



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월11일

(11) 등록번호 10-1519171

(24) 등록일자 2015년05월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 6/00 (2006.01) G02F 1/1335 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-7026211

(22) 출원일자(국제) 2008년05월19일

심사청구일자 2013년05월20일

(85) 번역출제출일자 2009년12월16일

(65) 공개번호 10-2010-0028039

(43) 공개일자 2010년03월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2008/064115

(87) 국제공개번호 WO 2008/144644

국제공개일자 2008년11월27일

(30) 우선권주장

60/939,085 2007년05월20일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP11508378 A

KR1020060024422 A

US20020141194 A1

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

웨버 마이클 에프

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

네빗 티모시 제이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 2 항

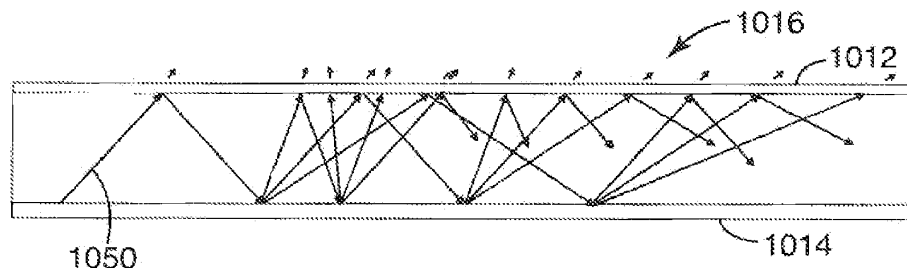
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 중공 공동 광 재순환 백라이트 내의 반경면 구성요소

(57) 요약

중공 광 재순환 백라이트는 광 출력의 균일도를 향상시키는, 경면 및 확산 반사된 광의 균형을 제공하는 "반경면" 구성요소를 갖는다. 이 구성요소는 반사기(1012, 1014) 상에 또는 공동(1016) 내에 배열될 수 있다. 이러한 균형은 $(F - B) / (F + B)$ (F 및 B는 각각 공동의 평면 내의 구성요소에 의해 전방으로 또 역방으로 산란되는 입사광의 양임)로 정의되는 구성요소의 "전달비"를 소정 범위에 있도록 설계함으로써 달성된다. 또한, 전방 반사기 및 후방 반사기의 "반구" 반사율의 곱이 또한 주어진 범위에 있어야 한다. 대안적으로, 공동이 주입된 광을 주입 지점으로부터 공동 내의 멀리 떨어진 지점으로 얼마나 잘 확산시킬 수 있는지의 척도인 "공동 전달값"이 다른 범위 내에 있어야 하며, 후방 반사기의 "반구" 반사율은 >0.7 이어야 한다.

대표도 - 도10



(72) 발명자

휘틀리 존 에이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

비에르나스 톨프 더블유

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

프레이어 데이비드 지

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

베누아 질 쥐

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

호일 찰스 디

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

우더커크 앤드류 제이

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

양 자오휘

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

명세서

청구범위

청구항 1

중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 및 후방 반사기 - 상기 전방 반사기는 출력 조명 면적을 제공하기 위해 부분적으로 투과성임 - ;

공동에 경면 및 확산 특성의 원하는 균형을 제공하는 구성요소 - 상기 구성요소는 15도 입사각에서 15% 초과 및 45도 입사각에서 95% 미만의 전달비를 특징으로 하며, 상기 전방 또는 후방 반사기는 상기 구성요소이거나 상기 구성요소를 포함할 수 있으며, 또는 상기 구성요소가 상기 전방 및 후방 반사기와 별개인 경우 상기 구성요소는 상기 전방 반사기와 상기 후방 반사기 사이에 삽입될 수 있음 - ; 및

제한된 각도 분포에 걸쳐 광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치되는 하나 이상의 광원 부재를 포함하며,

전방 반사기는 비편광된 가시광에 대한 반구 반사율 R_{hemi}^f 를 가지며, 후방 반사기는 비편광된 가시광에 대한 반구 반사율 R_{hemi}^b 를 갖고, $R_{\text{hemi}}^f * R_{\text{hemi}}^b$ 는 적어도 0.70인 백라이트.

청구항 2

전방 반사기와 후방 반사기에 의해 형성되는 중공 광 재순환 공동으로서,

전방 반사기는 출력 조명 면적을 제공하기 위해 부분적으로 투과성이며, 공동은 0.5 초과 및 0.95 미만의 공동 전달값을 포함하고, 또한 전방 반사기는 0.7 초과와 R_{hemi} 를 포함하는 중공 광 재순환 공동.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

관련 출원

이하의 공동 소유이고 공개류 중인 PCT 특허 출원이 참고로 본 명세서에 포함된다: 발명의 명칭이 백라이트 및 이를 사용하는 디스플레이 시스템(BACKLIGHT AND DISPLAY SYSTEM USING SAME)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63274W0004); 발명의 명칭이 이로운 설계 특성치를 갖는 얇은 중공 백라이트(THIN HOLLOW BACKLIGHTS WITH BENEFICIAL CHARACTERISTICS)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63031W0003); 발명의 명칭이 컬러 LED 광원을 효율적으로 이용하는 백색광 백라이트 등(WHITE LIGHT BACKLIGHTS AND THE LIKE WITH EFFICIENT UTILIZATION OF COLORED LED SOURCES)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63033W0004); 및 발명의 명칭이 에지형 백라이트에 대한 시준 광 주입기(COLLIMATING LIGHT INJECTORS FOR EDGE-LIT BACKLIGHTS)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63034W0004).

기술 분야

본 발명은 통상 백라이트라고 하는 후방으로부터 디스플레이 또는 기타 그래픽을 조명하기에 적합한 대면적 광원은 물론, 유사한 대면적 조명 장치에 관한 것이다. 본 발명은 특히 중공 광 재순환 공동(hollow light recycling cavity)을 그 사이에 형성하는 전방 및 후방 반사기를 포함하는 백라이트에 적용가능하다.

배경 기술

백라이트는 내부 광원이 백라이트의 출력 면적에 대해 어디에 위치하느냐에 따라 2가지 카테고리 중 하나에 속하는 것으로 고려될 수 있는데, 여기서 백라이트의 "출력 면적(output area)"은 디스플레이 장치의 가시 면적 또는 영역에 대응한다. 백라이트의 "출력 면적"은 때때로 본 명세서에서 영역 또는 표면 자체를 그 영역 또는 표면의 면적(제곱미터, 제곱밀리미터, 제곱인치 등의 단위를 갖는 수치적 양)과 구별하기 위해 "출력 영역(output region)" 또는 "출력 표면(output surface)"이라고 한다.

제1 카테고리는 "에지형(edge-lit)"이다. 에지형 백라이트에서는, 하나 이상의 광원이, 평면도에서 볼 때, 백라이트 구조의 외부 경계 또는 주변을 따라, 일반적으로 출력 면적에 대응하는 면적 또는 구역 외부에 배치되어 있다. 종종, 광원(들)은 백라이트의 출력 면적의 테두리를 이루고 있는 프레임 또는 베젤에 의해 보이지 않도록 가려져 있다. 광원(들)은 전형적으로, 특히 랩톱 컴퓨터 디스플레이에서와 같이 매우 얇은 프로파일의 백라이트가 요구되는 경우, "도광체"라고 하는 구성요소로 광을 방출한다. 도광체는 투명하고 중실인 비교적 얇은 판으로, 그의 길이 및 폭 치수는 백라이트 출력 면적 정도이다. 도광체는 광을 에지-장착형 램프로부터 도광체의 전체 길이 또는 폭을 가로질러 백라이트의 반대쪽 에지로 전달 또는 안내하기 위해 내부 전반사(TIR)를 사용하며, 이러한 안내된 광의 일부를 도광체로부터 백라이트의 출력 면적을 향해 방향전환하도록 도광체의 표면 상에 불균일 패턴의 국부적 추출 구조가 제공되어 있다. 이러한 백라이트는 또한 전형적으로 축상 휘도(on-axis brightness)를 향상시키기 위해 광 관리 필름, 예컨대 도광체의 후방 또는 하부에 배치된 반사 물질, 및 도광체의 전방 또는 상부에 배치된 반사 편광 필름 및 프리즘 BEF 필름(들)을 포함한다.

출원인의 관점에서 볼 때, 기존의 에지형 백라이트의 단점 또는 한계로는, 특히 더 큰 백라이트 크기를 위한 도광체와 연관된 비교적 큰 질량 또는 중량; 특정의 백라이트 크기에 대해 그리고 특정의 광원 구성에 대해 도광체가 사출 성형 또는 다른 방식으로 제조되어야만 하기 때문에 백라이트마다 교환불가능한 구성요소를 사용해야 하는 필요성; 기존의 추출 구조 패턴에서와 같이 백라이트에서의 위치마다 상당한 공간적 불균일도를 요구하는 구성요소를 사용해야 하는 필요성; 및 백라이트 크기가 증가함에 따라 디스플레이의 에지를 따라 제한된 공간

또는 실면적(real estate)으로 인해 적절한 조명을 제공하는 데 있어서의 증가된 어려움 - 이는 직사각형의 면적에 대한 주연의 비가 특성 평면내 치수(characteristic in-plane dimension)(L)(주어진 종횡비 직사각형에서, 예를 들어, 백라이트의 출력 영역의 길이, 폭 또는 대각선 크기)에 대해 선형적으로 감소($1/L$)하기 때문임 - 을 포함한다.

[0007] 제2 카테고리는 "직하형(direct-lit)"이다. 직하형 백라이트에서는, 하나 이상의 광원이, 평면도에서 볼 때, 실질적으로 출력 면적에 대응하는 면적 또는 구역 내에서, 통상적으로 그 구역 내에 규칙적인 어레이 또는 패턴으로 배치되어 있다. 대안적으로, 직하형 백라이트에서의 광원(들)은 백라이트의 출력 면적 바로 후방에 배치되어 있다고 말할 수 있다. 강력한 확산판이 전형적으로 출력 면적에 걸쳐 광을 확산시키기 위해 광원들의 상부에 장착된다. 다시 말하지만, 광 관리 필름, 예를 들어 반사 편광기 필름 및 프리즘 BEF 필름(들)이 또한 확산 휘도 및 효율의 향상을 위해 확산기 판 상부에 배치될 수 있다.

[0008] 출원인의 관점에서 볼 때, 기존의 직하형 백라이트의 단점 또는 한계로는, 강력한 확산판과 연관된 비효율성; LED 광원의 경우에 적절한 균일도 및 휘도를 위해 많은 수의 이러한 광원의 필요성과 이와 관련하여 높은 구성 요소의 비용 및 열 생성; 및 달성가능한 백라이트 박막화에 대한 한계 - 이 한계를 넘으면 광원이 불균일하고 바람직하지 않은 "펀치스루(punchthrough)"를 야기하며 이 경우 광원 각각의 상부의 출력 면적에서 밝은 점이 나타난다 - 를 포함한다.

[0009] 몇몇 경우에, 직하형 백라이트는 또한 백라이트의 주변부에 하나 또는 몇몇의 광원을 포함할 수 있고, 또는 에지형 백라이트는 출력 면적 바로 후방에 하나 또는 몇몇의 광원을 포함할 수 있다. 이러한 경우에, 백라이트를 대부분의 광이 백라이트의 출력 면적 바로 후방으로부터 나오는 경우 "직하형"으로 보고, 대부분의 광이 백라이트의 출력 면적의 주변부로부터 나오는 경우 "에지형"으로 본다.

[0010] 일 유형 또는 다른 유형의 백라이트가 보통 액정(LC)-기반 디스플레이에서 사용된다. 액정 디스플레이(LCD) 패널은, 그의 작동 방법으로 인해, 광의 단지 하나의 편광 상태만을 이용하고, 그에 따라서 LCD 응용에서는, 단순히 비편광될 수 있는 광의 휘도 및 균일도보다는 오히려 정확한 또는 사용가능한 편광 상태의 광에 대한 백라이트의 휘도 및 균일도를 아는 것이 중요할 수 있다. 그와 관련하여, 모든 다른 인자들이 동일한 상태에서, 사용가능한 편광 상태의 광을 주로 또는 그것만을 방출하는 백라이트가 비편광된 광을 방출하는 백라이트보다 LCD 응용에서 보다 효율적이다. 그럼에도 불구하고, 사용가능한 편광 상태로만 되어 있지 않은 광을 방출하는 백라이트가, 랜덤 편광된 광을 방출하는 정도까지도, 여전히 LCD 응용에 얼마든지 사용가능한데, 이는 비사용가능한 편광 상태가 LCD 패널의 배면에 제공된 흡수 편광기에 의해 용이하게 제거될 수 있기 때문이다.

[0011] 발명의 개요

[0012] 본 출원은 특히 확산 및 경면 특성의 정의된 조합을 갖는 반사 및/또는 투과 필름, 표면, 또는 기타 구성요소를 개시한다. 이들 구성요소는 본 명세서에서 "반경면(semi-specular)"이라고 하며, 입사각의 함수인 "전달비(transport ratio)"로서 알려진 양에 의해 특성화될 수 있다. 높은 반구 반사율(R_{hemi}^f) 값을 갖는 출력 표면(전방 표면)을 가진 적합한 중공 재순환 공동 백라이트 내에 적절히 배치될 때, 이들은 백라이트의 출력 특성을 향상시키는 데 도움을 줄 수 있으며 새로운 설계 공간에 백라이트를 구성하는 것을 가능하게 한다.

[0013] 본 출원은, 예를 들어 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 및 후방 반사기 - 상기 전방 반사기는 출력 조명 면적을 제공하기 위해 부분적으로 투과성임 - , 및 제한된 각도 분포에 걸쳐 광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치되는 하나 이상의 광원을 포함하는 백라이트를 개시한다. 중요하게는, 백라이트는 공동에 경면 및 확산 특성의 원하는 균형을 제공하는 구성요소를 또한 포함하며, 상기 구성요소는 15도 입사각에서 15% 초과 및 45도 입사각에서 95% 미만의 전달비에 의해 특성화된다. 전방 또는 후방 반사기는 상기 구성요소가거나 상기 구성요소를 포함할 수 있으며, 또는 상기 구성요소는 전방 및 후방 반사기와 별개의 것일 수 있다. 몇몇 경우에, 상기 구성요소의 전달비는 15도 입사각에서 20% 초과이거나, 45도 입사각에서 90% 미만이다.

[0014] 소면적 LED 광원 및 웨지형(wedge-shaped) 반사기를 포함할 수 있는 광원들은 제한된 또는 부분적으로 시준된 각도 분포로 광 재순환 공동 내로 광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 주입된 광은 백라이트 출력 면적에 평행인 횡방향 평면을 중심으로 0 내지 60도, 또는 0 내지 30도 범위에서 반치폭(full angle-width at half maximum power, FWHM)을 갖도록 시준될 수 있다. 이러한 경우에, 재순환 공동의 전방 반사기는 바람직하게는 대체로 입사각에 따라 증가하는 반사율 및 대체로 입사각에 따라 감소하는 투과율을 갖는다. 이러한 반사율 및 투과율은 임의의 입사 평면에서의 비편광된 가시광에 대한 것일 수 있거나, 사용가능한 편광 상태의 경사 광이 p-편광되는 평면에 입사하는 사용가능한 편광 상태의 광에 대한 것일 수 있다.

[0015] 다른 태양에서, 본 발명은 전방 및 후방 반사기를 포함하는 중공 광 재순환 공동을 제공하며, 전방 반사기는 출력 조명 면적을 제공하기 위해 부분적으로 투과성이고, 공동은 약 0.5 초과 및 약 0.95 미만의 공동 전달값(cavity transport value)을 포함하며, 또한 전방 반사기는 약 0.6 초과의 R_{hemi} 를 포함한다.

[0016] 본 출원의 이들 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기 개요는 특허 청구된 기술적 요지를 한정하는 것으로 파악되어서는 안 되며, 기술적 요지는 특허 절차의 수행 동안 보정될 수 있는 첨부된 청구의 범위에 의해서만 한정된다.

발명의 상세한 설명

[0034] 차세대 백라이트가 의도된 응용에 적절한 휘도 및 공간 균일도를 제공하면서 다음의 특징, 즉 박형 프로파일과, 최소 개수의 필름 구성요소 및 최소 개수의 광원과 편리한 광원 레이아웃과 같은 설계 단순성; 저중량과, 백라이트 내의 위치마다 실질적인 공간적 불균일도를 갖는 필름 구성요소를 사용하지 않거나 필요로 하지 않는 것(예를 들어, 단계적 변화(gradation)가 거의 없음); LED 광원들은 물론 고체상 레이저 광원과 같은 다른 소면적의 고휘도 광원과의 호환성; 명목상 모두가 동일한 컬러인 LED 광원들 중에 컬러 변동과 연관된 문제들에 대한 둔감성; 가능한 범위에서, LED 광원들의 일부의 과열 파손 또는 다른 고장에 대한 둔감성; 및 상기 배경기술 섹션에서 언급된 한계점 및 단점 중 적어도 몇몇의 제거 또는 감소 중의 일부 또는 전부를 겸비하는 것이 유익할 것이다.

