



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0137797
(43) 공개일자 2017년12월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/50 (2010.01) *G02B 5/20* (2006.01)
H01L 27/15 (2006.01) *H01L 33/00* (2010.01)
H01L 33/04 (2010.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 33/507 (2013.01)
G02B 5/201 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7031410
- (22) 출원일자(국제) 2016년04월11일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년10월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/GB2016/051000
- (87) 국제공개번호 WO 2016/166514
 국제공개일자 2016년10월20일
- (30) 우선권주장
 1506486.8 2015년04월16일 영국(GB)
 1520894.5 2015년11월26일 영국(GB)

- (71) 출원인
아칼러스 브이알, 엘엘씨
 미국 캘리포니아 94025 멘로 파크, 윌로우 로드 1601
- (72) 발명자
보나 제임스 로날드
 영국 어스킨 피에이8 7비에스 샌디랜즈 애비뉴 48
해리스 폴 그레고리
 영국 미들섹스 에이치에이4 8큐엔 루즐립 더 업랜즈 15
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
방해철, 김용인

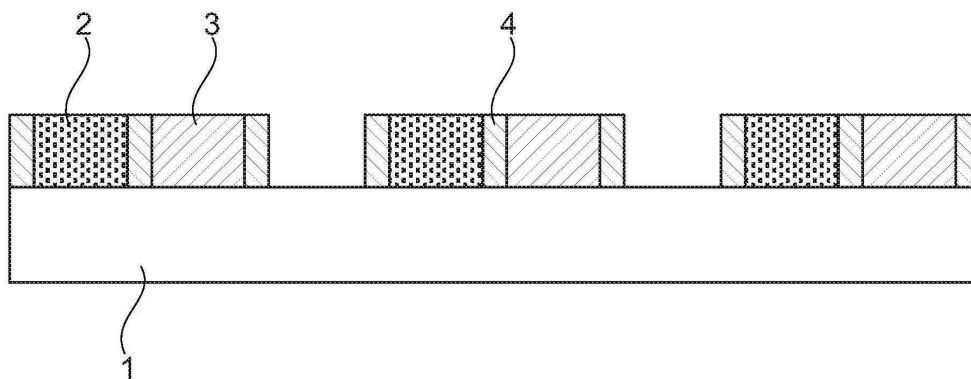
전체 청구항 수 : 총 41 항

(54) 발명의 명칭 LED 어레이를 위한 색상 변환 구조

(57) 요약

본 명세서에 적색, 녹색 및 청색 서브픽셀을 포함하는 디스플레이를 형성하기 위하여 LED 어레이로부터의 광을 더 짧은 파장, 예컨대 청색에서 더 긴 파장의 광, 예컨대 적색 및 녹색으로 변환하기 위한 구조가 서술된다. 보다 구체적으로, 본 발명은 동일한 파장의 LED 어레이로부터의 광이 색상 변환 구조 수단에 의하여 대안적 색상으로 변환되는 구조 및 프로세스에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 27/156 (2013.01)

H01L 33/005 (2013.01)

H01L 33/04 (2013.01)

H01L 33/504 (2013.01)

(72) 발명자

발렌타인 가레스 존

영국 요크 와이오24 2티엔 찰로너스 로드 44

고튼 스테픈

영국 에딘버그 이에이치10 6이큐 코레니 드라이브
5

편 조지

영국 옥스포드 오엑스44 7와이이 찰그로브 프렌치
로렌스 웨이 13

실버 잭

영국 런던 엔더블유11 8에이디 던스탄 로드 58

명세서

청구범위

청구항 1

투명 기판 내에 또는 투명 기판 상에 우물을 형성하는 단계,

색상 변환 구조에 적합한 결합제로 잉크 형태의 발광성 물질을 증착하는 단계, 및

잉여 잉크를 제거하는 단계를 포함하고,

색상 변환 구조는 LED로부터의 청색광이나 UV를 가시 스펙트럼의 다른 파장(즉, 색상)으로 변환할 수 있는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

동일한 파장의 LED 어레이로부터의 광이 색상 변환 구조 수단에 의하여 대안적 색상으로 변환되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

잉여 잉크는 닥터 블레이드 사용과 같은 임의의 적절한 기술을 사용하여 제거되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 하나의 항에 있어서,

우물은 포토리소그래피 프로세스를 사용하여 정의되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 하나의 항에 있어서,

우물은 물리적 프로세스를 사용하여 정의되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 하나의 항에 있어서,

포토리소그래피로 정의된 구조를 투명 기판으로 옮기기 위하여 우물은 반응성 이온 에칭을 사용하여 정의되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 하나의 항에 있어서,

포토리소그래피로 정의된 구조를 투명 기판 상의 개별 층 또는 층들로 옮기기 위하여 우물은 반응성 이온 에칭을 사용하여 정의되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 하나의 항에 있어서,

우물에 포함되는 발광성 물질은 경화 기술을 사용하여 모두 또는 선택적으로 패터닝되는, LED 어레이와 함께 사

용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 8 중 어느 하나의 항에 있어서,

결합체는 UV 경화성인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 10

청구항 1 내지 청구항 9 중 어느 하나의 항에 있어서,

결합체는 UV 경화성이고 발달 후 발광성 잉크가 특정 우물에만 유지되도록 마스크를 통해 노출될 수 있는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 10 중 어느 하나의 항에 있어서,

결합체는 UV 경화성이고, 발달 후 발광성 잉크가 특정 우물에만 유지되도록 직접 기록 접근법을 통해 노출되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 12

청구항 1 내지 청구항 11 중 어느 하나의 항에 있어서,

프로세스에서 제공되는 잉크는 감광성인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 13

청구항 1 내지 청구항 12 중 어느 하나의 항에 있어서,

우물은 임의의 적절한 방식으로 채워지고 순차적으로 적절한 잉크로 채워지는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 14

청구항 1 내지 청구항 13 중 어느 하나의 항에 있어서,

감광성 물질은 포지티브 또는 네거티브 포토레지스트인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 15

청구항 1 내지 청구항 14 중 어느 하나의 항에 있어서,

발광성 물질의 증착 전에 우물의 벽의 내부 표면(다만 프론트 윈도우는 제외)은 반사성 물질로 코팅되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 16

청구항 1 내지 청구항 15 중 어느 하나의 항에 있어서,

모든 벽이 반사성 물질로 코팅되지는 않고 프론트 윈도우 영역은 적어도 부분적으로 코팅되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 17

청구항 1 내지 청구항 15 중 어느 하나의 항에 있어서,

포토레지스트 증착 전 커버 슬라이드는 반사성 물질로 코팅되고 포토레지스트 발달 직후 반사성 물질의 노출된 영역은 제거되고 모든 우물벽이 반사성 물질로 코팅되지는 않는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 18

청구항 1 내지 청구항 17 중 어느 하나의 항에 있어서,

이색성 필터 구조는 적합한 투명 슬라이드 상에 증착되고 포토리소그래피 및 에칭 프로세스를 사용하여 우물 구조 상에 패터닝되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 19

청구항 15에 있어서,

반사성 물질은 금속화 또는 고굴절을 물질인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 20

청구항 1 내지 청구항 19 중 어느 하나의 항에 있어서,

발광성 물질 증착 전 우물이 광을 흡수하도록 우물 구조는 염색되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 21

청구항 1 내지 청구항 20 중 어느 하나의 항에 있어서,

특정 주파수의 광을 흡수하기 위하여 우물 구조는 선택적으로 염색되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 22

청구항 1 내지 청구항 21 중 어느 하나의 항에 있어서,

발광성 물질은 형광체, 양자점, 유기 물질 또는 그들의 조합으로 만들어지는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 23

청구항 1 내지 청구항 22 중 어느 하나의 항에 있어서,

오목 구조 및 투명 기판 사이에, 순차적으로 인시추로 염색되는 투명 포토레지스트 증착물 또는 색이 있는 포토레지스트 층을 사용하여 색상 필터가 포토리소그래피로 제공되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 24

청구항 23에 있어서,

색상 필터는 박막 유전층인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 25

청구항 1 내지 청구항 24 중 어느 하나의 항에 있어서,

채널을 형성하기 위하여 서브픽셀이 함께 그룹화되어 형성되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 26

청구항 25에 있어서,

채널은 전체 행 또는 열, 예컨대 1 X 640(640 X 360 디스플레이에 대하여)을 채우는 형태인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 27

청구항 25에 있어서,

서브픽셀의 그룹을 형성하기 위하여 서브픽셀은 함께 그룹화되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 28

청구항 27에 있어서,

서브픽셀의 그룹은 2 x 2, 3 x 1 등의 형태인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 29

청구항 27에 있어서,

서브픽셀은 디스플레이 타입 구성의 서브픽셀의 그룹을 형성하는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 30

청구항 27에 있어서,

서브픽셀의 구성은 성능을 최적화하도록 구성되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 31

청구항 1 내지 청구항 30 중 어느 하나의 항에 있어서,

색상 변환 구조는 종래의(거친) 형광체, 양자점 형광체 및 발광성 염료로부터 선택된 하나 이상의 타입의 발광성 물질을 포함하는 색상 변환 물질을 포함하는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 32

청구항 1 내지 청구항 31 중 어느 하나의 항에 있어서,

우물 구조는 금속으로 만들어지는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 33

청구항 1 내지 청구항 32 중 어느 하나의 항에 있어서,

LED는 마이크로 LED인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 34

청구항 1 내지 청구항 33 중 어느 하나의 항에 있어서,

색상 변환은 디스플레이 목적인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 35

양자 효율을 향상시키고 및/또는 함께 결합하도록 야기하기 위하여 기관 내의 우물에 증착되고 인시추로 열처리되는 형광체 입자를 포함하고, LED 어레이는 매우 짧은 파장의 광을 더 긴 파장으로 변환할 수 있는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조.

