬 수 있는 결정화방법이다.

상기와 같은 순차적 수평결정화는 수평결정화의 한 예로써, 상기 수평결정화에 대한 결정화 메커니즘을 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

도 5a 내지 도 5c는 일반적인 수평결정화에 따른 결정화 과정을 순차적으로 나타내는 단면도이다.

먼저, 도 5a에 도시된 바와 같이, 비정질 실리콘 박막(112)이 완전히 용융되는 에너지 밀도 이상(즉, 전술한 도 1의 제 3 영역(III))의 레이저가 조사되면 상기 레이저를 조사 받은 부분의 비정질 실리콘 박막(112)은 완전히 용융 되게 된다.

이 때, 레이저가 조사되는 조사영역과 조사되지 않는 비-조사 영역은 미리 패턴화된 마스크를 이용함으로써 가능하게 된다.

이 때, 도 5b와 도 5c에 도시된 바와 같이, 비정질 실리콘 박막(112)에 충분한 에너지의 레이저가 조사되기 때문에 상기 비정질 실리콘 박막(112)을 완전히 녹이게 되지만 일정한 간격의 빔을 사용하여 녹이기 때문에 레이저가 조사되지 않는 비-조사 영역의 실리콘 박막(112)과 용융된 실리콘 박막(112') 경계면에 존재하는 고상 실리콘을 핵으로 하여 결정이 성장하게 된다.

즉, 레이저 에너지의 조사가 끝난 직후부터 용융된 실리콘 박막(112')은 좌우면, 즉 레이저가 조사되지 않은 비-조사 영역을 통해 냉각되게 된다. 이는 실리콘 박막(112, 112') 하부의 버퍼층(111) 또는 유리기판(110)보다 좌우면의 고상 비정질 실리콘 박막(112)이 더 큰 열전도도를 가지기 때문이다.

따라서, 용융된 실리콘 박막(112')은 중앙부보다 좌우의 고상과 액상의 계면에서 우선적으로 핵형성 온도에 도달하게 되어 상기 부분에서 결정핵이 형성되게 된다. 결정핵이 형성된 후부터는 온도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로, 즉 계면에서 중앙부로 그레인(130A, 130B)의 수평 성장이 일어나게 된다.

이와 같은 측면결정 성장에 의해 큰 그레인(130A, 130B)이 형성되게 되며, 또한 제 3 영역의 에너지에서 공정을 진행하기 때문에 공정창이 넓은 장점을 가지게 된다.

그러나, 상기 순차적 수평결정화는 그레인의 크기를 증가시키기 위해 마스크 또는 스테이지를 여러 번 반복하여 미소 이동시키며 결정화를 진행하게 되므로, 원하는 영역 전체에 대해서 결정화를 이루기 위해서는 많은 결정화시간을 필요로 하게 되며, 그에 따라 전체 공정시간이 증가하게 되어 공정수율이 감소하게 되는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 문제를 해결하기 위한 것으로, 종래에 비해 동일한 면적에 대한 결정화를 좀더 빠르게 진행되도록 함으로써 생산수율을 향상시킨 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

또한, 본 발명의 다른 목적은 X-오버랩 및 Y-오버랩이 생기지 않도록 결정화공정을 개선함으로써 레이저의 오버랩에 의한 샷 마크가 제거되어 균일한 결정화특성을 가진 박막을 얻을 수 있는 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화방법을 제공하는 것이다.

또한, 본 발명의 또 다른 목적은 상기와 같은 결정화방법을 이용하여 제작한 결정화특성이 향상된 실리콘 박막을 구비한 액정표시소자를 제공하는 것이다.

기타 본 발명의 다른 특징 및 목적은 이하 발명의 구성 및 특허청구범위에서 상세히 설명될 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 레이저 마스크는 빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록; 상기 첫 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴; 상기 두 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴; 및 상기 세 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 C 위치를 가지는 제 3 마스크 패턴을 포함한다.

이때, 상기 A 위치와 B 위치 및 C 위치는 서로 다른 위치 간격을 가질 수 있다.

또한, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 어느 하나의 마스크 패턴을 기준으로 주위에는 상기 기준되는 마스크 패턴을 제외한 다른 마스크 패턴들이 위치할 수 있다.

또한, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 인접하는 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루며, 6개의 상기 정삼각형은 정육각형 패턴을 이룰 수 있다.

또한, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 상기 인접한 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 각각 정삼각형의 꼭지점에 위치할 수 있다.

상기 마스크 패턴들은 원 형태를 가질 수 있으며, 또는 정삼각형, 정사각형, 정육각형, 정팔각형 등과 같은 정다각형 형태를 가질 수도 있다.

이때, 상기 마스크 패턴들은 상기 각각의 마스크 패턴들의 중심간의 거리(L)와 원 형태의 마스크 패턴의 반지름(R)에 대해 $L/3 \leq R < 1/2$ 의 관계식을 가질 수 있다.

본 발명의 다른 레이저 마스크는 빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록; 상기 첫 번째 블록의 투과영역에 형성되는 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴; 상기 두 번째 블록의 투과영역에 형성되는 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴; 및 상기 세 번째 블록의 투과영역에 형성되는 C 위치를 가지는 제 3 마스크 패턴으로 구성되며, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 인접하는 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루는 것을 특징으로 한다.

이때, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에, 어느 하나의 마스크 패턴을 기준으로 주위에는 상기 기준되는 마스크 패턴을 제외한 다른 마스크 패턴들이 위치할 수 있다.

또한, 상기 마스크 패턴들은 원 형태를 가질 수 있으며, 상기 다수개의 투과영역은 상기 각각의 블록 내에서 N행xM열(N, M은 정수)의 매트릭스 형태로 배열할 수 있다.

상기 다수개의 투과영역은 상기 각각의 블록 내에서 홀수 행과 짝수 행이 서로 엇갈리게 배열할 수 있다.

삭제

또한, 상기 다수개의 투과영역은 상기 각각의 블록 내에서 홀수 열과 짝수 열이 각각 동일하게 배열할 수 있다.

상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 두 번째 블록에 위치한 제 2 마스크 패턴 중 N행xM열에 위치한 마스크 패턴을 기준으로, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 첫 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 1 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 좌측으로 한 열이 이동되어 위치하며, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 세 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 3 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 우측으로 한 열이 이동되어 위치할 수 있다.

또는, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 두 번째 블록에 위치한 제 2 마스크 패턴 중 N행xM열에 위치한 마스크 패턴을 기준으로, 상기 기준되는 마스크 패턴이 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 이루는 정삼각형의 상부 꼭지점에 위치한다면, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 첫 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 1 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 상기 정삼각형의 좌측 하변의 꼭지점에 위치하며, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 세 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 3 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 상기 정삼각형의 우측 하변의 꼭지점에 위치할 수 있다.

또한, 상기의 레이저 마스크를 이용한 결정화방법은 비정질 실리콘 박막이 형성되어 있는 기판을 제공하는 단계; 빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록, 상기 첫 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴, 상기 두 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴 및 상기 세 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 제 3 위치를 가지는 C 마스크 패턴으로 구성된 레이저 마스크를 상기 기판 위에 위치시키는 단계; 및 상기 레이저 마스크를 통해 레이저빔을 조사하여 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계를 포함한다.

이때, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 하나의 블록에 모두 구성하는 경우에 인접하는 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루며, 6개의 상기 정삼각형은 정육각형 패턴을 이룰 수 있다.

삭제

삭제

상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는 상기 레이저 마스크를 통해 1차 레이저빔을 조사하여 소정 폭(W)을 가진 1차 결정화 영역을 형성하는 단계, 상기 기판을 상기 소정 폭(W) 이하의 거리만큼 이동시키는 단계, 상기 레이저 마스크를 통해 2차 레이저빔을 조사하여 2차 결정화 영역을 형성하는 단계, 상기 기판을 상기 소정 폭(W) 이하의 거리만큼 이동시키는 단계 및 상기 레이저 마스크를 통해 3차 레이저빔을 조사하여 3차 결정화 영역을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

이때, 상기 기판은 상기 소정 폭(W)의 1/3거리만큼 이동할 수 있다.

또한, 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는 상기 레이저 마스크를 통해 1차 레이저빔을 조사하여 1차 결정화 영역을 형성하는 단계, 상기 레이저 마스크를 상기 하나의 블록 거리만큼 이동시키는 단계, 상기 레이저 마스크를 통해 2차 레이저빔을 조사하여 2차 결정화 영역을 형성하는 단계, 상기 레이저 마스크를 상기 하나의 블록 거리만큼 이동시키는 단계 및 상기 레이저 마스크를 통해 3차 레이저빔을 조사하여 3차 결정화 영역을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

상기 비정질 실리콘 박막은 완전 용융 영역의 에너지 밀도를 가지는 레이저빔이 조사되어 결정화될 수 있으며, 상기 비정질 실리콘 박막은 순차적 수평 결정화 방법에 의해 결정화될 수 있다.

또한, 상기 1차 결정화 영역은 상기 1차 레이저빔의 조사에 의해 상기 레이저 마스크의 투과영역들의 경계에 위치한 비정질 실리콘 박막을 핵으로 상기 투과영역들의 중심방향으로 1차 결정이 성장하여 방사형의 그레인이 형성될 수 있다.

이때, 상기 2차 레이저빔의 조사는 상기 1차 레이저빔의 조사에 의해 상기 1차 결정화 영역이 형성된 실리콘 박막 위에 이루어질 수 있다.

2차 결정화 영역은 상기 2차 레이저빔의 조사에 의해 상기 1차 결정과 동일한 형태를 가지며 상기 1차 결정의 일부와 겹치도록 형성된 2차 결정을 포함할 수 있다.

이때, 상기 2차 결정은 상기 1차 레이저빔과 2차 레이저빔이 겹치는 위치에 형성된 상기 1차 결정을 핵으로 결정이 성장하여 방사형의 그레인을 가질 수 있으며, 상기 2차 결정은 그 주위로 세 개의 1차 결정이 위치할 수 있다.

상기 3차 결정화 영역은 상기 3차 레이저빔의 조사에 의해 상기 1차 결정 및 2차 결정과 동일한 형태를 가지며 상기 1차 결정 및 2차 결정의 일부와 겹치도록 형성된 3차 결정을 포함할 수 있다.

또한, 상기 3차 결정은 상기 1차 레이저빔과 2차 레이저빔 및 3차 레이저빔이 겹치는 위치에 형성된 상기 2차 결정을 핵으로 결정이 성장하여 방사형의 그레인을 가질 수 있다.

상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는 상기 1차 레이저빔의 조사와 2차 레이저빔의 조사 및 3차 레이저빔의 조사를 반복적으로 진행하여 상기 기판의 일 방향으로의 결정화를 완료하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

이때, 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는 상기 기판의 일 방향으로의 결정화가 완료된 후에 상기 기판을 다른 일 방향으로 고정 거리만큼 이동시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

또한, 본 발명의 액정표시소자는 실질적으로 교차하여 화소영역을 정의하는 게이트라인과 데이터라인; 및 상기 교차영역에 형성된 박막 트랜지스터를 포함하며, 상기 박막 트랜지스터의 액티브층을 구성하는 다결정 실리콘 박막은 다수개의 원형의 결정으로 이루어지며 상기 인접하는 세 개의 결정은 하나의 정삼각형을 이루고 6개의 상기 정삼각형은 정육각형 패턴을 형성하는 것을 특징으로 한다.

이때, 상기 각각의 원형의 결정은 방사형으로 성장한 다수개의 그레인으로 구성될 수 있으며, 상기 박막 트랜지스터는 상기 다결정 실리콘 박막으로 이루어진 액티브층, 상기 액티브층 상부에 게이트절연막을 개재하여 형성된 게이트전극, 상기 게이트전극 위에 콘택홀을 포함하여 형성된 층간절연막 및 상기 콘택홀을 통해 액티브층의 소정영역과 전기적으로 접속하는 소오스/드레인전극을 포함할 수 있다.

이하, 본 발명에 대해서 상세히 설명한다.

도 6a는 본 발명의 순차적 수평결정화에 사용되는 레이저 마스크를 예를 들어 나타내는 예시도로써, 종래의 결정화공정에 비해 결정화시간을 단축하도록 설계된 마스크를 나타내고 있다.

도면에 도시된 바와 같이, 상기 레이저 마스크(270)는 소정의 폭과 넓이를 가진 직사각형 형태의 투과영역(273)을 가진 슬릿 형태의 패턴(275)을 포함하고 있다.

상기 레이저 마스크(270)는 빛을 투과시키는 직사각형 형태의 2개의 투과영역(273)과 빛을 차단하는 차단영역(274)으로 이루어져 있으며, 상기 슬릿(275)의 투과영역(273)을 투과하여 나온 레이저빔은 슬릿(275)의 형태(즉, 직사각형)대로 소정의 실리콘 박막을 결정화하게 된다.

그러나, 도 6b에 도시된 바와 같이, 상기 결정화된 실리콘 박막의 에지부(E)는 레이저빔의 회절에 의해 실질적으로 마스크 패턴, 즉 슬릿(275) 형태대로 결정화되지 못하고 라운드(round) 형태를 가지게 되며, 이를 자세히 살펴보면 다음과 같다.

참고로, 도 6b에서 결정화된 실리콘 박막의 에지부(E)에 도시되어 있는 점선은 상기 결정화에 사용된 마스크(270)의 슬릿(275) 형태를 나타내고 있다.

도 7은 도 6b에 도시된 결정화된 실리콘 박막의 E부분을 확대하여 나타내는 평면도로써, 즉 도면에 도시된 바와 같이, 상기 에지부(E)의 중앙인 A영역은 실리콘 박막을 충분히 녹일 정도의 완전 용융 에너지가 조사되기 때문에 슬릿(275)과 비슷한 형태로 결정화 패턴이 형성되게 되나, 상기 에지부(E)의 모서리인 B영역에 대응하는 슬릿(275) 에지부에서는 레이저빔의 회절이 일어나 실리콘 박막을 충분히 녹이지 못하는 부분 용융 에너지 이하의 레이저빔의 조사로 결과적으로 에지부(E)는 볼록한(convex) 라운드 형태를 가지게 된다.

이는 상기 라운드 형태를 가진 결정화된 실리콘 박막의 에지부(E)에서는 상기 라운드 형태로 용융된 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막을 핵으로 삼아 성장하게 되므로 제 1 그레인(230A)과 다른 방향으로 성장한 제 2 그레인(230B)이 형성되게 되기 때문이다. 즉, 상기 제 2 그레인(230B)은 제 1 그레인(230A)과 다른 결정화특성을 가지게 되며, 그 결과 결정화된 실리콘 박막에 불연속적인 영역이 존재하게 된다.

이 때, 상기 결정화된 실리콘 박막의 볼록한 에지부(E)인 불연속영역은 그 폭(W)만큼 다른 결정화특성을 가지게 되기 때문에 상기 실리콘 박막을 액정표시소자에 적용하기 위해서는 상기 불연속영역의 폭을 줄이는 것이 중요하다.

한편, 상기와 같은 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 결정화공정을 살펴보면 다음과 같다.

도 8a 내지 도 8c는 도 6a에 도시된 마스크를 사용하여 실리콘 박막을 결정화하는 공정을 순차적으로 나타내는 평면도이다.

먼저, 도 8a에 도시된 바와 같이, 전술한 도 6a에 도시된 마스크(270)를 기판(210) 위에 위치시키고 1차 레이저빔을 조사하여 상기 기판(210) 위에 증착된 비정질 실리콘 박막(212)의 결정화를 진행한다.

이 때, 결정화되는 영역은 상기 마스크(270)의 투과영역(273)에 대응하는 부분이며, 마스크(270)의 투과영역이 2개라고 가정한다면, 결정화영역 또한 가로방향으로 소정의 길이를 가지는 2개의 결정영역이 형성될 것이다.

즉, 직사각형 형태의 슬릿(275)이 2개 형성되어 있는 종래의 마스크(270)를 적용하여 기판(210) 표면에 1차 레이저빔을 조사하면, 상기 슬릿(275)을 통해 레이저가 조사된 실리콘 박막은 상하 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막(212)을 핵으로 삼아 수평으로 성장한 제 1 그레인(230A)을 가지게 된다.

이 때, 상기 결정화된 실리콘 박막(212')의 에지부는 전술한 바와 같이 레이저빔의 회절에 의해 실질적으로 마스크 패턴, 즉 슬릿(275) 형태대로 결정화되지 못하고 라운드 형태를 가지게 되는데, 상기 라운드 형태를 가진 결정화된 실리콘 박막(212')의 에지부에서는 상기 라운드 형태로 용융된 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막(212)을 핵으로 삼아 성장하게 되므로 상기 제 1 그레인(230A)과 다른 방향으로 성장한 제 2 그레인(230B)이 형성되게 된다.

즉, 상기 제 2 그레인(230B)은 제 1 그레인(230A)과 다른 결정화특성을 가지게 되며, 결정화된 실리콘 박막에 불연속적인 영역이 존재하게 된다.

상기 1차 결정화가 완료되면, 상기 기판(210)이 놓여진 스테이지(미도시) 또는 마스크(270)를 상기 마스크(270) 패턴(즉, 슬릿(275) 패턴)의 가로길이보다 작게 이동한 후, 2차 레이저빔을 조사하여 연속적으로 X축 방향으로의 결정화를 진행한다.

즉, 예를 들면 상기 스테이지를 X축 방향으로 이동하여 상기 슬릿(272) 패턴이 결정화된 실리콘 박막(212')의 불연속영역(280)에 겹쳐지도록 한 후 기관(210) 표면에 2차 레이저빔을 조사하면, 도 8b에 도시된 바와 같이, 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(212') 패턴과 동일한 2차 결정화 패턴(212'')이 상기 1차 결정화 실리콘 박막(212')의 불연속영역(280)과 겹치며 가로방향으로 형성되게 된다.

