

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0093872
(43) 공개일자 2022년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 5/20 (2022.01) G01J 1/04 (2006.01)
G02B 1/02 (2006.01) G02B 1/04 (2006.01)
G02B 5/08 (2006.01) G02F 1/1335 (2019.01)
H01L 27/32 (2006.01) H01L 31/0216 (2014.01)
H01L 31/055 (2014.01)

(52) CPC특허분류

G02B 5/206 (2013.01)
G01J 1/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0184996

(22) 출원일자 2020년12월28일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

고두현

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동)

문정민

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

네이트특허법인

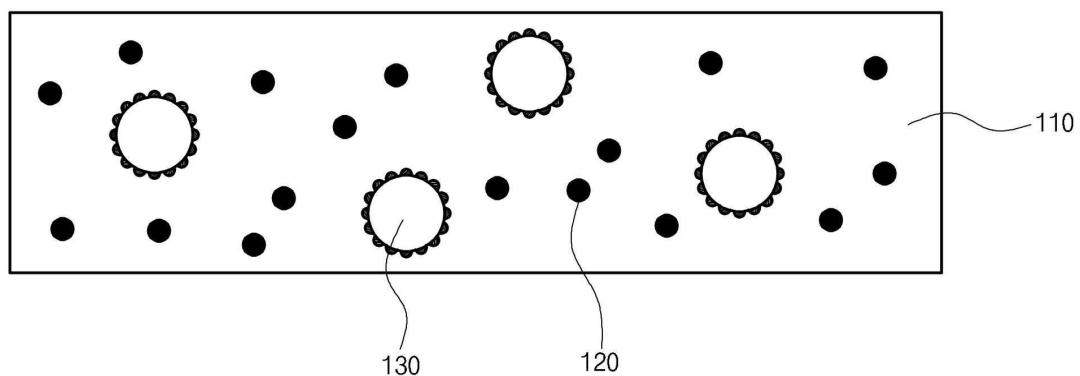
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 광변환필름 및 이를 구비한 전자장치

(57) 요약

본 발명은 광변환효율이 향상된 광변환필름에 관한 것으로, 베이스필름과, 상기 베이스필름이 산포되어 입력되는 광을 상향변환시켜 광의 파장을 변화시키는 상향변환 나노입자와, 상기 베이스필름이 산포되어 광을 공진시켜 증폭하는 나노공진체로 구성된다.

대표도 - 도1

100

(52) CPC특허분류

G02B 1/02 (2013.01)

G02B 1/04 (2013.01)

G02B 5/08 (2013.01)

G02F 1/133509 (2021.01)

H01L 27/3232 (2013.01)

H01L 31/02162 (2013.01)

H01L 31/055 (2013.01)

(72) 발명자

김학진

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

지광환

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

김병훈

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동)

신재민

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동)

김현식

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동)

명세서

청구범위

청구항 1

베이스필름;

상기 베이스필름이 산포되어 입력되는 광을 상향변환시켜 광의 파장을 변화시키는 상향변환 나노입자; 및

상기 베이스필름이 산포되어 광을 공진시켜 증폭하는 나노공진체로 구성된 광변환필름.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 베이스필름은 실리콘산화물, 금속산화물 또는 고분자수지를 이루어진 일군으로부터 선택된 적어도 하나의 물질로 구성된 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 상향변환필름은 이터븀(Yb)과 어븀(Er)가 공부활된 NaYF_4 ($\text{NaYF}_4;\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$), 이터븀(Yb)이 공부활된 NaYF_4 ($\text{NaYF}_4:\text{Yb}$), 이터븀(Yb)과 툴륨(Tm)이 공부활된 NaYF_4 ($\text{NaYF}_4:\text{Yb}/\text{Tm}$), 툴륨(Tm)이 공부활된 Na(Y,Gd)F_4 ($\text{Na(Y,Gd)F}_4:\text{Tm}$), 이터븀(Yb)이 공부활된 Na(Y,Gd)F_4 ($\text{Na(Y,Gd)F}_4:\text{Yb}$), 세륨(Ce)이 공부활된 Er/NaGdF_4 ($\text{Er/NaGdF}_4:\text{Ce}$)으로 이루어진 일군으로부터 선택된 적어도 하나의 물질로 구성된 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 나노공진체는,

비드; 및

상기 비드의 표면에 형성된 나노입자로 구성된 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 비드는 금속산화물로 이루어진 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 베이스필름의 상면에 배치된 반사형 편광부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 베이스필름의 측면에 배치된 제1반사부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 베이스필름의 하면에 배치된 제2반사부재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광변환필름.

청구항 9

화상이 표시되는 표시패널; 및

상기 표시패널에 전면에 배치된 제1항 내지 제7항에 기재된 광변환필름으로 구성된 표시장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 표시패널은 유기전계발광 표시패널, 액정표시패널, 미니LED 표시패널, 마이크로LED 표시패널 중 어느 한 표시패널인 것을 특징으로 하는 표시장치.

청구항 11

광신호를 전기신호로 변경하는 감지센서;

상기 감지센서에 배치된 전극; 및

상기 감지센서의 전면에 배치된 제1항 내지 제7항에 기재된 광변환필름으로 구성된 광센서.

청구항 12

광에너지를 전기에너지로 변환하는 태양전지패널; 및

상기 태양전지패널의 전면에 배치된 제1항 내지 제7항에 기재된 광변환필름으로 구성된 태양전지.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 태양전지패널은,

기판;

상기 기판 상에 형성된 제1전극층;

상기 제1전극층 상에 형성된 광흡수층; 및

상기 광흡수층 상에 형성된 제2전극층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 태양전지.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 입력되는 광의 파장을 변환시키는 광변환효율이 향상된 광변환필름 및 이를 구비한 전자장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0003] 파장변환필름은 특정 광원에서 발생하는 특정 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환시키는 필름으로서, 다양한 형태의 광원과 결합되어 입력되는 1차 광과 다른 파장의 2차 광을 제공하는 수단으로 널리 사용되고 있다. 그러나, 이러한 파장변환필름은 광변환효율이 낮기 때문에 다양한 용도로 사용하는데에 한계가 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 광변환효율이 향상된 광변환필름을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 상기 광변환필름이 구비된 전자장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 광변환필름은 베이스필름; 상기 베이스필름이 산포되어 입력되는 광을 상향변환시켜 광의 파장을 변화시키는 상향변환 나노입자; 및 상기 베이스필름이 산포되어 광을 공진시켜 증폭하는 나노공진체로 구성된다.

[0009] 베이스필름은 실리콘산화물, 금속산화물 또는 고분자수지로 이루어진 일균으로부터 선택된 적어도 하나의 물질로 구성되며, 상향변환필름은 이터븀(Yb)과 어븀(Er)가 공부활된 NaYF_4 ($\text{NaYF}_4:\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$), 이터븀(Yb)이 공부활된 $\text{NaYF}_4(\text{NaYF}_4:\text{Yb})$, 이터븀(Yb)과 툴륨(Tm)이 공부활된 NaYF_4 ($\text{NaYF}_4:\text{Yb}/\text{Tm}$), 툴륨(Tm)이 공부활된 $\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4$ ($\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4:\text{Tm}$), 이터븀(Yb)이 공부활된 $\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4$ ($\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4:\text{Yb}$), 세륨(Ce)이 공부활된 Er/NaGdF_4 ($\text{Er}/\text{NaGdF}_4:\text{Ce}$)으로 이루어진 일균으로부터 선택된 적어도 하나의 물질로 구성된다.

[0010] 나노공진체는 비드 및 상기 비드의 표면에 형성된 나노입자로 구성되며, 비드는 금속산화물로 구성된다.

[0011] 베이스필름의 상면에 배치된 반사형 편광부재를 더 포함할 수 있으며, 측면 및 하면에 배치된 반사부재를 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명에 따른 표시장치는 화상이 표시되는 표시패널과 상향변환 나노입자 및 나노공진체가 산포된 광변환필름으로 구성된다.

[0013] 광센서는 광신호를 전기신호로 변경하는 감지센서와 상향변환 나노입자 및 나노공진체가 산포된 광변환필름으로 구성된다.

[0014] 태양전지는 광에너지를 전기에너지로 변환하는 태양전지패널과 상향변환 나노입자 및 나노공진체가 산포된 광변환필름으로 구성된다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에서는 광변환필름에 상향변환 나노입자가 산포됨에 따라 입력되는 광의 파장을 변환하여 출력할 수 있게 된다.

[0017] 더욱이, 본 발명에서는 광변환필름에 나노공진체가 포함됨에 따라 파장이 변환된 필름을 공진하여 증폭시키므로, 광변환효율을 대폭 향상시킬 수 있게 된다.

[0018] 본 발명에서는 이러한 특성의 광변환필름을 표시장치에 적용함으로써 표시장치에 레이저포인터를 이용할 수 있게 될 뿐만 아니라 레이저포인터에 의해 표시되는 영역을 다양한 컬러로 표시할 수 있게 된다.

[0019] 또한, 광변환필름을 광센서에 적용함으로써 광센싱효율을 향상시킬 수 있게 되며, 광변환필름을 태양전지에 적용함으로써 에너지전환효율을 대폭 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 광변환필름을 나타내는 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 광변환필름의 나노공진체의 구조를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 광변환필름에서 입력되는 광이 변환되는 것을 나타내는 도면이다.

