



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0120171
(43) 공개일자 2009년11월24일

(51) Int. Cl.

G02F 1/1343 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0046075

(22) 출원일자 2008년05월19일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울 영등포구 여의도동 20번지

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

강한샘

경기도 수원시 장안구 천천동 삼호진덕아파트 20
1동 504호

주병권

서울특별시 종로구 평창동 234-24번지(8/5)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인네이트

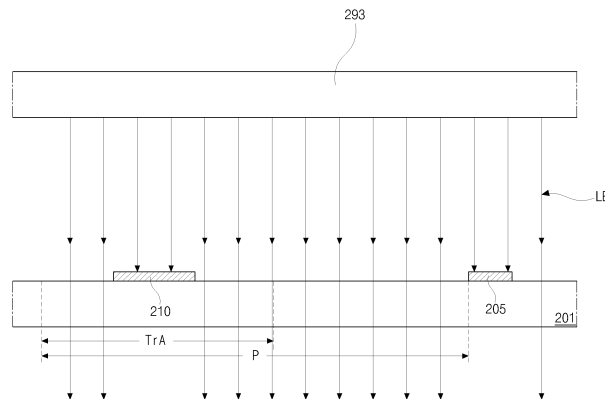
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성 방법 및 이를 이용한 액정표시장치용 어레이 기관의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 기존의 배선을 형성하는 방법에 있어서 포토리소그래피를 이용한 금속 패턴 형성방식을 대신하여 잉크젯 방식의 패턴 형성 및 특정 파장대의 레이저 빔 조사를 통한 광학 열처리를 통해 투명 기관의 손상을 줄이고 전도성을 향상시킬 수 있는 배선 및 전극패턴 형성 방법 및 이를 이용한 액정표시장치용 어레이 기관의 제조방법에 관한 것이다.

대표도 - 도9b



(72) 발명자

김상식

서울특별시 송파구 가락동 동부센트레빌 103동
1002호

윤정권

경상남도 창원시 봉곡동 104-2번지

조정아

서울특별시 광진구 능동 225-5

특허청구의 범위

청구항 1

금속 나노입자를 형성하는 단계와;

상기 금속 나노입자를 용매와 혼합하여 분산액을 형성하는 단계와;

상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도를 측정하는 단계와;

상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 잉크젯 방식으로 기판 상에 프린팅하여 원하는 배선 및 전극패턴을 형성하는 단계와;

상기 배선 및 전극패턴이 형성된 기판 전면에 대해 레이저 장치를 통해 상기 분산액의 흡광도 피크치와 유사한 파장대의 레이저 빔을 조사하여 상기 배선 및 전극패턴에 대해서 광학 열처리를 실시하는 단계

를 포함하는 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 금속 나노입자는,

금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 원소 중 선택된 어느 하나의 금속 또는 2개 이상의 금속이 합금된 형태로 형성되는 것을 특징으로 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 금속 나노입자는

그 직경이 1nm 내지 100nm인 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도를 측정하는 단계는,

상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도 측정을 통해 플라즈몬공명 피크를 관찰하여 최대 빛 흡수 파장을 가지는 특정 파장대를 추출하는 것이 특징인 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 레이저 장치는 200nm 내지 500nm 파장대의 레이저 빔 조사가 가능한 Ar 레이저, InGaN 레이저, He-Ni 레이저, He-Cd 레이저 중 선택된 어느 하나인 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 레이저 장치는,

20mW 내지 450mW의 파워를 갖는 레이저 빔을 조사하는 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 레이저 빔의 조사는 상기 배선 및 전극패턴의 내부 저항이 $10\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 내지 $200\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 되도록 조사시간 및 상기 파워를 조절하는 것이 특징인 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

청구항 8

기관 상에 제 1 금속 나노입자를 포함하는 제 1 분산액을 잉크젯 장치를 통해 프린팅함으로써 일방향으로 연장하는 게이트 배선 패턴과, 상기 게이트 배선 패턴과 연결된 게이트 전극 패턴을 형성하는 단계와;

상기 게이트 배선 패턴 및 게이트 전극 패턴이 형성된 기관에 대해 레이저 장치를 통해 상기 제 1 분산액의 흡광도 피크치와 유사한 파장대의 레이저 빔을 전면에 조사하여 상기 게이트 배선 패턴 및 게이트 전극 패턴에 대해서 선택적으로 제 1 광학 열처리를 실시함으로써 제 1 금속 나노입자로 이루어진 게이트 배선과 게이트 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1 금속 나노입자로 이루어진 상기 게이트 배선과 게이트 전극 위로 게이트 절연막을 형성하는 단계와;

상기 게이트 절연막 위로 상기 게이트 전극에 대응하여 반도체층을 형성하는 단계와;

상기 반도체층 위로 제 2 금속 나노입자를 포함하는 제 2 분산액을 잉크젯 장치를 통해 프린팅함으로써 상기 게이트 배선과 교차하는 데이터 배선 패턴과 상기 반도체층 위로 서로 이격하는 소스 및 드레인 전극 패턴을 형성하는 단계와;

상기 데이터 배선 패턴과 소스 및 드레인 전극 패턴이 형성된 기관에 대해 레이저 장치를 통해 상기 제 2 분산액의 흡광도 피크치와 유사한 파장대의 레이저 빔을 전면에 조사하여 상기 데이터 배선 패턴과 소스 및 드레인 전극 패턴에 대해서 제 2 광학 열처리를 실시함으로써 제 2 금속 나노입자로 이루어진 데이터 배선과 소스 및 드레인 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 2 금속 나노입자로 이루어진 제 2 광학 열처리 된 데이터 배선과 소스 및 드레인 전극 위로 상기 드레인 전극을 노출시키는 드레인 콘택홀을 갖는 보호층을 형성하는 단계와;

상기 보호층 위로 상기 드레인 콘택홀을 통해 상기 드레인 전극과 접촉하는 화소전극을 형성하는 단계를 포함하는 액정표시장치용 어레이 기관의 제조방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 광학 열처리를 위한 상기 레이저 빔의 조사는 상기 게이트 및 데이터 배선과 게이트 전극과, 소스 및 드레인 전극의 내부 저항이 $10\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 내지 $200\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 되도록 조사시간 및 상기 파워를 조절하는 것이 특징인 금속 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성 방법 및 이를 이용한 액정표시장치용 어레이 기관의 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 잉크젯 방식에 의한 금속 전극형성 및 이의 광학 열처리를 통해 200°C 이하공정 진행을 가능하도록 하여 기관 변형 및 손상을 최소화함으로써 플라스틱 기관을 이용하는 것이 가능하며, 금속 나노입자로 이루어진 배선 및 전극패턴의 전도성을 향상시킬 수 있는 배선 및 전극패턴 형성 방

법 및 이를 이용한 액정표시장치용 어레이 기판의 제조 방법에 관한 것이다.

<2>

배정 기술

<3>

최근에 액정표시장치는 소비전력이 낮고, 휴대성이 양호한 기술 집약적이며, 부가가치가 높은 차세대 첨단 디스플레이(display)소자로 각광받고 있다.

<4>

이러한 액정표시장치 중에서도 각 화소(pixel)별로 전압의 온(on),오프(off)를 조절할 수 있는 스위칭 소자인 박막트랜지스터가 구비된 액티브 매트릭스형 액정표시장치가 해상도 및 동영상 구현능력이 뛰어나 가장 주목받고 있다.

<5>

일반적으로, 액정표시장치는 박막트랜지스터 및 화소전극을 형성하는 어레이 기판 제조 공정과 컬러필터 및 공통 전극을 형성하는 컬러필터 기판 제조 공정을 통해 각각 어레이 기판 및 컬러필터 기판을 형성하고, 이들 두 기판 사이에 액정을 개재하는 셀 공정을 거쳐 완성된다.

<6>

좀 더 자세히, 일반적인 액정표시장치의 분해사시도인 도 1을 참조하여 설명하면, 도시한 바와 같이, 일반적인 액정표시장치는 액정층(30)을 사이에 두고 어레이 기판(10)과 컬러필터 기판(20)이 대면 합착된 구성을 갖는데, 이중 하부의 어레이 기판(10)은 투명한 기판(12)의 상면으로 종횡 교차 배열되어 다수의 화소영역(P)을 정의하는 복수개의 게이트 배선(14)과 데이터 배선(16)을 포함하며, 이들 두 배선(14, 16)의 교차지점에는 박막트랜지스터(Tr)가 구비되어 각 화소영역(P)에 마련된 화소전극(18)과 일대일 대응 접속되어 있다.

<7>

또한, 상기 어레이 기판(10)과 마주보는 상부의 컬러필터 기판(20)은 투명기판(22)의 배면으로 상기 게이트 배선(14)과 데이터 배선(16) 그리고 박막트랜지스터(Tr) 등의 비표시영역을 가리도록 각 화소영역(P)을 테두리하는 격자 형상의 블랙매트릭스(25)가 형성되어 있으며, 이들 격자 내부에서 각 화소영역(P)에 대응되게 순차적으로 반복 배열된 적(R), 녹(G), 청(B)색의 컬러필터 패턴(26a, 26b, 26c)을 포함하는 컬러필터층(26)이 형성되어 있으며, 상기 블랙매트릭스(25)와 컬러필터층(26)의 전면에 걸쳐 투명한 공통전극(28)이 구비되어 있다.

<8>

그리고, 도면상에 도시되지는 않았지만, 이들 두 기판(10, 20)은 그 사이로 개재된 액정층(30)의 누설을 방지하기 위하여 가장자리 따라 실링제(sealant) 등으로 봉합된 상태에서 각 기판(10, 20)과 액정층(30)의 경계부분에는 액정의 분자배열 방향에 신뢰성을 부여하는 상, 하부 배향막이 개재되며, 각 기판(10, 20)의 적어도 하나의 외측면에는 편광판이 구비되어 있다.