[0035] 이들 특징이 백라이트에 성공적으로 포함될 수 있는지 여부는 부분적으로 백라이트를 조명하는 데 사용되는 광원의 유형에 달려 있다. 예를 들어, CCFL은 좁고 긴 방출 면적에 걸쳐 백색 방출을 제공하고, 그 방출 면적은 또한 재순환 공동에서 일어나는 것과 같은 CCFL에 충돌하는 일부 광을 산란시키도록 작동할 수 있다. 그러나, CCFL로부터의 전형적인 방출은 실질적으로 램버시안(Lambertian)의 각도 분포를 가지며, 이는 주어진 백라이트 설계에서 비효율적이거나 또는 달리 바람직하지 않을 수 있다. 또한, CCFL의 방출 표면은, 다소 확산 반사이지만, 전형적으로 출원인이 고도의 재순환 공동이 요구되는 경우 상당한 것으로 밝혀낸 흡수 손실을 또한 갖는다. LED 다이는 또한 램버시안 방식으로 광을 방출하지만, CCFL에 비해 훨씬 더 작은 크기로 인해, LED 광 분포가 용이하게 수정될 수 있는데, 예를 들어, 일체형 봉지재 렌즈 반사기 또는 추출기가 결과적인 패키징된 LED를 전방 방출기(emitter), 측면 방출기, 또는 다른 비-램버시안 프로파일로 만든다. 이러한 비-램버시안 프로파일은 개시된 백라이트에 중요한 이점들을 제공할 수 있다. 그러나, LED 광원이 CCFL에 비해 크기가 더 작고 세기가 더 높은 것은 또한 LED를 사용하여 공간적으로 균일한 백라이트 출력 면적을 생성하는 것을 더 어렵게 할 수 있다. 적색/녹색/청색(RGB) LED의 배열과 같은 개개의 컬러 LED가 백색광을 생성하는 데 사용되는 경우에 이는 특히 사실인데, 그 이유는 이러한 광의 적절한 측방향 전달 또는 혼합을 제공하지 못하여 바람직하지 않은 컬러 밴드 또는 면적이 쉽게 생길 수 있기 때문이다. LED 다이 정도의 작은 면적 또는 부피로부터 강한 백색광을 생성하기 위해 인광체가 청색 또는 UV 방출 LED 다이에 의해 여기되는 백색광 방출 LED가 이러한 컬러 불균일도를 감소시키는 데 사용될 수 있지만, 백색 LED는 현재 개개의 컬러 LED 배열로 달성가능한 만큼의 넓은 LCD 색역(color gamut)을 제공할 수 없으며, 따라서 모든 최종 용도의 응용에 바람직하지 않을 수 있다.

[0036] 출원인은 LED 광원 조명과 호환될 수 있고 최신의 구매가능한 LCD 장치에서 발견되는 백라이트보다 적어도 몇 가지 점에서 우수한 성능을 내는 백라이트 설계를 가져올 수 있는 백라이트 설계 특징들의 조합을 발견하였다. 이들 백라이트 설계 특징들은 이하의 일부 또는 전부를 포함한다.

[0037] · 광의 많은 부분이 부분적으로 투과성이고 부분적으로 반사성인 전방 반사기로부터 나오기 전에 실질적으로 동일한 공간에 걸쳐 있는 전방 반사기와 후방 반사기 사이에서 다중 반사를 하는 재순환 광학 공동;

[0038] · 재순환 공동에서 전파되는 광의 전체적인 손실이, 예를 들어 저손실 전방 및 후방 반사기는 물론 측면 반사기를 포함하여 낮은 흡수 손실의 실질적으로 밀폐된 공동을 제공함은 물론 예를 들어 모든 광원의 누적 방출 면적이 백라이트 출력 면적의 작은 일부인 것을 보장하여 광원과 연관된 손실을 매우 낮게 유지함으로써 현저히 낮게 유지됨;

[0039] · 중공인 재순환 광학 공동, 즉 공동 내의 광의 측방향 전달이 아크릴 또는 유리와 같은 광학적으로 조밀한 매질에서보다는 오히려 공기, 진공 등에서 주로 일어남;

[0040] · 특정의 (사용가능한) 편광 상태의 광만을 방출하도록 설계된 백라이트의 경우에, 전방 반사기는 측방향 전달 또는 확산을 지원하기 위해 이러한 사용가능한 광에 대해 그리고 백라이트 출력의 만족스러운 공간적 균일도를 달성하기 위해 광선 각도 랜덤화에 대해 충분히 높은 반사율을 갖지만, 백라이트의 응용 휘도가 만족스러운 것

을 보장하도록 적절한 응용-사용가능 각도로 충분히 높은 투과율을 가짐;

- [0041] · 재순환 광학 공동은 공동에 경면 및 확산 특성의 균형을 제공하는 구성요소 또는 구성요소들을 포함하며, 이 구성요소는 공동 내에서의 상당한 측방향 광 전달 또는 혼합을 지원하기 위해 충분한 경면성을 갖지만 좁은 각도 범위에 걸쳐서만 공동 내로 광을 주입시킬 때에도 공동 내에서의 정상 상태 광의 각도 분포를 실질적으로 균질화하기에 충분한 확산성을 또한 가짐(또한, 특정의 (사용가능한) 편광 상태의 광만을 방출하도록 설계된 백라이트의 경우에, 공동 내에서의 재순환이 바람직하게는 입사광 편광 상태에 대한 반사광 편광의 랜덤화의 정도를 포함하고, 이로 인해 비-사용가능 편광된 광이 사용가능한 편광된 광으로 변환되도록 하는 메커니즘이 허용됨);
- [0042] · 재순환 공동의 전방 반사기가 대체로 입사각에 따라 증가하는 반사율 및 대체로 입사각에 따라 감소하는 투과율을 가지며, 여기서 반사율 및 투과율은 비편광된 가시광 및 임의의 입사 평면에 대한 것이고 그리고/또는 사용가능한 편광 상태의 경사 광이 p-편광되는 평면에 입사하는 사용가능한 편광 상태의 광에 대한 것임(또한, 전방 반사기는 높은 값의 반구 반사율을 가지면서 또한 응용-사용가능 광의 충분히 높은 투과율을 가짐);
- [0043] · 재순환 공동 내로 초기에 주입된 광을 횡방향 평면(횡방향 평면은 백라이트의 출력 면적에 평행함)에 가까운 전과 방향으로 부분적으로 시준 또는 제한하는 광 주입 광학계, 예를 들어 주입 빔(beam)이 0 내지 90도, 또는 0 내지 60도, 또는 0 내지 30도의 범위에서 (횡방향 평면을 중심으로) 반치폭(FWHM)을 가짐. 몇몇 경우에, 주입 광의 최대 출력이 횡방향 평면 아래에서, 횡방향 평면과 40도 이하의 각도로 하방 투영을 갖는 것이 바람직할 수 있고, 다른 경우에 주입 광의 최대 출력이 횡방향 평면 위에서 전방 반사기를 향해, 횡방향 평면과 40도 이하의 각도로 상방 투영을 갖는 것이 바람직할 수 있다.
- [0044] LCD 패널용 백라이트는, 가장 간단한 형태에서, LED 다이의 활성 방출 표면 또는 CCFL 전구 내의 인광체의 외부 층과 같은 광 발생 표면과, 그 방출되는 휘도가 공간적으로 균일한, 백라이트 출력 면적이라고 하는, 대면적 또는 큰 면적 조명 표면 또는 영역을 생성하기 위해 그러한 방식으로 이러한 광을 분산 또는 확산시키는 기하학적 및 광학적 배열로 이루어져 있다. 일반적으로, 매우 높은 휘도의 국소 광원을 큰 면적의 균일한 출력 표면으로 변환하는 이러한 프로세스는 모든 백라이트 공동 표면과의 상호작용과 광 발생 표면과의 상호작용으로 인해 광 손실을 일으킨다. 제1 근사에 대해, 이러한 프로세스에 의해 - 선택적으로 (만일 있다면) 원하는 응용 관찰자-원주 내로 그리고 (만일 있다면) 특정의 (예를 들어, LCD-사용가능) 편광 상태로 - 전방 반사기와 연관된 출력 면적 또는 표면을 통해 전달되지 않는 임의의 광은 "손실" 광이다. 공히 양도된 관련 출원에서, 2가지 필수적인 파라미터에 의해 재순환 공동을 포함하는 임의의 백라이트를 유일하게 특성화하는 방법이 기술되어 있다. 이러한 관련 PCT 특허 출원은 발명의 명칭이 "이로운 설계 특성치를 갖는 얇은 중공 백라이트"(대리인 문서 번호 63031W0003)이다.
- [0045] 이제, 도 1에 도시된 일반화된 백라이트(10)에 주목하며, 여기서 전방 반사기(12) 및 후방 반사기(14)는 중공 광 재순환 공동(16)을 형성한다. 백라이트(10)는 대면적 출력 면적 또는 표면(18)에 걸쳐 광을 방출하고, 이 경우 표면은 전방 반사기(12)의 외부 주 표면에 대응한다. 전방 및 후방 반사기는 서로 평행한 평면으로 도시되어 있고, 횡방향 치수(13)에 걸쳐 동일한 공간에 있으며, 이 치수는 또한 출력 면적(18)의 길이 또는 폭과 같은 횡방향 치수에 대응한다. 전방 반사기는, 초기 광 빔(20)이 상대적으로 강한 반사 빔(20a) 및 상대적으로 더 약한 투과 빔(20b)으로 반사되는 것으로 도시된 바와 같이, 공동 내로부터 입사하는 광의 상당량을 반사시킨다. 다양한 빔을 나타내는 화살표가 사실상 개략적이며, 예를 들어 상이한 빔의 도시된 전과 방향 및 각도 분포가 완전히 정확한 것으로 의도하지는 않는다는 것에 유의하여야 한다.
- [0046] 도면으로 돌아가서, 반사 빔(20a)은 후방 반사기(14)에 의해 빔(20c)으로 강하게 반사된다. 빔(20c)은 전방 반사기(12)에 의해 부분적으로 투과되어 투과 빔(20d)을 생성하고, 부분적으로 반사되어 다른 빔(도시 안됨)을 생성한다. 전방 반사기와 후방 반사기 사이에서의 다중 반사는, 화살표(22)로 나타낸 공동 내에서의 광의 횡방향 전파를 지원하는 데 도움이 된다. 모든 투과 빔(20b, 20d) 등의 전체는 비간섭적으로 서로 더해져 백라이트 출력을 제공한다.
- [0047] 예시를 위해, 소면적 광원(24a, 24b, 24c)이 도면에서 다른 위치에 도시되어 있으며, 여기서 광원(24a)은 예지형 위치에 도시되어 있고 광원(24a)으로부터의 광을 (적어도 부분적으로) 시준하는 데 도움을 줄 수 있는 반사 구조체(26)를 구비하고 있다. 광원(24b, 24c)은 직하형 위치에 도시되어 있고, 광원(24c)은 일반적으로 공동(16) 내로의 광 주입을 가능하게 하기 위해 후방 반사기(14)에 제공된 구멍 또는 개구(도시 안됨)와 정렬될 것이다. (반사 구조체(26)와 다른, 도시되지 않은) 반사 측표면은 전형적으로는 대체로 치수(13)의 양단에 제공되어, 바람직하게는 최소한의 손실을 위해 밀봉된 방식으로 전방 및 후방 반사기(12, 14)를 연결시킬 것이다. 몇몇 직하형 실시 형태에서, 일반적으로 수직인 반사 측표면은 실제로 백라이트를 유사하거나 동일한 이웃하는

백라이트들과 분리시키는 얇은 격벽일 수 있으며, 여기서 각각의 이러한 백라이트는 실제로 더 큰 구역화된 백라이트의 일부분이다. 개개의 부-백라이트 내의 광원들은 보다 큰 백라이트에 대한 조명된 구역 및 조명되지 않은 구역의 패턴을 제공하기 위해 임의의 원하는 조합으로 켜지거나 꺼질 수 있다. 몇몇 LCD 응용에서 콘트라스트를 향상시키고 에너지를 절감하기 위해 이러한 구역화된 백라이트가 동적으로 사용될 수 있다.

[0048]

선광원 또는 점광원을 균일한 대면적 광원으로 변환하는 백라이트 공동, 또는 보다 일반적으로 임의의 조명 공동은 반사성 및 투과성 광학 구성요소의 조합을 사용하여 제조될 수 있다. 많은 경우들에, 원하는 공동은 그의 측방향 치수에 비해 아주 얇다. 균일한 대면적 광원을 제공하는 바람직한 공동은 광을 측방향으로 확산시킴과 동시에 광선 방향을 랜덤화시키는 다중 반사를 생성하는 것이다. 일반적으로, 광원의 면적이 전방면의 면적보다 작을수록, 공동의 출력 영역에 걸쳐 균일한 광 세기를 생성하는 데 문제가 더 많다.

[0049]

과거에, 중실 도광체가 일반적으로 가장 얇은 백라이트에 사용되었으며, 핸드헬드 장치에 사용되는 것과 같은 초소형 디스플레이를 제외하고는, 냉음극 형광등(cold cathode fluorescent light, CCFL)과 같은 선형 연속 광원에 의해 조명되었다. 중실 도광체는 광의 내부 전반사(total internal reflection, TIR) 현상을 통해 도광체의 상부 및 하부 표면에서 저손실 광 전달 및 경면 반사를 제공한다. 본 출원의 다른 곳에서 기술하는 바와 같이, 광의 경면 반사는 도광체 내에서의 가장 효율적인 측방향 광 전달을 제공한다. 중실 도광체의 상부 또는 하부 표면 상에 배치된 추출기는 광을 도광체 밖으로 지향시키기 위해 광을 방향전환하며, 본질적으로 부분 반사기(partial reflector)를 형성한다.

[0050]

그러나, 중실 도광체는 대형 디스플레이에 대해 몇 가지 문제점, 예컨대 가격, 중량, 및 광 균일도를 야기한다. 대면적 디스플레이에 대한 균일도에서의 문제점은, 백라이트의 출력 영역의 훨씬 더 큰 면적에 비해 사실상 점광원인 개별적인 적색/녹색/청색(RGB) 컬러 LED의 등장으로 증가되었다. 높은 세기의 점광원은 종래의 직하형 백라이트에서는 물론 중실 도광체를 이용하는 에지형 시스템에서도 균일도 문제를 야기할 수 있다. 중실 도광체에서와 같이 상당한 측방향 광 전달을 또한 제공하는 중공 도광체가 제조될 수 있다면 균일도 문제가 크게 감소될 수 있다. 편광 및 광선 각도 재순환 시스템에 대한 몇몇 경우들에, 중공 공동이 중실 공동보다 디스플레이 면에 걸쳐 광을 측방향으로 확산시키는 데 더 나을 수 있다. 중공 도광체에 대해 이를 효과적으로 달성하는 데 사용될 수 있는 구성요소들 중 일부는 일반적으로 백라이트 산업에서 이용가능하지 않거나, 구성요소가 이미 존재하는 경우에, 균일하고 얇으며 효율적인 중공 광 혼합 공동을 제조하는 정확한 방식으로 중공 도광체가 아직까지 제조되지 않았다.

[0051]

중실 도광체가 내부 전반사(TIR) 현상을 통해 효율적인 상부 및 하부 반사기를 제공할지라도, 효율적인 중공 반사 공동은 얇고 균일한 백라이트를 제조하는 데 중실 도광체에 비해 몇 가지 이점을 갖는다. 중실 도광체는 광이 반사 편광기 및 기타 휘도 향상 필름(brightness enhancement film)과 같은 다른 구성요소들과 상호작용하기 전에 광의 측방향 확산을 제공하는 데 주로 사용된다.