이후, 상기 기관(210) 표면에 동일한 방법으로 3차 레이저빔을 조사하면, 상기 2차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(212'') 패턴과 동일한 3차 결정화 패턴(212''')이 상기 2차 결정화 실리콘 박막(212'')의 불연속영역(280)과 겹치며 형성되게 된다.

이 때, 상기 불연속영역(280)의 폭(W)이 넓을수록 다음 샷을 위한 레이저빔의 오버랩영역이 넓어지게 되며, 그 결과 결정화시간이 증가되는 문제점이 발생하게 된다. 즉, 상기 결정화된 실리콘 박막(212', 212'', 212''')의 불연속영역(280)은 다른 결정화특성을 가지며 상기 불연속영역(280) 주위의 실리콘 박막은 결정화되지 못하고 비정질 실리콘(212) 상태로 남아 있기 때문에 다음 샷은 필연적으로 상기 불연속영역(280)이 겹쳐지도록 오버랩시켜야 한다.

다음으로, 상기와 같은 방법으로 X축 방향으로의 결정화가 모두 이루어졌다면, 상기 마스크(270) 또는 스테이지를 Y축 방향으로(스테이지를 이동하는 경우에는 -Y축 방향으로) 소정거리 이동한다.

이후, 도 8c에 도시된 바와 같이, 1차 결정화공정이 끝난 부분을 처음으로 하여 다시 한번 가로방향으로 레이저 조사공정을 진행하게 된다.

상기와 같은 결정화를 반복 진행하게 되면, 다결정 실리콘 박막은 정상상태의 그레인을 가지는 다수의 제 1 영역(P1)과, 상기 제 1 영역(P1)사이에 존재하며 결정화특성이 다른 불연속영역인 제 2 영역(P2)이 존재하게 되는 문제점이 있었다.

즉, 상기와 같은 결정화특성이 다른 불연속영역의 존재는 상기 결정화된 박막을 이용하여 제작한 액정표시소자의 특성불균일을 초래하게 되며, 그 결과 액정표시장치의 질을 떨어뜨리는 문제가 발생하게 된다.

또한, 상기 불연속영역 주위의 실리콘 박막은 결정화되지 못하고 비정질 실리콘 상태로 남아 있기 때문에 다음 샷은 필연적으로 상기 불연속영역이 겹쳐지도록 오버랩시켜야 한다. 한편, 상기 불연속영역이 겹쳐진 오버랩영역(즉, X-오버랩영역)은 상기와 같은 레이저 결정화공정에 따른 샷 마크로 액정표시장치나 유기EL(Organic Light Emitting Diodes; PLED)의 소자에 적용시 화질불량이나 소자특성 불균일을 초래하는 문제를 발생시키게 한다.

한편, 상기의 결정화에는 적용하지 않았지만 상기 그레인을 Y축 방향으로 성장시켜 그레인 사이즈를 증가시키기 위해서 마스크를 상기 Y축 방향으로 오버랩시켜 반복하여 결정화를 진행할 수도 있는데, 이때에는 X축 방향으로의 오버랩영역(즉, Y-오버랩)에 의한 샷 마크가 문제가 될 수 있다.

또한, 상기와 같은 샷 마크 문제는 전술한 전이(transition)방식을 이용하는 레이저 마스크 패턴뿐만 아니라 도 9에 도시된 싱글 스캔(single scan)방식의 레이저 마스크(370)의 경우에도 중요한 문제가 되고 있다.

즉, 상기 샷 마크 문제는 레이저빔이 오버랩되는 모든 결정화방법에서 해결해야하는 문제이다.

이에 따라 본 발명에서는 상기 레이저빔이 오버랩되는 부분을 마스크 패턴의 주기성을 이용하여 제거한 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화방법을 제공한다.

즉, 일정한 주기성을 가진 슬릿패턴을 레이저 마스크에 3개의 블록으로 나누어 구성하며 상기 패턴의 반복성을 이용하여 레이저빔을 3-샷으로 조사하게 되는데, 이 때 상기 3-샷에 의해 결정화된 실리콘 박막은 상기 패턴의 주기성에 의해 X-오버랩 및 Y-오버랩이 없는 균일한 결정화특성을 가지게 된다.

상기 3개의 블록으로 나누어지는 마스크 패턴은 3-샷에 의해 샷 마크 없는 방사형(放射形)의 균일한 그레인이 성장되도록 하며, 이를 자세히 설명하면 다음과 같다.

먼저, 상기와 같은 주기성을 가지는 패턴 및 이를 본 발명의 레이저 마스크에 구성하는 방법에 대해서 설명한다.

도 10은 본 발명에 따른 레이저 마스크에 주기성을 가진 패턴을 구성하는 방법을 나타내기 위한 예시도이다.

이 때, 본 발명의 레이저 마스크는 주기성을 가진 세 종류의 패턴으로 구분되는 3-블록(block)으로 구성될 수 있다.

도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 레이저 마스크는 샷 마크를 제거시키기 위해 원 형태의 빔 통과영역(A, B, C)을 상기 레이저 마스크에 구성하는데 있어, 레이저 마스크를 크게 3부분으로 나누어 첫 번째 블록에는 A 위치를 가지는 레이저빔 통과영역(즉, 원 형태의 마스크 패턴)(475A)을 형성하며 두 번째 블록에는 B나 C 위치를 가지는 빔 통과영역(475B, 475C)을 형성한다.

마지막으로 세 번째 블록에는 나머지 C나 B(두 번째 블록에서 B 위치를 가질 경우 세 번째는 C 위치, C 위치를 가질 경우 세 번째는 B 위치) 위치에 빔 통과영역(475C, 475B)을 형성한다.

즉, 원 형태의 마스크 패턴(475A~475C)을 레이저 결정화 마스크에 크게 3개의 블록으로 나누어 반복적으로 형성하게 된다.

한편, 도면에는 C 위치의 빔 통과영역(475C)을 기준으로(즉, 상기 C 위치의 빔 통과영역(475C)을 중심으로 하여) 본 발명에 따른 레이저 마스크에 패턴을 구성하는 방법을 나타내고 있으나, A 위치의 빔 통과영역(475A) 또는 B 위치의 빔 통과영역(475B)을 기준으로 나타낼 수도 있으며, 상기 기준점(475C)을 중심으로 주위에는 상기 기준점의 빔 통과영역(475C)을 제외한 A 위치의 빔 통과영역(475A) 및 B 위치의 빔 통과영역(475B)을 구성하게 된다.

또한, 상기 세 종류의 패턴(475A~475C)들을 사용하여 기판에 형성된 비정질 실리콘 박막을 결정화하여 한 블록에 모두 구성하였을 경우, 상기 세 종류의 마스크 패턴(475A~475C)이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루며, 상기 6개의 정삼각형이 모여 도시된 바와 같은 정육각형의 패턴을 이루게 된다.

즉, 상기 정육각형 패턴의 중심에는 두 번째 블록에 형성되는, 즉 C 위치의 마스크 패턴(475C) 또는 B 위치의 마스크 패턴(475B)이 위치하게 되며 그 주위로 상기 패턴과 다른 패턴(즉, 패턴의 중심에 C 위치의 마스크 패턴(475C)이 위치하는 경우에는 A 위치의 마스크 패턴(475A) 및 B 위치의 마스크 패턴(475B))이 위치하게 된다.

또한, 상기 세 종류의 패턴(475A~475C)들을 사용하여 기판에 형성된 비정질 실리콘 박막을 결정화하여 한 블록에 모두 구성하였을 경우, 상기 인접한 세 종류의 마스크 패턴(475A~475C)은 각각 상기 정삼각형의 꼭지점에 위치하게 된다.

한편, 상기 빔 통과영역, 즉 마스크 패턴(475A~475C)은 본 발명에 따라 샷 마크 없이 3-샷에 의해 모든 영역이 결정화되기 위해 상기 마스크 패턴(475A~475C)의 크기와 각 마스크 패턴(475A~475C) 사이의 간격간에 소정의 관계식을 만족시켜야 하는데, 이를 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

도 11은 도 10에 있어서, 본 발명의 레이저 마스크의 빔 통과영역의 크기를 나타내기 위한 예시도로써, A 위치의 빔 통과영역을 예를 들어 나타내고 있다.

도면에 도시된 바와 같이, 각 빔 통과영역(여기서는, 예를 들어 A 위치의 빔 통과영역(475A))의 반지름을 R이라 하고 상기 빔 통과영역(475A)의 중심간의 거리를 L이라 하면, 빔 통과영역(475A)의 반지름(R)은 전체 영역을 결정화하기 위해 다음의 수학적식을 만족시켜야 한다.

[수학적식]

$$\frac{L}{3} < R < \frac{L}{2}, \text{ 또는 } \frac{L}{3} = R$$

여기서, 빔 통과영역, 즉 상기 마스크 패턴(475A~475C)의 반지름(R)은 3-샷에 의해 전체 영역이 결정화되도록 L/3보다 크거나 같아야 하며, 상기 반지름(R)이 증가하여 각 마스크 패턴(475A~475C)들이 서로 접하는 조건인 L/2보다 작아야 한다.

한편, 상기와 같이 구성된 원 형태의 마스크 패턴을 3개의 블록으로 나누어 레이저 결정화 마스크에 구성한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.

먼저, 도 12는 도 10에 있어서, 본 발명의 레이저 마스크에 3-블록으로 구분되는 마스크 패턴을 구성하는 방법을 나타내는 예시도이다.

도면에 도시된 바와 같이, 도 10에 도시된 정육각형의 패턴에서 상기 정육각형을 구성하는 정삼각형의 모서리를 따라 각 마스크 패턴(575A~575C)을 순서대로 연장하여 위치시키게 된다.

즉, 첫 번째 행을 예를 들어 설명하면, 도 10에서의 A 위치의 마스크 패턴(575A)을 시작으로 순서대로 C 위치의 마스크 패턴(575C), B 위치의 마스크 패턴(575B)이 반복적으로 위치하게 된다.

이 때, 두 번째 행은 상기 첫 번째 행에 위치하는 마스크 패턴(575A~575C)에서 정삼각형의 변의 길이(L)의 1/2에 해당하는 위치만큼 X축으로 이동하여 상기 정삼각형을 구성하는 마스크 패턴(575A~575C)과 다른 마스크 패턴(575A~575C)이 위치하게 된다.

즉, 상기 두 번째 행은 X축으로 L/2만큼 이동하여 B 위치의 마스크 패턴(575B)을 시작으로 차례대로 A 위치의 마스크 패턴(575A), C 위치의 마스크 패턴(575C)이 반복적으로 위치하게 된다. 또한, 상기 두 번째 행의 세 종류의 마스크 패턴(575A~575C)은 상기 첫 번째 행의 이웃하는 두 종류의 마스크 패턴(575A~575C)과 함께 정삼각형을 구성하게 된다.

또한, 상기 첫 번째 행과 세 번째 행(즉, 홀수 번째 행)은 서로 동일하게 구성되며, 상기 두 번째 행과 네 번째 행(즉, 짝수 번째 행)은 서로 동일하게 구성되게 된다.

한편, 각 열은 동일한 종류의 마스크 패턴(575A~575C)이 반복적으로 위치하게 되는데, X축 방향으로 A 위치의 마스크 패턴(575A)을 시작으로 차례대로 B 위치의 마스크 패턴(575B), C 위치의 마스크 패턴(575C)이 반복적으로 위치하게 되며, 이때 짝수 번째 열은 홀수 번째 열에서 Y축 방향으로 L/2(즉, 상기 각 마스크 패턴(575A~575C)의 중심간의 거리의 1/2)만큼 이동하여 위치하고 있다.

상기와 같은 주기성을 가지는 세 종류의 마스크 패턴을 블록별로 나누어 레이저 마스크에 적용하여 3-샷으로 결정화하면 X-오버랩 및 Y-오버랩 없는 결정질 실리콘 박막을 얻을 수 있으며, 이를 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 13a 내지 도 13c는 도 12에 도시된 패턴 구성방법에 따라 제작한 3-블록 레이저 마스크의 일부를 각 블록별로 나타내는 예시도로서, 두 번째 블록에는 C 위치를 가지는 마스크 패턴(575C)으로 구성하고 세 번째 블록에는 B 위치를 가지는 마스크 패턴(575B)으로 구성된 경우를 예를 들어 나타내고 있다.

즉, 도면에 도시된 바와 같이, 상기 각 블록(580'~580'')은 원 형태의 빛을 투과시키는 다수개의 투과영역(573A~573C)과 빛을 차단하는 차단영역(574A~574C)으로 이루어져 있다.

이 때, 상기 첫 번째 블록(580')은 도 12에 도시된 첫 번째, 네 번째 및 일곱 번째 열에 위치한 A 위치의 마스크 패턴(575A)으로 구성되고, 두 번째 블록(580'')은 세 번째, 여섯 번째 및 아홉 번째 열에 위치한 C 위치의 마스크 패턴(575C)으로 구성되며, 마지막으로 세 번째 블록(580''')은 두 번째, 다섯 번째 및 여덟 번째 열에 위치한 B 위치의 마스크 패턴(575B)으로 구성된다.

이 때, 도면에는 상기 마스크 패턴(575A~575C)이 원 형태로 구성되어 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 정삼각형, 정사각형, 정육각형, 정팔각형 등과 같은 정다각형 형태로 구성될 수 있다.

또한, 도면에는 상기 원 형태의 마스크 패턴(575A~575C)을 그 반지름(R)이 상기 각 마스크 패턴(575A~575C)의 중심간의 거리(L)의 1/3이 되도록 구성하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 전술한 수학적식을 만족하도록 구성하기만 하면 된다.

한편, 도 14a 내지 도 14c는 도 13a 내지 도 13c에 도시된 레이저 마스크를 차례대로 적용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 순차적으로 나타내는 예시도로서, 상기와 같은 주기성을 가진 3-블록 마스크를 사용하여 결정화한 결과 샷 마크가 없는 박막을 얻을 수 있게 된다.

먼저, 도 14a에 도시된 바와 같이, 상기 도 13a의 첫 번째 블록(580')을 적용하여 기판(510)에 1차 결정화를 진행하게 되면, 상기 블록(580')에 형성된 A 위치의 마스크 패턴(575A)을 통해(즉, 상기 마스크 패턴(575A)의 투과영역(573A)을 통해) 레이저가 조사된 실리콘 박막(512)은 원주의 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막(512)을 핵으로 삼아 원 형태의 패턴(575A) 중심 쪽으로 성장하여 방사형의 그레인을 가진 1차 결정인 다결정 실리콘 박막(512')이 형성되게 된다.

한편, 1차 결정화에 의해 결정화되는 영역은 상기 마스크의 투과영역(573A)에 대응하는 부분으로, 소정의 반지름을 가지는 8개의 다결정 실리콘 박막(512')이 형성될 것이다.

상기 1차 결정화가 완료되면, 상기 1차 다결정 실리콘 박막(512')이 형성된 기판(510)에 도 13b의 두 번째 블록(580'')을 적용하여 2차 레이저빔을 조사하여 2차 결정화를 진행하게 된다.

이 때, 상기 2차 결정화는 C 위치의 마스크 패턴(575C)이 형성된 두 번째 블록(580'')에 X 또는 Y 방향으로의 스텝(step) 없이 두 번째 레이저 샷을 조사하여 진행하게 되는데, 상기 결정화 결과 도 14b에 도시된 바와 같이, 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(512') 패턴의 원주를 시작점으로 하여 두 번째 블록(580'')의 마스크 패턴(575C) 중심으로 결정이 성장하여 2차 결정인 다결정 실리콘 박막(512'')이 형성되게 된다.

즉, 상기 2차 결정(512'') 주위로는 세 개의 1차 결정화에 의해 결정화된 1차 결정(512')이 위치하게 되는데, 두 번째 샷에 의한 C 위치의 마스크 패턴(575C)과 상기 세 개의 1차 결정(512')의 겹치는 영역에서 2차 결정화가 시작하게 되며, 그 결과 상기 C 위치의 마스크 패턴(575C)의 중심 쪽으로 성장한 2차 결정(512'')이 형성되게 된다.

다음으로, B 위치의 마스크 패턴(575B)이 형성된 세 번째 블록(580''')에 2차 결정화가 진행된 기판(510) 위에 조사하여 3차 결정화를 진행하게 되면, 도 14c에 도시된 바와 같이, 2차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(512'') 패턴의 원주를 시작점으로 하여 세 번째 블록(580''')의 마스크 패턴(575B) 중심으로 결정이 성장하여 3차 결정인 다결정 실리콘 박막(512''')이 형성되어 모든 영역이 결정화되게 된다.

이와 같이 주기성을 가지는 3-블록으로 이루어진 마스크를 적용하여 3-샷 결정화를 진행한 결과, 도면에 도시된 바와 같이, 기판(510)의 모든 영역이 X-오버랩 및 Y-오버랩 없이, 즉 샷 마크가 없이 결정화되게 된다.

이 때, 상기 3-샷에 의해 각각 형성된 1차 결정(512'), 2차 결정(512'') 및 3차 결정(512''')은 그 형태가 모두 마스크 패턴(575A~575C)과 동일한 원 형태를 가지며, 이에 따라 방사형으로 성장한 균일한 그레인을 가진 결정화된 실리콘 박막(512'~512''')을 얻을 수 있다.

한편, 전술한 마스크 패턴을 구성하는 방법을 이용하여 설계한 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화공정에 대해서 설명하면 다음과 같다.