도 4a 및 도 4b는 각각 본 발명에 따른 광변환필름의 다른 구조를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 광변환필름의 제조방법을 나타내는 플로우차트이다.

도 6은 본 발명에 따른 상향변환 나노입자의 합성방법을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 나노공진체의 형성방법을 나타내는 도면이다.

도 8a-도 8d는 본 발명에 따른 광변환필름의 제작공정을 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명에 따른 광변환필름이 구비된 표시장치를 나타내는 도면이다

도 10은 본 발명에 따른 광변환필름이 구비된 광센서를 나타내는 도면이다.

도 11은 적외선LED 또는 적외선레이저를 온오프시켜 외부 물체에서 반사되어 광센서에 입력됨에 따라 측정되는 전류를 나타내는 그래프이다.

도 12는 본 발명에 따른 광변환필름이 구비된 태양전지를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 권리의 범위는 첨부된 청구항에 의해 결정되어야만 한다.

[0023] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 일실시예에 따른 광변환필름을 상세히 설명한다.

[0024] 도 1은 본 발명에 따른 광변환필름(100)을 나타내는 도면이다.

[0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 광변환필름(100)은 베이스필름(110)과, 상기 베이스필름(110) 내에 분산된 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)로 구성된다.

[0026] 이러한 광변환필름(100)은 입사되는 광의 파장을 변환하여 출력한다. 예를 들어, 상기 광변환필름(100)은 적외선과 같은 낮은 에너지의 광이 입사되면 가시광선과 같은 높은 에너지의 광을 발광하여 출력한다. 이와 같은 입사광의 파장변환은 상향변환 나노입자(120)에 의해 발생하는데, 이를 좀 더 자세히 설명하면 다음과 같다.

[0027] 일반적으로 대부분의 형광체는 여기에너지 보다 작은 에너지의 광을 발광하게 된다. 즉, 형광체에 광이 입사되면 광으로부터 외부에너지를 흡수하여 기저상태의 전자가 여기되고 가장 낮은 여기에너지로 완화된 후 다시 기저상태로 전자가 이동하며 광을 방출한다. 따라서 흡수된 에너지 보다 작은 에너지의 광이 방출되게 되며, 이를 하향변환(downconversion)이라 한다.

[0028] 반면, 외부 에너지가 매우 강하여 형광체 내에서 여기된 전자가 기저준위로 떨어지기 전, 한 번 더 여기되어 더 높은 에너지준위로 이동한 후 기저준위로 돌아간다면, 흡수된 에너지보다 더 큰 에너지를 광이 방출된다. 이와 같이, 작은 에너지의 외부에너지가 형광체를 통해 큰 에너지로 변하게 되는 경우, 그 과정을 상향변환(upconversion)이라고 한다.

[0029] 상향변환은 이광자 흡수과정을 거쳐 발생한다. 즉, 외부여기광의 출력이 매우 큰 경우, 여기된 전자가 기저준위로 돌아가기 전에 한번 더 여기되어 입사된 에너지 보다 더 높은 에너지준위로 여기되며, 이러한 이광자 흡수과정을 거친 후 여기된 전자가 기저준위로 천이하면서 발광하는 광의 파장은 입사된 광의 파장보다 더 짧아지게 된다.

[0030] 또한, 상향변환은 형광체에 란타늄을 도핑함으로써 실행될 수 있다. 이광자흡수과정에서는 기저준위의 전자가 최종 여기준위로 천이할 확률이 매우 낮은 반면에, 란타늄이 도핑된 형광체의 경우 기저준위와 여기준위 사이에 여러 에너지준위들이 있기 때문에, 외부 입사광에 의해 여기된 전자가 중간 에너지 준위로 여기된 후 최종 여기준위로 천이할 확률이 높아지므로, 상향변환의 효율이 향상된다.

[0031] 외부 광원, 예를 들면 적외선을 잘 흡수할 수 있는 란타늄 원소를 공부활제로 모체에 도핑하는 경우, 공부활제로부터 활성제로 에너지가 전달되어 효율적으로 2단계 여기과정을 거치며 여기광보다 큰 에너지의 광을 발광할

수 있게 된다.

[0032] 본 발명에서는 상향변환 입자로서, 나노입자를 사용한다. 이러한 상향변환 나노입자(120)으로는 이터븀(Yb)과 어븀(Er)가 공부활된 $\text{NaYF}_4(\text{NaYF}_4:\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+})$, 이터븀(Yb)이 공부활된 $\text{NaYF}_4(\text{NaYF}_4:\text{Yb})$, 이터븀(Yb)과 툴륨(Tm)이 공부활된 $\text{NaYF}_4(\text{NaYF}_4:\text{Yb}/\text{Tm})$, 툴륨(Tm)이 공부활된 $\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4(\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4:\text{Tm})$, 이터븀(Yb)이 공부활된 $\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4(\text{Na}(\text{Y},\text{Gd})\text{F}_4:\text{Yb})$, 세륨(Ce)이 공부활된 $\text{Er}/\text{NaGdF}_4(\text{Er}/\text{NaGdF}_4:\text{Ce})$ 이 사용될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0033] 본 발명에서는 광변환필름(100)에 산포되는 상향변환 나노입자(120)의 종류에 따라 방출하는 광의 파장을 결정할 수 있다.

[0034] 예를 들어, NaYF_4 기반의 상향변환 나노입자(120)를 사용하는 경우, 적외선이 광변환필름(100)의 상향변환 나노입자(120)에 입력되면, 이터븀(Yb^{3+}) 이온에 의해 적외선이 흡수되어 에너지 전달과정을 통해 어븀(Er^{3+}) 및 툴륨(Tm) 이온이 여기된 후 전자천이를 통해 각각 녹색과 청색 스펙트럼영역에 발광 피크가 형성된다. 다시 말해서, 상향변환 나노입자(120)로서 NaYF_4 기반의상향변환 나노입자를 사용하는 경우, 공부활된 이온에 따라 다른 컬러의 단색광을 방출할 수 있게 된다.

[0035] 다시 도 1을 참조하면, 나노공진체(130)는 상향변환 나노입자(120)에 의해 파장변환된 광의 변환효율을 향상시킨다.

[0036] 상향변환 나노입자(120)는 기존의 형광체와는 달리 여기광 보다 더 큰 에너지의 광을 발광하는 특성을 가진다. 그러나, 상향변환의 발광원리상 에너지가 작은 두개의 광자가 에너지가 큰 하나의 광자로 바뀌기 때문에 방출되는 광의 세기는 여기광의 세기에 비하여 크게 감소할 수 밖에 없다. 따라서, 상향변환은 하향변환에 비하여 발광효율이 매우 낮다. 더욱이, 상향변환 나노입자(120)의 크기가 작아져 수 나노미터에서 수십 나노미터 영역의 크기를 가지게 되면 입도가 작아짐에 따라 발광이 크게 감소하기 때문에, 상향변환 나노입자(120)의 경우 발광효율이 매우 낮은 단점이 있다. 나노공진체(130)는 이러한 상향변환 나노입자(120)의 낮은 발광효율을 보완하여 발광효율을 향상시킨다.

[0037] 도 2은 본 발명에 따른 광변환필름(100)의 나노공진체(130)의 구조를 나타내는 도면이다.

[0038] 도 2에 도시된 바와 같이, 나노공진체(130)는 원형상의 비드(132)와 상기 비드(132)의 표면에 형성된 나노입자(134)를 포함한다. 이때, 비드(132)로는 금속산화물, 예를 들면 산화규소(SiO_2), 산화티타늄(TiO_2), 마그네슘옥사이드(MgO), 산화이트륨(Y_2O_3), 산화알루미늄(Al_2O_3), 산화마그네슘(MgO), 산화아연(ZnO), 산화주석(SnO), 산화철(FeO), 산화지르코늄(ZrO_2), 산화크로뮴(Cr_2O_3), 산화하프늄(HfO), 산화베릴륨(BeO) 또는 산화텅스텐(W) 등이 사용될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 나노입자(134)로는 은나노입자가 사용될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 이러한 나노공진체(130)는 상향변환 나노입자(120)에 의해 파장변환된 광을 표면플라즈몬 현상과 회랑속삭임모드(Whispering gallery mode)에 의해 상향 발광효율을 향상시키는데, 이하에서는 이를 자세히 설명한다.

[0040] 표면플라즈몬현상은 나노 크기 수준의 귀금속 표면의 전자의 집단적인 진동운동이 갖는 고유의 파수벡터와 외부에서 입사하는 광의 파수벡터가 일치하는 조건에서 공명이 일어남으로써 증폭된 장(field)이 유도되는 현상이다. 특히, 표면플라즈몬은 음의 유전함수(dielectric function, $\epsilon' < 0$)를 갖는 금속과 양($\epsilon' > 0$)의 유전상수를 갖는 매체의 계면을 따라 전파하는 전도대(conduction band) 전자들의 집단적인 진동(collective oscillation)현상으로서, 외부에서 입사하는 광과의 상호작용의 결과 여기되어 입사하는 광 보다 증강된 크기를 갖고 계면에서 수직 방향으로 멀어질수록 지수적으로 감소하는 소멸파의 성질과 형태를 갖는다.

