



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
G02B 6/00 (2006.01)
F21V 9/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0028601
(43) 공개일자 2007년03월12일

(21) 출원번호 10-2007-7002191
(22) 출원일자 2007년01월29일
심사청구일자 없음
번역문 제출일자 2007년01월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/019904 (87) 국제공개번호 WO 2006/007302
국제출원일자 2005년06월07일 국제공개일자 2006년01월19일

(30) 우선권주장 10/884,343 2004년06월30일 미국(US)

(71) 출원인 쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자 오우더커크 앤드류 제이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
휘틀리 존 에이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
웨버 마이클 에프.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
엡스테인 케네스 에이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
샤르트 크레이그 알.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
왓슨 제임스 이.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
솔즈 존 씨.
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터

(74) 대리인 주성민
김영

전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 복수의 광 안내부를 갖는 형광계 조명 시스템 및 그를이용한 디스플레이

(57) 요약

본 발명은 광원과, 각각 입력 표면 및 출력 표면을 포함하는 광원에 결합된 광 안내부와, 적어도 하나의 광 안내부로부터 광을 수광하도록 위치설정되는 방사성 재료와, 방사성 재료가 광 안내부의 출력 표면과 간섭 반사기 사이에 있도록 위치설정되는 간섭 반사기를 포함하는 조명 시스템에 관한 것이다. 방사성 재료는 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조사될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 간섭 반사기는 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다.

대표도

도 18

특허청구의 범위

청구항 1.

제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 광원과,

각각 입력 표면 및 출력 표면을 포함하고 광원에 광학적으로 결합되는 복수의 광 안내부와,

복수의 광 안내부 중 적어도 하나의 광 안내부로부터 광을 수광하도록 위치설정되고, 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조사될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 방사성 재료와,

방사성 재료가 복수의 광 안내부의 출력 표면과 간섭 반사기 사이에 있도록 위치설정되고, 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간섭 반사기를 포함하는 조명 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 제1 광학 특성은 제1 파장 영역을 포함하고 제2 광학 특성은 제1 파장 영역과 상이한 제2 파장 영역을 포함하는 조명 시스템.

청구항 3.

제2항에 있어서, 제1 파장 영역은 UV광을 포함하는 조명 시스템.

청구항 4.

제2항에 있어서, 제1 파장 영역은 청색광을 포함하는 조명 시스템.

청구항 5.

제2항에 있어서, 제2 파장 영역은 가시광을 포함하는 조명 시스템.

청구항 6.

제1항에 있어서, 광원은 적어도 하나의 고체 상태의 광원을 포함하는 조명 시스템.

청구항 7.

제6항에 있어서, 적어도 하나의 고체 상태의 광원은 적어도 하나의 LED를 포함하는 조명 시스템.

청구항 8.

제1항에 있어서, 방사성 재료는 형광 재료를 포함하는 조명 시스템.

청구항 9.

제1항에 있어서, 방사성 재료는 불연속인 조명 시스템.

청구항 10.

제9항에 있어서, 불연속인 방사성 재료는 방사성 재료의 복수의 선을 포함하는 조명 시스템.

청구항 11.

제9항에 있어서, 불연속인 방사성 재료는 방사성 재료의 패턴을 포함하는 조명 시스템.

청구항 12.

제9항에 있어서, 불연속인 방사성 재료는 방사성 재료의 복수의 점을 포함하는 조명 시스템.

청구항 13.

제12항에 있어서, 방사성 재료의 복수의 점 중 각각의 점은 $10000 \mu\text{m}^2$ 미만의 면적을 갖는 조명 시스템.

청구항 14.

제12항에 있어서, 방사성 재료의 복수의 점 중 적어도 하나의 점은 제1 방사성 재료를 포함하고 방사성 재료의 복수의 점 중 적어도 하나의 다른 점은 제2 방사성 재료를 포함하는 조명 시스템.

청구항 15.

제12항에 있어서, 제1 광학 특성은 제1 과장 영역을 포함하고 제2 광학 특성은 제1 과장 영역과 상이한 제2 과장 영역을 포함하며, 적어도 제1 형광점이 제2 과장 영역 내의 제1 최고 과장을 갖는 광을 방사하고 적어도 제2 형광점이 제1 최고 과장과 상이한 제2 과장 영역 내의 제2 최고 과장을 갖는 광을 방사하는 조명 시스템.

청구항 16.

제1항에 있어서, 간접 반사기는 비평면형 간접 반사기를 포함하는 조명 시스템.

청구항 17.

제16항에 있어서, 간접 반사기는 오목한 간접 반사기를 포함하는 조명 시스템.

청구항 18.

제17항에 있어서, 복수의 광 안내부의 출력 단부는 비평면형 표면을 형성하는 조명 시스템.

청구항 19.

제1항에 있어서, 간접 반사기가 방사성 재료와 적어도 하나의 광학 요소 사이에 있도록 위치설정되는 적어도 하나의 광학 요소를 더 포함하는 조명 시스템.

청구항 20.

제19항에 있어서, 적어도 하나의 광학 요소는 반사 편광기를 포함하는 조명 시스템.

청구항 21.

제20항에 있어서, 반사 편광기는 폴레스테릭 재료를 포함하는 조명 시스템.

청구항 22.

제20항에 있어서, 반사 편광기는 다층 중합체 재료를 포함하는 조명 시스템.

청구항 23.

제22항에 있어서, 반사 편광기는 다층 복굴절성 중합체 재료를 포함하는 조명 시스템.

청구항 24.

제1항에 있어서, 제1 광학 특성은 제1 파장 영역을 포함하고 제2 광학 특성은 제1 파장 영역과 상이한 제2 파장 영역을 포함하며, 방사성 재료는 제1 파장 영역에서 제1 굴절률을 갖는 조명 시스템.

청구항 25.

제24항에 있어서, 시스템은 간접 반사기와 방사성 재료 사이에서 방사성 재료와 접촉되는 TIR 촉진 층을 더 포함하고, TIR 촉진 층은 제1 파장 영역에서 제1 굴절률 미만인 제2 굴절률을 갖는 조명 시스템.

청구항 26.

제25항에 있어서, TIR 촉진 층은 공기 갭을 포함하는 조명 시스템.

청구항 27.

제25항에 있어서, TIR 촉진 층은 미세구조 층을 포함하는 조명 시스템.

청구항 28.

제1항의 조명 시스템을 포함하는 차량 전조등.

청구항 29.

제1항의 조명 시스템을 포함하는 프로젝션 시스템.

청구항 30.

제1항의 조명 시스템을 포함하는 조명 기구.

청구항 31.

제1항에 있어서, 복수의 광 안내부는 복수의 광섬유를 포함하는 조명 시스템.

청구항 32.

제31항에 있어서, 복수의 광섬유는 각각 약 400 μm 내지 약 1000 μm 의 코어 직경을 갖는 복수의 중합체 피복 실리카 섬유를 포함하는 조명 시스템.

청구항 33.

제1항에 있어서, 광원은 복수의 LED를 포함하고, 시스템은 복수의 LED와 전기 통신하는 제어기를 더 포함하고, 제어기는 복수의 LED의 하나 이상의 그룹을 선택적으로 활성화하도록 작동될 수 있는 조명 시스템.

청구항 34.

제1항의 조명 시스템을 포함하는 간판.

청구항 35.

제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 광원과,

각각 입력 표면 및 출력 표면을 포함하고 광원에 광학적으로 결합되는 복수의 광 안내부와,

복수의 광 안내부 중 적어도 하나의 광 안내부로부터 광을 수광하도록 위치설정되고, 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조사될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 방사성 재료와,

방사성 재료가 복수의 광 안내부의 출력 표면과 간섭 반사기 사이에 있도록 위치설정되고, 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간섭 반사기를 포함하는 조명 시스템과,

조명 시스템에 광학적으로 결합되고, 조명 시스템으로부터의 광의 적어도 일부를 변조하도록 작동될 수 있는 복수의 제어 가능 요소를 포함하는 공간 광 변조기를 포함하는 디스플레이.

청구항 36.

제35항에 있어서, 공간 광 변조기의 복수의 제어가능 요소는 가변 투과율 디스플레이 요소를 포함하는 디스플레이.

청구항 37.

제35항에 있어서, 가변 투과율 디스플레이 요소는 액정 디스플레이 요소를 포함하는 디스플레이.

청구항 38.

소정의 위치에 조명을 제공하는 방법이며,

제1 광학 특성을 갖는 광으로 복수의 광 안내부 중 적어도 하나의 광 안내부를 조사하는 단계로서, 적어도 하나의 광 안내부는 출력 표면을 통해 광을 유도하는 단계와,

방사성 재료가 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하도록 적어도 하나의 광 안내부의 출력 표면을 통해 유도된 광으로 방사성 재료를 조사하는 단계와,

제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간섭 반사기를 방사성 재료에 의해 방사된 광으로 조사하는 단계와,

간섭 반사기에 의해 투과된 광의 적어도 일부를 소정의 위치로 유도하는 단계를 포함하는 조명 제공 방법.

명세서

배경기술

발광 다이오드(LED)를 사용하는 백색 광원은 그들의 구성 면에서 2가지 기본 형상을 가질 수 있다. 그 중 하나는 본 명세서에서 직접 방사성 LED로 지칭되는 것으로서, 백색광은 상이한 색상의 LED의 직접 방사에 의해 생성된다. 그 예로는 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED의 조합과, 청색 LED와 황색 LED의 조합을 포함한다. 다른 형상은 본 명세서에서 형광 변환 LED(PCLED)로 지칭되는 것으로서, 단일 LED가 좁은 파장 범위의 광을 생성하고, 그 광은 형광 또는 다른 유형의 발광 물질에 충돌하여 여기시켜서 LED에 의해 생성된 광들과는 상이한 파장을 갖는 광을 생성한다. 형광체는 구별되는 방사성 재료의 혼합 또는 조합을 포함하고, 형광체에 의해 방사된 광은 이 방사된 광이 사람의 육안에 실질적으로 백색으로 나타나도록 가시 파장 범위에 걸쳐서 분포된 넓거나 혹은 좁은 방사 선을 포함할 수 있다.

PCLED의 예로는 청색광을 보다 긴 파장으로 변환하는 형광체를 조명하는 청색 LED가 있다. 청색 여기 광의 일부는 형광체에 의해서는 흡수되지 않으며, 나머지 청색 여기 광은 형광체에 의해 방사된 보다 긴 파장과 결합한다. PCLED의 다른 예로는 자외선(UV) 광을 흡수하여 적색, 녹색 및 청색광으로 변환시키거나 혹은 청색과 황색광의 조합으로 변환시키는 형광체를 조명하는 자외선(UV) LED가 있다.

PCLED의 다른 응용은 UV 또는 청색광을 녹색광으로 변환시키는 것이다. 일반적으로, 녹색 LED는 비교적 낮은 효율을 가지며 작동 중에 출력 파장을 변경할 수 있다. 녹색 LED와는 달리, 녹색 PCLED는 향상된 파장 안정성을 갖는다.

직접 방사 백색 LED에 대한 백색광 PCLED의 이점으로는 장치의 시효와 온도의 함수로서의 보다 우수한 색상 안정성과, 보다 우수한 배치간(batch-to-batch) 및 장치간(device-to-device)의 색상 안정성/재현성을 포함한다. 그러나 PCLED는 부분적으로 광 흡수 과정에서의 비효율성 및 형광체에 의한 재방사로 인해 직접 방사 LED에 비해 덜 효율적일 수 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 개시 내용은 성분을 필터링하기 위하여 간접 반사기와 방사성 재료를 이용하는 조명 시스템을 제공한다. 일부 실시예에서, 본 발명의 간접 반사기는 필름의 두께를 통한 광학 반복 유닛으로 배열되는, 그의 적어도 일부가 복굴절성인 개별 광학 층을 포함하는 다층 광학 필름을 포함할 수 있다. 인접하는 광학 층들은 큰 입사각으로의 변조시 반사도를 유지하며 p-편광된 광의 누설을 방지하는 굴절률 관계를 갖는다.

일 태양에서, 본 발명은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 광원과, 각각 입력 표면 및 출력 표면을 포함하고 광원에 광학적으로 결합된 복수의 광 안내부를 포함하는 조명 시스템을 제공한다. 시스템은 적어도 하나의 광 안내부로부터 광을 수광하도록 위치설정되고 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조사될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 방사성 재료를 더 포함한다. 본 시스템은 방사성 재료가 광 안내부의 출력 표면과 간접 반사기 사이에 있도록 위치설정되고 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간접 반사기를 더 포함한다.

다른 태양에서, 본 발명은 조명 시스템과 공간 광 변조기를 포함하는 디스플레이를 제공한다. 조명 시스템은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 광원과, 각각 입력 표면 및 출력 표면을 포함하고 광원에 광학적으로 결합된 복수의 광 안내부를 포함한다. 조명 시스템은 적어도 하나의 광 안내부로부터 광을 수광하도록 위치설정되고 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조사될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 방사성 재료와, 방사성 재료가 복수의 광 안내부의 출력 표면과 간접 반사기 사이에 있도록 위치설정되고 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간접 반사기를 더 포함한다. 공간 광 변조기는 조명 시스템에 광학적으로 결합되고 조명 시스템으로부터의 광의 적어도 일부를 변조하도록 작동될 수 있는 제어가능 요소를 포함한다.

또 다른 태양에서, 본 발명은 광이 제1 광학 특성을 갖는 상태로 출력 표면을 통해 광을 유도하는 복수의 광 안내부 중 적어도 하나의 광 안내부를 조사하는 단계와, 방사성 재료가 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하도록 적어도 하나의 광 안내부의 출력 표면을 통해 유도된 광으로 방사성 재료를 조사하는 단계를 포함하는, 소정의 위치에 조명을 제공하는 방법을 제공한다. 본 방법은 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간접 반사기를 방사성 재료에 의해 방사된 광으로 조사하는 단계와, 간접 반사기에 의해 투과된 광의 적어도 일부를 소정의 위치로 유도하는 단계를 더 포함한다.

전술한 본 발명의 요약은 각각의 개시된 실시예 또는 본 발명의 모든 구현을 설명하려고 의도된 것은 아니다. 예시적인 실시예를 더욱 특정하게 예시하는 도면과 상세한 설명이 후속한다.

실시예

본 발명은 광원, 하나 이상의 광 안내부, 방사성 재료 및 하나 이상의 간접 반사기를 포함하는 조명 시스템을 제공한다. 일부 실시예에서, 조명 시스템은 다양한 응용을 위한 백색광을 제공한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "백색광"이라는 용어는 통상의 관찰자가 "백색"으로 간주하는 외양을 형성하도록 사람의 눈의 적색, 녹색, 및 청색 감지기를 자극하는 광을 지칭한다. 이러한 광은 적색(통상적으로 따뜻한 백색광이라 함)이나 청색(통상적으로 차가운 백색광이라 함)으로 편향될 수도 있다. 또한, 이러한 광은 최대 100의 연색 지수(color rendering index)를 가질 수 있다. 일반적으로, 이들 조명 시스템은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 광원을 포함한다. 본 발명의 조명 시스템은 또한 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명되었을 때에 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 방사성 재료를 포함한다. 제1 광학 특성 및 제2 광학 특성은, 예컨대

과장, 편광, 변조, 강도 등과 같은 임의의 적합한 광학 특성일 수 있다. 예를 들면, 제1 광학 특성은 제1 과장 영역을 포함할 수 있으며, 제2 광학 특성은 제1 과장 영역과는 상이한 제2 과장 영역을 포함한다. 예시적인 일 실시예에서, 광원은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사할 수 있으며, 이 경우 제1 광학 특성은 UV 광을 포함하는 제1 과장 영역을 포함한다. 이러한 예시적인 실시예에서, 광원에 의해 방사된 UV 광은 방사성 재료를 조명하며, 이에 의해 이러한 방사성 재료가 가시광을 포함하는 제2 과장 영역을 포함하는 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하게 된다.

본 발명의 일부 실시예는 단파통과(SP) 간섭 반사기를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "단파통과 간섭 반사기"라는 용어는 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키며 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 반사기를 지칭한다. 예시적인 일 실시예에서, 조명 시스템은 광원으로부터의 UV 광을 실질적으로 투과시키고 투과된 UV 광에 의해 조명된 방사성 재료에 의해 방사된 가시광을 실질적으로 반사하는 SP 간섭 반사기를 포함한다.

또한, 일부 실시예에서, 조명 시스템은 장파통과(LP) 간섭 반사기를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "장파통과 간섭 반사기"라는 용어는 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키며 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 반사기를 지칭한다. 예를 들면, 예시적인 일 실시예에서, 조명 시스템은 방사성 재료에 의해 방사된 가시광을 실질적으로 투과시키고 방사성 재료에 의해 조명된 광원으로부터의 UV 광을 실질적으로 반사하는 LP 간섭 반사기를 포함한다.

일반적으로, 제1 광학 특성 및 제2 광학 특성이 과장과 관련된 때, 본 발명의 방사성 재료는 과장이 짧은 광(예컨대, UV 광)을 과장이 긴 광(예컨대, 가시광)으로 하향 변환시킨다. 대안적으로, 적외선 방사로부터 가시광으로의 상향 변환도 가능하다. 예를 들면, 형광체를 상향 변환시키는 것은 당업계에 주지되어 있으며, 전형적으로 하나의 가시 광자가 생성되도록 2개 이상의 적외선 광자가 사용된다. 이러한 형광체를 여기시키는 데 필요한 적외선 LED가 또한 알려져 있으며 아주 효율적이다. 이러한 과정을 이용하는 가시 광원은, 비록 LP 간섭 반사기 및 SP 간섭 반사기 각각의 기능이 하향 변환 형광 시스템과 비교하는 경우에서는 반대일 수도 있지만, LP 간섭 반사기 및/또는 SP 간섭 반사기를 추가함으로써 보다 더 효율적으로 될 수 있다. SP 간섭 반사기는 가시광이 투과하는 동안에 IR 광을 형광체를 향해 안내하도록 사용될 수 있으며, LP 간섭 반사기는 형광체가 LED와 LP 간섭 반사기 사이에 있도록 배치될 수 있고, 이 경우 LP 간섭 반사기는 방사된 가시광을 의도된 시스템 또는 사용자를 향해 외향으로 안내한다. 본 발명의 예시적인 실시예가 일반적으로 제1 광학 특성 및 제2 광학 특성을 과장과 관련시키지만, 이러한 예시적인 실시예는 또한 제1 광학 특성 및 제2 광학 특성을, 예컨대 편광, 변조, 강도 등과 같은 다른 적합한 광 특성과 관련시킬 수도 있음을 이해하여야 한다. 예를 들어, SP 간섭 반사기는, LP 간섭 반사기가 제2 편광의 광을 실질적으로 투과시키는 동안 제1 편광의 광을 실질적으로 투과시키도록 선택될 수 있다.

본 발명의 조명 시스템은 임의의 적합한 응용에 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 조명 시스템은 디스플레이용 광원, 조명 기구, 헤드램프, 간판 등으로 사용될 수 있다.

일부 실시예에서, SP 간섭 반사기와 LP 간섭 반사기 중 하나 또는 둘 모두는 중합체 다층 광학 필름을 포함한다. 중합체 다층 광학 필름은 적어도 제1 및 제2 중합체 재료의 수십, 수백, 수천의 교호 층을 갖는 필름이다. 이러한 층은 UV 과장으로 제한된 반사 대역 또는 가시 과장으로 제한된 반사 대역과 같은 스펙트럼 중의 원하는 부분에서 원하는 반사도를 달성하도록 선택된 두께와 굴절률을 갖는다. 예컨대, 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등) 참조. 중합체 다층 광학 필름은, p-편광 광의 경우에 인접하는 층들 사이의 각각의 계면의 반사도가 입사각에 따라 서서히 감소하거나, 입사각과는 실질적으로 무관하거나, 또는 입사각이 법선으로부터 벗어남에 따라 증가하도록, 인접하는 층의 쌍이 필름에 대한 Z-축 법선과 관련하여 정합하거나, 거의 정합하거나, 또는 의도적으로 부정합된 굴절률을 가질 수 있게 처리될 수 있다. 따라서, 이러한 중합체 다층 광학 필름은 크게 기울어진 입사각에서도 P-편광 광에 대한 높은 반사 수준을 유지할 수 있고, 그럼으로써 반사 필름에 의해 투과된 p-편광 광량은 종래의 무기 등방성 적층 반사기와 비교할 때에 감소된다. 일부 실시예에서, 중합체 재료와 처리 조건은, 인접하는 광학 층들의 쌍 각각에 대해서 z-축(필름의 두께에 평행)을 따르는 굴절률의 차이가 0.5, 0.25, 또는 0.1까지인 x 또는 y (평면) 축을 따르는 굴절률의 차이의 분율 이하가 되도록 선택된다. z-축을 따르는 굴절률 차이는 평면 굴절률 차이와 동일한 부호이거나 반대 부호일 수 있다.