도 15a는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 레이저 마스크를 구성하는 방법을 나타내는 예시도로서, 전술한 바와 같이 두 번째 블록에 C 위치의 마스크 패턴을 위치시키고 세 번째 블록에 B 위치의 마스크 패턴을 위치시키는 경우를 예로 들어 나타내고 있다.

도면에 도시된 바와 같이, 사각형의 실선으로 표시된 첫 번째 블록(680')에는 A 위치의 마스크 패턴(675A)을 위치시키고 두 번째 블록(680'')에는 C 위치의 마스크 패턴(675C)을 위치시키며, 마지막으로 세 번째 블록(680''')에는 B 위치의 마스크 패턴(675B)을 위치시킨다.

이 때, 상기 마스크 패턴(675A~675C)은 도 10 또는 도 12에 도시된 본 발명의 패턴 구성방법에 따라 마스크에 블록(680'~680''')별로 설정하게 되는데, 첫 번째 블록(680')을 살펴보면 원 형태의 마스크 패턴(675A)이 총 12개가 A 위치에 형성되어 있다.

한편, C 위치의 마스크 패턴(675C)은 첫 번째 블록(680')에서 삼각형의 도형이 위치하는 C 위치에 형성되게 되는데, 전술한 A 위치의 마스크 패턴(675A)과 동일하게 총 12개가 두 번째 블록(680'')에 형성되게 된다.

또한, B 위치의 마스크 패턴(675B)은 첫 번째 블록(680')에서 사각형의 도형이 위치하는 B 위치에 총 12개가 세 번째 블록(680''')에 형성되게 된다.

이와 같이 상기 각 마스크 패턴(675A~675C)이 형성되는 위치는 전술한 본 발명의 패턴 구성방법에 따르는데, 즉 두 번째 블록(680")에 위치한 C 위치의 마스크 패턴(675C) 중 1행x1열에 위치한 패턴(675C)을 기준으로 살펴보면, 상기 1행x1열에 위치한 C 위치의 마스크 패턴(675C)(이하, 기준 패턴이라 함)에 대응하는 첫 번째 블록(680")의 1행x1열에 위치한 A 위치의 마스크 패턴(675A)은 기준 패턴에 대해 좌측으로 한 열이 이동되어(즉, 점선으로 도시되어있는 작은 정삼각형의 한 변의 길이만큼 이동되어) 위치하고 있으며, 세 번째 블록(680")의 1행x1열에 위치한 B 위치의 마스크 패턴(675B)은 기준 패턴에 대해 우측으로 한 열이 이동되어 위치하고 있다.

이와 같이 두 번째 블록(680")의 기준패턴을 중심으로 첫 번째 블록(680")의 마스크 패턴(675A) 및 세 번째 블록(680")의 마스크 패턴(675C)은 각각 좌우측으로 소정거리(즉, 정삼각형의 한 변의 길이)만큼 이동하여 위치하는 것을 제외하고는 상기 세 개의 블록(680'~680")에 각각 형성되는 상기 세 종류의 마스크 패턴(675A~675C)은 모두 동일한 형태로 이루어져 있다.

한편, 도면에는 실선으로 도시된 상기 세 개의 블록(680'~680")영역 외부에도 마스크 패턴(675A~675C)이 형성되어 있는데, 이는 상기 블록(680'~680")은 레이저 마스크에 주기성을 가진 패턴(675A~675C)을 구성하기 위해 설정한 가상의 영역으로 실제의 마스크에는 상기와 같은 패턴 구성방법으로 형성된 패턴(675A~675C)이 레이저장비 및 광학 시스템 등의 조건에 따라 배열되게 된다.

또한, 상기 블록(680'~680")은 X축 방향의 스텝핑(steping)을 위한 이동거리(즉, X-스텝거리(Dx))와 Y축 방향의 스텝핑을 위한 이동거리(즉, Y-스텝거리(Dy))의 기준이 되기도 하는데, 즉 상기 사각형의 두 변 중 X축 방향의 변의 길이는 X-스텝핑을 위한 X-스텝거리(Dx)에 해당하며 Y축 방향의 변의 길이는 Y-스텝핑을 위한 Y-스텝거리(Dy)에 해당한다.

이 때, 상기 X-스텝핑을 위한 X-스텝거리(Dx)는 X축 방향으로의 3-샷을 위한 마스크 또는 스테이지의 이동거리를 의미하며, 상기 Y-스텝핑을 위한 Y-스텝거리(Dy)는 X축 방향으로의 레이저빔 조사를 완료한 후 기관의 Y축 방향으로의 결정화를 진행하기 위한 Y축 방향으로의 마스크 또는 스테이지의 이동거리를 의미한다.

또한, 상기 Y-스텝거리(Dy)는 상기 X축 방향으로의 결정화영역 중 3-샷의 레이저빔의 조사를 받지 못하는 결정화된 박막의 하부영역을 완전한 3-샷 조건으로 결정화하기 위한 Y축 방향으로의 마스크 또는 스테이지의 이동거리를 의미하기도 한다.

또한, 상기 X-스텝핑을 위한 X-스텝거리(Dx) 및 Y-스텝핑을 위한 Y-스텝거리(Dy)는 각각 X-오버랩 및 Y-오버랩을 없애기 위해 상기 블록(680'~680")이 가지는 주기성을 고려하여 설정되게 된다.

한편, 전술한 특징을 가지도록 패턴이 구성된 마스크를 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

도 15b는 도 15a에 도시된 레이저 마스크 구성방법으로 제작한 레이저 마스크를 예를 들어 나타내는 예시도로써, 전술한 바와 같이 상기 제 1 실시예에 따른 마스크 구성방법으로 구성된 레이저 마스크(670)는 차례대로 A 위치의 마스크 패턴(675A), C 위치의 마스크 패턴(675C) 및 B 위치의 마스크 패턴(675B)이 형성된 세 개의 블록으로 이루어져 있다.

이 때, 상기 세 개의 블록으로 구성되는 레이저 마스크(670)는 일정한 주기성을 가지고 형성된 마스크 패턴(675A~675C)의 투과영역을 제외한 차단영역으로 입사된 모든 레이저빔을 차단하는 역할을 하며, 이 때 상기 마스크(670)의 재질은 크롬 계열의 금속, 빛을 차단할 수 있는 모든 금속, 또는 레이저빔의 차단효과가 뛰어나고 반사율이 좋은 알루미늄 계열의 금속을 사용할 수 있다.

한편, 도면에는 3-블록으로 구성된 레이저 마스크(670)의 각 블록에 12개의 원 형태의 투과영역이 형성되어 주기성을 가진 패턴(675A~675C)으로 구성되어 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 레이저장비나 광학시스템의 조건에 따라 12개 이상의 다수개의 투과영역이 형성된 패턴(675A~675C)으로 구성할 수 있다.

이하, 상기와 같은 레이저 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 도면을 참조하여 설명한다.

도 16a 내지 도 16h는 도 15b에 도시된 레이저 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 순차적으로 나타내는 예시도이다.

이 때, 설명의 편의를 위해 실선으로 3개의 블록 형태를 도면에 나타내었으며, 좌측으로부터 차례대로 A 위치의 마스크 패턴이 위치한 첫 번째 블록, C 위치의 마스크 패턴이 위치한 두 번째 블록 및 B 위치의 마스크 패턴이 위치한 세 번째 블록이 배열되어 있는 것을 예를 들어 나타내고 있다.

먼저, 도 16a에 도시된 바와 같이, 비정질 실리콘이 증착되어 있는 기판 위에 전술한 도 15b에 도시된 레이저 마스크를 적용하여 1차 결정화를 진행한다.

이 때, 조사되는 레이저는 전술한 완전 용융 영역의 에너지 밀도를 가진 레이저로, 상기 레이저빔을 조사 받은 상기 비정질 실리콘 박막(미도시)은 원주의 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막을 핵으로 삼아 원의 중심으로 결정이 성장하게 되며, 그 결과 방사형의 그래인을 가진 1차 결정인 다결정 실리콘 박막(612')이 1차 조사영역(P1) 위에 형성되게 된다.

한편, 상기 1차 조사영역(P1)의 모든 실리콘 박막이 다결정 실리콘 박막(612')으로 결정화되는 것은 아니며, 마스크(670)에 형성된 패턴 형태에 따라 원 형태의 1차 결정(612')이 다수개 형성되는 것이다.

즉, 상기 1차 결정화에 의해 결정화되는 영역은 상기 마스크(670)의 투과영역에 대응하는 부분이며, 마스크(670)의 투과영역이 3-블록 모두를 포함하여 36개라고 가정한다면, 결정화영역 또한 소정의 반지름을 가지는 36개의 다결정 실리콘 박막(612')이 형성될 것이다.

상기 1차 결정화가 완료되면, 상기 기판이 놓여진 스테이지(미도시) 또는 마스크(670)를 상기 마스크(670)에 형성된 블록의 X축으로의 변의 길이, 즉 X-스텝거리(Dx)만큼 X축으로 이동한 후, 2차 레이저빔을 조사하게 된다.

즉, 상기 스테이지를 -X축 방향으로 X-스텝거리(Dx)만큼 이동하여, 예를 들면 1차 결정화에 의한 두 번째 블록인 C 위치의 결정화된 실리콘 박막(612')이 세 번째 블록인 B 위치의 마스크 패턴에 겹쳐지도록 한 후 기판 표면에 2차 레이저빔을 조사하면, 도 16b에 도시된 바와 같이, 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(612') 패턴과 동일한 2차 결정화 패턴(612'')이 X-스텝거리(Dx)만큼 이동되어 상기 1차 결정(612')의 일부와 겹치며 형성되게 된다.

이 때, 상기 1차 레이저 샷과 2차 레이저 샷이 겹치는, 즉 1차 조사영역(P1)과 2차 조사영역(P2)이 겹치는 중앙의 두 영역은 2-샷의 레이저빔을 조사 받게 되어, 상기 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(612') 패턴의 원주를 시작점으로 하여 두 번째 샷의 마스크(670) 패턴의 중심 쪽으로 결정이 성장하여 2차 결정인 다결정 실리콘 박막(612'')이 형성되게 된다.

즉, 상기 2차 결정(612'') 주위로는 세 개의 1차 결정화에 의해 결정화된 1차 결정(612')이 위치하게 되는데, 두 번째 샷에 의한 마스크 패턴과 상기 세 개의 1차 결정(612')의 겹치는 영역에서 2차 결정화가 시작하게 되며, 그 결과 상기 마스크 패턴의 중심 쪽으로 성장한 2차 결정(612'')이 형성되게 된다.

한편, 상기 마스크(670)의 첫 번째 블록에 대응하여 결정화된 실리콘 박막(612')은 2차 레이저 샷에 의해 2차 결정이 형성되는 것이 아니라 새로운 1차 결정(612')이 형성되게 된다.

다음으로, 상기 기판이 놓여진 스테이지 또는 마스크(670)를 다시 X축 방향으로 X-스텝거리(Dx)만큼 이동하여, 3차 레이저빔을 조사함으로써 연속적으로 X축 방향으로의 결정화를 진행할 수 있다.

예를 들어 첫 번째 레이저 샷에 의해 1차 결정화가 진행된 후 두 번째 레이저 샷에 의해 2차 결정화가 진행된, 즉 1차 결정화에 의한 첫 번째 블록인 A 위치의 결정화된 실리콘 박막(612')이 세 번째 블록인 B 위치의 마스크 패턴에 겹쳐지도록 한 후 기판 표면에 3차 레이저빔을 조사하면, 도 16c에 도시된 바와 같이, 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(612') 패턴과 동일한 3차 결정화 패턴(612''')이 X-스텝거리(Dx)만큼 이동되어 상기 1차 결정(612') 및 2차 결정(612'')의 일부와 겹치며 형성되게 된다.

이 때, 상기 1차 레이저 샷과 2차 레이저 샷 및 3차 레이저 샷이 겹치는, 즉 1차 조사영역(P1)과 2차 조사영역(P2) 및 3차 조사영역(P3)이 겹치는 중앙영역(즉, 상기 3차 레이저 조사를 위한 마스크(670)의 세 번째 블록에 대응하는 영역)은 3-샷의 레이저빔을 조사 받게 되어, 상기 2차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(612'') 패턴의 원주를 시작점으로 하여 세 번째 샷의 마스크(670) 패턴의 중심 쪽으로 결정이 성장하여 3차 결정인 다결정 실리콘 박막(612''')이 형성되게 된다.

즉, 상기 3차 결정(612'') 주위로는 세 개의 2차 결정화에 의해 결정화된 2차 결정(612'')이 위치하게 되는데, 세 번째 샷에 의한 마스크 패턴과 상기 세 개의 2차 결정(612'')의 겹치는 영역에서 3차 결정화가 시작하게 되며, 그 결과 상기 마스크 패턴의 중심 쪽으로 성장한 3차 결정(612''')이 형성되게 된다.

이와 같이 주기성을 가지는 3-블록으로 이루어진 마스크를 적용하여 3-샷 결정화를 진행한 결과, 도면에 도시된 바와 같이, 3-샷 영역이 X-오버랩 없이, 즉 샷 마크가 없이 결정화되게 된다.

즉, 1차 결정(612')과 2차 결정(612'') 및 3차 결정(612''')이 모두 형성되어 있는 영역이 샷 마크가 없이 결정화된 3-샷 결정영역에 해당한다.

한편, 상기 마스크(670)의 두 번째 블록에 대응하여 결정화된 실리콘 박막(612'')은 3차 레이저 샷에 의해 3차 결정이 형성되는 것이 아니라 상기 2차 레이저 샷에 의한 1차 결정화에 새로운 3차 레이저 샷의 조사로 2차 결정(612'')이 형성되게 되며, 상기 마스크(670)의 첫 번째 블록에 대응하여 결정화된 실리콘 박막(612')은 3차 레이저 샷에 의해 3차 결정이 형성되는 것이 아니라 새로운 1차 결정(612')이 형성되게 된다.

다음으로, 도 16d에 도시된 바와 같이, 계속해서 X축 방향으로 마스크(670)를 X-스텝거리(Dx)만큼 이동하여 4차 레이저 빔을 조사하면, 3-샷에 의해 X-오버랩 및 Y-오버랩이 없는 균일한 결정화특성을 가지는 3-샷 결정영역(P)이 중앙에 형성되게 된다.

상기 3-샷 결정영역(P)은 전술한 바와 같이 3차 결정(612''')영역이 형성되어 있어 모든 영역이 X-오버랩 없이, 즉 샷 마크가 없이 결정화된 영역에 해당한다.

한편, 이와 같은 결정화 과정을 X축 방향으로 반복하여 진행하게 되면, 도 16e 및 도 16f에 도시된 바와 같이 샷 마크가 없는 3-샷 결정영역(P)이 X축 방향으로 증가하면서 형성되게 된다.

상기 3-샷 결정영역(P)은 샷 마크가 없는 균일한 결정화영역으로 레이저빔이 오버랩되는 부분을 레이저 패턴의 주기성을 이용하여 제거함으로써 얻을 수 있게 된다.

한편, 상기 결정화된 실리콘 박막(612'~612''')의 하부영역은 다른 영역에 대해 2-샷 또는 3-샷의 레이저빔을 완전하게 조사 받지 못하게 되는데, 그 이유는 상기 하부영역은 상기 영역에 대응하는 세 종류의 마스크 패턴을 완전하게 구성하지 못하기 때문으로, 상기와 같은 X축 방향으로의 스테핑에 의한 레이저 조사만으로는 상기 마스크 패턴들을 통해 완전한 3-샷을 조사 받지 못하게 된다.

다음으로, 상기와 같은 방법을 X축 방향으로 반복 진행하여 상기 X축 방향으로의 레이저 샷이 모두 이루어졌다면, 도 16g에 도시된 바와 같이 상기 마스크(670) 또는 스테이지를 Y축 방향으로(스테이지를 이동하는 경우에는 -Y축 방향으로) 소정거리(즉, Y-스텝거리(Dy))만큼 이동한 후, 상기 X축 방향의 결정화공정이 끝난 부분을 처음으로 하여 -X축 방향으로의 결정화공정을 진행하게 된다.

이 때에도, 상기 X축 방향으로의 결정화와 동일한 마스크(670)의 블록을 적용하여 결정화하게 되는데, 상기 마스크(670)의 상부패턴(즉, 블록 영역을 벗어나 형성된 패턴)은 전술한 X축 방향으로의 결정화 결과 완전하게 레이저를 조사 받지 못한 하부영역에 대응하여 위치함으로써 본 -X축 방향으로의 결정화공정에 의해 완전한(즉, 상기 하부영역 이외의 다른 영역과 동일한) 레이저 샷을 조사 받게 된다.

상기와 같이 X축 방향으로 레이저 마스크(670)의 주기성을 가진 패턴을 고려하여, X-스텝거리(Dx)만큼 X축 방향으로 이동하여 결정화를 3-샷으로 진행한 후, Y축 방향으로 마스크(670)의 반복 패턴을 고려하여 마스크(670) 또는 스테이지를 이동하여 다시 -X축 방향으로 스캐닝(scanning)을 진행하면 첫 번째 스캐닝한 결정화 표면과 Y-오버랩 없이 결정화할 수 있게 된다.

이후, 전술한 바와 같은 방법을 반복하여 X축 및 Y축 방향으로의 결정화를 진행하게 되면, 도 16h에 도시된 바와 같이 임의의 영역 전체에 대해 결정화를 완성할 수 있게 된다.