<9>

또한, 어레이 기판의 외측면으로는 백라이트(back-light)가 구비되어 빛을 공급하는 바, 게이트 배선(14)으로 박막트랜지스터(Tr)의 온(on)/오프(off) 신호가 순차적으로 스캔 인가되어 선택된 화소영역(P)의 화소전극(18)에 데이터배선(16)의 화상신호가 전달되면 이들 화소전극(18)과 공통전극(28) 사이의 수직전계에 의해 그 사이의 액정분자가 구동되고, 이에 따른 빛의 투과율 변화로 여러 가지 화상을 표시할 수 있다.

<10>

도 2는 전술한 액정표시장치의 어레이 기판 내의 하나의 화소영역에 대해 박막트랜지스터를 포함하여 절단한 단면을 도시한 것이다.

<11>

도면에 나타나지 않았지만, 기판(41) 상에서 다수의 게이트 배선(미도시)과 데이터 배선(53)이 교차하여 정의되는 다수의 화소영역(P) 내에는 게이트 전극(45)이 형성되어 있으며, 상기 게이트 전극(45) 상부로 전면에 게이트 절연막(48)이 형성되어 있으며, 그 위에 순차적으로 액티브층(50a)과 오믹콘택층(50b)으로 구성된 반도체층(50)이 형성되어 있다.

<12>

상기 오믹 콘택층(50b) 위로는 소스 전극(55)과, 상기 게이트 전극(45)을 중심으로 상기 소스 전극(55)으로부터 소정간격 이격하여 서로 마주하며 드레인 전극(57)이 형성되어 있다.

<13>

또한, 상기 소스 및 드레인 전극(55, 57)과, 이들 두 전극(55, 57) 사이로 노출된 액티브층(50a) 및 게이트 절연막 위로 전면에 상기 드레인 전극(57)을 노출시키는 드레인 콘택홀(62)을 갖는 보호층(60)이 형성되어 있으며, 상기 보호층(60) 상부에는 각 화소영역(P)별로 독립되며, 상기 드레인 콘택홀(62)을 통해 상기 드레인 전극(57)과 접촉하는 화소전극(65)이 형성되어 있다.

<14>

이때, 전술한 액정표시장치용 어레이 기판(41)에 있어 특히 금속물질로 이루어진 배선(게이트 배선과 데이터 배선) 및 전극(게이트 전극과 소스 및 드레인 전극 등) 패턴은 스퍼터(sputter) 장치를 통한 증착공정을 진행함으로써 투명한 절연 기판 전면에 금속층을 형성하고, 이를 감광성 물질인 포토레지스트를 이용한 사진식각 공정을

진행하여 패터닝함으로써 형성되고 있다.

- <15> 간단히 도면을 참조하여 종래의 액정표시장치용 어레이 기판의 제조방법 중 금속물질을 이용하여 기판 상에 배선(게이트 배선)을 형성하는 방법에 대해 설명한다.
- <16> 도 3a 내지 3d는 종래의 액정표시장치용 어레이 기판의 제조방법에 있어서, 기판 상에 게이트 배선을 형성하는 것을 도시한 단계별 공정도이다.
- <17> 우선, 3a에 도시한 바와 같이, 투명한 절연기판(41)을 플라즈마 발생을 위한 챔버(92)를 갖는 스퍼터 장치(90)의 스테이지(94) 위에 위치시키고 상기 챔버(92)내에 증착하려는 금속물질로 이루어진 타겟 소스(96)를 상기 기판(59)과 마주하도록 위치시킨다. 이후, 상기 챔버(92)내에 플라즈마를 발생시키는 특정 가스, 예를들어 아르곤(Ar) 가스를 채운 뒤, 고압의 전원을 인가하여 플라즈마를 발생시키면, 상기 플라즈마에 의해 전자가 가속된다. 한편, 가속된 전자가 상기 아르곤(Ar) 가스와 충돌함으로써 아르곤 이온(Ar+)을 발생시키며, 이렇게 발생된 아르곤 이온(Ar+)이 상기 타겟 소스와 충돌함으로써 타겟 물질이 상기 타겟 소스로부터 튀어나와 이와 마주하는 기판에 증착되도록 함으로써 소정 두께의 금속층(43)을 상기 기판(59)에 형성한다.
- <18> 다음, 도 3b에 도시한 바와 같이, 상기 금속층(43) 위로 빛에 반응하는 감광성 물질인 포토레지스트를 전면에도포함으로써 포토레지스트층(81)을 형성하고, 상기 포토레지스트층(81) 위로 상기 기판(41) 상에 형성하려고 하는 배선의 형태대로 투과영역(TA) 또는 차단영역(BA)을 갖는 마스크(88)를 위치시키고, 상기 마스크(88)를 통한 노광을 실시한다.
- <19> 다음, 도 3c에 도시한 바와 같이, 상기 마스크(도 3b의 88)를 통한 노광을 실시한 포토레지스트층(도 3b의 81)을 현상함으로써 배선 형태의 포토레지스트 패턴(82)을 형성한다.
- <20> 다음, 도 3d에 도시한 바와 같이, 상기 포토레지스트 패턴(도 3c의 82) 외부로 노출된 상기 금속층(도 3c의 43)을 식각함으로써 제거하여 상기 기판(41) 상에 원하는 형태의 배선(44)을 형성한다. 이후, 상기 배선(44) 상부에 남아있는 포토레지스트 패턴(도 3c의 82)을 현상하여 제거하는 공정을 더욱 거침으로써 상기 기판(41) 상에 배선(44)만이 형성된 형태를 완성하게 된다.
- <21> 하지만, 전술한 종래의 포토리소그래피 방법에 의한 배선(또는 전극)의 형성은, 스퍼터 장치를 이용하게 되는 바, 이러한 상기 스퍼터 장치를 통한 금속물질의 증착에는 많은 시간이 소요되어 생산성을 저하시킨다. 또한 이러한 증착을 위해 사용되는 다수의 챔버를 갖춘 상기 스퍼터 장치는 매우 고가이므로 초기 투자 비용의 상승으로 결국 또 다시 생산성을 더욱 저하시키는 요인이 되고 있다.
- <22> 또한, 상기 금속물질을 기판 상에 증착하여 금속층을 형성한 후에도 그 상부에 포토레지스트를 도포하는 단계와, 일정패턴을 가지는 마스크를 배치하여 노광하는 단계와, 노광 처리된 포토레지스트층을 현상하여 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계와, 상기 포토레지스트 패턴을 마스크로 하여 상기 금속물질층을 식각하여 배선을 형성하는 공정을 거치게 되는 바, 그 공정이 복잡하고 그 시간 또한 길어지기 때문에 불량 발생의 가능성이 높아지게 되는 문제가 발생하고 있는 실정이다.
- <23> 한편, 전술한 방법에 의해 제조 되는 배선 패턴을 갖는 액정표시장치에 있어 어레이 기판(도 1의 10)과 컬러필터 기판(도 1의 20)의 모체가 되는 제 1 및 제 2 투명기판(도 1의 12, 22)은 전통적으로 유리 기판이 사용되었다.
- <24> 하지만, 최근 들어 노트북이나 PDA(personal digital assistant)와 같은 소형의 휴대용 단말기가 널리 보급됨에 따라 이들에 적용 가능하도록 유리보다 가볍고 경량임과 동시에 유연한 특성을 지니고 있어 파손위험이 적은 플라스틱 기판을 이용한 액정표시장치가 요구되고 있으며, 이를 위한 많은 투자 및 연구가 진행되고 있다.
- <25> 하지만, 플라스틱 기판을 이용한 액정패널은 액정표시장치의 제조 특성상 특히 스위칭 소자인 박막 트랜지스터가 형성되는 어레이 기판의 제조에는 200℃ 이상의 고온을 필요로 하는 고온 공정이 많아 내열성 및 내화학성이 유리기판보다 떨어지는 플라스틱 기판으로 상기 어레이 기판을 제조하는 데에는 어려움이 있다.
- <26> 더욱이 배선 또는 전극패턴 형성에 있어, 스퍼터링에 의한 금속물질 증착에 요구되는 챔버 내의 환경은 200℃ 이상의 공정온도가 요구되는 바, 이 또한 플렉서블한 플라스틱 기판을 이용하기 위해서는 해결해야 할 문제가 되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<27> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로써 표면 플라즈몬 공명에 의해 특정 파장대의 빛을 흡수하는 성질을 가지고 있는 금속 나노입자를 상온에서 잉크젯 장치를 이용하여 특정 형태로 도포하고 레이저를 통한 광학열처리를 실시하는 것을 특징을 하는 배선 및 전극패턴 형성 방법을 제안함으로써 플렉서블한 특성을 갖는 플라스틱 재질 기판의 손상 및 변형을 최소화하고, 상기 나노입자로 구성된 배선 및 전극패턴의 전도성을 향상시킬 수 있는 액정표시장치용 어레이 기판의 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

<28>

과제 해결수단

<29> 본 발명에 따른 배선 및 전극패턴 형성 방법은, 금속 나노입자를 형성하는 단계와; 상기 금속 나노입자를 용매와 혼합하여 분산액을 형성하는 단계와; 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도를 측정하는 단계와; 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 잉크젯 방식으로 기판 상에 프린팅하여 원하는 배선 및 전극패턴을 형성하는 단계와; 상기 배선 및 전극패턴이 형성된 기판 전면에 대해 레이저 장치를 통해 상기 분산액의 흡광도 피크치와 유사한 파장대의 레이저 빔을 조사하여 상기 배선 및 전극패턴에 대해서 광학 열처리를 실시하는 단계를 포함한다.

