(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월02일
(11) 등록번호 10-1995309
(24) 등록일자 2019년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02F 1/13357 (2006.01) *F21S 2/00* (2016.01)
(21) 출원번호 10-2013-7010519
(22) 출원일자(국제) 2011년11월06일
심사청구일자 2016년11월03일
(85) 번역문제출일자 2013년04월25일
(65) 공개번호 10-2013-0140689
(43) 공개일자 2013년12월24일
(86) 국제출원번호 PCT/IL2011/050005
(87) 국제공개번호 WO 2012/059931
국제공개일자 2012년05월10일
(30) 우선권주장
61/410,362 2010년11월05일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2010186533 A*
JP2010525597 A*
WO2010095140 A2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이섬 리서치 디벨러프먼트 컴파니 오브 더 히브루 유니버시티 오브 예루살렘 엘티디.
이스라엘 9139002 예루살렘 포스트 오피스 박스 39135
큐라이트 나노테크 리미티드
이스라엘 9139002 예루살렘 기바트-람 댄시거 에이 빌딩
(72) 발명자
바닌 우리
이스라엘 90805 메바쎄렛 시온 야스민 스트리트 37
알베를 하가이
이스라엘 93706 예루살렘 그래놋 스트리트 5
(74) 대리인
특허법인와이에스장

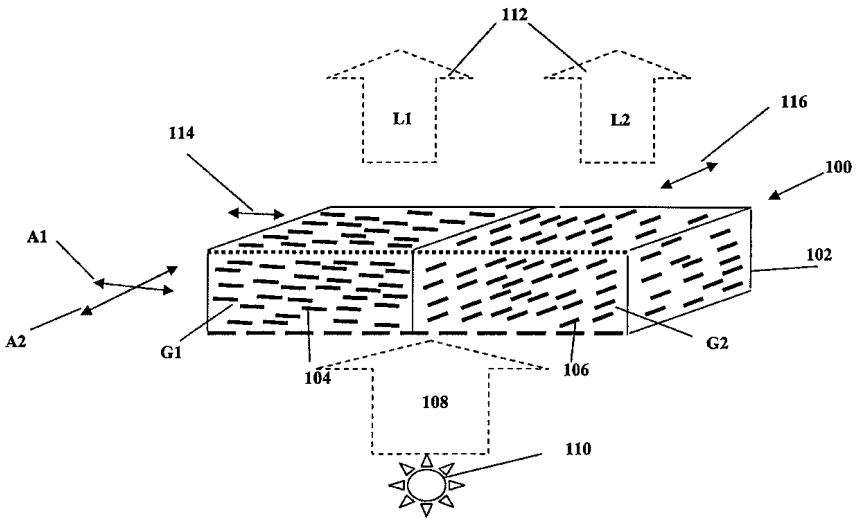
전체 청구항 수 : 총 30 항 심사관 : 유주호

(54) 발명의 명칭 **편광 조명 시스템**

(57) 요 약

광학활성 나노로드(104A, 104B)의 적어도 2개의 상이한 그룹(G1, G2)를 포함하는 광학활성 구조(100)가 제공된다. 나노로드의 그룹은 펌핑 광에 응답하여 발광된 광의 파장 및 편관중 적어도 하나에서 서로 상이하다. 동일한 그룹의 나노로드는 적어도 하나의 다른 그룹의 나노로드의 정렬축에 실질상 평행하거나 수직인 특정 정렬축과 균일하게 정렬되어서, 상기 적어도 2개의 상이한 그룹의 나노로드는 하나 또는 2개의 정렬축을 갖고 있다. 광학활성 구조는 디스플레이용 컬러 편광 광원으로서 사용된다.

대 표 도 - 도1b



명 세 서

청구범위

청구항 1

펌핑 광에 응답하여 발광되는 광의 파장, 정렬축 및 그에 의한 편광 중 적어도 하나에서 서로 상이한 적어도 2개의 그룹으로 배열된 나노로드에 의하여 형성된 복수의 광학활성 나노로드; 및

반사, 확산 및 굴절 구조부 또는 인터페이스 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 광 추출 특징부를 포함하고,

동일한 그룹의 상기 나노로드는 적어도 하나의 다른 그룹의 나노로드의 제2 정렬축에 평행하거나 수직인 제1 정렬축으로 균일하게 정렬되고, 상기 복수의 나노로드는 서로 평행하거나 또는 수직인 하나 또는 2개의 정렬축을 갖고,

상기 광 추출 특징부는 상기 발광되는 광의 상기 편광을 보존하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 2

제1항에 있어서, 동일한 파장의 광을 발광하고 2개의 수직인 정렬축을 따라 배향되어서 직교 편광의 광을 생성하는 나노로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 3

제1항에 있어서, 적어도 2개의 그룹의 균일하게 정렬된 나노로드의 혼합물을 포함하는 적어도 하나의 영역을 포함하고, 상기 적어도 2개의 그룹의 나노로드는 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 각각 발광하기 위하여 구성된 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 그룹의 나노로드를 각각 포함하는, 적어도 한 쌍의 이격된 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 5

제1항에 있어서, 이격된 관계로 적어도 하나의 축을 따라 배열된 영역의 어레이를 포함하고, 상기 적어도 하나의 축을 따라 정렬된 각 2개의 인접한 영역은 상기 적어도 2개의 그룹의 나노로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 펌핑 광의 전파 방향의 축을 따라 이격된 적어도 2개의 층을 포함하고, 상기 적어도 2개의 그룹의 광학활성 나노로드는 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 발광하고 적어도 2개의 상이한 층에 각각 위치되어 있어서, 광학활성 구조의 캐스케이드 배열을 형성하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 적어도 2개의 그룹의 광학활성 나노로드는 상기 적어도 2개의 층에 배열되어 있어서, 발광된 광의 적어도 2개의 파장 중 상대적으로 보다 짧은 파장의 광을 발광하는 나노로드는 펌핑 광의 전파 방향에 대하여, 상대적으로 보다 긴 파장의 광을 발광하는 나노로드의 하류에 위치된 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 적어도 하나의 층에 배열되는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 캐리어에 매입되어 있는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 캐리어는 펌핑 광 및 발광된 광에 대해 광투과성을 갖는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 나노로드가 매입된 캐리어는 10 마이크로미터로부터 1 밀리미터에 이르는 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 기판 캐리어 위에 증착되는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 기판 캐리어는 펌핑 광 및 발광된 광에 대해 광투과성을 갖는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 기판 캐리어에 증착된 상기 나노로드는 10 나노미터로부터 2 마이크로미터에 이르는 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 하나 이상의 반도체 재료로 제조되는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 적어도 1.8의 종횡비를 갖는 긴 기하학 형상을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 코어-셸 구성을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 나노로드는 시딩된 로드로서 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 시딩된 나노로드내의 시드는 구형 또는 로드형 기하학 형상을 갖고 있는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 20

제1항의 광학활성 구조 및 펌핑 광원을 포함하는 것을 특징으로 하는 조명 장치.

청구항 21

제1항의 광학활성 구조, 상기 광학활성 구조를 여기하기 위한 펌핑 광원 및 상기 광학활성 구조에 의해 발광된 광에 노출된 화소 어레인지먼트를 포함하는 컬러 디스플레이 장치로서 구성된 것을 특징으로 하는 조명 장치.

청구항 22

제20항에 있어서, 상기 광학활성 구조는 백라이트 유닛으로서 구성되고 동작가능한 것을 특징으로 하는 조명 장치.

청구항 23

제20항에 있어서, 상기 발광된 광을 전파의 제1 일반 방향을 따라 지향시키도록 구성되어 있고, 상기 광학활성 구조쪽으로의 상기 펌핑 광의 전파의 제2 일반 방향을 정의하는 상기 펌핑 광의 광원을 포함하고, 상기 제2 일반 방향은 출력 광의 상기 전파의 제1 일반 방향에 의해 정의된 축과 교차하는 축을 따르는 것을 특징으로 하는 조명 장치.

청구항 24

제20항에 있어서, 상기 광학활성 구조에 의해 발광된 광의 광경로에 위치된 적어도 하나의 광 편향면을 포함하는 것을 특징으로 하는 조명 장치.

청구항 25

제20항에 있어서, 상기 광학활성 구조에 의해 발광된 광의 광경로에 위치된 적어도 하나의 광 굴절면을 포함하는 것을 특징으로 하는 조명 장치.

청구항 26

2개의 그룹의 나노로드에 의하여 형성된 복수의 광학활성 나노로드; 및

반사, 확산 및 굴절 구조부 또는 인터페이스 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 광 추출 특징부;를 포함하고,

동일한 그룹의 나노로드는 다른 그룹의 나노로드의 정렬축에 수직인 정렬축과 균일하게 정렬되어 있고,

상기 광 추출 특징부는 발광된 광의 편광을 보존하도록 구성되어서, 2개의 직교 편광의 광을 발광하는 광학활성 구조를 제공하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 나노로드는 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 발광하는 나노로드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 28

제26항에 있어서, 상기 2개의 그룹의 광학활성 나노로드는 적어도 2개의 이격된 영역에 위치되어 있어서, 각 영역은 하나의 그룹의 나노로드를 포함하고 다른 그룹의 나노로드를 포함하는 적어도 하나의 영역에 인접한 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 29

펌핑 광에 응답하여 발광된 광의 파장이 서로 상이한 적어도 2개의 그룹의 나노로드에 의하여 형성된 복수의 광학활성 나노로드; 및

반사, 확산 및 굴절 구조부 또는 인터페이스 중 적어도 하나를 포함하는 적어도 하나의 광 추출 특징부;를 포함하고,

상기 복수의 광학활성 나노로드는 공통 정렬축을 따라 균일하게 배향되고,

상기 광 추출 특징부는 상기 발광된 광의 편광을 보존하도록 구성되어서, 광학활성 구조는 상기 펌핑 광에 응답하여 적어도 2개의 상이한 파장의 편광된 광을 발광하는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

청구항 30

삭제

청구항 31

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 광 추출 특징부는 상기 구조와 일체화되거나, 상기 구조에 부착되거나 상기 구조로부터 이격되어 있는 것을 특징으로 하는 광학활성 구조.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 일반적으로 편광 조명 시스템의 분야에 관한 것이고, 특히 디스플레이용 백라이트 시스템으로서 사용되는 광학 펌핑되는 편광 조명 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 광의 편광 특성은 평판 액정 디스플레이(LCD)로부터 현미경, 금속야금 검사 및 광 통신에 이르는 다양한 광학적 애플리케이션(제품 및 방법)에서 사용된다. 대부분의 광원에 의해 생성된 광은 특정 편광을 갖고 있지 않고, 전형적인 편광 선택된 다양한 타입의 편광기를 사용하여 이루어지고 있다. 편광기를 사용한 특정 편광의 선택은 에너지 손실을 통해 이루어지고, 충돌 광의 약 50%가 비편광된 광원을 사용하여 편광된 조명을 제공하기 위해 단순한 수동형 (비발광) 편광기를 사용할 때 손실될 수 있다. 이러한 문제는 에너지 절감이 중요한 요인이 되는 LCD 디스플레이용 백라이트 시스템에서 특히 크다. 이러한 문제는 배터리 수명이 중요한 문제가 되는 모바일 장치(랩톱, 휴대폰, 카메라등)에서 더 크다.

[0003] 비편광된 광원에 의해 발광된 광의 비교적 효율적인 편광 선택은 발광된 광의 광경로에 특별한 표면을 갖는 복잡하고 수동형의(비발광) 중합체 필름을 위치시킴으로써 달성될 수 있다. 이러한 필름은 광의 일부를 재활용할 수 있고, 따라서 요구되는 편광의 광의 전송율을 높인다. 광의 재활용은 반사면으로의 원치않는 편광의 반사광 성분에 기초하고 있어서, 연속 반사 후에 편광 해소하는 증대된 반사된 광 성분을 생성하고, 따라서, 적어도 일부 광 성분은 각 반사 후에 전송된다. 그러나, 이러한 수동형 시스템은 증가된 (심지어 수십개의) 층이 효율적인 재활용을 위해 필요하기 때문에 생산 비용이 높고 복잡하다. 편광기를 통해 백라이트 출력을 재활용하는 다른 "수동형" 접근법은 반사형 나노와이어 그리드 편광기(Ge, Zhibing and Wu, Shin-Tson. "Nanowire grid polarizer for energy efficient and wide-view liquid crystal displays.", Applied Physics Letters, 93, 121104, 2008)를 사용한다.

[0004] 상술된 바와 같은 수동형 접근법은 백라이트 시스템의 설계를 복잡하게 하고 비용이 크다. 또한 이러한 접근법은 발광된 광의 색역의 품질을 강화하는데 도움이 되지 않는데, 그 이유는 파장 종속되어 있기 때문이다. 사실, 오리지널 백라이트의 색역을 보존할 필요는 백라이트 시스템의 층 구조를 더 복잡하게 한다.

[0005] 나노로드(nanorod)(또한, 때로 "로드(rod)"로도 불린다)와 같은 이방성 (긴) 나노입자가 편광된 광선을 제공할 수 있는 것으로 알려져 있다. 이것은 또한, 본 출원의 양수인에게 양도된 WO 2010/095140에 기술되어 있다.

[0006] 편광된 광선을 제공하는 일부 나노로드 시스템은 다음의 발행물에 기술되어 있다.

[0007] X. Peng et al., "Shape control of CdSe nanocrystals", Nature 404, 59-61, 2000은 중합체에 매입된 반도체 코어 (셸 없음) CdSe 나노로드에 기초한 콜로이드를 기술하고 있다. 거의 온전한 편광이 단일 로드로부터 얻어질 수 있다.

[0008] T. Mokari and U. Banin, "Synthesis and properties of CdSe/ZnS rod/shell nanocrystals", Chemistry of Materials 15(20), 3955-3960, 2003은 로드 구조에 셸을 성장시킴으로써 강화되는 로드의 발광을 설명하고 있다.

[0009] D/V. Talapin, et al, "Seeded Growth of Highly Luminescent CdSe/CdS Nanoheterostructures with Rod and Tetrapod Morphologies", Nano Letters 7(10), pp 2951-2959, 2007은 시딩된 나노로드 입자에 대해 얻어진 양자 수율 향상을 설명하고 있다.

[0010] C. Carbone et al, "Synthesis and Micrometer-Scale Assembly of Colloidal CdSe/CdS Nanorods Prepared by a Seeded Growth Approach". Nano Letters, 7(10), pp 2942-2950, 2007은 시딩된 로드의 다이폴 패턴 방출, 즉, 로드의 팁 보다는 로드 중심으로부터 나오는 방출을 설명하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 3D 특징을 갖는 디스플레이는 물론, 디스플레이, 특히 컬러 디스플레이용 백라이트와 같은 다양한 애플리케이션에서 효율적으로 사용할 수 있도록 해주는 편광된 광원, 즉, 에너지 효율적인 조명에서의 새로운 접근법이 당업계에 필요하다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 실시예는 일반적인 콜로이드 이방성 나노입자를 사용하는 특히 강한 편광된 광선을 갖는 콜로이드 나노로드를 사용하는 에너지 효율적인 편광된 백라이트 및 디스플레이 시스템에 대한 설계를 제공한다. 이러한 시스템은 백라이트 소스로부터 부분적으로 또는 온전히 편광된 광으로 비편광된 광을 전환하는 정렬된 이방성 나노로드를 포함하는 활성(발광을 의미한다) 층 또는 필름을 채용한다. 이러한 층 또는 필름을 이후로 "광학활성 구조" 또는 때로는 "활성 편광된 광 발광층" 또는 APEL으로 부른다. 본 발명의 광학활성 구조(또는 APEL)는 편광되거나 부분 편광된 광을 발광시키도록, 비편광된 펌핑 조명은 물론 편광된 펌핑 조명과 함께 사용될 수 있다는 것에 주목해야 한다.