청구항 36

청구항 35에 있어서,

형광체 입자를 어닐링하는데 급속 열 어닐링이 사용되는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조.

청구항 37

청구항 35 또는 청구항 36에 있어서,

형광체 입자는: $>1\ \mu\text{m}$ 또는 $>10\ \mu\text{m}$ 의 입자 크기의 종래의(거친) 형광체; 또는 양자점 형광체($<1\ \mu\text{m}$ 의 입자 크기를 가지는)인, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조.

청구항 38

청구항 1 내지 청구항 37 중 어느 하나의 항의 사용에 따라 형성되는 제품.

청구항 39

청구항 38에 있어서,

마이크로 디스플레이, 웨어러블(예컨대, 전화, 안경, 시계); 모바일 타입 디스플레이, 태블릿, 헤드 마운트 디스플레이; 헤드 업 디스플레이(예컨대, 자동차 또는 항공기의) 및 피코 프로젝터 중 임의의 것에서 선택되는 제품.

청구항 40

LED 기관 내에 우물을 형성하는 단계,

색상 변환 구조에 적합한 결합제로 잉크 형태의 발광성 물질을 증착하는 단계, 및

잉여 잉크를 제거하는 단계를 포함하고,

색상 변환 구조는 LED로부터의 청색광이나 UV를 가시 스펙트럼의 다른 파장(즉, 색상)으로 변환할 수 있는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

청구항 41

청구항 40에 있어서,

색상 변환 구조는 청구항 1 내지 청구항 40 중 어느 하나의 항에서 정의된 바와 같은, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 LED 어레이로부터의 광을 더 짧은 파장, 예컨대 청색에서 더 긴 파장, 예컨대 적색 및 녹색으로 변환하여, 적색, 녹색 및 청색 서브픽셀을 포함하는 디스플레이를 형성하기 위한 구조에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 동일 파장의 LED 어레이로부터의 광이 색상 변환 구조 수단에 의하여 대안적 색상으로 변환되는 구조 및 프로세스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] RGB 디스플레이를 만들 수 있는 많은 방법이 있다. 예를 들어, 음극선관은 음극선 발광 형광체의 어레이를 증착함으로써 전자 빔을 적색, 녹색 및 청색 광으로 변환하여 제조되었다. 이들 픽셀은 일반적으로 스크린 프린팅에 의하여 또는 형광체 입자를 포토리소그래피에 의해 패터닝되고 이어서 연소될 수 있는 포토레지스트(보통 중크롬산염 폴리비닐 알코올(dichromated polyvinyl alcohol))에 통합함으로써 형성되었다. 이 연구에서 관심 있는 장치와 비교할 때 이들 픽셀은 실질적으로 더 크나, 포토레지스트를 경화하는데 사용되는 방사선의 산란으로 인한 피할 수 없는 공간적 해상도의 손실은 큰 문제가 아니었고, 하지만 만약 서브픽셀의 크기를, 예컨대 $10\ \mu\text{m}$ 이하로 감소시키려 하면 큰 문제가 된다. 유사하게 스크린 프린팅은 $>100\ \mu\text{m}$ 의 픽셀 크기로 제한된다.

[0003] 다른 접근법은 적색, 녹색 및 청색을 발광하는 LED를 개별적으로 사용하는 것이다. 이 접근법의 단점은 $<100\ \mu\text{m}$

의 픽셀 피치를 가지는 디스플레이에서 개별 파장 동작을 제공하기 위하여 <math> < 50 \mu\text{m}</math>의 크기의 개별 LED를 픽 앤 플레이스하는 기술이다. 비록 스펙트럼 순도, 본딩 이전에 동작하는 픽셀의 선택 및 디스플레이 효율에 관한 이점이 있지만, 세 개의 상이한 화합물 반도체를 사용할 필요가 있다. 결과적으로, 신중하게 조정될 필요가 있는 다양한 전기적 특징과 물리적 크기에 있어 상이한 특성을 가지는 이질적인 부분들로 이루어진 물질이 존재한다. 주요 문제는 녹색 LED 장치의 선택이다. 구동 전류와 온도에 있어 작은 색 변이를 가질 필요가 있다. 따라서, 각 녹색 LED 방출에 대해 파장은 뾰족한 분포 내에서 발광할 필요가 있다. 사용자의 눈은 그 시각적 응답의 피크 부근의 파장의 작은 변화에 매우 민감하다. 또한 이러한 소형 장치의 플립 칩핑(flip-chipping)의 시간, 비용 및 복잡성에 관한 실용적인 문제도 있다.

[0004] 대안적인 접근법은 세륨 도핑된 이트륨 알루미늄 가닛(YAG:Ce)과 같은 황색 발광 형광체를 여기시키기 위하여 LED의 어레이로부터의 주된(예컨대, 청색) 광을 사용하여 청색 및 황색을 섞음으로써 의사 백색을 생성하는 것이다. 그 후 색상 필터는 이 발광을 적색, 녹색 및 청색 컴포넌트로 변환하는데 사용될 수 있다. 이 접근법의 이점은 형광체층을 패터닝할 필요가 없는 것이다. 불행히도 이 접근법에는 여러 심각한 단점이 있다. 색상 필터를 사용하여 원하지 않는 부분의 스펙트럼을 제거하는 것은 광의 낭비이다. 예를 들어, 대략 60에서 70%의 백색 픽셀의 스펙트럼 범위가 RGB 디스플레이에서 색 영역을 달성하는데 손실되거나 필요하지 않다. YAG:Ce 발광도 630nm 이상으로 상당히 약하고, 획득가능한 색 영역을 감소시킨다. 이들 두 가지 요소는 충분한 광 출력을 얻기 위하여 효율 감소 및 증가된 전력 수요(따라서 더 짧은 전지 수명)를 야기하는 더 고출력으로 장치를 가동해야 한다는 것을 의미한다. 또한 픽셀 간의 실질적인 크로스토크가 발생하여 색 영역과 공간적 해상도를 감소시킬 가능성이 있다.

[0005] 종래의 액정(LCD) 디스플레이는 유사한 경로로 동작한다. 이들은 액정 어레이를 사용하여 색상 필터로 전송되는 광 루미네선스(photoluminescent; PL) 형광체의 혼합으로부터 발광되는 광의 강도를 제어함으로써 RGB 디스플레이를 형성한다. 이 경우 형광체는 픽셀에 패터닝되지 않고, 오직 색상 필터와 LCD 어레이에만 패터닝된다. 이 경우 PL 형광체는 UV 광을 사용하여 여기되고 이는 대안적 형광체가 사용되고 더 나은 품질의 백색 발광이 생성될 수 있게 한다. LED-YAG:Ce에 대하여, 이 접근법은 감산적이고 개별 LED 접근법보다 덜 효율적이다. 광원 외부에 위치한 액정 “패턴 생성기”는 영구적으로 최대 밝기이고, 따라서 이 타입의 디스플레이는 추가 컴포넌트가 필요하다. 그리고 언급된 바와 같이 추가적인 기본 단점은 모든 픽셀이 이미지를 디스플레이하는데 사용되지 않더라도 광으로 어드레스되어야 하므로 전력 손실에 관련된 것이다. 일반적으로, 일반적인 그래픽 비디오 디스플레이를 볼 때 오직 20%의 픽셀이 켜진다. 이러한 디스플레이의 명암비도 손상된다. 이들 단점은 증강 현실, 가상 현실, 스마트 워치, 스마트폰 등과 같은 모바일 가능 장치에 대해 극도로 심각하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 적어도 한 측면의 목적은 상술한 문제 중 적어도 하나 이상을 제거 또는 완화하는 것이다.