[0041] 회랑속삭임모드는 구형이나 반구형 또는 타원형의 회랑에서 속삭임과 같은 작은 소리가 회랑의 반대편에서 크게 들리는 현상이다. 이러한 현상은 원형 또는 타원과 유사한 구조의 유전체와 전자기파 사이에도 동일하게 발생한다. 즉, 광이 나노공진체(130) 내부의 경계면을 따라 전반사하며, 전반사에 의해 광이 나노공진체(130) 내부에 매우 오랜 시간 갇히게 되면서 공진 현상이 발생한다.

[0042] 상기 상향변환 나노입자(120)에 의해 파장변환된 광은 표면플라즈몬 현상과 회랑속삭임모드에 의해 공진되어 증폭된 후 출력된다.

- [0043] 다시 도 1을 참조하면, 상기 베이스필름(110)은 실리콘산화물, 금속산화물 또는 고분자수지로 구성될 수 있다. 이때, 상기 고분자수지로는 폴리디메틸실록산(PDMS), 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리이미드(PI), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 코폴리에틸렌나프탈레이트(co-PEN), 폴리카보네이트(PC), 폴리스타이렌(PS), 폴리부틸렌테레프탈레이트(PBT), 폴리프로필렌(PP), 폴리에틸렌(PE), 아크릴로니트릴 부타디엔(ABS), 폴리우레탄(PU), 폴리비닐클로라이드(PVC), 스타이렌아크릴로니트릴혼합(SAN), 에틸렌산비닐(EVA), 폴리아미드(PA), 폴리아세탈(POM) 등을 사용할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니라 현재 알려진 다양한 고분자수지를 사용할 수 있을 것이다.
- [0044] 액상의 실리콘산화물, 금속산화물 또는 고분자수지에는 다수의 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)가 불규칙하게 산포된 후, 상기 액상의 실리콘산화물, 금속산화물 또는 고분자수지를 경화함으로써 광변환필름(100)이 제작될 수 있다.
- [0045] 도 3은 본 발명에 따른 광변환필름(100)에서 입력되는 광이 변환되는 것을 나타내는 도면이다.
- [0046] 도 3에 도시된 바와 같이, 광변환필름(100)으로 입력된 적외선(또는 근적외선)은 베이스필름(110) 내부로 전파된 후 상향변환 나노입자(120)에 입력된다. 입력된 적외선은 상향변환 나노입자(120)에 의해 흡수되어 이온이 여기된 후 전자천이를 통해 더 큰 에너지를 가진 가시광선(V)을 방출한다. 이때, 상향변환 나노입자(120)의 종류에 따라 천이되는 에너지준위가 달라지며, 이에 따라 출력되는 가시광선(V)의 파장이 달라진다. 즉, 광변환필름(100)에 포함되는 상향변환 나노입자(120)의 종류를 달리함에 따라 출력되는 가시광선(V)의 파장, 즉 컬러를 결정할 수 있게 된다.
- [0047] 방출된 가시광선(V)은 다시 베이스필름(110) 내부에서 전파된 후 나노공진체(130)로 입력되며, 나노공진체(130) 표면에서의 표면플라즈몬현상과 나노공진체(130)의 내부에서의 속삭임회랑모드에 의해 입력된 광이 공진되어 증폭된 후 광변환필름(100) 외부로 출력된다.
- [0048] 또한, 광변환필름(100)으로 입력된 적외선(또는 근적외선)은 베이스필름(110) 내부로 전파된 후 나노공진체(130)에 먼저 입력될 수 있다. 이 경우, 입력된 적외선은 나노공진체(130) 표면에서의 표면플라즈몬현상과 나노공진체(130)의 내부에서의 속삭임회랑모드에 의해 입력된 후 증폭된 적외선으로 출력된다.
- [0049] 상기 증폭된 적외선은 베이스필름(110) 내부에서 다시 전파되어 상향변환 나노입자(120)에 입력되며, 상향변환 나노입자(120)에 의해 가시광선으로 파장변환되어 광변환필름(100) 외부로 출력된다.
- [0050] 다시 말해서, 본 발명에 따른 광변환필름(100)에서는 입력되는 적외선(또는 근적외선)이 상향변환 나노입자(120)에 의해 우선 가시광선으로 변환된 후 나노공진체(130)에 의해 변환된 가시광선이 증폭되어 출력될 수도 있으며, 입력되는 적외선(또는 근적외선)이 나노공진체(130)에 의해 우선 증폭된 후 상향변환 나노입자(120)에 의해 가시광선으로 변환된 후 출력될 수도 있다.
- [0051] 이러한 상향변환 나노입자(120)에 의한 파장변환과 나노공진체(130)에 의한 공진은 광변환필름(100) 내부에서 수차례 반복된 후 출력되므로, 광의 공진이 수차례 반복되어 광변환필름(100)의 광변환효율이 대폭 향상된다.
- [0052] 이와 같이, 본 발명에 따른 광변환필름(100)에서는 베이스필름(110)에 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)를 산포시킴으로써 적외선을 가시광선으로 파장변환하여 출력함과 동시에 충분한 세기로 광을 증폭하여 출력할 수 있게 된다.
- [0053] 또한, 본 발명에서는 단지 적외선이 입력되어 가시광선이 출력되는 것이 아니라, 가시광선이 입력되어 더 높은 에너지의 자외선을 출력될 수도 있고 높은 파장대의 가시광선이 입력되어 더 높은 에너지를 갖는 낮은 파장대의 가시광선이 출력될 수도 있다.
- [0054] 상기 광변환필름(100)에서 출력되는 광은 광변환필름(100)의 하면, 상면 및 측면으로 출력될 수 있다. 즉, 광변환필름(100)의 상면으로 입사된 광이 파장변환되고 공진된 후, 광변환필름(100)을 투과할 수도 있고(광변환필름(100)의 하면으로 출력) 광변환필름(100)에서 반사될 수도 있으며(광변환필름(100)의 상으로 출력), 광변환필름(100)에 의해 경로가 변경될 수도 있다(광변환필름(100)의 측면으로 출력).
- [0055] 이와 같이, 광변환필름(100)을 광이 투과하거나 반사하거나 경로를 변경시키는 특성에 따라 상기 광변환필름(100)은 다양한 용도로 다양한 전자장치에 적용될 수 있다.
- [0056] 또한, 광변환필름(100)을 광이 투과하거나 반사하거나 경로를 변경시키는 특성을 더욱 향상시키기 위해 부가적인 구성이 상기 광변환필름(100)에 추가될 수 있다.

- [0057] 도 4a 및 도 4b는 본 발명에 따른 광변환필름(100)의 다른 구조를 나타내는 도면이다.
- [0058] 도 4a에 도시된 바와 같이, 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)가 산포된 광변환필름(100)의 상면에는 반사형 편광층(140)이 형성되고 측면에는 반사층(142)이 형성된다.
- [0059] 상기 반사형 편광층(140)은 광변환필름(100)으로 입사된 광이 상향변환 및 공진된 후 상면 및 측면을 통해 출력되는 것을 방지한다. 광이 반사형 편광층(140)을 통해 광변환필름(100)을 입사될 때, 입사된 광은 제1편광방향으로 편광되어 입력된다. 제1방향으로 편광된 광중에서 광변환필름(100)을 전파하면서 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)에 의해 상향변환되고 공진된 후 광변환필름(100)의 상면으로 출력되는 광은 상향변환 및 공진과정에서 광이 편광상태가 변경된다.
- [0060] 즉, 광변환필름(100)의 상면으로 출력되는 광의 편광방향은 제1편광방향이 아닌 다른 방향으로 편광된 광으로 변경되며, 이 광이 상기 반사형 편광층(140)에 의해 반사되어 다시 광변환필름(100) 내부로 입력된다.
- [0061] 또한, 광변환필름(100)의 측면으로 출력되는 광은 측면에 형성된 반사층(142)에 의해 다시 광변환필름(100) 내부로 입력된다.
- [0062] 따라서, 광변환필름(100)의 상면으로 입력된 광은 광변환필름(100)의 상면과 측면에서 반사되어 광변환필름(100)의 하면으로만 출력된다. 즉, 상기 광변환필름(100)은 투과필름의 역할을 한다.
- [0063] 이때, 상기 광변환필름(100)의 상면 및 측면에서 반사된 광은 상기 광변환필름(100) 내부에서 상기 나노공진체(130)에 의해 다시 공진되므로, 더욱 증폭된 광을 투과시킬 수 있게 되어 광변환효율을 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0064] 한편, 상기 반사형 편광층(140) 및 반사층(142)은 상기 광변환필름(100)의 상면 및 측면의 표면에 직접 형성되지만, 반사형 편사판 및 반사판의 형태로 광변환필름(100)의 상면 및 측면에 부착될 수도 있다.
- [0065] 도 4b에 도시된 바와 같이, 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)가 산포된 광변환필름(100)의 하면 및 측면에는 반사층(142)이 형성된다.
- [0066] 상기 광변환필름(100)의 상면으로 입사되어 광변환 및 공진된 광은 광변환필름(100)의 하면 및 측면의 반사층(142)에 의해 반사되어 광변환필름(100)의 상면으로 다시 출력된다. 따라서, 상기 광변환필름(100)은 광의 파장을 변환하고 공진시켜 반사시키는 반사필름이다.
- [0067] 이때, 상기 광변환필름(100)의 하면 및 측면에서 반사된 광은 상기 광변환필름(100) 내부에서 상기 나노공진체(130)에 의해 다시 공진되므로, 더욱 증폭된 광을 투과시킬 수 있게 되어 광변환효율을 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0068] 또한, 상기 반사층(142)은 반사필름의 형태로 광변환필름(100)의 하면 및 측면에 부착될 수도 있다.
- [0069] 도 5는 본 발명에 따른 광변환필름(100)의 제조방법을 나타내는 플로우차트이다.
- [0070] 도 5에 도시된 바와 같이, 우선 상향변환 나노입자(120)를 합성하고 나노공진체(130)를 형성한다(S101, S102). 이때, 상기 상향변환 나노입자(120)와 나노공진체(130)는 각각 별개의 공정에 의해 형성된다.
- [0071] 이어서, 액상의 실리콘산화물, 금속산화물 또는 고분자수지에 제작된 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)를 혼합한 후(S103), 혼합된 용액을 기판 등에 도포한다(S104).
- [0072] 그 후, 도포된 혼합용액을 기포제거기를 이용하여 기포를 제거한다(S105). 이어서, 기포가 제거된 혼합용액을 설정된 온도에서 설정된 시간동안 열을 인가하여 경화시킨 후, 이를 재단하여 설정된 형상 및 크기의 광변환필름(100)을 제작한다(S106, S107).
- [0073] 이하에서는 상기와 같은 제조방법을 좀더 구체적으로 설명한다. 이때, 베이스필름(110), 상향변환 나노입자(120) 및 나노공진체(130)는 상술한 다양한 물질로 구성될 수 있지만, 이하에서는 설명의 편의를 위해 특정한 물질을 예를 들어 설명한다.
- [0075] 상향변환 나노입자(120)의 합성(도 6)
- [0076] 올레산(oleic acid)과 옥타덴센(octadecane)이 담긴 플라스크에 에틸아세테이트(ethyl acetate)기를 포함하는

