

(72) 발명자

네비트 티모씨 제이

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

휘틀리 존 에이

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

샤르트 크레이그 알

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

비어나쓰 롤프 더블유

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

브라이언 윌리엄 제이

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

오더커크 앤드류 제이

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

조단 마이론 케이

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

더크스 크리스토퍼 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

키벨 에드워드 제이

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

특허청구의 범위

청구항 1

출력 표면을 포함하는 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 반사기 및 후방 반사기와,

광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원을 포함하며,

전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 축상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 축상 평균 반사율을 포함하고,

전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 제1 축상 평균 투과율 및 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 제2 축상 평균 투과율을 포함하고, 제1 축상 투과율에 대한 제2 축상 투과율의 비는 적어도 10인 백라이트.

청구항 2

제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 축상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 축상 평균 반사율을 제공하도록 배열 및 굴절률이 조정된, 교호 중합체층을 포함하는 비대칭 반사 필름이며,

비대칭 반사 필름은 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 제1 축상 평균 투과율 및 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 제2 축상 평균 투과율을 포함하고, 제1 축상 투과율에 대한 제2 축상 투과율의 비는 적어도 10인 비대칭 반사 필름.

청구항 3

디스플레이 패널과,

디스플레이 패널에 광을 제공하도록 배치된 백라이트를 포함하고,

백라이트는 출력 표면을 포함하는 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 반사기 및 후방 반사기와,

광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원을 포함하며,

전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 축상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 축상 평균 반사율을 포함하고,

전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 제1 축상 평균 투과율 및 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 제2 축상 평균 투과율을 포함하고, 제1 축상 투과율에 대한 제2 축상 투과율의 비는 적어도 10인 디스플레이 시스템.

청구항 4

출력 표면을 포함하는 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 반사기 및 후방 반사기 - 전방 반사기는 제1 각도 분포를 갖는 공동 내의 사실상 모든 광을 반사하고 제1 각도 분포와 상이한 제2 각도 분포를 갖는 공동 내의 광을 부분적으로 반사하고 부분적으로 투과하도록 구성되어 있음 - 와,

광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원과,

제1 각도 분포를 갖는 공동 내의 광의 적어도 일부분을 제2 각도 분포를 갖는 광으로 변환하고 제2 각도 분포를 갖는 공동 내의 광의 적어도 일부분을 제1 각도 분포를 갖는 광으로 변환하는 공동 내에 위치한 변환 구조를 포함하는 백라이트이며,

전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 제1 축상 평균 투과율 및 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 제2 축상 평균 투과율을 포함하고, 제1 축상 투과율에 대한 제2 축상 투과율의 비는 적어도 10인 백라이트.

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

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

명세서

관련 출원

[0001]

[0002]

이하의 공동 소유이고 공계류 중인 PCT 특허 출원이 참고로 본 명세서에 포함된다. 발명의 명칭이 유리한 설계 특성을 갖는 얇은 중공 백라이트(THIN HOLLOW BACKLIGHTS WITH BENEFICIAL DESIGN CHARACTERISTICS)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63031W0003), 발명의 명칭이 반경면 성분을 갖는 재순환 백라이트(RECYCLING BACKLIGHTS WITH SEMI-SPECULAR COMPONENTS)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63032W0003), 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

[0003]

본 발명은 통상 백라이트라고 하는 후방으로부터 디스플레이 또는 다른 그래픽을 조명하기에 적합한 대면적 광원에 관한 것이다. 본 발명은 특히 실질적으로 단지 하나의 편광 상태의 가시광을 방출하는 백라이트에 적합하지만, 그에 반드시 제한되는 것은 아니다.

배경 기술

[0004]

과거에, 간단한 백라이트 장치는 단지 3개의 주요 구성요소, 즉 광원 또는 램프, 후방 반사기 및 전방 확산기를 포함하고 있었다. 이러한 시스템은 범용 광고판 및 실내 조명 응용에 여전히 사용되고 있다.