[0013] 본 발명의 하나의 특징에 따라, 펌핑 광에 응답하여 발광되는 광의 파장 및 편광중 적어도 하나에서 서로 상이한 적어도 2개의 그룹의 광학활성 나노로드를 포함하고, 상기 적어도 2개의 그룹의 나노로드의 어레인지먼트는 하나 또는 2개의 정렬축을 정의하여서, 동일한 그룹의 나노로드는 적어도 하나의 다른 그룹의 나노로드의 정렬축에 실질상 평행하거나 수직인 정렬축으로 균일하게 배향되는 광학활성 구조가 제공된다.

[0014] 본 발명의 특정 실시예는 이방성 나노로드를 포함하는 광학활성 구조를 제공한다. 일부 실시예에서, 이러한 광학활성 구조는 기판상에 위치된 이방성 나노입자의 층이다. 일부 실시예에서, 광학활성 구조는 매체에 매입된 이방성 나노입자를 포함한다. 일부 실시예에서, 이러한 매체는 중합성 매체 또는 예를 들어, 솔-젤 프로세스에 의해 준비된 유리 매체일 수 있다. 일부 실시예에서, 이방성 입자는 정렬축을 따라 장축을 갖고 매체 내에 정렬되어 있다. 이러한 정렬은 매체를 스트레칭하고 임의의 전계를 사용하지 않고 유도될 수 있다. 일부 실시예에서, 정렬은 부분적일 수 있다. 다른 실시예에서, 정렬은 전체일 수 있다. 정렬된 이방성 나노입자를 갖는 일부 실시예에, 이방성 나노입자는 편광된 광을 발광하도록 인입 광선에 의해 여기된다. 나노입자는 임의의 전계를 사용하지 않고 여기된다. 발광된 광의 편광은 부분적이거나 전체일 수 있고 대략 나노입자의 장축의 방향으로 되어 있다. 이방성 나노입자의 여기 및 광의 최종 편광된 광선은 단지 광선에 의해서만 유발된다.

[0015] 일부 실시예에서, 이러한 구조는 실질상 동일한 파장의 광을 발광하고 2개의 수직인 정렬축을 따라 배향되어서 직교 편광의 광을 생성하는 나노로드를 포함한다.

[0016] 이러한 구조는 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 각각 발광하는 적어도 2개의 그룹의 균일하게 정렬된 나노로드의 혼합물을 포함하는 적어도 하나의 영역을 포함할 수 있다.

[0017] 이러한 구조는 2개의 그룹의 나노로드를 각각 포함하는, 이격된 영역의 적어도 한 쌍의 이격된 영역, 또는 일반적으로, 적어도 하나의 축을 따라 정렬된 각 2개의 인접한 영역이 상이한 그룹의 나노로드를 포함하는, 이격된 관계로 상기 적어도 하나의 축을 따라 배열된 영역의 어레이를 포함할 수 있다.

[0018] 이러한 구조는 캐스케이드 배열을 가질 수 있고, 즉, 펌핑 광의 전파의 방향의 축을 따라 이격된 적어도 2개의 층을 포함할 수 있고, 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 발광하는 광학활성 나노로드의 적어도 2개의 그룹은 적어도 2개의 상이한 층에 각각 위치되어 있다. 이러한 실시예에서, 나노로드의 적어도 2개의 그룹은 적어도 2개의 층에 배열되어 있어서, 발광된 광의 적어도 2개의 파장의 비교적 보다 짧은 파장의 광을 발광하는 나노로드는 펌핑 광의 전파 방향에 대해, 비교적 보다 긴 파장의 광을 발광하는 나노로드의 하류에 위치되어 있다.

[0019] 나노로드는 기판 캐리어(예를 들어, 유리 기판)에 증착되거나 나노로드가 매입된 매트릭스 또는 캐리어의 형태를 갖는 적어도 하나의 필름에 배열될 수 있다. 임의의 경우에, 캐리어는 펌핑 광 및 발광된 광에 대해 광투과성을 갖거나 부분 광투과성을 갖고 있다.

[0020] 나노로드는 하나 이상의 반도체 재료로 제조될 수 있고, 예를 들어, 적어도 1.8의 종횡비를 갖는 적합한 긴 기하학 형상을 가질 수 있다. 나노로드는 코어-셸 구성을 가질 수 있고 및/또는 구형 또는 로드형상의 시드를 갖는 시딩된 로드로서 구성될 수 있다.

[0021] 특정 실시예에서, 광학활성 구조는 예를 들어, 디스플레이용 백라이트와 같은 백라이트 시스템에 포함되어 있다. 이러한 시스템에서, 광학활성 구조는 광원(또한 "여기 소스"로도 불린다)에 의해 여기된다. 일부 실시

예에서, 이러한 광원은 광학활성 구조내의 이방성 나노입자에 의해 흡수되는 단파장 광을 제공한다. 여기 소스는 예를 들어, 발광 다이오드(LED)를 포함할 수 있다. 가시 영역에서의 백라이트에 대해, 일부 여기 소스는 480nm 아래의 광을 발광할 수 있는데, 예를 들어, 대략 460 nm와 같은 청색 영역에서 또는 대략 450 nm와 같은 바이올렛 영역에서 발광할 수 있다. 다른 여기 소스는 자외선(UV) 영역 (400nm 아래 및 바람직하게는 대략 360nm)에서 광을 발광할 수 있다. 예를 들어, 형과체층에 의해 코팅되지 않은 냉음극 형광(CCFL) 소스와 같은 또 다른 여기 소스는 청색-UV 광을 발광할 수 있다. 따라서, 광학활성 구조는 이방성 나노입자의 발광 색에 따라, 편광된 광을 상이한 컬러로 디스플레이에 표시되도록 방출할 수 있다. 일부 실시예에서, 여기 소스는 광학활성 구조의 하나의 넓은 표면쪽으로 광을 방출한다. 일부 실시예에서, 여기 소스는 소위 "도파로" 구성에서, 광학활성 구조의 좁은 사이드(단면)쪽으로 광을 방출한다. 일부 실시예에서, 여기 소스에 의해 발광된 광의 일부는 나노입자와 상호작용하는 일 없이 광학활성 구조를 투과하고, 디스플레이 장치에 직접 사용될 수 있어서 추가 비편광된 컬러를 제공할 수 있다.

[0022] 백라이트 디스플레이 시스템의 일부 실시예에서, 적어도 2개의 상이한 광학활성 구조는 상이한 컬러를 갖는 편광된 광을 각각 제공하도록 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 단일 광학활성 구조는 상이한 컬러의 편광된 광을 발광하도록 광학적으로 여기가능한, 상이한 타입의 이방성 나노입자를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 광학 활성 구조는 직방형 또는 다각형상을 갖는, 스트라이프의 형태를 가질 수 있다. 스트라이프의 형태, 또는 임의의 다른 형태를 갖는 상이한 광학활성 구조는 화소 (또는 화소 형상의) 어레인지먼트를 포함하는 단일층으로 조합될 수 있다. 상이한 광학활성 스트라이프/화소를 갖는 단일 층은 따라서, 상이한 컬러를 갖는 편광된 광, 또는 반복된 스트라이프/화소 어레인지먼트에서 2개의 직교 편광을 제공할 수 있다. 일부 실시예에서, 광학활성 구조로부터 발광된 광의 편광은 선형이다. 다른 실시예에서, 선형 편광은 원형 편광으로 전환될 수 있다.

[0023] LCD 디스플레이 장치용 백라이팅의 적용에 적합하다. 본 발명에 따른, 정렬된 나노로드로 구성된 필름은 임의의 타입의 LC 기반 디스플레이/프로젝션 시스템에 통합될 수 있다. 나노로드를 포함하는 필름은 나노로드가 요구되는 파장에서 실질상 편광된 광을 방출하도록 하는 펌핑 광(보통, 비편광되지만, 편광되거나 일부 편광된 펌핑 광 역시 사용될 수 있다)에 의해 조명된다. 정렬된 나노로드 기반 조명 장치로부터 얻어진 광은 아래에 더 설명되는 바와 같이, 컬러 품질, 컨트라스트, 효율 및 편광의 정도에서 상당한 장점을 갖고 있다. 상술된 바와 같이, 편광 품질은 고비용의 DBEF 층에 대한 필요를 제거할 수 있다. 또한, 조명 장치의 보다 높은 효율을 얻을 수 있는 QD's를 포함하는 필름 위로의 지향성에서 (적어도 하나의 축에서) 이득을 얻을 수 있다. 따라서, 나노로드를 포함하는 층 역시 휘도 강화 목적을 위해 설계된 BEF 층을 대신할 수 있다. 그러나, BEF 층 반사기 또는 다른 광학 컴포넌트는 보다 바람직한 지향성, 포커싱 및 휘도 강화를 제공하기 위해, 이러한 나노로드 포함/매입 필름으로부터 발광된 광의 경로에, 즉, 필름과 LC 패널구조 사이에, 사용될 수 있다.

[0024] 본원에서, 광 전환/발광층/구조는 때로 "필름"으로 불린다. 이러한 필름은 (프리즘, 피라미드, 마이크로렌즈 등...과 같은) 일면 또는 양면에 다양한 광 추출 특징부를 포함할 수 있다. 본 발명에 따라, 광 추출 특징부는 마이크로렌즈 (또는 마이크로렌즈 어레이), 금속 반사면 등과 같은 필름으로부터 발광된 광의 편광을 보전하도록 구성되는 것이 바람직하다. 이러한 필름은 또한 광 추출 및 편광 보존을 도울 수 있는 다양한 굴절율 구조/인터페이스(예를 들어, 굴절률 분포형 렌즈형상 구조)를 가질 수 있다. 편광 보존 확산기 필름은 하나 이상의 사이드로부터 APEL에 부착될 수 있다. 이러한 필름은 또한 편광 특성을 강화시킬 수 있는 정규 및 비정규 형상의 광 분산 입자의 다양한 조합을 포함할 수 있다. 용어 "필름"은 볼, 로드, 와이어의 직물 등의 조밀 어레인지먼트와 같은 동일한 편광 및 광 전환 기능을 제공할 수 있는, 예를 들어, 조밀 구조의 임의의 다른 기하학 향상의 층 역시 넓게 포함하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 이해해야 한다.

[0025] 본 발명의 다른 특징에 따라, 펌핑 광에 응답하여 발광되는 광의 파장 및 편광중 적어도 하나에서 서로 상이한 광학활성 나노로드의 적어도 2개의 그룹을 포함하고, 상기 적어도 2개의 그룹의 나노로드의 어레인지먼트는 하나 또는 2개의 배향축을 정의하여서, 동일한 그룹의 나노로드는 적어도 하나의 다른 그룹의 나노로드의 배향축에 실질상 평행하거나 실질상 수직인 특정 배향축과 균일하게 배향되는 광학활성 구조가 제공된다.

[0026] 본 발명의 광학활성 구조는 실질상 (나노로드의 장축인) 나노로드의 정렬축에 수직인 평면에서 다수의 방향으로 광을 발광한다. 이러한 구조를 사용하는 본 발명의 조명 장치는 발광된 광이 전파의 특정 일반 방향을 갖고 전파되도록 구성되는 것이 바람직하다. 이를 위해, 발광된 광을 광 전파의 일반 방향으로 지향시키기 위한 광학활성 구조에 의해 발광된 광의 광경로에 위치된 적어도 하나의 광 편향면 및/또는 적어도 하나의 굴절면을 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 다른 특징에 따라, 광학활성 나노로드의 적어도 2개의 그룹을 포함하고, 동일한 그룹의 나노로드는 다른 그룹의 나노로드의 정렬축에 실질상 수직인 정렬축과 균일하게 정렬되어서 직교 편광된 광을 발광하는 광학활성 구조가 제공된다.

[0028] 이러한 나노로드는 2개 이상의 상이한 파장의 광을 발광하는 나노로드를 포함할 수 있다. 광학활성 구조는 실질상 수직인 배향축으로 배향된 2개의 그룹의 나노로드를 포함하는 적어도 한 쌍의 이격된 영역을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 광학활성 구조는 적어도 하나의 축을 따라 이격된 관계로 배열된 영역의 어레이를 포함하고, 적어도 하나의 축을 따른 각 2개의 인접한 영역은 실질상 수직인 배향축으로 배향된 2개의 그룹의 나노로드를 포함하고 있다. 이러한 구성에서 적어도 하나의 축을 따라 이격된 관계로 배열된 각 2개의 인접한 영역은 2개의 상이한 파장의 광을 발광하는 2개의 그룹의 나노로드를 포함할 수 있다. 광학활성 구조는 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 방출하는 적어도 2개의 그룹의 나노로드의 혼합물을 포함하는 적어도 하나의 영역을 포함할 수 있다.

[0029] 광학활성 구조는 캐스케이드 배열을 가질 수 있다. 적어도 2개의 그룹의 광학활성 나노로드는 펌핑 광에 응답하여 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 방출하는 나노로드를 포함하고, 적어도 2개의 상이한 파장의 광을 방출하는 나노로드는 적어도 2개의 상이한 평면에 각각 위치되어 있다. 이러한 적어도 2개의 상이한 평면은 펌핑 광의 전파축을 따라 이격된 관계로 배열될 수 있다. 적어도 2개의 그룹의 나노로드는 적어도 2개의 평면에 배열되어 있어서, 발광된 광의 적어도 2개의 파장중 상대적으로 보다 긴 파장의 광을 방출하는 나노로드는 광학활성 구조쪽으로의 펌핑 광의 전파 방향에 대하여, 상대적으로 보다 짧은 파장의 광을 방출하는 나노로드의 하류에 위치되어 있다.

[0030] 본 발명의 또 다른 특징에 따라, 펌핑 광에 응답하여 발광된 광의 파장에서 서로 상이한 광학활성 나노로드의 적어도 2개의 그룹을 포함하고, 이러한 광학활성 나노로드는 정렬축을 따라 균일하게 배향된 복수의 나노로드를 포함하여서 상기 펌핑 광에 응답하여 실질상 편광된 광을 방출하는 광학활성 구조가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0031] 본 발명을 이해하고 실시 방법을 보기 위해, 다음과 같은 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 설명할 것이다. 하지만 이에 제한되는 것은 아니다.

도 1a 내지 도 1c는 디스플레이용 백라이트 소스와 같은 조명 장치 또는 공간 광변조기를 사용하는 임의의 다른 장치에서 사용되는 본 발명의 광학활성 구조의 3개의 예를 개략적으로 도시하고 있고, 도 1a는 (동일한 영역에 위치된) 2개의 상이한 그룹의 나노로드가 혼합된 광학활성 구조를 나타내고, 도 1b는 2개의 상이한 그룹의 나노로드가 상이한 영역에 위치된 광학활성 구조를 나타내고, 도 1c는 상이한 그룹의 나노로드를 포함하는 광학활성 구조의 캐스케이드 구성을 나타내고 있다.