[0007] 본 발명의 적어도 한 측면의 추가 목적은 동일 파장의 LED 어레이로부터의 광이 색상 변환 구조 수단에 의하여 대안적 색상으로 변환되는 프로세스를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 제1 양태에 따르면 투명 기판 내에 또는 투명 기판 상에 우물을 형성하는 단계, 색상 변환 구조에 적합한 결합제로 잉크 형태의 발광성 물질을 증착하는 단계, 및 잉여 잉크를 제거하는 단계를 포함하고, 색상 변환 구조는 LED로부터의 청색광이나 UV를 가시 스펙트럼의 다른 파장(즉, 색상)으로 변환할 수 있는, LED 어레이와 함께 사용하기 위한 색상 변환 구조를 형성하기 위한 프로세스가 제공된다.

[0009] 일반적으로 말하면, 따라서 본 발명은 동일 파장의 LED 어레이로부터의 광이 색상 변환 구조 수단에 의하여 대안적 색상으로 변환되는 프로세스의 제공에 있다. 백색이 아닌 개별 색상으로의 변환의 장점은 올바른 스펙트럼 영역의 광만이 생성되는 것이고, 이것은 예컨대, 의사 백색으로 변환하고 개별 색상을 생성하기 위하여 생성한 대부분의 광을 필터링하는 것보다 훨씬 효율적이다.

[0010] 색상 변환 구조는 디스플레이 목적일 수 있다.

[0011] LED 어레이는 마이크로 LED일 수 있다.

- [0012] 잉여 잉크는 닥터 블레이드 사용과 같은 임의의 적절한 기술을 사용하여 제거될 수 있다.
- [0013] 일반적으로, 우물은 포토리소그래피 프로세스를 사용하여 정의될 수 있다. 포토리소그래피로 정의된 구조를 투명 기관으로 옮기기 위하여 우물은 반응성 이온 에칭과 같은 물리적 프로세스를 사용하여 정의될 수 있다.
- [0014] 포토리소그래피로 정의된 구조를 투명 기관 상의 개별 층 또는 층들로 옮기기 위하여 우물은 반응성 이온 에칭과 같은 물리적 프로세스를 사용하여 정의될 수 있다.
- [0015] 대안으로, 색상 변환 구조는 적어도 부분적으로 구조의 일부를 국부적으로 가열하는데 사용될 수 있는 마이크로파를 사용하여 제조될 수 있다. 마이크로파는 물이나 유기 입자의 H 원자의 회전을 유도하거나, 쌍극자를 포함하는 물질이나 마이크로파에 노출되어 발화할 수 있는 순수 금속 구조와의 상호작용에 의하여 유도할 수 있다.
- [0016] 우물에 포함되는 발광성 물질은 경화 기술을 사용하여 모두 또는 선택적으로 패터닝될 수 있다.
- [0017] 일반적으로 결합체는 UV 경화성일 수 있고 발달 후 발광성 잉크가 특정 우물에만 유지될 수 있도록 마스크를 통해 노출될 수 있다.
- [0018] 결합체는 UV 경화성일 수 있고, 발달 후 발광성 잉크가 특정 우물에만 유지되도록 직접 기록 접근법을 통해 노출될 수 있다.
- [0019] 프로세스에서 제공되는 잉크는 감광성일 수 있다.
- [0020] 우물은 임의의 적절한 방식으로 채워지고 순차적으로 적절한 잉크로 채워질 수 있다.
- [0021] 감광성 물질은 포지티브 또는 네거티브 포토레지스트일 수 있다.
- [0022] 발광성 물질의 증착 전에 우물의 벽의 내부 표면(다만 프론트 윈도우는 제외)은 반사성 물질, 예컨대 금속화나 고굴절률 물질로 코팅될 수 있다.
- [0023] 발광성 물질 증착 전 우물이 광을 흡수하도록 우물 구조는 염색될 수 있다.
- [0024] 특정 주파수의 광을 흡수하기 위하여 우물 구조는 선택적으로 염색될 수 있다.
- [0025] 발광성 물질은 형광체, 양자점, 유기 물질 또는 그들의 조합으로 만들어질 수 있다.
- [0026] 오목 구조 및 투명 기관 사이에, 순차적으로 인시추로 염색되는 투명 포토레지스트 증착물 또는 색이 있는 포토레지스트 층을 사용하여 색상 필터가 포토리소그래피로 제공될 수 있다.
- [0027] 색상 필터는 박막 유전층일 수 있다.
- [0028] 채널을 형성하기 위하여 서브픽셀이 함께 그룹화되어, 예컨대 3 x 1 등으로 형성될 수 있다.
- [0029] 서브픽셀의 그룹(예컨대, 2 x 2)을 형성하기 위하여 서브픽셀은 함께 그룹화될 수 있다. 대안적으로, 서브픽셀은 디스플레이 타입 구성의 서브픽셀의 그룹을 형성할 수 있다.
- [0030] 서브픽셀의 구성은 성능을 최적화하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 적색광은 상당량의 에너지를 소비하고 따라서 구성은 적색광의 양을 감소시키도록 조정될 수 있다.
- [0031] 색상 변환 물질은 종래의(거친) 형광체, 양자점 형광체 및 발광성 염료로부터 선택된 하나 이상의 타입의 발광성 물질을 포함할 수 있다.
- [0032] 우물 구조는 금속과 같은 임의의 적절한 물질로 만들어질 수 있다.
- [0033] 본 발명의 추가 실시예에서, 임의의 오버레이 증착 전, 투명 시트의 표면은 에칭 프로세스를 사용하여 거칠게 될 수 있다. 거칠게 하는 프로세스의 목적은 3가지일 수 있다. 투명 시트와 임의의 후속 증착되는 층 간의 접착을 개선할 수 있다. 채널에 채워지는 형광체의 경우 형광체의 입자 크기에 대해 표면 형태의 거칠기의 맞추는 것은 광학적 결합을 향상시키고 따라서 형광체로부터의 광 추출을 향상시킨다. 개방 청색 채널의 경우, 거칠게 하는 것은 마이크로 LED로부터 직접 방출되는 청색광의 각 분포가 (적색 및 녹색) 서브픽셀을 포함하는 형광체로부터 획득된 분산과 더 가까이 일치하는 것을 보장한다. 시야각과 함께 색 좌표가 변경되지 않도록 하는 것이 중요하다.
- [0034] 당 업계에 알려진 임의의 거칠게 하는 프로세스가 표면 텍스처링에 사용될 수 있다. 유리 에칭을 위한 플루오르화 산을 생성 또는 포함하는 욕 또는 페이스트에 기반하여 다양한 제품이 상업적으로 사용가능하다(예컨대

www.armourproducts.com에서). 대안적으로, 2노멀 이상의 농도의 부식성 알칼리 용액(수산화나트륨 용액과 같은)이 많은 유리를 에칭하는 것으로 알려져 있다. 그릿 블래스팅이나 실리콘 카바이드 페이퍼를 사용하는 등의 기계적 마모와 같은 물리적 에칭 프로세스도 적용 가능하다.