[0005]

최근 수 년에 걸쳐, 휘도를 향상시키거나 전력 소모를 감소시키기 위해, 균일도를 향상시키기 위해, 그리고/또는 두께를 감소시키기 위해 다른 부품들을 추가함으로써 이러한 기본적인 백라이트 설계에 개선이 이루어졌다. 이러한 개선은 고도로 성장된 가전 제품 산업에서 컴퓨터 모니터, 텔레비전 모니터, 이동 전화기, 디지털 카메라, 포켓-사이즈 MP3 음악 플레이어, 개인 휴대용 정보 단말기(PDA) 및 다른 핸드헬드 장치와 같은 액정 디스플레이(LCD)를 포함하는 제품에 대한 수요에 의해 촉발되었다. 매우 얇은 백라이트의 설계를 가능하게 하기 위한 중실 도광체의 사용과, 축상(on-axis) 휘도를 향상시키기 위한 선형 프리즘 필름 및 반사 편광 필름과 같은 광 관리 필름의 사용과 같은 이러한 개선들 중 일부가 LCD 장치에 관한 추가의 배경기술 정보와 관련하여 본 명세서에 언급되어 있다.

[0006]

위에서 나열된 제품들 중 일부가 디스플레이를 보기 위해 통상의 주변광을 사용할 수 있지만, 대부분은 디스플레이가 보이도록 하기 위해 백라이트를 포함한다. LCD 장치의 경우에, 이는 LCD 패널이 자기 발광(self-illuminating)이 아니기 때문이며, 따라서 통상 조명 어셈블리 또는 백라이트를 사용하여 본다. 백라이트는 관찰자로부터 LCD 패널의 반대쪽에 위치하고 있어서, 백라이트에 의해 발생된 광이 LCD를 통과하여 관찰자에게 도달한다. 백라이트는 냉음극 형광 램프(CCFL) 또는 발광 다이오드(LED)와 같은 하나 이상의 광원을 포함하고, LCD 패널의 가시 면적과 일치하는 출력 면적에 걸쳐 광원으로부터의 광을 분산시킨다. 백라이트에 의해 방출되는 광은 바람직하게는 LCD 패널에 의해 생성된 이미지의 만족스러운 시청 경험을 사용자에게 제공하기 위해 백

라이트의 출력 면적에 걸쳐 충분한 휘도 및 충분한 공간적 균일도를 갖는다.