특히, 상기 3-샷 결정영역(P)은 본 실시예에 의한 3-샷의 레이저를 조사 받아 X-오버랩 및 Y-오버랩이 없이 결정화된 영역으로 레이저빔의 오버랩에 의한 샷 마크가 제거되는 동시에 도시된 바와 같이 방사형의 그레인을 가진 결정의 형성으로 균일한 결정화특성을 나타내게 된다.

상기 실시예에서는 3-블록의 마스크를 사용하여 3-샷으로 결정화를 진행하여 X-오버랩 및 Y-오버랩이 없는 결정화된 실리콘 박막을 얻었는데, 상기 각 블록에는 원 형태의 마스크 패턴이 일정한 주기성을 가지고 형성되어 있으나, 본 발명이 상기 패턴의 형태에 한정되는 것은 아니며 정삼각형, 정사각형, 정육각형, 정팔각형 등의 다른 정다각형 형태로 구성해도 무방하다.

또한, 본 실시예에서는 각 블록에 12개의 원 형태의 투과영역이 형성된 패턴을 이용하여 결정화하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 상기 개수에 관계없이 본 발명을 적용할 수 있다.

또한, 상기 실시예에서는 상기 원 형태의 마스크 패턴을 그 반지름이 상기 각 마스크 패턴의 중심간의 거리의 1/2이 되도록 구성하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 전술한 수학적식을 만족하도록 구성하기만 하면 된다.

한편, 본 실시예에서는 상기 마스크의 3개의 블록에 차례대로 A 위치의 마스크 패턴, C 위치의 마스크 패턴 및 B 위치의 마스크 패턴을 위치하여 상기 마스크를 구성하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 상기 3개의 마스크 패턴의 순서를 동일하게 유지하면서 첫 번째에 A 위치가 아닌 C 또는 B 위치의 마스크 패턴을 위치시켜 구성하여도 무방하다.

또한, 상기 3개의 블록에 차례대로 A 위치의 마스크 패턴, B 위치의 마스크 패턴 및 C 위치의 마스크 패턴이 위치하도록 구성할 수 있으며, 이를 다음의 실시예를 통해 상세히 설명한다.

도 17은 본 발명의 제 2 실시예에 따른 레이저 마스크에 주기성을 가진 패턴을 구성하는 방법을 나타내기 위한 예시도이다.

도면에 도시된 바와 같이, 본 발명의 레이저 마스크는 샷 마크를 제거시키기 위해 원 형태의 빔 통과영역(A, B, C)을 상기 레이저 마스크에 구성하는데 있어, 레이저 마스크를 크게 3부분으로 나누어 첫 번째 블록에는 A 위치를 가지는 레이저빔 통과영역(즉, 원 형태의 마스크 패턴)(775A)을 형성하며 두 번째 블록에는 B 위치를 가지는 빔 통과영역(775B)을 형성한다.

마지막으로 세 번째 블록에는 나머지 C 위치에 빔 통과영역(775C)을 형성한다.

즉, 전술한 바와 같이 원 형태의 마스크 패턴(775A~775C)을 레이저 결정화 마스크에 크게 3개의 블록으로 나누어 반복적으로 형성하게 된다.

한편, 상기 정육각형의 중심에는 B 위치의 마스크 패턴(775B)이 위치하고 있으나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 이와 같이 위치한 기준점(775B)을 중심으로 주위에는 상기 기준점의 빔 통과영역(775B)을 제외한 A 위치의 빔 통과영역(775A) 및 C 위치의 빔 통과영역(775C)을 구성하게 된다.

즉, 상기 정육각형 패턴의 중심에는 세 번째 블록에 형성되는, 즉 B 위치의 마스크 패턴(775B)이 위치하게 되며 그 주위로 상기 패턴과 다른 패턴(즉, A 위치의 마스크 패턴(775A) 및 C 위치의 마스크 패턴(775C))이 위치하게 된다.

한편, 상기 빔 통과영역, 즉 마스크 패턴(775A~775C)은 본 발명에 따라 샷 마크 없이 3-샷에 의해 모든 영역이 결정화되기 위해 상기 마스크 패턴(775A~775C)의 크기와 각 마스크 패턴(775A~775C) 사이의 간격간에 전술한 바와 같은 수학적식을 만족시켜야 한다.

한편, 전술한 마스크 패턴을 구성하는 방법을 이용하여 설계한 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화공정에 대해서 설명하면 다음과 같다.

도 18a는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 레이저 마스크를 구성하는 방법을 나타내는 예시도로써, 전술한 바와 같이 두 번째 블록에 B 위치의 마스크 패턴을 위치시키고 세 번째 블록에 C 위치의 마스크 패턴을 위치시키는 경우를 예로 들어 나타내고 있다.

이 때, 상기 제 2 실시예는 도 15a에 도시된 제 1 실시예의 레이저 마스크 구성방법과는 두 번째 블록 및 세 번째 블록에 B 또는 C 위치의 마스크 패턴을 위치시키는 순서만을 제외하고는 동일한 구성으로 이루어져 있다.

도면에 도시된 바와 같이, 사각형의 실선으로 표시된 첫 번째 블록(780')에는 A 위치의 마스크 패턴(775A)을 위치시키고 두 번째 블록(780'')에는 B 위치의 마스크 패턴(775B)을 위치시키며, 마지막으로 세 번째 블록(780''')에는 C 위치의 마스크 패턴(775C)을 위치시킨다.

이 때, 상기 마스크 패턴(775A~775C)은 도 17에 도시된 패턴 구성방법에 따라 마스크에 블록(780'~780''')별로 설정하게 되는데, 첫 번째 블록(780')을 살펴보면 원 형태의 마스크 패턴(775A)이 총 12개가 A 위치에 형성되어 있다.

한편, B 위치의 마스크 패턴(775B)은 첫 번째 블록(780')에서 사각형의 도형이 위치하는 B 위치에 형성되게 되는데, 전술한 A 위치의 마스크 패턴(775A)과 동일하게 총 12개가 두 번째 블록(780'')에 형성되게 된다.

또한, C 위치의 마스크 패턴(775C)은 첫 번째 블록(780')에서 삼각형의 도형이 위치하는 C 위치에 총 12개가 세 번째 블록(780''')에 형성되게 된다.

한편, 상기 각 마스크 패턴(775A~775C)이 형성되는 위치는 전술한 본 발명의 패턴 구성방법에 따르는데, 즉 두 번째 블록(780'')에 위치한 B 위치의 마스크 패턴(775B) 중 1행x1열에 위치한 패턴(775B)(즉, 점선으로 도시되어 있는 작은 정삼각형의 꼭지점에 위치한 패턴(775B))을 기준으로 살펴보면, 상기 1행x1열에 위치한 B 위치의 마스크 패턴(775B)(이하, 기준 패턴이라 함)에 대응하는 첫 번째 블록(780')의 1행x1열에 위치한 A 위치의 마스크 패턴(775A)은 기준 패턴에 대해 상기 정삼각형의 좌측 하변의 꼭지점에 위치하고 있으며, 세 번째 블록(780''')의 1행x1열에 위치한 C 위치의 마스크 패턴(775C)은 기준 패턴에 대해 상기 정삼각형의 우측 하변의 꼭지점에 위치하고 있다.

이와 같이 두 번째 블록(780'')의 기준패턴을 중심으로 첫 번째 블록(780')의 마스크 패턴(775A) 및 세 번째 블록(780''')의 마스크 패턴(775C)은 각각 좌우측 아래방향으로 소정거리(즉, 좌우측으로는 각각 정삼각형의 한 변의 길이의 1/2로 아래방향으로는 상기 정삼각형의 높이)만큼 이동하여 위치하는 것을 제외하고는 상기 세 개의 블록(780'~780''')에 각각 형성되는 상기 세 개의 마스크 패턴(775A~775C)은 모두 동일한 형태로 이루어져 있다.

이 때, 본 실시예에 따른 레이저 마스크의 구성방법은 제 1 실시예에 따른 레이저 마스크의 구성방법에 비해 전술한 바와 같은 두 번째 블록에 위치시키는 마스크 패턴의 종류, 즉 B 위치의 마스크 패턴인가 또는 C 위치의 마스크 패턴인가에 따라 다른 마스크 설계디자인을 가지게 된다.

한편, 전술한 특징을 가지도록 패턴이 구성된 마스크를 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

도 18b는 도 18a에 도시된 레이저 마스크 구성방법으로 제작한 레이저 마스크를 예를 들어 나타내는 예시도로써, 전술한 바와 같이 상기 제 2 실시예에 따른 마스크 구성방법으로 구성된 레이저 마스크(770)는 차례대로 A 위치의 마스크 패턴(775A), B 위치의 마스크 패턴(775B) 및 C 위치의 마스크 패턴(775C)이 형성된 세 개의 블록으로 이루어져 있다.

한편, 도면에는 3-블록으로 구성된 레이저 마스크(770)의 각 블록에 12개의 원 형태의 투과영역이 형성되어 주기성을 가진 패턴(775A~775C)으로 구성되어 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 레이저장비나 광학시스템의 조건에 따라 12개 이상의 다수개의 투과영역이 형성된 패턴(775A~775C)으로 구성할 수 있다.

이하, 상기와 같은 레이저 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 도면을 참조하여 설명한다.

도 19a 내지 도 19h는 도 18b에 도시된 레이저 마스크를 이용하여 실리콘 박막을 결정화하는 과정을 순차적으로 나타내는 예시도이다.

이 때, 설명의 편의를 위해 실선으로 3개의 블록 형태를 도면에 나타내었으며, 좌측으로부터 차례대로 A 위치의 마스크 패턴이 위치한 첫 번째 블록, B 위치의 마스크 패턴이 위치한 두 번째 블록 및 C 위치의 마스크 패턴이 위치한 세 번째 블록이 배열되어 있는 것을 예를 들어 나타내고 있다.

먼저, 도 19a에 도시된 바와 같이, 비정질 실리콘이 증착되어 있는 기판 위에 전술한 도 18b에 도시된 레이저 마스크를 적용하여 1차 결정화를 진행한다.

이 때, 조사되는 레이저는 전술한 완전 용융 영역의 에너지 밀도를 가진 레이저로, 상기 레이저빔을 조사 받은 상기 비정질 실리콘 박막은 원주의 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막을 핵으로 삼아 원의 중심으로 결정이 성장하게 되며, 그 결과 방사형의 그래인을 가진 1차 결정인 다결정 실리콘 박막(712')으로 이루어진 1차 조사영역(P1)이 형성되게 된다.

상기 1차 결정화가 완료되면, 상기 기관이 놓여진 스테이지(미도시) 또는 마스크(770)를 상기 마스크(770)에 형성된 블록의 X축으로의 변의 길이(Dx)만큼 X축으로 이동한 후, 2차 레이저빔을 조사하게 된다.

예를 들어 상기 스테이지를 -X축 방향으로 X-스텝거리(Dx)만큼 이동하여, 예를 들면 1차 결정화에 의한 두 번째 블록인 B 위치의 결정화된 실리콘 박막(712')이 세 번째 블록인 C 위치의 마스크 패턴에 겹쳐지도록 한 후 기관 표면에 2차 레이저빔을 조사하면, 도 19b에 도시된 바와 같이, 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(712') 패턴과 동일한 2차 결정화 패턴(712'')이 X-스텝거리(Dx)만큼 이동되어 상기 1차 결정(712')의 일부와 겹치며 형성되게 된다.

이 때, 상기 1차 레이저 샷과 2차 레이저 샷이 겹치는, 즉 1차 조사영역(P1)과 2차 조사영역(P2)이 겹치는 중앙의 두 영역은 2-샷의 레이저빔을 조사 받게 되어, 상기 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(712') 패턴의 원주를 시작점으로 하여 두 번째 샷의 마스크(770) 패턴의 중심 쪽으로 결정이 성장하여 2차 결정인 다결정 실리콘 박막(712'')이 형성되게 된다.

한편, 상기 마스크(770)의 첫 번째 블록에 대응하여 결정화된 실리콘 박막(712')은 2차 레이저 샷에 의해 2차 결정이 형성되는 것이 아니라 새로운 1차 결정(712')이 형성되게 된다.

다음으로, 상기 기관이 놓여진 스테이지 또는 마스크(770)를 X축 방향으로 X-스텝거리(Dx)만큼 이동하여, 3차 레이저빔을 조사함으로써 연속적으로 X축 방향으로의 결정화를 진행할 수 있다.

예를 들어 첫 번째 레이저 샷에 의해 1차 결정화가 진행된 후 두 번째 레이저 샷에 의해 2차 결정화가 진행된, 즉 1차 결정화에 의한 첫 번째 블록인 A 위치의 결정화된 실리콘 박막(712')이 세 번째 블록인 C 위치의 마스크 패턴에 겹쳐지도록 한 후 기관 표면에 3차 레이저빔을 조사하면, 도 19c에 도시된 바와 같이, 1차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(712') 패턴과 동일한 3차 결정화 패턴(712''')이 X-스텝거리(Dx)만큼 이동되어 상기 1차 결정(712') 및 2차 결정(712'')의 일부와 겹치며 형성되게 된다.

이 때, 상기 1차 레이저 샷과 2차 레이저 샷 및 3차 레이저 샷이 겹치는, 즉 1차 조사영역(P1)과 2차 조사영역(P2) 및 3차 조사영역(P3)이 겹치는 중앙영역(즉, 상기 3차 레이저 조사를 위한 마스크(770)의 세 번째 블록에 대응하는 영역)은 3-샷의 레이저빔을 조사 받게 되어, 상기 2차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막(712'') 패턴의 원주를 시작점으로 하여 세 번째 샷의 마스크(770) 패턴의 중심 쪽으로 결정이 성장하여 3차 결정인 다결정 실리콘 박막(712''')이 형성되게 된다.

이와 같이 주기성을 가지는 3-블록으로 이루어진 마스크를 적용하여 3-샷 결정화를 진행한 결과, 도면에 도시된 바와 같이, 모든 영역이 X-오버랩 없이, 즉 샷 마크가 없이 결정화된 영역을 얻을 수 있게 된다.

한편, 상기 마스크(770)의 두 번째 블록에 대응하여 결정화된 실리콘 박막(712'')은 3차 레이저 샷에 의해 3차 결정이 형성되는 것이 아니라 상기 2차 레이저 샷에 의한 1차 결정화에 새로운 3차 레이저 샷의 조사로 2차 결정(712'')이 형성되게 되며, 상기 마스크(770)의 첫 번째 블록에 대응하여 결정화된 실리콘 박막(712')은 3차 레이저 샷에 의해 3차 결정이 형성되는 것이 아니라 새로운 1차 결정(712')이 형성되게 된다.

다음으로, 도 19d에 도시된 바와 같이, 계속해서 X축 방향으로 마스크(770)를 X-스텝거리(Dx)만큼 이동하여 4차 레이저빔을 조사하면, 3-샷에 의해 X-오버랩 및 Y-오버랩이 없는 균일한 결정화특성을 가지는 3-샷 결정영역(P)이 중앙에 형성되게 된다.

상기 3-샷 결정영역(P)은 전술한 바와 같이 3차 결정(712''')영역이 형성되어 있어 모든 영역이 X-오버랩 없이, 즉 샷 마크가 없이 결정화된 영역에 해당한다.

한편, 이와 같은 결정화 과정을 X축 방향으로 반복하여 진행하게 되면, 도 19e 및 도 19f에 도시된 바와 같이 샷 마크가 없는 3-샷 결정영역(P)이 X축 방향으로 증가하면서 형성되게 된다.

상기 3-샷 결정영역(P)은 샷 마크가 없는 균일한 결정화영역으로 레이저빔이 오버랩되는 부분을 레이저 패턴의 주기성을 이용하여 제거함으로써 얻을 수 있게 된다.

다음으로, 상기와 같은 방법을 X축 방향으로 반복 진행하여 상기 X축 방향으로의 레이저 샷이 모두 이루어졌다면, 상기 마스크(770) 또는 스테이지를 Y축 방향으로(스테이지를 이동하는 경우에는 -Y축 방향으로) 소정거리(즉, Y-스텝거리(Dy))만큼 이동한 후, 상기 1차 결정화공정이 끝난 부분을 처음으로 하여 -X축 방향으로의 결정화공정을 진행하게 된다.

이 때에도, 상기 X축 방향으로의 결정화와 동일한 마스크(770)의 블록을 적용하여 결정화하게 되는데, 상기 마스크(770)의 상부패턴(즉, 블록 영역을 벗어나 형성된 패턴)은 전술한 X축 방향으로의 결정화 결과 완전하게 레이저를 조사 받지 못한 하부영역에 대응하여 위치함으로써 본 -X축 방향으로의 결정화공정에 의해 완전한(즉, 상기 하부영역 이외의 다른 영역과 동일한) 레이저 샷을 조사 받게 된다.

한편, 상기와 같이 X축 방향으로 레이저 마스크(770)의 주기성을 가진 패턴을 고려하여, X-스텝거리(Dx)만큼 X축 방향으로 이동하여 결정화를 3-샷으로 진행한 후, Y축 방향으로 마스크(770)의 반복 패턴을 고려하여 마스크(770) 또는 스테이지를 이동하여 다시 -X축 방향으로 스캐닝(scanning)을 진행하면 첫 번째 스캐닝한 결정화 표면과 Y-오버랩 없이 결정화할 수 있게 된다.

이후, 전술한 바와 같은 방법을 반복하여 Y축 방향으로의 결정화를 진행하게 되면, 도 19g에 도시된 바와 같이 임의의 영역 전체에 대해 결정화를 완성할 수 있게 된다.