이러한 중합체 다층 광학 필름은 본 명세서에서 추가로 설명하는 바와 같이 임의의 적합한 형상으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 중합체 다층 광학 필름은 포물선, 구, 또는 타원의 일부와 같은 3차원 형상을 가지도록 엠보싱, 열성형, 또는 기타 공지의 기술에 의해 영구적으로 변형될 수 있다. 미국 특허 제6,778,463호(메릴(Merrill) 등) 참조. 또한, 미국 특허 제 5,540,978호(쉬렌크(Schrenk) 등) 참조. 광범위한 중합체 재료가 조명 시스템을 위한 다층 광학 필름에 사용하는 데 있어 적합하다. 본 발명의 여러 실시예에 따른 소정의 응용에서, 다층 광학 필름은, 예컨대 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)/코-폴리메틸메타크릴레이트(co-PMMA)의 중합체 쌍과 같이, UV 광에 노출된 때 열화에 저항성을 갖는 재료로 이루어진 교호 중합체 층을 포함하는 것이 바람직하다. 중합체 반사기의 UV 안정성은 아민 차단 광 안정제(HALS: hindered amine light stabilizer)와 같은 비UV 흡수 광 안정제를 포함시킴으로써 또한 증가될 수 있다. 일부 경우에서, 중합체 다층 광학 필름은 투명 금속 또는 금속 산화물 층을 또한 포함할 수 있다. 국제특허공개 WO 97/01778호(오우더키르크(Ouderkerk)

등) 참조. 강성 중합체 재료 조합조차도 수용할 수 없게 열화시키는 특히 고강도의 UV 광을 사용하는 응용에서, 다층 광학 필름을 형성하기 위하여 무기 재료를 사용하는 것이 유리할 수도 있다. 무기 재료 층은 등방성일 수 있고, 예컨대 국제특허 공개 WO01/75490호(웨버(Weber))에 설명된 바와 같이 복굴절 형태를 나타내도록 제조될 수 있으며, 따라서 본 명세서에 설명된 바와 같이 향상된 p-편광 반사도를 얻을 수 있는 유리한 굴절률 관계를 갖게 된다.

일반적으로, 본 명세서에 설명된 간섭 반사기는 유기, 무기, 또는 유기와 무기 재료의 조합으로 형성되는 반사기를 포함한다. 간섭 반사기는 다층 간섭 반사기일 수 있다. 간섭 반사기는 가요성 간섭 반사기일 수 있다. 가요성 간섭 반사기는 중합체, 비중합체 재료, 또는 중합체와 비중합체 재료로 형성될 수 있다. 중합체와 비중합체 재료를 포함하는 예시적인 필름은 미국 특허 제6,010,751호(쇼우(Shaw) 등), 제6,172,810호(플레밍(Fleming) 등), 및 유럽 특허 EP 733,919A2(쇼우 등)에 개시되어 있다.

본 명세서에 설명된 간섭 반사기는 가요성, 소성, 또는 변형성 재료로 형성될 수 있으며, 그 자체가 가요성, 소성, 또는 변형성을 가질 수 있다. 이들 가요성 간섭 반사기는 편향되거나 만곡될 수 있으며, 또한 그들의 예비 편향 광학 특성을 유지할 수 있다.

콜레스테릭 반사 편광기 및 소정의 블록 공중합체와 같은 공지의 자체 조립형 주기적 구조는 본 발명의 목적을 위한 다층 간섭 반사기가 될 수 있는 것으로 고려된다. 콜레스테릭 거울은 좌측과 우측의 키랄상 피치 원소들의 조합을 이용하여 만들 수 있다.

본 발명의 일부 실시예에서, 간섭 반사기는 선택된 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키거나 부분적으로 투과시키도록 선택될 수 있다.

예컨대, 청색광을 부분적으로 투과시키는 LP 간섭 반사기는 광원으로부터의 일부 청색광을 먼저의 것이 형광체를 통과한 후에 형광 층 상으로 안내하도록 얇은 황색 형광 층과 조합되어 사용될 수 있다.

다층 광학 필름의 기능은, 청색광 및 UV 광의 반사를 제공하는 것 외에도, 사람의 눈의 손상을 방지하는 것을 포함하여, 조명 시스템 내측 또는 외측의 후속하는 요소들의 열화를 방지하도록 UV 광의 투과를 차단할 수 있다. 일부 실시예에서, UV 흡수기는 광원으로부터 가장 멀리 있는 UV 반사기 층에 포함될 수 있다. 이러한 UV 흡수기는 다층 광학 필름 내에, 그 상에, 또는 그에 인접하게 있을 수 있다.

본 발명의 간섭 반사기가 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 포함할 수 있지만, 모든 중합체 구조는 여러 제조 및 비용의 이점을 제공할 수 있다. 고 광학 투과성 및 넓은 지수(index) 차이를 갖는 고온 중합체가 간섭 반사기에 사용되는 경우, SP 간섭 반사기 및 LP 간섭 반사기의 요구에 부합되게 얇으면서도 아주 가요성인 환경적으로 안정된 반사기가 제조될 수 있다. 일부 실시예에서, 예컨대 미국 특허 제6,531,230호(웨버 등)에 교시된 바와 같은 공압출 다층 간섭 반사기가 정밀한 파장 선택 및 넓은 면적과 비용 효율적인 제조를 제공할 수 있다. 높은 지수 차이를 갖는 중합체 쌍을 사용하게 되면 자립형, 즉 기관 없이도 여전히 쉽게 처리되는 아주 얇고 높은 반사도의 거울을 제조할 수 있다. 대안적으로, 본 발명의 간섭 반사기는, 예컨대 미국 특허 제3,711,176호(알프레이, 주니어(Alfrey, Jr.) 등)에 설명된 바와 같이 주조에 의해 형성될 수도 있다.

모든 중합체 간섭 반사기는 다양한 3차원 형상, 예컨대 반구형 돔(본 명세서에서 추가로 설명됨)으로 열성형될 수 있다. 그러나, 원하는 각도 성능을 형성하기 위해서는 돔의 전체 표면에 대해서 정확한 두께까지 얇게 하는 작업을 제어함에 있어 주의를 기울여야 한다. 단순한 2차원 곡률을 갖는 간섭 반사기를 복합 형상의 간섭 반사기로 형성시키는 것은 3차원에 비해 용이하다. 특히, 임의의 얇고 가요성인 간섭 반사기는, 예컨대 원통의 일부와 같이 2차원 형상으로 굽혀질 수 있는데, 이 경우는 모든 중합체 간섭 반사기가 그러할 필요는 없다. 얇은 중합체 기관 상의 다층 무기 간섭 반사기뿐만 아니라 두께가 200 μm 미만인 유리 기관 상의 무기 다층도 이러한 방식으로 형성될 수 있다. 후자는 낮은 응력에 의해 영구적인 형상을 얻기 위해 유리 전이 지점 근처의 온도까지 가열되어야 할 수도 있다.

SP 및 LP 간섭 반사기를 위한 최적 밴드에지(bandedge)는 시스템 내의 광원 및 방사성 재료 모두의 방사 스펙트럼에 의존할 것이다. 대안적인 실시예에서, SP 간섭 반사기의 경우, 광원으로부터의 사실상 모든 방사가 SP 간섭 반사기를 통과하여 방사성 재료를 여기시키며, 광원을 향해 다시 안내되는 사실상 모든 방사는 광원 또는 이들이 흡수될 수 있는 그의 기부 구조물로 진입하지 않도록 SP 간섭 반사기에 의해 반사된다. 이러한 이유로, SP 간섭 반사기의 단파통과 한정 밴드에는 광원의 평균 방사 파장과 방사성 재료의 평균 방사 파장 사이의 영역 내에 배치된다. 예시된 실시예에서, SP 간섭 반사기는 광원과 방사성 재료 사이에 배치된다. 그러나, SP 간섭 반사기가 평면형인 경우, 광원으로부터의 방사는 SP 간섭 반사기의 표면에 수직인 여러 각도에서 SP 간섭 반사기에 충돌할 수 있으며, 일부 입사각에서 SP 간섭 반사기에 의해 반

사되어 방사성 재료에 도달하지 못하게 된다. 간섭 반사기가 거의 일정한 입사각을 유지하도록 만족되지 않는 한, 방사성 재료의 중간 지점보다 큰 파장에 설계 밴드에지를 배치하는 것이 바람직할 수 있으며, 광원 방사는 전체 시스템 성능을 최적화하도록 만족된다. 특히, 입체 협각(included solid angle)이 매우 작기 때문에, 매우 적은 방사성 재료 방사가 거의 0인 입사각(즉, 간섭 반사기 표면에 수직)으로 간섭 반사기로 안내된다. 다른 예시적인 실시예에서, LP 간섭 반사기는 시스템 효율을 개선하기 위하여 광원의 광을 방사성 재료로 다시 재순환시키도록 광원으로부터 방사성 재료에 대향하게 배치된다. 예시적인 실시예에서, LP 간섭 반사기는 광원 방사가 가시 스펙트럼이고 많은 양이 방사성 재료의 색상 출력을 균형을 맞추기 위하여 필요한 경우에 생략될 수도 있다. 그러나, 보다 짧은 파장의 광, 예컨대 청색광을 부분적으로 투과시키는 LP 간섭 반사기가 통상의 입사각보다 큰 입사각에서 더 많은 청색광을 통과시키는 스펙트럼 각도 이동을 통해 청색 광원/황색 형광 시스템의 각도 성능을 최적화하도록 사용될 수 있다. 추가의 예시적인 실시예에서, LP 간섭 반사기는 광원으로부터 LP 간섭 반사기 상으로 방사된 광의 거의 일정한 입사각을 유지하기 위하여 만족된다. 이러한 실시예에서, 방사성 재료와 광원은 모두 LP 간섭 반사기의 일 면과 마주한다. 큰 입사각에서, 실질적으로 평면 형상을 갖는 LP 간섭 반사기는 보다 짧은 파장의 광을 반사하지 않을 수도 있다. 이러한 이유로, LP 간섭 반사기의 긴 파장 밴드에지는 가능한 한 적은 방사성 재료 방사를 차단하면서 가능한 한 긴 파장으로 배치될 수 있다. 역시, 밴드에지 배치는 전체 시스템 효율을 최적화하도록 변경될 수 있다.

일부 실시예에서, 본 명세서에 설명된 다층 간섭 반사기는 측방향 두께 구배, 즉 반사기의 하나의 단면으로부터 반사기의 다른 단면으로 변화하는 두께를 가질 수 있다. 이러한 반사기는 방사된 광의 입사각이 다층 반사기의 외부 영역을 향해 증가함에 따라 더 두꺼운 간섭 층을 가질 수도 있다. 반사기의 외부 영역에서 반사기 두께를 증가시킴으로써 밴드 이동이 보상되는데, 이는 반사된 파장이 높은 지수 간섭 층과 낮은 지수 간섭 층의 광학 두께 및 입사각에 비례하기 때문이다.

도1은 조명 시스템(10)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 시스템(10)은 광원(20)과, 출력 표면(14)을 갖는 광 안내부(12)를 포함한다. 일부 실시예에서, 광 안내부(12)는 또한 입력 표면(16)을 포함할 수 있다. 시스템(10)은 또한 광원(20)과 광 안내부(12)의 출력 표면(14) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(30)를 포함한다. 방사성 재료(40)는 제1 간섭 반사기(30)와 광 안내부(12)의 출력 표면(14) 사이에 위치된다.

광원(20)은 임의의 적합한 광원 또는 광원들, 예컨대 전기발광(electroluminescent) 장치, 냉음극 형광등(cold cathode fluorescent light), 무전극 형광 램프(electrodeless fluorescent lamp), LED, 유기 전기발광 장치(OLED), 중합체 LED, 레이저 다이오드, 아크 램프 등을 포함할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "LED"라는 용어는 가시, 자외선 또는 적외선 광 및 간섭성 또는 비간섭성 광을 방사하는 다이오드를 지칭한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같은 이 용어는 또한 통상의 또는 초방사성(super-radiant) 종류의 "LED"로서 판매되는 간섭성 예폭시 피복 반도체 장치를 포함한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이 이 용어는 또한 반도체 레이저 다이오드를 포함한다. 일부 실시예에서, 광원(20)은 광 안내부(12)의 하나 이상의 측면 및/또는 광 안내부(12)의 하나 이상의 주 표면에 인접하게 위치될 수 있다. 도1에 도시된 바와 같이, 광원(20)은 입력 표면(16)에 인접하게 위치된다. 도1이 하나의 광원(20)을 구비한 조명 시스템(10)을 도시하고 있지만, 조명 시스템(10)은 광 안내부(12)의 동일한 또는 다른 입력 표면에 인접하게 위치된 2개 이상의 광원을 포함할 수도 있다.

광원(20)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 임의의 적합한 광학 특성이 선택될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 광학 특성은 제1 파장 영역을 포함할 수 있다. 예를 들면, 광원(20)은 UV 광을 방사할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "UV 광"이라는 용어는 파장이 약 150 nm 내지 약 425 nm 범위인 광을 지칭한다. 다른 예에서, 광원(20)은 청색광을 방사할 수 있다.

일부 실시예에서, 광원(20)은 하나 이상의 LED를 포함한다. 예컨대, 하나 이상의 LED는 UV 광 및/또는 청색광을 방사할 수 있다. 청색광은 또한 자색광 및 남색광을 포함한다. LED는 레이저 다이오드 및 수직 공동 표면 방사 레이저 다이오드를 포함하여, 유도 또는 초방사성 방사를 사용하는 장치뿐만 아니라 자연 방사 장치를 포함한다.

시스템(10)의 광 안내부(12)는 임의의 적합한 광 안내부, 예컨대 중공형 또는 중실형 광 안내부를 포함할 수 있다. 광 안내부(12)가 평면 형상인 것으로 도시되어 있지만, 광 안내부(12)는 임의의 적합한 형상, 예컨대 쐐기, 원통, 평면, 원추, 복합 성형 형상 등을 취할 수도 있다. 또한, 광 안내부(12)의 입력 표면(16) 및/또는 출력 표면(14)은 임의의 적합한 형상, 예컨대 광 안내부(12)의 형상에 대해 전술한 형상을 포함할 수 있다. 광 안내부(12)는 광을 그의 출력 표면(14)을 향하게 하도록 형성되는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 광 안내부(12)는 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 포함할 수 있다. 예컨대, 광 안내부(12)는 유리; 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리스티렌, 불소중합체를 포함하는 아크릴레이트; 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 및 PET 또는 PEN 또는 이 둘 모두를 함유하는 공중합체를 포함하는 폴리에스테르; 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리노보렌을 포함하는 폴리올레핀과, 동일배열(isotactic), 혼성배열(atactic) 및 교대배열(syndiotactic) 입체이성체로의 폴리올레핀과, 메탈로센 중합에 의해 생성되는 폴리올레핀을 포함할 수 있다. 다른 적합한 중합체는 폴리에테르에테르케톤과 폴리에테르이미드를 포함한다.

조명 시스템(10)은 또한 광원(20)과 광 안내부(12)의 출력 표면(14) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(30)를 포함한다. 도1에 도시된 실시예에서, 제1 간섭 반사기(30)는 SP 간섭 반사기이며, 즉 이는 광원(20)으로부터의 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다. 예컨대, 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이, 방사성 재료(40)는 광원(20)으로부터의 UV 광 또는 청색광으로 조명된 때 가시광을 방사할 수 있다. 이러한 실시예에서, 제1 간섭 반사기(30)는 UV 광을 실질적으로 투과시키고 가시광을 실질적으로 반사하도록 선택될 수 있다. 다른 실시예에서, 방사성 재료(40)는 광원(20)으로부터의 광으로 조명된 때 적외선 광을 방사할 수 있다. 이러한 실시예에서, 제1 간섭 반사기(30)는 광원(20)으로부터의 광을 실질적으로 투과시키고 적외선 광을 실질적으로 반사하도록 선택될 수 있다.

제1 간섭 반사기(30)는 광원(20)과 광 안내부(12)의 출력 표면(14) 사이의 임의의 적합한 위치로 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제1 간섭 반사기(30)는 광 안내부(12)의 입력 표면(16) 상에, 광 안내부(12) 내에, 또는 광원(20) 상에 위치될 수도 있다.

제1 간섭 반사기(30)는 임의의 적합한 간섭 반사기 또는 본 명세서에 설명된 반사기를 포함할 수 있다. 또한, 제1 간섭 반사기(30)는 임의의 적합한 형상, 예컨대 반구형, 원통형, 평면형 등을 취할 수 있다. 제1 간섭 반사기(30)는 본 명세서에 논의된 바와 같이 UV 광, 청색광 또는 자색광에 노출된 때 열화에 대한 저항성을 갖는 재료로 형성될 수 있다. 일반적으로, 본 명세서에 논의된 다층 반사기는 연장된 기간 동안 고강도 조명 하에서 안정화될 수 있다. 고강도 조명은 일반적으로 1 내지 100 Watt/cm²의 플럭스 수준으로 정의될 수 있다. 적합한 예시적인 중합체 재료는, 예컨대 아크릴 재료, PET 재료, PMMA 재료, 폴리스티렌 재료, 폴리카보네이트 재료, 3M 컴퍼니(미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 입수 가능한 THV 재료, 및 이들의 조합으로부터 형성된 UV 저항성 재료를 포함할 수 있다. 이들 재료 및 PEN 재료는 청색광을 방사하는 광원과 함께 사용될 수 있다.

조명 시스템(10)은 또한 제1 간섭 반사기(30)와 광 안내부(12)의 출력 표면(14) 사이에 위치한 방사성 재료(40)를 포함한다. 방사성 재료(40)는 광원(20)으로부터의 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 제2 광학 특성은 임의의 적합한 광학 특성, 예컨대 파장, 편광, 변조, 강도 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 방사성 재료(40)에 의해 방사된 광은 방사성 재료(40)가 제1 파장 영역을 포함하는 광원(20)에 의해 방사된 광으로 조명된 때 제2 파장 영역을 포함할 수 있다. 예컨대, 일부 실시예에서, 방사성 재료(40)는 광원(20)으로부터의 UV 광 또는 청색광으로 조명된 때 가시광을 방사할 수 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "가시광"이라는 용어는, 예컨대 일반적으로 파장 범위가 약 400 nm 내지 약 780 nm인, 육안으로 지각할 수 있는 광을 지칭한다. 다른 실시예에서, 방사성 재료(40)는 가시광 및/또는 적외선 광을 방사할 수도 있다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "적외선 광"이라는 용어는 파장 범위가 780 nm 내지 2500 nm인 광을 지칭한다.

일반적으로, 본 명세서에 개시된 실시예는 다양한 방사성 재료에 의해 작동될 수 있다. 일부 실시예에서, 적합한 형광 물질이 사용될 수 있다. 이러한 형광 물질은 전형적으로 150 내지 1100 nm 범위의 여기 파장을 갖는 무기 조성물이다. 형광 블렌드는 LED 또는 필름과 같은 기판에 인가될 수 있는 실리콘, 불소중합체, 에폭시, 접착제 또는 다른 중합체 매트릭스와 같은 결합제 내에 분산된, 1 내지 25 μm의 크기 범위를 갖는 형광 입자를 포함할 수 있다. 형광체는 희토도프 가닛(rare-earth doped garnet), 실리케이트 및 다른 세라믹을 포함한다. 다른 실시예에서, 방사성 재료는 또한 형광 염료와 안료, 황화물, 알루미늄이트, 인산염, 질화물을 포함하는 유기 형광 재료를 포함할 수 있다. 예컨대, 시오노야(Shionoya) 등의 참고 문헌[*Phosphor Handbook*, CRC Press, Boca Raton, FL(1998)] 참조.