<30> 상기 금속 나노입자는, 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 원소 중 선택된 어느 하나의 금속 또는 2개 이상의 금속이 합금된 형태로 형성되며, 그 직경이 1nm 내지 100nm인 것이 바람직하다.

<31> 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도를 측정하는 단계는, 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도 측정을 통해 플라즈몬공명 피크를 관찰하여 최대 빛 흡수 파장을 가지는 특정 파장대를 추출하는 것이 특징이다.

<32> 상기 레이저 장치는 200nm 내지 500nm 파장대의 레이저 빔 조사가 가능한 Ar 레이저, InGaN 레이저, He-Ni 레이저, He-Cd 레이저 중 선택된 어느 하나인 것이 바람직하며, 상기 레이저 장치는, 20mW 내지 450mW의 파워를 갖는 레이저 빔을 조사하는 것이 특징이다. 이때, 상기 레이저 빔의 조사는 상기 배선 및 전극패턴의 내부 저항이 $10\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 내지 $200\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 되도록 조사시간 및 상기 파워를 조절하는 것이 특징이다.

<33> 본 발명에 따른 액정표시장치용 어레이 기판의 제조방법은, 기판 상에 제 1 금속 나노입자를 포함하는 제 1 분산액을 잉크젯 장치를 통해 프린팅함으로써 일방향으로 연장하는 게이트 배선 패턴과, 상기 게이트 배선 패턴과 연결된 게이트 전극 패턴을 형성하는 단계와; 상기 게이트 배선 패턴 및 게이트 전극 패턴이 형성된 기판에 대해 레이저 장치를 통해 상기 제 1 분산액의 흡광도 피크치와 유사한 파장대의 레이저 빔을 전면 조사하여 상기 게이트 배선 패턴 및 게이트 전극 패턴에 대해서 선택적으로 제 1 광학 열처리를 실시함으로써 제 1 금속 나노입자로 이루어진 게이트 배선과 게이트 전극을 형성하는 단계와; 상기 제 1 금속 나노입자로 이루어진 상기 게이트 배선과 게이트 전극 위로 게이트 절연막을 형성하는 단계와; 상기 게이트 절연막 위로 상기 게이트 전극에 대응하여 반도체층을 형성하는 단계와; 상기 반도체층 위로 제 2 금속 나노입자를 포함하는 제 2 분산액을 잉크젯 장치를 통해 프린팅함으로써 상기 게이트 배선과 교차하는 데이터 배선 패턴과 상기 반도체층 위로 서로 이격하는 소스 및 드레인 전극 패턴을 형성하는 단계와; 상기 데이터 배선 패턴과 소스 및 드레인 전극 패턴이 형성된 기판에 대해 레이저 장치를 통해 상기 제 2 분산액의 흡광도 피크치와 유사한 파장대의 레이저 빔을 전면 조사하여 상기 데이터 배선 패턴과 소스 및 드레인 전극 패턴에 대해서 제 2 광학 열처리를 실시함으로써 제 2 금속 나노입자로 이루어진 데이터 배선과 소스 및 드레인 전극을 형성하는 단계와; 상기 제 2 금속 나노입자로 이루어진 제 2 광학 열처리된 데이터 배선과 소스 및 드레인 전극 위로 상기 드레인 전극을 노출시키는 드레인 콘택홀을 갖는 보호층을 형성하는 단계와; 상기 보호층 위로 상기 드레인 콘택홀을 통해 상기 드레인 전극과 접촉하는 화소전극을 형성하는 단계를 포함한다.

<34> 상기 제 1 및 제 2 광학 열처리를 위한 상기 레이저 빔의 조사는 상기 게이트 및 데이터 배선과 게이트 전극과, 소스 및 드레인 전극의 내부 저항이 $10\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 내지 $200\mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 되도록 조사시간 및 상기 파워를 조절하는 것이 특징이다.

<35>

효과

<36> 본 발명에 따른 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성 방법은 흡광도로 측정한 피크와 유사한 파장의 레이저를 이용함으로써 투명한 기판은 그대로 투과하고 나노입자만 빛을 흡수하여 상기 배선 및 전극패턴이 형성된 부분에 대해서만 국부적으로 열처리됨으로써 기판이 손상되거나 변형되는 것을 방지할 수 있는 효과가 있으며, 나아가 플렉서블한 특성을 갖는 플라스틱 재질의 기판을 이용한 어레이 기판의 제조가 가능한 장점이 있다.

<37> 또한, 나노입자로 이루어진 배선 및 전극 패턴에 대해 특정 파장대를 갖는 레이저에 의한 선택적 광학 열처리에 의해 상기 배선 및 전극 패턴의 전도성이 향상되는 효과가 있다.

<38>

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<39> 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.

<40> 우선, 간단히 본 발명에 이용되는 나노입자의 제조 방법에 설명한다. 일례로서 은(Ag) 나노입자는 폴리비닐피롤리돈 9mg을 50ml의 에틸렌글리콜에 완전히 교반한 뒤 100℃로 가열하고 질산화은(AgNO₃) 3.0mg을 첨가함으로써 제조할 수 있다.

<41> 또 다른 일례로서 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자는 0.0576g의 구리 전구체와 폴리비닐피롤리돈 1.0634g을 6ml의 에틸렌글리콜에 넣고 질소 분위기에서 30분간 교반시켜 준 뒤 온도를 높인 상태에서 5ml의 에틸렌글리콜에 들어있는 0.01335g의 은 전구체를 첨가함으로써 제조할 수 있다.

<42> 전술한 은(Ag) 또는 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자 이외에 금(Au), 알루미늄(Al), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt) 중 하나 또는 둘 이상의 금속물질이 합금된 형태로 졸-겔 법, 가수분해법, 초음파법, 레이저 어블레이션 방법 등의 통상적인 나노입자 형성방법을 실시함으로써 제조 할 수 있다.

<43> 이때, 이와같이 제조된 나노입자는 다양한 크기의 직경을 갖도록 형성될 수 있으나, 본 발명에 있어서는 나노입자의 직경이 지나치게 클 경우 전도성 저하가 발생될 수 있으므로 1nm 내지 100nm 정도의 직경을 가지도록 형성하는 것이 바람직하다.

<44> 한편, 전술한 바와 같이 제조된 나노입자를 잉크젯 장치를 이용하여 기판상에 특정 형태로 잉크젯팅을 실시할 수 있도록 하기 위해 상기 나노입자는 용매에 섞어 소정의 점성을 갖는 분산액을 이루도록 한다. 이때 상기 분산액은 상기 나노입자의 농도를 높이기 위해 재분산 공정을 더욱 진행할 수도 있다. 한편, 상기 적정 농도를 갖는 나노입자를 포함하는 분산액에는 잉크젯팅이 원활하게 진행되도록 또는 균일한 코팅을 위해 첨가제가 더욱 첨가 될 수도 있다.

<45> 도 4a와 도 4b는 각각 본 발명에 이용되는 은(Ag) 나노입자와 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액의 주사전자현미경 사진을 나타낸 것이다.

<46> 도 4a에 도시한 바와 같이 은(Ag) 나노입자의 경우 그 직경이 20nm 정도의 분포를 가지며, 도 4b에 도시한 바와 같이, 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자의 경우 그 직경이 50nm 정도의 분포를 가짐을 알 수 있다.

<47> 한편, 전술한 금속 나노입자들은 표면 플라즈몬 공명 현상을 일으킬 수 있는 소스가 되며, 이러한 표면 플라즈몬 공명에 의해 특정 파장대의 레이저를 조사하게 되면 광열변환을 하게 되는 특성을 갖는다.

<48> 표면 플라즈몬(surface plasmon)은 금속박막 표면에서 일어나는 전자들의 집단적 진동(collective charge density oscillation)이며, 이에 의해 발생한 표면 플라즈몬 파는 금속과 유전체의 경계면을 따라 진행하는 표면 전자기파가 된다. 이때 이러한 현상을 나타내는 금속은 대표적으로 금, 은, 구리, 알루미늄 등과 같이 외부 자극에 의해 전자의 방출이 쉽고 음의 유전상수를 갖는 금속들이 된다.

<49> 표면 플라즈몬의 여기(excitation)는 외부에서 서로 다른 유전함수를 갖는 두 매질 경계면 즉, 금속과 유전체의 경계면에 전기장을 인가하면 두 매질 경계면에서 전기장 수직성분의 불연속성 때문에 표면전하가 유도되고 이러한 표면전하들의 진동이 표면 플라즈몬 파로 나타난다. 특정 조건을 만족하는 입사파가 금속박막의 경계면에서 전반사되고 소산파 (evanescent field)는 경계면에서 금속박막 속으로 지수 함수적으로 감소되지만 특정한 입사각과 박막의 두께에서는 경계면에 평행한 방향의 입사파와 금속박막과 공기의 경계면을 따라 진행하는 표면 플라즈몬 파의 위상이 일치할 경우 공명이 일어나게 된다. 이때 입사파의 에너지는 모두 금속박막에 흡수되어 반사파는 없어지고, 경계면에 수직한 방향의 전기장의 분포는 지수 함수적으로 경계면에서 가장 크고 금속

박막 속으로 갈수록 급격히 감소하는 현상이 발생하게 되는데 이를 표면 플라즈몬 공명(surface plasmon resonance)이라고 한다. 이러한 표면 플라즈몬 공명을 이용하여, 입사파로서 특정 파장대를 갖는 레이저 등을 조사하면, 모든 에너지가 금속박막에 흡수되는 특성을 갖게됨으로써 열에너지로 바뀌도록 할 수 있다.