도 1d 및 도 1e는 정렬된 광학활성 나노로드를 포함하는 층에 의해 발광된 광의 공간 강도 분포의 이론값과 실험 측정값을 보여준다.

도 2a 내지 도 2d는 사이드 펌핑 조명에 노출된 광학활성 구조를 사용하고 예를 들어 백라이트 시스템에 사용되도록 구성된 본 발명의 조명 장치의 개략적인 실시예를 보여주고, 도 2a 및 도 2b는 펌핑 및 출력 조명 방식을 설명하고, 도 2c 및 도 2d는 광학활성 나노로드가 어떻게 광학활성 구조에서 분포될 수 있는지를 예시하고 있다.

도 3a 내지 도 3c는 광학활성 구조로서(도 3a) 또는 발광된 광을 지향시키기 위한(도 3b 및 도 3c) 웨지 형상의 도광부의 사용을 개략적으로 예시한 도면이다.

도 4a 내지 도 4e는 다색 및/또는 3D 디스플레이/프로젝터 시스템에 사용되는 광학활성 나노로드의 화소 배치의 예를 도시하고 있다.

도 5a 내지 도 5c는 조명장치로부터 출력된 지향성을 갖고 편광된 (또는 부분 편광된) 광을 제공하기 위한 다양한 기술적 솔루션을 사용하는 본 발명의 실시예를 도시하고 있고, 도 5a는 측부 장착된 LED에 의해 광학적으로 펌핑되고, 시준 및 포커싱 조명의 조합을 제공하도록 구성된 조명 장치/유닛을 도시하고 있고, 도 5b는 후방 장착된 LED에 의해 광학적으로 펌핑된 조명 유닛을 도시하고 있고, 도 5c는 시준되거나 부분 시준된 조명을 제공하도록 구성되고 후방 광학 펌핑을 위한 대안의 설계를 갖는 조명 유닛을 도시하고 있다.

도 6은 본 발명의 광학활성 구조에 기초한 백라이트 유닛을 포함하는 LC 패널기반 디스플레이 시스템을 개략적

으로 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 도 1a 내지 도 1c는 조명 장치, 예를 들어, 디스플레이용 백라이트 소스에 사용되는 본 발명의 광학활성 구조(100)의 예를 도시하고 있다. 본 발명의 광학활성 구조(100)는 도 1a 및 도 1b에 도시된 2개의 그룹 G1 및 G2, 그리고 도 1c에 도시된 3개의 그룹 G1, G2, G3와 같은 2개 이상의 그룹의 광학활성 나노로드(즉, 발광을 위해 광학적으로 펌핑된다) 를 포함하고 있다 나노로드의 그룹은 발광된 파장 및/또는 발광의 편광에 있어서 서로 상이하다. 2개 이상의 그룹의 나노로드는 배향/정렬의 하나 또는 두개의 축을 형성하도록 배열되어서, 동일한 그룹의 나노로드는 적어도 하나의 다른 그룹의 것과 실질상 평행하거나 실질상 수직인 정렬의 축과 균일하게 배향된다.

[0033] 이와 관련하여, 그룹 G1 및 G2의 나노로드는 배향/정렬 A1 및 A2의 상호 수직인 축을 따라 정렬되고 상이한 파장 λ1 및 λ2의 광을 발광하는 것으로 도 1b에 예시되어 있다. 그러나, 본 발명은 이러한 도면의 조합에 제한되지 않고 상이한 배향이 단지 상이한 그룹의 나노로드의 설명을 위해 상이한 방출 파장과 조합되어 도시되어 있다.

[0034] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 광학활성 구조(100)를 설명하고 있다. 구조(100)는 단일층(102)(필름)을 형성하고 상이한 그룹 G1, G2의 방출 이방성 나노입자(나노로드)(104A, 104B)를 포함하고 있다. 상이한 그룹 G1 및 G2의 나노로드(104A, 104B)는 펌핑 조명에 노출될 때 상이한 파장의 광을 발광한다. 이러한 예에서, 2개(또는 보다 많은) 그룹의 나노로드는 필름의 동일한 영역내에 혼합되어 있다. 또한, 이러한 예에서, 상이한 나노로드는 모두 실질상 평행한 축을 따라 정렬되어 있지만, 상이하게 구성되어 (재료 및/또는 크기) 펌핑 광(108)에 응답하여 실질상 유사한 편광을 갖고 상이한 파장의 적어도 2개의 광 성분 L1 및 L2를 방출한다.

[0035] 본 발명의 하나의 실시예에서, 나노로드는 예를 들어, UV 또는 바이올렛 펌핑에 응답하여 원색(R,G,B)의 파장을 방출하도록 구성될 수 있거나, 블루 펌핑에 응답하여 적색 및 녹색을 방출하는 나노로드를 포함할 수 있다. 상술된 바와 같이, 나노로드는 하나의 그룹의 나노로드의 정렬의 축이 다른 그룹의 나노로드의 정렬의 축에 평행하거나 수직되도록 정렬될 수 있다.

[0036] 도 1b는 이전의 예와 유사하게 단일 층(102)(필름)을 형성하고, 상이한 그룹 G1 및 G2의 방출 이방성 나노입자(나노로드)(104,106)를 포함하는 발광 구조(100)를 도시하고 있다. 각 그룹의 나노로드는 균일한 배향을 갖고 있고, 다른 그룹의 나노로드와 비교하여 동일하거나 수직인 배향을 가질 수 있다. 2개 보다 많은 그룹의 나노로드가 존재할 수 있지만 나노로드의 배향의 하나 또는 2개의 수직축이 존재한다. 도 1a의 예와 달리, 도 1b의 예에서, 상이한 그룹의 나노로드는 각각 수직인 배향을 갖고 있고, 이러한 그룹은 공간적으로 분리되어 있고, 특별히 분리된 영역에 위치되어 있다. 또한, 도 1b의 예에서, 나노로드(104, 106)는 상이한 편광을 갖는 광 성분 L1 및 L2의 방출에 의해 펌핑 광(108)에 응답한다.

[0037] 일부 실시예에서, (직교 편광의 광을 발광하는) 정렬의 수직축과 정렬된 나노로드의 그룹 역시 다색 (백색) 광을 제공하도록 상이한 파장의 광을 발광하는 나노로드를 포함할 수 있다는 것에 주목해야 한다.

[0038] 따라서, 본 발명의 조명 장치에서, 광학활성 구조(100)는 보통, 응답하여 나노로드에 의해 방출된 것보다 짧은 파장의 펌핑 또는 여기 광(108)에 노출되는데, 예를 들어, UV 여기 광은 가시광선 스펙트럼에서의 방출을 유발한다. 펌핑 광은 편광되거나 비편광될 수 있고, 광원(110)으로부터 지향된다. 조명 장치에 통합된 광원(110)은 (임의의 적합한 발광기일 수 있는) 발광기, 예를 들어, 단일 LED, 적합한 방식으로 배열된 복수의 LED, CCFL에 의해 구성될 수 있고 및/또는 외부 발광기와 연관된 도광부(예를 들어, 도파로, 광섬유)에 의해 구성될 수 있다. 나노입자(104, 106)는, (편광되거나 비편광된) 펌핑 광(108)에 의해 여기될 때, 상술된 바와 같이, 여기 광 보다 긴 파장(보다 짧은 에너지)를 갖고, 나노로드의 정렬축에 의해 형성된 (대략 정렬축에 평행인) 바람직한 편광을 갖고 있는 실질상 편광된 (온전히 또는 일부 편광된) 광(112)을 발광한다. 도 1b의 예에서, 광 성분 L1은 편광축(14)을 갖고 있고 광 성분 L2는 편광축(116)을 갖고 있다.

[0039] 일부 실시예에서, 이방성 나노입자는 요구되는 색역을 달성하기 위해 상이한 기본 색에서 방출하도록 하는 조성 및 크기를 가질 수 있다. 예를 들어, 본 출원의 양수인에게 할당된 PCT 공개 번호 WO 2010/095140를 참조하라. 본 발명에 사용되기 적합한 나노로드의 일부 파라미터(재료 조성 및 크기)는 아래에 더 예시되어 있다.

[0040] 펌핑 광(108)은 층(102)내의 나노로드(104, 106)에 의해 효율적으로 흡수된 후에, 나노로드의 특징(재료 조성 및 크기)에 의해 형성된 보다 긴 파장의 방출된 광 성분 L1 및 L2로 광(108)을 하향 전환 변환한다. 본 발명의

광학활성 구조는 전기 또는 임의의 다른 자극 없이 광학적으로 여기가능될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 나노입자가 구조(100)에 정렬되어 있기 대문에, 발광된 광 L1 및/또는 L2는 실질상 편광되는데(부분적으로 또는 온전히), 예를 들어, 양호하게 형성된 바람직한 편광내의 방출 강도의 적어도 51% 또는 적어도 60%를 갖고 있다. 일부 구성에서, 광학활성 구조는 약 80% 이상의 방출된 광 강도가 바람직한 편광을 갖도록 광을 발광할 수 있다.

[0041] 도 1c는 나노로드가 적어도 2개의 이격된 층으로 배열된 광학활성 구조(100)의 또 다른 예를 도시하고 있다. 이러한 3개의 층(102a, 102b, 102c)이 본 예에서 도시되어 있는데, 이것들은 펌핑 광(108)의 전파의 대략적인 방향 D의 축을 따라 이격되어 있다. 상이한 층의 나노로드는 파장 λ0의 펌핑 광(108)에 의해 광학 여기에 응답하여 (상이한 파장 λ1, λ2, λ3으로 마크된) 상이한 색의 광을 발광하는 상이한 이방성 입자(104A, 104B, 104C)를 포함하고 있다. 이러한 구성에서, 층(나노로드를 매입한 매트릭스 또는 나노로드를 갖는 기판)은 펌핑 광의 파장에 대해 부분적으로 투명하다. 예를 들어, 제1(바닥) 층(102A)은 적색 발광 나노로드(104A)(λ1)를 포함하고, 제2(중간) 층(102B)은 녹색 발광 나노로드(104B)(λ2)를 포함하고, 제3(상부) 층(102C)은 청색 발광 나노로드(104C)(λ3)를 포함하고 있다. 이러한 구성은 3개의 층을 포함하기 때문에 보다 복잡하지만, 재흡수 효과로 인해 감소된 손실을 갖는 색역의 보다 양호한 테일링을 허용할 수 있다. 일반적으로 이러한 캐스케이드 구성은 상이한 로드의 적어도 2개의 층/필름에 의해 형성될 수 있다는 것에 주목해야 한다. 펌핑 광(108)은 층(102A)에 충돌하고 층(102A)내의 나노로드에 의해 부분적으로 흡수되어서 이로부터 λ1 광선을 유발한다. 펌핑 광 (일부) 및 발광된 광은 모두 층(102B)쪽으로 전파되고 상호작용하여서 파장 λ2의 광이 발광되도록 하고, 이렇게 생산된 파장 λ0, λ1, λ2의 3개의 광 성분은 층(102C)에 충돌하고, 그 결과 출력광의 일부로부터 사용되거나 여과될 수 있는(즉, 흡수되거나 장치로부터 출력된 광의 전파의 일반적인 방향으로부터 편향될 수 있는) 펌핑 광과 함께 3개의 출력 색 λ1, λ2, λ3을 얻을 수 있다. 이를 위해, 일부 실시예에서, 본 발명의 조명 장치는 옵션으로, 펌핑(여기) 파장을 전송하지만 발출 편광된 색을 반사하는 반사성 필터층을 더 포함할 수 있다. 충돌/펌핑 광을 전송하고 발광된 광을 반사시키는 이러한 파장 선택형 필터 역시 이러한 층들 사이에 배치될 수 있는데, 예를 들어, 파장 λ0를 전송하고 파장 λ1을 반사하는 파장 선택형 필터가 층(102A, 102B) 사이에 배치될 수 있다. 이러한 구성은 방출된 파장이 연속층 사이에서 증가할 때 보다 유용하다. 일부 실시예에서, (바이올렛 광에 대한) 보다 양호한 색 순도 또는 (UV 광에 대한) 안전성을 얻기 위해 잔류 펌프 에너지를 흡수하는 UV (펌핑 광) 차단층이 사용될 수 있다.

[0042] 연속으로 방출된 광 성분의 순서는 상이할 수 있다는 것을 이해해야 한다. 이러한 배열은 연속 발광된 광이 층마다 증가하거나 감소하는 파장을 갖거나 또 다른 대안의 방식을 갖도록 구성될 수 있다. 이러한 배열에서 연속층이 (펌핑 광의 전파의 대략적인 방향에 대해) 이전층 보다 긴 파장을 방출하도록 되어 있다면, 후속층의 나노로드와 상호작용할 때 이전층에 의해 발광된 광은 연속층으로부터 광 방출을 유발하는 경우가 될 수 있다.

[0043] (상기 구성중 어느 하나의) 구조(100)에 의해 방축된 편광은 투과 모드 LC 패널 예를 들어, 디스플레이 또는 SLM (공간 광변조기) 장치 (도시되지 않음)에 대한 후방 조명으로서 사용될 수 있다. 이러한 편광 특징은 수동형 편광기에 기초한 백라이트 시스템에 일반적인 손실을 감소시킴으로써 에너지를 절감시킬 수 있다. 수동형 편광기를 통과하여 백라이트 에너지의 대략 절반을 손실하는, 공지된 백라이트 시스템에 의해 생성된 비편광된 광에 대조적으로, 본 발명의 조명 장치에서 구조(100)에 의해 생성된 편광은 훨씬 더 적은 손실을 갖고, 따라서 에너지를 절감할 수 있다. 구조(100)로부터의 광이 이미 (부분적으로 또는 온전히) 편광되어 있기 때문에, 투과축에 적합하게 정렬된 수동형 편광기를 효율적으로 통과하여서 훨씬 더 편광의 정도를 증가시킬 수 있다.

[0044] 상술된 바와 같이, 편광 특성에 더하여, 구조(100)에 의해 발출된 광선은 보통 나노로드의 상응하는 그룹의 정렬축에 수직인 평면에 대하여 작은 각도내에 있는 방향의 강도가 상기 평면에 대한 강도에서보다 크도록 강도가 분포되어 있다. 따라서, 발광된 광의 보다 큰 강도를 갖고, 나노로드의 정렬축에 수직인 전파의 우선 평면이 얻어진다. 이러한 효과는 조명 장치의 사이드로부터 멀어질 수도 있는 광량을 감소시키고 조명에 대한 보다 높은 에너지 효율을 가능케한다.