란타넘족 원소를 첨가하여 설정된 시간 동안 교반하여 혼합한다(a,b).

[0077] 이때, 란타넘족 원소로는 탄타넘(La)을 사용하지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0078] 이후, NaF 및 NaOH를 상기 혼합된 용액에 포함시켜 염기환경을 만든 후, 약 170℃의 온도를 가열하여 물질, 예를 들면 NaYF₄의 핵을 형성한다(c). 시간이 경과함에 따라 형성된 핵이 성장된다(d). 이때, 성장되는 물질은 α-NaYF₄이다.

[0079] 이어서, 합성온도를 약 190-300℃로 증가시켜 성장되는 물질이 NaYF₄가 α 형태에서 β 형태로 변환되도록 유도한다(e). 합성된 β-NaYF₄는 시간이 경과함에 따라 크기가 성장한다(f).

[0080] 이후, α-NaYF₄를 제거한 상태에서 β-NaYF₄를 더욱 성장시켜 상향변환 나노입자(120)를 형성한다(g,h).

[0082] 나노공진체(130)의 형성(도 7)

[0083] 우선, 초순수(deionized water)에 실리카(SiO₂) 비드를 분산시켜 상기 비드 표면에 하이드록시기(-OH)를 형성한다(a).

[0084] 이후, 에탄올에 3-아미노프로필트리에톡시실란(3-Aminopropyltriethoxysilane, APTES)을 넣어 APTES 용액을 형성한 후, 실리카비드 용액에 APTES용액을 넣고 교반 시키며, 실리카비드 표면에 아미노기(-NH₂)가 형성된다(b).

[0085] 이어서, 실리카비드 용액 및 APTES용액의 혼합용액을 초순수에 충분히 묵힌뒤 글라이옥실산(Glyoxylic acid)을 과량으로 넣어, 실리카비드 표면에 알데하이드기(-CHO)를 형성한다(c).

[0086] 이후, 질산은(AgNO₃)을 초순수에 녹인 후 트리에탄올아민(Triethanolamine)을 넣어 Ag(TEA)₂⁺ 용액을 형성한다. 이때 용액의 색이 갈색으로 변했다가 투명해진다. 표면에 알데하이드기(-CHO)를 가지는 실리카 비드와 Ag(TEA)₂⁺ 용액을 교반하면, 은이 실리카 비드위에서 환원되며 석출되어, 실리카비드 표면에 은나노 입자가 방울처럼 맺힌 구조의 나노공진체(130)를 형성한다(d).

[0088] 광변환필름(100) 제작

[0089] 도 8a에 도시된 바와 같이, 플라스크(150)에 소프트 폴리디메틸실록산(PDMS) 용액(154)을 준비한 후, 상기 방법에 의해 제작된 상향변환 나노입자(120) 용액과 나노공진체(130) 용액을 혼합한 후, 설정된 시간동안 교반한다.

[0090] 이어서, 도 8b에 도시된 바와 같이, 유리용기(155)를 세정한 후, 그 내부 바닥에 유리기관(158)을 위치시키고 상향변환 나노입자(120) 용액과 나노공진체(130) 용액이 혼합된 소프트 폴리디메틸실록산 용액(154)을 상기 유리용기(155) 내에 넣는다. 이때, 상기 소프트 폴리디메틸실록산 용액(154)은 유리기관(158)의 두께 보다 높고 공급되어 상기 유리기관(158)이 소프트 폴리디메틸실록산 용액(154)에 완전히 잠기고 유리기관(158) 위에는 설정된 두께의 소프트 폴리디메틸실록산 용액(154)이 존재한다.

[0091] 이어서, 혼합된 소프트 폴리디메틸실록산 용액(154)을 약 70℃의 온도에서 약 2시간 가열하여 경화시켜 필름화한다.

[0092] 그 후, 도 8c 및 도 8d에 도시된 바와 같이, 경화된 필름(154)을 절단하고 유리기관(158)으로부터 분리하여, 광변환필름(100)을 완성한다. 이때, 경화된 필름(154)은 유리기관(158)의 면적 보다 작게 절단되어 절단이 유리기관(158)의 상부에서 일어난다. 따라서, 광변환필름(100)은 균일한 표면을 형성하고 전체적으로 균일한 두께로 형성된다.

[0094] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 광변환필름(100)은 입력되는 광의 파장을 변환하여 출력한다. 예를 들어, 적외선이나 근적외선이 조사되는 경우, 더 낮은 파장(더 높은 에너지)의 가시광선이 출력될 수 있고, 장파장의 가시광선이 입력되는 경우 단파장의 가시광선이 출력될 수 있다. 또한, 가시광선이 입력되어 더 파장이 짧은 자외선이 출력될 수 있다.