<50> 따라서, 본 발명에서는 이러한 표면 플라즈몬 공명 현상을 이용할 수 있도록 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용하여 배선 및 전극패턴을 형성하고, 이에 대해 특정 파장대의 레이저를 조사하여 상기 배선 및 전극패턴이 형성된 부분에 대응해서는 열에너지가 발산하도록 하여 용매를 건조시킴으로써 나노입자들 만으로 이루어진 배선 및 전극패턴을 형성하는 것을 특징으로 한다. 이 경우, 투명한 기판에 대해서는 레이저를 조사하여도 투과하게 되므로 전혀 영향을 미치지 않게 되므로 기판이 변형되거나 또는 열적 손상을 방지할 수 있다.

<51> 한편, 이러한 특정 파장대를 갖는 레이저 조사를 실시하기 이전에 레이저 조사에 의한 표면 플라즈몬 공명에 의한 광학 열처리 효과를 극대화하기 위해서는 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도 측정을 실시해야 한다. 이러한 흡광도 측정을 통해서 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 최대 빛 흡수 파장을 확인할 수 있다. 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도는 빛 파장대역에 따른 흡수율을 측정해서 그 피크를 관찰함으로써 알 수 있다. 이때, 상기 분산액의 빛 흡광도는 금속 나노입자의 농도와 금속 나노입자를 이루는 물질에 따라 피크치가 변할 수 있다.

<52> 도 5는 본 발명에 이용된 은(Ag) 분산액과 은(Ag)-구리(Cu) 분산액의 흡광도를 측정한 그래프이다. 이때, 세로축은 흡수도, 가로축은 조사한 빛의 파장대를 나타낸다.

<53> 도시한 바와 같이, 은(Ag) 나노입자를 포함하는 분산액은 400nm 근처에서 흡수 피크가 나타나는 것을 알 수 있으며, 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액은 470nm 근처에서 흡수 피크가 나타나는 것을 알 수 있다.

<54> 이렇게 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광 피크 파장대를 알게 됨으로써 이러한 파장대를 갖는 레이저를 이용하여 이러한 분산액이 코팅된 기판에 대해 레이저를 조사함으로써 상기 분산액이 코팅된 부분에 대해서만 효과적으로 레이저를 흡수하여 광학 열처리가 이루어지게 된다.

<55> 이때 본 발명에 이용할 수 있는 레이저 장치는 Ar 레이저, InGaN 레이저, He-Ni 레이저, He-Cd 레이저 등이 있다. 이러한 레이저는 200nm 내지 500nm 정도에서 선택된 특정 파장대의 레이저빔 조사가 가능하기 때문이다. 일례로 상기 Ar 레이저 장치는 488nm 파장의 레이저 빔을 발생시킬 수 있으며, 따라서 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액의 광학 열처리에 이용할 수 있다. 이 경우 상기 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액은 470nm의 파장을 갖는 빛에 대해 최대 흡광 피크치를 가지므로 488nm의 파장을 갖는 Ar 레이저 장치의 레이저빔과는 18nm 정도의 차이를 갖지만 문제되지 않는다. 상기 사용되는 레이저의 파장대는 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 최대 빛 흡수 파장을 가지는 특정 파장대와 유사한 범위이기만 하면 열처리효과를 얻을 수 있기 때문이다.

<56> 이후에는 전술한 바와 같은 특성을 갖는 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용한 배선 및 전극 형성 방법에 대해 설명한다.

<57> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법을 개략적으로 도시한 순서도이다.

<58> 본 발명의 실시예에 따른 나노입자를 이용한 전극패턴 형성방법은 금속 나노입자를 형성하는 단계(S110)와, 상기 금속 나노입자를 용매와 혼합하여 분산액을 형성하는 단계(S120)와, 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광도를 측정하는 단계와(S130)와, 상기 형성된 나노입자 분산액을 잉크젯 방식으로 기판 상에 원하는 배선 또는 전극패턴으로 형성하는 단계(S140)와, 상기 형성된 배선 및 전극패턴에 광학 열처리를 실시하는 단계(S150)를 포함한다.

<59> 이때, 금속 나노입자를 형성하는 단계(S110)와, 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 형성하는 단계(S120)와, 분산액의 흡광도를 측정하는 단계(S130)에 대해서는 이미 설명하였으므로 이후 단계에 대해서만 설명한다.

<60> 상기 S140 단계는 금속 나노입자를 포함한 분산액을 잉크젯 장치를 통해 기판상에 특정 패턴 형태로 형성하는 단계로, 이때 상기 잉크젯 장치의 분사방식은 연속분사방식 또는 드롭-온-디맨드(Drop-on-demand) 방식을 이용할 수 있다.

<61> 여기서, 잉크젯 프린팅 방식에 의한 배선 및 전극패턴의 형성은 다수의 노즐을 포함하는 헤드가 이미

입력된 프로그램에 의해 기관 상에서 정렬을 실시한 후, 움직이며 상기 분산액의 분사 및 멈춤을 반복함으로써 이루어지게 된다.

<62> 그리고, 상기 S150 단계는 전극패턴의 전도성 향상을 위한 광학 열처리 수단으로 레이저 장치를 사용하는 것을 특징으로 한다. 이때, Ar 레이저, InGaN 레이저, He-Ni 레이저, He-Cd 레이저 중 선택된 어느 하나의 레이저 장치를 이용하여 금속 나노입자를 포함하는 분산액이 특정 패턴 형태로 코팅된 기관에 대해 레이저 빔을 조사하여 상기 특정 패턴 형태를 갖는 부분에 대해서만 광학 열처리가 진행되는 것을 특징으로 한다.

<63> 이때, 상기 선택된 레이저 장치는 상기 S130 단계를 통해 측정된 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 최대 빛 흡수 파장을 가지는 특정 파장대와 유사한 파장을 갖는 레이저 빔 조사가 가능한 것을 이용하는 것을 특징으로 한다. 상기 사용되는 레이저 빔의 파장대는 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 최대 빛 흡수 파장을 가지는 특정 파장대와 유사한 범위이지만 하면 열처리 효과를 얻을 수 있다.

<64> 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 최대 빛 흡수 파장을 가지는 특정 파장대는 일반적으로 200nm 내지 500nm 범위에 존재하므로, 레이저 빔의 파장은 200nm 내지 500nm 범위의 파장대를 사용하는 것이 바람직하며, 이때, 상기 선택된 레이저 장치의 파워는 20mW 내지 450mW 범위인 것이 바람직하다.

<65> 이렇게 특정 파장대를 갖는 레이저 빔을 기관에 조사하면 투명한 재질의 기관은 상기 레이저 빔이 그냥 투과하게 됨으로써 열을 발생하지 않고, 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액이 배선 또는 전극패턴 형태대로 코팅된 부분에 대해서만 선택적으로 레이저 빔이 흡수되어 열에너지로 전환됨으로써 열처리가 진행되게 된다. 투명한 기관과 금속 나노입자의 빛 흡수율 차이로 인해 원하는 부분만 선택적으로 광학 열처리를 수행하게 됨으로써 기관 전체에 대한 일관된 열처리를 탈피하게 됨으로써 상기 기관의 변형 또는 손상을 효과적으로 방지할 수 있는 것이 특징적인 면이 된다.

<66> 한편, 이렇게 잉크젯 장치를 통해 기관상에 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 코팅함으로써 특정 형태를 갖는 패턴을 형성한 후, 레이저 등을 통해 광학 열처리를 하는 것은, 상기 분산액을 이루는 금속 나노입자 이외의 용매와 첨가제를 휘발시켜 건조시키는 역할 이외에 금속 나노입자로 이루어진 배선 또는 전극 패턴의 전도성을 향상시키기 위함이다.

<67> 금속 나노입자의 경우, 열처리를 실시하게 되면 나노입자들이 서로 뭉치려는 성질이 강해서 서로 떨어져 이웃한 금속 나노입자간 그 이격거리가 좁혀지거나 또는 서로 접촉하며 위치하게 됨으로써 단위 면적당 자체 저항이 줄어들어 결과적으로 전도성을 향상시키게 된다.

<68> 도 7a와 7b는 본 발명의 실시예에 따른 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용하여 기관상에 잉크젯법에 의해 형성된 배선 및 전극패턴에 대해 각각 60mW 파워, 488nm 파장을 갖는 Ar 레이저 장치를 이용하여 시간을 변화시키며 레이저 빔을 조사했을 때의 은(Ag) 나노입자 및 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자로 이루어진 배선 또는 전극패턴의 내부 저항 변화를 나타내는 그래프이며, 도 8a와 8b는 본 발명의 실시예에 따른 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용하여 기관상에 잉크젯법에 의해 형성된 배선 및 전극패턴에 대해 레이저 빔의 파워를 달리 하며, 488nm 파장을 갖는 Ar 레이저 장치를 이용하여 30분간 조사했을 때의 은(Ag) 나노입자 및 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자로 이루어진 배선 또는 전극패턴의 내부 저항 변화를 나타내는 그래프이다.

<69> 은(Ag) 나노입자 또는 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액으로 이루어진 패턴의 경우, 모두 어느 정도까지는 레이저의 파워와 레이저 조사시간에 비례하여 그 내부 저항이 줄어들게 됨을 알 수 있다. 즉, 레이저의 파워가 높으면 높을수록 짧은 조사시간 내에 그 내부저항이 급격히 줄어들게 됨을 알 수 있으며, 레이저 빔의 파워를 고정했을 경우, 어느 정도까지는 조사시간에 비례하여 그 내부저항이 줄어듦을 알 수 있다.

<70> 도 7a와 도 8a를 참조하면, 은(Ag) 나노입자를 포함하는 분산액으로 코팅된 배선 또는 전극 패턴의 경우, 60mW의 파워와 488nm의 파장을 갖는 레이저 빔 조사 전에는 그 내부 저항이 $1678.8 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 였지만, 레이저 빔을 30분 조사 시는 $418.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$, 그리고 60분 조사시는 $247.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이 되었으며, 90분 조사시는 $257.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이 되었음을 알 수 있다. 파워를 변경하며 30분간 조사시는 60mW의 경우 $418.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$, 200mW의 경우, $100.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$, 그리고 400mW의 경우 $25.4 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 됨을 알 수 있었다.