[0045] 이와 관련하여, 나노로드의 장축(정렬축)에 대하여 광 전파의 앙각(Theta) 및 경사각(Psi)의 각각의 함수로서 발광의 강도 분포에 대한 이론값(P1, P1') 및 실험값(P2, P2')을 보여주는 도 1d 및 도 1e에 대해 설명한다. 광학활성 구조로 정렬된 나노로드로부터 발광된 광은 나노로드의 정렬축에 수직인 평면에 대해 작은 각 안에 있는 방향으로 우선 전파한다는 것은 명백하다. 일부 실시예에서, 이러한 발광 방향으로 인해, 나노로드를 포함하는 층은 디스플레이 장치등의 휘도 강화 필름(BEF)에 대한 필요를 제거하는 장점을 가질 수 있다. 추가 지향성 및 포커싱 효과를 제공하기 위해, 나노로드로부터 발광된 광의 경로에서, 즉, LC 패널의 화소 배치와 나노로드를 포함하는 층/구조 사이에서 휘도 강화 필름, 반사기, 또는 광학 컴포넌트의 사용은 여전히 가능하고 유익

할 수 있다는 것에 주목해야 한다. 이것은 아래에 더 설명될 것이다.

[0046] 일반적으로, 편광이 가능한 임의의 나노입자(즉, 이방성 나노입자 또는 나노로드)는 본 발명의 광학활성 구조에서 사용될 수 있다. 이러한 나노로드는 보통 적어도 1.8의 종횡비(그 길이와 단면 치수 사이의 비)를 갖고 있다. 일부 구현예에서, 나노입자는 이방성 반도체 나노로드일 수 있다. 나노로드는 단일 컴포넌트 반도체 나노로드 또는 제1 반도체의 코어와 제2 반도체의 셀층을 갖는 코어/셀 나노로드일 수 있다. 후자의 구조는 나노로드의 방출을 강화시킨다. 코어/멀티셀 나노로드 역시 사용될 수 있고, 셀이 그레이디드 조성을 갖는 코어/셀 구성의 나노입자도 마찬가지로 사용될 수 있다. 대안으로, 나노로드는 하나의 반도체의 구형에 가까운 코어 시드, 또는 로드 형상의 시드가 광선의 이방성 특성을 부여하는 제2 반도체의 로드 형상의 셀에 의해 오버-코팅되는, 시딩된 로드일 수 있다. 이러한 모든 이방성 로드는 구조의 장축에 평행한 축을 따라 편광된 광을 발광한다(편광의 정도의 변화가 가능하다). 시드 자체 역시 긴 형상 또는 (예를 들어, 1.8 이상의 종횡비를 갖는) 로드 구조도 가질 수 있어서, 최종 구조의 편광 정도를 더 강화시킨다. 본 발명의 광학활성 구조에 사용되기에 적합한 시딩된 로드의 일부 예는 본 발명의 양수인에게 양도된 PCT/IL2011/000734에 설명되어 있다.

[0047] 본 발명의 다양한 실시예에서 사용되는 이방성 나노입자는 일반적으로, 예를 들어, II-VI, III-V 또는 IV-VI 반도체 또는 그 조합의 반도체 재료로 제조될 수 있다. 이러한 재료 역시 본 출원의 양수인에게 양도된 상기 WO 2010/095140에 보다 상세하게 설명되어 있다. 반도체 재료는 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, ZnO, GaAs, GaP, GaAs, GaSb, HgS, HgSe, HgTe, InAs, InP, InSb, AlAs, AlP, AlSb, Cu_2S, Cu_2Se, $CuInS_2$, $CuInSe_2$, $Cu_2(ZnSn)S_4$, $Cu_2(InGa)S_4$, TiO_2, 그 합금 및 그 혼합물로부터 선택될 수 있다. 이러한 재료의 리스트는 (나노로드의 경우에) 로드 재료, (코어/셀 나노로드의 경우에) 코어 및 셀 재료, 또는 시딩된 로드 구조에서의 시드 및 로드 재료를 가리킬 수 있다. 시딩된 나노로드는 긴 셀내의 비대칭으로 위치된 시드(또는 코어)를 가질 수 있다. 코어는 보통 긴 입자 위에 1/4 내지 1/2 길이에 위치될 수 있지만 다른 위치 역시 가능할 수 있다. 시드용 전형적인 크기는 1 내지 20nm 사이일 수 있고 보다 구체적으로 2 내지 10nm 사이일 수 있다. 제1 셀에 더하여, 추가 셀 층이 안정성 및 광학 기능을 위해 포함될 수 있다. 조합은 적용을 위해 필요한 대로 방출 컬러를 제공하도록 튜닝될 수 있다.

[0048] 일부 실시예에서, 표면 리간드는 전체 나노입자 구조를 오버코팅할 수 있다. 추가 리간드 역시 포뮬레이션을 향상시키는데 사용될 수 있다. 널리 사용되는 리간드는 트리옥틸포스핀 옥사이드(TOPO), 트리옥틸포스핀(TOP) 및 트리부틸포스핀(TBP)과 같은 포스핀 및 포스틴 옥사이드; 도데실포스폰산(DDPA), 트리데실포스폰산(TDPA), 옥타데시포스폰산(ODPA) 및 헥실포스폰산(HPA)와 같은 포스폰산; 도데실 아민(DDA), 테트라데실 아민(TDA), 헥사데실 아민(HDA) 및 옥타데실 아민(ODA)과 같은 아민; 헥사데칸 티올 및 헥산 티올과 같은 티올; 및 메르캅토프로피온산 및 메르캅토언데카노산과 같은 메트캅토 카르복실산을 포함하고 있다. 특정 목적을 위해 주문 제조된 추가 리간드 역시 사용될 수 있다. 전체 나노로드 구조의 길이는 예를 들어, 8 nm 내지 500 nm 사이 그리고 보다 바람직하게는 10 내지 160 nm 사이가 될 수 있다. 로드의 전체 직경은 예를 들어, 1-20 nm 사이 그리고 보다 구체적으로 1-10nm 사이일 수 있다. 전형적인 나노로드는 1.5 보다 큰, 보다 바람직하게는 3 보다 큰 종횡비 길이/직경을 갖고 있다. 크기 및 조성의 제어를 통해, 이방성 나노로드의 방출 컬러는 디스플레이의 요구되는 기본 색을 제공하기 위해 상이한 샘플에 대해 튜닝될 수 있다. 예를 들어, 단일 타입의 로드 샘플은 단색 디스플레이를 위한 단색 백라이트 소스에 사용될 수 있거나, 상이한 컬러에서 방출하는 2개 이상의 상이한 로드의 조합은 컬러 디스플레이에 사용될 수 있다.

[0049] 상술된 바와 같이, 본 발명의 광학활성 구조(100)는 유리 또는 중합체로 제조된 기판 상의 층으로서 제조될 수 있다. 그 두께는 예를 들어, 10nm 내지 수 마이크로미터(예를 들어, 2 마이크로미터 이상) 사이에 있을 수 있다. 대안으로, 구조(100)는 나노로드를 매입하고 요구되는 기계적, 화학적 그리고 광학적 특성을 제공하는 매트릭스 재료를 포함할 수 있다 이러한 매트릭 재료는 (단량체와 같은 액체 또는 반고체 전구체 재료로부터 형성된) 중합체, 에폭시, 실리콘, 유리 또는 실리콘 및 에폭시의 하이브리드와 같은 재료로부터 선택될 수 있다. 중합체의 특정 예는 플루오르화 중합체, 폴리아크릴아미드의 중합체, 폴리아크릴산의 중합체, 폴리아크릴오니트릴의 중합체, 폴리아닐린의 중합체, 폴리벤조페논의 중합체, 폴리의 폴리머(메틸 메타크릴레이트), 실리콘 중합체, 알루미늄 중합체, 폴리비스페놀의 중합체, 폴리부타디엔의 중합체폴리디메틸실록산의 중합체, 폴리에틸렌의 중합체, 폴리이소부틸렌의 중합체, 폴리프로필렌의 중합체, 폴리스티렌의 중합체 및 폴리비닐 중합체로부터 선택된 중합체를 포함하고 있다. 실시예에서, 중합체는 폴리비닐 및 플루오르화 중합체로부터 선택될 수 있다. 다른 실시예에서, 중합체는 폴리비닐-부티랄, 폴리비닐 알콜 또는 폴리메틸 메타아크릴레이트일 수 있다. 이러한 나노로드가 매입된 매트릭스의 두께는 예를 들어, 1 마이크로미터 내지 1 밀리미터이상이 될 수 있다. 이러한 두께는 바람직하게는 10 마이크로미터 내지 800 마이크로미터가 될 수 있고 보다 바람직하게는 50 미크론 내

지 350 마이크로미터가 될 수 있다.

[0050] 실시예에서, 실질상 균일한 소스로부터의 비교적 짧은 파장의 광(예를 들어, UV 또는 바이올렛)은 이방성 나노입자가, 모두 펌핑 광보다 긴 상이한 파장의 광을 방출하는 다수의 팝풀레이션(그룹), 예를 들어, 청, 녹 및 적색에서 방출하는 팝풀레이션을 가질 수 있는 구조(100)에 지향된다. 나노입자는 UV 또는 바이올렛 광의 일부를 흡수할 수 있고 청, 녹 및 적의 보다 긴 파장에서 광을 발광할 수 있어서, 광을 단파장으로부터 보다 긴 파장으로 전환할 수 있다.

[0051] 정렬 나노로드를 포함하고 펌핑 광(108)에 노출된 광학활성 구조(APEL)(100)를 사용하는 본 발명의 조명 장치(또는 백라이트 시스템)의 다른 실시예를 설명하는 도 2a 내지 도 2d에 대해 설명한다. 이러한 예에서, APEL이 조명되고 층의 적어도 하나의 에지로부터 펌핑되는 소위 사이드 펌핑이 사용된다. 상술된 바와 같이, 임의의 적합한 타입의 내외부 광 발광기로부터 나오는 펌핑 광은 무작위로 편광될 수 있거나 편광되지 않을 수 있다. APEL은 펌핑 광을 흡수하고 이것을 이러한 층에 나타난 나노로드의 파라미터에 따라 결정된 하나 이상의 컬러의 실질상 편광된 광의 발광에 의해 전환한다. 발광된 광의 편광 및 컬러 방식은 특정 시스템의 필요조건에 따라, 예를 들어, LC 기반 디스플레이 시스템의 파라미터에 따라 결정된다. 상술된 바와 같이, 정렬된 나노로드를 포함하는 APEL은 나노로드의 정렬축에 수직인 평면에 대해 작은 각도내에 있는 방향으로 우선적으로 전파하는 광을 발광하고, 디스플레이 장치의 LC 패널에 지향될 수 있다.

[0052] 도면에 도시된 바와 같이, 조명 장치(300)는 보통 이러한 장치로부터 출력된 광의 전파의 일반축 d를 정의하도록 구성되어 있다. 이를 위해, 다양한 적합한 기술이 축 d를 따라 하나 이상의 방향으로, 발광된 광을 편향시키도록 사용될 수 있다. 사이드 펌핑에 대해, 구조(100)로의 펌핑 광의 전파의 일반 방향 축 D과 출력 광의 전파의 일반축 d 사이의 상대적인 배향은 바람직하게 실질상 수직인 축인 차단 축이 되도록 선택된다.

[0053] 도 2a의 예에서, 반사면(214)은 구조의 하나의 사이드에서 사용되어, 일반축 d쪽으로 상기 사이드에서 발광된 광을 반사한다. 또한, 본 예에서, 구조(100)의 또 다른 사이드에서 층인, 축 광 지향 또는 소위 광 추출 엘리먼트(209)가 장치(300)에 옵션으로 제공된다. 이러한 광 추출 엘리먼트(209)는 파장 선택 편향기 (예를 들어, 격자, 다층 박막 코팅, 다층 중합체 필름) 또는 하나 이상의 굴절 인터페이스를 형성하는 굴절 엘리먼트, 예를 들어, 굴절 렌즈 어레이 또는 구조의 틸팅된 표면(웨지 또는 웨지 형상의 표면)일 수 있다. 광 추출 소자(209)는 외부에 부착된 광학활성 구조(100)와 일체화될 수 있거나, 이격되어 광 추출 소자(209)와 구조(100) 사이의 갭을 생성할 수 있다. 이러한 갭은 굴절율 매칭을 제공하는 재료로 채워질 수 있다. 정렬된 나노로드가 매트릭스 또는 캐리어에 매입된 구조(100) 구성에서, 후자는 펌핑 광 파장에 대해 도파로로서 구성될 수 있다. 도파로 형상이 직방형 단면을 갖는 것으로 도면에 예시되어 있지만 웨지형상, 곡면 형상 및 다른 기하학 형상과 같은 다른 형상이 상술된 목적을 위해 사용될 수 있다는 것에 주목해야 한다. 도 2b는 일반적인 출력 광 전파의 축 d를 따라 2개의 반대 방향으로 출력되는 실질상 편광인 광을 제공하도록 구성된, 본 발명의 조명 장치(300)의 하나 이상의 구성을 예시하고 있다. 이러한 예에서, 광 추출 소자(209)는 광학활성 구조(100)의 2개의 대향면에 제공된다. 이러한 구성은 디스플레이 패널의 양측에 이미지를 제공하도록 구성된 디스플레이 시스템을 위해 사용될 수 있다.

[0054] 도 2c 및 도 2d는 특정 광학활성 구조 APEL(100)의 평면도를 도시하고 있지만, 도 2a 및 도 2b의 상술된 편광된 조명 장치에 사용되기에 적합한 예를 제한하는 것은 아니다. 도 2c의 예에서, 구조는 캐리어에 매입되고 정렬된 (동일하거나 상이한 그룹의) 나노로드(104)에 의해 형성된 층을 포함하는데, 여기에서 나노로드는 사이드 펌핑 방향 D에 평행한 축을 따라 점차 증가하는 밀도(농도)를 갖도록 분포되어 있다. 캐리어는 도파로로서 구성될 수 있다. 농도 그래디언트 및 가변 농도는 구조로부터의 최적 발광을 위해 선택된다. 도 2c의 이러한 예에서, 나노로드의 농도는 불균일하고 펌핑 광으로부터 멀수록 보다 많은 로드가 존재하고 펌핑 광에 가까울수록 보다 적은 로드가 존재하는 그래디언트가 나타난다. 구조(100)로부터 발광된 편광된 광은 여기 광의 방향 D에 수직인 출력 광의 전파의 일반 축 d을 따라 (예를 들어, 디스플레이 섹션쪽으로 상방향으로) 지향된다. 도 2c 및 도 2d에서, 나노로드는 방향 D에 수직으로 정렬되어 있다. 그러나, 정렬축의 다른 배향도 가능하다는 것에 주목해야 한다. 예를 들어, 나노로드는 도면의 평면에서, 방향 D에대해 45 또는 135도의 방위각을 갖는 축을 따라 정렬될 수 있다. 이러한 정렬축은 때로 편광 설계에서 스크린 제조자에 의해 사용된다. 이러한 구성은 상술된 구조를 따른 펌핑 광의 흡수를 보상할 수 있어서, 실질상 균일한 조명이 전체 장치에 걸쳐 달성될 수 있다. 이러한 나노로드의 공간 분포 역시 구조내의 광 분포에 의해 유발된 2D 효과를 수용하기 위해 특정 2D 패턴을 가질 수 있다.