[0052]

그러나, 중실 도광체의 TIR 표면은 최신의 백라이트의 요구사항을 모두 충족시키기에는 부적절하며, 부가적인 광 제어 필름이 전형적으로 중실 도광체의 상부 및 하부 둘다에 추가된다. 현재 중실 도광체를 사용하는 대부분의 시스템은 또한 BEF 및 DBEF와 같은 휘도 향상 필름을 이용하기 위해 별도의 후방 반사기를 사용한다. 이들 필름은 도광체로부터 추출된 것이지만 부적합한 편광 또는 전파 각도로 인해 디스플레이에는 사용할 수 없는 광을 재순환시킨다. 후방 반사기는 전형적으로 반사 특성이 실질적으로 램버시안인 백색 반사기이다. 그러나, 측방향 전달의 많은 부분이 먼저 중실 도광체의 TIR 표면에 의해 달성되고, 재순환된 광이 램버시안 후방 반사기에 의해 변환되어 디스플레이로 반환된다. 어쨌든 별도의 상부 및 하부 광 관리 필름이 필요한 경우, 이들만을 사용하여 중실 도광체를 생성하는 것과 이와 동시에 반사 편광기 및 기타 휘도 향상 필름의 기능들을 또한 제공하는 것이 더 효율적일 수 있다. 이러한 방식으로, 중실 도광체는 물론 기타 휘도 향상 필름이 생략될 수 있다.

[0053]

본 출원인은 중실 도광체를 공기로 대체하고 중실 도광체의 TIR 표면을 고효율 저손실 경면 및 반경면 반사기로 대체하는 것을 제안한다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 이러한 유형들의 반사기는 백라이트 공동 내에서의 최적의 측방향 광 전달을 용이하게 하는 데 중요할 수 있다. 측방향 광 전달은 광원의 광학 구성에 의해 개시될 수 있거나, 저손실 반경면 반사기를 이용하는 공동에서의 광범위한 광선 재순환에 의해 유발될 수 있다.

[0054]

중실 도광체의 TIR 표면을, 2가지 일반적인 카테고리에 속하는 공간적으로 분리된 저손실 반사기로 대체할 수 있다. 하나는 전방 면에 대한 부분 반사기이고, 다른 하나는 후방 및 측방 면에 대한 완전 반사기이다. 전술한 바와 같이, 어쨌든 후자는 종종 중실 도광체 시스템에 추가된다. 공동 내에서의 최적의 광 전달 및 광 혼합을 위해, 전방 및 후방 반사기는 둘다가 램버시안 대신에 경면 또는 반경면일 수 있다. 게다가, 몇몇 유형의

반경면 구성요소가 균일한 광 혼합을 증진시키기 위해 공동 내의 어딘가에서 유용할 수 있다. 대형 도광체에서 측방향 광 전달의 주요 매질로 공기를 사용함으로써 보다 가볍고, 보다 저렴하며, 보다 균일한 디스플레이 백라이트의 설계가 가능하게 된다.

[0055]

중공 도광체가 측방향 광 확산을 상당히 증진시키기 위해서는, 중실 도광체에서와 똑같이, 공동 내로 광을 주입하는 수단이 중요하다. 중공 도광체의 형식은 직하형 백라이트에서, 특히 다수의 광학적으로 격리된 구역을 갖는 백라이트에서, 다양한 지점에서 광을 주입하는 더 많은 옵션을 가능하게 한다. 중공 도광체 시스템에서, TIR 및 램버시안 반사기의 기능이 경면 반사기 및 반경면, 전방 산란 확산 요소의 조합으로 달성될 수 있다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 램버시안 산란 또는 반사 요소의 과도한 사용은 최적인 것으로 생각되지 않는다.

[0056]

여기서 기술하는 예시적인 부분 반사기(전방 반사기) - 특히, 예를 들어, 발명의 명칭이 백라이트 및 이를 사용하는 디스플레이 시스템(대리인 문서 번호 63274W0004)인, 공히 양도된 PCT 특허 출원에 기술된 비대칭 반사 필름(asymmetric reflective film, ARF) - 는 저손실 반사를 제공하고 또한 중실 도광체만으로 TIR에서 가능한 것보다 편광된 광의 투과 및 반사의 더 나은 제어를 제공한다. 따라서, 디스플레이의 면을 가로질러 측방향으로의 향상된 광 분포에 더하여, 중공 도광체는 또한 대형 시스템에 대한 향상된 편광 제어를 또한 제공할 수 있다. 상기 언급된 바람직한 ARF로 입사각에 따른 투과의 상당한 제어가 또한 가능하다. 이러한 방식으로, 혼합 공동으로부터의 광이 상당한 정도로 시준될 수 있음은 물론 단일 필름 구성으로 편광된 광 출력을 제공할 수 있다.

[0057]

바람직한 전방 반사기는 공동 내에서 비교적 높은 재순환을 지원하기 위해 비교적 높은 전체 반사율을 갖는다. 이를 "반구 반사율"이라고 특성화하며, 이는 (관심의 파장 범위의) 광이 모든 가능한 방향으로부터 구성요소(표면, 필름, 또는 필름들의 집합체)에 입사할 때 그 구성요소의 전체 반사율을 의미한다. 따라서, 구성요소는 수직 방향에 중심을 둔 반구 내로 모든 방향으로부터 입사하는 광으로 (그리고 달리 언급하지 않는 한, 모든 편광 상태로) 조명되고, 그 동일 반구 내로 반사되는 모든 광이 수집된다. 관심의 파장 범위에 대한 입사광의 총 광속에 대한 반사 광의 총 광속의 비가 반구 반사율 R_{hemi} 가 된다. 반사기를 그의 R_{hemi} 로 특성화하는 것은 재순환 공동에 대해 특히 편리한데, 이는 광이 (전방 반사기, 후방 반사기 또는 측면 반사기 어느 것이든 간에) 대체로 공동의 내부 표면에 모든 각도에서 입사하기 때문이다. 또한, 수직 입사에 대한 반사율과 달리, R_{hemi} 는 몇몇 구성요소(예를 들어, 프리즘 필름)에 대해 매우 상당할 수 있는, 입사각에 따른 반사율의 변동에 민감하지 않고 이미 그 변동을 고려하고 있다.

[0058]

실제로, 전방 반사기의 몇몇 실시 형태는 적어도 한 평면에 입사하는 광에 대해, 수직으로부터 멀어지는 입사각에 따라 증가하는 (방향에 특정한) 반사율(및 입사각에 따라 대체로 감소하는 투과율)을 나타낸다. 이러한 반사 특성에 의해 광은 수직에 더 가까운, 즉 백라이트의 관찰축에 더 가까운 각도에서 전방 반사기로부터 우선적으로 투과되어 나가고, 이는 (대개는 중요성이 덜한 더 높은 시야각에서 더 낮게 인지되는 휘도의 대가로) 디스플레이 산업에서 중요한 시야각에서 디스플레이의 인지되는 휘도를 증가시키는 데 도움을 준다. 각도에 따른 반사율 증가의 거동이 "적어도 한 평면에 입사하는 광"에 대한 것이라고 하는 이유는, 때때로 단 하나의 관찰 평면에 대해 좁은 시야각이 요구되고 직교 평면에서 더 넓은 시야각이 요구되기 때문이다. 예로는 수평 평면에서 관찰하는 데는 넓은 시야각이 요망되고 수직 평면에 대해서는 보다 좁은 시야각이 규정되어 있는 몇몇 LCD TV 응용이 있다. 다른 경우, 축상 휘도를 최대로 하기 위해 양 직교 평면에서 좁은 시야각이 바람직하다.

[0059]

경사각 반사율(oblique angle reflectivity)에 대해 설명할 때, 도 1a의 기하학적 고려사항을 염두에 두는 것이 도움이 된다. 도면에서, 표면(50)이 x-y 평면에 있고, z-축이 직교 방향이다. 표면이 편광 필름 또는 부분 편광 필름(예컨대, 대리인 문서 번호 63274W0004에 기술된 ARF)인 경우, 본 출원의 목적을 위해, y-축을 "통과축(pass axis)"이라고 하고 x-축을 "차단축(block axis)"이라고 한다. 다시 말하면, 필름이 편광 필름인 경우, y-축에 평행한 편광축을 갖는 수직 입사광이 x-축에 평행한 편광축을 갖는 수직 입사광에 비해 우선적으로 투과된다. 물론, 일반적으로, 표면(50)이 편광 필름일 필요는 없다.

[0060]

광이 어느 방향에서도 표면(50)에 입사할 수 있지만, x-z 평면에 평행인 제1 입사 평면(52) 및 y-z 평면에 평행인 제2 입사 평면(54)에 중점을 둔다. 물론 "입사 평면"은 특정의 광 전파 방향에 수직인 표면을 포함하는 평면을 말한다. 도면에서, 하나의 경사 광선(53)이 평면(52)에 입사하고, 다른 경사 광선(55)이 평면(54)에 입사하는 것을 도시한다. 광선이 비편광인 것으로 가정하면, 각각의 광선이 각각의 입사 평면에 있는 편광 성분("p-편광" 광이라고 하고 도면에 "p"로 나타냄)과, 각각의 입사 평면에 수직으로 배향되는 직교 편광 성분("s-편광" 광이라고 하고 도면에 "s"로 나타냄)을 가질 것이다. 편광 표면에 대해, 광선의 방향에 따라 "s" 및 "p"가 통과축 또는 차단축 중 어느 하나와 정렬될 수 있다는 것에 유의하는 것이 중요하다. 도면에서, 광선(53)의

s-편광 성분 및 광선(55)의 p-편광 성분은 통과축(y-축)과 정렬되고, 따라서 우선적으로 투과될 것이며, 한편 반대 편광 성분(광선(53)의 p-편광 및 광선(55)의 s-편광)은 차단축과 정렬된다.

[0061]

이를 염두에 두고서, 전방 반사기가 본 명세서의 다른 곳에서 인용된 대리인 문서 번호 63274W0004 출원에 기술된 것과 같은 ARF인 경우에, (원하는 경우) 전방 반사기가 "입사각에 따라 대체로 증가하는 반사율을 나타낸다"고 언급하는 것의 의미를 고려해보자. ARF는 차단 편광 상태의 수직 입사광에 대해 매우 높은 반사율을 갖고 통과 편광 상태의 수직 입사광에 대해 낮지만 여전히 상당한 반사율(예를 들어, 25 내지 90%)을 갖는 다층 구조(예를 들어, 원하는 굴절률 관계 및 원하는 반사율 특성을 생성하기에 적합한 조건 하에서 배향되는 공압출된 중합체 미세층)를 포함한다. 차단-상태 광(광선(53)의 p-편광 성분 및 광선(55)의 s-편광 성분)의 매우 높은 반사율은 일반적으로 모든 입사각에 대해 매우 높은 상태로 있다. 보다 흥미로운 거동은 통과-상태 광(광선(53)의 s-편광 성분 및 광선(55)의 p-편광 성분)에 대한 것인데, 그 이유는 수직 입사에서 중간 반사율을 나타내기 때문이다. 입사 평면(52)에서의 경사 통과-상태 광은 s-편광된 광 반사율의 특성으로 인해 입사각의 증가에 따라 증가하는 반사율을 나타낼 것이다(그러나, 상대적 증가량은 수직 입사에서 통과-상태 반사율의 초기 값에 좌우될 것이다). 따라서, 평면(52)에 평행인 관찰 평면에 있는 ARF 필름으로부터 방출된 광은 부분적으로 시준되거나 각도가 제한될 것이다. 그러나, 다른 입사 평면(54)에서의 경사 통과-상태 광(즉, 광선(55)의 p-편광 성분)은, 63274W0004 출원에서 논의된 바와 같이, 평면내 굴절률 차이에 대한 미세층들 사이의 z-축 굴절률 차이의 크기 및 극성에 따라 3가지 거동 중 임의의 것을 나타낼 수 있다.

[0062]

한 가지 경우에, 브루스터각(Brewster angle)이 존재하고, 이러한 광의 반사율은 입사각의 증가에 따라 감소된다. 이는 평면(54)에 평행인 관찰 평면에서 축에서 벗어난 밝은 로브(bright off-axis lobe)를 생성하며, 이는 LCD 관찰 응용에서 보통 바람직하지 않다(그러나, 다른 응용에서, 이러한 거동은 허용가능할 수 있으며, LCD 관찰 응용의 경우에서도, 이러한 로브 출력은 프리즘 터닝 필름을 사용하여 관찰축을 향해 방향전환될 수 있다).

[0063]

다른 경우에, 브루스터각이 존재하지 않거나 매우 크고, p-편광된 광의 반사율이 입사각의 증가에 따라 비교적 일정하다. 이는 참조된 관찰 평면에서 비교적 넓은 시야각을 생성한다.

[0064]

세 번째 경우에, 브루스터각이 존재하지 않고, p-편광된 광의 반사율이 입사각에 따라 상당히 증가한다. 이는 참조된 관찰 평면에서 비교적 좁은 시야각을 생성할 수 있고, 이 경우 시준 정도가 ARF 내의 미세층들 사이의 z-축 굴절률 차이의 크기를 제어함으로써 적어도 부분적으로 조정된다.

[0065]

물론, 반사 표면(50)은 ARF에서와 같이 비대칭 축상 편광 특성을 가질 필요가 없다. 예를 들어, 대칭 다층 반사기가, 미세층의 개수, 층 두께 프로파일, 굴절률 등의 적절한 선택에 의해, 높은 반사율을 갖지만 상당한 투과를 갖도록 설계될 수 있다. 이러한 경우에, 광선(53, 55) 둘 모두의 s-편광 성분이 서로 동일한 방식으로 입사각에 따라 증가할 것이다. 역시, 이는 s-편광된 광 반사율의 특성으로 인한 것이지만, 상대적 증가량은 수직 입사 반사율의 초기값에 의해 좌우될 것이다. 광선(53, 55) 둘 모두의 p-편광 성분은 서로 동일한 각도 거동을 가질 것이지만, 이러한 거동은 63274W0004 출원에서 논의한 바와 같이, 평면내 굴절률 차이에 대해 미세층들 사이의 z-축 굴절률의 크기 및 극성을 제어함으로써 상기 언급한 3가지 경우 중 임의의 것이 되도록 제어될 수 있다.

[0066]

따라서, (존재하는 경우) 전방 반사기에서의 입사각에 따른 반사율의 증가가 사용가능한 편광 상태의 경사 광이 p-편광되어 있는 평면에 입사하는 사용가능한 편광 상태의 광과 관련될 수 있다는 것을 알 수 있다. 대안적으로, 이러한 반사율의 증가는 임의의 입사 평면에서 비편광된 광의 평균 반사율과 관련된다.

[0067]

바람직한 후방 반사기는 또한 가시광에 대해 높은, 전형적으로는 전방 반사기보다 훨씬 높은 반구 반사율을 가지며, 이는 전방 반사기가 의도적으로 백라이트의 요구되는 광 출력을 제공하기 위해 부분적으로 투과성이 되도록 설계되기 때문이다. 후방 반사기의 반구 반사율을 R_{hemi}^b 라고 하는 한편, 전방 반사기의 반구 반사율을 R_{hemi}^f 라고 한다. 곱 $R_{\text{hemi}}^f * R_{\text{hemi}}^b$ 는 적어도 70% (0.70), 75%, 또는 80%인 것이 바람직할 수 있다.

[0068]

소면적 광원으로부터 출력 영역의 전체 면적으로 광을 효율적이고 균일하게 확산시키는 것과 관련된 증광 광 재순환 공동의 설계에 몇 가지 핵심적인 태양이 있다. 이들은 1) 광원으로부터 공동 내로의 광의 적절한 방향성 주입, 2) 공동 내에서의 전방 산란 확산기 또는 반경면 반사 표면 또는 구성요소의 사용, 3) 광을 투과시키지만 궁극적으로 공동 내에서의 광선 방향을 랜덤화시키기 위해 대부분의 광선이 전방 반사기와 후방 반사기 사이에서 여러 번 재순환되도록 또한 실질적으로 반사성인 전방 반사기, 및 4) 최적의 구성요소 설계에 의해 손실을 최소화하는 것이다.