<71> 도 7b와 8b를 참조하면, 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액으로 코팅된 배선 또는 전극 패턴의 경우, 60mW의 파워와 488nm의 파장을 갖는 레이저 빔 조사 전에는 그 내부 저항이 $1855.94.8 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 였지만, 레이저 빔을 30분 조사 시는 $231.61 \mu\Omega \cdot \text{cm}$, 그리고 60분 조사 시는 $178.47 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이 되었으며, 90분 조사 시는 $154.03 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이 되었음을 알 수 있다. 파워를 변경하며 30분간 조사 시는 60mW의 경우 $231.61 \mu\Omega \cdot \text{cm}$,

200mW의 경우, $59.49 \mu\Omega \cdot \text{cm}$, 그리고 400mW의 경우 $30.08 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 됨을 알 수 있었다.

<72> 이 경우, 배선 또는 전극 패턴은 그 내부 저항은 작으면 작을수록 좋지만, 통상 $300 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 보다 작은 크기의 저항을 갖게 되면 배선 또는 전극으로서 역할을 충분히 하므로, 레이저 파워와 조사시간을 적절히 조정하여 그 자체 저항이 $300 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하 바람직하게는 $10 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 내지 $200 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 되도록 함으로써 전도성을 향상시킬 수 있다.

<73> 이후에는 전술한 본 발명에 따른 금속 나노입자로서 배선 또는 전극 패턴을 형성하는 방법을 통해 액정 표시장치용 어레이 기판을 제조하는 방법에 대해 설명한다. 설명의 편의를 위해 기판상의 게이트 배선과 데이터 배선의 교차하여 정의되는 화소영역 내의 스위칭 소자가 형성된 영역을 스위칭 영역이라 정의한다.

<74> 도 9a 내지 도 9g는 본 발명에 의한 액정표시장치용 어레이 기판의 제조 방법에 따른 제조 공정 단면도로서 스위칭 소자를 포함하는 하나의 화소영역에 대한 제조 단계별 공정 단면도이다. 이때 설명의 편의를 위해 상기 스위칭 소자가 형성되는 영역을 스위칭 영역이라 정의한다.

<75> 도 9a에 도시한 바와 같이, 투명한 절연기판(201) 예를들면, 유리 또는 플라스틱 재질의 기판(201)상에, 금속 나노입자를 포함하는 분산액(270)을 잉크젯 장치(290)를 이용하여 선택적으로 프린팅함으로써 일방향으로 연장하는 게이트 배선(205)과, 각 스위칭 영역(TrA)에 상기 게이트 배선(205)과 연결된 게이트 전극(210)을 형성한다.

<76> 한편, 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)을 형성하는 금속 나노입자를 포함하는 분산액(270)에 대해서는 흡광도 측정을 통해 어느 파장대에서 흡수 피크치를 갖는지에 대해서 측정을 실시한다. 이는 상기 잉크젯 장치(290)를 통해 프린팅이 이루어진 후에 실시할 수도 있고, 또는 잉크젯팅 전에 실시할 수도 있다. 이미 기술했듯이 은(Ag) 또는 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액(270)의 경우 400nm 내지 500nm 범위에서 흡광 피크치를 가짐을 알 수 있다.

<77> 다음, 도 9b에 도시한 바와같이, 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액(도 9a의 270)으로써 프린팅되어 형성된 게이트 배선(205)과 게이트 전극(210)이 형성된 기판(201)에 대해 그 전면에 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액(도 9a의 270)의 흡광 피크치 또는 상기 피크치에 유사한 파장대를 갖는 레이저 빔(LB) 조사가 가능한 레이저 장치(293) 예를들면 488nm파장의 레이저 빔(LB) 조사가 가능한 Ar 레이저 장치를 통해 적정 파워(20mW 내지 450mW)를 갖는 레이저 빔(LB)을 적정시간 조사한다. 이 경우, 금속 나노입자로 이루어진 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)에 있어 그 자체 저항이 $300 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 이하 바람직하게는 $10 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 내지 $200 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ 가 되도록 상기 레이저 빔(LB)을 조사하는 것이 바람직하다. 이때, 상기 레이저 장치(293)는 Ar 레이저 장치를 일례로 보이고 있지만, 금속 나노입자를 포함하는 분산액(도 9a의 270)의 흡광도는 통상 200nm 내지 500nm에서 그 피크치를 갖는다. 따라서 488nm의 파장의 레이저빔을 조사하는 Ar레이저 장치 이외에 200 ~ 500nm 범위의 파장대를 갖는 InGaN 레이저, He-Ni 레이저, He-Cd 레이저 장치를 이용할 수도 있으며, 이때 각 레이저 장치(293)의 파워는 20 ~ 450mW 범위인 것이 바람직하다.

<78> 이 경우, 상기 레이저 빔(LB)은 투명한 기판(201)에 대해서는 아무런 영향을 주지않고 투과하고 금속 나노입자의 표면 플라즈몬 공명에 의해 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산액(도 9a의 270)으로 이루어진 상기 게이트 배선(205)과 게이트 전극(210)에 대해서만 그 광 에너지가 흡수되어 열에너지로 변환됨으로써 상기 금속 나노입자만을 남기고 용매 및 첨가제는 휘발되어 건조됨으로써 고체상태의 완전한 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)을 이루게 된다. 이때 이러한 레이저 빔 조사에 의해 광학 열처리됨으로써 금속 나노입자들이 서로 인접하도록 위치하게 되어 그 내부 저항을 줄여 전기 전도성이 향상된다.

<79> 이러한 금속 나노입자를 이용한 잉크젯 법과 광학 열처리 진행에 의한 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)의 형성은 전면 코팅을 요구하지 않으므로 재료 낭비가 없는 장점이 있으며, 나아가 포토레지스트의 도포, 노광 마스크를 이용한 노광, 현상 및 식각 등 패터닝을 위한 일련의 마스크 공정을 생략할 수 있음으로 공정 단순화 및 제조 비용 절감 등의 효과가 있다. 또한 기판 전면에 대해 300℃이상의 고온의 분위기를 필요로 하는 스퍼터링 공정을 생략함으로써 기판(201)의 변형 및 손상을 최소화하는 장점을 갖게 된다.

<80> 다음, 도 9c에 도시한 바와 같이, 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)위로 무기절연물질을 증착하거나 또는 유기절연물질을 코팅하여 게이트 절연막(215)을 형성한다.

<81> 이후, 도 9d에 도시한 바와 같이, 상기 게이트 절연막(215) 위로 상기 게이트 전극(210)에 대응하여 반도체 물질을 이용하여 반도체층(220)을 형성한다. 이때 상기 반도체층(220)은 순수 비정질 실리콘의 액티브층(220a)과 그 상부에서 불순물 비정질 실리콘의 오믹콘택층(220b)으로 구성될 수도 있으며, 또는 유기 반도체 물

질 예를들면 펜타신(pentacene) 또는 폴리사이오펜(polythiophene)으로서 단일층으로 구성될 수도 있다. 도면에서는 액티브층(220a)과 오믹콘택층(220b)으로 이루어진 반도체층(220)을 도시하였다.

<82> 다음, 도 9e에 도시한 바와 같이, 상기 게이트 배선(205)과 게이트 전극(210)을 형성한 동일한 방법을 진행하여 금속 나노입자로 이루어지며 상기 게이트 배선(205)과 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 데이터 배선(미도시)을 형성하고, 동시에 각 스위칭 영역(TrA)에 있어 상기 반도체층(220) 상부에서 서로 이격하는 소스 및 드레인 전극(233, 236)을 형성한다. 이때 상기 소스 전극(233)은 상기 데이터 배선(미도시)과 연결되도록 한다. 상기 게이트 전극(210)과 게이트 절연막(215)과 반도체층(220)과 소스 및 드레인 전극(233, 236)은 박막트랜지스터(Tr)를 이루게 된다.

<83> 한편, 상기 잉크젯 법에 의해 형성된 데이터 배선(미도시)과 소스 및 드레인 전극(233, 236)에 대해서도 도전성 확보를 위한 광학 열처리를 위해 레이저 빔의 조사를 실시하게 되며, 상기 금속 나노입자를 포함하는 분산재로 이루어진 데이터 배선(미도시)과 소스 및 드레인 전극(233, 236)은 특정 파장의 레이저 빔(LB)을 흡수하여 부분적인 열처리가 진행되게 된다. 이 경우, 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)이 형성된 부분에 대해서도 상기 레이저 빔(LB)은 흡수되어 2차 열처리가 진행되게 된다.

<84> 이때, 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)을 이루는 금속 나노입자를 포함하는 분산액과 데이터 배선(미도시)과 소스 및 드레인 전극(233, 236)을 이루는 금속 나노입자를 포함하는 분산액의 흡광 피크치에 많은 차이가 있는 경우, 먼저 형성된 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)에 대해서는 광열변화가 미약하게 됨으로써 상기 2차 열처리가 진행되지 않도록 할 수도 있다. 이는 기관(201)의 조건에 따라 달리 적용할 수 있다. 실험상으로는 흡광 피크치의 특정 파장대를 갖는 레이저 빔(LB)을 되도록 많이 조사받는 경우 더욱 그 자체의 저항이 작아지게 되어 전도성이 좋아짐을 알 수 있었다. 따라서 이러한 것으로 판단할 때, 상기 소스 및 드레인 전극(233, 236)과 데이터 배선(미도시)을 형성하는 금속 나노입자를 포함하는 분산액은 상기 게이트 배선(205) 및 게이트 전극(210)을 이루는 금속 나노입자를 포함하는 분산액과 동일한 것 또는 유사한 흡광 피크치를 갖는 분산액을 이용하는 것이 전도성 향상의 측면에서는 유리하지만, 기관(201)의 변형 또는 손상 방지의 측면에서는 부분적이라도 열처리를 되도록 하지 않는 것이 더 유리하므로 이는 제조업자에 의해 선택적으로 적절히 조절될 수 있다.