- [0007] LCD 패널은, 그의 작동 방법으로 인해, 광의 단지 하나의 편광 상태만을 이용하고, 그에 따라서 LCD 응용에서는, 단순히 비편광일 수 있는 광의 휘도 및 균일도보다는 오히려, 정확한 또는 사용가능한 편광 상태의 광에 대한 백라이트의 휘도 및 균일도를 아는 것이 중요하다. 그와 관련하여, 모든 다른 인자들이 똑 같은 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.
- [0008] LCD 장치는 일반적으로 3가지 카테고리 중 하나에 속하며, 백라이트는 이들 카테고리 중 2개에서 사용된다. "투과형"으로 알려진 제1 카테고리에서, LCD 패널은 조명된 백라이트의 도움으로만 볼 수 있다. 즉, LCD 패널은 백라이트로부터의 광이 관찰자에게 가는 도중에 LCD를 투과하는 "투과 방식"으로만 보이도록 구성되어 있다. "반사형"으로 알려진 제2 카테고리에서, 백라이트가 제거되고 반사 물질로 대체되며, LCD 패널은 LCD의 관찰자 쪽에 위치하는 광원에 의해서만 보이도록 구성되어 있다. 외부 광원으로부터의 광(예를 들어, 주변 실내광)이 LCD 패널의 전방으로부터 후방으로 통과하고, 반사 물질에서 반사되어, 관찰자에게 가는 도중에 다시 LCD를 통과한다. "반투과형"으로 알려진 제3 카테고리에서, 백라이트 및 부분 반사 물질 둘 모두가 LCD 패널의 후방에 배치되어 있으며, 백라이트가 켜진 경우에는 투과 방식으로 보이도록 구성되고, 백라이트가 꺼져있고 충분한 주변광이 존재하는 경우에는 반사 방식으로 보이도록 구성되어 있다.
- [0009] 이하의 상세한 설명에서 기술되는 백라이트는 일반적으로 투과형 LCD 디스플레이에서도 반투과형 LCD 디스플레이에서도 사용될 수 있다.
- [0010] 상기한 3가지 카테고리의 LCD 디스플레이 이외에, 백라이트는 내부 광원이 백라이트의 출력 면적에 대해 어디에 위치하느냐에 따라 2가지 카테고리 중 하나에 속할 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.
- [0011] "에지형(edge-lit)" 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 면적 쪽으로 방향전환하도록 도광체의 표면 상에 불균일 패턴의 국부적 추출 구조가 제공되어 있다. (다른 점진적 추출 방법들로는 테이퍼형 중실 도광체를 사용하는 것을 포함하며, 여기서 경사진 상부 표면이 광의 점진적 추출을 야기하는데 그 이유는 광이 광원으로부터 멀리 전파함에 따라 평균적으로 더 많은 수의 광선이 이제 TIR 각에 도달하기 때문이다.) 이러한 백라이트는 또한 전형적으로 축상 휘도를 향상시키기 위해 도광체의 후방 또는 하부에 배치된 반사 물질과 같은 광 관리 필름과 도광체의 전방 또는 상부에 배치된 반사 편광 필름 및 프리즘 BEF(Brightness Enhancement Films) 필름(들)을 포함한다.
- [0012] 출원인의 관점에서 볼 때, 기존의 에지형 백라이트의 단점 또는 한계로는, 특히 더 큰 백라이트 크기를 위한 도광체와 연관된 비교적 큰 질량 또는 중량과; 특정의 백라이트 크기에 대해 그리고 특정의 광원 구성에 대해 도광체가 사출 성형 또는 다른 방식으로 제조되어야만 하기 때문에 백라이트마다 교환불가능한 구성요소를 사용해야 하는 필요성과; 기존의 추출 구조 패턴에서와 같이 백라이트에서의 위치마다 상당한 공간적 불균일도를 요구하는 구성요소를 사용해야 하는 필요성과; 그리고 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 원주의 비가 특성 면내 치수(characteristic in-plane dimension)(L)(주어진 중형비 직사각형에서, 예를 들어, 백라이트의 출력 영역의 길이, 폭 또는 대각선 크기)에 대해 선형적으로 감소(1/L)하기 때문임-을 포함한다.
- [0013] "직하형(direct-lit)" 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. 대안적으

로, 직하형 백라이트에서의 광원(들)은 백라이트의 출력 면적 바로 후방에 배치되어 있다고 말할 수 있다. 광원들이 잠재적으로 출력 면적을 통해 바로 볼 수 있기 때문에, 출력 면적에 걸쳐 광을 확산시켜 광원이 바로 보이지 않도록 가리기 위해 강한 확산판이 전형적으로 광원들의 상부에 장착되어 있다. 다시 말하지만, 광 관리 필름, 예를 들어 반사 편광기 필름 및 프리즘 BEF 필름(들)이 또한 축상 휘도 및 효율의 향상을 위해 확산기 판 상부에 배치될 수 있다. 대면적 LCD 응용은 직하형 백라이트를 사용하는 경향이 있는데, 이는 에지형 백라이트의 1/L제한에 의해 억제되지 않기 때문이며 중실 도광체와 연관된 중량 때문이다.

[0014] 출원인의 관점에서 볼 때, 기존의 직하형 백라이트의 단점 또는 한계로는, 강한 확산판과 연관된 비효율성; LED 광원의 경우에 적절한 균일도 및 휘도를 위해 많은 수의 이러한 광원의 필요성과 이와 관련하여 높은 구성요소의 비용 및 열 생성; 그리고 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 나타남-를 포함한다.

[0015] 어떤 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.