[0055] 도 2D의 예에서, 구조(100)는 (정렬된 나노로드를 포함하는) 구조(100)의 사이드와 인터페이싱하여/인접하여 위

치된 별개의 광 디렉터(312)와 연관되어 있다. 펌핑 조명은 다양한 방향을 따라 구조(100)에 충돌할 수 있다. 특히, 펌핑 조명(펌핑 광(108))은 광 디렉터(312)를 인터페이스하는 것과 반대의 사이드에서 구조(100)에 충돌하도록 특정 일반 방향 D를 따라 구조(100)에 지향될 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 펌핑 광은 다른 방향으로부터 구조(100)에 지향될 수 있고, 이러한 하나의 방향이 도 2d에 도시되어 있다. 도 2d에서 펌핑 광(108A)은 방향 D에 수직인 방향으로부터 구조에 입사된다. 이러한 예에서, 정렬된 나노로드는 기판상에 증착되거나 캐리어 내에 매입될 수 있고, 캐리어/기판을 따라 실질상 균일한 농도 분포를 가질 수 있다. 도면에 도시된 바와 같이, 광 지향 소자(312)는 발광된 광 파장에 대한 도파로로서 그리고 도면에 더 설명된 바와 같이 구성되는 것이 바람직하고, 이러한 도파로는 광의 전체 반사를 차단하고 광 추출 층으로서 동작하도록 구성된 웨지 또는 웨지 형상의 표면으로 구성될 수 있다. 도파로(312)는 또한 다른 표면(도 2d의 바닥면) 상에 반사층(바람직하게는 편광 보존 반사기)를 포함할 수 있다. 이러한 구성은 기판에서 보다 적은 수의 이방상 나노입자를 필요로 하기 때문에 보다 경제적일 수도 있다. 편광된 발광된 광내로 광 하향 변환의 효과는 발광된 편광된 광이 요구되는 방향으로 외부 소자(312)에 의해 지향되기 전에 구조(100)에 의해 형성된 제한된 공간에서 발생한다.

[0056] 나노로드를 여기하여 편광된 광선을 발광시키는 펌핑 광(108)은 다양한 방향으로부터 구조(100)에 지향될 수 있다는 것에 주목해야 한다. 예를 들어, 펌핑 광의 전파의 일반적인 방향 D는 출력 광(즉, 광학활성 구조(100)에 의해 발광된 후에 광 지향 소자(312)와 상호작용된 전파 광)의 전파의 요구되는 일반적인 방향 d에 실질상 평행할 수 있다. 대안으로 또는 추가로, 펌핑 광은 다양한 다른 방향으로부터 광학활성 구조(100)에 충돌할 수 있고, 하나의 이러한 방향은 구조(100)에서 나노로드의 정렬축에 실질상 평행하게 전파하는 펌핑 광(108A)으로서 도 2d에 예시되어 있다.

[0057] 상술된 바와 같이, 본 발명의 조명 장치는 광 추출 소자(예를 들어, 도 2b의 소자(209))를 사용할 수 있다. 웨지 형상의 도광 소자 또는 일반적으로 나노로드에 의해 발광된 광의 광경로에서의 굴절 구조/인터페이스 역시 나노로드의 방출의 방향성을 이용하여 조명 장치의 휘도를 더욱 향상시키는 것이 유리하다. 나노로드의 발광의 방향성은 광 강도의 작은 부분만이 나노로드 정렬축에 수직인 도파로의 2개의 파싯(facet)에 전파하여서 발광된 광의 방향을 전파의 바람직한 방향으로 단순화하는 결과를 초래한다 사실에 주목해야 한다.

[0058] 정렬된 나노로드는 웨지형상의 표면이 있는 또는 없는 도파로로서 구성된 외부 광 디렉터를 인터페이싱하는 캐리어/기판에 매입되고 및/또는 웨지 형상의 캐리어에 매입될 수도 있다는 것을 이해해야 한다. 이것은 편광된 조명을 제공하도록 구성될 수 있고 백라이트 조명 시스템에 사용될 수 있는 광학활성 구조를 보여주는 도 3a 내지 도 3c에 예시되어 있다. 도 3a 내지 도 3c의 예는 나노로드에 대한 캐리어(예를 들어, 나노로드는 이러한 캐리어내에 매입되어 있다) 또는 별개의 광 지향 유닛인 웨지 형상의 광 디렉터의 사용을 설명하고 있다. 또한, 나노로드로부터 발광된 광선의 방향성은 발광된 광의 대부분이 웨지형상의 도파로의 수용 각도내에서 전파하는 결과를 초래한다.

[0059] 도 3a는 웨지 형상의 캐리어/매트릭스에 매입된 공통 정렬축 A을 갖는 동일하거나 상이한 그룹의 (예를 들어, 동일하거나 상이한 파장을 방출하는) 복수의 나노로드에 의해 형성된 광학활성 구조(100)를 도시하고 있다. 구조(100)는 사이드 펌핑(108)에 노출되어 있다. 즉, 펌핑 방향 D는 구조의 출력 광 전파 d에 실질상 수직이고 이러한 예에서는 정렬축에도 수직이다. 일반적으로, 사이드 펌핑에 의해, 펌핑 방향은 나노로드의 정렬축에 평행하거나 교차(예를 들어, 수직)하지만, 출력 광 전파 축에 교차하고 있다(바람직하게는 수직이다).

[0060] 도 3b 및 도 3c는 나노로드 또는 나노로드의 캐리어/기판이 웨지형상의 광 디렉터 소자(312)에 인터페이싱하는 광학활성 구조(100)의 2개의 구성을 예시하고 있다. 보다 구체적으로, 구조(100)는 동일한 정렬축을 갖는 동일하거나 상이한 그룹의 나노로드를 포함하는 스트립 형상의 필름 또는 원통형상의 인캡슐레이션이고, 이러한 구조는 웨지(312)의 보다 넓은 사이드와 인터페이싱한다. 나노로드는 웨지 소자의 바닥면에 실질상 수직으로(도 3b) 및 평행하게(도 3c) 정렬되어 있고, 양측의 경우에 상기 인터페이스(웨지의 각 사이드)를 따라 뻗어 있다. 도 3c의 구성은 편광 목적을 위해 유익할 수도 있는데, 그 이유는 발광된 광선의 큰 부분이 순방향으로 도파로에 들어가고, 그 편광 벡터는 슬라브의 면에 대략 평행한 배향을 갖고 있다. 그래서, 슬라브의 사이드로부터의 후속 내부 반사에서, 광의 편광은 크게 영향받지 않을 것이다. 도 3b 및 도 3c에 도시된 것 이외의 나노로드 정렬의 각도는 보다 양호한 편광 출력 및 보다 양호한 커플링을 제공할 수 있기 때문에 사용될 수 있다는 것에 주목해야 한다.

[0061] 광을 웨지 형상(또는 슬라브) 도파로에 결합하기 위해 나노로드를 사용하면 QD's와 같은 이방성 나노입자에 비교하여 다양한 장점이 있음에 주목해야 한다. 보다 구체적으로, 나노로드가 도 3c에 도시된 바와 같이 원통형 인캡슐레이션의 장축에 실질상 평행하게 정렬된 일부 실시예에서, 광선의 큰 비율이 순방향으로 도파로에 들어

가고, 그 편광 벡터는 슬라브의 면에 대략 평행한 배향을 갖는다. 그래서, 슬라브의 사이드로부터의 후속 내부 반사에서, 광의 편광은 실질상 보존되어 편광된 광 출력을 제공하고 상당한 에너지를 절감하게 한다. 위에서 예시된 바와 같이, 일부 다른 실시예에서, 웨지 (또는 슬라브)의 평면에 수직의 배향을 갖는 나노로드를 포함하는 스트립 형상의 필름 또는 원통형상의 인캡슐레이션은 도파로와 펌핑 소스 사이의 도파로의 넓은 단부에 위치되어 사용될 수 있다. 최종 광선의 방향성은 보다 많은 광이 도파로의 수용각도 내에 있다는 것을 의미한다.

[0062] 본 발명이 3D 디스플레이/프로젝터에 대한 광원은 물론 컬러 편광된 광원으로서 어떻게 사용될 수 있는지를 예시하는 도 4a 내지 도 4e에 대해 설명한다.

[0063] 도 4a는 이격된 영역에 위치된 상이한 이방성 나노입자(104A, 104B, 104C)의 복수의 그룹(이러한 예에서는 3개의 그룹, G1, G2, G3)을 갖는 층의 형태로 광학활성 구조(100)를 도시하고 있다. 각 영역은 특정 컬러로 발광하는 이방성 나노입자를 포함하는데, 예를 들어, 나노로드(104A)의 영역은 적색 발광 나노로드를 포함하고, 나노로드(104B)는 녹색 발광 나노로드를 포함하고, 나노로드(104C)는 청색 발광 로드를 포함한다. 모든 그룹/영역내의 모든 나노로드는 동일한 정렬축을 따라 정렬되어 있어서, 동일한 편광을 갖는 광을 발광한다. 이러한 배열은 컬러 디스플레이에 대한 백라이트를 제공할 수 있다. 물론, 색역을 증가시키기 위해 3개 보다 많은 그룹/영역(상이한 이방성 나노입자로부터의 색)을 갖는 것이 가능하다.

[0064] 도 4b는 도 4a의 상술된 예와 대략 유사하게 구성된 광학활성 구조(100)를 도시하고 있다. 즉, 나노로드는 상이한 그룹으로 되어 있고, 일반적으로 R에서 영역의 2차원 어레이로 배열되어 있다. 그러나, 도 4b의 예에서, 적어도 하나의 축을 따라 (이러한 예에서는 양측의 축을 따라) 국부적으로 인접한 영역의 나노로드는 실질상 수직인 정렬축 A1 및 A2를 갖고 있다. 컬러 특징에 대해, 이러한 구성에서 물론 사용될 수 있는데, 예를 들어, 국부적으로 인접한 영역은 상이한 발광 파장의 나노로드를 포함할 수 있거나, 각 영역은 상이하게 발광하는 나노로드의 혼합물을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 구조는 상이하게 정렬된 나노로드의 하지만 동일한 발광 파장의 그룹을 각각 갖는 2개 이상의 이러한 층의 캐스케이드를 포함할 수 있고, 상이한 층은 상이하게 발광하는 나노로드를 포함하고 있다. 도 4c는 도 4a 및 도 4b의 상술된 예와 대략 유사하게 구성된 광학활성 구조(100)를 예시하고 있다. 그러나, 도 4c의 예에서, 어레이의 하나의 축을 따라 인접 영역에 위치된 나노로드의 그룹은 발광된 광의 파장에서 상이하고, 어레이의 다른 축을 따라 인접 영역에 위치된 나노로드의 그룹은 정렬의 실질상 수직인 축과 정렬되어 있다. 이러한 구성은 컬러링된 3D 디스플레이/프로젝터 시스템에 사용될 수 있다.

[0065] 빌보드 디스플레이와 같은 다양한 디스플레이 시스템이 상이한 컬러의 스트라이프의 형태로 컬러링된 조명을 사용할 수 있다. 이것은 나노입자가 (스트라이프의 형태로) 이격된 긴 영역(502, 504, 506)에 배치되어 있는 광학활성 구조(100)의 2개의 구성을 개략적으로 보여주는 도 4d 및 도 4e에 예시되어 있다. 이전의 예와 마찬가지로, 스트라이프 배열은 대략 3개(일부 경우에 4개 이상의) 기본 색을 갖는 컬러 디스플레이 디바이스의 것과 일치하여, 상이한 컬러의 화소의 배열을 제공한다. 각 스트라이프는 상이한 기본 색에서 발광하는 나노로드의 상이한 팝풀레이션(그룹)을 포함하고 있다. 도 4d에서, 각 스트라이프의 나노로드는 그 인접한 스트라이프의 나노로드에 평행하게 정렬되어, 상술된 바와 같이, 발광된 광의 상이한 컬러로 이제까지 설명된 모든 특성을 갖는 이방성 편광을 제공한다. 도 4e에서, 일부 인접한 스트라이프는 (서로 수직인) 나노로드의 정렬축만이 상이하고, 일부 다른 인접한 스트라이프는 나노로드의 발광된 컬러 및 정렬이 상이하다. 도 4b 및 도 4c의 구성와 마찬가지로, 도 4e의 구성은 3D 디스플레이 시스템에 사용하기에 적합하다. 이러한 구성은, 보통 큰 디스플레이 시스템에 적합하고, 디스플레이 시스템에서의 컬러 필터 층에 대한 필요를 제거하거나 적어도 실질적으로 감소시킬 수 있다. 따라서, 일반적으로, 이러한 예에서, 편광 및/또는 컬러에서 상이한 그룹이 대안의 방식으로 배열된다.

[0066] 특별히 도시되지 않았지만, 3차원 디스플레이에서 본 발명의 광학활성 구조(100)를 사용할 때, 이웃중 적어도 하나의 것에 수직인 편광의 나노로드의 그룹에 의해 구성된, 화소의 선형 편광은 적합한 편광 회전기(예를 들어, 1/4 파장판)를 사용하여 시계방향 및 반시계방향 원형 편광으로 전환될 수 있다는 것에 주목해야 한다. 이것은 예를 들어, 원형 편광 3D 유리와 같은 3D 뷰잉 장치와 호환되도록 이루어진다.

[0067] 이제, 조명장치(400)로부터 지향성 및 편광된 출력 광을 제공하기 위한 다양한 기술 솔루션을 사용하는 본 발명의 추가 실시예를 예시하는 도 5a 내지 도 5c에 대해 설명한다. 도 5a, 도 5b 및 도 5c에 도시된 장치는 편광되고 지향성을 갖는 광을 제공하기 위해 대형 디스플레이용 화소 소자로서 기능할 수 있다. 조명 장치(400)는 하나의 축을 따라 균일하게 정렬된 나노로드(2개의 축을 따른 정렬 역시 가능하다)를 포함하는, 본 발명에 따라

구성된 APEL 구조를 채용한다. 도 5a, 도 5b, 도 5c는 광학활성 구조가 원통형상의 구성을 갖고 있고 나노로드의 장축 또는 구조(100)의 정렬축이 도면의 평면에 수직으로 뻗어 있는 장치를 도시하고 있다. (반사되거나 통과하면서) 구조(100)에 의해 발광된 편광을 실질상 유지하도록 구성된 반사성 및/또는 굴절 광학 소자/인터페이스를 사용하고 정렬된 나노로드를 사용함으로써, 출력 광(112')은 실질상 나노로드의 정렬의 원래 축을 따라 편광될 수 있다.

[0068] APEL 구조(100)는 발광된 광의 파장 만큼 상이한 나노로드의 하나 이상의 그룹을 포함할 수 있다. 나노로드의 그룹은 균일하게 정렬되어 하나의 그룹의 나노로드는 다른 그룹의 나노로드에 평행하거나 수직으로 정렬되어 있다.