좁은 방사 파장 범위를 갖는 방사성 재료(40)를 이용하는 실시예에서, 방사성 재료들의 혼합물, 예컨대 적색, 녹색 및 청색 방사 재료의 혼합물이 관찰자에 의해 지각되는 원하는 색상 균형을 달성하도록 조절될 수 있다. 다른 실시예에서, 넓은 방사 대역을 갖는 방사성 재료가 보다 높은 연색 지수를 갖는 혼합물을 위하여 유용할 수 있다. 일부 실시예에서, 방사성 재료는 빠른 방사성 감쇠율을 가질 수 있다. 방사성 재료(40)는 연속적이거나 불연속적인 층으로 형성될 수 있다. 방사성 재료(40)는 균일하거나 불균일한 패턴으로 형성될 수 있다. 방사성 재료(40)는 작은 면적, 예컨대 평면도로 볼 때 각각 10000 μm² 미만의 면적을 갖는 "점들"을 갖는 영역을 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 점들은 각각 하나 이상의 상이한 최대 파장을 갖는 보다 긴 파장의 광을 방사하는 형광체로부터 형성될 수 있다. 예컨대, 적어도 하나의 점이 적색 영역에서 최대 파장을 방사하는 제1 방사성 재료를 포함할 수 있으며, 적어도 다른 하나의 점이 청색 영역에서 최대 파장을 방사하는 제1 방사성 재료를 포함할 수 있다. 복수의 최대 파장을 갖는 가시광을 방사하는 점이 필요에 따라 임의의 균일하거나 불균일한 방식으로 배열 및 형성될 수 있다. 예컨대, 방사성 재료(40)는 표면 또는 면적을 따라 불균일한 밀도 구배를 갖는 패턴으로 점들을 포함할 수 있다. 점들은 임의의 규칙적이거나 불규칙적인 형상을 가질 수 있으며, 평면도로 볼 때 원형일 필요는 없다. 또한 방사성 재료(40)는 다층 광학 필름의 공압출된 겹층으로 존재할 수 있다.

구조화되는 방사성 재료는 본 명세서에 설명된 바와 같은 이점을 제공하도록 여러 방식으로 형성될 수 있다. 다수의 형광체 유형이 보다 넓거나 완전한 스펙트럼 출력을 제공하도록 사용되는 경우, 보다 짧은 파장의 형광체로부터의 광은 다른 형광체에 의해 재흡수될 수 있다. 고립된 점, 선 또는 각각의 형광체 유형의 고립된 영역을 포함하는 패턴이 재흡수량을 감소시킬 수 있다.

다층 방사성 재료 구조가 또한 흡수를 감소시킬 수 있다. 예컨대, 각각의 방사성 재료의 층은 최장 파장 이미터(emitter)가 여기원(excitation source)에 가장 가까운 상태로 순차적으로 형성될 수 있다. 이미터에 보다 가깝게 방사된 광은 평균적으로 방사성 재료의 출력 표면에 가깝게 방사된 광보다 큰 정도의 전체 방사성 재료 내의 다중 산란을 겪게 될 것이다. 방사된 최단 파장은 산란 및 재흡수되기 가장 쉽기 때문에, 최단 파장 방사성 재료를 방사성 재료의 출력 표면에 가장 가깝게 배치하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 여기 광이 다층 구조를 통해 전파됨에 따라 이러한 여기 광의 점진적으로 낮아지는 강도를 보상하기 위하여 각각의 층에 대해 상이한 두께를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 유사한 흡수 및 방사 효율을 갖는 방사성 재료의 경우, 여기측으로부터 출력측으로 점진적으로 낮아지는 두께의 층이 각각의 층 내의 여기 강도의 감소에 대한 보상을 제공할 것이다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 SP 간섭 반사기는 순서적으로 초기에 후방으로 산란되어 층들에 의해 흡수되는 방사된 형광체 광을 감소시키도록 상이한 방사성 재료 층들 사이에 위치될 수 있다.

비산란성 방사성 재료는 다층 광학 필름과 조합하여 개선된 광 출력을 제공할 수 있다. 예컨대, 비산란성 형광 층은 지수 정합(index-matched) 결합제(예컨대, 고 지수 불활성 나노입자를 가진 결합제), 통상의 형광 조성물의 나노크기 입자(예컨대, 입자 크기가 작고 무시할 수 있는 산란 광인 경우), 또는 양자 점 방사성 재료 내에 통상의 형광체를 포함할 수 있다. 양자 점 방사성 재료는 저 대역 갭을 갖는 반도체, 예컨대 카드뮴 셀파이드, 카드뮴 셀레나이드 또는 실리콘에 기초한 광 이미터이며, 이 경우에 입자는 전자적인 구조가 입자 크기에 의해 영향을 받고 제어되도록 충분히 작다. 따라서, 흡수 및 방사 스펙트럼은 입자 크기를 통해 제어된다. 예컨대, 미국 특허 제6,501,091호(바웬디(Bawendi) 등) 참조.

방사성 재료(40)는 제1 간섭 반사기(30)와 광 안내부(12)의 출력 표면(14) 사이의 임의의 적합한 위치에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 방사성 재료(40)는 광 안내부(12)의 입력 표면(16) 상에 위치될 수 있다. 대안적으로, 방사성 재료(40)는 광 안내부(12) 내에 배치될 수도 있다. 다른 실시예에서, 방사성 재료(40)는 광 안내부(12) 내에 분산될 수도 있다. 다른 실시예에서, 방사성 재료(40)는 제1 간섭 반사기(30)의 출력 표면(32) 상에 위치될 수도 있다. 예컨대, 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 공개 제2004/0116033호(오우더키르크(Ouderkerk) 등)에 설명된 기술과 같은 임의의 적합한 기술이 제1 간섭 반사기(30) 상에 방사성 재료(40)를 위치시키기 위하여 사용될 수 있다. 예컨대, 방사성 재료(40)는 제1 간섭 반사기(30) 상에 배치되거나 코팅될 수 있다. 방사성 재료(40)는 제1 간섭 반사기(30)에 인접한 증실형 층으로서 라미네이트될 수 있다. 또한, 방사성 재료(40)와 제1 간섭 반사기(30)는 순차적으로 또는 동시에 열성형될 수 있다. 방사성 재료(40)는 압축성이고 탄성 중합체성일 수 있으며, 폼형 구조 내에 포함될 수도 있다.

일부 실시예에서, 시스템(10)은 또한 방사성 재료(40)와 제1 간섭 반사기(30) 사이에서 방사성 재료(40) 상에 위치한 TIR 촉진 층을 포함할 수 있다. TIR 촉진 층은 방사성 재료(40) 내의 결합제의 굴절률보다 낮은 굴절률을 제공하는 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 포함할 수도 있다. TIR 촉진 층은 일부 실시예에서 공기 갭일 수도 있다. 이러한 공기 갭은 광의 총 내부 반사를 방사성 재료(40) 내에서 큰 입사각에서 가로지르게 할 수 있다. 다른 실시예에서, TIR 촉진 층은 미세구조 표면을 갖는 미세구조 층일 수도 있다. 미세구조 표면은 단일 세트의 선형 v자형 홈 또는 프리즘, 작은 피라미드의 어레이를 한정하는 다수의 교차 세트의 v자형 홈, 하나 이상의 세트의 좁은 리지 등에 의해 특징지어질 수 있다. 이러한 필름의 미세구조 표면이 다른 평평한 필름에 대항하여 배치된 때, 공기 갭은 미세구조 표면의 최상층 부분과 평평한 필름 사이에 형성된다.

소정 유형의 방사성 재료가, 예컨대 제1 파장 영역으로부터 제2 파장으로 광을 변환할 때 열을 생성할 수 있다. 방사성 재료(40) 부근에 공기 갭이 존재함으로써, 방사성 재료(40)로부터 주변 재료로의 열전달을 상당히 감소시킬 수 있다. 감소된 열전달은 측방향으로 열을 제거할 수 있는 방사성 재료(40) 부근의 유리 또는 투명 세라믹의 층을 제공하는 것과 같은 여러 방식으로 보상될 수 있다.

일반적으로, 광원(20)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하며, 적어도 그 일부는 제1 간섭 반사기(30)를 조명한다. 이어서, 제1 간섭 반사기(30)는 광원(20)으로부터의 광을 실질적으로 투과시킨다. 투과된 광의 적어도 일부는 방사성 재료(40)를 조명한다. 방사성 재료(40)는 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 일반적으로, 방사성 재료(40)는 임의의 방향으로 광을 방사할 수 있다. 달리 말하면, 일부의 광은 광원(20)을 향해 다시 방사될 수 있고, 일부의 광은 광 안내부(12)를 향해 방사될 수 있다. 제1 간섭 반사기(30)를 조명하는 방사성 재료(40)에 의해 방사된

광은 이 광이 흡수될 수 있는 광원(20)에 도달하지 않도록 실질적으로 반사된다. 광 안내부(12)는 방사성 재료(40)에 의해 방사된 광의 적어도 일부분을 출력 표면(14)을 통해 안내하고, 이어서 이는 임의의 적합한 기술을 사용하여 원하는 위치로 안내될 수 있다.

본 발명의 조명 시스템의 일부 실시예는 하나 초과와 간섭 반사기를 포함할 수 있다. 예컨대, 도2는 출력 표면(114) 및 입력 표면(116)을 갖는 광 안내부(112)와 광원(120)을 포함하는 조명 시스템(100)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 시스템(100)은 또한 광원(120)과 광 안내부(112)의 출력 표면(114) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(130)와, 제1 간섭 반사기(130)와 출력 표면(114) 사이에 위치한 방사성 재료(140)를 포함한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련하여 본 명세서에서 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도2에 도시된 실시예의 광 안내부(112), 광원(120), 제1 간섭 반사기(130) 및 방사성 재료(140)에 동일하게 적용된다. 도1의 시스템(10)과 도2의 시스템(100) 사이의 한 가지 차이는, 방사성 재료(140)가 제1 간섭 반사기(130)와 제2 간섭 반사기(150) 사이에 있도록 위치되는 제2 간섭 반사기(150)를 시스템(100)이 포함한다는 것이다. 일부 실시예에서, 제2 간섭 반사기(150)는 LP 간섭 반사기, 즉 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 반사기이다. 예컨대, 일부 실시예에서, 방사성 재료(140)는 UV 광 또는 청색광(즉, 제1 광학 특성)으로 조명된 때 가시광(즉, 제2 광학 특성)을 방사할 수 있다. 이러한 실시예에서, 제2 간섭 반사기(150)는 가시광을 실질적으로 투과시키고 UV 광 또는 청색광을 실질적으로 반사하도록 선택될 수 있다. 다른 실시예에서, 방사성 재료(140)는 UV 광 또는 청색광으로 조명된 때 적외선 광을 방사할 수도 있다. 이들 실시예에서, 제2 간섭 반사기(150)는 적외선 광을 실질적으로 투과시키고 UV 광 또는 청색광을 실질적으로 반사하도록 선택될 수 있다. 제2 간섭 반사기(150)는 본 명세서에 설명된 임의의 적합한 간섭 반사기 또는 반사기들을 포함할 수 있다. 또한, 제2 간섭 반사기(150)는 임의의 적합한 형상, 예컨대 반구형, 원통형 또는 평면형을 취할 수 있다.

제2 간섭 반사기(150)는 방사성 재료(140)와 광 안내부(112)의 출력 표면(114) 사이의 임의의 적합한 위치에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제2 간섭 반사기(150)는 광 안내부(112)의 입력 표면(116) 상에 위치될 수도 있다. 다른 실시예에서, 제2 간섭 반사기(150)는 광 안내부(112) 내에 위치될 수도 있다. 일부 실시예에서, 방사성 재료(140)는, 예컨대 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 제10/726,997호(오우더키르크(Ouderkirk) 등)에 추가로 설명된 바와 같이 제2 간섭 반사기(150) 상에 위치될 수도 있다. 대안적으로, 제1 간섭 반사기(130), 방사성 재료(140) 및 제2 간섭 반사기(150)는 방사성 재료(140)가 제1 간섭 반사기(130) 및 제2 간섭 반사기(150) 모두와 접촉하는 조립체를 형성할 수도 있다. 예컨대, 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 공개 제2004/0116033호(오우더키르크(Ouderkirk) 등)에 설명된 기술과 같은 임의의 적합한 기술이 이러한 조립체를 형성하기 위하여 사용될 수 있다.

제1 간섭 반사기(130) 및 제2 간섭 반사기(150)의 존재는 조명 시스템(100)의 효율을 향상시킬 수 있다. 제2 간섭 반사기(150)는 방사성 재료(140)에 의해 흡수되지 않고 아니면 방사성 재료(140) 내로 돌아와 버려지는 광의 적어도 일부분을 반사한다. 이는 광원(120)으로부터 방사성 재료(140)를 통과하는 광의 유효 경로 길이를 증가시키며, 그럼으로써 방사성 재료 층 또는 층들의 주어진 두께에서의 방사성 재료(140)에 의해 흡수되는 광량을 증가시킨다. 광원(120)으로부터의 광의 이러한 재순환은 또한 효율적인 광 변환을 위한 방사성 재료(140)의 보다 얇은 층의 사용을 가능하게 한다.

일반적으로, 광원(120)에 의해 방사되는 제1 광학 특성을 갖는 광의 적어도 일부분은 이러한 광을 실질적으로 투과시키는 제1 간섭 반사기(130)를 조명한다. 제1 간섭 반사기(130)에 의해 투과된 광의 적어도 일부분은 방사성 재료(140)를 조명한다. 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때, 방사성 재료(140)는 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 방사성 재료(140)에 의해 방사된 광의 적어도 일부분은 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키는 제2 간섭 반사기(150)를 조명한다. 투과된 광의 적어도 일부분은 광 안내부(112)로 진입하고, 광 안내부(112)에 의해 출력 표면(114)을 통과하도록 안내된다. 제2 간섭 반사기(150)를 조명하는 광원(120)으로부터의 임의의 광은 방사성 재료(140)를 향해 실질적으로 반사되며, 이 경우 이 광은 방사성 재료(140)를 여기시켜서 추가의 광 방사를 야기할 수도 있다. 또한, 제1 간섭 반사기(130)를 조명하는 방사성 재료(140)에 의해 방사된 광은 제2 간섭 반사기(150) 및/또는 광 안내부(112)를 향해 실질적으로 다시 반사된다.

본 발명의 조명 시스템은 하나 이상의 광학 요소를 포함할 수 있다. 예컨대, 도3은 하나 이상의 광학 요소(260)를 포함하는 조명 시스템(200)을 개략적으로 도시한다. 이 시스템(200)은 출력 표면(214) 및 입력 표면(216)을 갖는 광 안내부(212)와 광원(220)을 추가로 포함한다. 시스템(200)은 또한 광원(220)과 광 안내부(212)의 출력 표면(214) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(230)와, 제1 간섭 반사기(230)와 광 안내부(212)의 출력 표면(214) 사이에 위치한 방사성 재료(240)를 포함한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도3에 도시된 실시예의 광 안내부(212), 광원(220), 제1 간섭 반사기(230) 및 방사성 재료(240)에 동일하게 적용된다. 시스템(200)은 또한 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 하나 이상의 추가의 간섭 반사기(예컨대, LP 간섭 반사기)를 포함할 수 있다.

하나 이상의 광학 요소(260)가 방사성 재료(240)와 광 안내부(212)의 출력 표면(214), 광원(220)과 제1 간섭 반사기(230) 사이, 제1 간섭 반사기(230)와 방사성 재료(240) 사이, 및/또는 광 안내부(212)의 출력 표면(214)에 인접하게 위치될 수 있다. 하나 이상의 광학 요소(260)는 임의의 적합한 광학 요소 또는 요소들, 예컨대 접착제 또는 지수 정합 유체 또는 겔, BEF(3M 컴퍼니로부터 입수 가능함)와 같은 광학 휘도 향상 필름, 자외선 광 흡수 염료 및 안료와 같은 단파장 흡수 재료, DBEF(역시 3M 컴퍼니로부터 입수 가능함)와 같은 반사 편광 필름, 확산기 및 이들의 조합과 같은 광학적 연결 제제를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 광학 요소(260)는 광 안내부(212)로 안내되는 방사성 재료(240)에 의해 방사된 광의 각도를 제어하도록 형성된다.

일부 실시예에서, 하나 이상의 광학 요소(260)는 하나 이상의 반사 편광기를 포함할 수 있다. 일반적으로, 반사 편광기는 방사성 재료(240)에 인접하게 배치될 수 있다. 반사 편광기는 다른 편광은 반사하면서 양호하게 편광된 광이 투과되게 한다. 방사성 재료(240) 및 당업계에 공지된 다른 필름 구성요소는 반사 편광기에 의해 방사된 편광된 광을 소극(depolarize)시킬 수 있으며, 방사성 재료(240)의 반사 또는 제1 간섭 반사기(230)와 조합되어 방사성 재료(240)에 의해 광은 시스템(200)의 편광된 광을 재순환시키고 그 휘도를 증가시킬 수 있다. 적합한 반사 편광기는, 예컨대 콜레스테릭 반사 편광기, $\lambda/4$ 과 지연기를 가진 콜레스테릭 반사 편광기, 와이어 그리드 편광기, 또는 DBEF(즉, 정반사성 반사 편광기)와 DRPF(즉, 발산성 반사 편광기)를 포함하는 3M 컴퍼니로부터 입수 가능한 다양한 반사 편광기를 포함한다. 반사 편광기는 바람직하게는 방사성 재료(240)에 의해 방사된 광을 상당한 범위의 파장과 각도에 걸쳐 편광시키며, 광원(220)이 청색광을 방사하는 경우에는 청색광 또한 반사할 수 있다.

비록 하나 이상의 광학 요소(260)가 광 안내부(212)의 외측 상에 있는 것으로 도3에 도시되어 있지만, 하나 이상의 광학 요소(260)는 광 안내부(212) 상에 또는 그 내측에 위치될 수도 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 광학 요소(260)는 방사성 재료(240) 상에 위치될 수도 있다. LP 간섭 반사기가 시스템(300) 내에 포함되어 방사성 재료(240)와 출력 표면(214) 사이에 위치되는 경우, 하나 이상의 광학 요소(260)는 LP 간섭 반사기 상에 위치될 수도 있다.

일부 실시예에서, 조명 시스템은 SP 반사기 없이 LP 반사기를 포함할 수 있다. 예컨대, 도4는 조명 시스템(300)의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다. 이 시스템(300)은 출력 표면(314) 및 입력 표면(316)을 갖는 광 안내부(312)와 광원(320)을 포함한다. 시스템(300)은 광원(320)과 광 안내부의 출력 표면(314) 사이에 위치된 방사성 재료(340)와, 방사성 재료(340)와 광 안내부(312)의 출력 표면(314) 사이에 위치된 간섭 반사기(350)를 추가로 포함한다. 도2에 도시된 실시예의 광 안내부(112), 광원(120), 방사성 재료(140) 및 제2 간섭 반사기(150)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도4에 도시된 실시예의 광 안내부(312), 광원(320), 방사성 재료(340) 및 간섭 반사기(350)에 동일하게 적용된다.

비록 광 안내부(312) 외측에 위치된 것으로 도시되어 있지만, 간섭 반사기(350)는 방사성 재료(320)와 광 안내부(312)의 출력 표면(314) 사이의 임의의 적합한 위치에 위치될 수 있다. 예컨대, 간섭 반사기(350)는 광 안내부(312)의 입력 표면(316) 또는 광 안내부(312) 내측 상에 위치될 수도 있다. 일부 실시예에서, 간섭 반사기(350)는 방사성 재료(340) 상에 위치된다.

또한, 일부 실시예에서, 시스템(300)은 광원(320)과 방사성 재료(340) 사이, 방사성 재료(340)와 간섭 반사기(350) 사이, 간섭 반사기(350)와 광 안내부(312)의 출력 표면(314) 사이, 및/또는 광 안내부(312)의 출력 표면(314)에 인접하게 위치된 하나 이상의 광학 요소를 포함할 수 있다(예컨대, 도3의 하나 이상의 광학 요소(360)).