이 때, 상기 제 2 실시예에서는 상기 마스크의 3개의 블록에 차례대로 A 위치의 마스크 패턴, B 위치의 마스크 패턴 및 C 위치의 마스크 패턴을 위치하여 상기 마스크를 구성하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 상기 3개의 마스크 패턴의 순서를 동일하게 유지하면서 첫 번째에 A 위치가 아닌 B 또는 C 위치의 마스크 패턴을 위치시켜 구성하여도 무방하다.

한편, 상기 제 1 실시예 및 제 2 실시예에 설명되어진 바와 같이 마스크의 3개의 블록에 형성된 패턴, 즉 A 위치의 마스크 패턴, B 위치의 마스크 패턴 및 C 위치의 마스크 패턴을 통해 레이저빔을 조사하여 결과적으로 3-샷 레이저 조사에 의해 차례대로 첫 번째 샷(여기서는, 상기 샷에 특정한 순서가 있는 것이 아니라 선택된 어떤 하나의 샷을 의미함)에 의한 1차 결정형성, 두 번째 샷(여기서의 두 번째 샷은 첫 번째 샷에 의해 1차 결정화된 영역에 조사되는 샷을 의미)에 의한 상기 1차 결정을 통한 2차 결정형성 및 세 번째 샷(여기서의 세 번째 샷은 상기 두 번째 샷에 의해 2차 결정화된 영역에 조사되는 샷을 의미)에 의한 상기 2차 결정을 통한 3차 결정형성으로 3-샷을 조사 받은 전 면적이 결정화하게 된다.

여기서, 상기 1차 결정형성, 2차 결정형성 및 3차 결정형성은 순서에 그 의미가 있는 것이 아니며, 1차 결정형성에 따른 2차 결정형성 및 3차 결정형성이 순차적으로 이루어지는 것을 의미한다.

또한, 상기 1차 결정은 첫 번째 레이저 조사에 의한 원 형태의 패턴 주위, 즉 원주의 경계면에 위치한 비정질 실리콘 박막을 핵으로 삼아 원의 중심 쪽으로 결정이 성장하여 형성되게 되며, 상기 2차 결정 및 3차 결정은 각각 상기 1차 결정화 및 2차 결정화에 의해 결정화된 실리콘 박막 패턴의 원주를 시작점으로 하여 두 번째 샷 및 세 번째 샷의 마스크 패턴의 중심 쪽으로 결정이 성장하여 형성되게 된다.

한편, 본 발명에 따라 결정화특성이 향상된 실리콘 박막을 이용하여 액정표시소자를 제작하는 방법을 설명하면 다음과 같다.

우선, 도 20은 일반적인 액정표시패널의 구조를 개략적으로 나타내는 평면도로서, 어레이 기판에 구동회로부를 집적시킨 구동회로 일체형 액정표시패널을 나타내고 있다.

도면에 도시된 바와 같이, 구동회로 일체형 액정표시패널은 크게 어레이 기판(820)과 컬러필터 기판(830) 및 상기 어레이 기판(820)과 컬러필터 기판(830) 사이에 형성된 액정층(미도시)으로 이루어져 있다.

상기 어레이 기판(820)은 단위 화소들이 매트릭스 형태로 배열된 화상표시 영역인 화소부(825)와 상기 화소부(825)의 외곽에 위치한 게이트 구동회로부(824)와 데이터 구동회로부(823)로 구성된 구동회로부로 이루어져 있다.

이 때, 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 어레이 기관(820)의 화소부(825)는 기관(820) 위에 중첩으로 배열되어 복수개의 화소영역을 정의하는 복수개의 게이트라인과 데이터라인, 상기 게이트라인과 데이터라인의 교차영역에 형성된 스위칭소자인 박막 트랜지스터 및 상기 화소영역에 형성된 화소전극으로 구성된다.

상기 박막 트랜지스터는 화소전극에 신호전압을 인가하고 차단하는 스위칭소자로 전계에 의하여 전류의 흐름을 조절하는 일종의 전계 효과 트랜지스터(Field Effect Transistor; FET)이다.

한편, 어레이 기관(820)의 구동회로부(823, 824)는 컬러필터 기관(830)에 비해 돌출된 상기 어레이 기관(820)의 일측 장(長)변에 데이터 구동회로부(823)가 위치하며, 상기 어레이 기관(820)의 일측 단(短)변에 게이트 구동회로부(824)가 위치하게 된다.

이 때, 상기 게이트 구동회로부(824)와 데이터 구동회로부(823)는 입력되는 신호를 적절하게 출력시키기 위하여 인버터(inverter)인 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 구조의 박막 트랜지스터를 사용하게 된다.

참고로, 상기 CMOS는 고속 신호처리가 요구되는 구동회로부 박막 트랜지스터에 사용되는 MOS 구조로 된 집적회로의 일종으로 P 채널과 N 채널의 트랜지스터를 필요로 하며 속도와 밀도의 특성은 NMOS와 PMOS의 중간 형태를 나타낸다.

상기 게이트 구동회로부(824)와 데이터 구동회로부(823)는 각각 게이트라인과 데이터라인을 통해 화소전극에 주사신호 및 데이터신호를 공급하기 위한 장치로써, 외부신호 입력단(미도시)과 연결되어 있어 상기 외부신호 입력단을 통하여 들어온 외부신호를 조절하여 상기 화소전극에 출력하는 역할을 한다.

한편, 도면에는 도시하지 않았지만 상기 컬러필터 기관(830)의 화상표시 영역(825)에는 컬러를 구현하는 컬러필터와 상기 어레이 기관(820)에 형성된 화소전극의 대향전극인 공통전극이 형성되어 있다.

이와 같이 구성된 상기 어레이 기관과 컬러필터 기관은 스페이서(spacer)에 의해 일정하게 이격되도록 셀갭(cell gap)이 마련되고, 화상표시 영역의 외곽에 형성된 실 패턴(seal pattern)에 의해 합착되어 단위 액정표시패널을 이루게 된다. 이 때, 상기 두 기관의 합착은 어레이 기관 또는 컬러필터 기관에 형성된 합착키를 통해 이루어진다.

한편, 상기와 같이 다결정 실리콘 박막을 이용한 구동회로 일체형 액정표시패널은 소자특성이 탁월하여 화상품질이 우수하며 고정세화가 가능하고 전력의 소비가 적다는 등의 장점을 가지고 있다.

이하, 상기와 같이 구성된 구동회로 일체형 액정표시패널에 사용되는 본 발명에 따라 제작된 결정화된 실리콘 박막을 이용한 CMOS 액정표시소자에 대해서 그 제조공정을 통해 자세히 설명한다.

도 21은 본 발명의 결정화방법에 따라 결정화된 실리콘 박막을 이용하여 제작한 CMOS 액정표시소자를 예를 들어 나타내는 예시도이다.

이 때, 화소부에 형성되는 박막 트랜지스터는 N 타입 또는 P 타입 모두 가능하며, 구동회로부에는 상기 화소부와 같은 N 타입 박막 트랜지스터 또는 P 타입 박막 트랜지스터의 하나의 타입으로도 가능하고 상기 N 타입 박막 트랜지스터와 P 타입 박막 트랜지스터가 모두 형성된 CMOS 구조도 가능하나, 도면에는 편의상 CMOS 액정표시소자가 제작되어 있는 것을 예를 들어 나타내고 있다.

이하, 상기와 같이 구성되는 CMOS 액정표시소자의 제조방법을 설명하면 다음과 같다.

먼저, 유리와 같은 투명한 절연 물질로 이루어진 기관(820) 위에 실리콘산화막(SiO_2)으로 구성되는 버퍼층(buffer layer)(821)을 형성한다.

다음으로, 상기 버퍼층(821)이 형성된 기관(820) 위에 다결정 실리콘으로 이루어진 액티브층(824N, 824P)을 형성한다.

상기 액티브층(824N, 824P)은 기판(820) 전면에 비정질 실리콘 박막을 증착한 다음 본 발명의 주기성을 가진 패턴이 형성된 3-블록 레이저 마스크를 이용하여 상기 주기성을 이용하여 3-샷으로 수평결정화 함으로써 샷 마크 없이 균일한 결정화특성을 가진 다결정 실리콘 박막을 형성하게 된다. 이후 포토리소그래피(photolithography)공정을 거쳐 상기 결정화된 다결정 실리콘 박막을 패터닝함으로써 NMOS와 PMOS 영역에 액티브(824N, 824P)패턴을 형성하게 된다.

이후, 액티브층(824N, 824P)이 형성된 기판(820) 전면에 게이트절연막(825A)을 증착한다.

다음으로, 상기 게이트절연막(825A)이 증착된 기판(820)의 소정영역(즉, 액티브층(824N, 824P)의 채널 형성 영역) 위에 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금 등으로 구성되는 게이트전극(850N, 850P)을 형성한다.

상기 게이트전극(850N, 850P)은 게이트절연막(825A)이 형성된 기판(820) 전면에 게이트메탈을 증착한 후 포토리소그래피 공정을 이용하여 형성하게 된다.

다음으로, N 도핑공정과 P 도핑공정을 순차적으로 실시하여 각각 N 타입 박막트랜지스터(즉, 액티브층(824N)의 소정영역에 N⁺ 이온이 주입되어 소오스/드레인영역(822N, 823N)이 형성된 박막 트랜지스터) 및 P 타입 박막 트랜지스터를 형성한다.

이 때, N 타입 박막 트랜지스터의 소오스영역(822N)과 드레인영역(823N)은 전자를 공여(供與)할 수 있는 인(P) 등의 5족 원소를 주입하여 형성하게 된다.

또한, P 타입 박막 트랜지스터의 소오스/드레인영역(822P, 823P)은 전공(hole)을 공여할 수 있는 붕소(B) 등의 3족 원소를 주입하여 형성하게 된다.

다음으로, 상기 기판(820) 전면에 층간절연막(825B)을 증착한 후 포토리소그래피 공정을 이용하여 소오스/드레인영역(822N, 822P, 823N, 823P)의 일부를 노출시키는 콘택홀(미도시)을 형성한다.

마지막으로, 상기 콘택홀을 통해 소오스/드레인영역(822N, 822P, 823N, 823P)과 전기적으로 접속하는 소오스/드레인전극(851N, 851P, 852N, 852P)을 형성하면 도시된 바와 같이 CMOS 액정표시소자가 완성되게 된다.

한편, 상기 실시예에서는 본 발명에 의해 결정화된 실리콘 박막을 이용하여 액정표시소자 및 액정표시패널을 제작하는 방법에 대해서 설명하고 있으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 유기EL 등의 소자에도 적용할 수 있다.

상기한 설명에 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나 이것은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 따라서 발명은 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위에 균등한 것에 의하여 정하여져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 레이저 마스크 및 이를 이용한 결정화방법은 일정한 패턴을 가진 슬릿을 마스크에 적용하고 이러한 슬릿의 반복성을 고려하여 레이저 결정화를 진행함으로써 X-오버랩 및 Y-오버랩, 즉 샷 마크가 제거되어 결정화특성이 향상된 다결정 실리콘 박막을 얻을 수 있게 한다.

또한, 상기와 같이 결정화특성이 향상된 다결정 실리콘 박막을 이용하여 액정표시소자를 제작하는 경우에는 액티브층의 결정화특성의 향상으로 소자의 특성 및 신뢰성이 향상되는 효과를 얻을 수 있다.

또한, 상기 샷 마크의 제거로 액정표시패널의 화질이 개선되는 효과를 얻게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록;

상기 첫 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴;

상기 두 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴; 및

상기 세 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 C 위치를 가지는 제 3 마스크 패턴을 포함하는 레이저 마스크.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 A 위치와 B 위치 및 C 위치는 서로 다른 위치 간격을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 3.

삭제

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 어느 하나의 마스크 패턴을 기준으로 주위에는 상기 기준되는 마스크 패턴을 제외한 다른 마스크 패턴들이 위치하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 인접하는 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루며, 6개의 상기 정삼각형은 정육각형 패턴을 이루는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 상기 인접한 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 각각 정삼각형의 꼭지점에 위치하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 원 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 정삼각형, 정사각형, 정육각형, 정팔각형 등과 같은 정다각형 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 9.

제 7 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 상기 각각의 마스크 패턴들의 중심간의 거리(L)와 원 형태의 마스크 패턴의 반지름(R)에 대해 $L/3 \leq R < 1/2$ 의 관계식을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 10.

삭제

청구항 11.

빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록;

상기 첫 번째 블록의 투과영역에 형성되는 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴;

상기 두 번째 블록의 투과영역에 형성되는 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴; 및

상기 세 번째 블록의 투과영역에 형성되는 C 위치를 가지는 제 3 마스크 패턴으로 구성되며, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에 인접하는 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 한 블록에 모두 구성하는 경우에, 어느 하나의 마스크 패턴을 기준으로 주위에는 상기 기준되는 마스크 패턴을 제외한 다른 마스크 패턴들이 위치하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 13.

제 11 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 원 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 14.

제 1 항 또는 제 11 항에 있어서, 상기 다수개의 투과영역은 상기 각각의 블록 내에서 N행xM열(N, M은 정수)의 매트릭스 형태로 배열하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 15.

제 14 항에 있어서, 상기 다수개의 투과영역은 상기 각각의 블록 내에서 홀수 행과 짝수 행이 서로 엇갈리게 배열하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 16.

삭제

청구항 17.

제 14 항에 있어서, 상기 다수개의 투과영역은 상기 각각의 블록 내에서 홀수 열과 짝수 열이 각각 동일하게 배열하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 18.

제 14 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 두 번째 블록에 위치한 제 2 마스크 패턴 중 N행 xM열에 위치한 마스크 패턴을 기준으로, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 첫 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 1 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 좌측으로 한 열이 이동되어 위치하며, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 세 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 3 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 우측으로 한 열이 이동되어 위치하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 19.

제 14 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 두 번째 블록에 위치한 제 2 마스크 패턴 중 N행 xM열에 위치한 마스크 패턴을 기준으로, 상기 기준되는 마스크 패턴이 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 이루는 정삼각형의 상부 꼭지점에 위치한다면, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 첫 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 1 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 상기 정삼각형의 좌측 하변의 꼭지점에 위치하며, 상기 기준되는 마스크 패턴에 대응하는 세 번째 블록의 N행xM열에 위치한 제 3 마스크 패턴은 상기 기준되는 마스크 패턴에 대해 상기 정삼각형의 우측 하변의 꼭지점에 위치하는 것을 특징으로 하는 레이저 마스크.

청구항 20.

비정질 실리콘 박막이 형성되어 있는 기판을 제공하는 단계;

빛을 투과시키는 다수개의 투과영역과 빛을 차단하는 차단영역으로 구분되는 첫 번째 블록 내지 세 번째 블록, 상기 첫 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 A 위치를 가지는 제 1 마스크 패턴, 상기 두 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 B 위치를 가지는 제 2 마스크 패턴 및 상기 세 번째 블록의 투과영역에 주기성을 가지도록 형성되며 C 위치를 가지는 제 3 마스크 패턴으로 구성된 레이저 마스크를 상기 기판 위에 위치시키는 단계; 및

상기 레이저 마스크를 통해 레이저빔을 조사하여 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계를 포함하는 레이저 결정화방법.

청구항 21.

제 20 항에 있어서, 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴은 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴을 하나의 블록에 모두 구성하는 경우에 인접하는 상기 제 1 마스크 패턴 내지 제 3 마스크 패턴이 하나씩 모여 하나의 정삼각형을 이루며, 6개의 상기 정삼각형은 정육각형 패턴을 이루는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 22.

제 20 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 원 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 상기 각각의 마스크 패턴들의 중심간의 거리(L)와 원 형태의 마스크 패턴의 반지름(R)에 대해 $L/3 \leq R < 1/2$ 의 관계식을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 24.

제 20 항에 있어서, 상기 마스크 패턴들은 정삼각형, 정사각형, 정육각형, 정팔각형 등과 같은 정다각형 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 25.

제 20 항에 있어서, 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는
 상기 레이저 마스크를 통해 1차 레이저빔을 조사하여 소정 폭(W)을 가진 1차 결정화 영역을 형성하는 단계;
 상기 기판을 상기 소정 폭(W) 이하의 거리만큼 이동시키는 단계;
 상기 레이저 마스크를 통해 2차 레이저빔을 조사하여 2차 결정화 영역을 형성하는 단계;
 상기 기판을 상기 소정 폭(W) 이하의 거리만큼 이동시키는 단계; 및
 상기 레이저 마스크를 통해 3차 레이저빔을 조사하여 3차 결정화 영역을 형성하는 단계를 포함하는 레이저 결정화방법.

청구항 26.

제 25 항에 있어서, 상기 기판은 상기 소정 폭(W)의 1/3거리만큼 이동하는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 27.

제 20 항에 있어서, 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는
 상기 레이저 마스크를 통해 1차 레이저빔을 조사하여 1차 결정화 영역을 형성하는 단계;
 상기 레이저 마스크를 상기 하나의 블록 거리만큼 이동시키는 단계;
 상기 레이저 마스크를 통해 2차 레이저빔을 조사하여 2차 결정화 영역을 형성하는 단계;
 상기 레이저 마스크를 상기 하나의 블록 거리만큼 이동시키는 단계; 및
 상기 레이저 마스크를 통해 3차 레이저빔을 조사하여 3차 결정화 영역을 형성하는 단계를 포함하는 레이저 결정화방법.

청구항 28.

삭제

청구항 29.

제 20 항에 있어서, 상기 비정질 실리콘 박막은 완전 용융 영역의 에너지 밀도를 가지는 레이저빔이 조사되어 결정화되는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 30.

제 20 항에 있어서, 상기 비정질 실리콘 박막은 순차적 수평결정화 방법에 의해 결정화되는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 31.