- [0095] 따라서, 이러한 광변환필름(100)은 다양한 전자장치에 적용될 수 있다. 이하에서는 본 발명에 따른 광변환필름(100)이 적용된 전자장치에 대해 상세히 설명한다.
- [0097] 표시장치
- [0098] 도 9는 본 발명에 따른 광변환필름(200)이 적용된 표시장치(210)의 구체적인 구조를 나타내는 단면도이다. 이때, 표시장치(210)는 유기전계발광 표시장치이지만, 본 발명이 유기전계발광 표시장치에 한정되는 것이 아니라 액정표시장치, 미니LED 표시장치, 마이크로LED 표시장치, 다수의 표시패널이 타일된 타일링 표시장치 등과 같은 다양한 표시장치에 적용될 수 있을 것이다.
- [0099] 도 9에 도시된 바와 같이, 제1기판(210) 위에는 버퍼층(212)이 형성되며, 그 위에 구동박막트랜지스터가 배치된다. 상기 기판(210)은 유리와 같은 투명한 물질로 구성될 수도 있고 폴리이미드(polyimide)와 같이 투명하고 플렉서블(flexible)한 플라스틱으로 구성될 수도 있다. 또한, 버퍼층(212)은 SiO_x나 SiN_x와 같은 무기물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 구성될 수 있다.
- [0100] 구동박막트랜지스터(Td)는 복수의 화소에 각각 형성된다. 상기 구동박막트랜지스터(Td)는 상기 버퍼층(212) 위의 화소에 형성된 반도체층(222)과, 상기 반도체층(222)의 일부 영역에 형성된 게이트절연층(223)과, 상기 게이트절연층(223) 위에 형성된 게이트전극(225)과, 상기 게이트전극(225)을 덮도록 기판(210) 전체에 걸쳐 형성된 층간절연층(214)과, 상기 층간절연층(214)에 형성된 제1컨택홀(214a)을 통해 반도체층(222)과 접촉하는 소스전극(227) 및 드레인전극(228)으로 구성된다.
- [0101] 또한, 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 제1기판(210) 위에는 스위칭박막트랜지스터가 배치되며, 이때 상기 스위칭박막트랜지스터는 상기 구동박막트랜지스터(Td)와 동일한 구조로 이루어질 수 있다.
- [0102] 상기 반도체층(222)은 비정질실리콘, 결정질 실리콘, 또는 IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide)와 같은 산화물반도체로 형성할 수 있으며, 중앙영역의 채널층과 양측면의 도핑층으로 이루어져 소스전극(227) 및 드레인전극(228)이 상기 도핑층과 접촉한다.
- [0103] 상기 게이트전극(225)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al 또는 Al합금 등의 금속으로 형성될 수 있으며, 게이트절연층(223) 및 층간절연층(214)은 SiO_x나 SiN_x와 같은 무기절연물질로 이루어진 단일층 또는 SiO_x과 SiN_x의 2층 구조의 무기층으로 이루어질 수 있다. 그리고, 소스전극(227) 및 드레인전극(228)은 Cr, Mo, Ta, Cu, Ti, Al 또는 Al합금으로 형성할 수 있다.
- [0104] 그리고, 도면 및 상술한 설명에서는 구동 박막트랜지스터(Td)가 특정 구조로 구성되지만, 본 발명의 구동 박막트랜지스터(Td)가 도시된 구조에 한정되는 것이 아니라, 모든 구조의 구동 박막트랜지스터(Td)가 적용될 수 있다.
- [0105] 상기 구동박막트랜지스터가 형성된 기판(210)에는 보호층(216)이 형성된다. 보호층(216)은 포토아크릴과 같은 유기물질로 형성될 수 있지만, 무기층 및 유기층으로 이루어진 복수의 층으로 구성될 수도 있다. 상기 보호층(216)에는 제2컨택홀(216a)이 형성된다.
- [0106] 상기 보호층(216) 위에는 제2컨택홀(216a)을 통해 구동박막트랜지스터의 드레인전극(228)과 전기적으로 접속되는 제1전극(230)이 형성된다. 그리고, 상기 제1전극(230)은 Ca, Ba, Mg, Al, Ag 등과 같은 금속이나 이들의 합금으로 이루어진 단일층 또는 복수의 층으로 이루어져 구동박막트랜지스터의 드레인전극(228)과 접속되어 외부로부터 화상신호가 인가된다.
- [0107] 상기 보호층(216) 위의 각 화소(P)의 경계에는 제1뱅크층(242) 및 제2뱅크층(244)이 형성된다. 상기 제1뱅크층(242) 및 제2뱅크층(244)은 일종의 격벽으로서, 각 화소(P)를 구획하여 인접하는 화소에서 출력되는 특정 컬러의 광이 혼합되어 출력되는 것을 방지할 수 있다. 도면에서는 상기 제1뱅크층(242)이 보호층(216) 위에 형성되고 제2뱅크층(244)이 제1뱅크층(242) 위에 형성되지만, 상기 제1뱅크층(242)이 제1전극(230) 위에 형성될 수도 있다. 또한, 상기 제1전극(230)이 제1뱅크층(242) 및 제2뱅크층(244)의 측면으로 연장될 수 있다.
- [0108] 상기 제1전극(230) 및 뱅크층(242, 244) 위에는 유기발광층(232)이 형성된다. 상기 유기발광층(232)은 R,G,B화소에 형성되어 적색광을 발광하는 R-유기발광층, 녹색광을 발광하는 G-유기발광층, 청색광을 발광하는 B-유기발광층일 수 있다. 또한, 상기 유기발광층(232)은 백색광을 발광하는 W-유기발광층일 수 있다.

- [0109] 상기 유기발광층(232)에는 발광층뿐만 아니라 발광층에 전자 및 정공을 각각 주입하는 전자주입층 및 정공주입층과 주입된 전자 및 정공을 유기층으로 각각 수송하는 전자수송층 및 정공수송층 등이 형성될 수도 있다.
- [0110] 상기 유기발광층(232) 위에는 제2전극(234)이 형성된다. 상기 제2전극(234)은 ITO(Indium Tin Oxide)나 IZO(Indium Zinc Oxide)와 같은 투명한 도전물질 또는 가시광선이 투과되는 얇은 두께의 금속으로 이루어질 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제2전극(234) 위에는 봉지층(264)이 형성된다. 상기 봉지층(264)은 무기층으로 구성된 단일층으로 구성될 수도 있고, 무기층/유기층의 2층으로 구성될 수도 있으며, 무기층/유기층/무기층의 3층으로 구성될 수도 있다. 상기 무기층은 SiNx와 SiX 등의 무기물로 구성될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 유기층은 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌설포네이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트 등의 유기물질 또는 이들의 혼합물질을 구성될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0111] 상기 봉지층(264) 위에는 컬러필터층(262)이 형성된다. 상기 컬러필터층(262)은 R,G,B 컬러필터층일 수 있다.
- [0112] 상기 컬러필터층(262) 위에는 제2기판(260)이 배치되어 접착층(도면표시하지 않음)에 의해 부착된다. 상기 접착층으로는 부착력이 좋고 내열성 및 내수성이 좋은 물질이라면 어떠한 물질을 사용할 수 있지만, 본 발명에서는 에폭시계 화합물, 아크릴레이트계 화합물 또는 아크릴계 러버와 같은 열경화성 수지를 사용할 수 있다. 그리고, 상기 접착제로서 광경화성 수지를 사용할 수도 있으며, 이 경우 접착층에 자외선과 같은 광을 조사함으로써 접착층 경화시킨다.
- [0113] 상기 접착층은 제1기판(210) 및 제2기판(260)을 합착할 뿐만 아니라 상기 전계발광 표시장치 내부로 수분이 침투하는 것을 방지하기 위한 봉지체의 역할도 할 수 있다.
- [0114] 상기 제2기판(260)은 전계발광 표시장치를 봉지하기 위한 봉지캡(encapsulation cap)으로서, PS(Polystyrene) 필름, PE(Polyethylene)필름, PEN(Polyethylene Naphthalate)필름 또는 PI(Polyimide)필름 등과 같은 보호필름을 사용할 수 있고 유리를 사용할 수도 있다.
- [0115] 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 제2전극(234)과 컬러필터층(262) 사이에는 평탄화층이 형성될 수 있다. 이때, 상기 평탄화층은 유기층으로 구성될 수 있고 무기층 및 유기층으로 이루어진 복수의 층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 무기층으로는 SiOx와 SiNx 등이 사용될 수 있고 유기층으로는 포토아크릴 등이 사용될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0116] 상기 제2기판(260) 위에는 편광판(264)이 부착된다. 상기 편광판(264)은 표시장치(210)의 시인성향상을 위해 배치된다. 즉, 편광판(264)이 부착되지 않은 경우, 외부광이 제2기판(260) 및 표시장치(210) 내부에 각종 금속패턴들에 의해 반사되므로, 이 반사광이 유기발광층(232)에서 방출되는 광과 혼합될 수 있으며, 이러한 광의 혼합은 사용자가 영상을 시청하는데 방해가 되어 표시장치(210)의 시인성이 저하된다. 특히, 스마트폰이나 태블릿PC와 같이 외부에서 주로 사용하는 전자기기의 경우, 강한 외부광으로 인해 시인성이 과도하게 저하되는 경우가 발생하게 된다.
- [0117] 상기 편광판(264)은 표시장치(210)에서의 광의 반사를 방지한다. 상기 편광판(264)은 광투과축이 설정 방향(예를 들면, x-방향)으로 형성되므로, 상기 편광판(264)을 투과한 광의 편광방향은 x-방향을 형성한다. 표시장치(210)의 내부에서 외부광이 반사하는 경우, 광이 편광방향이 변경된다(예를 들어, y-방향). 따라서, 편광방향이 변경된 반사광이 다시 편광판(264)을 통과할 때 광이 모두 편광판(264)에 의해 흡수되어 반사광이 표시장치(210)의 외부로 출력되지 않게 되므로, 표시장치(210)의 시인성저하를 방지할 수 있게 된다.
- [0118] 또한, 상기 편광판(264)의 외부에는 본 발명의 광변환필름(200)이 배치된다. 이때, 상기 광변환필름(200)은 반사필름으로 사용될 수 있다. 상기 광변환필름(200)은 프리젠테이션(presentation)시 표시장치(210)에서 레이저포인터(laser pointer)를 사용할 수 있게 해준다.
- [0119] 광변환필름(200)이 구비되지 않는 경우, 레이저포인터에서 출력된 레이저빔이 표시장치(210)의 화면에 조사되는 경우 입사되는 광이 반사되지 않으므로, 레이저포인터의 레이저빔이 화면상에 표시되지 않는다.
- [0120] 반면에, 본 발명의 광변환필름(200)이 표시장치(210)의 전면에 배치되는 경우, 레이저포인터의 레이저빔이 광변환필름(200)의 상향변환 나노입자에 의해 다른 파장의 광을 변환된 후 나노공진체에 의해 공진되어 다시 표시장치(210)의 전면으로 출력되므로 레이저포인터의 레이저빔이 다른 컬러로 변경되어 화면상에 표시된다.
- [0121] 더욱이, 본 발명의 광변환필름(200)에서는 나노공진체에 의해 파장변환된 광을 공진하여 증폭하므로 선명한 휘

도의 표시가 가능하게 되며, 상향변환 나노입자의 종류에 따라 다양한 컬러를 화면상에 표시할 수 있게 된다.