- [0035] 추가적 정제에서 포토레지스트 및 잉크의 접촉은 실레인 결합 제제로 시트의 표면을 처리함으로써 더 개선될 수 있다. 이상적으로 사용되는 결합 제제의 특성은 사용되는 포토레지스트의 화학적 특성에 맞춰진다. 이 프로세스는 기술 문헌에서 많이 논의되며 다양한 상업 회사가 특정 수지 화학에 권장하는 다양하고 상이한 실레인 화합물을 제공한다.
- [0036] 본 발명의 제2 양태에 따르면 양자 효율을 향상시키고 및/또는 함께 결합하도록 야기하기 위하여 기관 내의 우물에 증착되고 인시추로 열처리되는 형광체 입자가 제공된다.
- [0037] 형광체 입자를 어닐링하는데 급속 열 어닐링이 사용될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 주요 특징은 이 기능을 효율적으로 수행할 수 있는 색상 변환 물질의 선택이다.
- [0039] 세 가지 타입의 물질이 짧은 파장의 광을 더 긴 파장으로 변환하는데 사용될 수 있다: (보통 >1 μm , 일반적으로 >10 μm 의 입자 크기를 가지는) 종래의(거친) 형광체, (보통 <1 μm 의 입자 크기를 가지고, 발광색은 입자 크기에 의해 정해지는) 양자점 형광체 및 발광 염료.
- [0040] 효율적으로 작업하기 위하여 발광성 염료가 단량체 형태의 호환성 수지에 완전히 용해되고 따라서 원칙적으로 고해상도로 증착될 수 있는 능력을 가지는 것이 바람직하다. 이들 염료 용액이 고농도에서 양자 효율을 잃으므로 일반적으로 상당히 희석될 필요가 있고 따라서 완전한 변환을 달성하기 위하여 침전물을 포함하는 상대적으로 두꺼운(예컨대, >30 μm) 층의 염료가 사용되어야 한다. 유기 염료는 여러 다른 단점을 가진다. 주지의 사실로서, 특히 고온(중중 LED의 경우와 같이) 및/또는 햇빛의 UV 성분에 노출될 때 불안정하다. 또한 대부분은 상대적으로 작은 스토크스 이동(stoke's shift)을 가지는데, 청색에서 적색으로의 변환의 달성을 어렵게 만든다.
- [0041] 양자점 형광체는 상대적으로 새로운 개발이며, 작은 크기 덕분에 원칙적으로 높은 공간적 해상도에서 패터닝될 수 있는 능력을 가진다. 하지만, 현재 아직 개발 중이며 그 특성, 특히 수명은 완전히 밝혀지지 않았다. 높은 양자 효율을 가질 수 있지만, 최고의 수행자의 대부분은 카드뮴 화합물과 같은 높은 독성 물질에 기반하는 경향이 있고, 일부 응용에서는 허용되지 않는다. 심각한 자기 흡수 문제에 시달리기 때문에 그 효율도 물리적 형태에 의존한다. 완전한 변환을 얻기 위하여 복수의 QD 층을 사용할 필요가 있고 자기 흡수 때문에 단일 입자 또는 분산된 단일층보다 훨씬 덜 효율적일 것이다. QD의 다른 단점은 상대적으로 낮은 광량에서 포화된다는 것이고, 이는 광량이 극도로 높을 수 있는 마이크로 LED 장치에 대해 문제이다. 또한 현재, 예컨대 일반적 형광체 가격의 >1000배로 극도로 비싸다.
- [0042] 본 발명에서 놀랍게도 종래의 형광체는 다수의 주요 장점을 가지는 것이 밝혀졌다. QD에 비해 비교적 싸며, 종종 낮은 독성을 가진다. 포화 없이 높은 광량을 견딜 수 있으며 자기 흡수에 덜 시달린다. 매우 높은 양자 효율을 가질 수 있고, 일반적으로 햇빛의 UV에 손상되지 않는다.
- [0043] 하지만 이 경우에 해결해야 하는 문제는 어떻게 상대적으로 거친 형광체 입자를 마이크로 LED 어레이를 적색, 녹색 및 청색 디스플레이로 변환하는데 필요한 작은 서브 픽셀 크기에 패터닝하는지이다. 상술한 바와 같이, 스크린 프린팅은 불충분한 공간적 해상도를 가지고, 그라비아, 플렉소그래피 또는 오프셋 리소그래피와 같은 다른 프린팅 기술도 마찬가지이다. 잉크젯 프린팅은 충분한 공간적 해상도를 가지지만, 일반적으로 최대 크기로 1 μm 보다 작은 입자를 요구한다. 충분한 변환을 가능하게 하기 위하여 충분한 체적 분율로 광루미네선스 형광체 입자를 포토레지스트에 통합하는 것은 허용 불가능한 공간적 해상도의 손실을 낳는다.
- [0044] 동시에 서브픽셀 간의 크로스토크를 제어하고 관찰자에게 명백하게 2차 산란 장소에서 유래하도록 한 픽셀로부터의 변환된 광이 장치의 다른 영역에서 재산란을 방지할 필요가 있다. 더욱이, 주요(예컨대, 청색) 광이 한 서브픽셀에서 빠져나가고 인접 서브픽셀의 잘못된 색상을 여기시키는 것을 멈추는 것이 중요하다.
- [0045] 본 발명의 제3 양태에 따르면 제1 및 제2 양태에 따라 형성된 제품이 있다.
- [0046] 일련의 제품이 다음 중 임의의 것과 같은 본 발명을 사용하여 형성될 수 있다: 마이크로 디스플레이; 웨어러블(예컨대, 전화, 안경, 시계); 모바일 타입 디스플레이; 태블릿; 헤드 마운트 디스플레이; 헤드 업 디스플레이(예컨대, 자동차 및 항공기의) 및 피코 프로젝터.

발명의 효과

[0047] 본 발명의 내용 중에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0048] 본 발명의 실시예들이 단지 예로서, 첨부된 도면들을 참조하여 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 일실시에 따른 투명 시트 및 잉크로 채워진 우물의 단면도이다.

도 2는 도 1에 도시된 잉크로 채워진 우물을 가지는 투명 시트의 평면도이다.

도 3은 본 발명의 추가 실시예에 따른 색상 필터 구조가 증착된 투명 시트의 표현이다.

도 4는 본 발명의 추가 실시예에 따른 우물 구조가 에칭으로 형성된 투명 시트의 표현이다.

도 5는 우물 구조가 알루미늄이나 고 굴절률 재료와 같은 크게 고반사 재료로 코팅된 투명 시트의 표현이다.

도 6 및 7은 본 발명의 추가 실시예에 따른 동일 색상의 서브픽셀의 채널을 형성하도록 함께 결합된 서브 픽셀을 표현한다.

도 8a는 본 발명의 추가 실시예에 따른 패터닝된 금속 매트릭스 구조의 증착에 이어 투명 기관 상의 도전성 필름의 증착을 표현한다.

도 8b는 본 발명의 추가 실시예에 따른 발광 잉크 제제로 채워진 금속 매트릭스 구조 내의 우물을 표현한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 일반적으로 말하면, 본 발명은 동일 파장의 마이크로 LED 어레이로부터의 광이 색상 변환 구조 수단에 의하여 대안적 색상으로 변환되는 프로세스의 제공에 있다.

[0050] 본 발명에서 투명 시트(1)는, 예컨대 유리, 사파이어 또는 폴리카보네이트나 폴리메타크릴산메틸과 같은 중합체 시트 재료로 이루어지고 SU-8과 같은 네거티브 포토레지스트의 층으로 스핀 코팅되고 그 공급자(MicroChem Inc.)에 의해 주어진 지침에 따라 사전처리될 수 있다.

[0051] 그 후 매트릭스 구조는 적절한 마스크를 통해 포토레지스트에 노출될 수 있다. 발달 후 개구의 어레이 패턴이 형성될 수 있고, 포토레지스트로부터 형성된 매트릭스 구조에 의해 바인딩될 수 있다. 포토레지스트 층의 이들 개구는 그 후 발광 재료를 포함하는 적절한 잉크로 채워질 수 있는 우물(4)을 형성한다.

[0052] 발광 잉크는 발광 재료를, 예컨대 적절한 수지 결합제와 혼합함으로써 형성될 수 있다. 이 결합제는 가장 적합하게는 UV 경화성 수지일 수 있다. 발광 재료는 CaS:Eu 또는 $Y_3(Ga,Al)O_{12}:Ce$ (Phosphor Technology Ltd 공급)와 같은 종래의 형광체, 또는 양자점 형광체(예컨대, Sigma-Aldrich 공급)일 수 있다. 또한 Shanghai Keyan Phosphor Technology Co., Ltd가 공급하는 것과 같은 발광 염료 재료일 수 있다.

[0053] 제1 잉크(2)는 코팅 내의 우물(4)을 채우기 위해 포토레지스트 구조(1) 상에 제공된다. 그 후 잉여 잉크는 닥터 블레이드(doctor blade)와 같은 임의의 적절한 장치를 사용하여 구조(1)에서 닦아낸다. 적절한 닥터 블레이드는 예컨대 폴리우레탄으로 만들어진 강성 블레이드 또는 예컨대 70의 쇼어(A) 경도를 가지는 고무로 만든 가요성 스퀴지 블레이드일 수 있다.

[0054] 잉크(1)을 도포한 후, UV 경화성 결합제는 마스크를 통해 노출되어 이 특정 색상이 요구되는 우물(24) 내에 잉크를 세팅한다. 구조의 다른 우물의 경화되지 않은 잉크는 이소프로필 알코올과 같은 적절한 용매를 사용하여 씻어낸다.