- [0069] 종래의 백라이트는 백라이트의 균일도를 향상시키기 위해 이들 기술들 중 하나 이상을 사용하였지만, 4가지 모두가 동시에 아주 작은 면적의 광원을 갖는 얇은 중공 백라이트에 대해 정확한 구성으로 되어 있지는 않다. 이들 공동 설계 태양에 대해 본 명세서에서 더 상세히 살펴본다.
- [0070] 광원으로부터 공동 내로의 광의 주입과 관련하여, 중공 도광체는 중실 도광체에 비해 상당히 다른 광 주입 요건을 갖는다. 예를 들어, 미국 특허 제6,905,220호(워트만(Wortman) 등)의 도 10에 도시되어 있는 바와 같은 에지형 중실 도광체는 중실 도광체의 하나의 에지에 단순히 형광 튜브(fluorescent tube)를 배치함으로써 중실 도광체 내로의 에지 주입을 설명하고 있다. 유사한 구성의 백라이트(210)가 본 출원의 도 2에 도시되어 있다. 형광 튜브(224)는 램버시안 방출기인데, 즉 모든 방향에서 동일하게 광이 방출된다. 튜브의 3/4을 미러(226)로 둘러싸면 역시 중실 도광체(240)의 편평한 수직 에지(242)에 입사하는 램버시안 광 필드(light field)를 생성한다. 스넬의 법칙(Snell's law)을 간단히 적용하면 그 표면에 입사하는(중실 도광체의 내부로 투과되는) 최고 각도 광선($\pm 90^\circ$)조차도, 추출 특징부를 만나지 않는 한, 전방 또는 후방 표면(244, 246)과 처음으로 만날 때 모두 내부 전반사될 것이다. 이러한 방식으로, 광선이 중실 도광체(240)를 가로질러 효율적으로 전달된다.
- [0071] 중실 도광체가 중공 도광체로 교체되는 경우, 어느 광선도 중공 도광체에 들어올 때 굴절되지 않는다. 램버시안 분포의 광선이 하나의 에지로부터 들어올 때, 도 3에 도시된 바와 같이, 많은 양의 광이 수직 방향으로(전방 반사기를 향해) 지향될 것이며, 여기서 백라이트(310)는 중공 도광체(316) 및 형광 튜브(324)를 포함하고 있다. 균일한 백라이트를 제조하기 위해, 부분 반사 필름이 광원 근방에서 극도로 반사성이어야 하고, 이어서 중실 도광체의 단계적으로 변하는 추출 패턴(graded extraction pattern)에서 필요한 것을 초과하는, 공동의 면에 걸쳐 크게 단계적으로 변하는 투과율(highly graded transmissivity)을 가져야만 한다.
- [0072] 부분 시준된 광원 또는 시준 광학 수단을 갖는 램버시안 광원을 사용하여 측방향 광 전달을 증진시키는 고지향성 광원(highly directional source)을 생성하는 보다 균일한 중공 백라이트가 제조될 수 있다. 이러한 광 주입기(426)의 일례가 도 4에 도시되어 있으며, 여기서 백라이트(410)는 중공 도광체(416), 하나 이상의 광원(424) 및 주입기(426)를 포함한다. 다른 적합한 광 주입기의 예는 발명의 명칭이 에지형 백라이트를 위한 시준 광 주입기(COLLIMATING LIGHT INJECTORS FOR EDGE-LIT BACKLIGHTS)인 공히 양도된 PCT 특허 출원(대리인 문서 번호 63034W0004)에 기술되어 있다. 광원으로부터의 원하는 정도의 시준 및 광 주입 각도를 제공하기 위해 임의의 적합한 기술, 예를 들어 복합 포물선형 집속기(compound parabolic concentrator) 형상의 광 주입기, 렌즈, 추출기 등이 이용될 수 있다.
- [0073] 몇몇 실시 형태에서, 광선은 바람직하게는 주로 수평 방향으로 중공 도광체 내로 주입되며, 즉 작은 반치폭(FWHM)을 제공하는 시준 특성을 가지며, 이때 광이 횡방향 평면에 대해 일정 정도 대칭으로 시준된다. 일부 유한의 광선 각도 분포가 회피될 수 있으며, 이러한 분포는 공동의 출력 면적에 걸쳐 광의 균일도를 제공하는 데 도움을 주기 위해 광원의 방출 패턴과 관련하여 시준 광학계의 형상에 의해 최적화될 수 있다. 부분 반사 전방 반사기 및 부분 확산 반경면 반사기는 균일하고 얇으며 효율적인 중공 도광체를 생성하기 위해 주입 광원 광학계와 조화되어 동작하는 광 재순환 및 랜덤화 광 공동을 생성한다.
- [0074] 몇몇 실시 형태에서, 에지형 백라이트의 휘도 균일도는 주입 광 출력 방향을 조준하거나 인접한 광원들 또는 광원 그룹들 사이의 간격을 조정하거나 이들 두 기술의 조합에 의해 향상될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 설명된 바와 같은 좁은 광 분포 원추각을 갖는 전방 방출 광원은 광원에 의해 방출되는 광의 방향을 제어하는 방법으로서 선택될 수 있다. 전형적으로, 에지형 백라이트의 경우, 광원은 방출 빔이 입력 에지 또는 에지들에 실질적으로 수직으로 그리고 서로 평행하게 지향되도록 백라이트의 하나 이상의 에지를 따라 배열될 수 있다. 하나 이상의 광원의 빔을 수직이 아닌 방향으로 그리고 백라이트의 선택된 면적을 향해 조준함으로써, 선택된 면적의 휘도가 증가될 수 있고 다른 면적에서 대응하는 휘도가 감소될 수 있다.
- [0075] 예를 들어, 하나의 에지를 따라 균일하게 배치된 수개의 LED를 갖는 백라이트에서, 모든 빔이 백라이트의 대략 중심에서 교차하도록 LED들이 조준될 수 있어서, 그 결과 중심이 밝고 에지가 덜 밝게 된다. 전부보다 적은 빔이 중심에서 교차하도록 지향되는 경우, 중심 휘도가 감소될 수 있어서, 휘도를 원하는 레벨로 조정하는 메커니즘을 제공한다. 예를 들어, 에지 부분을 더 밝게 하고 중심을 덜 밝게 하기 위해 유사한 배열이 사용될 수 있다. 광원의 방출 방향, 예를 들어 광원, 렌즈, 추출기, 시준 반사기 등의 장착 배향을 제어하기 위해 임의의 적합한 기술이 사용될 수 있다. 일반적으로, 광이 주로 횡방향 평면에 대해 0도를 포함하는 임의의 적합한 각도로 지향되도록 광원이 조준될 수 있다.
- [0076] 광원들 사이의 간격이 불균일하도록 광원들이 또한 백라이트의 하나 이상의 에지를 따라 배열될 수 있다. 이러한 상황에서, 보다 가깝게 이격된 광원들을 갖는 백라이트의 부분이 더 밝을 것이다. 예를 들어, 하나의 에지

를 따라 40개의 LED가 배치된 백라이트에서, 중심의 20개의 LED는 각각의 에지를 향해 10개의 측면 LED보다 더 가깝게 이격될 수 있어서, 중심이 더 밝게 될 수 있다. 에지를 더 밝게 하기 위해 유사한 조정이 사용될 수 있다.

[0077] 몇몇 실시 형태에서, 하나 이상의 광학 요소가 광원과 공동의 입구 사이에 위치될 수 있다. 임의의 적합한 광학 요소가 포함될 수 있다. 예를 들어, 원하는 광속 분포를 공동 내로 주입시키기 위해, 하나 이상의 흡수 또는 반사 필터가 광원과 공동 사이에 위치될 수 있다. 주입된 광으로부터 UV 또는 단파장 광을 감소시키거나 제거하여 백라이트 공동 물질의 광분해를 감소시키기 위해 다른 유형의 필터가 제공될 수 있다. 다른 적합한 필름 또는 필름들은 다층 광학 필름(예를 들어, DBEF, APF, 비대칭 반사 필름), 광 방향전환 필름(예를 들어, BEF) 등을 포함한다.

[0078] 또한, 예를 들어, 광학 요소는 하나의 특정의 광학 특성(예를 들어, 파장)을 갖는 하나 이상의 광원으로부터의 광을 제2 광학 특성으로 변환시키는 인광체 코팅을 갖는 필름 또는 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 도광체 및 간섭 반사기를 갖는 인광체 기반 조명 시스템(PHOSPHOR BASED ILLUMINATION SYSTEM HAVING A LIGHT GUIDE AND AN INTERFERENCE REFLECTOR)인 미국 특허 제7,255,469호(휘슬리(Wheatley) 등)를 참조한다.

[0079] 하나 이상의 광학 요소가 또한 공동 내로 주입되는 광의 방향을 수정하는 임의의 적합한 구조 또는 구조들, 예를 들어 굴절 구조, 반사 구조, 및 회절 구조를 포함할 수 있다.

[0080] 이제, 중실 도광체에 대한 중공 공동의 몇몇 이점에 대해 논의한다. 광이 저손실 중실 도광체 내에서 측방향으로 먼 거리를 이동할 수 있더라도, 도광체를 나와서 편광 또는 각도 변환을 위해 재순환되는 광은 그 후에 상당한 측방향 광 확산에 참여할 수 없다. 그 이유는 중실 도광체(540)를 포함하는 백라이트(510)의 개략 측면도를 도시한 도 5에 도시된 광선 다이어그램으로 가장 잘 설명된다. 광선(550)은 부분 반사 필름(548)에 의한 반사 후에 도광체(540)에 다시 들어갈 때 법선을 향해 굴절된다. 도광체(540)가 중공인 경우, 광선은 광선의 훨씬 더 많은 측방향 전파를 제공하는 경로(552)를 따라 진행할 것이다. 이러한 효과는 약 30도 또는 그 이상의 각도로 공기로부터 도광체(540)에 들어가는 광선에 대해 상당하다. 광선이 많은 각도들에 걸쳐 광을 산란시키는 다른 추출 도트(extraction dot)에서 중실 도광체(540)에 다시 들어가는 경우, 광의 일부는 큰 각도로 측방향으로 확산할 것이지만, 일부는 아주 작은 각도로 다시 들어갈 것이다. 순 효과는 광의 측방향 전파의 감소이다.

[0081] 계속 도 5를 참조하면, 초기 광선(554)이 투과 시에 광선(556)으로서 측방향 방향을 향해 굴절하는 것은 측방향으로 광을 확산시키는 중실 도광체 시스템에 대해 상당한 이점을 제공하는 것처럼 보일 것이다. 그러나, 이것은 하나의 횡단 평면 또는 투시에 대해서만 그렇다. 상부로부터(즉, 백라이트의 전방으로부터) 시스템을 보면, 도 6의 평면도에 도시된 바와 같이, 중공 도광체가 도 5의 평면에 직교인 방향을 따라 균일한 광 세기를 제공하는 데 우수하다는 것을 알 수 있다. 도 6에서의 광선(654)은 국소 표면의 법선을 향해 굴절되어 광선(656)을 생성하며, 이로 인해 광선이 도광체(640)의 (도 6에서 볼 때) 좌측 에지에 평행인 방향으로 거의 확산하지 않는다. 도 6의 도광체(640)가 중공인 경우, 광선(654)은 광선(656)의 경로로 굴절되지 않을 것이다. 그 대신에, 광선은 경로(658)를 따를 것이며, 그럼으로써 도광체의 에지에 있는 점 광원들 사이의 "간극"을 더 잘 채우게 된다.

[0082] 도 2 내지 도 6은 예지형 시스템을 도시한 것이지만, 동일한 원리들이 직하형 시스템에 적용된다. 직하형 시스템의 경우, 광원이 공동 내부에 있거나, 후방 반사기에 구멍 또는 입구가 만들어져, 이를 통해 광이 광원으로부터 공동에 들어갈 수 있다. 어느 경우든지, 후방 반사기에, 바람직하게는 가능한 한 작은 개구가 만들어지고, 그에 따라 광원이 삽입될 수 있거나 광원의 광이 후방 반사기의 전체 평균 반사율에 최소한의 영향을 미치면서 후방 반사기를 통과할 수 있다.

[0083] 직하형 시스템에서는, 주어진 광원으로부터의 광의 소량만이 그 광원과 바로 대향하는 출력 면적의 영역에서 전방 반사기에 직접 입사하는 것이 일반적으로 바람직하다. 이를 달성하는 한 가지 접근법은 광을 대체로 측방향 방향으로 방출하도록 설계되어 있는 패키징된 LED 등이다. 이러한 특징은 전형적으로 LED 패키지의 광학 설계, 구체적으로는 봉지 렌즈(encapsulant lens)에 의해 달성된다. 다른 접근법은 전방 반사기의 시선(line of sight)을 가로막기 위해 LED 상부에 국소 반사기를 배치하는 것이다. 이러한 목적을 위해 임의의 고효율 미러가 사용될 수 있다. 바람직하게는, 반사된 광을 광원으로부터 멀리 확산시켜서 재흡수되지 않도록 하기 위해 미러가 블록 형상으로 만족된다. 이러한 구성은 또한 광선 방향 벡터에 상당한 측방향 성분을 부여한다. 이러한 목적을 위해, 마이너스 초점 길이를 갖는 렌즈 또는 프레넬 렌즈(Fresnel lens)(즉, 발산 렌즈)와 같은 굴절 요소가 또한 사용될 수 있다. 또 다른 접근법은 광원을 전방 반사기의 편광 통과축에 대해 오정렬되어 있는 반사 편광기 단편으로 덮는 것이다. 국소 반사 편광기에 의해 투과된 광은 전방 반사기로 진행하며, 이 광은 전

방 반사기에서 대체로 반사되어 재순환됨으로써 광의 상당한 측방향 확산을 유발시킨다. 이와 관련하여, 발명의 명칭이 광 재순환 및 광원 편광기를 갖는 직하형 백라이트(DIRECT LIT BACKLIGHT WITH LIGHT RECYCLING AND SOURCE POLARIZERS)인 공히 양도된 미국 특허 출원 공개 제2006/0187650호(엡스테인(Epstein) 등)를 참조한다.

[0084]

제조 비용 또는 효율의 이유로 직하형 백라이트에 램버시안 방출 LED가 바람직한 경우가 있을 수 있다. 개개의 광 편향 장치가 유사한 이유로 바람직하지 않을 수 있다. 공동에서 더 큰 정도의 재순환을 하게 함으로써 이러한 공동으로 양호한 균일도가 여전히 달성될 수 있다. 이것은 훨씬 더 반사성이 높은, 예를 들어, 약 10% 또는 20% 미만의 총 투과율을 갖는, 반대로 말하면 90% 또는 80%의 반사율을 갖는 전방 반사기를 사용하여 달성될 수 있다. 편광된 백라이트의 경우, 이러한 구성은 추가적으로 전방 반사기의 차단축이 1% 내지 2% 또는 그 이하 정도의 아주 낮은 투과율을 가질 필요가 있다. 그러나, 매우 많은 양의 재순환은 공동에서 허용가능하지 않은 손실을 야기할 수 있다.

[0085]

국소 반사기 또는 편향기가 램버시안 광원을 은폐시키는 해결책으로서 타당하지 않은 경우, 도 7에 도시된 바와 같이, 전방 및 후방 반사기(712, 714)와 동일 공간에 있는 제3 구성요소(760)가 공동(716)에 추가될 수 있다. 이러한 제3 구성요소(760)는 확산기, 예컨대 표준 체적 확산기, 발산 프레넬 렌즈의 밀집 어레이(close-packed array), 또는 다른 부분 반사기일 수 있다. 이러한 제3 구성요소(760)는 전방 반사기(712)가 편광시키고 있는 경우 편광시킬 필요가 없다. 렌즈 어레이가 사용되는 경우, 렌즈는 선형, 원형, 타원형, 또는 임의의 적합한 형상일 수 있다. LED들의 열에 수직인 방향으로 광을 확산시키는 데 선형 렌즈가 유용하다. 제3 구성요소에 어느 것이 사용되든지 간에, 아주 손실이 적은 물질로 구성되는 것이 바람직한데, 그 이유는 그것이 공동 내의 아주 반사성이 높은 표면들 사이에서 사용되고 재순환되는 광이 이러한 구성요소를 여러 번 통과할 것이기 때문이다.

[0086]

중실 도광체에 대해 중공 공동의 이점 및 설계 어려움 중 일부에 대해 살펴보았으며, 지금부터는 반경면 반사 및 투과 구성요소에 대해, 그리고 중공 재순환 공동 백라이트에서 램버시안 또는 경면 구성요소만을 사용하는 것보다 이들을 사용하는 것의 이점에 대해 상세히 설명 및 기술하기로 한다.

[0087]

순수 경면 반사기(때때로 미러라고 함)는 "입사각과 반사각이 같다"는 광학 법칙에 따라 동작한다. 이것은 도 8의 중공 공동(816)에서 알 수 있다. 이 도면에서, 전방 및 후방 반사기(812, 814) 둘다는 순수 경면이다. 처음으로 시작하는 경사 광선(850)의 작은 부분이 전방 반사기(812)를 통해 투과되지만, 나머지는 동일한 각도로 후방 반사기(814)로 반사되고, 다시 동일한 각도로 전방 반사기(812)로 반사되며, 도시된 바와 같이 이하 마찬가지이다. 이러한 구성은 공동(816)에 걸쳐 최대 측방향 광 전달을 제공하는데, 그 이유는 재순환된 광선이 공동(816)의 측방향 광 전달에서 방해받지 않기 때문이다. 그러나, 공동에서 각도 혼합이 일어나지 않는데, 그 이유는 주어진 입사각으로 전파하는 광을 다른 입사각으로 변환시키는 메커니즘이 없기 때문이다.