[0016] 발명의 개요

[0017] 일 태양에서, 본 발명은 출력 표면을 포함하는 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 반사기 및 후방 반사기를 포함하는 백라이트를 제공한다. 백라이트는 또한 광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원을 포함한다. 전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 축상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 축상 평균 반사율을 포함한다.

[0018] 다른 태양에서, 본 발명은 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 축상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 축상 평균 반사율을 제공하도록 배열 및 굴절률이 조정된, 교호 중합체층을 포함하는 비대칭 반사 필름을 제공한다.

[0019] 다른 태양에서, 본 발명은 디스플레이 패널 및 디스플레이 패널에 광을 제공하도록 배치된 백라이트를 포함하는 디스플레이 시스템을 제공한다. 백라이트는 출력 표면을 포함하는 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 반사기 및 후방 반사기를 포함한다. 백라이트는 광 재순환 공동 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원을 추가로 포함한다. 전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 축상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 축상 평균 반사율을 포함한다.

[0020] 다른 태양에서, 본 발명은 출력 표면을 포함하는 중공 광 재순환 공동을 형성하는 전방 반사기 및 후방 반사기를 포함하는 백라이트를 제공한다. 전방 반사기는 제1 각도 분포를 갖는 공동 내의 사실상 모든 광을 반사하고 제1 각도 분포와 상이한 제2 각도 분포를 갖는 공동 내의 광을 부분적으로 반사하고 부분적으로 투과하도록 구성된다. 백라이트는 공동 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원, 및 제1 각도 분포를 갖는 공동 내의 광의 적어도 일부분을 제2 각도 분포를 갖는 광으로 변환하고 제2 각도 분포를 갖는 공동 내의 광의 적어도 일부분을 제1 각도 분포를 갖는 광으로 변환하는 공동 내에 위치한 변환 구조를 포함한다.

[0021] 본 출원의 이들 태양 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기 개요는 특허 청구된 기술적 요지를 한정하는 것으로 파악되어서는 아니 되며, 기술적 요지는 특허 절차의 수행 동안 보정될 수 있는 첨부된 청구의 범위에 의해서만 한정된다.

발명의 상세한 설명

[0047] 일반적으로, 본 발명은 의도된 응용에 적절한 휘도 및 공간적 균일도를 제공하는 백라이트를 설명한다. 이러한 백라이트는 임의의 적합한 조명 응용, 예를 들어 디스플레이, 간판, 일반 조명 등에 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 설명된 백라이트는 전방 반사기 및 후방 반사기에 의해 형성되는 중공 도광체를 포함한다. 전방 반사기는 부분 투과성일 수 있어서, 원하는 광학 특성 또는 광학 특성들의 조합을 갖는 광의 방출을 가능하게 한다. 일부 실시 형태에서, 원하는 광학 특성은 선택된 편광 상태를 포함할 수 있으며, 다른 실시 형태에서, 원하는 광학 특성은 선택된 시야각을 갖는 방출광을 포함할 수 있다.

[0048] 예시적인 실시 형태에서, 개시된 백라이트는 이하 특성들의 균형을 이룬다. 1) 원하는 편광 상태의 재순환 양, 2) 공동 내에서 광의 산란 정도 및 3) 공동 내로 지향된 광의 각도 및 공간적 분포. 이러한 균형/조정에 의해,

재순환과, 선택적으로, 제어된 양의 확산을 사용하여 공동을 (공간적으로는 물론 각도적으로도) 광으로 사실상 채울 수 있게 된다. 재순환 양은 백라이트 효율 및 휘도의 저하를 최소로 하면서 원하는 백라이트 균일도를 달성하기에 충분하다. 이러한 균형은 또한 고성능 디스플레이 응용에 상용적인 휘도 및 균일도를 갖는 백라이트를 제공할 수 있으나, 이 경우 백라이트는 또한 이전에 달성이 불가능했던 물리적 크기(예를 들어, 프로파일은 낮은 설계) 또는 광학 특성(예를 들어, 주어진 광원 발광 면적에 대한 큰 출력 면적)을 갖는다.