일반적으로, 광원(320)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하며, 그의 적어도 일부분은 방사성 재료(340)를 조명한다. 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때, 방사성 재료(340)는 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 방사성 재료(340)에 의해 방사된 광의 적어도 일부분은 간섭 반사기(350)를 조명한다. 간섭 반사기(350)는 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키며, 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다. 투과된 광의 적어도 일부분은 광 안내부(312)에 의해 광 안내부(312)의 출력 표면(314)을 통과하도록 안내된다. 방사성 재료(340)에 의해 변환되지 않은 광원(320)에 의해 방사된 임의의 광은 간섭 반사기(350)에 의해 실질적으로 반사되어, 그 광이 변환될 수 있는 방사성 재료(340)를 향해 다시 안내된다. 출력 표면(314)을 통해 안내된 광은 임의의 적합한 기술을 사용하여 원하는 위치로 안내될 수 있다.

본 발명의 조명 시스템에 이용될 수 있는 일부 광원은 넓은 방사 콘(cone)으로 광을 방사한다. 예컨대, 일부 LED는 2π 스테라디안 이상의 입체각을 갖는 반구형 패턴으로 광을 방사한다. 본 발명의 일부 실시예는 여기 광을 광원으로부터 광 안내부로 집광 및/또는 안내하기 위한 비-이미징(non-imaging) 광학 장치를 제공한다. 예컨대, 도5는 조명 시스템(400)의 일 실시예의 개략적인 사시도이다. 이 시스템(400)은 도2의 조명 시스템(200)과 유사하다. 시스템(400)은 출력 표면(414) 및 입력 표면(416)을 갖는 광 안내부(412)와 광원(420)을 포함한다. 시스템(400)은 또한 광원(420)과 광 안내부(412)의

출력 표면(414) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(430), 제1 간섭 반사기(430)와 출력 표면(414) 사이에 위치한 방사성 재료(440), 및 방사성 재료(440)와 출력 표면(414) 사이에 위치한 제2 간섭 반사기(450)를 포함한다. 도2에 도시된 실시예의 광 안내부(112), 광원(120), 제1 간섭 반사기(130), 방사성 재료(140) 및 제2 간섭 반사기(150)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도5에 도시된 실시예의 광 안내부(412), 광원(420), 제1 간섭 반사기(430), 방사성 재료(440) 및 제2 간섭 반사기(450)에 동일하게 적용된다. 도2의 시스템(100)과 도5의 시스템(400) 사이의 한 가지 차이는 시스템(400)이 광원(420)에 광학적으로 결합된 광학 공동(470)을 또한 포함한다는 것인데, 즉 광원(420)으로부터의 광은 광학 공동(470) 내부로 안내될 수 있다. 2개 이상의 장치가 광학적으로 결합된 때, 이러한 장치는 동일한 광학 경로 내에 있을 수 있으며, 임의의 적합한 기술, 예컨대 반사, 투과, 방사 등을 사용하여 광을 서로에 대해 안내할 수 있다. 광학 공동(470)은 광원(420)에 의해 방사된 광을 제1 간섭 반사기(430)를 향해 안내하도록 형성된다. 광학 공동(470)은 임의의 적합한 위치에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 광학 공동(470)은 제1 간섭 반사기(430)와 접촉 상태로 위치될 수도 있다. 일부 실시예에서, TIR 촉진 층 또는 층들이 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 광학 공동(470)과 제1 간섭 반사기(430) 사이에 위치될 수도 있다.

광학 공동(470)은 임의의 적합한 형상, 예컨대 타원형, 썸기형, 직사각형, 사다리꼴 등을 취할 수 있다. 광학 공동(470)은 포물선 형상을 취하는 것이 바람직할 수 있다.

광학 공동(470)은 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 사용하여 제조될 수 있다. 일부 실시예에서, 광학 공동(470)은 광대역 간섭 반사기(472)를 포함할 수 있다. 광대역 간섭 반사기(472)는 광학 공동(470)을 형성하도록 광학적으로 투명한 본체에 위치될 수 있다. 이러한 광학적으로 투명한 본체는 임의의 적합한 재료 또는 재료들, 예컨대 유리; 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리스티렌, 불소중합체를 포함하는 아크릴레이트; 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 및 PET 또는 PEN 또는 이 둘 모두를 함유하는 공중합체를 포함하는 폴리에스테르; 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리노보렌을 포함하는 폴리올레핀과, 동일배열(isotactic), 혼성배열(atactic) 및 교대배열(syndiotactic) 입체이성체로의 폴리올레핀과, 메탈로센 중합에 의해 생성되는 폴리올레핀으로 제조될 수 있다. 다른 적합한 중합체는 폴리에테르에테르 케톤 및 폴리에테르이미드를 포함한다. 일부 실시예에서, 광대역 간섭 반사기(472)는 광학 공동(470)을 형성하도록 원하는 형상으로 형성될 수 있다. 광대역 간섭 반사기(472)는, 예컨대 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 설명된 재료 및 기술과 같은 임의의 적합한 재료 또는 재료들을 사용하여 그리고 임의의 적합한 기술을 사용하여 제조될 수 있다.

일부 실시예에서, 광학 공동(470)은 중실형일 수 있다. 대안적으로, 광학 공동(470)은 임의의 적합한 매체, 예컨대 기체 또는 액체로 채워질 수도 있다.

광학 공동(470)은 광원(420)이 광을 광학 공동(470) 내부로 방사하도록 형성된다. 임의의 적합한 기술이 광을 광학 공동(470) 내부로 안내하도록 사용될 수 있다. 예컨대, 광원(420)이 광학 공동(470) 내에 위치될 수 있다. 대안적으로, 광원(420)은 광학 공동(470) 내에 형성된 하나 이상의 개구 또는 포트를 통해 광학 공동(470)에 광학적으로 결합될 수 있다. 일부 실시예에서, 광학 공동(470)은 광원(420)으로부터의 광이 제1 간섭 반사기(430)를 조명할 수 있게 하는 하나 이상의 개구부(도시 안됨)를 포함할 수도 있다. 예시적인 일 실시예에서, 광학 공동(470)은 광학 공동(470)의 길이의 적어도 일부분을 따라 연장하는 긴 개구부를 포함할 수도 있다. 긴 개구부는 제1 간섭 반사기(430)에 인접하게 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 광학 공동(470)은 광을 제1 간섭 반사기(430)의 주 표면과 실질적으로 수직하게 안내할 수 있는 확산기 또는 면을 포함할 수 있다.

일반적으로, 광원(420)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사하며, 그 광은 광학 공동(470)에 의해 제1 간섭 반사기(430)를 향해 안내된다. 제1 간섭 반사기(430)는 방사성 재료(440)를 조명하도록 광원(420)으로부터 광을 실질적으로 투과시킨다. 제1 간섭 반사기(430)에 의해 투과되지 않은 광의 적어도 일부는 광학 공동(470)에 의해 집광되어 제1 간섭 반사기(430)를 향해 다시 안내된다. 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때, 방사성 재료(440)는 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 방사성 재료(440)에 의해 방사된 광의 적어도 일부는 제2 간섭 반사기(450)를 조명한다. 방사성 재료(440)에 의해 광학 공동(470)을 향해 방사된 임의의 광은 제1 간섭 반사기(430)에 의해 방사성 재료(440)를 향해 실질적으로 다시 반사된다. 제1 간섭 반사기(430)에 의해 투과될 수 있는 방사성 재료(440)에 의해 방사되는 광은 광학 공동(470)에 의해 집광되어 제1 간섭 반사기(430)를 향해 다시 안내된다. 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키며 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 제2 간섭 반사기(450)는 방사성 재료(440)에 의해 방사되는 광을 광 안내부(412)의 입력 표면(416)을 향해 실질적으로 투과시키며, 이 경우 이 광은 출력 표면(414)을 통해 그리고 후속하여 원하는 위치로 안내된다. 제2 간섭 반사기(450)를 조명하는 광원(420)으로부터의 임의의 광은 방사성 재료(440)를 향해 실질적으로 다시 반사되며, 이 경우 이 광은 제2 광학 특성을 갖는 광으로 변환될 수 있다.

비록 도5에서 조명 시스템(400)이 제1 간섭 반사기(430)를 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 일부 실시예에서 시스템(400)은 제1 간섭 반사기를 포함하지 않을 수도 있다. 이러한 실시예에서, 광학 공동(470)은 광원(420)으로부터의 여기 광의 적어도 일부분이 간섭 반사기를 먼저 조명하지 않고 방사성 재료(440)를 조명하도록 방사성 재료(440)에 인접하게 위치된다.

비록 도5에는 도시되어 않았지만, 조명 시스템(400)은 또한, 예컨대 도1의 조명 시스템(10)과 관련하여 설명된 바와 같이 방사성 재료(440)의 하나 또는 두 주 표면에 인접하게 위치되는 하나 이상의 TIR 촉진 층을 포함할 수도 있다.

본 발명의 광학 공동은 광원으로부터의 광을 간섭 반사기, 방사성 재료 또는 광 안내부 상으로 안내하기 위하여 임의의 적합한 기술을 사용할 수 있다. 예컨대, 도6a 내지 도6c는 광학 공동(570)을 포함하는 조명 시스템(500)의 다른 실시예의 개략적인 도면이다. 이 시스템(500)은 또한 출력 표면(514) 및 입력 표면(516)을 갖는 광 안내부(512)와, 광학 공동(570)에 광학적으로 결합된 광원(520)을 포함한다. 시스템(500)은 광원(520)과 광 안내부(512)의 출력 표면(514) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(530)와, 제1 간섭 반사기(530)와 광 안내부(512)의 출력 표면(514) 사이에 위치한 방사성 재료(540)를 추가로 포함한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도6a 내지 도6c에 도시된 실시예의 광 안내부(512), 광원(520), 제1 간섭 반사기(530) 및 방사성 재료(540)에 동일하게 적용된다. 시스템(500)은 또한 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 LP 간섭 반사기를 포함할 수 있다(예컨대, 도2의 제2 간섭 반사기(150)).

광학 공동(570)은 제1 간섭 반사기(530)에 인접한 연장 개구부(도시 안됨)를 포함한다. 광원(520)은 임의의 적합한 기술을 사용하여 광학 공동(570)에 광학적으로 결합될 수 있다. 예컨대, 도6a 내지 도6c에서, 광학 공동(570)은 광원(520)에 의해 방사된 광을 집광하여 이를 광학 공동(570)으로 안내하는 집광기(571)를 포함한다. 일부 실시예에서, 집광기(571)는 또한 방사된 광을 시준한다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "집광기"라는 용어는 하나 이상의 광원에 의해 방사된 광을 집광하여 집광된 광을 방사성 재료 또는 간섭 반사기를 향해 안내하는 비-이미징 광학 장치를 지칭한다. 일부 실시예에서, 광학 공동(570)의 z-치수는 광학 공동(570)의 표면에서의 전반사(TIR)를 또한 유지하면서 에텐듀(etendue)를 보존하도록 최소값을 갖는 것이 바람직하다. 이러한 TIR은 광학 공동(570)의 내부 공간(574)의 굴절률과 광원(520)의 에텐듀에 적어도 부분적으로 의존한다. 광원(520)이 LED 다이를 포함하는 경우, 일부 실시예에서 LED 다이는 2π 스테라디안으로 방사하는 것을 가정하며, 이 경우 1.5의 굴절률에 대한 TIR 각도는 약 42° 이다. 이러한 실시예에서, $300\ \mu\text{m}$ LED 다이의 경우 z-치수는 $(300\ \mu\text{m})/\sin(48^\circ)=400\ \mu\text{m}$ 와 같다. 광 안내부(512)의 z-치수가 $1000\ \mu\text{m}$ 인 경우, 제1 간섭 반사기(530)에 대한 광의 입사각은 $\sin^{-1}((300\ \mu\text{m})/(1000\ \mu\text{m}))=17.5^\circ$ 와 같다.

다층 필름의 경우 각도에 따른 밴드-에지 이동에 대한 공식은

$$\lambda=\lambda(0)\cos(\theta)$$

이며, 여기서 θ 는 매체 내의 각도이다. 방사성 밴드-에지 이동은 약 4% 하락한다. 그러므로, 제1 간섭 반사기(530)를 위한 청색 밴드-에지 선택은 수직인 입사각에 대해 선택되는 값보다 대략 4% 높을 수 있다.

광학 공동(570)은 또한 내부 공간(574)을 포함한다. 내부 공간(574)은 하나 이상의 면(576)을 포함한다. 각각의 면(576)은 제1 간섭 반사기(530)의 주 표면에 실질적으로 수직인 각도에서 면(576)이 여기 광을 제1 간섭 반사기(530)를 향해 안내하도록 선택되는 면각(facet angle)(578)을 갖는다. 각각의 면(576)은 광원(520)으로부터 광을 반사하는 반사 표면(577)을 갖는다. 임의의 적합한 재료 또는 재료들이 면(576)을 형성하는 데에 사용될 수 있다.

면(576)의 반사 표면(577)이 다층 광학 필름을 포함하는 경우, 면(576)을 통한 누설이 거의 없거나 전혀 없음을 보장하는 광학 공동(570)의 최소 x-치수(504)는 면각(578)에 의존한다. 예컨대, 면각(578)이 45° 인 경우, 일부 광은 광의 전개(spread)가 $\pm 3^\circ$ 를 초과하면 표면(577)에서 TIR 각도를 초과할 수도 있다. 45° 외측 결합 면각(578)은 제1 간섭 반사기(530)에 실질적으로 수직인 입사각에서 방사한다. 그러나, 일부 실시예에서, 제1 간섭 반사기(530)를 완전하게 수직인 입사각에서 조명할 필요가 없을 수도 있다. 예컨대, 10° 또는 20° 의 입사각이 광원(520)으로부터의 모든 광을 방사성 재료(540)를 통해 투과되는 것을 보장하는 데에 충분할 수 있다. 광학 공동(570)에서 광 전개 $\Delta\theta$ 가 $\pm 3^\circ$ 인 경우, x-치수는 $5700\ \mu\text{m}$ 또는 $5.7\ \text{mm}$ 와 같다. 표 1은 주어진 다양한 광 전개($\Delta\theta$) 값에서의 광학 공동(570)에 대한 x-치수(504)를 포함한다.

[표 1]

| LED x-치수 | $\Delta \theta$ | 광학 공동 x-치수 |
|-------------------|-----------------|------------|
| 300 μm | $\pm 3^\circ$ | 5.7 mm |
| 300 μm | $\pm 5^\circ$ | 3.4 mm |
| 300 μm | $\pm 10^\circ$ | 1.7 mm |
| 300 μm | $\pm 15^\circ$ | 1.2 mm |

비록 광학 공동(570)이 광 안내부(512)의 입력 예지(516)에 인접하게 위치되지만, 광학 공동(570), 제1 간섭 반사기(530) 및 방사성 재료(540)는 광 안내부(512)에 대한 임의의 적합한 위치에 위치될 수 있다. 예컨대, 일부 실시예에서, 광학 공동(570), 제1 간섭 반사기(530) 및 방사성 재료(540)는 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 광 안내부(512)의 주 표면에 인접하게 위치될 수도 있다. 일부 휴대용 광 안내부(예컨대, 휴대용 전자 장치용 디스플레이에 사용되는 광 안내부)는 두께가 약 1 mm이다. 1 mm의 얇은 치수는 제1 간섭 반사기(530)와 방사성 재료(540)의 변환 및 조립의 복잡성을 증가시킬 수 있다. 광 안내부(512)의 두께가 1 mm 미만인 경우, 도6d에 개략적으로 도시된 실시예가 더욱 유용할 수 있다. 도6d에서, 광학 공동(570)은 경사진 입력 표면(516d)에 인접하여, 이는 더 큰 제1 간섭 반사기(530d)를 허용할 수도 있다. 광 안내부(512d)에 의해 형성된 썸기는 광이 확장하여 광 안내부(512d)의 개구수(numerical aperture; NA)에 정합하는 구역을 제공한다. 방사성 재료(540d)에 의해 방사된 광을 실질적으로 투과시키고 광원(520d)에 의해 방사된 광을 실질적으로 반사하는 선택적인 제2 간섭 반사기(550d)가 출력 표면(514d) 및/또는 입력 표면(516d)에 대항하는 광 안내부(512d)의 단부 상에 위치되어, 방사성 재료(540d)에 의해 변환되지 않은 광이 광 안내부(512d)를 떠나는 것을 방지하는 것을 도울 수 있다.

도6e는 광학 공동(570e)이 광 안내부(512e)의 바닥 표면(518e)에 인접하게 위치된 조명 시스템(500e)의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다. 이러한 설계는 보다 작은 광 안내부(512e)를 위한 보다 큰 제1 간섭 반사기(530e) 및 방사성 재료(540e) 면적을 허용할 수 있다. 이 시스템(500e)은 또한 방사성 재료(540e)에 의해 변환되지 않은 광이 광 안내부(512e)를 떠나는 것을 방지하도록 출력 표면(514e) 상에서 광 안내부(512e)의 단부에 위치된 제2 간섭 반사기(550e)를 포함한다. 비록 도6a 내지 도6e가 하나의 광원을 갖는 시스템을 포함하지만, 일부 실시예는 2개 이상의 광원을 포함할 수 있다. 예컨대, 도7은 광학 공동(670)에 광학적으로 각각 결합된 4개의 광원(620)을 포함하는 조명 시스템(600)을 개략적으로 도시한다. 광학 공동(670)은, 예컨대 도6a 내지 도6c의 광학 공동(570)과 같이 본 명세서에 설명된 임의의 적합한 광학 공동(670)을 포함할 수 있다. 각각의 광학 공동(670)은 광 안내부(612)의 입력 표면(616a, 616b)에 인접하게 위치된다. 조명 시스템(600)은, 예컨대 도2의 조명 시스템(100)과 같이 본 명세서에서 설명된 임의의 적합한 조명 시스템을 포함할 수 있다. 비록 시스템(600)은 광 안내부(612)의 2개의 입력 표면(616a, 616b)에 인접한 광학 공동(670)을 포함하지만, 시스템(600)은 추가의 광원이 제공될 수 있도록 임의의 적합한 위치에 위치된 임의의 적합한 수의 광학 공동(670)을 포함할 수도 있다.

또한, 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이, 임의의 개시된 간섭 반사기는 점 광원에 의해 간섭 반사기 상으로 방사된 광의 실질적으로 수직인 입사각을 유지하는 것을 돕도록 만곡될 수도 있다. 예컨대, 도8a 및 도8b는 만곡된 제1 간섭 반사기(730)를 갖는 조명 시스템(700)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 조명 시스템(700)은 도1의 조명 시스템(10)과 유사하다. 이 시스템(700)은 출력 표면(714) 및 입력 표면(716)을 갖는 광 안내부(712)와 하나 이상의 광원(720)을 포함한다. 시스템(700)은 하나 이상의 광원(720)과 출력 표면(714) 사이에 위치된 제1 간섭 반사기(730)와, 제1 간섭 반사기(730)와 광 안내부(712)의 출력 표면(714) 사이에 위치된 방사성 재료(740)를 추가로 포함한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도8a 및 도8b에 도시된 실시예의 광 안내부(712), 각각의 하나 이상의 광원(720), 제1 간섭 반사기(730) 및 방사성 재료(740)에 동일하게 적용된다. 시스템(700)은 또한 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 방사성 재료(740)와 광 안내부(712)의 출력 표면(714) 사이에 위치된 선택적인 제2 간섭 반사기(750)를 포함할 수 있다.

도8a 및 도8b에 도시된 실시예에서, 하나 이상의 광원(720)이 상호연결 조립체(724) 상에 장착될 수 있다. 예컨대, 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 제10/727,220호(슐츠(Schultz) 등)에 설명된 조립체와 같은 임의의 적합한 상호연결 조립체가 사용될 수 있다. 시스템(700)은 광 안내부(712) 내에 위치된 하나 이상의 광학 공동(770)을 추가로 포함한다. 도8a 및 도8b에 도시된 실시예에서, 각각의 광원(720)은 광학 공동(770)과 연결된다. 하나 이상의 광학 공동(770)은 임의의 적합한 형상, 예컨대 원통형, 반구형 등을 취할 수 있다. 도8a 및 도8b에 도시된 실시예에서, 각각의 광학 공동(770)은 반구형 형상이다. 하나 이상의 광학 공동(770) 모두가 동일한 형상을 취할 수도 있다. 대안적으로, 하나 이상의 광학 공동(770)은 상이한 형상을 취할 수도 있다. 또한, 각각의 광학 공동(770)은 임의의 적합한 크기를 가질 수도 있다.

광학 공동은 반사 표면(772)에 의해 경계가 정해질 수 있다. 임의의 적합한 재료 또는 재료들이 반사 표면(772)을 형성하도록 사용될 수 있다. 반사 표면(772)은, 예컨대 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 설명된 바와 같은 광대역 간섭 반사기를 포함하는 것이 바람직할 수 있다.