제 25 항에 있어서, 상기 1차 결정화 영역은 상기 1차 레이저빔의 조사에 의해 상기 레이저 마스크의 투과영역들의 경계에 위치한 비정질 실리콘 박막을 핵으로 상기 투과영역들의 중심방향으로 1차 결정이 성장하여 방사형의 그레인이 형성되는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 32.

제 25 항에 있어서, 상기 2차 레이저빔의 조사는 상기 1차 레이저빔의 조사에 의해 상기 1차 결정화 영역이 형성된 실리콘 박막 위에 이루어지는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 33.

제 31 항에 있어서, 상기 2차 결정화 영역은 상기 2차 레이저빔의 조사에 의해 상기 1차 결정과 동일한 형태를 가지며 상기 1차 결정의 일부와 겹치도록 형성된 2차 결정을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 34.

제 33 항에 있어서, 상기 2차 결정은 상기 1차 레이저빔과 2차 레이저빔이 겹치는 위치에 형성된 상기 1차 결정을 핵으로 결정이 성장하여 방사형의 그레인을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 35.

제 33 항에 있어서, 상기 2차 결정은 그 주위로 세 개의 1차 결정이 위치하는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 36.

제 31 항에 있어서, 상기 3차 결정화 영역은 상기 3차 레이저빔의 조사에 의해 상기 1차 결정 및 2차 결정과 동일한 형태를 가지며 상기 1차 결정 및 2차 결정의 일부와 겹치도록 형성된 3차 결정을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 37.

제 36 항에 있어서, 상기 3차 결정은 상기 1차 레이저빔과 2차 레이저빔 및 3차 레이저빔이 겹치는 위치에 형성된 상기 2차 결정을 핵으로 결정이 성장하여 방사형의 그레인을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 38.

삭제

청구항 39.

제 25 항에 있어서, 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는 상기 1차 레이저빔의 조사와 2차 레이저빔의 조사 및 3차 레이저빔의 조사를 반복적으로 진행하여 상기 기판의 일 방향으로의 결정화를 완료하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 40.

제 39 항에 있어서, 상기 실리콘 박막을 결정화시키는 단계는 상기 기판의 일 방향으로의 결정화가 완료된 후에 상기 기판을 다른 일 방향으로 고정 거리만큼 이동시키는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 결정화방법.

청구항 41.

실질적으로 교차하여 화소영역을 정의하는 게이트라인과 데이터라인; 및

상기 교차영역에 형성된 박막 트랜지스터를 포함하며, 상기 박막 트랜지스터의 액티브층을 구성하는 다결정 실리콘 박막은 다수개의 원 형태의 결정으로 이루어지며 상기 인접하는 세 개의 결정은 하나의 정삼각형을 이루고 6개의 상기 정삼각형은 정육각형 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 액정표시소자.

청구항 42.

제 41 항에 있어서, 상기 각각의 원 형태의 결정은 방사형으로 성장한 다수개의 그레인으로 구성되는 것을 특징으로 하는 액정표시소자.

청구항 43.

제 41 항에 있어서, 상기 박막 트랜지스터는

상기 다결정 실리콘 박막으로 이루어진 액티브층;

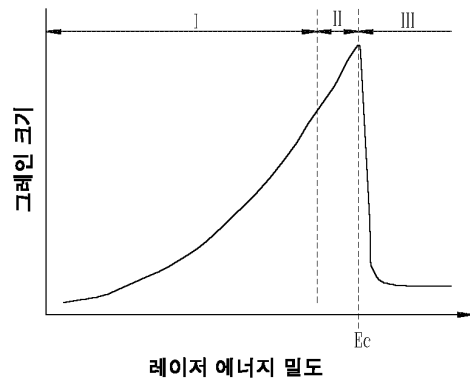
상기 액티브층 상부에 게이트절연막을 개재하여 형성된 게이트전극;

상기 게이트전극 위에 콘택홀을 포함하여 형성된 층간절연막; 및

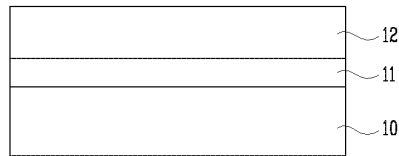
상기 콘택홀을 통해 액티브층의 소정영역과 전기적으로 접속하는 소오스/드레인전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 액정표시소자.