[0055] 그 후 제1 색발광(적절한 경우 적색이나 녹색)과는 상이한 색발광을 부여하도록 제형화된 제2 발광 잉크(3)를 사용하여 프로세스가 반복된다. 프로세스의 끝에서 채널의 어레이가 청색 컴포넌트를 제공하기 위해 개방형 서브픽셀과 함께 마이크로 LED로부터의 청색광을 적색 및 녹색으로 변환하기 위한 서브픽셀을 포함하는 각 픽셀과 함께 제공된다. 도 1 및 2는 형성된 구조를 도시한다. 여기서 1은 투명 시트, 2 및 3은 발광 잉크, 4는 포토레지스트에서 형성된 매트릭스 구조이다.

[0056] 발명의 제2 실시예에서, 도 3에 그 상부가 도시된 바와 같이, 우물 구조를 형성하기 전에, 색상 필터 구조(5, 6)가 시트 재료(1) 상에 형성된다. 이 접근법의 이점은 녹색 및 적색 서브픽셀의 임의의 변환되지 않은 청색광이 구조를 떠나기 전 필터링될 수 있다는 것이다. 나아가, 필터 구조(5, 6)는 형광체의 넓은 방출 밴드를 좁힐

수 있고, 이것이 전체 밝기를 감소시키지만, 실질적으로 획득 가능한 색영역을 향상시킨다.

- [0057] 필터 구조(5, 6)는 예를 들어 Fujifilm Corporation이 공급하는 것과 같은 당 업계에서 공지된 착색된 네거티브 포토레지스트 제품을 사용하여 편리하게 형성된다. 이것은 적색 발광 서브픽셀 앞에 적색 필터를, 녹색 앞에 녹색 필터를 포함할 수 있다. 대안적으로, 만약 유일한 목적이 변환되지 않은 청색광을 제거하는 것이라면, 단일 청색 흡수층이 둘 모두 앞에 배치될 수 있다. 이 단일 색상층은 상술한 바와 같이, 또는 SU-8을 증착하고 폴리 에스테르 의류를 염색하기 위한 당 업계에서 널리 알려진 것과 같은 적절한 수계 분산 염료를 사용하여 인시추 방식으로 염색함으로써 편리하게 증착될 수 있다.
- [0058] 본 발명의 제3 실시예에서, 도 4에 도시된 바와 같이 우물 구조(4)는 시트 재료(1) 자체로 우물 구조를 에칭함으로써 형성된다. 이것은 반응성 이온 에칭, 습식 화학 에칭 또는 그릿 블래스팅과 같은 당 업계에 공지된 임의의 편리한 수단을 사용하여 기판(1)을 에칭한 후 상술한 바와 같이 포토레지스트에 매트릭스 구조를 정의함으로써 달성될 수 있다.
- [0059] 이들 장치의 가장 작은 크기에 필요한 서브픽셀 크기를 달성하기 위해서 예컨대 $1\mu\text{m}$의 아주 작은 크기로 형광체 입자를 밀링하는 것이 필요할 수 있다. 불행히도 형광체 밀링은 결정 구조에 많은 수의 결함을 도입하는데, 실질적으로 이들을 비활성시킨다. 고온에서 어닐링하여 재활성화될 필요가 있고, 이것은 종종 더 이상 성공적으로 증착되기에 충분히 작은 크기가 아닌 덩어리로 융합되게 한다. 기판 상에 우물을 생성하는 것의 이점은 결합체가 저온(예컨대, 450°C) 연소되고 그 후 형광체 입자가 고온(예컨대, 1시간 동안 $>1000^{\circ}\text{C}$) 인시추, 바람직하게는 황 손실을 최소화하기 위하여 제어된 분위기, 예컨대 분위기 중 황 증으로 열처리에 의해 재활성화될 수 있다는 것이다. 나아가, 실질적 재활성은 급속 열 어닐링을 사용하여 달성될 수 있다는 것이 발견됐는데, 재료는 수 분 내에 고온으로 상승하고, 이 온도를 짧은 기간(예컨대, 5분 이하) 유지하고, 그 후 빠르게 냉각되며, 이것은 제어되는 분위기를 위한 요구 조건을 감소시켜, 단지 비활성(예컨대, 질소) 분위기가 충분할 수 있다.
- [0060] 본 발명의 제4 실시예에서, 도 5에 도시된 바와 같이, 우물 구조(4)를 정의한 후 우물(4)의 측벽은 알루미늄과 같은 고반사 물질이나 고굴절 물질로 코팅된다. 만약 알루미늄과 같은 불투명 재료가 사용되면 광이 구조를 나가는 것을 막을 것이기 때문에 우물 구조(4)의 베이스가 코팅되지 않는 것이 중요하다. 이것은 증착과 같은 물리적 증착 프로세스를 사용하여 정사각에서 코팅함으로써 편리하게 달성될 수 있어, 우물의 베이스는 가려지고 따라서 코팅되지 않는다. 모든 벽이 코팅되는 것을 보장하기 위하여 각 벽이 순차적으로 노출되도록 구조가 회전하며 동작이 여러 번 반복될 수 있다. 사각 또는 원형 서브픽셀의 경우 단일 증착 실행 동안 구조는 계속하여 회전할 수 있다. 이렇게 하는 것의 이점은 픽셀 간의 크로스토크가 실질적으로 감소할 수 있다는 것이다.
- [0061] 본 발명의 제5 실시예에서, 포토레지스트로부터 매트릭스를 생성한 후 적절한 염료가 인시추로 착색하는데 사용되어, 한 서브픽셀을 나가는 임의의 청색광이 인접 픽셀에 도달하기 전 흡수된다. 다시, 이렇게 하는 것의 목적은 픽셀간의 크로스토크를 최소화하는 것이다. 이 접근법은 그 자체로 또는 상술한 바와 같이 측벽 상의 반사 재료의 증착에 추가로 사용될 수 있다.
- [0062] 제6 실시예에서 우물 구조(4)가 포지티브 레지스트를 사용하여 형성된다. 초기에, 특정 색상 변환에 필요한 이들 서브픽셀만이 우물(4)을 형성하기 위해 노출되고 발달된다. 그 후 이들은 전과 같이 채워진다. 이어서, 제2 세트의 색상 변환 서브픽셀이 노출되고 발달되고 이전처럼 제2 잉크로 채워진다. 상술한 것에 비해 이 접근법의 이점은 값비싼 발광 잉크의 제거 및 재활용이 덜 필요하다는 것이다.
- [0063] 상기 실시예에서 각 서브픽셀은 모든 인접 서브픽셀과 이격된다. 매우 작은 픽셀에 대하여 이것은 사용될 수 있는 최대 입자 크기에 엄격한 제한을 도입한다. 종종, 더 큰 형광체 입자가 작은 것보다 더 효율적이고 따라서 이 최대 크기의 제한은 불운이다.
- [0064] 본 발명의 제7 실시예에서, 도 6 및 7에 도시된 바와 같이, 상술한 임의의 실시예는 동일 색상의 서브픽셀의 채널, 또는 동일 색상의 서브픽셀의 2×2 그룹이나 임의의 다른 타입의 그룹을 형성하기 위하여 함께 결합되는 서브픽셀을 통합할 수 있다. 이렇게 하는 것의 이점은 조합된 우물 구조가 훨씬 큰 입자를 수용할 수 있고, 이것은 비록 약간 더 높은 수준의 크로스토크를 대가로 할지라도 밝기를 증가시킨다는 것이다.
- [0065] 양자점(QD)은 이 응용에 대해 스펙트럼 순도 및 높은 흡광 계수의 이점을 가진다. 하지만 높은 광 플루언스에서 효율을 잃는다는 현저한 단점에 시달린다. 유사하게, 발광 염료는 유리한 성질을 가지지만, 햇빛의 UV에 노출됨으로써 꽤 빠르게 분해된다는 단점에 시달린다. 본 발명의 추가 실시예에서, 이들 물질을 사용하는 단점을 최소화하는 한편 QD 및/또는 발광 염료의 좋은 성질로부터 이익을 얻는 한 방법은 QD 및/또는 발광 염료와 함께 종래의 형광체 모두의 조합을 사용하는 것이다. 상당한 양의 형광체의 존재는 LED 광을 약화시키므로 대부분의 QD

는 과도 구동되지 않는다. 같은 이유로 형광체는 햇빛의 UV를 강하게 흡수 및 산란시키므로 발광 염료 물질을 보호한다.

[0066] 본 발명의 추가 실시예에서, 우물 구조는 금속 물질로 구성된다. 이것을 달성할 수 있는 몇몇 방법이 존재한다. 한 접근법은 도 8a에 도시되고 투명 기관(1) 상에 도전성 필름(8)의 증착을 수반한다. 대안적으로, 층은 무전해 증착 프로세스를 위한 시드층으로 구성될 수 있다. 시드층은 주석 화합물 및 팔라듐 화합물의 혼합으로 구성될 수 있다. 무전해 증착을 위한 다수의 시드층 및 욱 화학조성 제제(bath chemistry formulations)가 당 업계에 알려져 있고 다수의 상업적 공급처로부터 획득될 수 있다.