도8a 및 도8b에 도시된 실시예에서, 하나 이상의 광학 공동(770)은 광 안내부(712)의 내부 공간(717) 내에 위치된다. 하나 이상의 광학 공동(770)은 임의의 적합한 기술을 사용하여 형성될 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 광학 공동(770)은 광 안내부(712)의 입력 표면(716) 내의 만입부로서 형성될 수 있다. 임의의 적합한 개수의 광학 공동(770)이 조명 시스템(700) 내에 포함될 수 있다. 또한, 비록 도8a 및 도8b가 광 안내부(712)의 하나의 예시 상의 광학 공동(770)을 도시하지만, 시스템(700)은 광 안내부(712)의 2개 이상의 측면 상의 또는 광 안내부(712)의 하나 이상의 주 표면 상의 광학 공동(770)을 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 각각의 광원(720)은 각각의 광학 공동(770)의 곡률 중심에 근접하게 위치될 수 있다. 광원(720)을 각각의 광학 공동(770)의 곡률 중심에 근접하게 위치시킴으로써, 광원(720)에 의해 방사된 광은 제1 간섭 반사기(730)의 주 표면에 실질적으로 수직하게 제1 간섭 반사기(730)를 조명할 수 있으며, 그럼으로써 일부 밴드에서 이동을 제거한다. 달리 말하면, 제1 간섭 반사기(730)를 광원(720)으로부터 멀리 이격시키고 이를 광원(720)을 향해 만곡시키는 것은 제1 간섭 반사기(730)에 충돌하는 광의 입사각의 범위를 감소시키는 것을 도울 수 있고, 그럼으로써 본 명세서에 설명되는 바와 같은 청색-이동 효과에 의해 야기되는 제1 간섭 반사기(730)를 통한 광의 누설을 감소시킨다.

일반적으로, 제1 광학 특성을 갖는 광은 광원(720)에 의해 방사되면, 제1 간섭 반사기(730)에 의해 실질적으로 투과된다. 투과된 광은 방사성 재료(740)를 조명하여, 방사성 재료(740)가 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하게 한다. 방사성 재료(740)에 의해 광원(720)을 향해 방사된 임의의 광은 제1 간섭 반사기(730)에 의해 실질적으로 반사된다. 또한, 제1 간섭 반사기(730)에 의해 투과되지 않은 임의의 광은 반사 표면(772)에 의해 실질적으로 반사되어 제1 간섭 반사기(730)를 향해 다시 안내된다. 그 후, 방사성 재료(740)에 의해 방사된 광은 광 안내부(712)에 의해 출력 표면(714)을 통해 원하는 위치로 안내된다. 선택적인 제2 간섭 반사기(750)가 방사성 재료(740)와 출력 표면(714) 사이에 포함되는 경우, 제2 간섭 반사기(750)는 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 예시적인 실시예에서, 방사성 재료(740)에 의해 방사된 광은 제2 간섭 반사기(750)에 의해 실질적으로 투과되어 광 안내부(712)에 의해 출력 표면(714)을 통해 원하는 위치로 안내될 것이다. 흡수되지 않고 방사성 재료(740)를 통과하는 광원(720)에 의해 방사된 광은 제2 간섭 반사기(750)에 의해 다시 방사성 재료(740)를 향해 실질적으로 반사된다.

전술한 바와 같이, 본 발명의 일부 광원은 여기 광을 2π 스테라디안 이상의 입체각을 갖는 패턴으로 방사한다. 일부 실시예에서, 집광기는 광원에 의해 방사된 광을 집광하여 이 광이 실질적으로 수직인 각도에서 간섭 반사기 또는 방사성 재료를 향해 안내되도록 집광된 광을 시준하는 데에 사용될 수 있다. 도9a 및 도9b는 하나 이상의 집광기(880)를 갖는 조명 시스템(800)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 이 조명 시스템(800)은 출력 표면(814) 및 입력 표면(816)을 갖는 광 안내부(812)와 광원(820)을 포함한다. 도9a 및 도9b에 도시된 실시예에서, 광원(820)은 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 선택적으로 상호연결 조립체(824) 상에 장착되는 하나 이상의 LED(822)를 포함한다. 시스템(800)은 또한 광원(820)과 출력 표면(814) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(830)와, 제1 간섭 반사기(830)와 광 안내부(812)의 출력 표면(814) 사이에 위치한 방사성 재료(840)를 포함한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도9a 및 도9b에 도시된 실시예의 광 안내부(812), 광원(820), 제1 간섭 반사기(830) 및 방사성 재료(840)에 동일하게 적용된다. 도시되지 않았지만, 시스템(800)은 또한 본 명세서에서 전술한 바와 같이 방사성 재료(840)와 출력 표면(814) 사이의 선택적인 LP 간섭 반사기를 포함할 수 있다.

도9a 및 도9b의 조명 시스템(800)과 도1의 조명 시스템(100) 사이의 한 가지 차이는 각각의 LED(822)가 집광기(880)와 연결된다는 것이다. 각각의 집광기(880)는 LED(822)에 의해 방사된 광을 제1 간섭 반사기(830)를 향해 안내하는 광학 공동(882)을 형성한다. 각각의 집광기(880)는 임의의 적합한 형상, 예컨대 구형, 포물선형 또는 타원형을 취할 수 있다. 각각의 집광기(880)는 광원(820)에 의해 방사된 광의 시준을 허용하는 형상을 취하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 각각의 집광기(880)는 LED(822)에 의해 방사된 광을 집광하여 여기 광이 제1 간섭 반사기(830)의 주 표면에 실질적으로 수직인 각도에서 제1 간섭 반사기(830)에 입사되도록 이러한 광을 제1 간섭 반사기(830)를 향해 안내하는 형상을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 집광기(880)는 제1 간섭 반사기(830)에 충돌하는 광의 각도 전개를 감소시킬 수 있고, 따라서 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 반사 대역의 청색-이동을 감소시킨다. 각각의 집광기(880)는 평평한 측면을 갖는 단순한 원추형 단면의 형태일 수 있으며, 또는 측면은 광의 주행 방향에 따른 시준 또는 초점설정을 향상시키기 위하여 공지된 바와 같은 보다 복잡한 만곡된 형상을 취할 수 있다. 집광기(880)의 측면이 반사성이고 2개의 단부가 존재하지 않는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 집광기의 측면은 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 광대역 간섭 반사기를 포함하는 것이 바람직

할 수 있다. 각각의 집광기(880)는 제1 간섭 반사기(830)에 대해 적합한 관계로 위치될 수 있다. 예컨대, 각각의 집광기(880)는 제1 간섭 반사기(830)로부터 이격될 수 있다. 대안적으로, 하나 이상의 집광기(880)는 제1 간섭 반사기(830)와 접촉할 수도 있다.

비록 시스템(800)이 광 안내부(812)의 하나의 입력 표면(816)에 인접하게 위치된 광원(820)을 갖는 것으로 도시되어 있지만, 시스템(800)은 광 안내부(812)의 2개 이상의 입력 표면에 인접하게 위치된 2개 이상의 광원을 포함할 수 있다.

광이 실질적으로 수직한 각도에서 간섭 반사기에 입사되도록 광을 광원으로부터 간섭 반사기를 향해 안내하기 위하여 임의의 적합한 장치 또는 기술이 본 발명의 실시예와 함께 사용될 수 있다. 예컨대, 도10a 및 도10b는 광학 공동(970) 내에 형성된 집광기(980)를 갖는 광학 공동(970)을 포함하는 조명 시스템(900)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 이 시스템(900)은 광원(920)을 포함한다. 광원(920)은 하나 이상의 LED(922)를 포함한다. 이러한 실시예에서, 광원(920)은 광 안내부(912)의 입력 표면(916)에 인접하게 위치된다. 이 시스템(900)은 광원(920)과 출력 표면(914) 사이에 위치된 제1 간섭 반사기(930)와, 제1 간섭 반사기(930)와 출력 표면(914) 사이에 위치된 방사성 재료(940)를 추가로 포함한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도10a 및 도10b에 도시된 실시예의 광 안내부(912), 광원(920), 제1 간섭 반사기(930) 및 방사성 재료(940)에 동일하게 적용된다. 시스템(900)은 또한, 예컨대 도2의 제2 간섭 반사기(150)와 같은 LP 간섭 반사기를 포함할 수 있다.

광학 공동(970)은 광원(920)에 의해 방사된 광을 광 안내부(912)로 안내하도록 위치된다. 광학 공동(970)은 광학 공동(970) 내에 형성된 집광기(980)를 포함한다. 각각의 LED(922)는 대응하는 집광기(980)를 갖는다. 일부 실시예에서, 2개 이상의 LED(922)가 단일 집광기(980) 내에 위치될 수 있다. 집광기(980)는 임의의 적합한 형상, 예컨대 반구형, 포물선형 또는 원통형을 취할 수 있다. 도10a 및 도10b에서, 집광기(980)는 2차원 원추형 단면으로 형성된다. 각각의 집광기(980)는 각각의 LED(922)에 의해 방사된 광이 제1 간섭 반사기(930)의 주 표면에 실질적으로 수직한 각도에서 제1 간섭 반사기(930)를 조명하도록 하는 형상을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 집광기(980)는 LED(922)에 의해 방사된 광을 집광하여 이 광이 제1 간섭 반사기(930)를 조명하도록 집광된 광을 안내한다. 또한, 하나 이상의 LED(922)는 하나 이상의 집광기(980)의 초점 부근에 위치되는 것이 바람직할 수 있다.

광학 공동(970) 및 집광기(980)를 형성하기 위하여 임의의 적합한 기술이 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, LED(922)는 평평한 슬래브 봉지제(slab encapsulant)로 에워싸이며(potted), 광학 공동(970)에 지수 정합될 수 있다. 또한, 제1 간섭 반사기(930)와 방사성 재료(940)는 임의의 적합한 재료 또는 재료들, 예컨대 광학 접착제 등을 사용하여 광학 공동(970)에 광학적으로 결합될 수 있다. TIR 촉진 층이 방사성 재료(940)에 의해 방사된 광의 광 안내부(912)로의 보다 양호한 NA 정합을 위하여 광학 공동(970)과 광 안내부(912) 사이에 위치될 수 있는 것이 바람직할 수 있다.

일부 실시예에서, LED(922)는 상호연결 조립체(924) 상에 장착될 수 있다. 예컨대 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 제10,727,220호(슐츠(Schultz) 등)에 설명된 상호연결 조립체와 같은 임의의 적합한 상호연결 조립체가 사용될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 광학 공동(970)은 임의의 적합한 기술을 사용하여 상호연결 조립체(924) 상에 형성될 수 있다.

집광기(980)는 각각의 LED(922)에 의해 방사된 광이 제1 간섭 반사기(930)를 향해 반사되도록 방사성 내부 표면을 포함할 수 있다. 하나 이상의 집광기(980)가 집광기(980) 내에 위치되는 광대역 간섭 반사기를 포함하여, 광을 제1 간섭 반사기(930)를 향해 반사하는 것이 바람직할 수 있다. 본 명세서에서 전술한 바와 같이, 본 발명의 간섭 반사기 및 방사성 재료는 광 안내부에 대해 임의의 적합한 관계로 위치될 수 있다. 예컨대, 도1의 조명 시스템(10)의 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)가 광 안내부(12)의 입력 표면(16)에 인접하게 위치된다. 일부 실시예에서, 광의 변환은 광 안내부의 출력 표면에 인접하여 발생할 수 있다. 달리 말하면, 광원으로부터의 광은 광 안내부에 의해 광 안내부의 출력 표면을 통해 안내되고 후속하여 광 안내부의 출력 표면 상에 또는 그에 인접하게 위치된 방사성 재료에 의해 변환될 수 있다. 선택된 광원과 간섭 반사기의 유형에 따라, 방사성 재료 및 간섭 반사기를 광원으로부터 소정의 거리에 위치시키는 것은 방사성 재료 및/또는 간섭 반사기에 대한 손상을 방지할 수 있다.

예컨대, 중합체 간섭 반사기는 재료 크리프(creep)를 야기할 수 있는 과열에 의해 열화될 수 있고, 그럼으로써 층 두께 값 및 그에 따라 반사기가 반사하는 광의 광학 특성(예컨대, 파장)이 변경될 수 있다. 최악의 경우에, 과열은 중합체 재료를 용융시킬 수 있고, 그 결과 재료의 빠른 유동과 선택된 광학 특성의 변경뿐만 아니라 필터의 불균일성으로 이어질 수 있다.

중합체 재료의 열화는 또한 중합체 재료에 따라 청색, 자색 또는 UV 방사와 같은 단파장(활성) 방사에 의해 유도될 수 있다. 열화율은 활성 광 플럭스 및 중합체의 온도 모두에 의존한다. 일반적으로, 온도 및 플럭스는 모두 광원으로부터의 거리를 증가시킴으로써 감소할 것이다. 그러므로, 고휘도 광원, 특히 UV 방사 광원의 경우에, 중합체 간섭 반사기를 설계가 허

용할 수 있는 한 광원으로부터 멀리 배치하는 것이 유리하다. 도11은 출력 표면(1014) 및 입력 표면(1016)을 갖는 광 안내부(1012)와 광원(1020)을 포함하는 조명 시스템(1000)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 광원(1020)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 이 시스템(1000)은 또한 광 안내부(1020)의 출력 표면(1014)으로부터 광을 수광하도록 위치한 방사성 재료(1040)와, 방사성 재료(1040)와 광 안내부(1012)의 출력 표면(1014) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(1030)를 포함한다. 방사성 재료(1040)는 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 제1 간섭 반사기(1030)는 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다. 도1에 도시된 실시예의 광 안내부(12), 광원(20), 제1 간섭 반사기(30) 및 방사성 재료(40)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도11에 도시된 실시예의 광 안내부(1012), 광원(1020), 제1 간섭 반사기(1030) 및 방사성 재료(1040)에 동일하게 적용된다. 시스템(1000)은 또한 방사성 재료(1040)가 제2 간섭 반사기(1050)와 제1 간섭 반사기(1030) 사이에 있도록 위치한 제2 간섭 반사기(1050)를 포함할 수 있다. 본 명세서에 설명된 임의의 적합한 간섭 반사기가 제2 간섭 반사기(1050)로 이용될 수 있다(예컨대, 도2의 제2 간섭 반사기(150)). 제2 간섭 반사기(1050)는 광원(1020)에 의해 방사된 광의 일부 또는 전부가 광 안내부(1012)의 출력 표면(1014)과 마주하는 관찰자에게 도달하는 것을 방지하는 것을 도울 수 있다. 제2 간섭 반사기(1050)는 임의의 적합한 위치에 위치될 수 있다. 일부 실시예에서, 제2 간섭 반사기(1050)는 방사성 재료(1040) 상에 그리고 이와 접촉 상태로 위치될 수도 있다.

제1 간섭 반사기(1030)는 출력 표면(1014)에 인접하게, 출력 표면(1014) 상에, 방사성 재료(1040) 상에, 또는 임의의 다른 적합한 위치에 위치될 수 있다. 예시적인 일 실시예에서, 제1 간섭 반사기(1030)는 방사성 재료(1040)와 광 안내부(1012)의 출력 표면(1014) 모두의 상에 그리고 이들과 접촉 상태로 있을 수 있다. 일부 실시예에서, 시스템(1000)은 또한 출력 표면(1014)과 제1 간섭 반사기(1030) 사이의 하나 이상의 TIR 촉진 층 및/또는 광 안내부(1012)로부터 광을 추출하기 위한 출력 표면(1014) 상의 추출 장치 또는 장치들을 포함할 수 있다. 임의의 적합한 추출 장치가 사용될 수 있다. 일부 실시예에서, 추출 장치 또는 장치들은 광 안내부(1012) 내의 광의 적어도 일부분을 출력 표면(1014)을 통해 안내하도록 광 안내부(1012)의 바닥 표면(1018)에 인접하게 포함될 수 있다. 임의의 적합한 추출 장치 또는 장치들이 사용될 수 있다.

일부 실시예에서, 조명 시스템(1000)은 제1 간섭 반사기(1030)와 방사성 재료(1040) 사이에서 방사성 재료(1040)와 접촉하는 TIR 촉진 층을 포함할 수 있다. TIR 촉진 층은 광원(1020)에 의해 방사된 광의 파장에서 방사성 재료(1040)의 굴절률 미만인 굴절률을 포함하는 것이 바람직할 수 있다. 임의의 적합한 재료 또는 재료들이 TIR 촉진 층을 위하여 사용될 수 있다. TIR 촉진 층은 공기 갭을 포함할 수 있으며, 대안적으로 TIR 촉진 층은 미세구조 층을 포함할 수 있다. 제2 TIR 촉진 층이 방사성 재료(1040)와 선택적인 제2 간섭 반사기(1050) 사이에서 방사성 재료(1040)와 접촉하도록 위치될 수 있다. 제2 TIR 촉진 층은 광원(1020)에 의해 방사된 광의 파장에서 방사성 재료(1040)의 굴절률 미만인 굴절률을 포함하는 것이 바람직할 수 있다.

도시되지 않았지만, 시스템(1000)은 방사성 재료(1040)에 의해 방사된 광을 수광하도록 위치한 하나 이상의 광학 요소를 포함할 수 있다. 대안적으로, 하나 이상의 광학 요소는 출력 표면(1014)과 제1 간섭 반사기(1030) 사이 및/또는 광원(1020)과 광 안내부(1012)의 출력 표면(1014) 사이에 위치될 수도 있다. 제2 간섭 반사기(1050)가 포함되는 경우, 하나 이상의 광학 요소는 방사성 재료(1040)와 제2 간섭 반사기(1050) 사이 및/또는 제2 간섭 반사기가 방사성 재료(1040)와 하나 이상의 광학 요소 사이에 있도록 위치될 수 있다. 하나 이상의 광학 요소는 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 임의의 적합한 광학 요소를 포함할 수 있다.

일반적으로, 제1 광학 특성을 갖는 광은 광원(1020)에 의해 방사되며, 그의 적어도 일부분은 광 안내부(1012)로 진입하여 출력 표면(1014)을 통해 안내된다. 광 안내부(1012)로부터의 광의 적어도 일부분은 제1 간섭 반사기(1030)를 조명하며 실질적으로 투과된다. 투과된 광의 적어도 일부분은 방사성 재료(1040)를 조명하며, 그럼으로써 방사성 재료(1040)가 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하게 한다. 그 후, 방사성 재료(1040)에 의해 방사된 광은 임의의 적합한 기술을 사용하여 원하는 위치로 안내될 수 있다. 방사성 재료(1040)에 의해 제1 간섭 반사기(1030)를 향해 방사된 임의의 광은 방사성 재료를 향해 실질적으로 다시 반사된다. 제2 간섭 반사기(1050)가 시스템(1000) 내에 포함되는 경우, 제2 간섭 반사기(1050)를 조명하는 방사성 재료(1040)에 의해 방사된 광은 실질적으로 투과되어 원하는 위치로 안내된다. 제2 간섭 반사기(1050)를 조명하는 광원(1020)에 의해 방사된 임의의 광은 방사성 재료(1040)를 향해 실질적으로 다시 반사되고, 이 경우 이 광은 제2 광학 특성을 갖는 광으로 변환될 수 있다.

대안적으로, 본 발명의 조명 시스템의 일부 실시예는 LP 간섭 반사기를 포함할 수 있으며 SP 간섭 반사기를 포함하지 않을 수 있다. 예컨대, 도17은 광원(1620)과, 출력 표면(1614) 및 입력 표면(1616)을 갖는 광 안내부(1612)를 포함하는 조명 시스템(1600)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 광원(1620)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 시스템(1600)은 또한 출력 표면(1614)으로부터 광을 수광하도록 위치한 방사성 재료(1640)와, 방사성 재료(1640)가 출력 표면(1614)과 간섭 반사기(1650) 사이에 있도록 위치한 간섭 반사기(1650)를 포함한다. 방사성 재료(1640)는 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 이러한 예시적인 실시예에 있어서, 간섭 반사기(1650)는 제2 광학

특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다. 도11에 도시된 실시예의 광 안내부(1012), 광원(1020), 방사성 재료(1040) 및 제2 간섭 반사기(1050)에 대해 본 명세서에서 기술된 모든 설계 고려사항 및 가능성이 도17에 도시된 실시예의 광 안내부(1612), 광원(1620), 방사성 재료(1640) 및 제2 간섭 반사기(1650)에 동일하게 적용된다. 조명 시스템(1600)은 또한 도11의 조명 시스템(1000)에 관하여 기술된 바와 같은 다른 요소들, 예컨대 하나 이상의 광학 요소, TIR 촉진 층 등을 포함할 수 있다.