- [0122] 상기 광변환필름(200)은 표시장치(210)의 전면에 고정될 수도 있지만, 탈부착 가능하게 설치되어 필요에 따라 광변환필름(200)을 부착하거나 탈착할 수도 있다. 또한, 필요에 따라 서로 다른 상향변환 나노입자가 포함된 광변환필름(200)을 표시장치(210)에 부착하거나 탈착할 수도 있다.
- [0124] 광센서
- [0125] 도 10은 본 발명에 따른 광변환필름(300)이 구비된 광센서(310)를 나타내는 도면이다.
- [0126] 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 광센서(310)는 광이 입력됨에 따라 광신호를 전류신호를 변환하는 감지센서(340)와, 상기 감지센서(340)의 전면에 배치되어 외부 물체에 반사되어 입력되는 광의 파장을 변환시켜 출력하는 광변환필름(300)과, 상기 감지센서(340)의 전면에 배치된 제1전극 및 제2전극(342,344)으로 구성된다. 이때, 상기 광변환필름(300)은 광의 파장을 변환하고 공진시켜 투과시키는 투과필름이다.
- [0127] 상기 감지센서(340)는 가시광선을 감지하는 센서로서, 가시광선이 조사됨에 따라 전류를 발생하여 제1전극 및 제2전극(342,344)을 통해 외부로 출력한다. 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 감지센서(340)에는 다수의 포토다이오드나 포토트랜지스터가 구비되어 입력되는 가시광선의 에너지를 전류로 변환시켜 출력한다.
- [0128] 물론, 상기 감지센서(340)가 가시광선만을 감지하는 센서가 아니라, 다른 파장의 광선, 예를 들면 자외선을 감지하는 센서일 수도 있다.
- [0129] 상기 광변환필름(300)은 상향변환 나노입자 및 나노공진체가 산포된다. 상기 광변환필름(300)은 광이 입력되면 광의 파장을 변환하고 공진시킨 후 상기 감지센서(340)로 출력한다. 예를 들어, 광변환필름(300)에는 적외선이 조사되어 상향변환 나노입자에 의해 입력되는 적외선이 가시광선으로 변환되며, 나노공진체에 의해 입력되는 적외선이 공진되어 증폭되거나 변환된 가시광선이 공진되어 증폭된 후 감지센서(340)로 출력된다. 이때, 광변환필름(300)에 포함되는 상향변환 나노입자의 종류에 따라 다양한 파장의 가시광선이 출력될 수 있다.
- [0130] 또한, 광변환필름(300)에는 적외선 또는 가시광선이 입력되어 광을 자외선으로 변환시켜 출력할 수도 있다.
- [0131] 상기 감지센서(340)에서 생성된 전류는 상기 제1전극(342) 및 제2전극(344)을 통해 출력된다. 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 제1전극(342) 및 제2전극(344)은 외부의 제어부로 출력되어 입력되는 전류에 따라 센싱여부를 판단할 수 있게 된다.
- [0132] 또한, 도면에는 도시하지 않았지만, 상기 감지센서(340)에는 적외선을 발광하여 출력하는 적외선LED 또는 적외선레이저를 포함하는 발광부가 배치되어 광센서(310)의 전면으로 적외선을 출력하며, 이 적외선의 외부 물체에 반사되어 감지센서(340)에 입력됨으로써 외부 물체를 검출할 수 있게 된다.
- [0133] 도 11은 적외선LED 또는 적외선레이저를 온오프시켜 외부 물체에서 반사되어 광센서(310)에 입력됨에 따라 측정되는 전류를 나타내는 그래프이다. 이때, 적외선LED 또는 적외선레이저는 약 980nm의 근적외선을 출력한다.
- [0134] 도 11에 도시된 바와 같이, 적외선LED 또는 적외선레이저를 10초 간격으로 온오프시키고, 적외선LED 또는 적외선레이저에서 출력되어 외부 물체로부터 반사되어 광센서(310)로 입력되는 적외선에 따른 전류를 측정하였다. 적외선LED 또는 적외선레이저가 온됨에 따라 측정되는 전류가 상승하고 적외선LED 또는 적외선레이저가 오프됨에 따라 전류가 하강한다. 이때, 적외선LED 또는 적외선레이저를 온오프시키는 주기(10초 간격)와 전류가 상승하고 하강하는 주기가 일치한다.
- [0135] 이러한 결과는 광센서(310)로 입력되는 적외선이 광변환필름(300)에 의해 가시광선으로 변환되어 감지센서(340)에서 전류를 생성하고, 전류를 검출함으로써 외부 물체를 검출할 수 있게 됨을 의미한다.
- [0136] 이러한 광센서(310)는 동작인식센서로 사용될 수 있으며, 이러한 동작인식센서는 스마트폰의 표시장치, 자동형 광등, 보안알람, 자동가로등, 정밀감시센서 등에 적용될 수 있다.
- [0137] 특히, 본 발명에 따른 광센서(310)는 외부 물체로 발사되는 광이 사람이 인식할 수 없는 적외선이므로, 센싱 대상이 광센서(310)의 존재를 인식하지 않는 상태에서 사람의 동작을 인식할 수 있게 된다. 따라서, 무인감시센서로서 유용하게 사용될 수 있게 된다.
- [0138] 더욱이, 본 발명에서는 외부 물체로 발사되는 적외선을 가시광선으로 변환함과 동시에 증폭시키므로, 적은 반사

량에도 동작을 정확하게 인식할 수 있게 된다. 따라서, 광센서의 센싱효율을 대폭 향상시킬 수 있게 된다.

[0140] 태양전지

[0141] 도 12는 본 발명에 따른 광변환필름(400)이 구비된 태양전지(410)를 나타내는 도면이다.

[0142] 도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 태양전지(410)는 기판(462)과, 상기 기판(462) 상에 형성된 제1전극층(464)과, 상기 제1전극층(464) 상에 형성된 광흡수층(466)과, 상기 광흡수층(466) 상에 형성된 제2전극층(468)과, 상기 제2전극층(468) 상에 형성된 광변환필름(400)으로 구성된다. 이때, 광변환필름(400)은 광의 파장을 변환하고 공진시켜 투과시키는 투과필름이다.

[0143] 상기 기판(462)은 유리기판이 사용될 수 있지만, 이에 한정되는 것이 아니라 세라믹기판, 금속기판 또는 플라스틱기판 등과 같은 다양한 재질의 기판이 사용될 수 있다.

[0144] 상기 제1전극층(464)은 태양전지(410)의 후면에 형성되는 후면전극층으로 하나의 층 또는 2층 이상의 복수층으로 이루어질 수도 있다. 이때, 제1전극층(464)이 2층 이상의 복수층으로 이루어지는 경우, 각각의 층들은 같은 금속으로 형성되거나, 서로 다른 금속으로 형성될 수 있다.

[0145] 상기 광흡수층(466)은 상기 제1전극층(464) 상에 형성되는 것으로, 입력되는 광을 흡수하여 전기에너지로 변환시킨다.

[0146] 상기 광흡수층(466)은 고폍흡수층 물질로 구성되며, 이때 고폍흡수층물질은 CnIS , $\text{CuGaS}_2(\text{CGS})$, $\text{CuInSe}_2(\text{CISE})$, $\text{CuGaSe}_2(\text{CGSe})$, $\text{CuAlSe}_2(\text{CAsE})$, $\text{CuInTe}_2(\text{CITE})$, $\text{CuGaTe}_2(\text{CGTe})$, $\text{Cu(In, Ga)}\text{S}_2(\text{CIGS})$, $\text{Cu(In, Ga)}\text{Se}_2(\text{CIGSe})$, $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4(\text{CZTS})$ 및 CdTe 로 이루어지는 군으로부터 선택된 하나 이상의 칼코게나이드계 화합물을 포함하는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.

[0147] 상기 제2전극층(468)은 태양전지(410)의 전면에 형성되는 전면전극층으로, 상기 광흡수층(466)과 pn접합을 형성하는 윈도우층(window layer)이다. 상기 제2전극층(468)은 ZnO , 알루미늄(Al) 또는 알루미늄(Al_2O_3)로 도핑된 ZnO , ITO 등의 투명한 금속산화물로 구성될 수 있다. 이때, 상기 제2전극층(468)은 i형 ZnO 박막 상에 전기광학적 특성이 뛰어난 n형 ZnO 박막 또는 ITO(Indium Tin Oxide)박막을 증착한 2중 구조로 이루어질 수 있다.

[0148] 상기 광변환필름(400)은 제2전극층(468)의 상부에 배치되어 태양전지(410)로 조사되는 광의 파장을 변환하여 입력시킨다. 광변환필름(400)에는 상향변환 나노입자가 산포되어 있으므로, 외부로부터 태양전지(410)로 입력되는 광을 더 높은 에너지 상태의 광을 변환하여 광흡수층(466)으로 출력한다. 또한, 광변환필름(400)에는 나노공진체가 산포되어 입력되는 광을 공진하여 증폭시켜 광흡수층(466)으로 출력한다.