도면

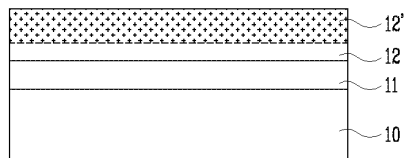
도면1



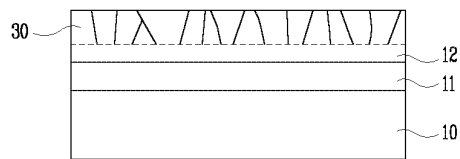
도면2a



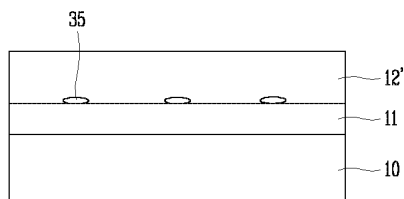
도면2b



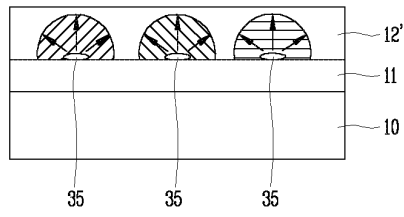
도면2c



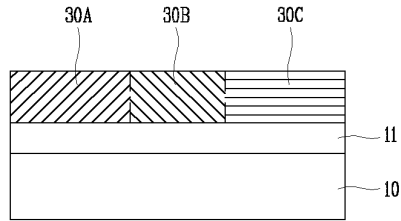
도면3a



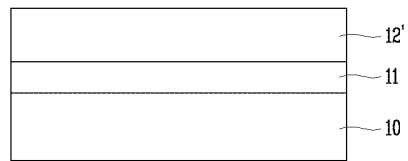
도면3b



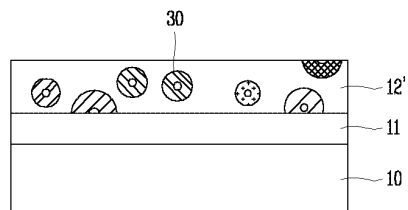
도면3c



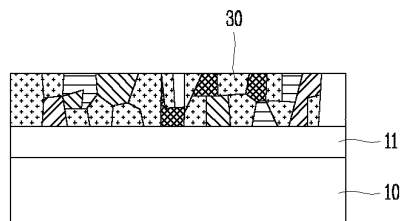
도면4a



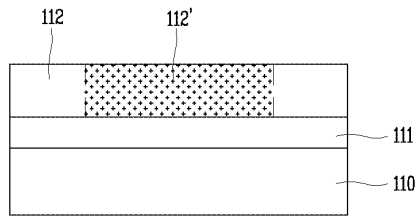
도면4b



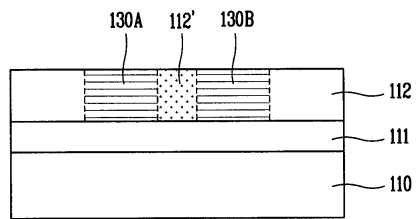
도면4c



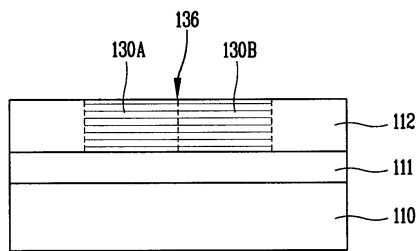
도면5a



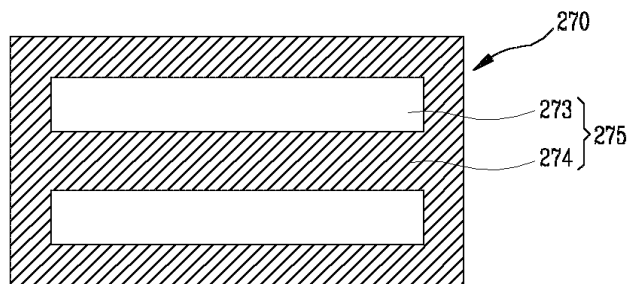
도면5b



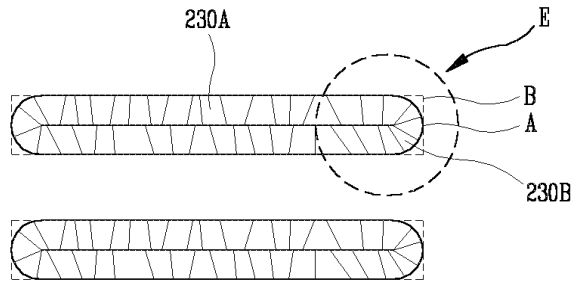
도면5c



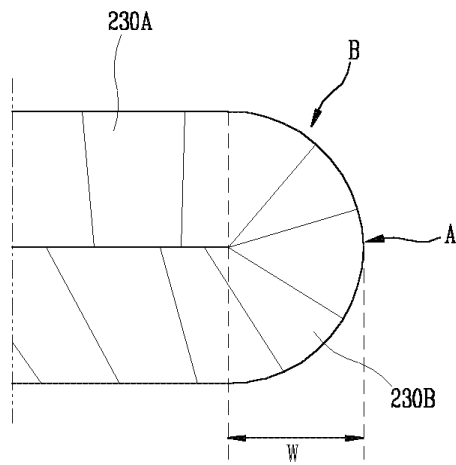
도면6a



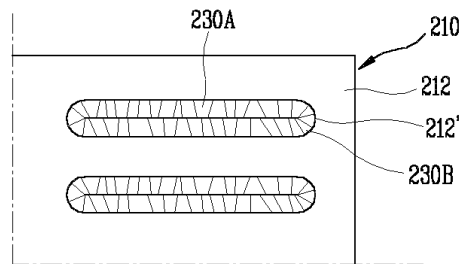
도면6b



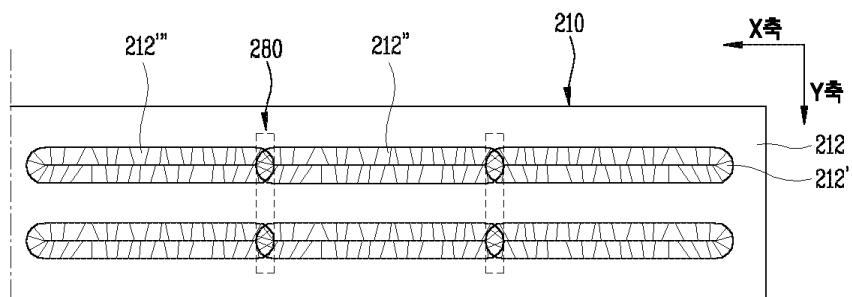
도면7



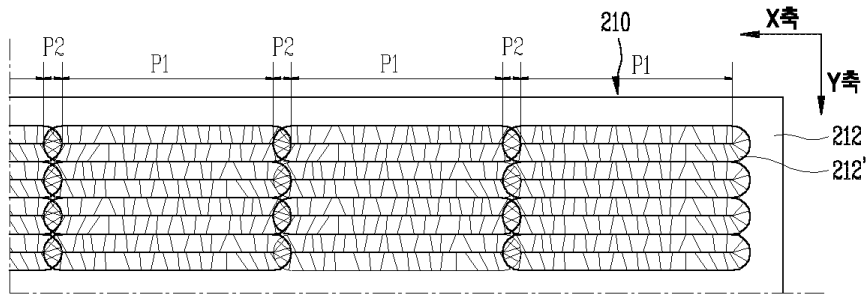
도면8a



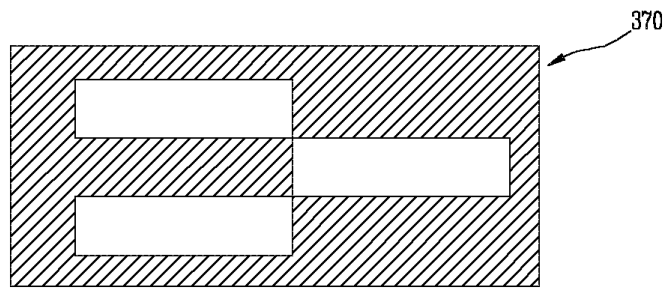
도면8b



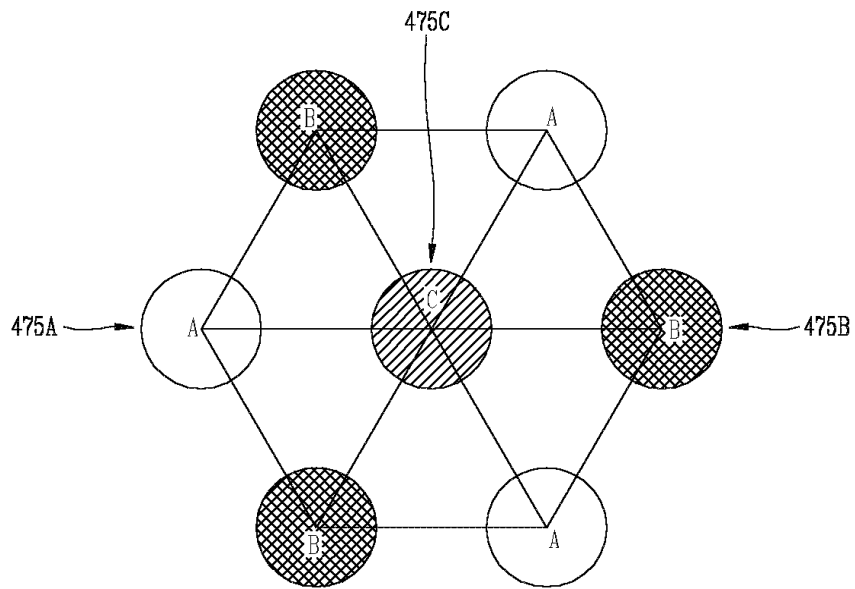
도면8c



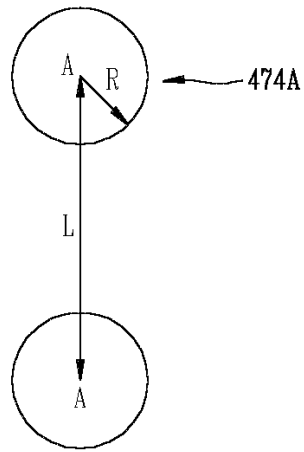
도면9



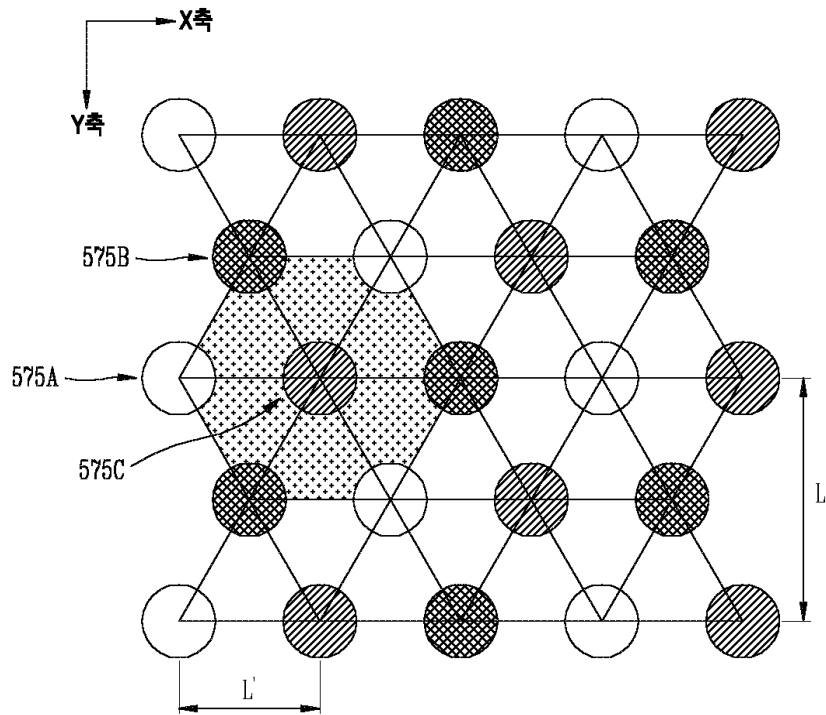
도면10



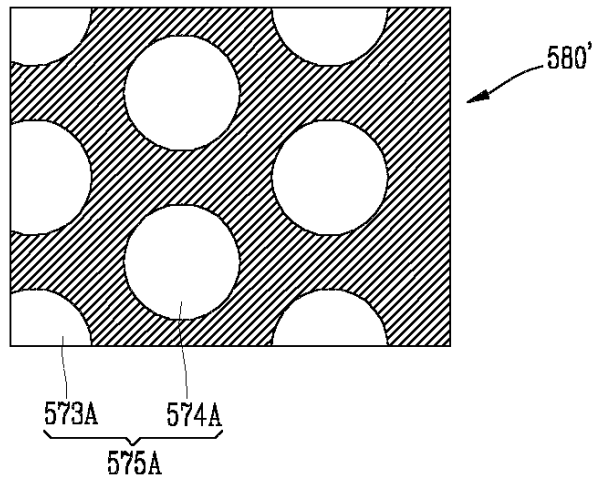
도면11



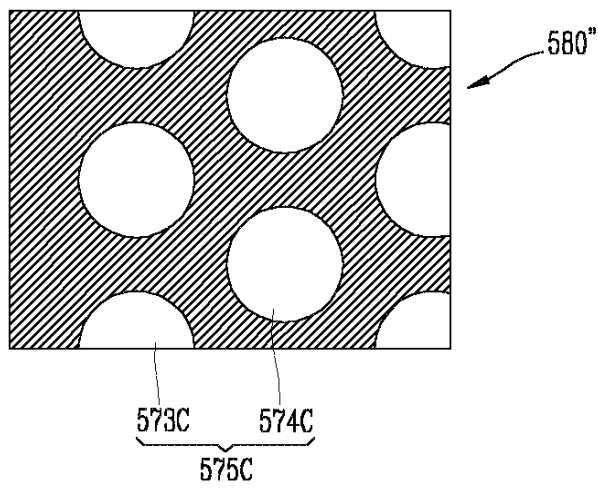
도면12



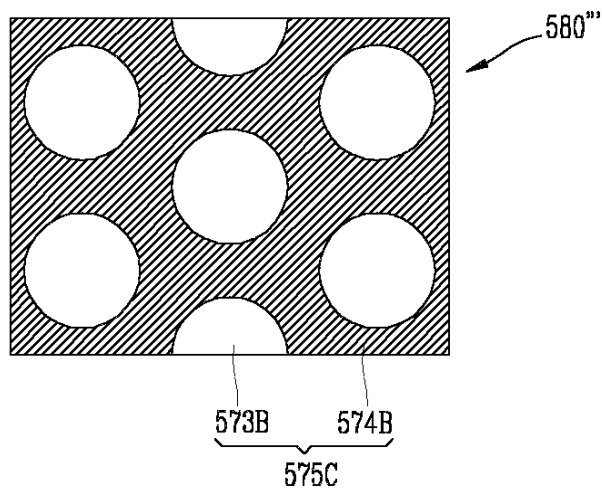
도면13a



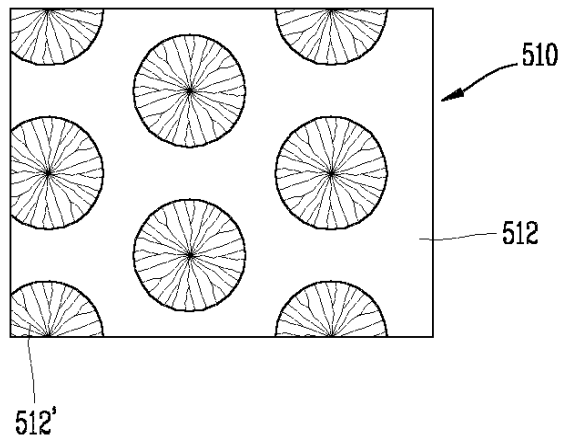