일반적으로, 제1 광학 특성을 갖는 광이 광원(1620)에 의해 방사되는데, 이 광의 적어도 일부는 광 안내부(1612)로 진입하여 출력 표면(1614)을 통해 안내된다. 광 안내부(1612)로부터의 광의 적어도 일부는 방사성 재료(1640)를 조명하여 방사성 재료(1640)가 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하게 한다. 방사성 재료(1640)에 의해 방사된 광의 적어도 일부는 간섭 반사기(1650)에 의해 실질적으로 투과되고 임의의 적절한 기술을 이용하여 원하는 위치로 안내된다. 간섭 반사기(1050)를 조명하는 광원(1020)에 의해 방사된 임의의 광은 제2 광학 특성을 갖는 광으로 변환될 수도 있는 방사성 재료(1040)를 향해 실질적으로 다시 반사된다.

도12는 다른 실시예의 조명 시스템(1100)을 개략적으로 도시하고 있다. 시스템(1100)은 출력 표면(1114) 및 입력 표면(1116)을 갖는 광 안내부(1112)와 광원(1120)을 구비한다. 광원(1120)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 이 시스템(1100)은 출력 표면(1114)에 인접하게 위치된 제1 간섭 반사기(1130)를 추가로 포함한다. 제1 간섭 반사기(1130)는 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다. 제1 간섭 반사기(1130)는 제1 간섭 반사기(1130)의 제1 주 표면(1132) 내에 형성된 만입부(1134)를 포함한다. 시스템(1100)은 또한 광 안내부(1112)의 출력 표면(1114)으로부터 여기 광을 수광하도록 위치된 방사성 재료(1140)를 포함한다. 시스템(1100)은 또한 방사성 재료(1140)가 LP 간섭 반사기와 제1 간섭 반사기(1130) 사이에 있도록 위치하는 (도시되지 않은) 선택적인 LP 간섭 반사기를 포함할 수 있다. 도2에 도시된 실시예의 광 안내부(112), 광원(120), 제1 간섭 반사기(130), 방사성 재료(140) 및 제2 간섭 반사기(150)와 관련된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도12에 도시된 실시예의 광 안내부(1112), 광원(1120), 제1 간섭 반사기(1130), 방사성 재료(1140) 및 선택적인 LP 간섭 반사기에 동일하게 적용된다.

방사성 재료(1140)는 간섭 반사기(1130)의 주 표면(1132)에 형성된 만입부(1134) 내에 위치된 점(1142)을 구비한다. 각각의 형광 점은 임의의 적절한 크기를 가질 수 있다. 예를 들면, 각각의 점은 평면도에서 볼 때 $10000 \mu\text{m}^2$ 미만 또는 500 내지 $10000 \mu\text{m}^2$ 의 면적을 갖는다. 도시된 실시예에서, 점들은 각각 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사하는 방사성 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시예에서, 방사성 재료(1140)는 가시 광선의 하나 이상의 발광 파장을 방사하는 하나 이상의 점, 예컨대 적색을 방사하는 점, 청색을 방사하는 점 및 녹색을 방사하는 점을 포함한다. 예를 들면, 형광 점(1142R)은 광원(1120)으로부터의 광으로 조명된 때 적색광을 방사할 수 있고, 형광 점(1142G)은 녹색광을 그리고 형광 점(1142B)은 청색광을 방사할 수 있다.

점(1142)은 필요하다면 임의의 균일 또는 불균일 방식으로 배치 및 형성될 수도 있다. 예를 들면, 방사성 재료(1140)는 표면 또는 면적을 따라 불균일한 밀도 구배를 갖는 다수의 점일 수도 있다. 점들은 임의의 규칙 또는 불규칙적인 형태를 가질 수 있고 평면도로 볼 때 원형일 필요는 없다.

일반적으로, 구조화된 형광 층, 예컨대 점은 본 명세서에 기술된 바와 같이 성능 상의 이득을 제공하기 위해 몇몇 방법으로 구성될 수 있다. 다양한 유형의 방사성 재료가 사용될 때(예컨대, 적색 이미터, 녹색 이미터 등), 더 짧은 파장의 방사성 재료로부터 방사된 광이 다른 방사성 재료에 의해 재흡수될 수 있다. 고립된 점, 선 또는 각 유형의 고립된 영역을 포함하는 패턴이 재흡수량을 감소시킬 수 있다.

임의의 적절한 기술, 예컨대 열성형, 엠보싱, 널링(knurling), 레이저 표식 또는 제거(laser marking or ablating), 연마(abrading), 주조(cast) 및 경화(cure) 등이 간섭 반사기(1030)의 주 표면(1132) 내에 만입부(1134)를 제공하는 데에 사용될 수도 있다. 대안적으로, 제1 간섭 반사기(1030)는 열성형되어 방사성 재료(1140)가 위치할 수도 있는 반사성 웰(well) 또는 포켓(pocket)을 제공할 수도 있다. 만입부(1134)는 임의의 패턴으로 형성될 수도 있다. 각각의 만입부(1134)는 임의의 적절한 깊이를 가질 수도 있다. 각각의 만입부(1134)는 제1 간섭 반사기(1130)가 과도하게 얇아지지 않도록 상대적으로 얇게 되는 것이 바람직하다. 이러한 박화(thinning)는 두께 또는 각도 효과로 인한 큰 파장으로의 이동(shift)을 초래한다.

도12에서 방사성 재료(1140)가 점(1142)을 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 방사성 재료(1140)는 임의의 적절한 형태 및/또는 패턴, 예컨대 선, 개별 형태 또는 등급화된 밀도 및/또는 크기로 패턴화된 하프톤(half-tone)으로 형성될 수도 있다.

본 명세서 내에서의 광 안내부는 임의의 적합한 형태를 가질 수 있다. 예를 들면, 도13은 다른 실시예의 조명 시스템(1200)의 개략도이다. 시스템(1200)은 많은 관점에서 도11의 조명 시스템(1100)과 유사하다. 조명 시스템(1200)은 출력 표면(1214) 및 입력 표면(1216)을 갖는 광 안내부(1212)와 광원(1220)을 구비한다. 시스템(1200)은 광 안내부(1212)의 출력 표면(1214)으로부터 광원(1220)에 의해 방사된 광을 수광하도록 위치한 방사성 재료(1240)와, 방사성 재료(1240)와 출력 표면(1214) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(1230)를 또한 구비한다. 도11에 도시된 실시예의 광 안내부(1012), 광원(1020), 제1 간섭 반사기(1030) 및 방사성 재료(1040)와 관련하여 본 명세서에 설명된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도13에 도시된 실시예의 광 안내부(1212), 광원(1220), 제1 간섭 반사기(1230) 및 방사성 재료(1240)에 동일하게 적용된다. 시스템(1200)은 또한 방사성 재료(1240)가 제1 간섭 반사기(1230)와 LP 간섭 반사기 사이에 있도록 위치하는 LP 간섭 반사기(예컨대, 도11의 제2 간섭 반사기(1050))를 포함할 수 있다. 시스템(1200)은 여기 광을 광원(1220)으로부터 광 안내부(1212)로 안내하는 광원(1220)에 광학적으로 결합된 광학 공동(1270)을 또한 구비한다. 임의의 적절한 광학 공동(1270), 예컨대 도5에 도시된 실시예의 광학 공동(470)이 사용될 수도 있다.

광 안내부(1212)는 광 안내부(1212)가 입력 표면(1216)으로부터 멀어지는 쪽으로 테이퍼지는 썸brero 형태를 갖도록 출력 표면(1214)과 일정 각도를 형성하는 방사성 바닥 표면(1218)을 또한 구비한다. 방사성 바닥 표면(1218)은 임의의 적절한 방사성 재료 또는 재료들을 구비할 수도 있다. 방사성 바닥 표면(1218)이 예컨대 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 기술된 바와 같이 광대역 간섭 반사기(1290)를 구비한다. 이 광대역 간섭 반사기(1290)는 바닥 표면(1218)과 접촉하거나 이격될 수 있다.

일부 실시예에서, TIR 촉진 층은 본 명세서에서 이미 기술한 바와 같이 출력 표면(1214)과 제1 간섭 반사기(1230) 사이 및/또는 제1 간섭 반사기(1230)와 방사성 재료(1240) 사이에 위치될 수도 있다.

썸brero형 광 안내부(1212)를 이용하여 광원(1220)에 의해 방사된 광의 제1 간섭 반사기(1230)로의 사실상 수직 입사를 가능하게 하여 제1 간섭 반사기(1230)를 향한 제1 패스(pass)로의 실질적으로 모든 광의 투과를 가능하게 한다. 출력 표면(1214)과 제1 간섭 반사기(1230) 사이에 TIR 촉진 층이 있게 되는 실시예들에서, 비스듬한 각도로 광 안내부(1212)의 내부로부터 출력 표면(1212)을 향하는 광이 TIR 촉진 층에 의해 광 안내부(1212) 내로 다시 향할 수도 있다. 이러한 재지향 광은 방사성 바닥 표면(1218)에 의해 반사되어 출력 표면(1214)으로의 실질적인 수직 입사 형태로 출력 표면(1214)을 통해 안내될 수도 있다. 광 안내부(1212) 내의 일부 광은 입력 표면(1216)을 통해 광원(1220)을 향할 수도 있다. 이러한 광은 광학 공동(1270)에 의해 집광되어 입력 표면(1216)을 통해 광 안내부(1212) 내로 다시 안내된다.

일반적으로, 광원(1220)은 제1 광학 특성을 갖고 광학 공동(1270)에 의해 광 안내부(1212) 내로 안내되는 광을 방사한다. 적어도 일부의 광은 출력 표면(1214)을 통해 광 안내부(1212) 및/또는 광 안내부(1212)의 방사성 바닥 표면(1218)에 의해 안내되어 제1 간섭 반사기(1230)를 조명한다. 제1 간섭 반사기(1230)는 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사성 재료(1240) 상으로 실질적으로 투과시킨다. 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명될 때, 방사성 재료(1240)는 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 일부 광은 방사성 재료(1240)에 의해 광 안내부(1212)의 출력 표면(1214)을 향해 다시 방사된다. 제1 간섭 반사기(1230)는 이러한 광을 출력 표면(1214)으로부터 다시 실질적으로 반사한다. 본 발명의 조명 시스템은 또한 임의의 적절한 유형의 광 안내부 또는 안내부들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도14는 각각이 입력 표면(1316) 및 출력 표면(1314)을 갖는 광 안내부(1312)와 광원(1320)을 구비한 일 실시예의 조명 시스템(1300)을 개략적으로 도시하고 있다. 광 안내부(1312)는 광원(1320)에 광학적으로 결합된다. 광원(1320)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 시스템은 적어도 하나의 광 안내부(1312)로부터 광을 수광하도록 위치한 방사성 재료(1340)와, 방사성 재료(1340)와 광 안내부(1312)의 출력 표면(1314) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(1330)를 추가로 포함한다. 제1 간섭 반사기(1330)는 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키고 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사한다. 방사성 재료(1340)는 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 시스템(1300)은 방사성 재료(1340)가 제2 간섭 반사기(1350)와 제1 간섭 반사기(1330) 사이에 있도록 위치한 선택적인 제2 간섭 반사기(1350)를 구비할 수도 있다. 도2에 도시된 실시예의 광 안내부(112), 광원(120), 제1 간섭 반사기(310), 방사성 재료(140) 및 제2 간섭 반사기(150)와 관련된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도14에 도시된 실시예의 광 안내부(1312), 광원(1320), 제1 간섭 반사기(1330), 방사성 재료(1340) 및 선택적인 제2 간섭 반사기(1350)에 동일하게 적용된다.

일부 실시예들에서, 광 안내부(1312)는 하나 이상의 광섬유(1313)를 구비할 수도 있다. 광섬유(1313)는 임의의 적절한 유형의 광섬유, 예컨대 큰 코어 중합체 피복 실리카 섬유(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니로부터 구매가능하고 상표명 TECS™ 하에 시판되는 것과 같은 것), 유리 섬유, 플라스틱 코어 광섬유 등을 구비할 수도 있다. 광섬유(1313)는 광 안내부(1312)에 광학적으로 결합된다. 본 명세서에서 이미 기술한 바와 같이, 광원(1320)은 임의의 적절한 광원 또는 광원들을 구비할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 광원(1320)은 어레이 패턴(array pattern)으로 배치된 개별 LED 다이 또는 칩을 구비할 수도 있다. 또한, 일부 실시예들에서 조명 시스템(1300)은 각 광원(1320)에 대해 하나의 광섬유(1313)를

구비할 수도 있다. 임의의 적절한 기술이 사용되어 광원(1320)에 의해 방사된 광을 광 안내부(1312)로 결합할 수 있다. 예를 들면, 조명 시스템(1300)은 이하의 공동 소유 및 계류 중인 특허 출원, 즉 미국 특허 출원 공개 제2004/0149998호(헨슨(Henson) 등), 미국 특허 출원 제10/726,244호(심발(Simbal)), 미국 특허 출원 제10/726,248호, 미국 특허 출원 제10/727220호(슐츠(Schultz) 등), 미국 특허 출원 제10/726,225호(헨슨(Henson) 등), 및 미국 특허 출원 제10/739,792호(오우더키르크(Ouderkerk) 등)에 기재된 바와 같이 대응 LED 다이로부터의 등방성 발광을 대응 수광 광 안내부의 허용 각도 기준을 충족하는 광선(beam)으로 변환시킬 수 있는 하나 이상의 집광기를 구비할 수도 있다.

제1 간섭 반사기(1330) 및/또는 제2 간섭 반사기(1350)뿐만 아니라 방사성 재료(1340)는 본 명세서에서 이미 기술한 바와 같이 임의의 적절한 형태를 가질 수도 있다. 일부 실시예들에서, 방사성 재료(1340) 및 하나 또는 2개의 간섭 반사기(1330, 1350)는 연속 층(들)의 형태일 수도 있다. 다른 실시예들에서, 방사성 재료(1340) 및 하나 또는 2개의 간섭 반사기(1330, 1350)는 만곡될 수도 있다. 또한, 일부 실시예들에서 방사성 재료(1340) 및 하나 또는 2개의 간섭 반사기(1330, 1350)는 광 안내부(1312)의 하나 이상의 출력 표면(1314) 상에 형성되고 이와 접촉하는 불연속 선분일 수도 있다.

방사성 재료(1340)는 광 안내부(1312)의 출력 표면(1314)에 대한 임의의 적절한 관계로 위치될 수도 있다. 일부 실시예들에서, 방사성 재료(1340)는 출력 표면(1314)으로부터 이격될 수도 있다. 다른 실시예들에서, 방사성 재료(1340)는 하나 또는 2개의 간섭 반사기(1330) 및 선택적인 제2 간섭 반사기(1350) 상에 위치될 수도 있다. 다른 실시예들에서, TIR 촉진 층 또는 층들은 방사성 재료(1340) 및 제1 간섭 반사기(1330) 사이와 방사성 재료(1340) 및 선택적인 제2 간섭 반사기(1350) 사이의 방사성 재료(1340) 상에 또는 본 명세서에서 이미 기술된 바와 같이 방사성 재료(1340)의 양 측면 상에 위치할 수도 있다. 또한, 미국 특허 출원 공개 제2004/0150991호(오우더키르크(Ouderkerk) 등) 참조.

제1 간섭 반사기(1330)는 출력 표면(1314) 및 방사성 재료(1340)에 대한 임의의 적절한 위치, 예컨대 출력 표면(1314)으로부터 이격되어, 방사성 재료(1340)로부터 이격되어, 출력 표면(1314) 상에, 방사성 재료(1340) 상에, 또는 출력 표면(1314) 및 방사성 재료(1340)의 모두에 위치될 수도 있다. 일부 실시예들에서, TIR 촉진 층(들)은 출력 단부(1314)와 제1 간섭 반사기(1330) 사이에 포함될 수 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 광 안내부(1312)의 출력 표면(1314)과 제1 간섭 반사기(1330)는 임의의 적절한 기술 또는 재료를 이용하여, 예컨대 굴절률 정합 유체(index matching fluid), 젤, 접착제, 감압 접착제, UV 경화성 접착제 또는 시멘트를 이용하여 굴절률 정합이 이루어질 수도 있다.

조명 시스템(1300)은 하나 이상의 광학 요소(1360)를 또한 구비할 수 있다. 하나 이상의 광학 요소(1360)는 방사성 재료(1340)로부터의 광을 수광하기 위해 방사성 재료(1340) 및 제1 간섭 반사기(1330) 사이 및/또는 광 안내부(1312)의 출력 표면(1314) 및 제1 간섭 반사기(1330) 사이에 위치될 수도 있다. 하나 이상의 광학 요소(1360)는 소정의 각도 이내로 디스플레이 장치 또는 다른 장치를 향해 광을 안내하기 위한 시준 광학 장치를 구비할 수 있다. 예를 들면, 하나 이상의 광학 요소(1360)는 밝기 향상 필름, 터닝 필름(turning film), 렌즈, 확산기, 이득 확산기, 콘트라스트 향상 재료, 방사성 재료 등을 구비할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 광학 요소(1360)는 워크-오프(walk-off) 판 또는 결정을 구비하여 보다 균일한 광 분포를 제공할 수 있다. 워크-오프 판 또는 결정은 하나의 광선을 서로 변위되는 2개의 광선으로 분리시키는 층을 구비하는데, 이러한 변위는 워크-오프 결정과 충돌할 때 서로 다른 굴절 정도를 겪게 하는 광선의 2개의 편광 상태로 부터 기인한다. 전형적인 워크-오프 판은 상이한 편광에 대해 상이한 굴절률(즉, 복굴절)을 갖는 재료로 제조된다. 전형적으로, 높은 굴절률 방향은 판의 평면내(in-plane) 축 중의 어느 하나로부터 경사져 있다.

일부 실시예에서, 하나 이상의 광학 요소(1360)는, 다른 편광을 반사하면서 양호하게 편광된 광을 시스템(1300)에 의해 방사되도록 하는 반사 편광기를 포함할 수 있다. 예컨대 콜레스테릭 반사 편광기, $\lambda/4$ 과 지연기를 가진 콜레스테릭 반사 편광기, 와이어 그리드 편광기, 및 DBEF(즉, 정반사성 반사 편광기)와 DRPF(즉, 발산성 반사 편광기)를 포함하는 3M 컴퍼니로부터 입수 가능한 다양한 반사 편광기와 같은 임의의 적합한 반사 편광기가 이용될 수 있다. 반사 편광기(1360)에 의해 반사된 광은 방사성 재료(1340) 및/또는 간섭 반사기(1330, 1350)에 의해 소극되어 선택된 편광된 광이 보다 높은 효율로 방사될 수 있도록 재순환될 수 있다.

일반적으로, 광원(1320)으로부터의 광은 광 안내부(1312)의 입력 표면(1316)을 조명하며, 이러한 광의 적어도 일부분이 제1 간섭 반사기(1330)를 조명하도록 광 안내부(1312)에 의해 출력 표면(1314)을 통해 안내된다. 제1 간섭 반사기(1330)는 광의 적어도 일부분이 방사성 재료(1340)를 조명하도록 광원으로부터의 광을 실질적으로 투과시킨다. 방사성 재료(1340)는 제1 광학 특성을 갖는 광으로 조명된 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 예컨대, 방사성 재료(1340)는 광원(1320)으로부터의 UV 광 또는 청색광으로 조명된 때 가시광을 방사하도록 선택될 수 있다. 방사성 재료(1340)에 의해 방사된 광의 적어도 일부분은 이러한 광을 실질적으로 투과시키는 선택적인 제2 간섭 반사기(1350)를 조명한다. 방사성 재료(1340)에 의해 변환되지 않은 광원(1320)으로부터의 임의의 광은 선택적인 제2 간섭 반사기(1350)에 의해 방사성 재료(1340)를 향해 실질적으로 다시 반사된다. 또한, 제1 간섭 반사기(1330)를 조명하는 방사성 재료(1340)에 의해 방사된 임의의 광은 실질적으로 반사된다.