<85> 이후, 액티브층(220a)과 오믹콘택층(도 9d의 220b)으로 이루어진 반도체층(220)을 형성한 경우, 상기 광학 열처리가 완료된 소스 및 드레인 전극(233, 236)을 식각 마스크로 하여 이들 두 전극(233, 236) 사이로 노출된 상기 오믹콘택층(도 9d의 220b)을 제거함으로써 서로 이격하는 형태의 오믹콘택층(220c)을 형성한다. 단일층으로 이루어진 유기 반도체층의 경우는 이러한 공정은 생략될 수 있다.

<86> 다음, 도 9f에 도시한 바와 같이, 상기 금속 나노입자로서 이루어진 데이터 배선(미도시)과 소스 및 드레인 전극(233, 236)이 형성된 기관(201)위로 무기절연물질 예를들면 산화실리콘(SiO_2) 또는 질화실리콘(Si_3N_4)을 증착하거나 또는 유기절연물질 예를들면, 포토아크릴(photo acryl) 또는 벤조사이클로부텐(BCB)을 도포함으로써 보호층(240)을 형성하고, 이를 패터닝함으로써 상기 드레인 전극(236)을 노출시키는 드레인 콘택홀(243)을 형성한다.

<87> 다음, 도 9g에 도시한 바와 같이, 상기 드레인 콘택홀(243)이 형성된 보호층(240) 위로 투명도전성 물질 예를들면 인듐-틴-옥사이드(ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(IZO)를 전면 증착함으로써 투명 도전성 물질층(미도시)을 형성한다. 이후, 상기 투명 도전성 물질층(미도시)을 마스크 공정을 진행하여 패터닝함으로써 상기 드레인 콘택홀(243)을 통해 상기 드레인 전극(236)과 접촉하는 화소전극(250)을 각 화소영역(P)에 형성함으로써 어레이 기관(201)을 완성한다.

<88> 이때 상기 화소전극(250)은 전단의 게이트 배선(205)과 중첩하도록 형성함으로써 서로 중첩하는 부분이 스토리지 커패시터(StgC)를 이루도록 한다.

<89> 한편, 전술한 액정표시장치용 어레이 기관의 경우, 보텀 게이트 방식의 박막트랜지스터가 형성된 것을 일례로 보이고 있지만, 상기 반도체층을 단일층 구조로서 유기 반도체 물질을 이용하는 경우, 유기 반도체 물질의 특성을 고려하여 소스 및 드레인 전극과 데이터 배선을 우선적으로 형성하고, 유기 반도체층을 형성 한 후, 게이트 전극과 게이트 배선을 형성하는 방식으로 진행하여 탑 게이트 방식의 박막트랜지스터를 구비한 어레이 기관을 형성할 수도 있다. 이 경우 동일하게 상기 소스 및 드레인 전극과 데이터 배선의 형성과, 게이트 전극 및 게이트 배선의 형성은 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용하여 잉크제팅 방법과 레이저 빔 조사에 의한 선택적 광학 열처리 공정을 포함하는 배선 및 전극패턴 형성방법을 적용함은 당연하다 할 것이다.

<90> 본 발명의 실시예는 단순히 일례를 보인 것이며, 발명의 사상을 변화시키지 않는 범위에서 다양한 변형과 변화가 가능하다.

도면의 간단한 설명

<91> 도 1은 일반적인 액정표시장치의 분해사시도.

<92> 도 2는 종래의 액정표시장치의 어레이 기판 내의 하나의 화소영역을 박막트랜지스터를 포함하여 절단한 부분에 대한 단면도.

<93> 도 3a 내지 3d는 종래의 액정표시장치용 어레이 기판의 제조방법에 있어서, 기판 상에 게이트 배선을 형성하는 것을 도시한 단계별 공정도.

<94> 도 4a와 도 4b는 각각 본 발명에 이용되는 은(Ag) 나노입자와 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자를 포함하는 분산액의 주사전자현미경 사진.

<95> 도 5는 본 발명에 이용된 은 분산액과 은(Ag)-구리(Cu) 분산액의 흡광도를 측정한 그래프.

<96> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 나노입자를 이용한 배선 및 전극패턴 형성방법을 개략적으로 도시한 순서도.

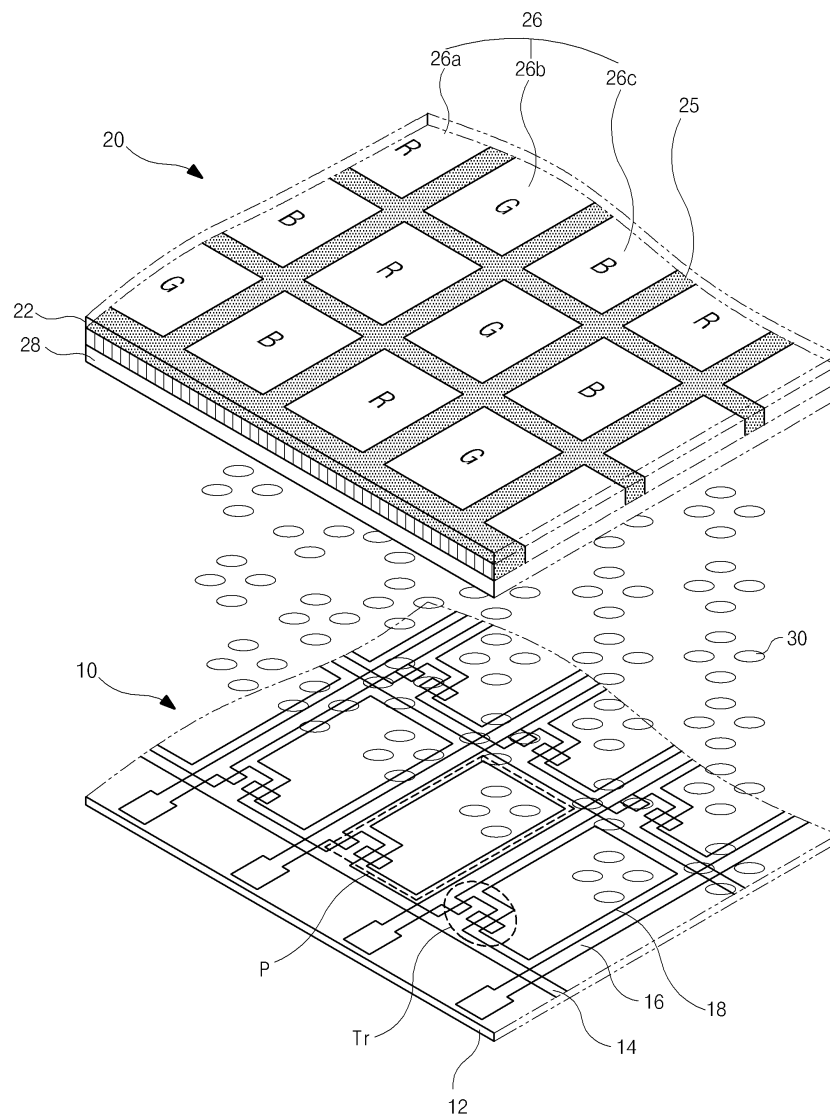
<97> 도 7a와 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용하여 기판상에 잉크젯법에 의해 형성된 배선 및 전극패턴에 대해 각각 60mW 파워, 488nm 파장을 갖는 Ar 레이저 장치를 이용하여 시간을 변화시키며 레이저 빔을 조사했을 때의 은(Ag) 나노입자 및 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자로 이루어진 배선 또는 전극패턴의 내부 저항 변화를 나타내는 그래프.

<98> 도 8a와 도 8b는 본 발명의 실시예에 따른 금속 나노입자를 포함하는 분산액을 이용하여 기판상에 잉크젯법에 의해 형성된 배선 및 전극패턴에 대해 레이저 빔의 파워를 달리하며, 488nm 파장을 갖는 Ar 레이저 장치를 이용하여 30분간 조사했을 때의 은(Ag) 나노입자 및 은(Ag)-구리(Cu) 나노입자로 이루어진 배선 또는 전극패턴의 내부 저항 변화를 나타내는 그래프.

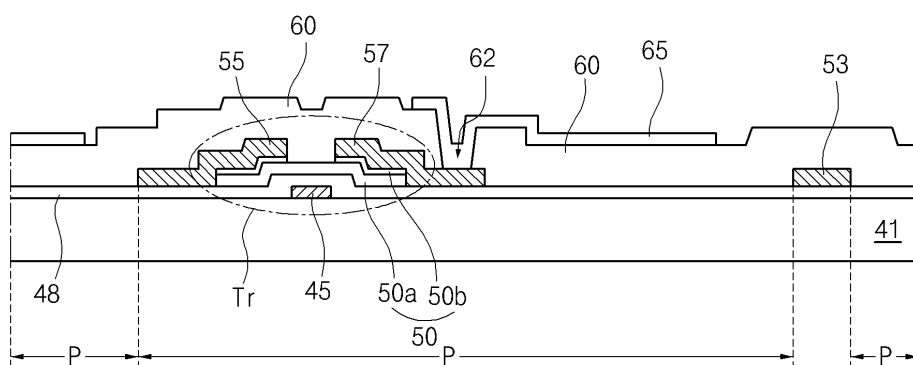
<99> 도 9a 내지 도 9g는 본 발명에 의한 액정표시장치용 어레이 기판의 제조 방법에 따른 제조 공정 단면도로서 스위칭 소자를 포함하는 하나의 화소영역에 대한 제조 단계별 공정 단면도.