[0067] 그 후 도 8a에 도시된 바와 같이 전기 도금 또는 무전해 도금 프로세스에 의해 금속화되는(9) 도전성/시드층의 영역을 노출시키도록 포토레지스트(4)가 적용되고 패터닝된다. 그 후 포토레지스트는 제거된다. 만약 초기 도전층이 불투명 재료(얇은 금속 코팅과 같이)였다면 당 업계에 알려진 임의의 수단, 예컨대 스퍼터링이나 습식 화학 에칭에 의하여 우물(4)의 베이스로부터 제거되어야만 한다. 만약 투명 재료(인듐 주석 산화물이나 플루오르 도핑된 주석 산화물과 같은)였다면 이 단계는 필요하지 않다. 포토레지스트(4)와 우물(4)의 베이스 상의 임의의 불투명층이 제거되면, 우물(4)은 상술한 임의의 닥터 블레이드 프로세스를 사용하여 발광 잉크 제제(2, 3)로 채워져, 도 8b에 도시된 구조를 형성한다.

[0068] 이 금속 매트릭스 구조를 형성하기 위한 대안적 기술은 투명 기관(1) 상의 포토레지스트(4) 증착 및 패터닝을 수반하는데, 이 경우 도전성 재료나 무전해 시드층의 사전 코팅이 없다. 당 업계에 잘 알려진 바와 같이, 포토레지스트는 내부 경사 벽을 가지도록 이상적으로 노출되고 '리프트 오프 프로세스'에 사용된다. 그 후 금속화층은 증착이나 바람직하게는 스퍼터링과 같은 물리적 증착법이 적용된다. 그 후 금속화는 상술한 바와 같은 도금 프로세스를 사용하여 필요한 깊이까지 두꺼워진다. 바람직한 실시예는 무전해(자가 촉매적) 증착을 위한 베이스로 작용하는 추가 20-50nm의 니켈 직후 뒤따르는 티타늄이나 크롬과 같은 접착 촉진제의, 아마도 10nm 두께의 초기 코팅이다.

[0069] 자가 촉매적 도금 프로세스가 사용된다면 증착이 심하게 힘을 받지 않도록 주의하여야 한다. 바람직한 실시예는, 첨가제를 사용하지 않고 낮은 내부 응력을 가지는 경향이 있기 때문에, 니켈 글루타민산염 욱으로부터 니켈을 증착하는 것이다. 이러한 욱 화학은 당 업계에 잘 알려져 있고 다양한 상업적 공급처로부터 획득될 수 있다. 무전해 니켈-인 증착도 응력이 낮으며, 다시, 유리하게 사용될 수 있다. 은도 초기층 및 벌크 금속 재료로 사용될 수 있고 니켈에 비해 향상된 도전성(코팅이 얇을 때의 이점)과 향상된 반사성의 이점을 가진다. 하지만, 은의 단점은 보다 높은 비용, 보다 높은 내부 응력 수준 및 변색 경향을 포함한다. 대안은 니켈 또는 구리를 얇은(<0.5µm) 장식용 크롬 코팅과 함께 사용하여 반사성을 향상시키는(그리고 따라서 흡수 손실을 최소화) 것이다. 이를 달성하기 위한 공정 화학이 수년간 출판되고 산업계에서 널리 사용되어 왔다.

[0070] 본 발명의 추가 실시예에서, 우물의 두 대향하는 벽이 당 업계에 알려진 임의의 프로세스(각이 있는 증착이나 스퍼터링과 같은)를 사용하여 금속과 같은 반사성 물질로 코팅된다. 알루미늄이 예컨대 증착에 의해 증착되기 쉬우며 가시 스펙트럼에 걸쳐 고반사성인, 특히 유리한 물질이다. 나아가 다양한 물질에 강하게 접착되며 낮은 비용과 낮은 독성을 가진다. 그 후 도 9에 도시된 바와 같이 추가 벽은 금속화가 실질적으로 엔드 윈도우와 오버랩하도록 더 가파른 각도로 코팅된다. 이 도면에서 1 내지 7은 전술한 바와 같고, 8은 포토레지스트나 UV 경화성 물질 또는 당 업계에 알려진 다른 적절한 물질과 같은 투명 수지이다.

[0071] 제4 벽은 금속화되지 않는다. 이 경우 발광은 주로 금속화되지 않은(투명한) 포토레지스트 벽을 통해 빠져나간다. 프론트 윈도우의 부분적 금속화는 펌프 방사선이 증착물을 통해 직접 퍼지지 않고, 대신 그 효율적 경로 길이를 증가시키도록 형광체 증착물로 다시 반사되는 것을 보장하고 따라서 더 나은 변환 효율을 달성한다. 유리하게는 펌프 방사선이 프론트 윈도우의 금속화된 영역 바로 위의 구조에, 그리고 가능한 한 금속화된 엔드 벽에 가깝게 진입하도록 LED는 정렬되어야 한다.

[0072] 선택적으로 이 프로세스는 셋 미만, 예컨대 두 벽을 금속화함으로써 달성될 수 있다.

[0073] 추가 실시예에서 투명 슬라이드는 포토레지스트 증착 전에 적절한 불투명도를 보장하도록 알루미늄과 같은 적절한 반사성 물질로 일반적으로 20 내지 40nm의 두께로 코팅될 수 있다. 우물 구조를 정의한 후 반사층(유리하게는 알루미늄)이 에칭으로 제거되므로, 포토레지스트 필의 영역에만 남는다. 당 업계에 알려진 임의의 형태의 에칭이 사용될 수 있고, 알루미늄의 경우 예컨대 아르곤 이온을 사용하는 스퍼터링, 예컨대 RF CCl_4 플라스마를 사용하는 반응성 이온 에칭 또는 예컨대 5-10% 수산화나트륨 수용액을 사용하는 습식 화학 에칭일 수 있다.

[0074] 우물 구조는 횡단 및 길이 방향으로 뺀 벽에 의해 정의된다. 이 경우 횡단 또는 길이 벽은 실질적으로 다른

것보다 두껍다. 그 후 더 얇은 벽이 각이 있는 금속화를 사용하여 양측에서 금속화되는 반면, 더 두꺼운 벽은 일측에서만 금속화된다. 그 후 전술한 바와 같이 우물은 형광체로 채워진다. 그 후 벽의 상부 상의 금속화는 당 업계에 알려진 임의의 적절한 프로세스, 예컨대 상술한 에칭 프로세스나 기계적 연마를 사용하여 제거된다. 그 후 도 10a의 단면도와 도 10b의 평면도에 도시된 바와 같이 LED의 발광 영역이 더 두꺼운 벽의 바로 위에 오도록 슬라이드는 LED 어레이 상에 위치된다. 이 도면에서 1 내지 8은 전술한 바와 같고, 9는 LED 어레이, 10은 광이 방출되는 LED 어레이의 영역이다. 방출광이 더 두꺼운 벽의 상부 상의 표시된 영역(11)을 통해 커버 슬라이드에 들어가도록 커버 슬라이드와 LED 어레이가 정렬된다.

[0075] 그 후 펌프 방사선이 측면에서 형광체 증착물 바로 밑의 윈도우를 통해 빠져나가는 발광으로 형광체 증착물을 조명한다.

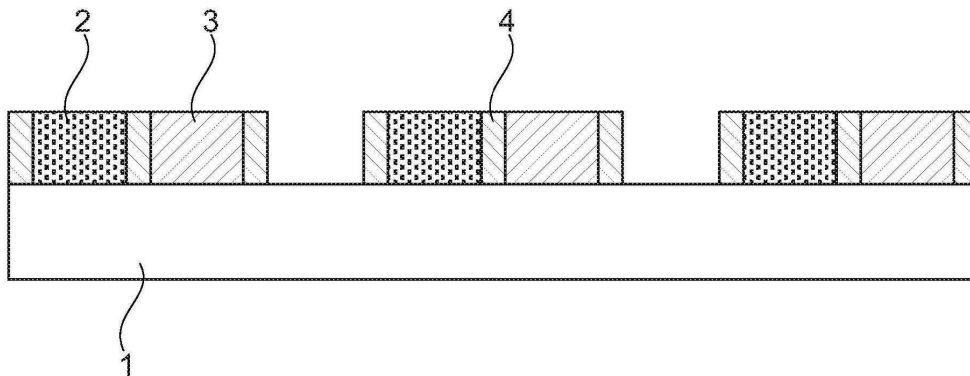
[0076] 본 발명의 추가 양태에서 우물 구조가 정의될 투명 슬라이드가 주요(예컨대, 청색) 방사선을 반사하지만, 적색 및 녹색 발광을 통과시키도록 설계된 이색성 필터 구조로 먼저 코팅된다. 그 후 포토레지스트는 필터 구조 상에 증착되고 청색 픽셀이 될 것을 노출시키지만, 적색 및 녹색 픽셀이 될 것을 커버하고 보호하도록 패터닝된다. 그 후 필터 구조는 당 업계에 알려진 임의의 편리한 수단, 예컨대 불활성 가스 이온 충격, 반응성 이온 에칭, 습식 에칭이나 그릿 블래스팅에 의하여 청색 픽셀에서 에칭되고, 포토레지스트는 패터닝된 필터 구조를 노출하도록 제거된다. 이어서 전술한 바와 같이 및 도 11에 도시된 바와 같이 우물 구조가 이 구조의 상부에 정의된다. 여기서 12는 필터 구조이고 다른 주석은 위와 같다.