본 명세서에서 전술한 바와 같이, 임의의 적합한 기술이 광원(1320)으로부터의 광을 광 안내부(1312)로 결합시키도록 사용될 수 있다. 예컨대, 도15는 광섬유(1413)를 포함하는 광 안내부(1412)를 포함하는 조명 시스템(1400)의 다른 실시예를 개략적으로 도시한다. 예컨대, 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 공개 제2004/0149998호(헨슨(Henson) 등) 참조. 이 시스템(1400)은 광원(1420), 광원(1420)으로부터의 광을 수광하도록 위치한 방사성 재료(1440), 및 광 안내부(1412)와 방사성 재료(1440) 사이에 위치한 제1 간섭 반사기(1430)를 포함한다. 도14에 도시된 실시예의 광 안내부(1312), 광원(1320), 제1 간섭 반사기(1330) 및 방사성 재료(1340)와 관련된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도15에 도시된 실시예의 광 안내부(1412), 광원(1420), 제1 간섭 반사기(1430) 및 방사성 재료(1440)에 동일하게 적용된다. 시스템(1400)은 또한 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이 제2 간섭 반사기(도시 안됨)를 포함할 수 있다.

광원(1420)은 초점 렌즈(1429)와 같은 수동 광학 요소 또는 반사기와 같은 광학 집중 요소를 포함할 수 있는 광학 요소(1428)의 어레이와 광학적으로 정렬되어 위치되는 LED 다이(1424)의 어레이(1422)를 포함한다. 이어서, 광학 요소(1428)의 어레이는 광섬유(1413)의 어레이에 광학적으로 정렬된다. 광섬유(1413)의 어레이는 커넥터로 접속될 수 있으며, 이러한 커넥터 접속은 섬유(1413)의 입력 표면(1416)을 지지 및/또는 내장하기 위한 커넥터(1417)를 포함할 수 있다. 커넥터 접속은 또한 섬유(1413)의 출력 표면(1414)을 지지 및/또는 내장하기 위한 커넥터(1415)를 포함할 수 있다. 예컨대, 미국 특허 제10/726,222호(헨슨(Henson) 등)에 설명된 것과 같은 임의의 적합한 커넥터가 광섬유(1413)의 입력 표면(1416) 또는 출력 표면(1414) 중 어느 하나에서 이용될 수 있다. 본 명세서의 설명이 제공된 당업자에게는 명백한 것과 같이, 섬유(1413)의 출력 표면(1414)은 점원(point-like source), 또는 선형 어레이, 원형 어레이, 육각형 어레이 또는 기타 형상화된 어레이와 같은 형상화된 어레이를 형성하도록 묶일 수 있다. 예시적인 실시예에서, 광원(1420)의 어레이(1422)는 단일 LED 다이들 또는 칩들의 어레이와 같은 이산된 LED들(1424)의 어레이를 포함할 수 있으며, 이들은 개별적으로 장착되어 (모든 LED들이 그들의 공통 반도체 기판에 연결되는 LED 어레이와 달리) 작동 제어를 위한 독립적인 전기 접속을 형성한다. LED 다이는 대칭 방사 패턴을 생성할 수 있어, 이들이 본 발명을 위한 요구되는 광원이 되게 한다. LED 다이는 전기 에너지를 광으로 변환할 경우에는 효율적이지만, 대부분의 레이저 다이오드와 같은 감온성(temperature sensitive)을 갖지는 못한다. 그러므로, LED 다이는 많은 유형의 레이저 다이오드와 비교하면 완만한 열 싱크(modest heat sink)만에 의해서도 적당하게 작동될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 각각의 LED 다이(1424)는 적어도 LED 다이 폭을 초과하는 거리에 의해 그의 가장 근접한 이웃하는 다이(들)로부터 이격된다. 또한, LED 다이는 -40°C 내지 125°C 의 온도에서 작동될 수 있으며, 대략 10,000시간의 수명을 갖는 대부분의 레이저 다이오드 또는 500 내지 1000시간의 수명을 갖는 할로겐 자동차 헤드램프와 비교하면 100,000시간 범위의 작동 수명을 가질 수 있다. 예시적인 실시예에서, LED 다이(1424)는 각각 약 50 루멘(Lumen) 이상의 출력 강도를 가질 수 있다. 이산된 고효율 LED들은 크리(Cree)와 오스람(Osram)과 같은 회사로부터 상업적으로 입수할 수 있다. 예시적인 일 실시예에서, 각각 약 $300\ \mu\text{m} \times 300\ \mu\text{m}$ 의 방사 면적을 갖는 LED 다이(1424)의 어레이(크리(Cree)에 의해 제조됨)가 집중된 (작은 면적의 고효율) 광원을 제공하도록 사용될 수 있다. 직사각형 또는 다른 육각형 형상과 같은 다른 광 방사 표면 형상이 또한 사용될 수 있다. 또한, 대안적인 실시예에서, 이용되는 LED 다이(1424)의 방사 층은 상부 또는 저부 표면 상에 위치될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 어레이(1422)는 백색 수직 공동 표면 방사 레이저(VCSEL) 어레이로 교체될 수도 있다. 수동 광학 요소 어레이(1428)는 각각의 VCSEL로부터 방사된 광을 대응하는 섬유(1413)로 재안내하도록 사용될 수 있다. 도15에 도시된 실시예의 하나의 태양은 각각의 광원(1412), 광학 요소(1428)(렌즈, 초점설정, 집중 또는 반사 요소)의 어레이의 대응하는 수동 광학 요소 및 대응하는 광섬유(1413) 사이의 일대일 대응이다. 전력이 공급되면, 각각의 LED 다이(1424)는 광을 대응하는 섬유(1413)로 방출시키는 개별 광원으로서 작용한다. 본 발명의 예시적인 실시예에는 큰 코어(예컨대, $400\ \mu\text{m}$ 내지 $1000\ \mu\text{m}$) 중합체 피복 실리콘 섬유(예컨대, 미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니로부터 입수 가능하며 상표명 TECS™으로 판매되는 것)를 포함한다. 통상의 또는 특수화된 유리 섬유와 같은 다른 유형의 광섬유가 또한, 예컨대 LED 다이(1424)의 출력 파장(들)과 같은 파라미터에 의존하여, 본 발명에 따라 사용될 수도 있다. 또한, 본 명세서의 설명이 제공된 당업자에게는 명백한 것과 같이, 평면형 도파관, 중합체 도파관 등과 같은 다른 도파관 유형이 또한 본 발명의 교시에 따라 사용될 수 있다. 광섬유(1413)는 광섬유(1413)의 각각의 출력 표면(1414) 상의 섬유 렌즈를 추가로 포함할 수도 있다. 유사하게, 광섬유(1413)의 입력 표면(1416)은 각각 섬유 렌즈를 추가로 포함할 수도 있다. 섬유 렌즈 제조 및 구현은 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 제6,822,190호(스미슨(Smithson) 등) 및 미국 특허 출원 제10/670,630호(제닝스(Jennings) 등)에 설명되어 있다. 개별 광섬유(1413)는 최초 광원으로부터 이격된 원격 조명을 제공하도록 함께 집광될 수 있다. 전구 대신에 삽입될 수 있는 LED 기반 조명 조립체의 추가의 설명이 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원 제10/726,225호(헨슨(Henson) 등)에 설명되어 있다.

일부 실시예에서, LED 다이(1424)는 하나 이상의 LED(1424)가 선택적으로 작동될 수 있도록 독립적으로 제어될 수 있다. 예컨대, 시스템(1400)은 각각의 LED(1424)와 전기적으로 통신되는 제어기(도시 안됨)를 포함할 수 있다. 제어기는 하나 이상의 LED(1424)를 선택적으로 활성화하도록 작동될 수 있다. 예컨대, 공동 소유되고 공동 계류중인 미국 특허 출원

공개 제2004/014998호(헨슨(Henson) 등)에 설명된 것과 같은 임의의 적합한 제어기 또는 제어기들이 사용될 수 있다. 이러한 LED(1424)의 제어 가능한 출력은, 예컨대 자동차를 위한 조정 가능한 헤드램프, 픽셀레이티드 디스플레이(pixelated display), 프로젝션 시스템(projection system), 간판 등과 같은 다양한 유형의 응용에 사용될 수 있다.

일반적으로, 제1 광학 특성을 갖는 광은 광원(1420)의 하나 이상의 LED(1424)에 의해 방사되며, 이러한 광은 광학 요소(1428)에 의해 그들의 입력 표면(1416)을 통해 하나 이상의 광섬유(1413)로 안내된다. 광은 광섬유(1413)에 의해 그들의 출력 표면(1414)을 통해 안내되며, 제1 간섭 반사기(1430)를 조명한다. 제1 간섭 반사기(1430)는 방사성 재료(1440)를 조명하도록 광을 실질적으로 투과시킨다. 방사성 재료(1440)는 광원(1420)으로부터의 광의 적어도 일부분을 제2 광학 특성을 갖는 광으로 변환한다. 제1 간섭 반사기(1430)를 향해 안내되는 방사성 재료(1440)에 의해 방사된 광은 제1 간섭 반사기(1430)에 의해 실질적으로 반사된다. LP 간섭 반사기(예컨대, 도2의 제2 간섭 반사기(150))가 시스템(1400)에 포함되는 경우, 방사성 재료(1440)에 의해 방사된 광은 LP 간섭 반사기에 의해 실질적으로 투과된다. LP 간섭 반사기를 조명하는 광원(1420)으로부터의 임의의 광은 방사성 재료(1440)를 향해 실질적으로 다시 반사되며, 그 후 제2 광학 특성을 갖는 광으로 변환된다. 그 후, 방사성 재료(1440)에 의해 방사되고/되거나 선택적인 LP 간섭 반사기에 의해 투과된 광은 임의의 적합한 기술을 사용하여 원하는 위치로 안내될 수 있다.

일부 실시예에서, 도14의 조명 시스템(1300)과 도15의 조명 시스템(1400)은 LP 간섭 반사기를 포함할 수 있지만, SP 간섭 반사기는 포함하지 않을 수도 있다. 예컨대, 도18은 방사성 재료(1740)로부터의 광을 수광하도록 위치된 간섭 반사기(1750)를 포함하는 조명 시스템(1700)을 개략적으로 도시한다. 이 시스템(1700)은 또한 광원(1720)과, 광원(1720)에 광학적으로 결합된 광 안내부(1712)를 포함한다. 도14에 도시된 실시예의 광 안내부(1312), 광원(1320), 방사성 재료(1340) 및 선택적인 제2 간섭 반사기(1350)와 관련된 모든 설계 고려사항과 가능성은 도18에 도시된 실시예의 광 안내부(1712), 광원(1720), 방사성 재료(1740) 및 간섭 반사기(1750)에 동일하게 적용된다. 시스템(1700)은 도14의 조명 시스템(1300)에 관련하여 설명된 것, 예컨대 하나 이상의 광학 요소, TIR 촉진 층 등과 유사한 다른 특징부를 포함할 수 있다.

일반적으로, 광원(1720)은 제1 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 이러한 광은 광 안내부(1312)의 입력 표면(1316)을 조명하며, 이러한 광의 적어도 일부가 방사성 재료(1740)를 조명하도록 광 안내부(1712)에 의해 출력 표면(1714)을 통해 안내된다. 방사성 재료(1740)는 제1 광학 특성을 갖는 광에 의해 조명될 때 제2 광학 특성을 갖는 광을 방사한다. 방사성 재료(1740)에 의해 방사된 광의 적어도 일부는 제2 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 투과시키며 제1 광학 특성을 갖는 광을 실질적으로 반사하는 간섭 반사기(1740)를 조명한다. 그 후, 실질적으로 투과된 광은 임의의 적합한 기술을 사용하여 원하는 위치로 안내된다.

본 발명의 조명 시스템은 조명을 제공하기 위하여 임의의 적합한 방식으로 사용될 수 있다. 예컨대, 본 명세서에 설명된 조명 시스템의 일부 또는 전부가 디스플레이를 위한 조명을 제공하도록 사용될 수 있다. 도16은 디스플레이 장치(1512)에 광학적으로 결합된 조명 시스템(1510)을 포함하는 디스플레이 조립체(1500)를 개략적으로 도시한다. 조명 시스템(1510)은, 예컨대 도1의 조명 시스템(10)과 같은 본 명세서에서 설명된 임의의 조명 시스템을 포함할 수 있다. 조명 시스템(1510)은 디스플레이 장치(1512)에 조명 광을 제공한다. 디스플레이 장치(1512)는, 예컨대 LCD, 전자색채(electrochromatic) 또는 전기영동(electrophoretic) 장치, 공간 광 변조기(들), 투과형 간판(transmissive sign) 등과 같은 임의의 적합한 디스플레이 장치일 수 있다. 예컨대, 디스플레이 장치(1512)는 하나 이상의 공간 광 변조기를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 공간 광 변조기가 개별적으로 어드레스를 지정할 수 있고(addressable) 제어될 수 있는 요소의 어레이를 포함할 수 있다. 이러한 공간 광 변조기는 적합한 유형의 제어 가능한 요소를 포함할 수 있다. 예컨대, 공간 광 변조기는 가변 투과율(variable-transmissivity) 유형의 디스플레이를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 공간 광 변조기는 투과형의 광 변조기의 예인 액정 디스플레이(LCD)를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서, 공간 광 변조기는 반사형 광 변조기의 예인 변형 가능한 거울 장치(DMD)를 포함할 수 있다. 디스플레이 장치(1512)는 디스플레이 이미지를 생성하기 위하여, 예컨대 렌즈, 확산기, 편광기, 필터, 비임 스플리터, 휘도 향상 필름 등과 같은 임의의 적합한 광학 및 비광학 요소를 포함할 수 있다. 조명 시스템(1510)은 당업계에 공지된 임의의 적합한 기술을 사용하여 디스플레이 장치(1312)에 광학적으로 결합될 수 있다. 본 발명의 예시적인 실시예가 논의되었으며, 본 발명의 범주 내의 가능한 변형에 대한 참조가 이루어졌다. 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않은 본 발명의 이들 및 기타 변형 및 수정은 당업자에게 명백할 것이며, 본 발명의 개시 내용은 본 명세서에 설명된 예시적인 실시예로 제한되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 본 발명의 개시 내용은 하기에 제공된 청구의 범위에 의해서만 제한되어야 한다.

도면의 간단한 설명

도1은 단과통과 간섭 반사기를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도2는 단파통과 간섭 반사기와 장파통과 간섭 반사기를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도3은 단파통과 간섭 반사기와 하나 이상의 광학 요소를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도4는 장파통과 간섭 반사기를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도5는 단파통과 간섭 반사기, 장파통과 간섭 반사기 및 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도6a는 하나 이상의 면(facet)을 포함하는 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 평면도이다.

도6b는 도6a의 조명 시스템의 광학 공동의 일부분의 개략적 횡단면도이다.

도6c는 도6a의 조명 시스템의 개략적 측면도이다.

도6d는 하나 이상의 면을 포함하는 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 다른 실시예의 개략적 측면도이다.

도6e는 하나 이상의 면을 포함하는 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 다른 실시예의 개략적 측면도이다.

도7은 하나 이상의 면을 각각 포함하는 4개의 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 다른 실시예의 개략적 평면도이다.

도8a는 광 안내부 내에 위치한 하나 이상의 광학 공동에 위치한 단파통과 간섭 반사기를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예의 개략적 평면도이다.

도8b는 도8a의 조명 시스템을 선 8B-8B를 따라 취한 개략적 단면도이다.

도9a는 광 안내부의 입력 표면에 인접한 하나 이상의 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 일 실시예의 개략적 측면도이다.

도9b는 도9a의 조명 시스템의 개략적 평면도이다.

도10a는 광 안내부의 입력 표면에 인접한 하나 이상의 광학 공동을 구비하는 조명 시스템의 일 실시예의 개략적 사시도이다.

도10b는 도10a의 조명 시스템을 선 10B-10B를 따라 취한 개략적 단면도이다.

도11은 방사성 재료와 광 안내부의 출력 표면 사이에 위치한 단파통과 간섭 반사기를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도12는 광 안내부의 출력 표면에 인접하게 위치한 단파통과 간섭 반사기와 단파통과 간섭 반사기 상에 위치한 하나 이상의 형광 점을 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도13은 쉘기형 광 안내부를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예의 개략적 사시도이다.

도14는 하나 이상의 광 안내부를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예의 개략적 단면도이다.

도15는 하나 이상의 광 안내부를 구비하는 조명 시스템의 다른 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

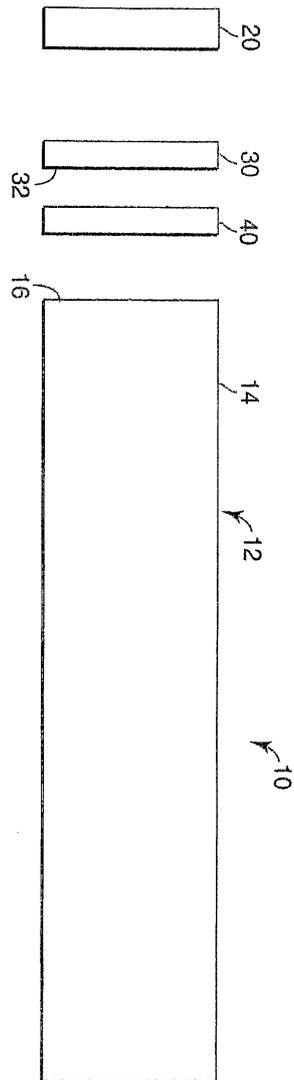
도16은 조명 시스템과 디스플레이 장치를 포함하는 디스플레이 조립체를 개략적으로 도시하는 도면이다.

도17은 방사성 재료가 광 안내부의 출력 표면과 장파통과 간섭 반사기 사이에 있도록 위치된 장파통과 간섭 반사기를 구비하는 조명 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시하는 도면이다.

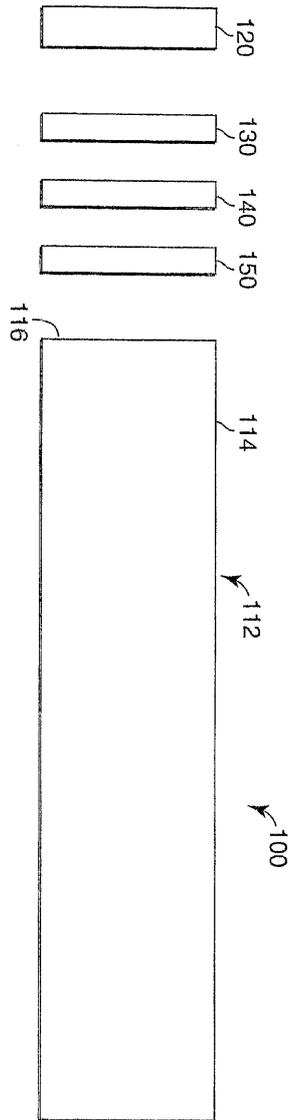
도18은 하나 이상의 광 안내부를 구비하는 조명 시스템의 다른 실시예의 개략적 단면도이다.