[0088]

반면에, 순수 램버시안 반사기는 모든 방향에서 동일하게 광선을 방향전환시킨다. 이것은 도 9의 중공 공동(916)에서 알 수 있으며, 이 경우 전방 및 후방 반사기(912, 914) 둘다가 순수 램버시안이다. 동일한 처음으로 시작하는 경사 광선(950)은 전방 반사기(912)에 의해 모든 방향으로 즉각 산란되고, 산란된 광의 대부분이 다시 공동(916) 내로 반사되지만, 일부는 전방 반사기(912)를 통해 투과된다. 반사된 광의 일부는 "전방으로"(도면에서 알 수 있는 바와 같이 일반적으로 우측으로) 진행하지만, 동일한 양이 "후방으로"(일반적으로 좌측으로) 진행한다. 전방 산란이란, 반사 광의 측방향 또는 평면내(당해 산란 표면에 평행인 평면) 전파 성분을 말한다. 이 프로세스가 반복될 때 몇 번의 반사 후에 광선의 전방 지향 성분이 크게 감소된다. 이 빔은 급속히 확산되어, 측방향 전달이 최소로 된다.

[0089]

반경면 반사기는 경면 및 확산 특성의 균형을 제공한다. 도 10의 중공 공동(1016)에서, 전방 반사기(1012)는 순수 경면이지만, 후방 반사기(1014)는 반경면이다. 동일한 처음으로 시작하는 경사 광선(1050)의 반사된 부분은 후방 반사기(1018)에 충돌하고, 제어된 양으로 실질적으로 전방-산란된다. 이어서, 반사된 광 원추는 부분적으로 투과되지만, 대부분이 후방 반사기(1014)로 다시 (경면) 반사되며, 모두가 여전히 대부분 "전방" 방향으로 전파한다.

[0090]

따라서, 반경면 반사기는 재순환 공동에 걸쳐 측방향 광 확산을 증진시키면서 광선 방향 및 편광의 적절한 혼합을 제공한다는 것을 알 수 있다. 부분 확산이지만 실질적으로 전방 지향 성분을 갖는 반사기는 광선 반사의 총 반사 횟수가 더 적으면서 더 많은 광을 더 멀리까지 전달할 것이다. 정성적인 방식으로는, 반경면 반사기가 역방 산란보다 전방 산란을 실질적으로 더 많이 제공한다고 말할 수 있다. 반경면 확산기는 거의 대부분의 입사 광에 대해 광선 방향의 법선 성분을 반전시키지 않는 것으로 정의될 수 있는데, 즉 광이 실질적으로 전방(z) 방향으로 투과되고 일정 정도가 x 및 y 방향으로 산란된다. 반경면에 대한 보다 정량적인 설명은 여러 실시예들

과 관련하여 이하에서 제공된다.

- [0091] 도 8 내지 도 10은 단지 2개의 주요 광학 구성요소, 즉 전방 및 후방 반사기를 사용하는 공동 설계를 도시한다. 이 경우에, 반사기들 중 적어도 하나가 반경면이어야 한다. 다른 하나는 경면 또는 반경면이거나, 심지어 램버시안일 수 있지만, 반경면이 효율 및 균일도에서 이점이 있다. 도 10의 2구성요소 시스템에 대한 대안으로서, 부가의 광학 구성요소가 재순환 공동 내에 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 삽입될 수 있으며, 이러한 부가의 구성요소는 공동에 원하는 정도의 반경면성을 제공하도록 맞춰질 수 있다. 간단한 예가 도 11에 도시되어 있다. 이 경우에, 반경면 확산 필름(1170)이 공동(1116)에서 전방 반사기와 후방 반사기(1112, 1114) 사이에 현수되어 있으며, 이들 반사기 둘다가 경면 또는 반경면일 수 있다. 공동 내의 구성요소의 수를 최소로 하는 것이 종종 바람직하지만, 제3 구성요소의 사용이 전방 또는 후방 반사기의 최소 손실 설계를 가능하게 함으로써 때때로 더 높은 효율의 공동을 제공할 수 있다.
- [0092] 전방 산란 요소에 의한 공동 내에서의 광선의 혼합은 몇 가지 방식으로 달성될 수 있다. 이는 전방 또는 후방 반사기의 일체형 부분이거나 전방 또는 후방 반사기에 라미네이팅된 확산 요소에 의해, 또는 도 11에 도시된 바와 같이, 이 둘 사이의 임의의 위치에 배치된 별도의 확산 시트를 사용하여 행해질 수 있다. 이들 옵션 중 임의의 것의 조합이 또한 가능하다. 선택은 광학 손실, 구성요소 비용 및 제조 편의성과 같은 문제들의 상대적 중요성에 의존한다. 확산 요소는 전방 또는 후방 반사기에 부착되거나 그의 일체형 부분일 수 있거나, 확산기와 반사기 사이에 공극이 제공될 수 있다.
- [0093] 확산기가 어느 한 반사기의 일체형 부분이든지, 어느 한 반사기에 라미네이팅되어 있든지, 별도의 구성요소로서 공동에 배치되어 있든지 간에, 전체적인 원하는 광학 성능은 후방 반사기에서 전방 반사기로 그리고 다시 반대로의 한번의 왕복 경로를 완료하는 광선에 대해 램버시안 분포보다 실질적으로 더 좁은 각도 확산 기능을 갖는 것이다. 반경면 반사기는 경면 및 램버시안 반사기 둘다의 특성을 가질 수 있거나, 경면 방향을 중심으로 잘 정의된 가우시안 원추(Gaussian cone)일 수 있다. 이 성능은 어떻게 구성되어 있는가에 크게 좌우된다. 확산기 구성요소가 또한 반사기와 분리되어 있을 수 있다는 것을 염두에 두면서, 후방 반사기에 대한 다음과 같은 몇 가지 가능한 구성이 존재한다: 예컨대 (1) 부분 투과 경면 반사기 및 고반사율 확산 반사기, (2) 고반사율 경면 반사기를 덮고 있는 부분 램버시안 확산기, (3) 전방 산란 확산기 및 고반사율 경면 반사기, 또는 (4) 주름진(corrugated) 고반사율 경면 반사기.
- [0094] 각각의 번호가 매겨진 구성에 있어서, 나열된 첫번째 요소는 공동 내부에 있도록 배열된다. 구성 (1) 내지 (3)의 첫번째 요소는 후방 반사기의 면적에 걸쳐 연속적이거나 불연속적일 수 있다. 또한, 첫번째 요소는 확산기 특성의 단계적 변화를 가질 수 있거나, 단계적으로 변하는 부가적인 확산기 패턴으로 인쇄 또는 코팅될 수 있다. 단계적으로 변하는 확산기는 선택적이지만, 다양한 백라이트 시스템의 효율을 최적화하는 것이 바람직할 수 있다. "부분 램버시안(partial Lambertian)"이라는 용어는 입사광의 일부만을 산란시키는 요소를 의미하는 것으로 정의된다. 이러한 요소에 의해 산란되는 광의 일부가 거의 균일하게 모든 방향으로 지향된다. 구성 (1)에서, 부분 경면 반사기는 전방 반사기에 이용되는 것과 상이한 구성요소이다. 이 경우에, 부분 반사기는 공간적으로 균일한 중간 반사율 필름일 수 있거나, 천공된 다층 또는 금속 반사기와 같은 공간적으로 불균일한 반사기일 수 있다. 경면성의 정도가 천공의 크기 및 수를 변경함으로써 또는 필름의 기본 반사율을 변경함으로써, 또는 둘다에 의해 조절될 수 있다.
- [0095] 구성 (4)는 다층 중합체 미러 필름을 열 엠보싱(thermally embossing)함으로써 또는 이러한 필름을 물리적으로 주름지게 함으로써 제조될 수 있다. 또한, 이들 형상을 갖는 임의의 표면이 금속 또는 보강된 금속 반사 필름으로 코팅될 수 있다. 게다가, (1) 내지 (3)의 반경면 구성은 광 전달 특성을 최적화시키기 위해 주름지게 하거나 엠보싱될 수 있다.
- [0096] 재순환 공동의 전방 반사기는 후방 반사기와 유사한 구성을 갖지만 몇몇 눈에 띄는 차이점을 갖는 반경면으로 제조될 수 있다. 몇몇 구성으로는, (a) 부분 반사 램버시안 확산기 및 부분 경면 반사기, (b) 전방 산란 확산기 및 부분 경면 반사기, (c) 전방 산란 부분 반사기, 또는 (d) (a) 내지 (c)의 다양한 조합이 있다.
- [0097] 이들 구성의 요소들은 전방 반사기의 면적에 걸쳐 연속적이거나 불연속적일 수 있다. 예를 들어, 이러한 요소들은 확산 또는 반사 특성 또는 둘다의 단계적 변화를 가질 수 있다. 이들 요소는 단계적 변화가 있는 패턴으로 인쇄 또는 코팅될 수 있다. 단계적으로 변하는 확산기는 선택적이지만, 다양한 백라이트 시스템의 효율을 최적화하는 것이 바람직할 수 있다. "부분 램버시안"이라는 용어는 입사광의 일부만을 램버시안 패턴으로 산란시키고 나머지는 일부 다른 각도 분포, 예컨대 경면으로 산란되는 요소를 말한다.

- [0098] 역시, 나열된 첫번째 요소는 재순환 공동 내부에 있도록 배열된다. 3가지 구성 전부의 첫번째 요소는 부분 반사기의 면적에 걸쳐 연속적이거나 불연속적일 수 있고, 첫번째 요소는 확산기 특성의 단계적 변화를 가질 수 있거나, 단계적으로 변하는 부가의 확산기 패턴으로 인쇄 또는 코팅될 수 있다.
- [0099] 확산기가 공동 내의 어딘가에 배치되어 있는 경우, 전방 및 후방 반사기 중 하나 또는 둘다가 경면일 수 있다. 반사기 중 하나는 또한 램버시안일 수 있지만, 일반적으로 이것은 최적의 구성이 아니며, 예지형 백라이트에 대해 특히 그렇다. 이 경우에, 다른 하나의 반사기가 반경면 또는 경면일 수 있다. 전방 산란 확산기는 표면 또는 체적 확산기일 수 있고, 방향 또는 편광 상태 둘다에 대해 대칭 또는 비대칭일 수 있다.
- [0100] 정량적으로는, 반경면성의 정도(주어진 반사기 또는 다른 구성요소의 경면 대 램버시안 특성)가 각각 F 및 B라고 하는 전방 및 후방-산란된 광 성분의 광속을 비교함으로써 효과적으로 특성화될 수 있다. 전방 및 후방-산란된 광속이 모든 입체각에 걸쳐 적분된 반사 세기(또는 광 투과 구성요소의 경우에 적분된 투과 세기)로부터 획득될 수 있다. 반경면성의 정도는 다음과 같이 주어지는 "전달비"에 의해 특성화될 수 있다.
- [0101]
$$T = (F - B)/(F + B).$$
- [0102] T는 순수 경면에서 순수 램버시안으로 이동함에 따라 0 내지 1의 범위에 있다. 순수 경면 반사기의 경우, 후방-산란이 없으며($B = 0$), 따라서 $T = F/F = 1$ 이다. 순수 램버시안 반사기의 경우, 전방 및 후방-산란된 광속이 동일하고($F = B$), 따라서 $T = 0$ 이다. 실험적으로 측정된 값을 갖는 실시예들이 이하에서 제공된다. 임의의 실제 반사 또는 투과 구성요소의 전달비는 입사각의 함수이다. 이것이 논리적인데, 그 이유는 전방-산란된 광의 양이, 예컨대 거의 수직인 입사 광선과 스침-입사 광선(grazing-incident ray)에 대해 서로 다를 것으로 예상될 것이기 때문이다.
- [0103] 재순환 공동과 관련하여, "유효 공동 전달비(effective cavity transport ratio)", 즉 재순환 공동의 전체 순회 또는 사이클 이후에 주어진 입사 광선이 경험하는 전달비를 정의할 수 있다. 이 양이 중요할 수 있는데, 적어도 하나의 반경면 구성요소 및 적어도 하나의 부가적인 산란 구성요소(반경면이든 램버시안이든지 간에)를 포함하는 공동에서 특히 그렇다. 전달비가 일반적으로 입사각의 함수이기 때문에, 유효 공동 전달비를 공동에 주입된 시준된 광의 FWHM 특성으로 평가 또는 규정할 수 있다.
- [0104] 광선이 하나의 각도로 반사기 또는 확산기와 한번 상호작용하는 것에 대해 전달비가 잘 정의되어 있다. 양호한 재순환 공동에서는 광선이 적어도 2개의 반사 또는 확산 구성요소와, 아마도 3개 또는 그 이상의 이러한 구성요소와 모든 각도에서 여러 번 상호작용하게 된다. 한 번의 상호작용에 대한 전달비가 입사각의 함수이기 때문에, 그에 따라 전체적인 공동 전달비에 대한 설명은 하나의 구성요소에 대한 것보다 더 복잡하다. "유효 공동 전달비" 또는 보다 설명적으로 "공동 전달값"은 공동이 얼마나 잘 주입된 광을 주입 지점으로부터 공동 내의 멀리 떨어진 지점으로 확산시킬 수 있고 또한 광을 균일하게 관찰자를 향해 지향시키기에 충분하게 랜덤화시키는지의 척도이다. 상대 공동 전달값을 측정하는 간단한 방법은 경면, 반경면, 및 램버시안 구성요소의 다양한 조합의 상대적 장점을 판단하는 데 유용하다. 이를 위해, 다음과 같이 표현되는 각각의 구성요소에 대한 전방 전달수(forward transport number)(fT)를 정의한다.
- [0105]
$$fT = F/(F+B),$$
- [0106] 여기서, F 및 B는 본 명세서에 기술된 바와 같이 정의되고 측정되지만, 한 번의 상호작용의 모든 각도에 걸쳐 평균된다. 15도 내지 75도의 입사각에서 약 15도 이하의 간격에서의 측정이 적절한 평균을 제공하는 데 충분하다. F 및 B는 전방 및 후방 산란된 광의 상대 비율이고, 정의에 의해 $F+B = 1$ 이며, 간단히 전방 산란된 광의 비율인 $fT = F$ 를 제공한다. 그러면, 공동 전달값(CT)는 공동의 전방 및 후방 반사기의 F 값의 곱이다.
- [0107]
$$CT = F_{front} * F_{back}.$$
- [0108] 예를 들어, 경면 전방 반사기($F_{front} = 1$) 및 반경면 후방 반사기($F_{back} = 0.75$, 및 전달비 $T = 0.5$)는 전체 공동 전달값 $CT = 1*0.75 = 0.75$ 을 갖는다.
- [0109] 다른 예로서, 전방 반사기가 $F_{front} = 0.5$ ($T = 0$)이 되도록 램버시안이고 후방 반사기가 $F_{back} = 0.75$ ($T = 0.5$)이 되도록 반경면인 경우, 전체 공동 전달값은 $CT = 0.5*0.75 = 0.375$ 이다. 후자의 공동이 첫번째 예의 공동보다 주입 지점으로부터 주어진 거리까지 훨씬 더 적은 광을 전달할 것으로 예상된다. 이 예측은 본 명세서에 기술되는 바와 같은 실험으로 확인된다.
- [0110] 몇몇 응용에서, 전방 반사기는 경면 또는 반경면 반사기와 그 다음에 오는 광 방향전환 층 또는 서로 라미네이

팅되거나 그렇지 않을 수 있는 하나 이상의 확산기와 같은 몇 개의 구성요소의 스택으로 이루어질 수 있다. 전방 및 후방 반사기 각각은 특정 순서로 조립되는 일련의 구성요소들로서 형성될 수 있다. 전방 반사기 또는 후방 반사기를 구성하고 있는 모든 구성요소들의 집합적 전달 특성은 한 번의 측정으로 결정될 수 있다. 구성요소들의 스택의 전달 특성에 대한 개개의 구성요소(예를 들어, 필름)의 영향은 스택에서의 구성요소의 순서 및 배향과 스택에서의 다른 구성요소들의 특성에 좌우된다. 적어도 이들 이유로 인해, 스택이 전체로서 측정될 수 있다. 전방 반사기의 구성요소들이, 내부 공동 표면이 측정 광 빔을 향한 상태에서, 아우트로닉스(Autronics) 및 레이디언트 이미징(Radiant Imaging)(미국 워싱턴주 두발 소재)에 의해 제조된 것과 같은 측정 장치 내에 배치될 수 있다.