[0069] 따라서, 조명 장치(400)는 기판상에 증착되거나 캐리어에 매입된 균일하게 정렬된 나노로드를 포함하는 APEL 구조(100) 및, 발광된 광과 연관된 광 지향/편향 유닛(214)을 포함하고 있다. 조명 장치(400)는 (도면의 평면에 수직인) 도 5a에 도시된 바와 같이 사이드로부터, 또는 도 5b 및 도 5c에 도시된 바와 같이 도면의 평면내에 임의의 방향으로부터 APEL 구조로 지향될 수 있는 펌핑 광(108)에 의해 여기된다. 펌핑 광(108)은 펌핑 광(108)의 시준, 포커싱, 또는 다른 조작/광 처리를 위해 사용되는, (도 5b에 도시된) 부착된 소자(111)(예를 들어, 렌즈, 굴절 렌즈)를 포함할 수 있는 광원(110)(예를 들어, LED. 또는 상술된 바와 같은 임의의 다른 광원 또는 도광부)으로부터 APEL(100)에 지향된다. 다른 실시예에서, 예를 들어, 도 5c에서, 조명 장치(400)는 광원(110)으로부터 나오는 펌핑 광과 연관되고 펌핑 광을 APEL(100)에 지향하도록 구성된 광 지향/편향 유닛(314)을 포함하고 있다. 나노로드의 지향성 및 다이폴형 방출로 인해, 구조(100)로부터 발광된 광의 대부분은 (나노로드의 정렬축에 수직인) 도면의 평면에 대해 작은 각도내에 있는 다양한 방향으로 전파하고, 이에 따라, 조명 장치는 실질상 원통형(원통형상) 구성을 가질 수 있고, 정렬축을 따라 대칭을 이룰 수 있다. 따라서, 예를 들어, 원통형 대칭 굴절, 반사형 및 회절 소자가 채용될 수 있지만, 예를 들어, 구형 미러 또는 렌즈의 상이한 기하학 형상을 갖는 다른 광학 소자 역시 사용될 수 있다.

[0070] 본 발명의 일부 실시예는 (3D 디스플레이 시스템용과 같은) 서로에 수직으로 정렬된 나노로드의 그룹을 포함하는 영역을 사용할 수 있다. 이러한 실시예에서, 조명 장치는 각각 도 5a 내지 도 5c에 도시된 바와 같이 구성된 조명 유닛의 어레이에 기초하고, 인접 유닛이 수직 평면을 따라 뻗도록 배열되어 있다. 마찬가지로, 구형 또는 원통형의 광학 렌즈가 부착된 로드의 장축을 따라 배열된 다수의 이격된 광원을 사용하는 것이 가능하다. 또한, 광원 소자(110) 및 광학 부착 렌즈(111)가 상이한 대칭을 가질 수 있다.

[0071] 광 지향 유닛(214)은 광 편향기(122)(예를 들어, 원통형-원형 또는 원통형-포물선형 미러) 및 광 유닛(120)(예를 들어, 하나 이상의 렌즈, 보통, 원통형 렌즈 시스템)을 포함하고 있다. 광학활성 구조(100)의 나노로드는 광원(110)에 의해 발광된 펌핑 광(108)에 의해 여기된다. 광학 펌핑은 나노로드의 정렬축에 수직인 평면에 대해 작은 각내에 있는 (방향으로) 축을 따라 우선 전파하는 광(112)을 발광하도록 나노로드를 여기한다. 발광된 광(112)의 일부 광 성분은 광 반사기(122)로부터 광 유닛(120)으로 반사되고, 일부 광 성분은 광 유닛(120)으로 직접 전파한다. 광 지향 유닛(214)은 출력 광의 편광 상태를 실질상 유지하면서 장치로부터의 발광된 광의 전파의 적합하게 형성된 일반적인 방향을 제공하도록 사용된다. 광 지향 유닛(214)은 또한 광의 누설을 감소시키고 따라서 에너지를 절감시킨다. 따라서, APEL 구조(100)로부터 발광된 광은 조명 장치(400)의 사용을 위해 적합한 전파의 적합한 사전결정된 일반적인 방향으로 지향된다.

[0072] 도 5a 및 도 5b는 렌즈 유닛(1200과 조합되어 동작할 때, 시준 및 포커싱 효과의 조합, 즉, 시준된 광(112') 및 포커싱 광(112") 출력을 제공하는 포물선형 단면을 갖는 광 편향기(122)의 사용을 설명하고 있다. 이와 대조적으로, 도 5c의 예에서, 편향 유닛(122)은 원형 단면의 반사 미러이어서 장치로부터 시준된 출력 광(112')을 제공한다. 광학활성 구조(100)는 렌즈 유닛(120)의 전방 초점면에 위치되는 바람직하고, 그 중심이 광 편향기(122)의 곡면의 중심과 일치하도록 위치되는 것이 바람직하다. 이러한 구성은 포커싱 컴포넌트 없이, 실질상 평행한 광 출력(시준된 광(112'))을 제공한다.

[0073] 광 편향기(122) 및 렌즈 유닛(120)의 사용을 위한 상기 예는 넓게 이해되어야 하고 다양한 다른 구성(예를 들어, 다각 광 편향기등)이 사용될 수 있다는 것에 주목해야 한다. 광학 소자와 APEL 구조(100)의 상대적 위치는 장치로부터 출력된 광의 요구되는 조명 패턴 및 각도 분포에 따라 상이할 수 있다는 것에 주목해야 한다.

[0074] 도 5c는 광 편향기(126)(예를 들어, 반사기), 펌핑 광(108)과 연관되고 광 지향 유닛(314)에 포함된 광 유닛(124)(예를 들어, 하나 이상의 렌즈)의 사용을 예시하고 있다. 도 5c는 또한, 시준된 출력 광(122')을 제공하도록 구성된 원통형 광 편향기(122)의 사용을 예시하고 있다. 광학활성 구조(100)의 나노로드는 광 지향 유닛(314)에 의해 구조(100)에 지향된 펌핑 광(108)에 의해 여기된다. LED와 같은 비지향성 광원(110)로부터 발광

된 펌핑 광은 다양한 방향으로 전파하고, 구조쪽으로 광 편향기(126)에 의해 반사되면서 렌즈 유닛(124)에 의해 구조(100)에 포커싱될 수 있다. 광 편향기(122)는 파장 선택될 수 있는데, 즉, 발광된 광(112)의 파장 범위의 광을 반사하면서 펌핑 광(108)의 파장 범위의 광을 전송하도록 구성될 수 있고(예를 들어, 이색 광소자), 예를 들어, 장치로부터 출력된 광의 요구되는 패턴/분포를 제공하도록 구성된 실질상 원형 단면(또는 임의의 다른 기하학 형상)을 갖는 원통형 광 편향기로서 구성될 수 있다. 광 편향기(122)는 파장 선택형 전송(예를 들어, 이색 미러의 영역)의 패턴(예를 들어, 이격된 영역)을 가질 수 있어서, 발광된 광에 대한 반사기로서 (APEL에 대면하는) 편향기의 내면의 다른 부분을 떠나면서 APEL로의 펌핑 광 전파를 위한 파장 선택 영역(개구)를 제공할 수 있다. 일부 실시예에 따라, 광 편향기(122)는 내부 반사면을 갖는 원통형 광 편향기의 영역에 의해 둘러싸인 색선별 (파장 선택형) 편평한 영역을 가질 수 있다.

[0075] 도 5a 내지 도 5c에 도시된 조명 장치(400)로부터 나오는 광은 (도 2a 또는 도 3a의 소자(312)와 같은) 광 지향 소자에 더 결합될 수 있다. 조명 장치(400), 또는 광 지향 유닛(214)은 출력 광이 사전결정된 요구되는 조명 패턴/광 분포에 따라 선택된 수용각(130) 안에 있도록 구성될 수 있다. 보다 구체적으로, 렌즈 유닛(120)의 전방 초점면이 광 지향 유닛(122)(바람직하게는 포물선형)의 (공간에서 포인트 또는 라인일 수 있는) 초점 영역과 일치하도록 구성되어 있고 APEL 구조(100)가 그 위에 위치되어 있다면, 발광된 광은 (도 5b에 도시된 바와 같이) 시준되고 포커싱된 광의 조합일 것이다. 대안으로, 렌즈 유닛(120)의 전방 초점 평면이 광 지향 유닛(122)의 초점 영역 위에 (광 전파의 일반 방향에 대해 하류에) 단거리에 있도록 구성되어 있고 APEL 구조(100)가 초점면의 위치 사이에 있다면, 렌즈 유닛(120)은 다양한 정도의 포커싱 광을 제공한다. 역으로, 렌즈 유닛(120)의 전방 초점면이 포물선형 편향 유닛(122)의 초점 영역 아래에(광 전파의 일반적인 방향에 대해 상류에) 있다면, 발광된 광(112')의 일부 또는 모두는 광학활성 구조(100)의 정밀한 위치에 따라, 분산될 것이다. 대부분, 조명 장치의 정확한 구성, 즉, (다양한 초점 거리를 갖는) 이러한 광 지향/추출 광소자는 물론, 광 지향/추출 소자에 대한 구조(100)의 위치는 얻어지는 출력 광(112')의 요구되는 각도 분포에 따라 선택된다. 출력 광의 최적 분산/수렴 각도는 조명 패턴, 에너지 효율 및 조명 장치/유닛의 전체 치수 사이의 균형을 유지하면서 달성될 수 있다.

[0076] 이제, 본 발명의 광학활성 구조 APEL(100) 및 펌핑 광원(110)을 포함하는 (조명 장치를 구성하는) 백라이트 유닛을 사용하는 디스플레이 시스템(200)의 특정 예(하지만 이에 제한되지는 않는다)를 개략적으로 도시하는 도 6에 대해 설명한다. 시스템(200)은 일반적으로 디스플레이부(201)(화소 어레인지먼트) 및 백라이트부(203)로 나눌 수 있다. 광학활성 구조(100)는 다색 발광을 위해 구성되는 것이 바람직하고, 상기 예시된 구성의 어느 하나(예를 들어, 평면 또는 캐스케이드)일 수 있다. 화소 어레인지먼트(201)는 LC 패널(204)로서 구성되고, 이에 따라 시스템(200)은 LC 패널의 출력부에서 제1 편광기(206)를 포함한다. 또한, 시스템(200)은 옵셔널 컬러 필터(216), 및 조명 장치(203)의 출력부에 제2 편광기(202)를 포함한다.

[0077] 사용시, 펌핑 광원(110)으로부터의 (파장 λ_0을 갖는) 단파장 비편광선은 디스플레이 장치용 요구되는 색역(예를 들어, 들어, 파장 λ_1, λ_2, λ_3)을 갖는 편광된 광을 발광하는 광학활성 구조(100)를 조명한다. 구조(100)로부터 발광된 편광된 광은 광 편향기(202)를 통과한 후에 액정 구조(204)를 통과하고 편광기(206)를 통과한다. LC 재료는 RGB 필터 및 이들에 부착된 편광기(도시되지 않음)를 가질 수 있는 2개의 유리판 사이에 배치될 수 있다. 편광기(202)는 깨끗하고, 보다 온전한 편광 상태를 얻기 위해 사용될 수 있다. LC 구조(204)는 화소의 출력을 변조하기 위해 공간 광 변조기로서 사용될 수 있다. LC 구조(204)의 화소 셀은 광 통과를 차단할 수 있거나 대안으로, 광 편광의 각도를 변경할 수 있어서, 이렇게 수정된 광이 편광기(206)에 흡수되도록 하고, 전송된 광의 강도를 변조시킨다. 시스템(200)에는, 광 분포를 공간적으로 균일하게 하고, 구조(100)에 직접 광학적으로 부착된 경우에는 광 추출을 도울 수 있는 확산기(208), 휘도 강화 필름(BEF)(210), 또는 듀얼 휘도 강화 필름(DBEF)(212)과 같은 하나 이상의 광소자가 옵션으로 더 제공된다. 소자(210, 212)는 광을 재활용함으로써 휘도를 향상시키도록 사용될 수 있다. 본 특정 예에서, 시스템(200)은 또한 펌핑 광원(110)의 타측에 구조(100)로부터 반대에 위치된 반사기(214)(반사기는 제공은 옵션이다)를 포함하고 있다. 반사기는 광원 및 다른 소자로부터 오는 펌핑 광의 일부를 재순환시킬 수 있다. 별개의 컴포넌트로서 도시되었지만, 다양한 층/구조는 이들의 실질적 기능을 유지하면서 상이한 구성으로 결합되거나 조합될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 컬러 필터층(216)은 옵션이고 컬러 디스플레이의 컬러 화소를 형성하기 위해 사용된다.

[0078] 다음은 특정 광학활성 구조의 전파를 위한 특정 예인데, 이에 제한되지는 않는다.

[0079] 예 1: 정렬된 나노로드를 중합체 매트릭스 내에 포함하는 광학활성 구조가 준비되었다. 나노로드는 중합체 필름의 기계적 스트레칭에 의해 중합체 필름 내에 정렬되었다. 제1 단계로서, 나노로드는 톨루엔(2.4ml) 및 폴리

비닐부티랄(PVB, 200mg)의 단량체 용액과 혼합되었다. 이러한 필름내의 나노로드 농도는 보통 PVB 중량의 중량 대비 0.5-3%의 범위의, 필름에 추가된 양에 의해 제어되었다. 그다음, 블록은 성형으로 용융되고 12 시간 동안 진공 환경에서 건조되도록 허용된 중합체/나노로드로부터 주조되었다. 스트레칭 단계 동안, 블록은 기계적 스트레칭 장치에 놓였다. 스트레칭 동안, 샘플은 샘플의 전방에 적외선 램프를 배치함으로써 110^{0}까지 가열되었다. 그다음, 샘플은 하나의 방향으로 천천히 당김으로써(0.5mm/분) 이방성으로 스트레칭되었다. 일단 필름이 8의 팩터에 의해 길어지면, 스트레칭은 중단되었고 이러한 스트레칭된 필름은 그 새로운 구성으로 동결되었다. 기계적 스트레칭 동작에 의해 나노로드 정렬은 스트레칭 방향으로 우선적으로 지향된다. 이로 인해 바람직하게는 정렬축을 따라 편광된 광을 발광하는 정렬된 나노로드를 갖는 독립형 중합체 필름을 얻을 수 있다. 이러한 광선은 측정되었고 이러한 광선의 편광 값이 추출되었다. 정렬축에 평행한 발광과 수직인 발광 사이에 측정된 편광비는 특정 상태에 따라 2.4-3.3이었다. 보다 높은 값은 보다 많은 스트레칭에 의해 달성될 수 있다.

[0080] 예를 들어, 단색 디스플레이에 대해, 620nm에서 발광하는 CdSe 시드를 갖는 CdS 로드가 적용되었다(로드 크기 41 x 5.3nm). 2개의 컬러 디스플레이에 대해, 상이한 치수의 CdSe 시드를 갖는 CdS 로드의 2개의 샘플의 혼합물이 적용되었다. 제1 샘플은 630nm에서 발광하였고(적색 로드, 로드 크기 36 x 7 nm) 제2 샘플은 550nm에서 발광하였다(녹색 로드, 로드 크기 25 x 3nm).