도면

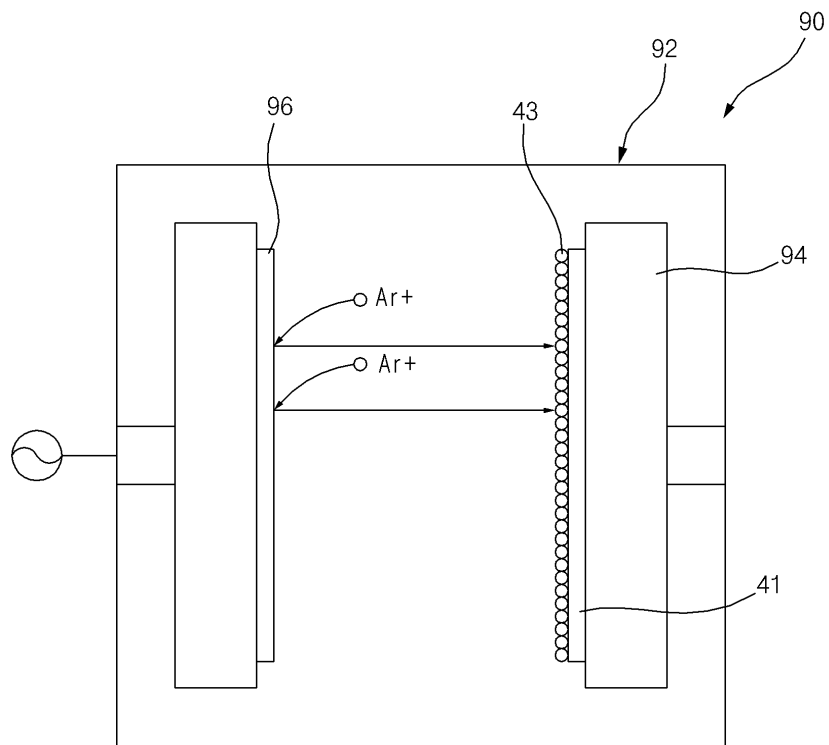
도면1



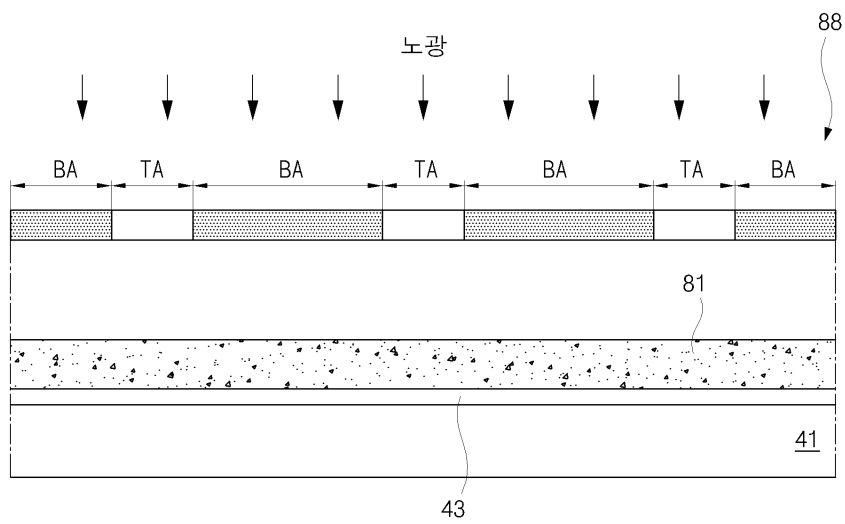
도면2



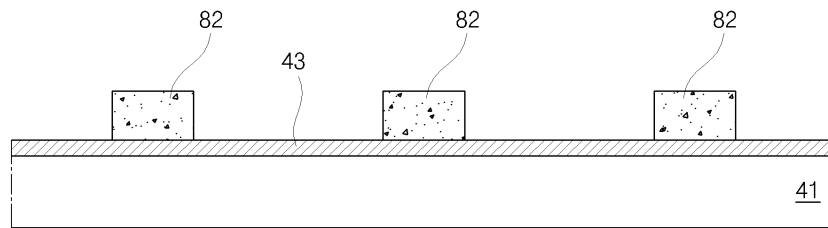
도면3a



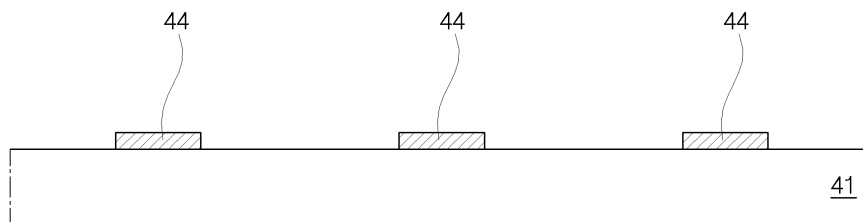
도면3b



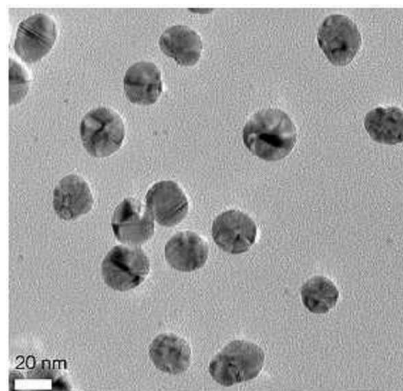
도면3c



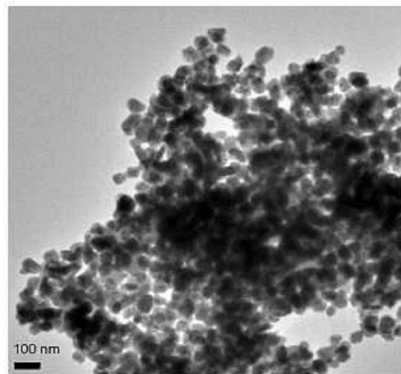
도면3d



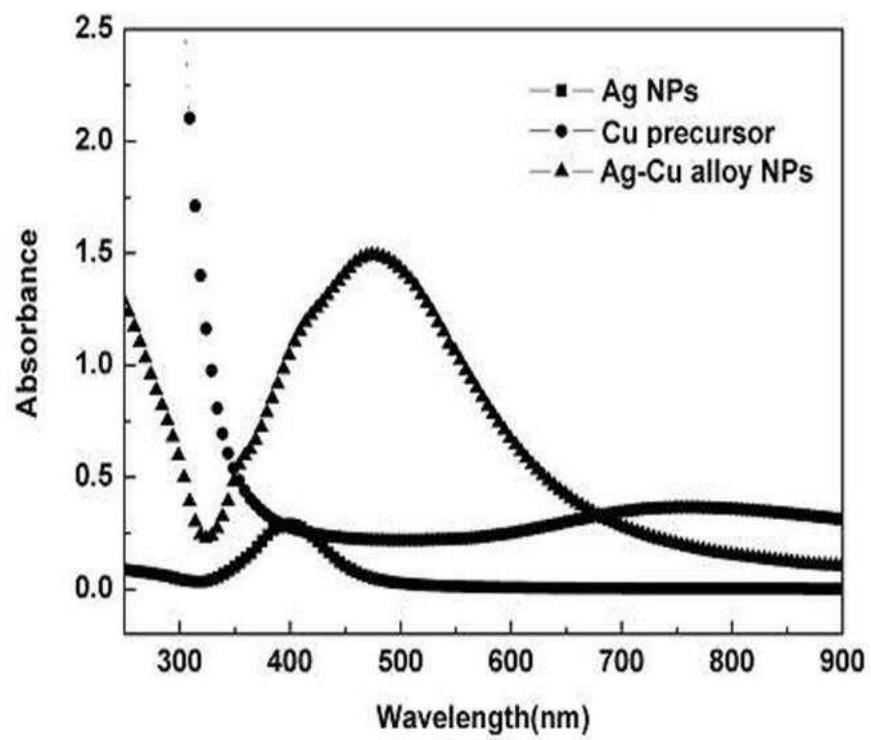
도면4a



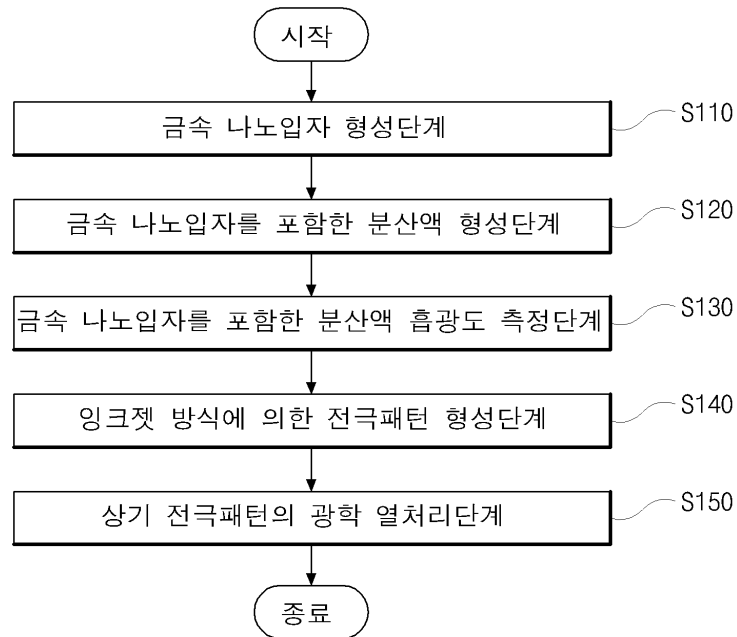
도면4b



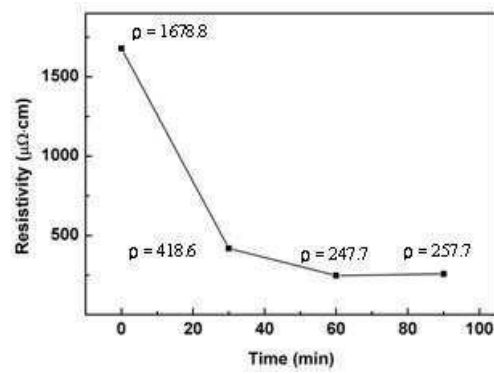
도면5