[0111] 반경면 반사기에 대해 전술한 F 및 B의 측정은 반사 모드에서 행해지며, 이는 입사 빔의 일부가 확산 층을 두 번 통과하거나 확산 층에서 한 번 반사된다는 것을 의미한다. 확산기가 공동에서 전방 반사기와 후방 반사기 사이의 어딘가에 배치된 중간 구성요소인 경우, 광선은 전달 프로세스 동안 한 번의 전방-후방 사이클을 이루는데 이를 두 번 통과한다. 이 때문에, 중간 구성요소의 F 및 B 값을 미리 상에 코팅된 확산기와 동일한 방식으로 측정된 것으로서 정의한다. 중간 구성요소는 전방 또는 후방 반사기와 그룹지어질 수 있으며, 중간 구성요소와 선택된 반사기의 조합된 전달 특성이 함께 측정될 수 있다. 광의 대부분이 중간 구성요소 상에서(또는 아래로부터 중간 구성요소 내의 구멍을 통해) 공동 내로 주입되는 경우, 중간 구성요소는 하부 반사기와 그룹지어질 수 있다. 대부분의 광이 중간 구성요소의 아래에서 주입되는 경우, 중간 구성요소는 전달 측정을 위해 전방 반사기와 그룹지어질 수 있다.

[0112] 곱 CT가 공동 내의 적어도 하나의 방위(평면내) 방향을 따라 약 0.5 초과 및 약 0.95 미만인 경우에 공동은 반경면으로서 정의된다. 몇몇 실시 형태에서, 반경면 공동이 약 0.6 초과의 CT를 갖는 것이 바람직할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 반경면 공동이 약 0.7 초과의 CT를 갖는 것이 바람직할 수 있다.

[0113] 중간 구성요소가 전방 및 후방 반사기와 완전히 동일한 공간에 있지는 않은 경우, 전체 공동 전달(CT)는 상이한 구성요소를 포함하는 공동의 상이한 면적의 CT 값의 가중 평균으로 취해질 수 있다.

[0114] 가장 통상적인 확산기에서, T는 0 내지 1의 범위에 있고, F는 0.5 내지 1.0의 범위에 있다. 그러나, 소정의 재귀반사 특성을 갖는 물질이 확산기로 사용되는 경우, T는 마이너스일 수 있고 0 내지 -1의 범위에 있을 수 있으며, F는 0 내지 0.5의 범위에 있을 수 있다. 재귀반사 물질의 예로는 유리 비드(glass bead) 및 90도 또는 거의 90도 각도의 면(facet)을 갖는 프리즘 구조를 포함한다. 평면 기관(예를 들어, BEF) 상의 중실 프리즘 어레이는 프리즘의 선형 방향에 수직인 평면에서, 하지만 단지 +/- 10도 미만과 같은 제한된 각도 범위에 걸쳐 평면 측면에 입사하는 광에 대해 재귀반사이다.

[0115] 경면 반사의 개별 면을 갖는 중공 90도 면 구조는 0 내지 45도의 전체 각도 범위에 대해 재귀반사이고, 또한 흠 방향에 수직인 방향에 대해 0 내지 90도의 모든 입사각에 대해 0의 전방 전달을 갖는다.

[0116] BEF 및 그의 많은 변형과 같은 비대칭 구성요소, 또는 블렌드 또는 홀로그래픽 구조와 같은 비대칭 확산 물질은 다양한 방향을 따라 상이한 공동 전달값을 생성할 수 있다.

[0117] F의 값을 곱하여 얻어지는 CT의 값은 공동의 전달 특성의 상대 척도에 불과하다. 광원으로부터의 거리의 함수인 광 세기의 수치값이 또한 공동의 기하학적 형상 및 전방 및 후방 반사기의 반사율에 좌우된다. 반사기의 반사율이 높을수록, 광이 공동 내에서 더 멀리 전달될 수 있다. 예시적인 실시 형태에서, R_{hemi} 는 전방 반사기에 대해 0.6 초과 또는 심지어 0.8 초과일 수 있고, 후방 반사기에 대해 약 0.95 초과일 수 있다.

[0118] 공동 전달값이 실험 공동에서 경면(예를 들어, ESR, 평균 $T \approx 1$), 반경면-1(예를 들어, 공극을 갖는 ESR 상의 BEF-III, 평균 $T \approx 0.67$, 프리즘 길이축에 수직), 반경면-2(예를 들어, 비드 코팅된 ESR, 평균 $T \approx 0.4$), 및 램버시안(예를 들어, TIPS, 평균 $T \approx 0.02$) 반사기의 상이한 조합을 전방 및 후방 반사기로 사용하여 측정되었다. 전방 및 후방 반사기 둘다가 이 실험에서 공동의 길이를 따라 가변적인 광 손실의 복잡성을 없애기 위해 높은 반사율을 갖도록 선택되었다. 이러한 방식으로, 광 전달 특성이 샘플들 사이의 유일한 주요 변수이다.

[0119] 수평선 아래 30도로 조준되어 있는 녹색 레이저를 사용하여 광이 10.16 cm (4 인치) 폭의 공동(높이가 1.27 cm (1/2 인치)이고 길이가 30.48 cm (12 인치)임)의 하나의 개방된 단부 내로 주입되었다. 대면적의 비정질 규소 태양 전지가 공동의 다른 단부를 덮고 있으며 전류계와 직렬로 연결될 때 광 검출기로서 역할한다. 공동의 단부에 있는 검출기에 의해 수집된 광의 양으로 측정되는 상대 공동 전달은 이상의 분석으로부터 예상되는 바와 같이 이하의 순서로 감소된다. (경면/경면) > (반경면/경면) > (램버시안/경면) > (반경면/반경면) > (반경면/램버시안) > (램버시안/램버시안). 두번째로 기재된 구성요소는 하부 반사기이고, 레이저 광이 처음에 이 하부

반사기를 향해 지향되었다. 이들 조합의 일부의 순서는 다양한 다른 반경면 구성요소에 대한 T의 값에 따라 변할 수 있다. 가장 높은 전달값을 제공한, (ESR/ESR) 경우로 정규화된 상대 세기가 이하의 표에 기재되어 있다. 측정된 세기가 계산된 CT 값에 선형이 아니라는 것에 유의한다. 이것이 예상되는 이유는 실제 세기가 전술한 바와 같은 많은 인자들에 좌우되기 때문이다. 그러나, CT 값은 광을 전달하는 다양한 공동 구성에서 상대 세기의 양호한 예측을 제공한다.

상부/하부 반사기 유형	상부 반사기	F_{top}	하부 반사기	F_{Bottom}	CT	측정된 광 세기
경면/경면*	ESR	1	ESR	1	1.00	1
반경면-1 /경면	ESR-BEF-III	0.83	ESR	1	0.83	0.226
반경면-2 /경면	비드화(beaded) ESR	0.7	ESR	1	0.70	0.163
반경면 /반경면	ESR-BEF-III	0.83	비드화 ESR	0.7	0.58	0.058
램버시안 /경면	1 TIPS 필름	0.5	ESR	1	0.50	0.091
램버시안 /반경면	1 TIPS 필름	0.5	ESR-BEF III	0.83	0.42	0.047
반경면-2 /램버시안	비드화 ESR	0.7	2 TIPS 필름	0.5	0.35	0.029
램버시안 /램버시안	1 TIPS 필름	0.5	2 TIPS 필름	0.5	0.25	0.024
* 이러한 모든 경면 경우에 광의 소정의 초기 전방 및 측방향 산란을 제공하기 위해, 1.7 cm × 6 cm의 BEF-III 단편이 홈 상부에, 샘플 및 빔에 수직인 홈에 배치되었으며, 여기서 레이저는 먼저 ESR에 충돌한다. ** 하부 반사기가 또한 반경면 하부 필름을 제외하고는 측벽 상에 있으며, 이 경우에 이는 측벽 상의 ESR이다.						

[0120]

[0121]

구성요소들 중 하나 이상이 공간적으로 단계적 변화가 있는 경우(예를 들어, 확산기), 전체 공동 전달값이 동일한 방식으로 단계적으로 변할 것이다. 그러면, 공동 전달(CT)은 면적에 걸쳐 공동의 측정된 CT 값을 평균함으로써 결정될 수 있다.

[0122]

출원인은 14 mm의 공동 깊이를 갖는 116.8 cm (46 인치) 대각선 LCD 디스플레이와 같은 유용한 백라이트 공동의 기하학적 형상의 예시적인 실시 형태에서, 전방 반사기 R_{hemi}^f 가 70% 또는 그 이상이고 시준 광 주입의 FWHM이 60도 또는 그 이하일 때, 출력 휘도의 비교적 균일한 공간적 변동을 제공하기 위해서는 0.50 초과의 CT 값이 필요하다는 것을 알았다.

[0123]

실질적으로 램버시안에서 실질적으로 경면에 이르는 광범위한 반사기 유형들을 나타내는 상세한 실시예가 이하에 제공된다. 반경면 실시예는 구성 (2) 및 (3)에 대한 것이며, 경면 반사기를 선택된 확산기로 덮음으로써 제조된다. 모든 샘플이 반사된 광의 각도 분포와 관련하여 특성화되었다. 이것은 반사 모드에서 독일 소재의 아우트로닉스-멜처스 게이메하(Autronic-MELCHERS GmbH)로부터 입수가 가능한 아우트로닉스 코노스코프(Autronics Conoscope)를 사용하여 행해졌다. 샘플이 코노스코프 렌즈로부터 약 2 mm 떨어져 초점에 배치된다. 샘플이 기기에 의해 선택된 입사각의 백색 시준된 광으로 조명된다. 샘플로부터 반사된 광은 코노스코프 렌즈로 집광되어 2차원 검출기 어레이(CCD 카메라) 상으로 이미징된다. 이 이미지는 보정 파일(calibration file)을 사용하여 각도 분포 함수로 변환된다. 이 기기는 다양한 반경면 및 확산 반사기의 각도 반사 특성의 아주 유용한 비교를 제공한다. 반사기의 상당한 경면 성분은 경면 각도 근방에 있는 검출기를 포화시킬 수 있지만, 이 값은 보다 낮은 감도의 기계 설비에서 별도로 측정될 수 있다.

[0124]

실시예 F: 비드 코팅된 ESR

[0125]

LCD 백라이트에서 휘도 향상 필름으로서 통상 사용되는 비드화 이득 확산기 필름의 구조와 유사하게, 비퀴티(Vikuiti™) ESR 필름과 실질적으로 동일한 필름을 중합체 결합체와 혼합된 PMMA 비드로 코팅하였다. 필름의 샘플을 아우트로닉스 코노스코프에 삽입하였고, 방위 방향 파이(Phi)(표면 법선 방향을 중심으로 피봇되는 입사 평면의 회전)가 0인 입사 평면에 다양한 입사각 θ 로 입사하는 시준된 광으로 조명하였다. 측정된 반사광 세기 대 모든 세타(theta) 및 파이 각도에 대한 각도 데이터가 도 12에 있는 것과 같은 윤곽선 플롯으로 시각화될 수 있으며, 이는 45도의 입사각에 대한 것이다. 윤곽선 플롯은 극좌표 플롯이며, 반사 각도가 임의의 방위(파이) 방향을 따라 0도 내지 80도의 범위에 있다. 수평 방향은 파이 = 0 축이라고 하며, 수직 방향은 파이 = 90 축이라고 한다. 파이 = 0도 축 근방에서 세타 = 42도 내지 80도의 각도 범위에 대해 검출기가 차단되며, 그 결과 도면에서 알 수 있는 바와 같이 아티팩트(artifact)가 나타난다. 경면 반사된 성분의 각도 중심은 외견상 파이

= 0도 축을 따라 -45도 근방에 있다.

[0126] 이상에서 설명한 바와 같이, 경면 대 램버시안 특성의 정도가 전방 및 후방-산란 광 성분(각각 F 및 B)의 광속을 비교함으로써 효과적으로 특성화될 수 있으며, 이는 플롯의 좌 및 우측 절반에 대한 세기의 적분(파이 = 90 축의 우측 및 좌측에서의 세기의 적분)으로부터 얻어질 수 있다. 그러면, 경면성의 정도는 전달비 $T = (F - B)/(F + B)$ 에 의해 특성화된다.

[0127] 도 12의 윤곽선 플롯은 단지 예시적인 것이며, T의 계산에 사용하지 않았다. 그 대신에, 각각 파이 = 0 및 파이 = 90 방향에 대한 도 13a 및 도 13b에 도시된 정량적 반사율 값을 사용하였다. 파이 = 0 축을 따라, 가우시안 산란 분포의 특성은 물론 각도에 따라 일정한 기선(baseline) 램버시안 성분도 볼 수 있다. $\Theta = 42$ 도 내지 90도로부터의 데이터는 아우트로닉스 기기의 입사 빔 광학 성분에 의한 차단으로 인해 기록되지 않는다. 이들 각도에서의 느리게 변하는 휘도 데이터를 갖는 반사기의 경우에, 이 데이터는 인접 면적들에서의 값을 사용하여 차단된 면적에서 추정될 수 있다. 파이 = 90 축을 따라, 세기는 램버시안 반사기에 대해서와 같이 비교적 평탄하다. 모든 입체각에 걸쳐 적분하면 (45도 입사각에 대한) 이 샘플의 전달비 값 $T = 0.50$ 이 얻어진다.

[0128] 이상에서 설명한 바와 같이, 전달비는 일반적으로 입사각의 함수일 것이다. 수직 입사에서, 대부분의 샘플의 경우, 전방 및 역방 성분이 일반적으로 동일할 것이며, $T = 0$ 이 된다. 그러나, 더 높은 입사각에서, 주어진 반사기의 전방 산란의 정도가 더 명백하게 될 것이다. 비드 코팅된 ESR을 다양한 입사각에서 측정하였으며, 이들 입사각에 대해 전달비(T)가 도 14에서 곡선(F)로 플롯팅되어 있다. 최대 전달비는 $\Theta = 45$ 근방에서 일어난다. 유사하게, 이하에서 추가로 기술되는 바와 같이, MCPET(실시예 C 참조)의 전달비를 동일한 방식으로 측정하였다. 측정된 전달비는 가능하게는 측정된 입사각에서의 작은 오차로 인해, 이들 샘플에 대해 수직 입사에서 정확히 0이 아니다.

[0129] 도 14의 플롯에서, 이상적인 램버시안 반사기 또는 투과기(확산기)가 점선으로 도시되어 있으며, 모든 입사각에 대해 $T = 0$ 의 값을 갖는다. 이와 달리, 이상적인 경면 반사기 또는 투과기(두꺼운 실선으로 도시됨)는, T가 0으로 떨어지는 정확히 0도의 입사각을 제외하고는, 모든 입사각에 대해 $T = 1$ 의 값을 갖는다.

[0130] 다양한 다른 반사기를 또한 이하의 부가적인 실시예들에 개략적으로 설명된 바와 같이 구성하였다. 다른 유형의 반사기들이 상이한 반사 특성을 갖지만, 경향은 유사하다. 15도 초과에서, 전달비는 일반적으로 입사각에 따라 느리게 증가한다. 가장 빠른 증가는 수직 입사를 초과하는 작은 각도에서 있다. 순수 경면 반사기는 수직 입사에서 $T = 0$ 을 갖고, 모든 다른 각도에서 $T = 1$ 을 갖는다. 순수 램버시안 반사기는 모든 각도에서 $T = 0$ 을 갖는다. 실시예 A 내지 실시예 K는 상이한 반사기 구성으로 넓은 범위의 전달비가 얻어질 수 있다는 것을 명확히 보여준다. 이 데이터가 도 14에 요약되어 있으며, 샘플 설명, 라벨링 및 반사율 그리고 45도에서의 전달비(T)가 이하의 표에 주어지 있다.:

라벨	샘플 설명	반사율	45°에서의 T
A	TIPS (0.55 mm)	0.985	0.011
B	미쯔비시(Mitsubishi) W270 (125 마이크로미터)	0.945	0.065
C	MCPET	0.98	0.129
D	아스트라(Astra) DR85C + X-ESR	0.965	0.194
F	비드화 ESR	0.98	0.496
G	PEN/PMMA 블렌드 + X-ESR (X-축)	0.98	0.537
E	TiO ₂ /THV + X-ESR	0.97	0.545
H	PEN/PMMA 블렌드 + X-ESR (Y-축)	0.97	0.612
I	DFA + X-ESR	0.95	0.651
J	X-ESR 상의 렌즈릿	0.99	0.810
K	게이와(Keiwa) PBS070 + X-ESR	0.975	0.943

[0131]

[0132] 이들 실시예 및 도 14에 대한 검토로부터, 다음과 같은 경우 반사기 또는 기타 구성요소를 반경면으로 특성화한다: (1) 실질적으로 램버시안 구성요소들에 걸쳐 구별하기 위해 15도 입사각에서 전달비(T)가 0.15 (15%) 초과, 바람직하게는 0.20 (20%) 초과인 경우, 및 (2) 실질적으로 경면 구성요소들에 걸쳐 구별하기 위해 45도 입사각에서 전달비(T)가 0.95 (95%) 미만, 바람직하게는 0.90 (90%) 미만인 경우.