[0149] 따라서, 본 발명에 따른 태양전지(410)에서는 입력되는 외부광을 더 높은 에너지로 변환한 후 증폭시켜 광흡수층(466)으로 출력하므로, 기존의 태양전지에 비해 전기에너지로의 전환효율(즉, 태양전지의 효율)을 대폭 향상시킬 수 있게 된다.

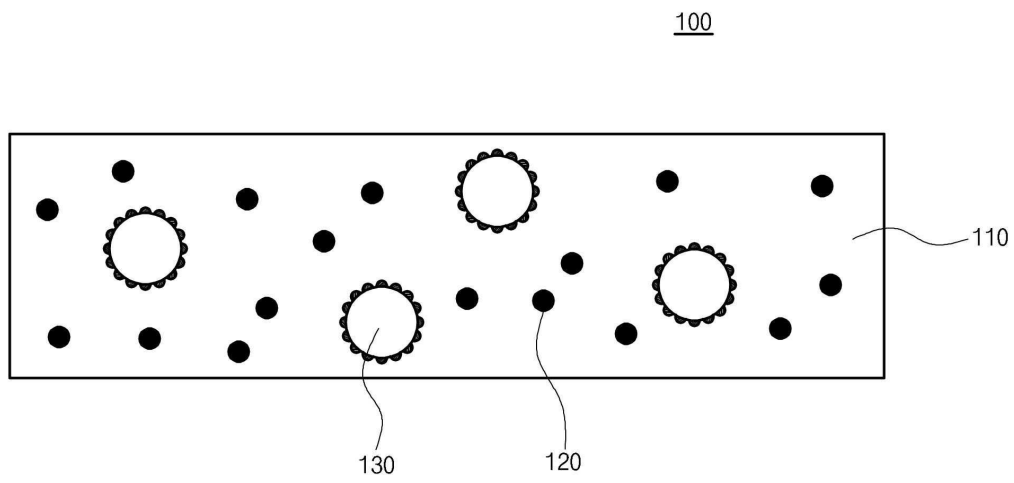
[0150] 본 발명의 다양한 변형예나 본 발명을 기초로 용이하게 창안할 수 있는 구조 등도 본 발명의 범위에 포함되어야만 할 것이다. 따라서, 본 발명의 권리범위는 상술한 상세한 설명에 의해 결정되는 것이 아니라 첨부한 특허 청구범위에 의해 결정되어야만 할 것이다.

부호의 설명

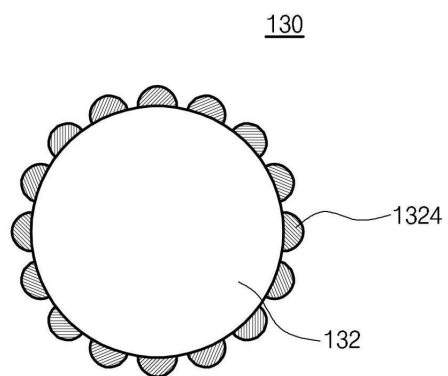
[0151] 100 : 광변환필름 110 : 베이스필름
120 : 상향변환 나노입자 130 : 나노공진체
210 : 표시장치 310 : 광센서
410 : 태양전지