[0077] 이 구조의 이점은 형광체 증착물을 통해 통과하고 흡수되지 않는 임의의 주요(예컨대, 청색) 방사선은 구조를 떠나지 않도록 증착물로 다시 반사된다는 것이다. 그 후 이 광은 형광체 층의 이중 통과를 거치므로, 유용하게 흡수되고 발광을 생성할 기회가 실질적으로 개선된다.

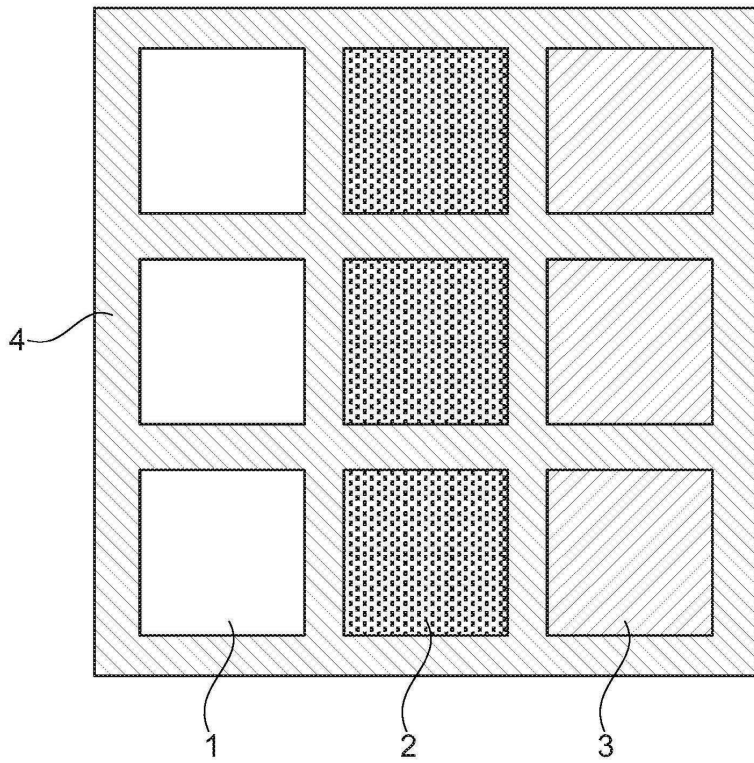
[0078] 본 발명의 특정 실시예가 상술되었지만, 서술된 실시예에서 벗어난 것도 여전히 본 발명의 범위에 속할 수 있음이 명백할 것이다. 예컨대, 임의의 적절한 타입의 프로세스가 우물 구조를 형성하고 채우기 위해 사용될 수 있다.