[0133] 대안적으로, 램버시안 구성요소들에 걸쳐 구별하기 위해 "반경면"을 45도에서 전달비(T)가 0.2 (20%) 초과인 것으로 특성화하기를 원할 수도 있다. 그러면, 경면 구성요소들에 걸쳐 구별하기 위해, 광의 적어도 10%가 45도

경면 방향에 중심을 둔 10도 끼인각(included-angle)의 원추의 외부에 있는 방향으로 산란되어야 한다는 요건을 추가할 수 있다.

[0134] 예를 들어, 주름진 또는 열성형된 얇은 필름 미러와 같은 국소적으로 경면이지만 전역적으로 반경면인 반사기를 특성화할 때, 측정 조건이 수정되어야 할 수도 있다. 아우트로닉스 기기와 같은 측정 시스템의 스폿 크기가 반사기 상에서의 평균 형상 치수보다 작은 경우, 반사 각도 분포의 양호한 추정을 제공하기 위해, 형상화된 반사기 상의 상이한 위치에서 몇 번의 측정이 행해져야 한다.

[0135] 실시예 E: X-ESR 상의 THV 내의 TiO₂ 입자

[0136] 부분 램버시안 및 고반사율 경면 반사기인 구성(2)의 실시예는 확산 필름을 광대역 다층 미러에 라미네이팅함으로써 제조하였다. 이 미러는 종래의 비쿼터™ ESR에서와 같이 PEN 및 PMMA의 다층으로 구성하였지만, 400 nm에서 1600 nm까지 연장하는 연장된 반사 밴드(extended reflection band)(그에 따라, X-ESR이라고 함)를 갖는다. 확산 필름은 0.1 중량%의 백색 TiO₂ 안료를 THV에 블렌딩하고, 이어서 연질 필름으로서 압출 및 주조하여 제조하였다. 표준 중합체 압출 및 필름 주조 공정을 이용하였다. 이산화티탄의 작은 입자 크기와 이산화티탄과 THV 사이의 큰 굴절률 차이(2.4 대 1.35)가 결합하여, 광각 산란 확산기가 형성된다. 단지 낮은 농도의 이산화티탄에 의해 확산 필름이 대부분의 광을 반사하는 것을 방지한다. 상당한 양의 광이 THV 필름을 통과하고, 다층 미러에 의해 경면 반사된다. 45도의 입사각을 갖는 경면 빔에 대해 도 15a 및 도 15b에 도시한 반사 결과는 -45도에서의 유사 경면 반사(near specular reflection)와 넓은 램버시안 배경의 조합을 보여준다.

[0137] 파이 = 0 차취의 경우, 여기서는 경면 빔의 피크값이 도시되어 있지 않다. 덜 민감한 기록 스케일에서, $\theta = -45^\circ$ 에서의 측정된 피크 휘도는 1,907이었다. 경면 및 램버시안 성분의 상대 세기가 TiO₂의 농도 또는 THV 필름의 두께, 또는 둘다를 변화시킴으로써 조절될 수 있다.

[0138] 고반사율 램버시안 반사기 상의 부분 반사 경면 미러의 조합을 포함하는 구성 1에 대해 실시예 K(이하)와 유사한 결과가 예상될 것이다. 그 경우에, 경면 대 램버시안 산란 광의 상대량이 상이한 투과율 값을 갖는 부분 반사기를 사용함으로써 조절될 수 있다. 후방 반사기를 통한 투과 손실을 방지하기 위해 램버시안 반사기가 아주 높은 반사율을 유지하여야 한다.

[0139] 실시예 K: X-ESR 상의 게이와(Keiwa) PBS-070

[0140] 전방 산란 확산기를 경면 반사기와 조합시킴으로써 실질적으로 전방 산란 반사기를 얻을 수 있다. 이것은 구성(3)의 실시예이다. 구매가능한 확산기인 게이와 오폴러스(Keiwa Opulus) PBS-070를 전술한 연장된 밴드의 다층 경면 미러(X-ESR)에 라미네이팅하였다. 45도 입사각의 경우에 대해 도 16에 도시된, 측정된 반사 분포는 경면 방향을 중심으로 한 가우시안 분포에 가깝다. 이 경우에, 45도로 입사하는 광의 대부분이 -45도의 경면 방향을 중심으로 한 비교적 좁은 원추 내로 반사된다. 파이 = 90 축을 따른 피크 휘도는 단지 0.8이었다. 이 샘플은 45도에서 T = 0.943인 아주 높은 전달비를 갖는다.

[0141] 실시예 I: X-ESR 상의 DFA

[0142] 다른 실질적으로 전방 산란 확산기에 의해 실시예 K보다 더 넓은 산란 광 분포를 얻을 수 있다. 입자의 굴절률과 약간만 다른 굴절률을 갖는 매트릭스 내의 구형 입자로 제조된 확산기가 이러한 특성을 가질 수 있다. 일례는 쓰리엠 컴퍼니(3M Co.)로부터의 DFA로 알려진 확산기 필름이다. 그러면, 입자 로딩 및 확산기 두께가 전달비에 영향을 주는 경면성 정도를 결정한다. 0.4 mm 두께의 DFA 시트를 X-ESR에 라미네이팅하였고 45도 입사광을 사용하여 아우트로닉스 기기로 측정하였다. 파이 = 0 및 파이 = 90도 축을 따라 반사각에 대해 추출된 휘도 데이터가 도 17a 및 도 17b에 도시되어 있다. 순수 램버시안 성분이 없지만, 45도에서의 측정된 전달비가 T = 0.651로 떨어진다.

[0143] 실시예 G 및 H: 비대칭 전달비를 갖는 반사기

[0144] 27 중량%의 PMMA를 갖는 PEN 및 PMMA의 혼합물을 트윈 스크루 압출기(twin screw extruder)에서 혼합하여 표준 필름 제조 장비에 의해 주조하였다. PEN 필름을 제조하는 데 사용되는 조건을 사용하여 캐스트 웨브(cast web)를 길이 배향기(length orienter) 및 텐터(tenter) 내에서 순차적으로 배향시켰다. 연신비는 3.7×3.7 이었다. 그 결과의 필름은 두께가 50 마이크로미터였고, 수직 입사에서 측정된 반구 반사율이 약 75%이었다. 이 필름을 X-ESR에 라미네이팅하여 2개의 상이한 배향에서 아우트로닉스 코노스코프에서 측정하였다. 블렌드 확산기 필름을 X 및 Y 방향으로 동일하게 배향시킨 경우에도, 이는 비대칭 산란 분포를 나타낸다. 이는 다이를 통한 압출 동안의 PMMA 분산 상(disperse phase) 입자의 연신에 기인할 수 있다. 도 18a 및 도 18b에 도시된 코

노스코프 플롯은 각각 X 및 Y 축을 따라 입사하는 광에 대한 이러한 비대칭성을 도시한다. 45도에서의 측정된 전달비는 각각 0.537 및 0.612이었다. 이러한 비대칭은 LCD 백라이트 설계에서 LED 배치에 대한 더 많은 옵션을 제공할 수 있다.

[0145] 실시예 A: TIPS 유사 램버시안 반사기

[0146] 다양한 유사 램버시안 확산 반사기가 미국 특허 제5,976,686호(케이터(Kaytor) 등)에 기술되어 있다. 열 유도 상 분리(thermally induced phase separation, TIPS)로 설명되는 공정에 의해 특히 효율적인 반사기를 제조할 수 있다. 약 0.27 mm 두께의 2개의 TIPS 필름을 라미네이팅함으로써 약 0.55 mm 두께의 반사기를 이전 실시예들에서와 같이 아우트로닉스 코노스코프에서 측정하였다. 파이 = 0 및 파이 = 90 방향을 따른 자취가 도 19a 및 도 19b에 플롯팅되어 있으며, 유사 램버시안 특성을 보여준다. 작은 경면 피크만이 -45도에서 명백하다. 이 반사기에 대한 전달비는 모든 샘플 중에서 가장 낮았으며, 45도에서 $T = 0.011$ 이었다.

[0147] 실시예 C: MCPET

[0148] 일본 소재의 푸루가와(Furukawa)에 의해 제조된 MCPET로 불리는 확산 반사기 시트를 아우트로닉스 기기에서 측정하였다. 반사기는 두께가 0.93 mm이었으며, 반구 반사율이 수직 입사광에 대해 약 98%이었다. MCPET는 TIPS 필름보다 약간 더 높은 경면 성분을 갖지만, 도 20a 및 도 20b에 나타난 코노스코프 데이터의 파이 = 0 및 파이 = 90 자취로부터 명백한 바와 같이 여전히 실질적으로 램버시안이다. 전달비 대 입사각의 플롯이 상기 도 14에 도시되어 있다.

[0149] 몇 개의 다른 반경면 반사기의 반구 반사율을 상기 실시예들과 동일한 방식으로 측정하였다. 각각의 반사기에 대한 간단한 설명이 이하에 제공되며, 모든 측정된 반사기의 전달비가 45도 입사각의 경우에 대해 표 II에 나열되어 있다. 거의 수직인 입사광에 대한 모든 샘플의 반구 반사율을 NIST 보정된 기준 반사기를 사용하여 퍼킨 엘머 람다(Perkin Elmer Lambda) 950에서 측정하였다. 모든 반사기가 약 95% 또는 그 이상의 반사율을 보여준다.

[0150] 실시예 D: X-ESR 상의 벌크 확산기(Bulk Diffuser)

[0151] 아스트라(Astra) 85C는 아스트라 프러덕츠(Astra Products)의 85% 투과율을 갖는 반경면 벌크 확산기이다. 등급 번호 85C인, 클라렉스(Clarex)-DR IIIC 광 확산 필름인 이러한 확산기 단편을 X-ESR 필름에 라미네이팅하였다.

[0152] 실시예 B: 백색 반사기

[0153] W270, 일본 소재의 미쯔비시(Mitsubishi)의 125 마이크로미터 두께의 백색 반사기.

[0154] 실시예 J: X-ESR 상의 마이크로렌즈 어레이(Microlens Array)

[0155] X-ESR의 필름의 표면 상에 마이크로렌즈의 어레이를 주조함으로써 반경면 반사기를 구성하였다. 마이크로렌즈는 30 마이크로미터의 외경 및 약 6.3 마이크로미터의 높이를 갖는다. 렌즈 곡률은 구형이고, 반경이 18.7 마이크로미터이다. 마이크로렌즈를 육각형 어레이로 주조하였고, 약 90% 표면적을 미러로 덮었다. 렌즈 물질은 UV 경화성 수지이고, 굴절률은 약 $n = 1.5$ 이다. 다른 기하학적 형상 및 크기의 렌즈링이 또한 가능하다.

[0156] 백라이트 실시예

[0157] 상이한 크기 및 형상의 많은 중공 재순환 공동 백라이트를 다양한 저손실 반사 필름 및 반경면 구성요소를 사용하여 구성하였다. 몇몇 경우에, 예를 들어, 비드화 ESR 필름(상기 실시예 F)을 후방 반사기로서 사용하였으며, 상이한 비대칭 반사 필름(ARF)을 전방 반사기로서 사용하였다. 다른 경우에, 이득 확산 필름을 재순환 공동의 전방에서 비대칭 반사 필름에 포함시켰다. 백라이트들 중 다수가 또한 공동에 주입된 광을 램버시안 분포보다 실질적으로 더 작은 반치폭 내로 제한시키는 광원 부재(예를 들어, 웨지형 반사기 내에 배치된 멀티컬러 LED들의 열)를 포함하였다. 백라이트들 중 다수가 LCD 디스플레이 응용 또는 기타 응용에 적합한 것과 같은, 만족할 만한 전체 휘도 및 균일도를 나타내었다. 이들 백라이트 실시예는 이하의 공히 양도된 PCT 특허 출원들의 그룹에 기술되어 있으며, 이들 출원은 본 명세서에 참고로 포함된다: 백라이트 및 이를 사용하는 디스플레이 시스템(Backlight and Display System Using Same)(대리인 문서 번호 63274W0004); 이로인 설계 특성치를 갖는 얇은 중공 백라이트(Thin Hollow Backlights With Beneficial Design Characteristics)(대리인 문서 번호 63031W0003); 컬러 LED 광원을 효율적으로 이용하는 백색광 백라이트 등(White Light Backlights and the Like With Efficient Utilization of Colored LED Sources)(대리인 문서 번호 63033W0004); 및 에지형 백라이트에

대한 시준 광 주입기(Collimating Light Injectors for Edge-Lit Backlights)(대리인 문서 번호 63034W0004).

- [0158] 달리 표시되지 않는다면, "백라이트"라고 하면 의도된 응용에서 명목상 균일한 조명을 제공하는 다른 대면적 조명 장치에도 또한 적용하려는 것이다. 이러한 다른 장치는 편광된 또는 비편광된 출력을 제공할 수 있다. 예로는, 라이트 박스(light box), 간판, 채널 문자, 및 실내(예를 들어, 가정 또는 사무실) 또는 실외용으로 설계된, 때때로 "조명 기구"라고 하는 일반 조명 장치를 포함한다. 또한, 에지형 장치가 대향하는 주 표면 둘 모두로부터, 즉 상기한 "전방 반사기" 및 "후방 반사기" 둘 모두 - 이 경우에 전방 반사기 및 후방 반사기 둘 모두가 부분 투과성임 - 로부터 광을 방출하도록 구성될 수 있다는 것에 유의하여야 한다. 이러한 장치는 백라이트의 대향하는 양측에 배치된 2개의 독립적인 LCD 패널 또는 다른 그래픽 부재를 조명할 수 있다. 그 경우에, 전방 및 후방 반사기는 동일한 또는 유사한 구조로 되어 있을 수 있다.
- [0159] "LED"라는 용어는, 가시광, 자외선광, 또는 적외선광이든지 간에, 광을 방출하는 다이오드를 말한다. LED는, 종래의 것이든 초방사성 종류이든지 간에, "LED"로 시판되는 비간접성의 밀봉된 또는 봉지된 반도체 장치를 포함한다. LED가 자외선광과 같은 비가시광을 방출한다면, 그리고 가시광을 방출하는 몇몇 경우에서, LED는 단파장 광을 장파장 가시광으로 변환하기 위해 인광체를 포함하도록 패키징되어(또는 원격 배치된 인광체를 조명할 수도 있음), 몇몇 경우에 백색광을 방출하는 장치가 얻어진다. "LED 다이"는 가장 기본적인 형태, 즉 반도체 처리 절차에 의해 제조된 개별 구성요소 또는 칩 형태의 LED이다. 구성요소 또는 칩은 장치를 활성화시키기 위한 전력의 인가에 적합한 전기 접점을 포함할 수 있다. 구성요소 또는 칩의 개별 층 및 다른 기능 요소는 전형적으로 웨이퍼 규모로 형성되고, 완성된 웨이퍼는 이어서 개별적인 단품(piece part)으로 절단되어 다수의 LED 다이가 얻어질 수 있다. LED는 또한 컵 형상의 반사기 또는 다른 반사 기관, 단순한 돔 형상의 렌즈 또는 임의의 다른 공지된 형상 또는 구조로 형성된 봉지 물질, 추출기(들), 및 다른 패키징 요소를 포함할 수 있으며, 이 패키징 요소는 전방 방출, 측면 방출, 또는 다른 원하는 광 출력 분포를 생성하는 데 사용될 수 있다.
- [0160] 달리 지시되지 않는다면, LED라고 하면, 컬러든 백색이든 그리고 편광이든 비편광이든, 밝은 광을 작은 방출 면적에서 방출할 수 있는 다른 광원에도 또한 적용하려는 것이다. 예로는 반도체 레이저 장치와, 고체상 레이저 펌핑을 이용하는 광원을 포함한다.
- [0161] 달리 지시되지 않는다면, 본 명세서 및 청구의 범위에 사용되는 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 모든 숫자는 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는다면, 상기 명세서 및 첨부된 청구의 범위에 기술된 수치적 파라미터들은 본 명세서에 개시된 교시 내용을 이용하는 당업자들이 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있는 근사치이다.
- [0162] 본 발명의 다양한 변경 및 수정은 본 발명의 범주 및 사상으로부터 벗어남이 없이 당업자에게 자명하게 될 것이며, 본 발명이 본 명세서에 기재된 예시적인 실시 형태들로 제한되지 않음을 이해하여야 한다. 본 명세서에서 언급된 모든 미국 특허, 특허 출원 공개, 미공개 특허 출원, 및 다른 특허와 비특허 문서가, 그 안에 포함된 어떠한 내용도 이상의 개시 내용과 직접 모순되지 않는 한, 본 명세서에 그 전체가 참고로 포함된다.
- 도면의 간단한 설명**
- [0017] 본 명세서 전반에 걸쳐, 유사한 도면 부호가 유사한 요소를 지시하는 첨부 도면을 참조한다.
- [0018] 도 1은 일반화된 재순환 백라이트 또는 유사한 대면적 광원의 개략 측면도.
- [0019] 도 1a는 상이한 입사 평면 및 상이한 편광 상태를 도시하는 표면의 사시도.
- [0020] 도 2는 중실 도광체를 포함하는 에지형 백라이트의 개략 측면도.
- [0021] 도 3은 중공 재순환 공동을 포함하는 에지형 백라이트의 개략 측면도.
- [0022] 도 4는 중공 재순환 공동을 포함하는 에지형 백라이트 및 제한된 각도 분포에 걸쳐 공동 내로 광을 방출하도록 배치되는 광원 부재의 개략 단면도.
- [0023] 도 5는 광 주입 원리를 설명하는, 중실 도광체를 포함하는 에지형 백라이트의 개략 측면도.
- [0024] 도 6은 역시 광 주입 원리를 설명하는, 중실 도광체를 포함하는 에지형 백라이트의 개략 평면도.
- [0025] 도 7은 중공 재순환 공동을 포함하는 직하형 백라이트의 개략 측면도.
- [0026] 도 8 내지 도 10은 경면, 램버시안(Lambertian), 및 반경면 반사기들의 효과를 비교하는, 중공 재순환 공동을

포함하는 백라이트의 개략 측면도.