도면13b



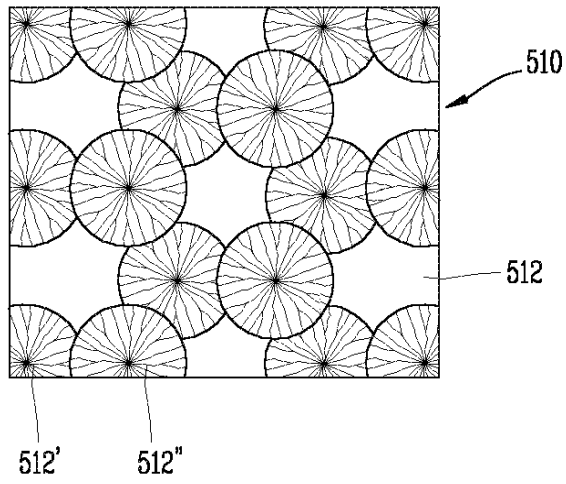
도면13c



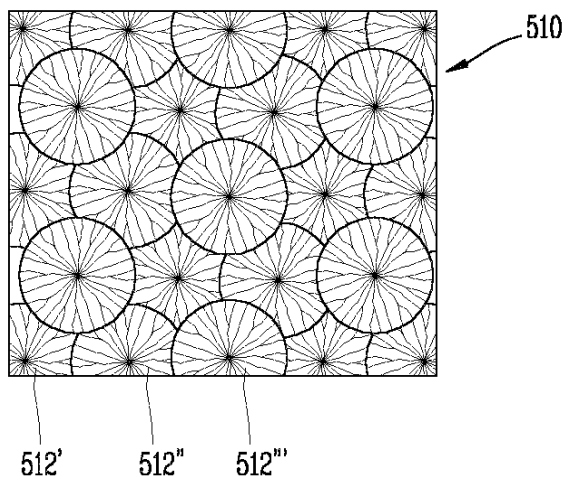
도면14a



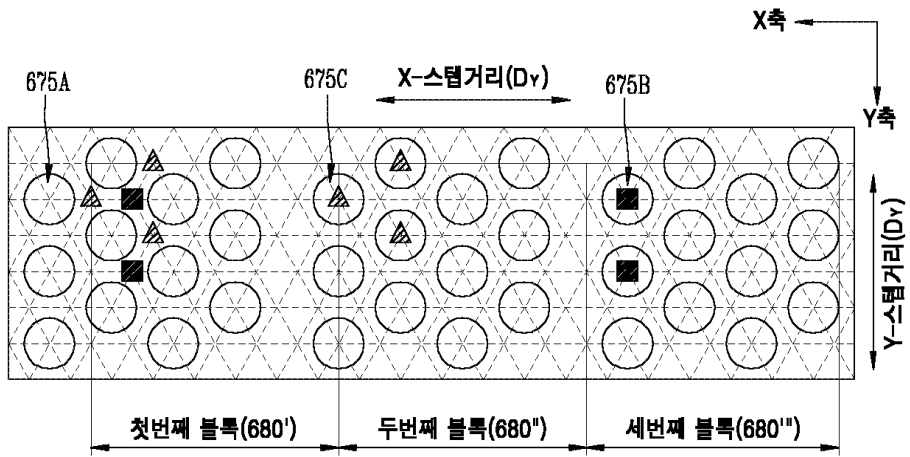
도면14b



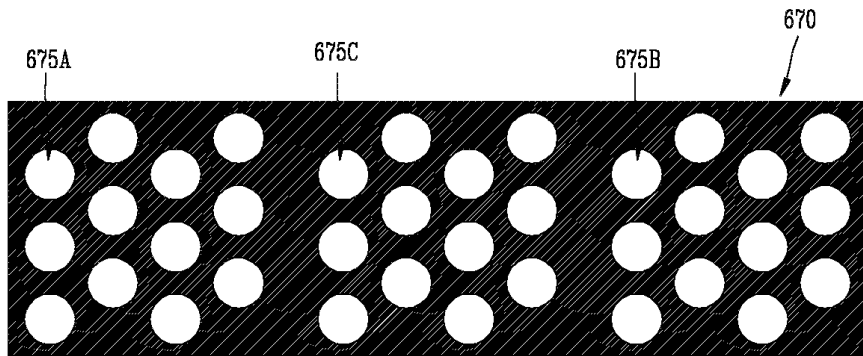
도면14c



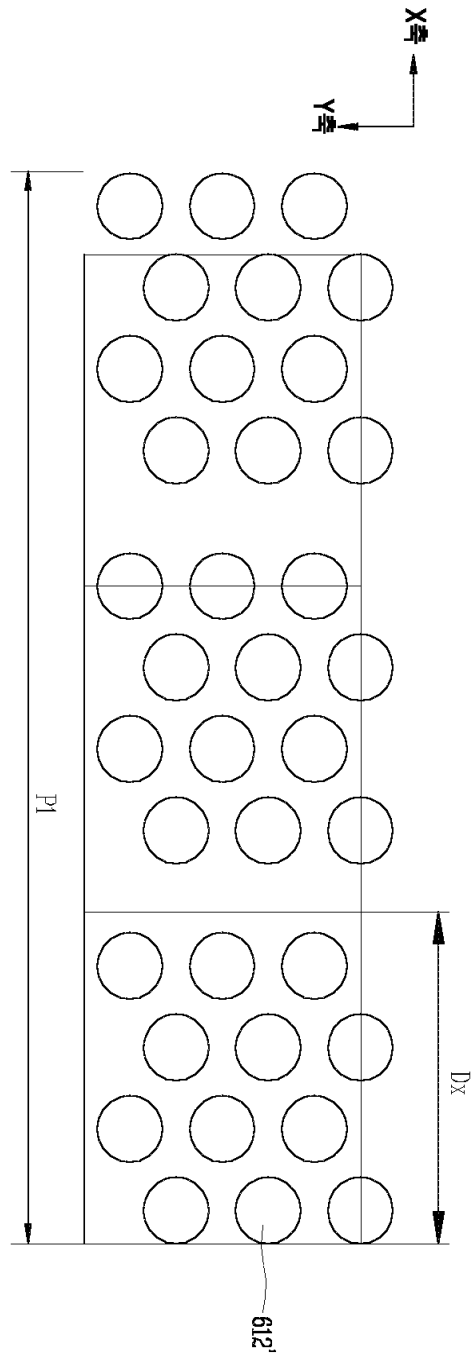
도면15a



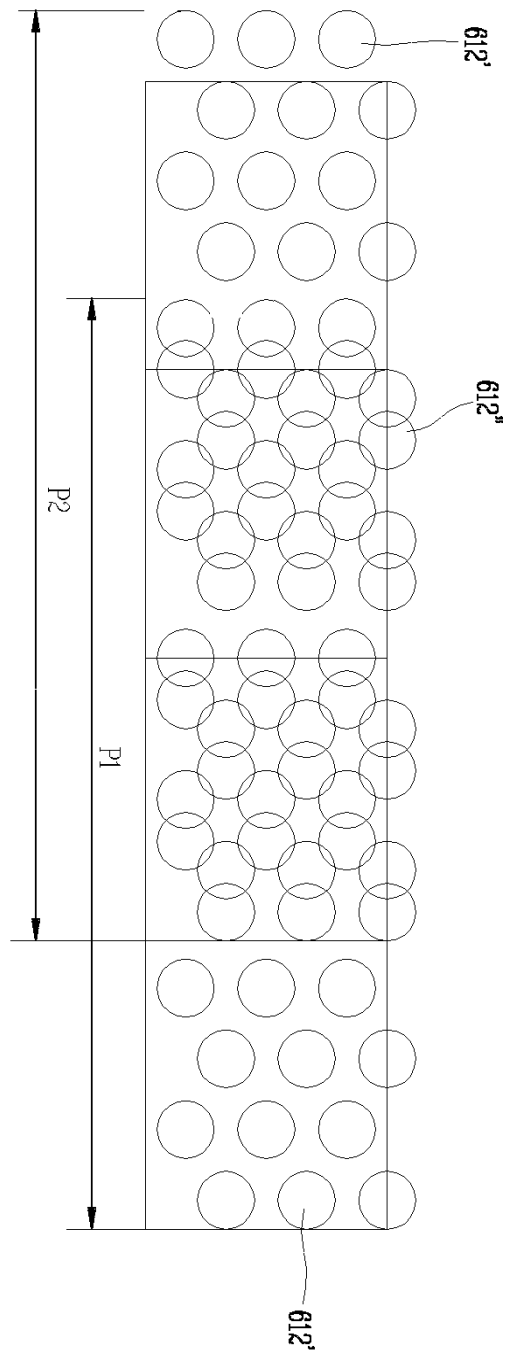
도면15b



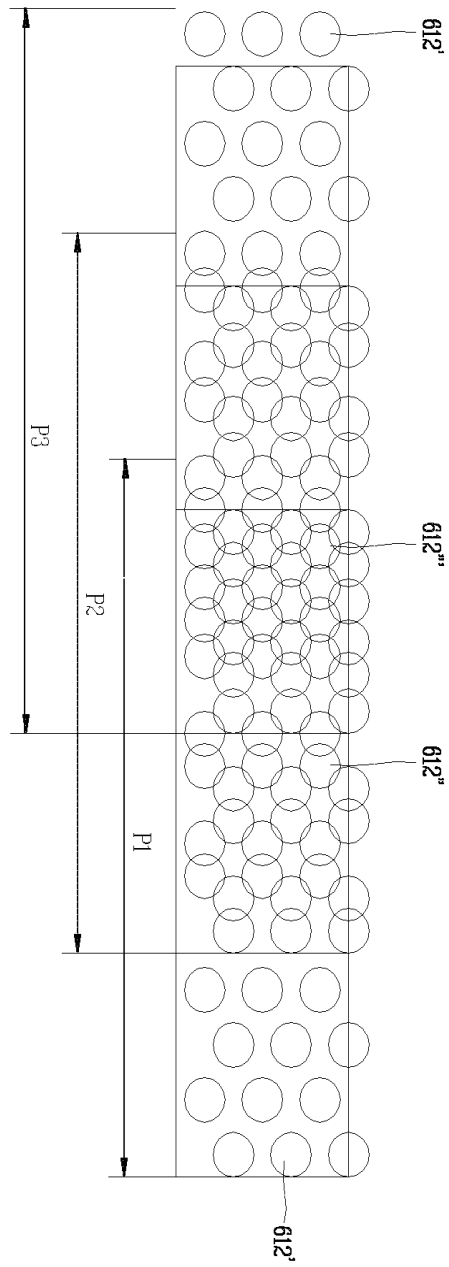
도면16a



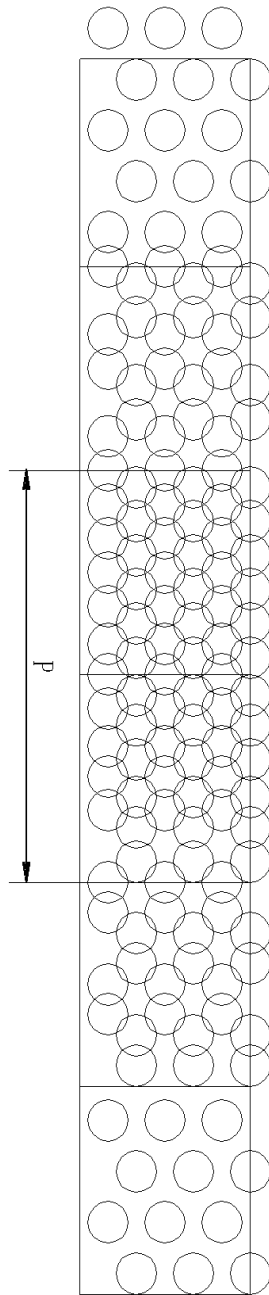
도면16b



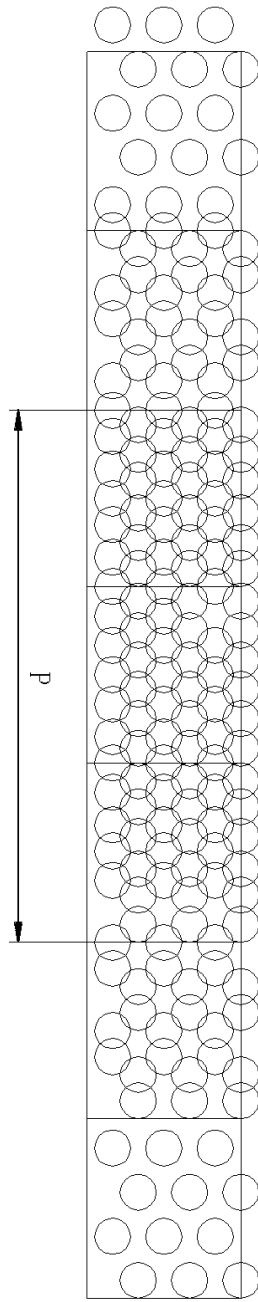
도면16c



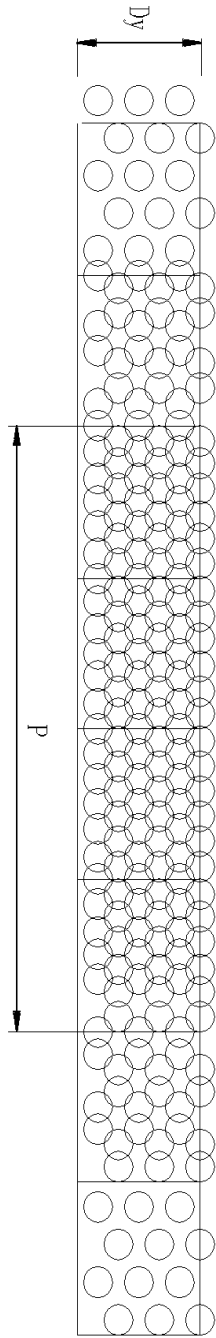
도면16d



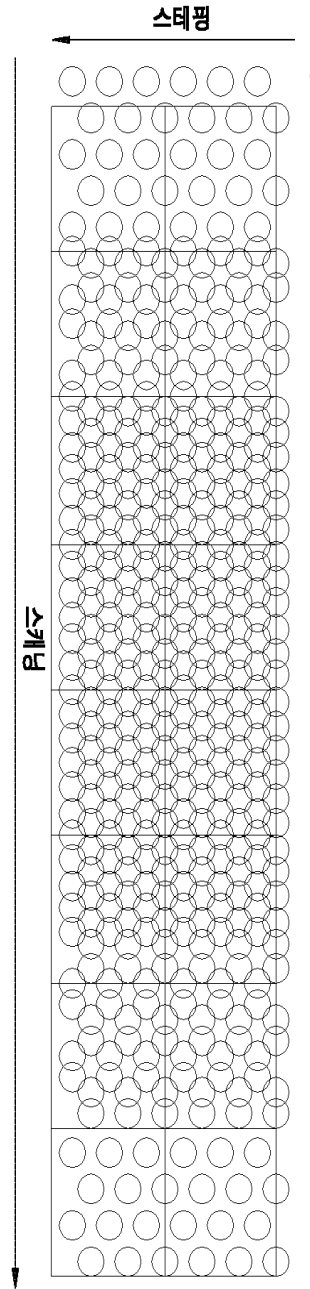
도면16e



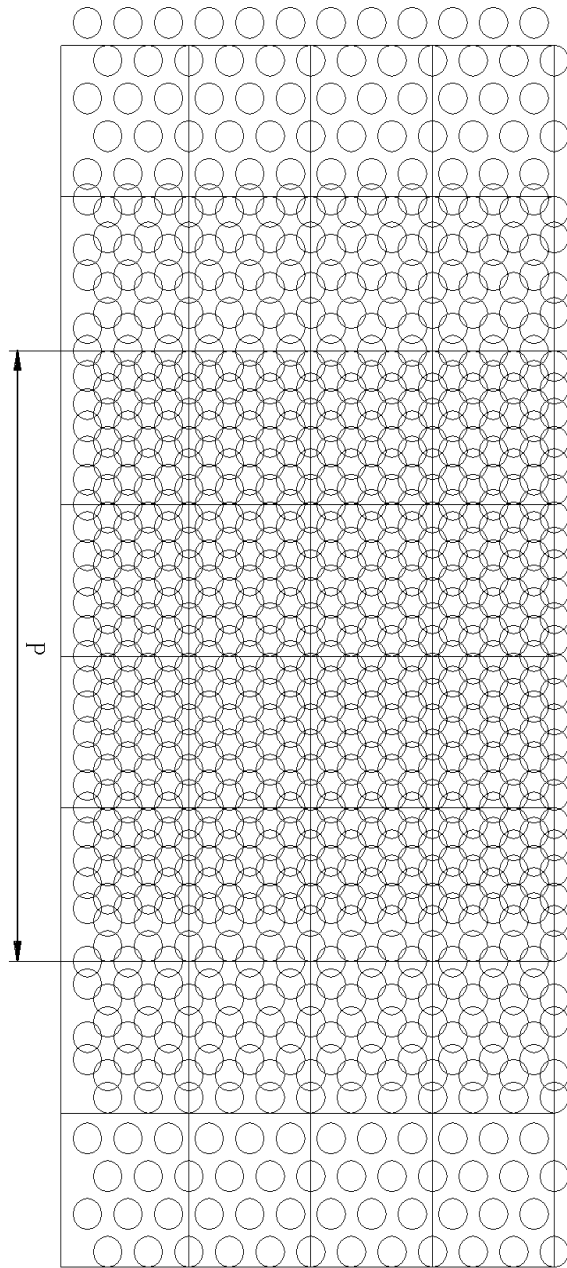
도면16f



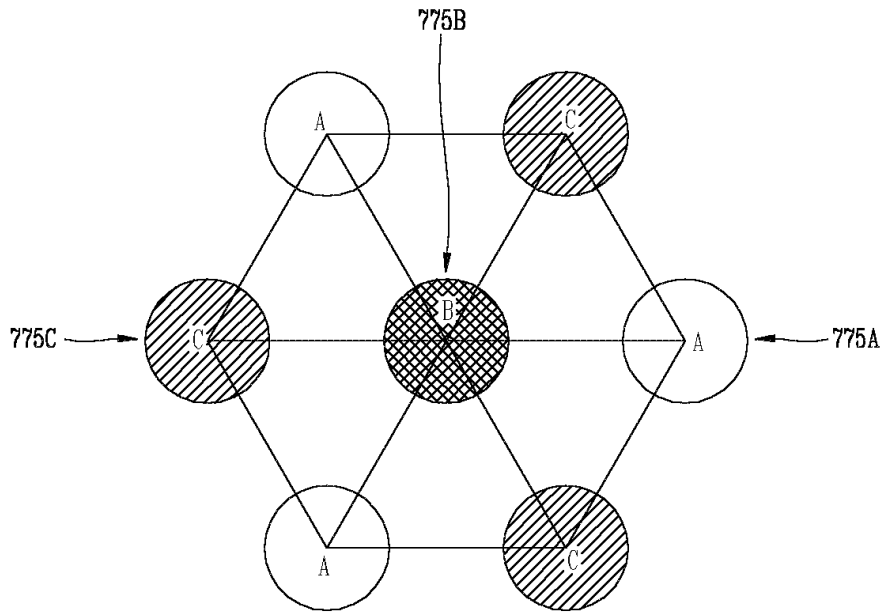
도면16g



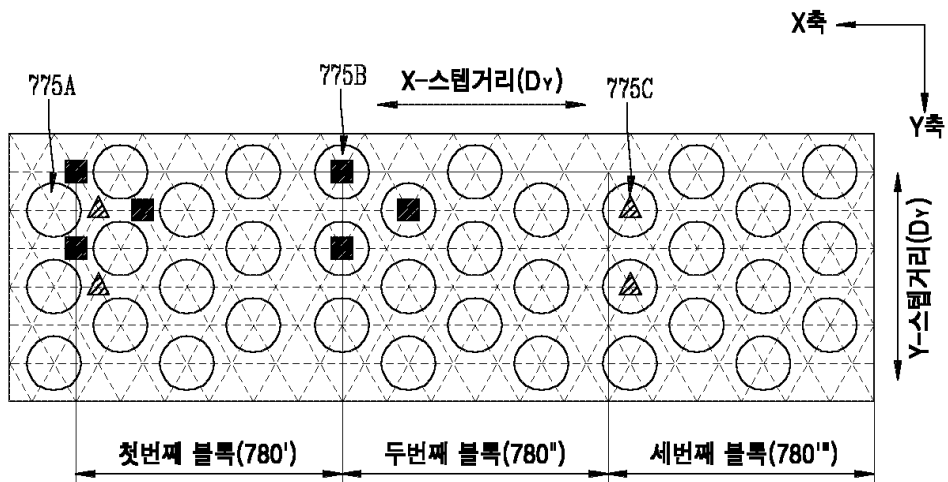
도면16h



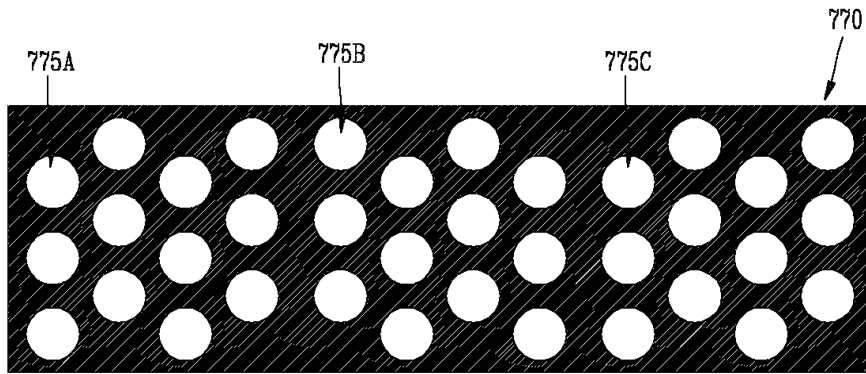
도면17



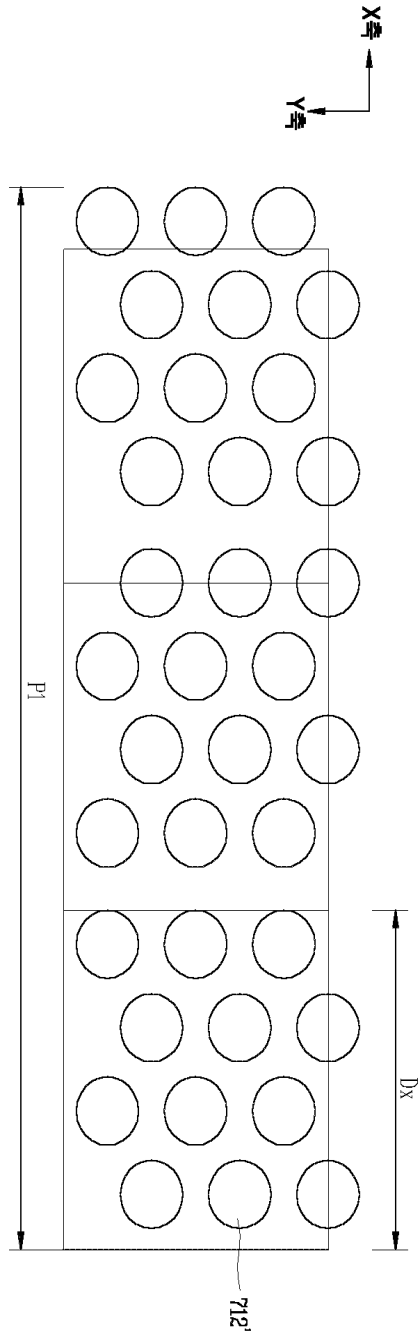
도면18a



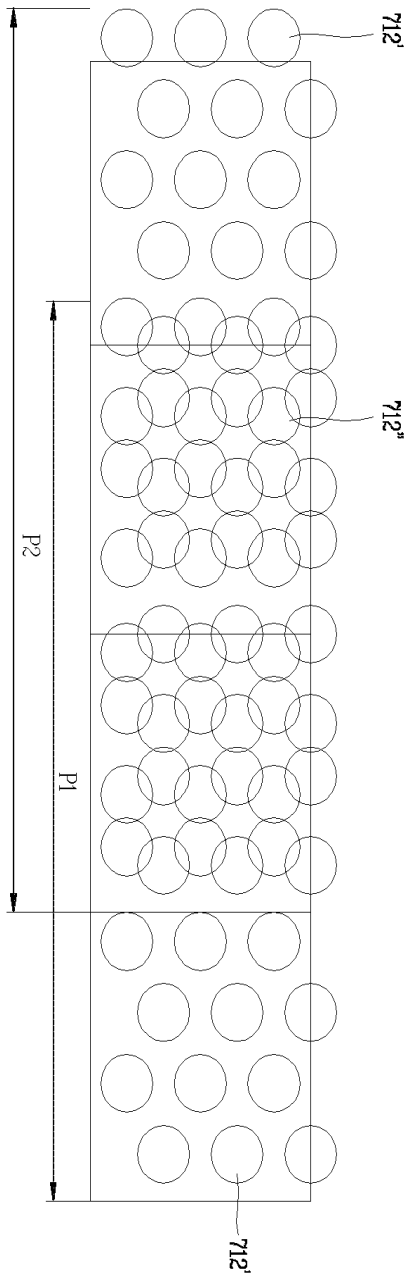
도면18b



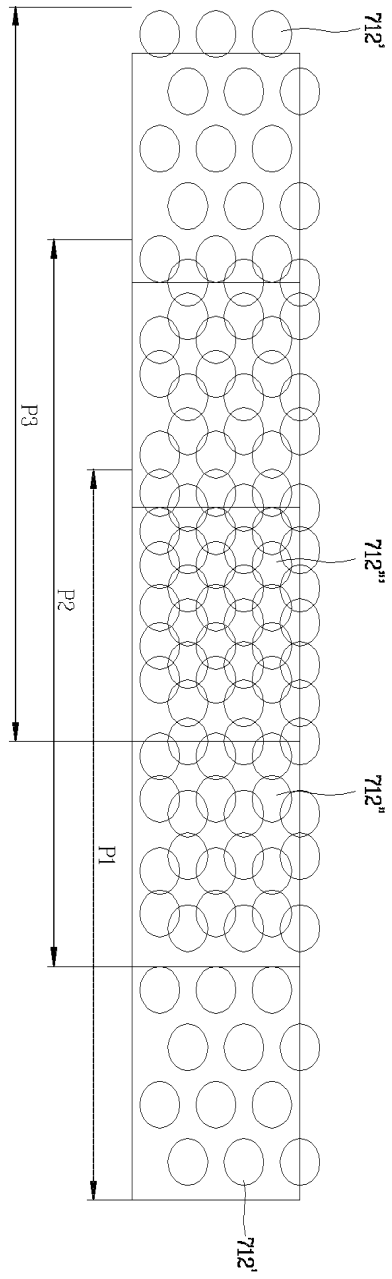
도면19a



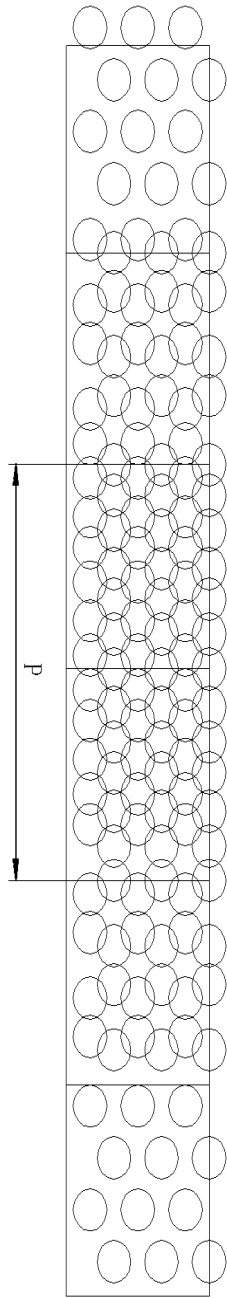
도면19b



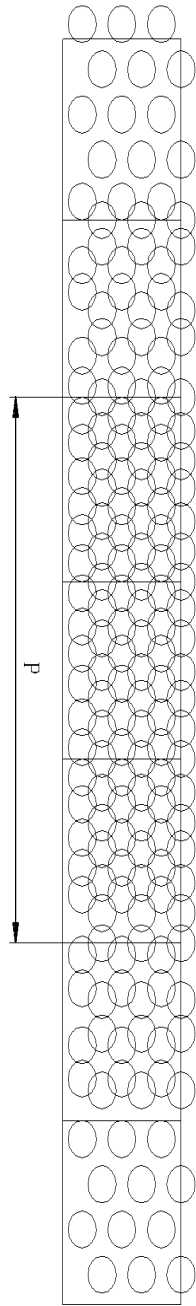
도면19c



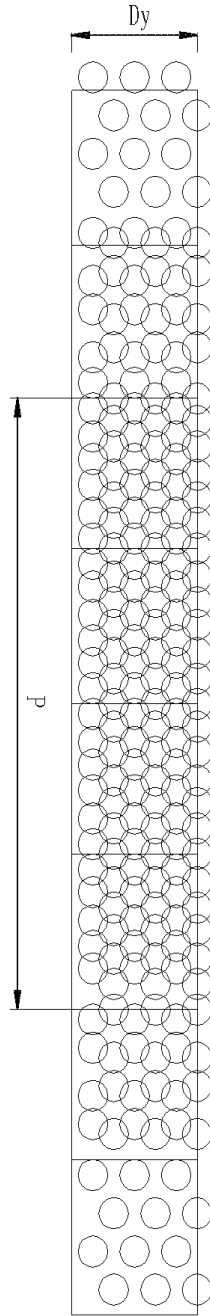
도면19d



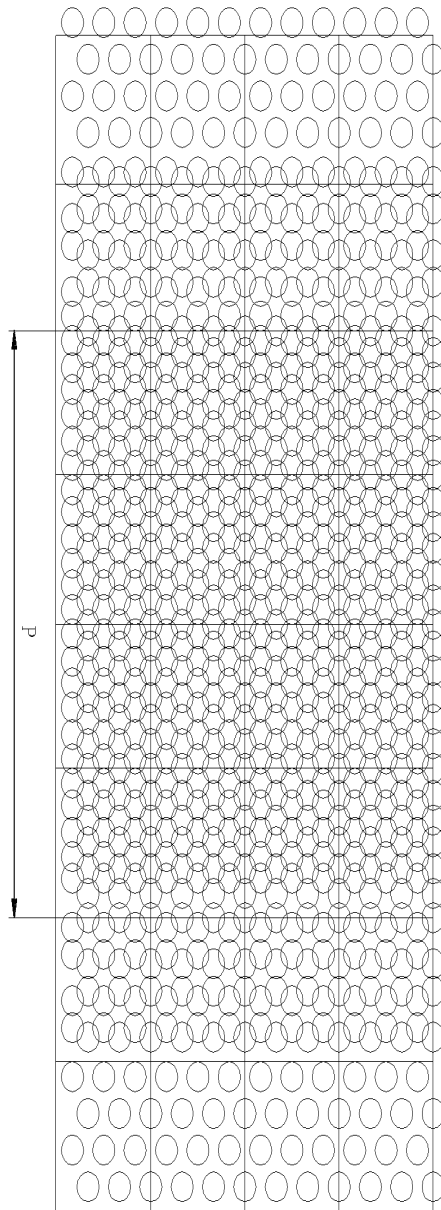
도면19e



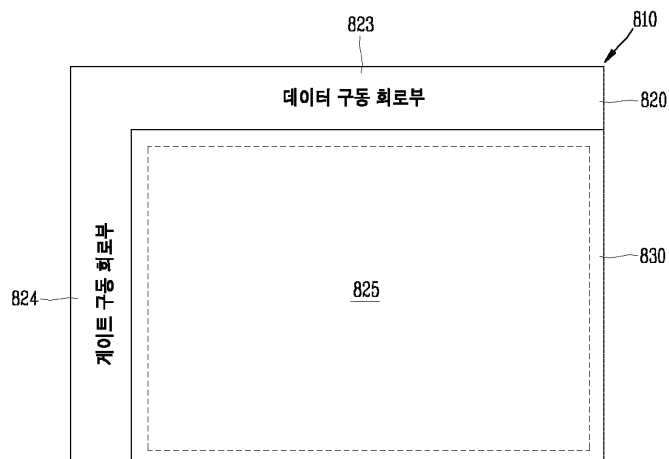
도면 19f



도면19g



도면20



도면21