[0081] 이러한 예에서 사용된 시딩된 로드가 광선의 낮은 자체 흡수율을 제공한다는 것에 주목하는 것이 중요하다. 이것은 DBEF 필름이 보다 높은 편광이 달성될 때까지 여러번 원치않은 편광된 광을 재순환하는데 사용되는 방식에서 특히 중요하다. 심지어 작은 자체 흡수율로 인해 DBEF는 비효율이 될 수 있다. 또한, 적색 발광 나노로드는 도트와 비교하여 적색 영역에서 매우 작은 흡수율을 갖고 있다. 이것은 적색이 청색 또는 UV 입력에 의해서만 여기되기 때문에 적색과 혼합된 녹색을 갖는 나노로드를 포함하는 피름에서 보다 양호한 성능을 허용한다. 따라서, 추가적으로, 나노로드의 캐릭터는 이러한 필름이 정규 퀀텀 도트로 준비된 유사한 필름에 비교하여 우월하도록 한다. 이러한 나노로드의 일부 특징은 본 발명의 양수인에게 양도된 WO/2011/092646에 개시되어 있고, 이러한 공개 내용은 일부 예에 대해 언급되어 여기에 통합되어 있다.

[0082] 백라이트 유닛을 구성하기 위해, 상기 광학활성 구조는 청색 발광 광원(450nm, 20mW, 2.4 칸델라 근방에서 발광)에 배치되었다. 녹색 및 적색 로드의 농도는 필요한 색역을 제공하도록 튜닝되었고 2개의 컬러 디스플레이용 백라이트로서 사용될 수도 있다. 다른 구현예에서, 농도는 풀컬러 디스플레이를 제공하는 것을 통해 청색광의 일부가 전송될 수 있도록 하기 위해 튜닝되었다. 활성 이방성 나노입자층 후의 광은 광학활성 구조의 메인 정렬축에 평행한 전송축을 갖는 편광기에 통과되었다. 이것은 광을 위한 보다 온전한 편광 특성을 얻기 위해 이루어졌다. 비편광된 광으로 인한 광의 손실은 높은 에너지 효율을 제공하는 이러한 경우에 최소이었다. 그다음, 광은 액정 변조기 및 디스플레이의 나머지 부분으로 전송되었다.

[0083] 예 2: 독립형 나노로드를 포함하는 광학활성 구조가 준비되었다. 사용된 로드는 67 x 5 nm의 치수를 갖고 622nm에서 발광하는, CdSe 시드를 가진 CdS 로드이었다. 이러한 로드는 유리 기판 또는 중합체 필름에 정렬되었다. 제1 방법에서, 나노로드는 용액으로부터 유리에 증착된 후 벨벳 클로스에 의해 러빙 기술에 의해 정렬되었다. 대안으로, 로드의 용액은 러빙 프로세스 동안 적용되었다. 이러한 벨벳 클로스는 나노로드 정렬을 우선적으로 러빙의 방향을 따라 지향시킨다. 이로 인해 바람직하게 정렬축을 따라 편광된 광을 발광시키는 정렬된 나노로드를 가진 층을 얻을 수 있다. 이것은 단색 디스플레이에서 사용될 수도 있다.

[0084] 디스플레이용 2-컬러 백라이트 유닛이 제3 컬러로 기능하는 필름을 통과하는 비흡수되는 청색 광선을 갖는 디스플레이용 3 컬러 백라이트 유닛으로 확장될 수 있다는 것이 증명되었다. 상이한 치수의 CdSe 시드를 갖는 CdS 로드의 2개의 샘플의 혼합물이 적용되었다. 622nm에서 발광하는 제1 샘플(적색 로드), 및 540nm에서 발광하는 제2 샘플(녹색 로드)은 광선이 2개의 피크를 보여주는 조합을 생성한다. 나노로드의 광선의 편광성 및 방향성은 아래에 설명된 바와 같이 측정되었다.

[0085] 622nm 광선을 갖는 샘플 필름은 스펙트럼의 청색 영역에서 발광하는 LED에 의해 조명되었다. 이러한 층에 의해 발광된 광은 필터를 통과하여, 전송된 청색 광을 제거하고 광선을 분리하였다. 그다음, 이러한 광선의 강도는 CCD를 사용하여 측정되었다. 편광기에 의해 2개의 편광을 따른, 즉, 나노로드의 방향과 그 직교 방향으로의 강도는 물론 전체 강도 모두를 측정할 수 있다. 요구되는 편광을 갖는 광 강도의 직교 편광의 광 강도의 비로 정의된 편광비(PR)는 3.3:1이었다. 나노로드의 긴 치수와 동일한 방향의 축을 가진 편광기를 통과할 때, 나노로드의 광선은 정규 비편광된 광에 대한 50% 투과율과 비교하여 77%의 투과율을 나타냈다(편광기 자체에서 발생하는 손실은 무시하였다). 다이폴형의 발광기에 대해 예측되는 바와 같이, 광선은 나노로드의 정렬축에 수직인

평면에 대해 작은 각도내에 있는 축을 따른 방향으로 보다 농도가 높은 것으로 발견되었고, 나노로드의 팁 방향으로 감소하지만, 수평 평면내의 배향각 방향으로 대략 균일하다. 먼저, 나노로드가 필름내에 완전하게 순서지정되지 않고 단일 파라미터, SIGMA, 분포에 대한 표준 편차에 의해 특징지어진 방향의 분포를 따라 정렬된다고 가정된 이론적 모델이 고안되었다. 또한, 개별적인 레벨에서, 나노로드는 순수한 다이폴로서 발광하도록 가정되지 않았고, 이러한 개별적인 레벨은 개별적인 로드에 대해 무한의 (최대) PR 값으로 전환된다. 오히려, 용액내의 나노로드의 이전 측정값이 개별적으로 취해진 로드에 대한 6의 PR 값에 영향을 주었다. 이론적 분석을 통한 비교에 의해 러빙을 통해 19 도의 SIGMA 값을 갖는 정렬을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 나노로드(130)의 장축에 평행하게 편광된 광의 강도의 앙각(쎄타)와의 편차 및 수치 시뮬레이션(140)에 대한 매치가 도 1d에 표시되어 있다. 나노로드(150)의 장축에 평행하게 편광된 광의 강도의 방위각(Psi)와의 편차 및 수치 시뮬레이션(160)에 대한 상응하는 매치가 도 1e에 표시되어 있다.

[0086] 예상되는 바와 같이, 광선은 자오선 평면에서 보다 강하고, 팁의 방향에서 감소하고, 방위각 방향으로 대략 균일한 것으로 발견되었다. 이론적 분석을 통한 비교를 통해 러빙이 10도의 시그마를 갖는 정렬을 달성할 수 있음을 알 수 있다. 극성 및 방위각과의 강도 및 편광의 편차 그리고 수치 시뮬레이션에 대한 매치가 도 1d 및 도 1e에 도시되어 있다.

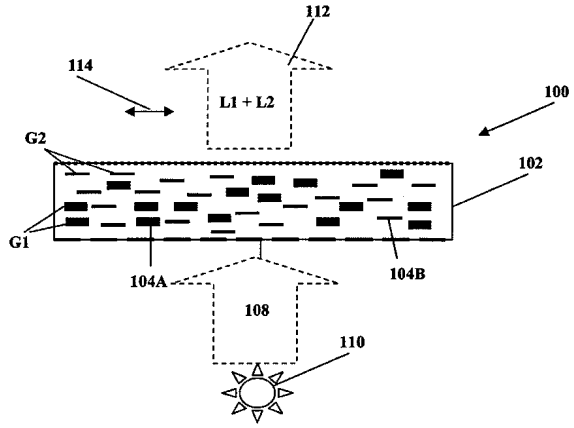
[0087] 백라이트 유닛을 구성하기 위해, 상기 활성 이방성 나노입자층이 청색 발광 광원(460nm 근방에서 발광)에 증착되었다.녹색 및 적색 로드의 농도는 필요한 색역을 제공하기 위해 튜닝되었고 2 색 디스플레이로서 사용될 수도 있다. 다른 실현에서, 농도는 청색광의 일부가 전송될 수 있도록 튜닝되었다. 광학활성 구조 이후의 광은 광학활성 구조의 메인 정렬축에 평행한 전송축을 갖는 편광기를 통과하였다. 이것은 광에 대한 보다 온전한 편광 특성을 얻기 위해 이루어졌다. 중요한 것은 비편광된 광으로 인한 광의 손실이 높은 에너지 효율을 제공하는 이러한 경우에 최소이었다는 사실이다. 그다음, 광은 액정 변조기 및 디스플레이의 나머지부에 전송되었다.

[0088] 예 3: 독립형 나노로드를 포함하는 광학활성 구조가 준비되었다. 이러한 로드는 본 출원의 양수인에게 양도된 상술된 WO/2010/095140에 기술된 바와 같은 패턴화된 전극을 갖는 유리 기판에 정렬되었다. 이러한 방법에서, 나노로드는 전극 사이의 교류 전계를 인가하면서 용액으로부터 유리에 증착되었다. 용액의 건조 동안, 우선적으로 나노로드는 인가된 전계의 방향과 평행하게 정렬되었다. 이것은 바람직하게 정렬축을 따라 편광된 광을 발광하는 바람직하게 정렬된 나노로드를 갖는 층을 생성한다. 편광비에 대한 전형적인 값은 2 내지 4.7 사이에 있었는데, 각 컬러 발광기는 사용된 특정 타입의 나노로드, 및 나노로드 증착 및 정렬 상태에 따라 상이한 편광비를 가질 수 있다. 백라이트 유닛을 구성하기 위해, 상기 활성 이방성 나노입자층이 청색 발광하는 광원(460nm 근방에서 발광)에 배치되었다. 녹색 및 적색 로드의 농도는 필요한 색역을 제공하도록 튜닝되었고, 2 색 디스플레이로서 사용될 수도 있다. 또 다른 실현에서, 농도는 청색광의 일부가 전송될 수 있도록 하기 위해 튜닝되었다. 광학활성 구조 이후의 광은 광학활성 구조의 메인 정렬축에 평행한 전송축을 갖는 편광기를 통과하였다. 이것은 이러한 광에 대한 보다 온전한 편광 특성을 얻기 위해 이루어졌다. 중요한 것은, 비편광된 광으로 인한 광의 손실이 높은 에너지 효율을 제공하는 이러한 경우에 최소였다는 사실이다. 그다음, 광은 액정 변조기 및 디스플레이의 나머지부에 전송되었다.

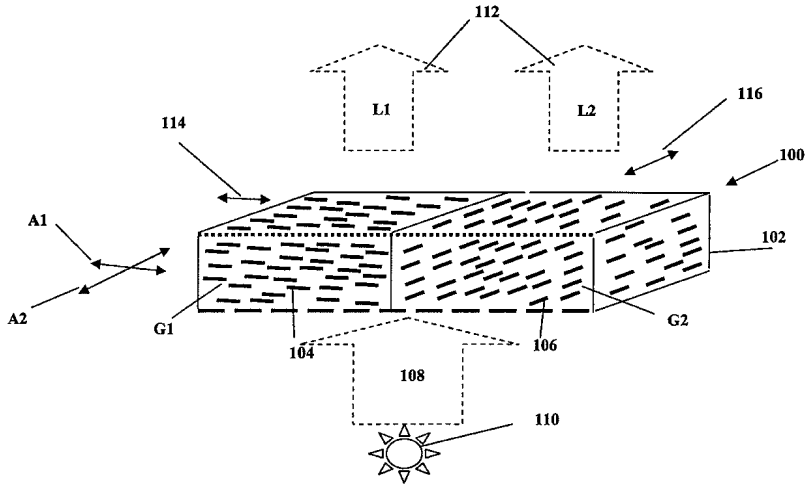
[0089] 따라서, 본 발명은 다양한 컬러 및/또는 직교 편광의 편광된 광을 디스플레이/프로젝터에 제공하기 위해 하나 또는 2개의 축을 따라, 균일하게 정렬된 나노로드에 기초한 광학활성 구조를 사용하는 편광된 광원에 대한 새로운 접근법을 제공한다. 이러한 접근법은 수동형 편광기로 백라이트를 지향시키는 주지된 방법에 비해 유리하다. 실제, 본 발명은 백라이트의 편광으로 인해 상당히 향상된 에너지 효율을 제공하는데, 그 이유는, 본 발명의 광학활성 구조가 편광된 광을 발광하고 따라서 온전히 편광된 광에 대해 거의 2의 팩터 만큼 편광기에 전송되는 광을 증가시킬 수 있다. 이러한 증가는 부분적으로 편광된 광에 대해서조차 상당히 클 수 있다. 예를 들어, 액정 제1 편광기의 것과 동일한 축을 갖는 90% 편광된 광에 대해, 팩터는 1.8=90/50이다. 이것은 복잡하고 고비용의 DBEF 필름의 성능과 동일하거나 심지어 초월할 수 있는 저렴하고 효율적인 해결책을 제시하다. 또한, 본 발명은 백라이트 시스템 구조를 단순화시키는데, 그 이유는 광학활성 구조가 이미 편광된 광을 발광하여서, 보다 적은 층으로 비교가능하고 훨신 더 양호한 성능을 얻을 수 있기 때문이다. 이것은 발광 강도 각도 편차가 다이폴과 유사하다는 점에서 광학활성 구조 내의 나노로드의 추가 특성과 관련되어 있다. 적은 광은 장축 방향으로 발광되고 보다 강한 광선이 장축 방향과 수직인 방향으로 제공된다. 이것은 원하는 방향으로 발광된 광의 보다 양호한 사용을 가능하게 한다. 또한, 본 발명은 매우 크고 유연한 색역에 대한 포텐셜을 갖는 백라이트 시스템을 제공하는데, 그 이유는 요구되는 기본 색에서 발광하는 나노재료의 조합을 활성 이방성 나노입자층에 배치하는 것이 가능하기 때문이다.