도면

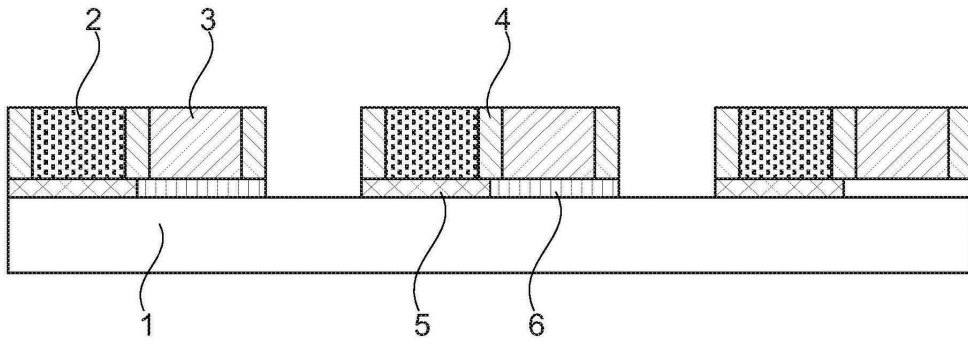
도면1



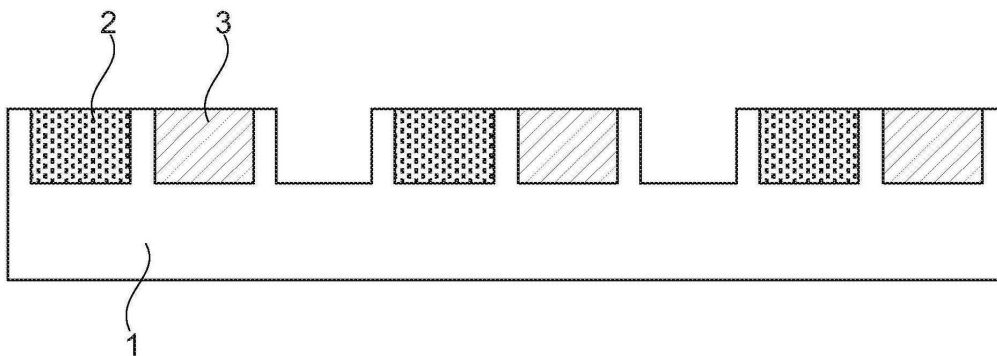
도면2



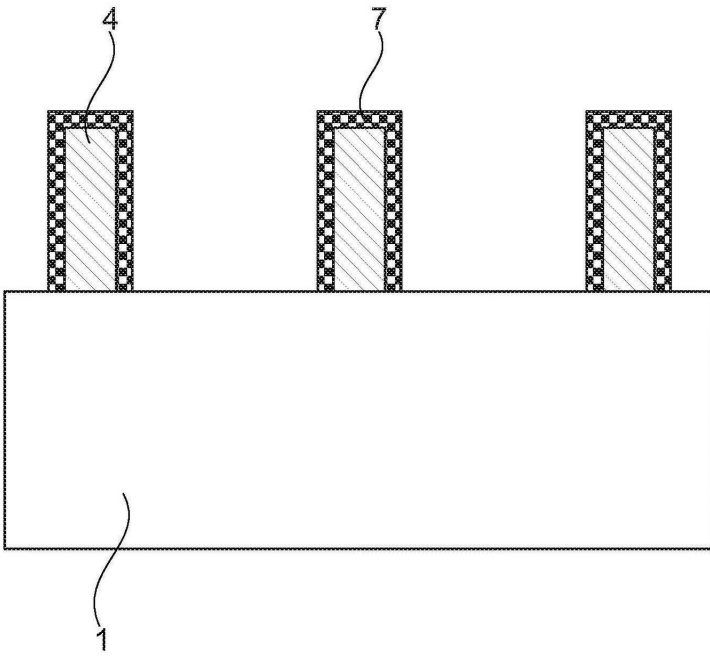
도면3



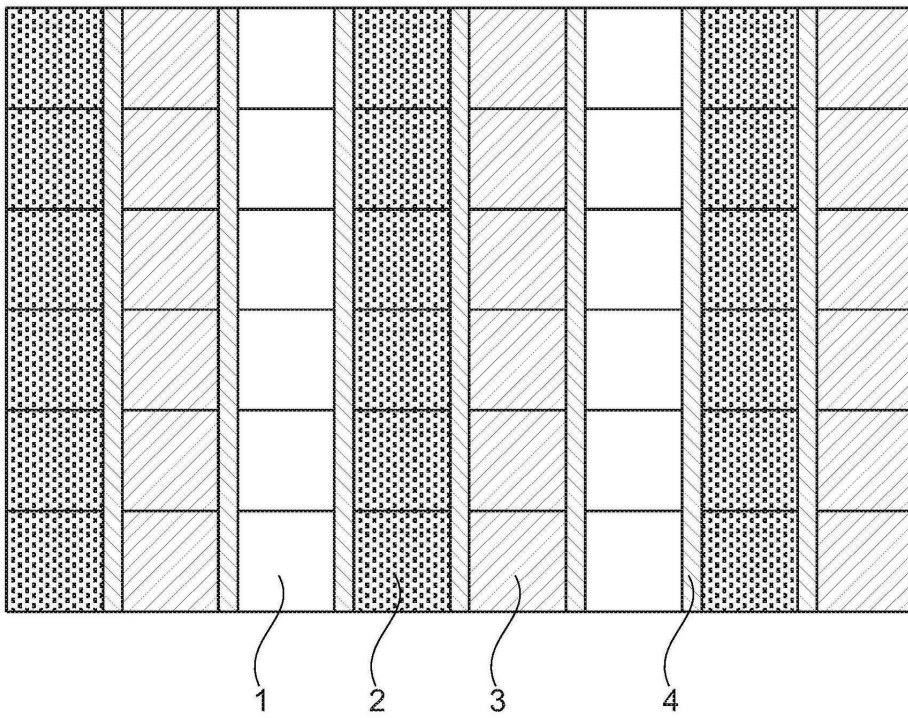
도면4



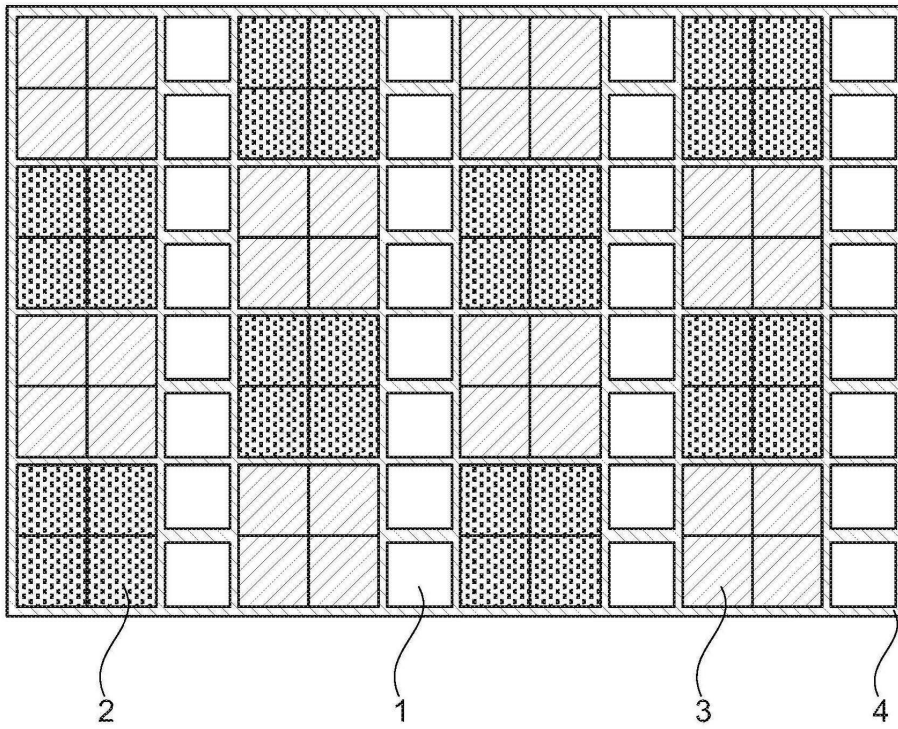
도면5



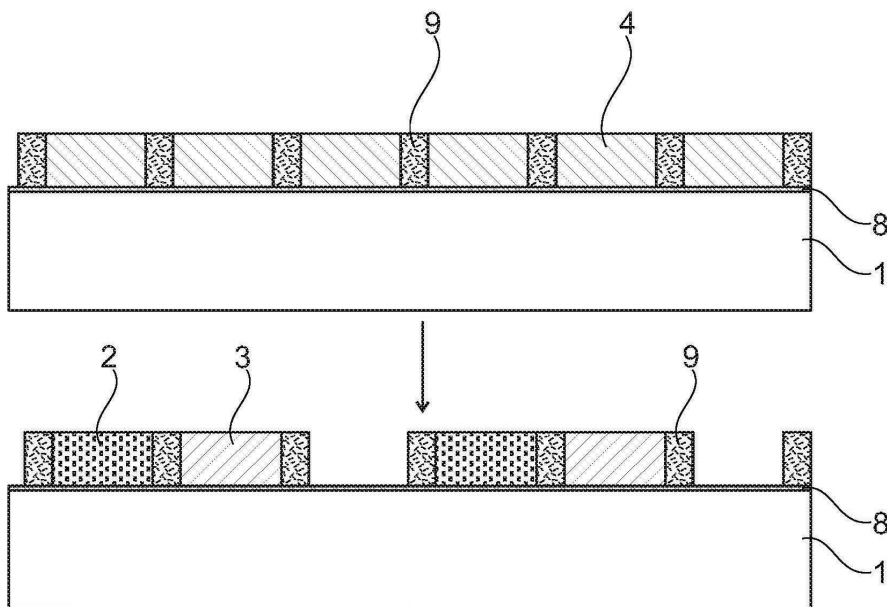
도면6



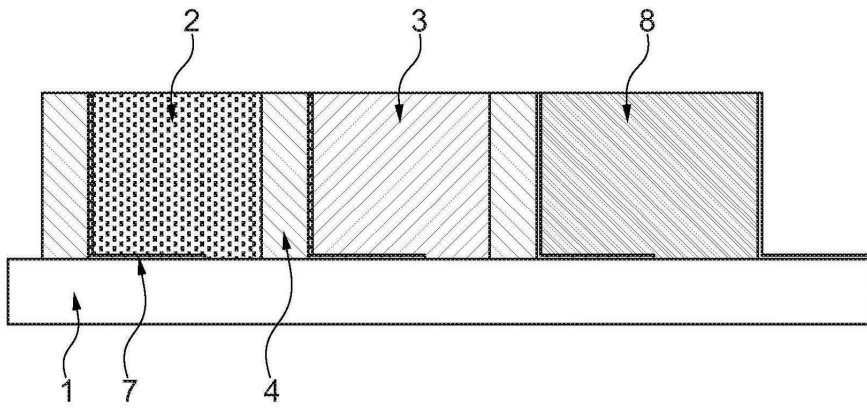
도면7



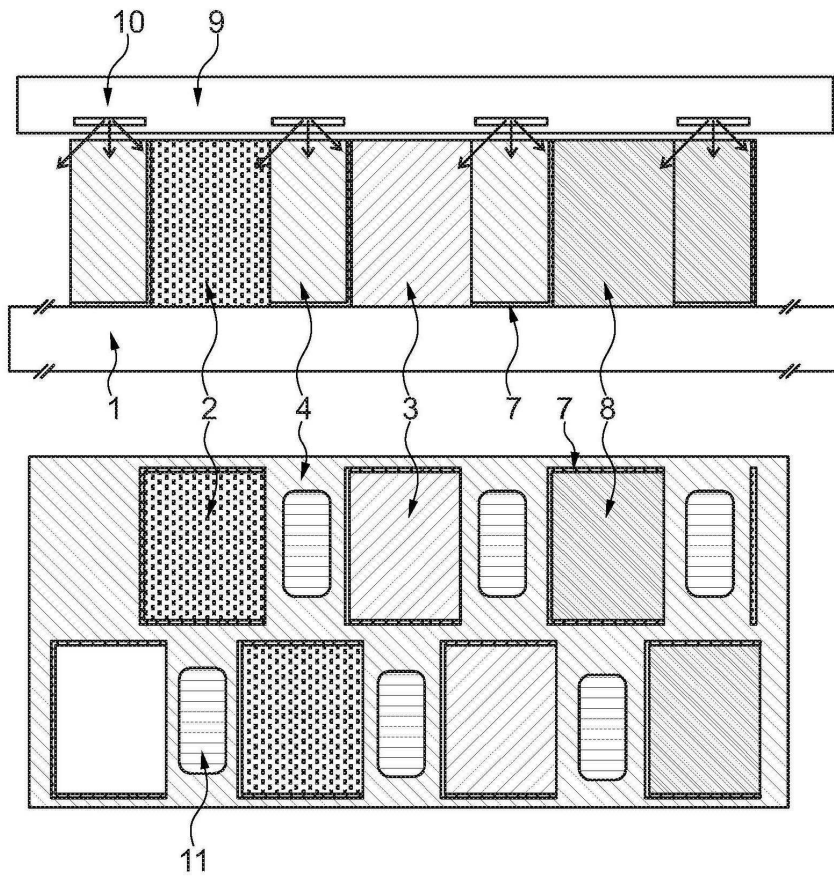
도면8



도면9



도면10



도면11