[0049] 일부 실시 형태에서, 이러한 균형은 통과 상태에서 측상 평균 반사율이 중간인 전방 반사기를 사용함으로써 달성된다. 예시적인 실시 형태에서, 전방 반사기는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 측상 평균 반사율 및 제1 평면에 수직인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 측상 평균 반사율을 갖는다.

[0050] 종래의 백라이트에서, 전구-확산기 간격, 전구-전구 간격 및 확산기 투과율은 주어진 휘도 및 조명 균일도에 대한 값을 얻기 위해 백라이트를 설계하는 데 고려될 중요한 인자들이다. 일반적으로, 강한 확산기, 즉 입사광의 더 많은 분량을 확산시키는 확산기는 균일도를 향상시키지만, 높은 확산 레벨이 강한 후방 확산(back diffusion), 즉 반사를 수반하기 때문에 휘도를 감소시킨다. 이러한 강한 확산기는 또한 백라이트의 전체 두께 프로파일을 증가시킬 수 있다.

[0051] 본 발명의 일부 실시 형태에 따르면, 부분 투과성 전방 반사기는 강한 반사기를 필요로 하지 않고 더 높은 조명 균일도 및/또는 컬러 혼합을 제공할 수 있으며, 그에 따라 백라이트의 두께 프로파일을 감소시킬 수 있다.

[0052] 백라이트가 상이한 피크 파장 또는 컬러를 갖는 광을 생성할 수 있는 광원(예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 LED의 어레이)을 포함하는 실시 형태들에서, 고도의 재순환 공동은 장치의 외부로 지향된 광이 컬러 및 세기가 더 균일하도록 광을 분산시키는 작동을 한다. 예를 들어, 백색 조명광이 요구될 때, 개시된 공동은 LC 패널에서의 발광이 보다 균일한 백색광을 갖도록 개개의 컬러 광원으로부터의 광을 혼합할 수 있다. 이러한 재순환 공동은, 예를 들어 LC 디스플레이에서 사용되는 표준 백라이트보다 상당히 더 얇을 수 있다.

[0053] 본 발명의 백라이트는 디스플레이 시스템, 예를 들어 LC 디스플레이용 백라이트로서 이용될 수 있지만, 본 명세서에 개시된 백라이트는 액정 디스플레이 패널을 조명하는 용도로 제한되지 않는다. 개시된 백라이트는 또한 광을 발생하는 데 개별 광원들이 이용되는 어느 경우에도 사용될 수 있고, 개별 광원들 중 하나 이상을 포함하는 패널로부터의 균일한 조명을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 개시된 백라이트는 교체상 공간 조명 응용, 간판, 조명 패널 등에 유용할 수 있다.

[0054] 일반적으로, 차세대 백라이트가 의도된 응용에 대해 만족스러운 휘도 및 공간적 균일도를 제공하면서 이하의 특성, 즉 박형 프로파일과, 최소 개수의 필름 구성요소 및 최소 개수의 광원과 편리한 광원 레이아웃과 같은 설계 단순성과, 저중량과, 백라이트 내의 위치마다 실질적인 공간적 불균일도를 갖는 필름 구성요소를 사용하지 않거나 필요로 하지 않는 것과, LED 광원과의 상용성과, 명목상 모두가 동일한 컬러인 LED 광원들 중에 컬러 변동과 연관된 문제들에 대한 둔감성과, 가능한 범위에서, LED 광원들의 일부의 과열 과손 또는 다른 고장에 대한 둔감성과, 그리고 상기 배경기술 섹션에서 언급된 한계점 및 단점 중 적어도 몇몇의 제거 또는 감소 중의 일부 또는 전부를 겸비하는 것이 유익할 것이다.