도면

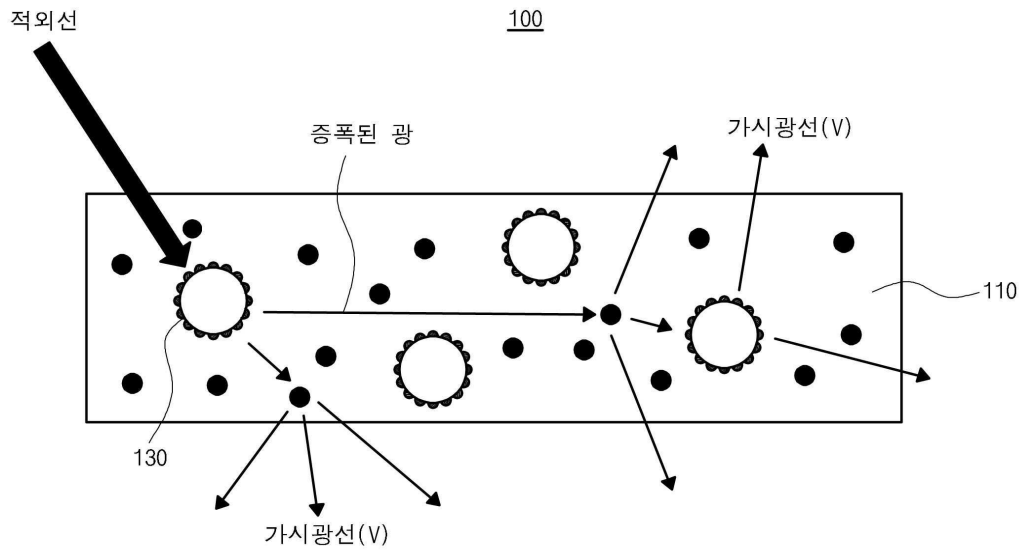
도면1



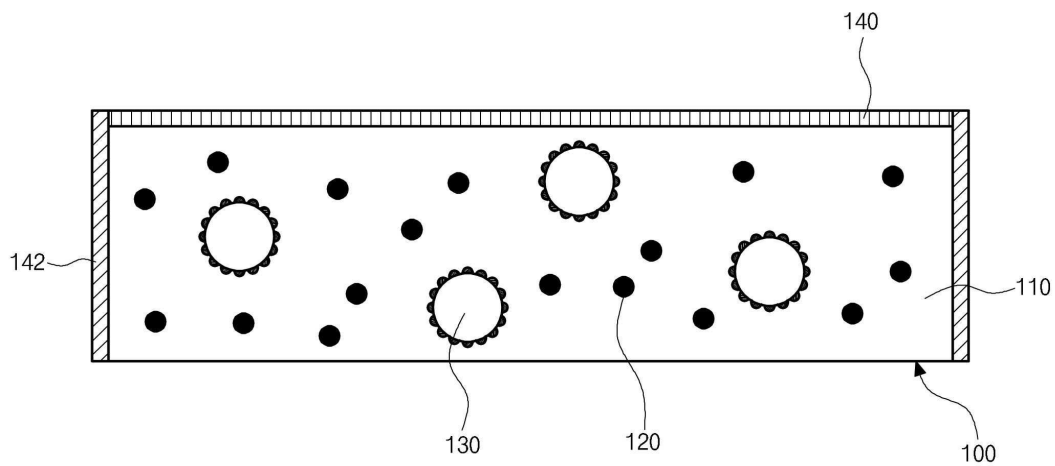
도면2



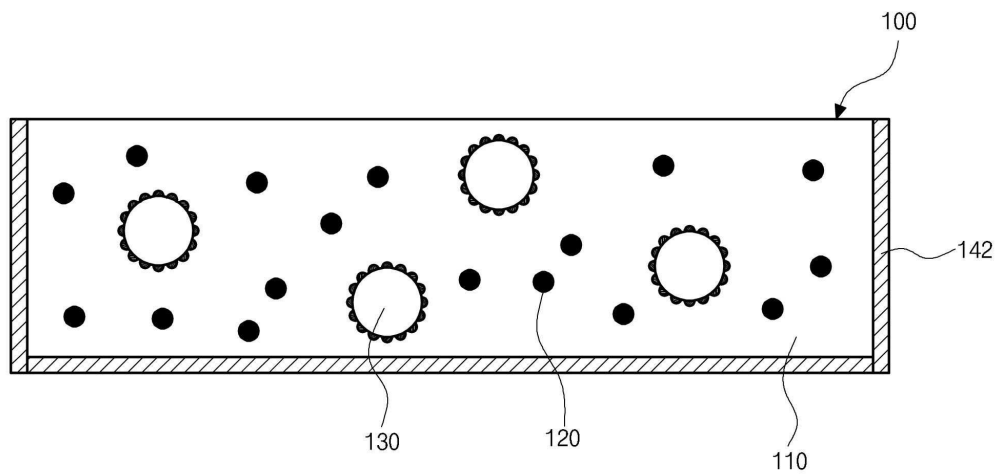
도면3



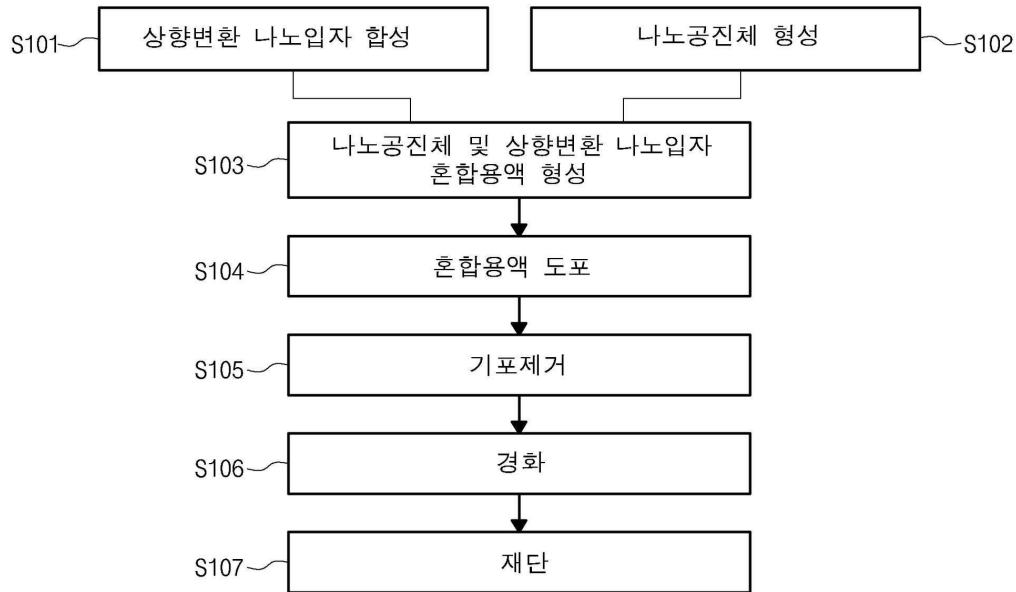
도면4a



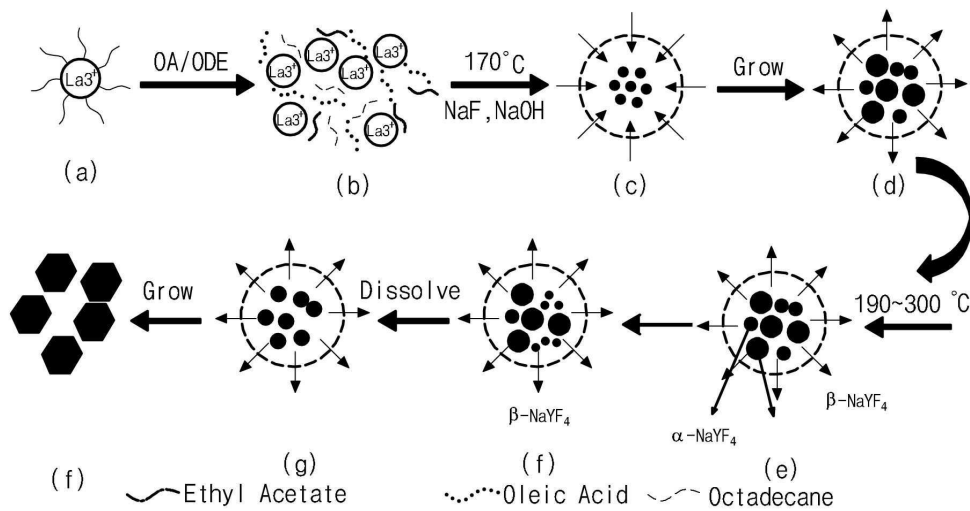
도면4b



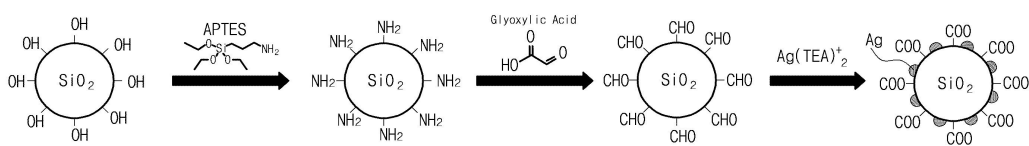
도면5



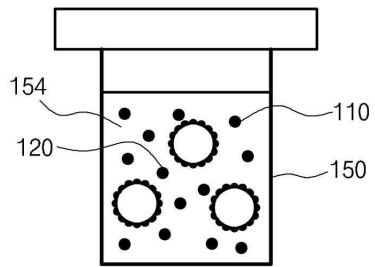
도면6



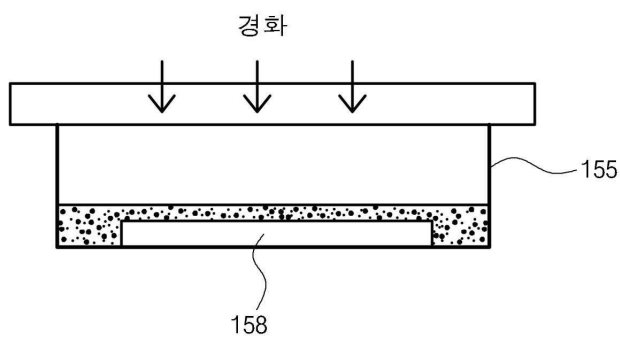
도면7



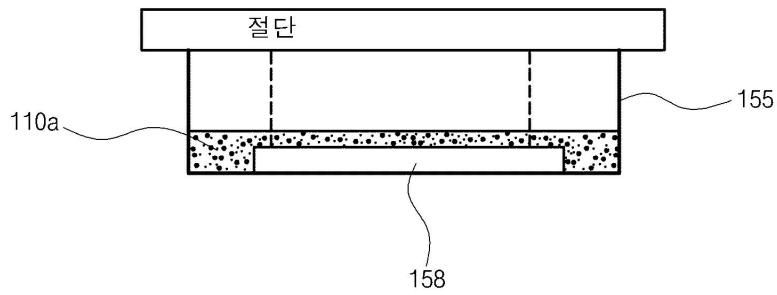
도면8a



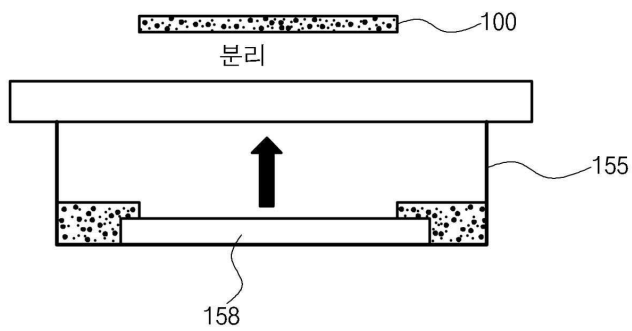
도면8b



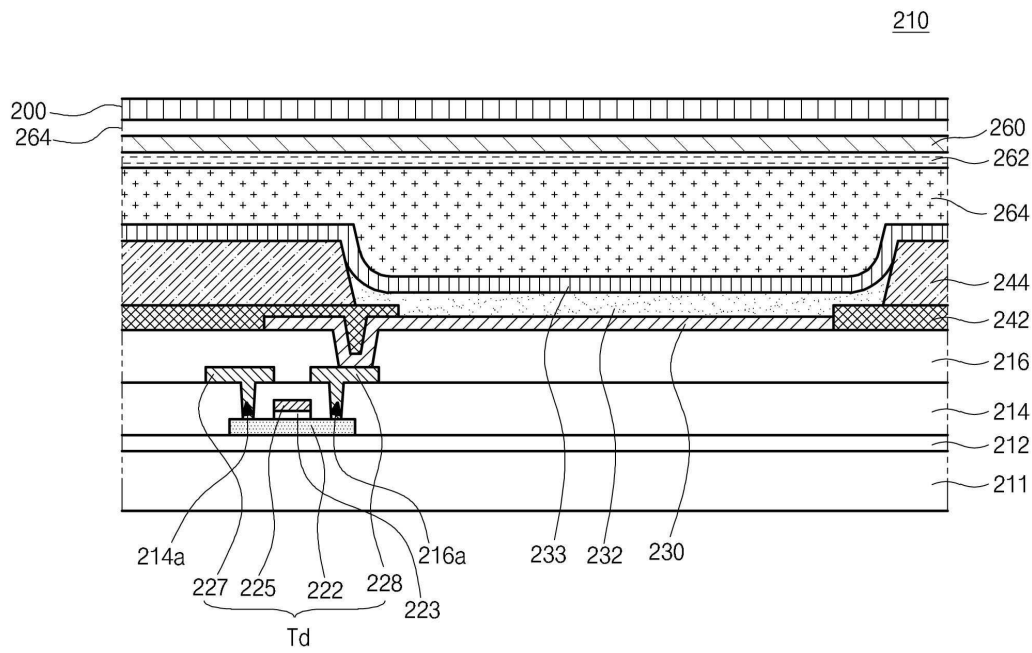
도면8c



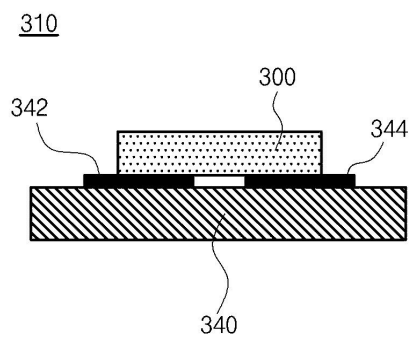
도면8d



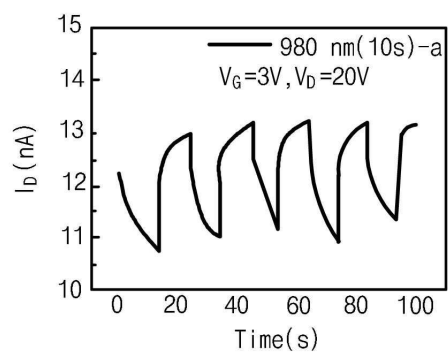
도면9



도면 10



도면11



도면12

410