도면

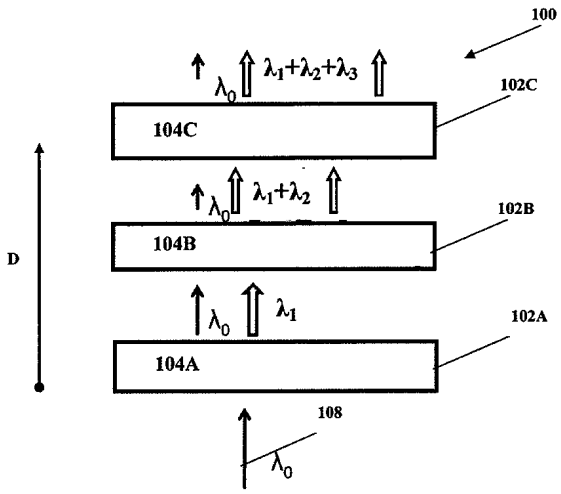
도면1a



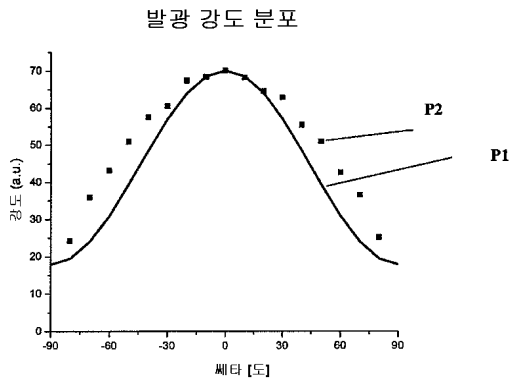
도면1b



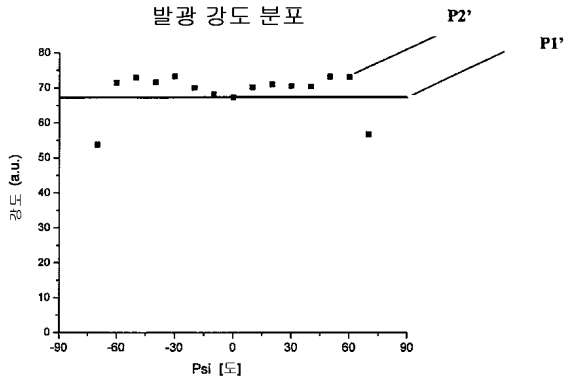
도면1c



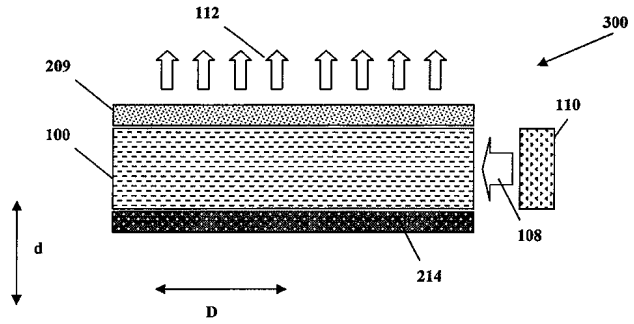
도면1d



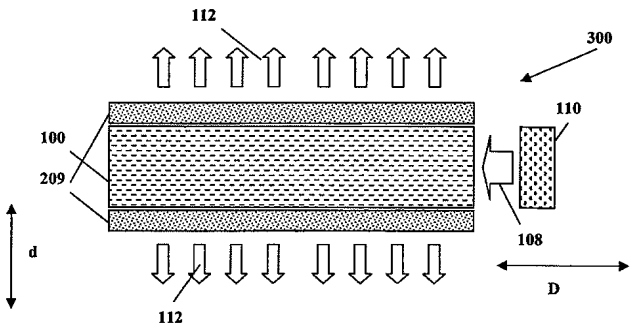
도면1e



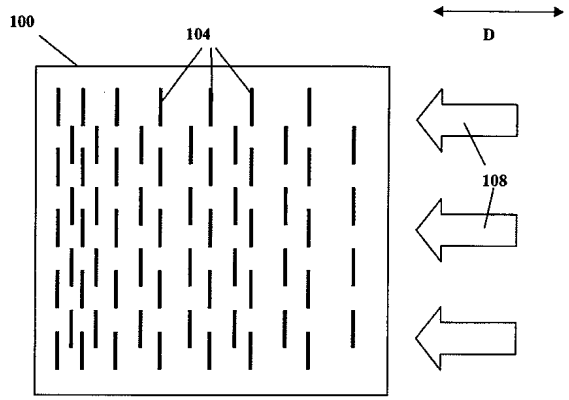
도면2a



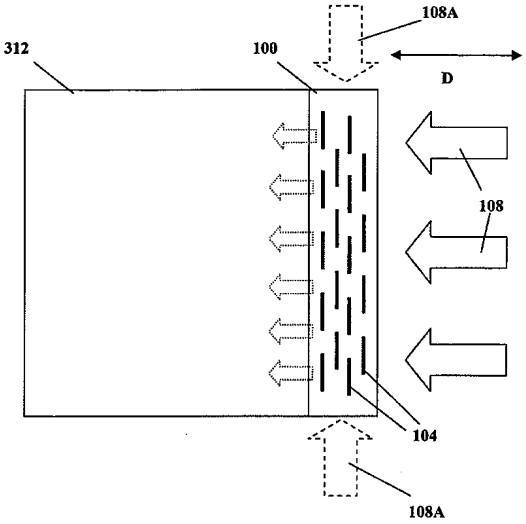
도면2b



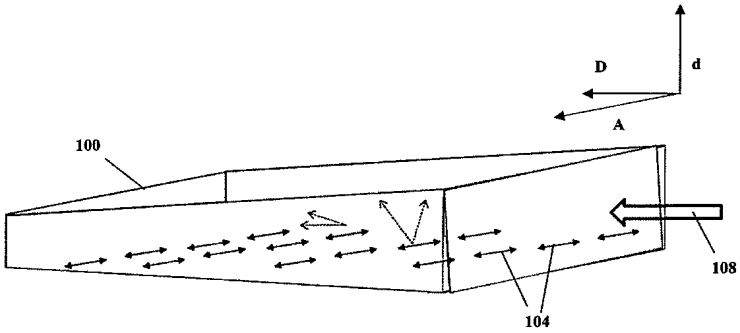
도면2c



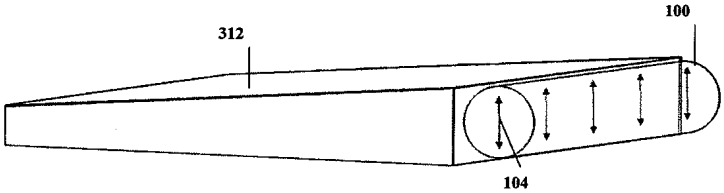
도면2d



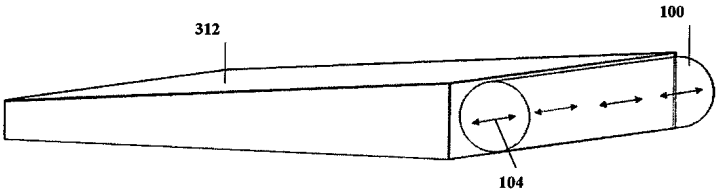
도면3a



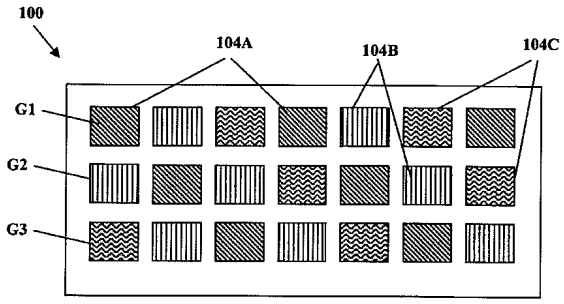
도면3b



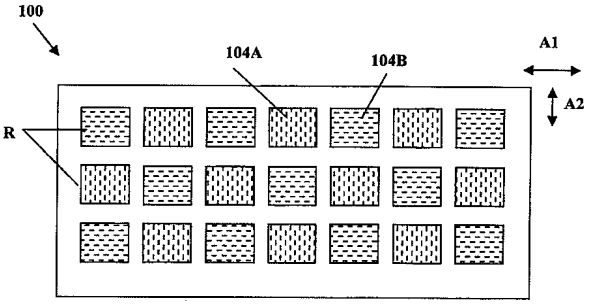
도면3c



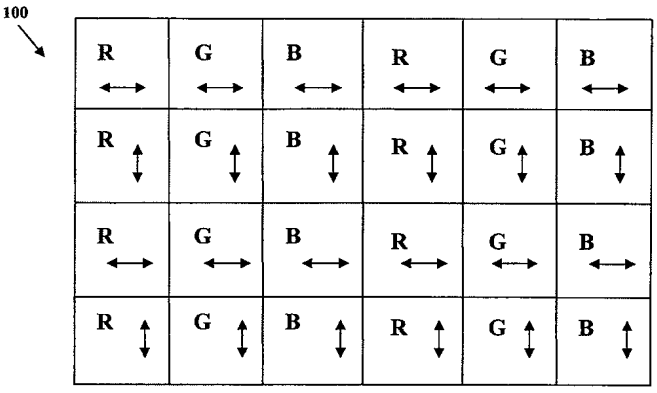
도면4a



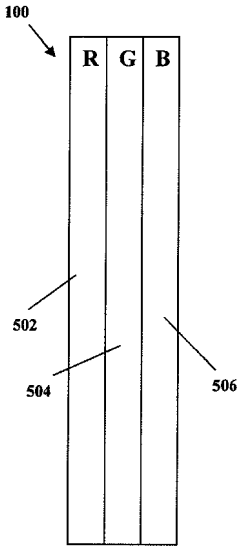
도면4b



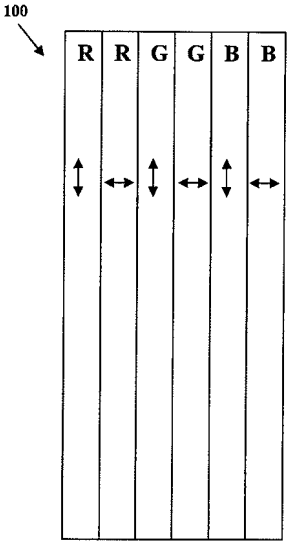
도면4c



도면4d



도면4e



도면5a

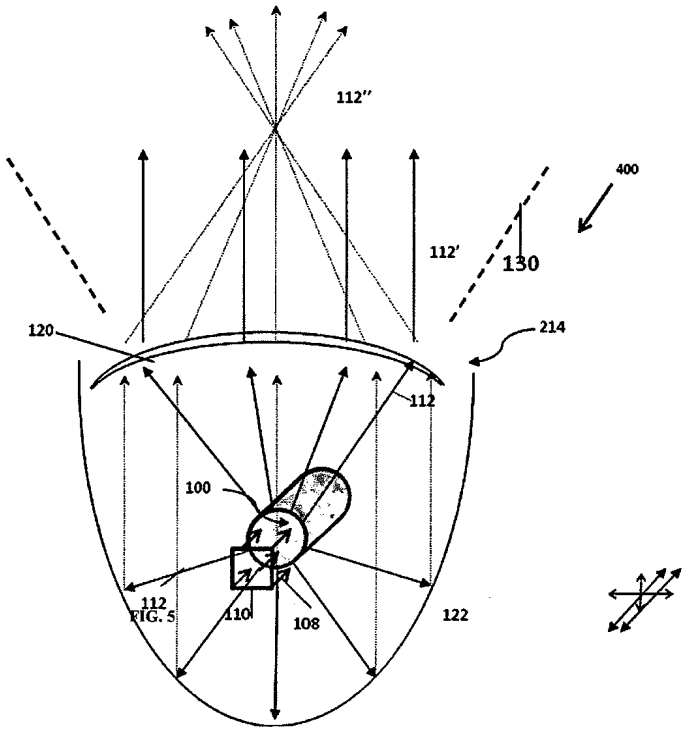
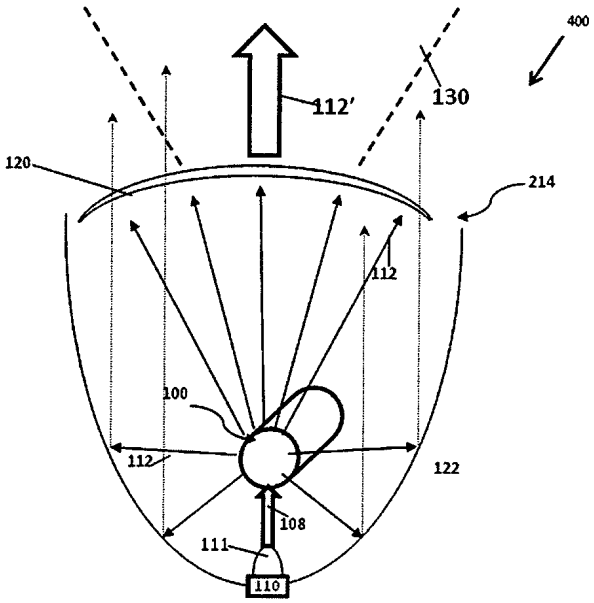
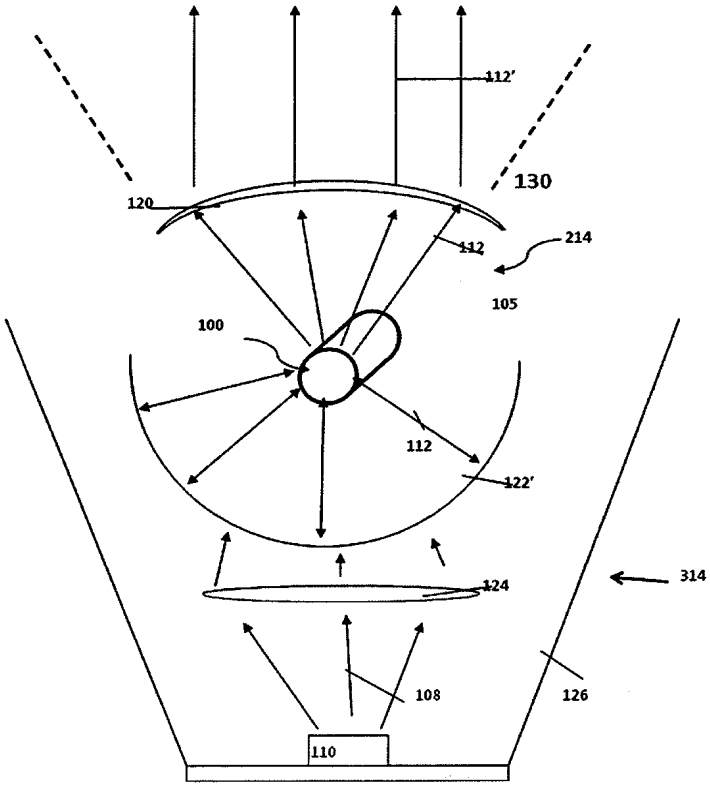


FIG. 5

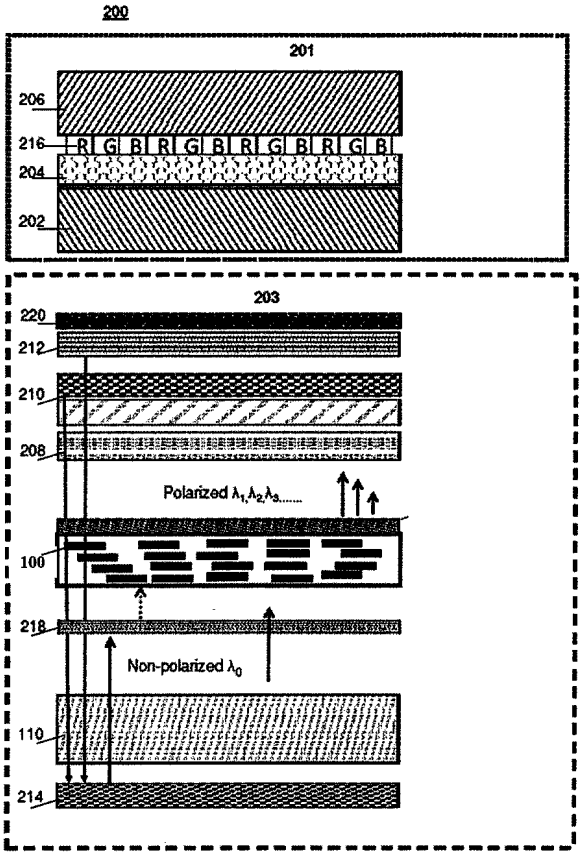
도면5b



도면5c


112'
130
120
214
112
105
100
112
122'
124
314
108
126
110

도면6


200
201
206
216
R G B R G B R G B R G B
204
202
203
220
212
210
208
Polarized λ1,λ2,λ3.....
100
218
Non-polarized λ0
110
214