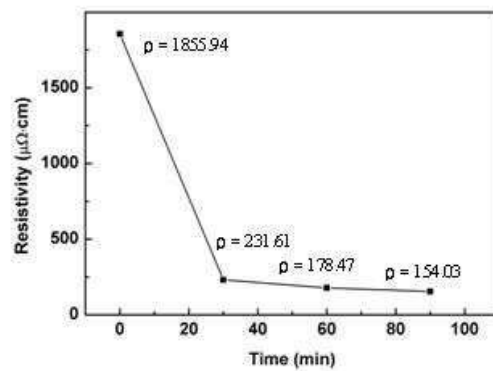
도면6



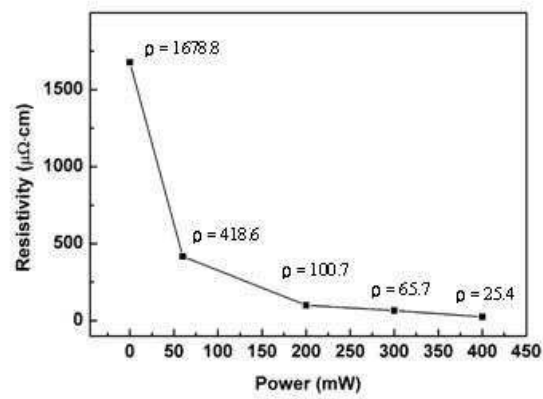
도면7a



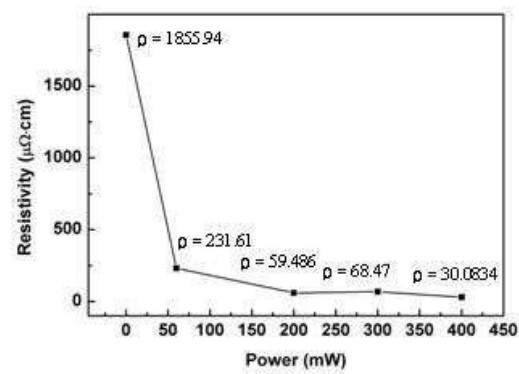
도면7b



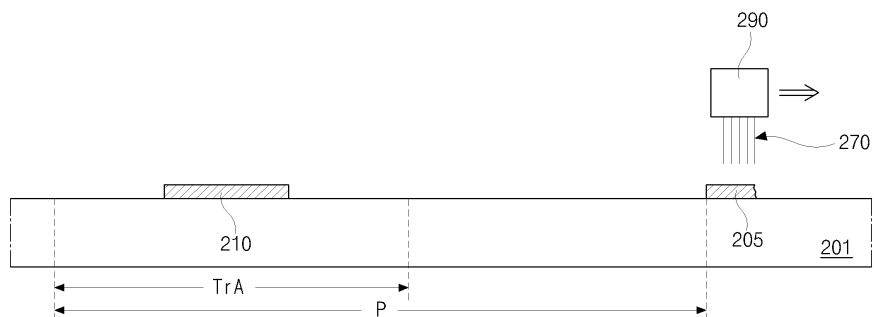
도면8a



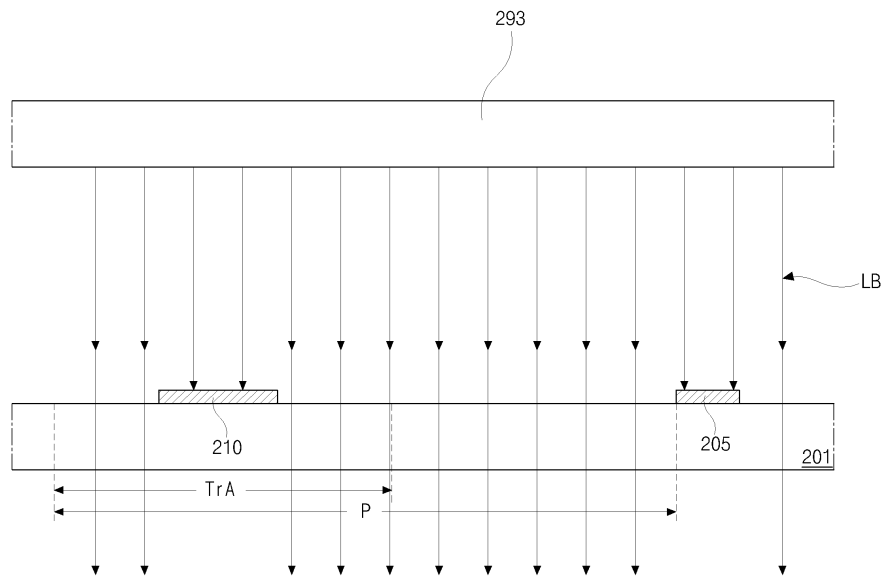
도면8b



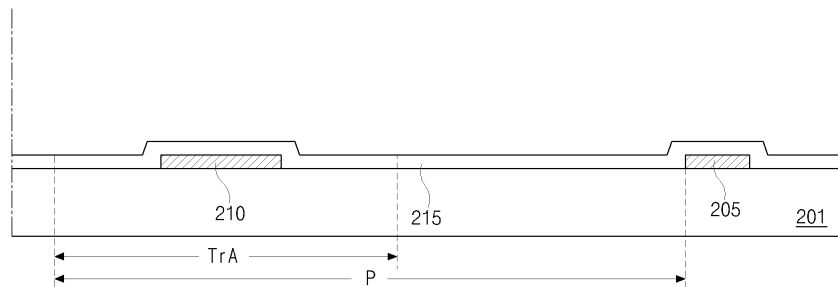
도면9a



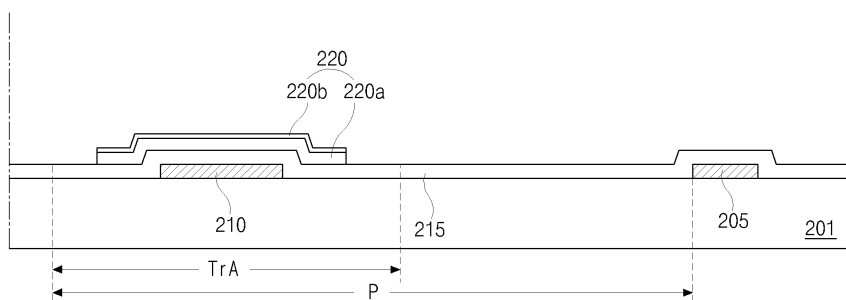
도면9b



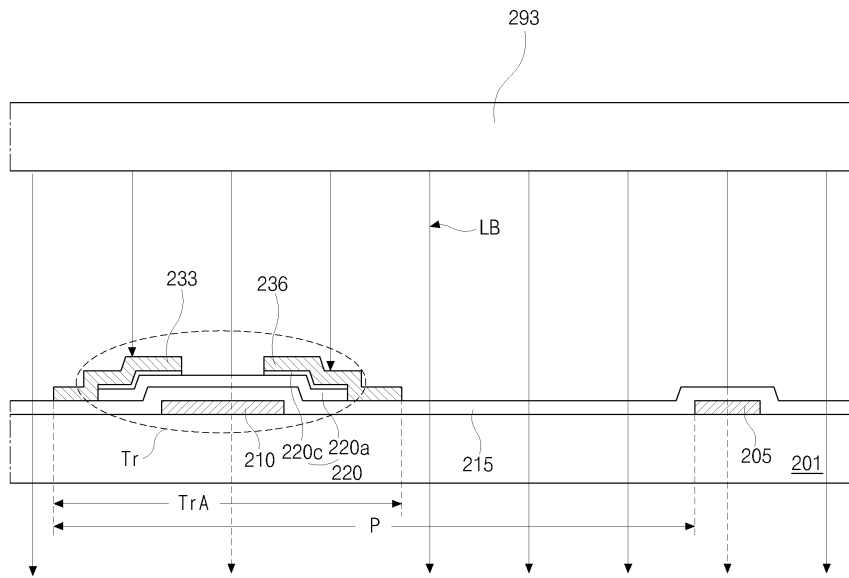
도면9c



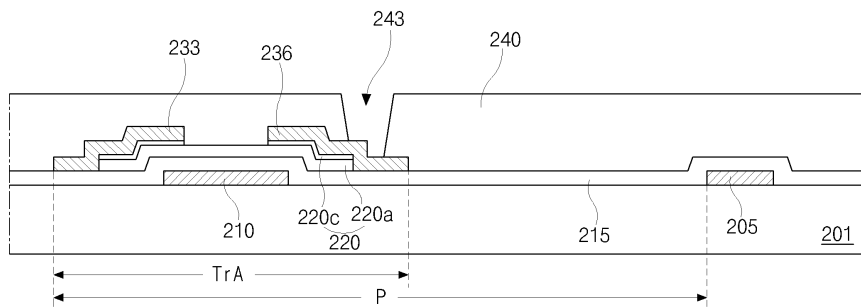
도면9d



도면9e



도면9f



도면9g