[0027] 도 11은 중공 재순환 공동을 포함하는 직하형 백라이트의 개략 측면도.

[0028] 도 12는 샘플 필름에 대한 반사된 광의 코노스코픽 플롯(conoscopic plot).

[0029] 도 13a는 도 12의 필름에 대한, 입사 평면(파이(Phi) = 0)에서 측정되는 측정 휘도 대 관찰 각도의 그래프.

[0030] 도 13b는 도 12의 필름에 대한, 입사 평면에 수직한 평면(파이 = 90)에서 측정되는 측정 휘도 대 관찰 각도의 그래프.

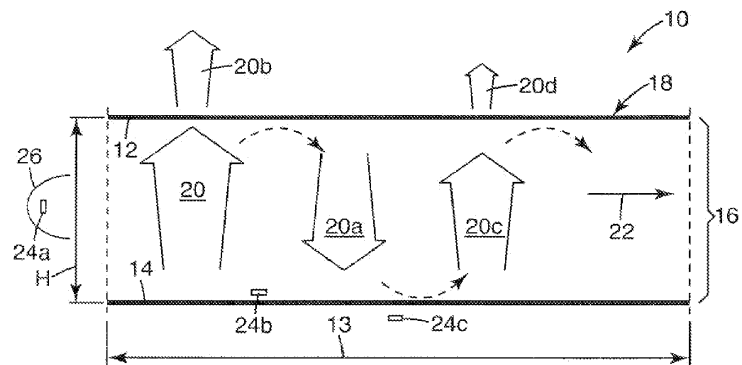
[0031] 도 14는 샘플링된 다양한 필름에 대한 전달비(T) 대 입사각의 플롯.

[0032] 도 15a 및 도 15b, 도 16, 도 17a 및 도 17b, 도 19a 및 도 19b, 및 도 20 a 및 도 20b는 기타 실험된 필름들에 대한 측정된 휘도 대 관찰 각도의 플롯.

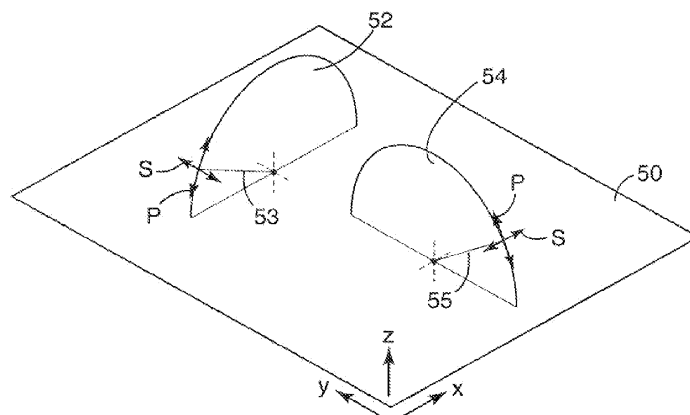
[0033] 도 18a 및 도 18b는 실시예 G 및 실시예 H의 필름에 대한 반사된 광의 코노스코픽 플롯으로서, 필름은 실시예 G에 대한 입사 평면에 대해 제1 배향을 갖고, 실시예 H에 대한 입사 평면에 대해 제2 배향을 가지며, 제1 배향은 제2 배향에 대해 90도 회전되어 있음.

도면

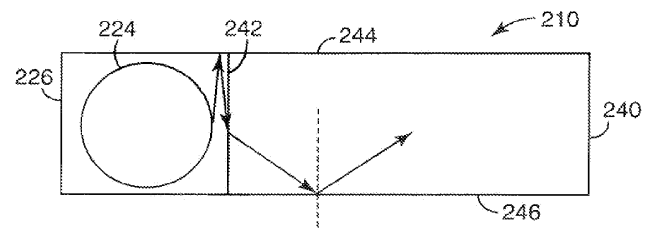
도면1



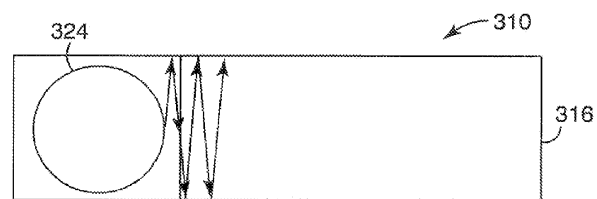
도면1a



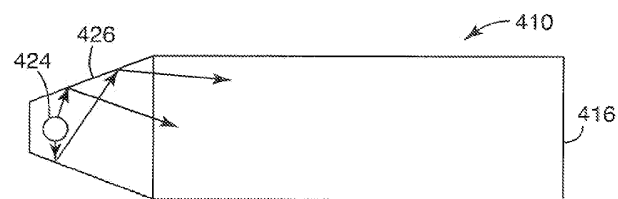
도면2



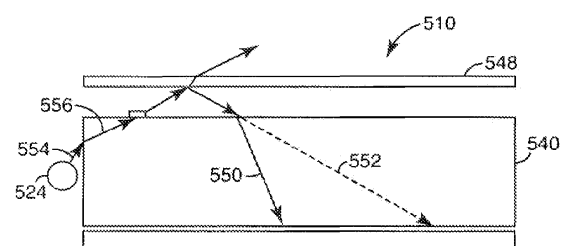
도면3



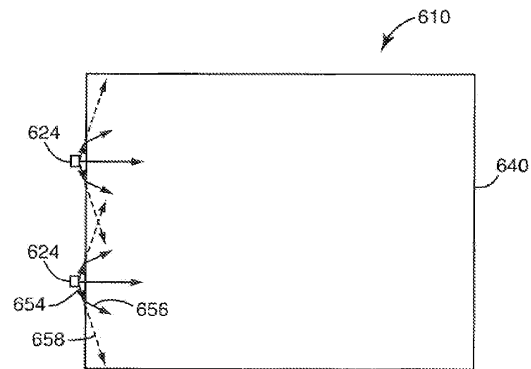
도면4



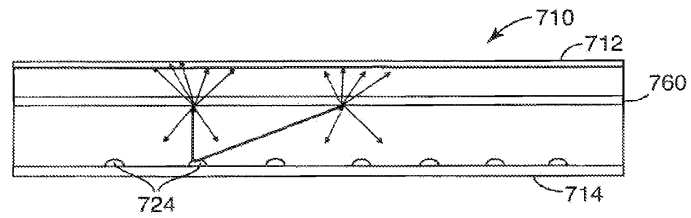
도면5



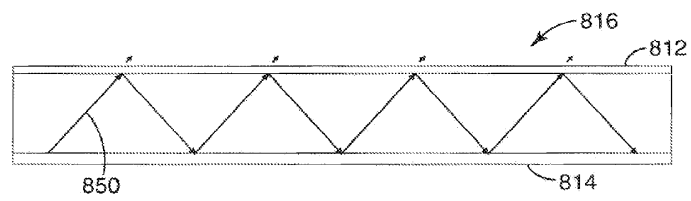
도면6



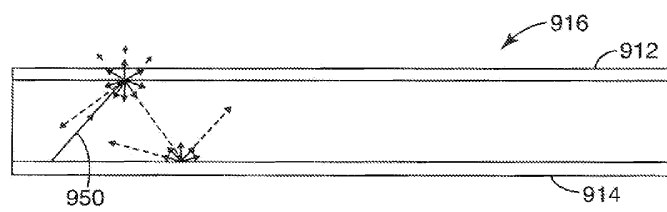
도면7



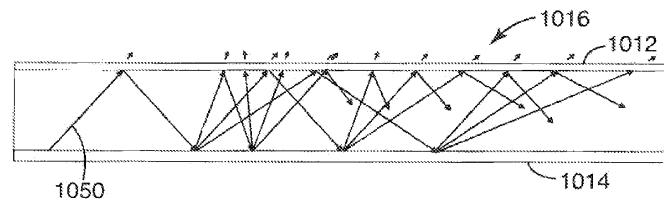
도면8



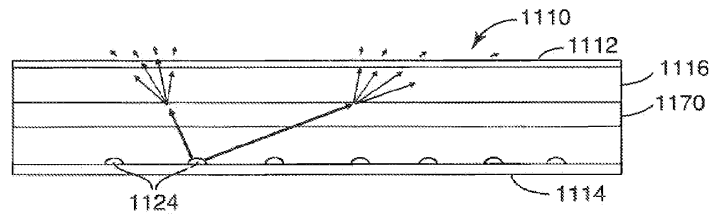
도면9



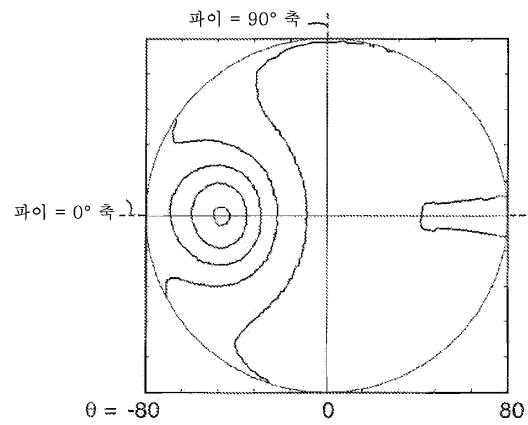
도면10



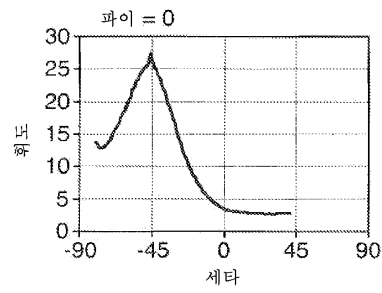
도면11



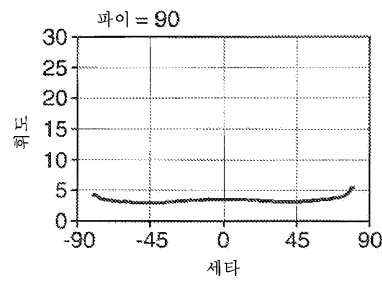
도면12



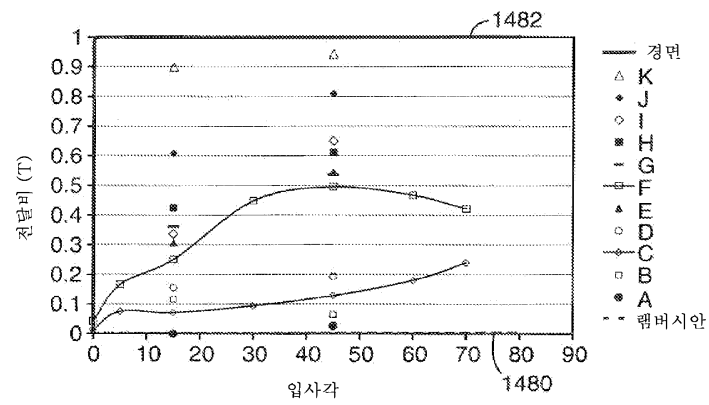
도면13a



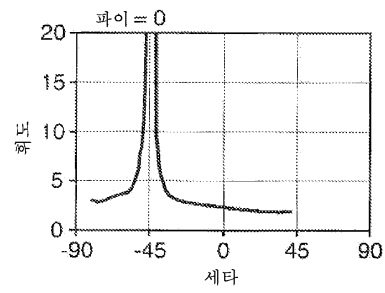
도면13b



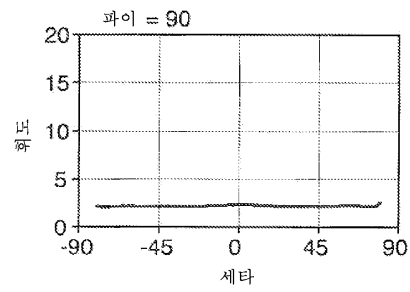
도면14



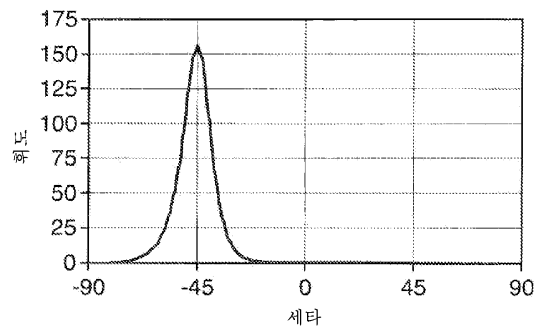
도면15a



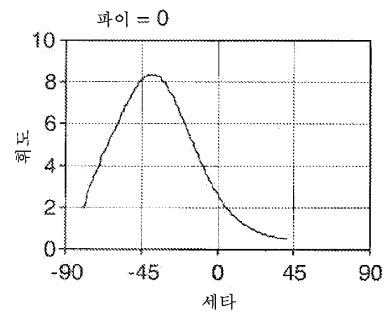
도면15b



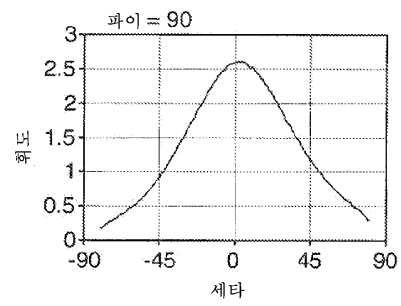
도면16



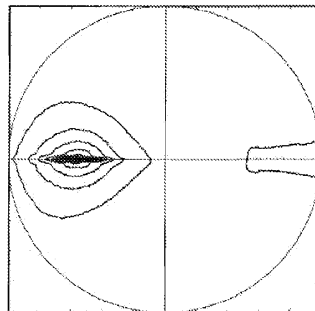
도면17a



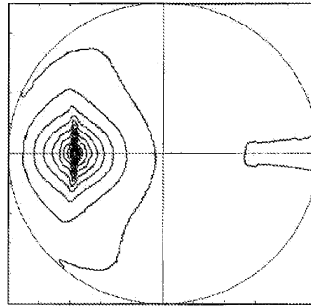
도면17b



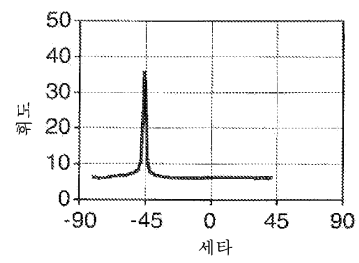
도면18a



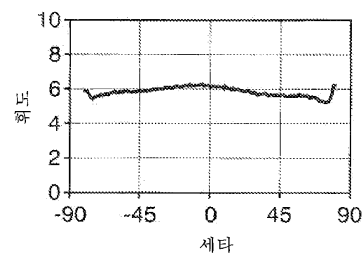
도면18b



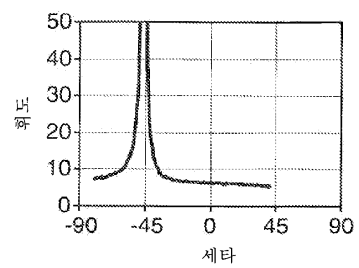
도면19a



도면19b



도면20a



도면20b