도면

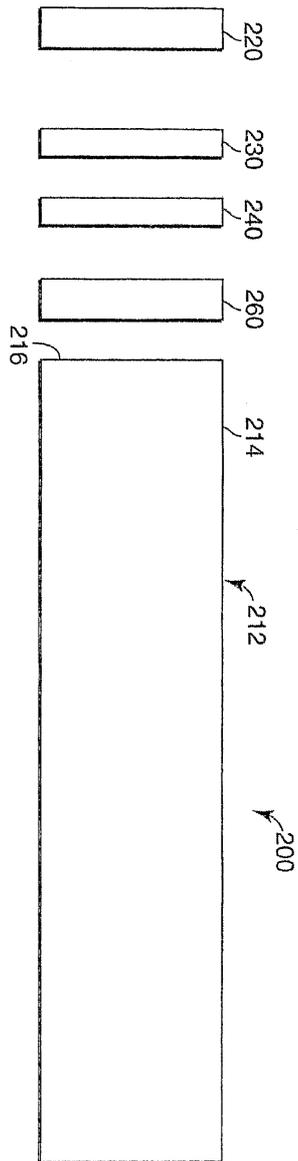
도면1



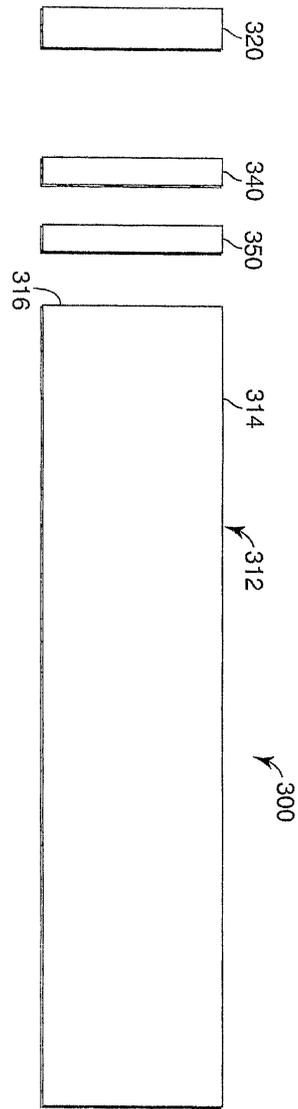
도면2



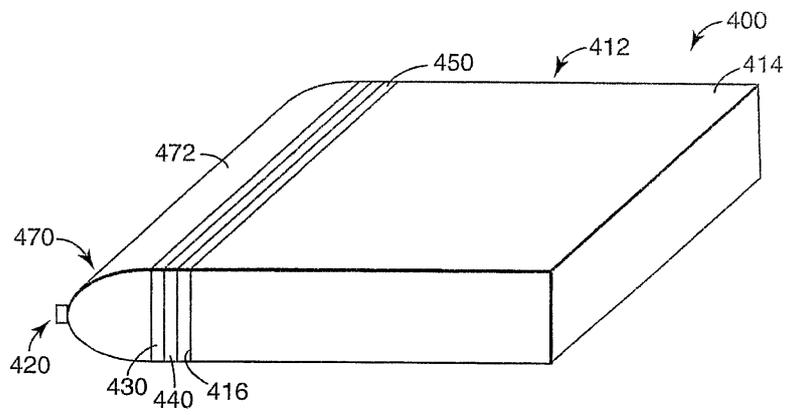
도면3



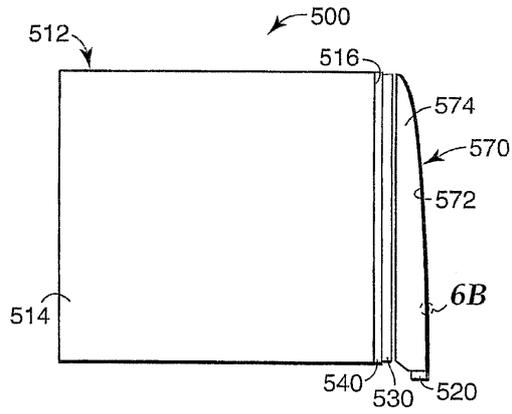
도면4



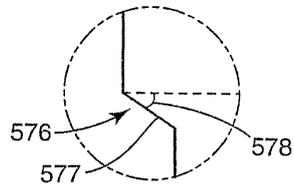
도면5



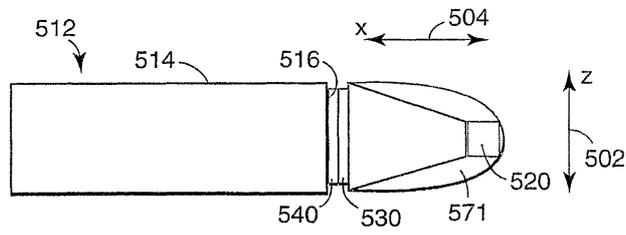
도면6a



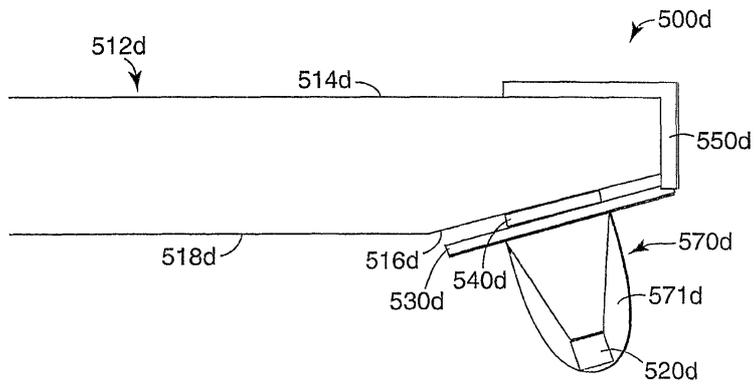
도면6b



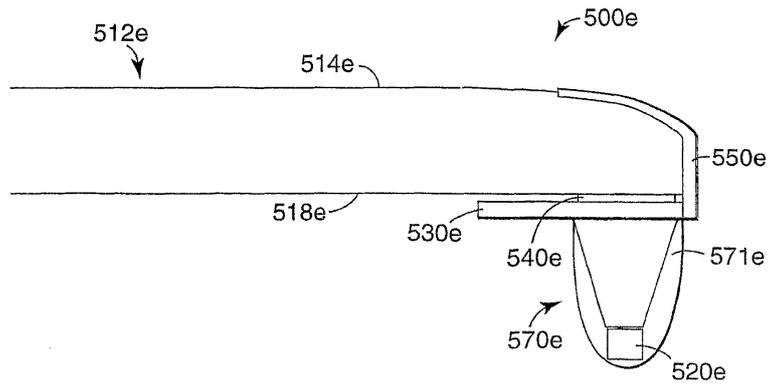
도면6c



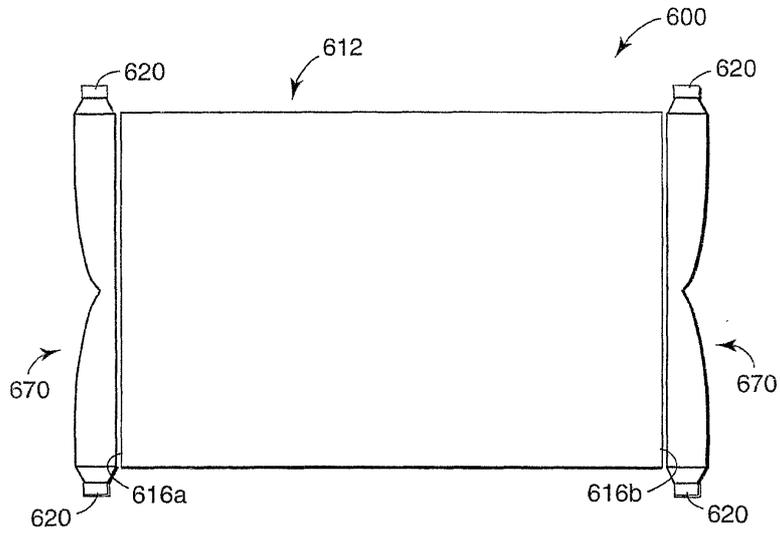
도면6d



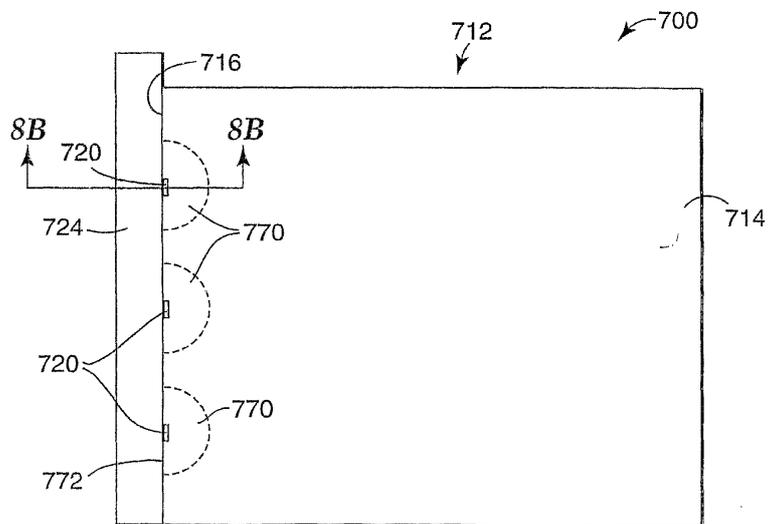
도면6e



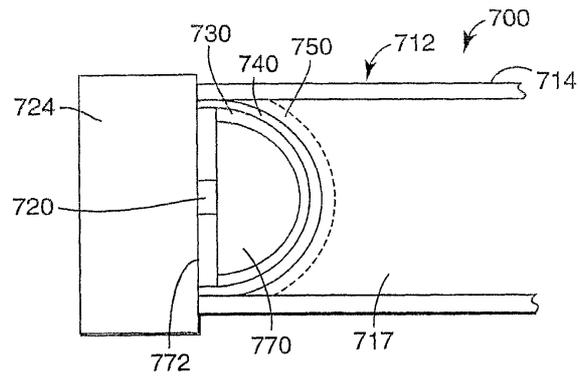
도면7



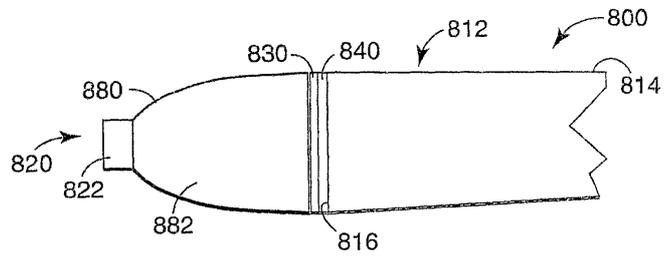
도면8a



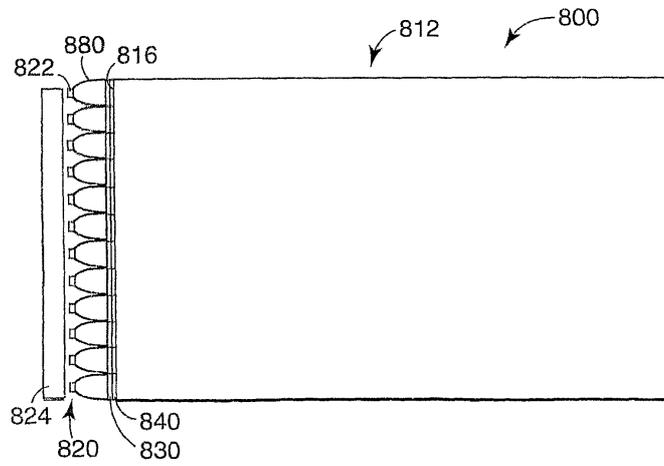
도면8b



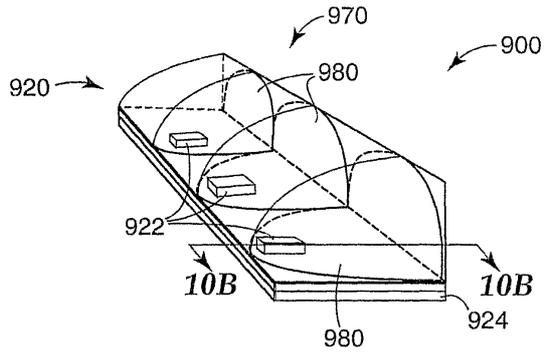
도면9a



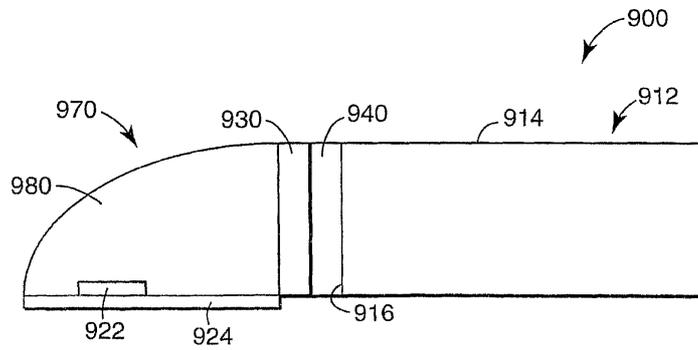
도면9b



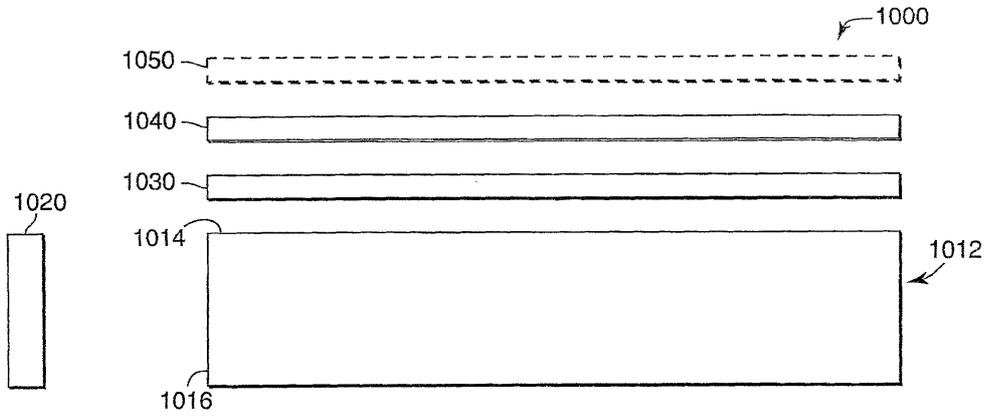
도면10a



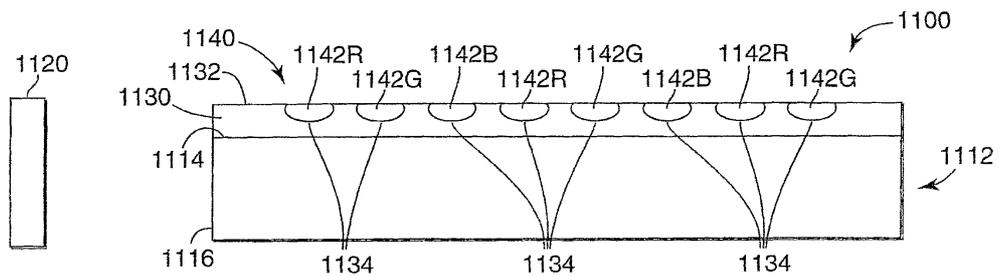
도면10b



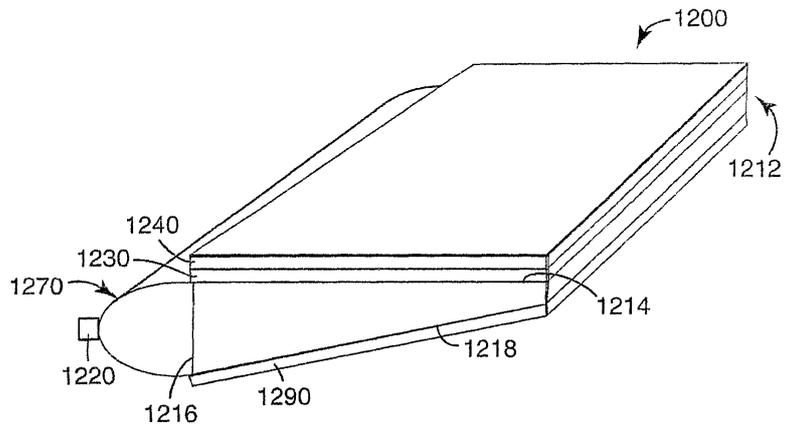
도면11



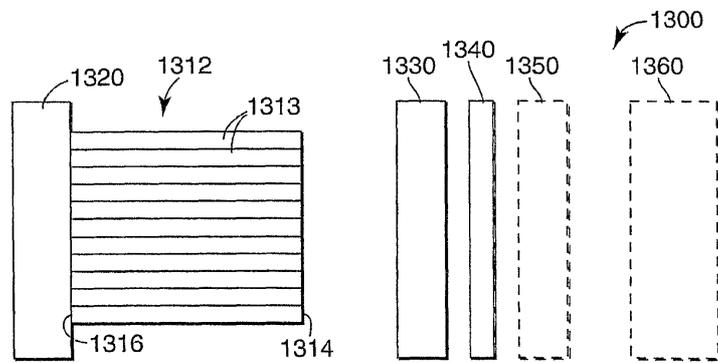
도면12



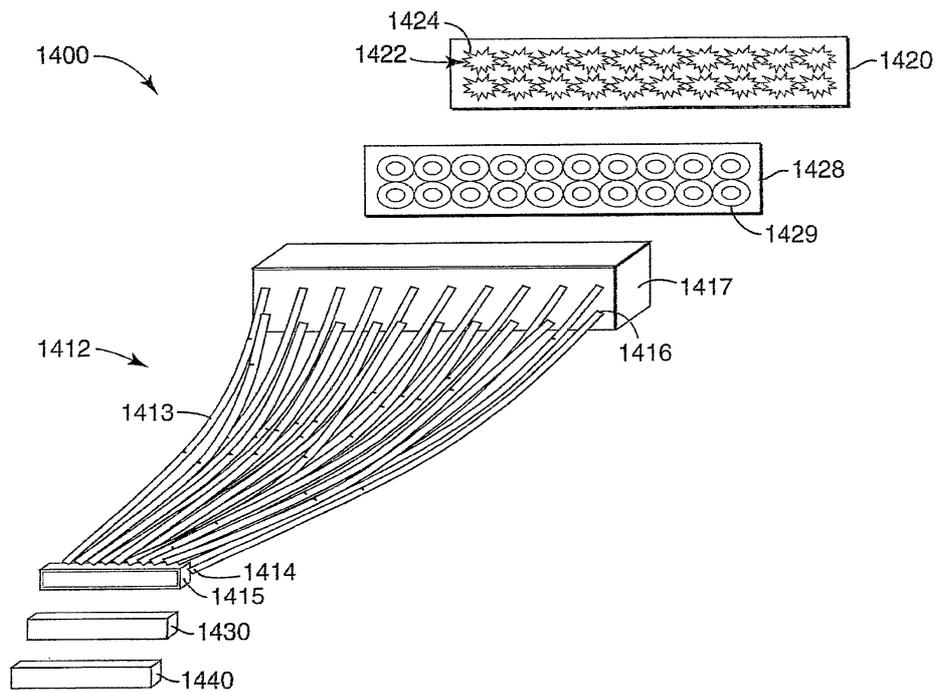
도면13



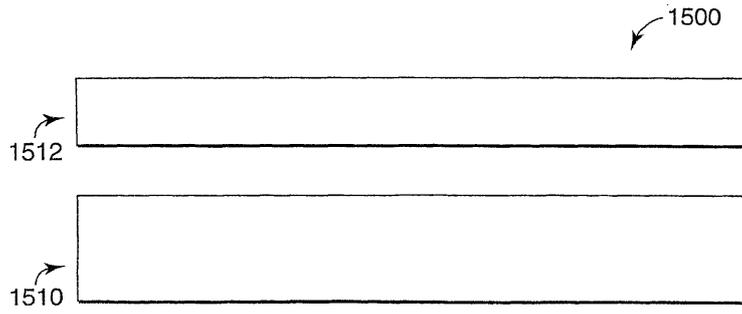
도면14



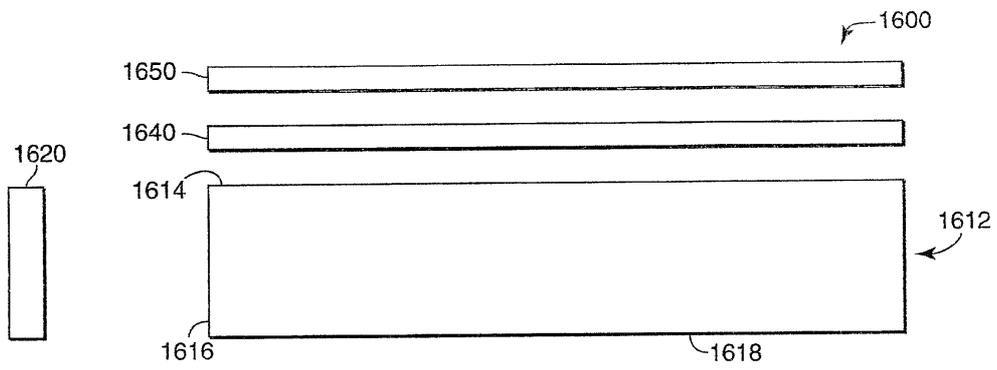
도면15



도면16



도면17



도면18