[0055] 이들 특징이 백라이트에 성공적으로 포함될 수 있는지 여부는 부분적으로 백라이트를 조명하는 데 사용되는 광원의 유형에 달려 있다. 예를 들어, CCFL은 좁고 긴 발광 면적에 걸쳐 백색발광을 제공하고, 그 발광 면적은 또한 재순환 공동에서 일어나는 것과 같은 CCFL에 충돌하는 어떤 광을 산란시키도록 작동할 수 있다. 그러나, CCFL로부터의 통상적인 발광은 사실상 람베르트의 각분포를 가지며, 이는 주어진 백라이트 설계에서 비효율적이거나 또는 달리 바람직하지 않을 수 있다. 또한, CCFL의 발광 표면은, 다소 확산 반사이지만, 전형적으로 출원인이 고도의 재순환 공동이 요구되는 경우 상당한 것으로 밝혀낸 흡수 손실을 또한 갖는다.

[0056] LED 다이는 근-람베르트 방식(near-Lambertian manner)으로 광을 방출하지만, CCFL에 비해 훨씬 더 작은 크기인해, LED 광 분포가 용이하게 수정될 수 있는데, 예를 들어, 일체형 봉지재 렌즈 또는 반사기 또는 추출기가 결과적인 패키징된 LED를 전방 발광기(emitter), 측면 발광기, 또는 다른 비람베르트 프로파일로 만든다. 이러한 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 출력을 생성하는 것을 더 어렵게 만들 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 생길 수 있기 때문이다. LED 다이 정도의 작은 면적 또는 부피로부터 강한 백

색광을 생성하기 위해 인광체가 청색 또는 UV 발광 LED 다이에 의해 여기되는 백색 발광 LED가 이러한 컬러 불균일도를 감소시키는 데 사용될 수 있다. 그러나, 백색 LED는 현재 개개의 컬러 LED 배열로 달성가능한 만큼의 넓은 LCD 색역(color gamut)을 제공하지 못하며 따라서 모든 최종 용도의 응용에 바람직하지 않을 수 있다.

- [0057] 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.
- [0058] A. 광의 많은 부분이 일부는 투과시키고 일부는 반사시키는 전방 반사기로부터 빠져 나가기 전에 실질적으로 동일한 공간에 걸쳐 있는 전방 반사기와 후방 반사기 사이에서 다중 반사를 하는 재순환 광 공동;
- [0059] B. 재순환 공동에서 전파하는 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 발광 면적이 백라이트 출력 면적의 작은 일부인 것을 보장하여 광원과 연관된 손실을 매우 낮게 유지함으로써 현저히 낮게 유지됨;
- [0060] C. 중공인 재순환 광 공동, 즉 공동 내의 광의 측방향 전달이 아크릴 또는 유리 와 같은 광학적으로 조밀한 매질에서보다는 오히려 공기, 진공 등에서 주로 일어남;
- [0061] D. 특정의 (사용가능한) 편광 상태의 광만을 방출하도록 설계된 백라이트의 경우에, 전방 반사기는 측방향 전달 또는 확산을 지원하기 위해 이러한 사용가능 광에 대해 그리고 백라이트 출력의 만족스러운 공간적 균일도를 달성하기 위해 광선 각도 랜덤화에 대해 충분히 높은 반사율을 갖지만, 백라이트의 응용 휘도가 만족스럽게 높은 것을 보장하도록 적절한 응용-사용가능 각도로 충분히 높은 투과를 가짐;
- [0062] E. 재순환 광 공동은 공동에 경면 및 확산 특성의 균형을 제공하는 구성요소 또는 구성요소들을 포함하며, 구성요소는 공동 내에서 상당한 측방향 광 전달 또는 혼합을 지원하기 위해 충분한 경면성을 갖지만 또한 좁은 전파 각도 범위에 걸쳐서만 공동 내로 광을 주입시킬 때에도 공동 내에서의 정상 상태 광의 각도 분포를 실질적으로 균질화하기에 충분한 확산성을 또한 갖는다. 더욱이, 공동 내에서의 재순환으로 인해 입사광 편광 상태에 대한 반사광 편광의 랜덤화를 어느 정도 가져올 수 있다. 이는 비사용가능 편광된 광이 재순환에 의해 사용가능 편광된 광으로 변환될 수 있는 메커니즘을 허용한다.
- [0063] F. 재순환 공동의 전방 반사기가 일반적으로 입사각에 따라 증가하는 반사율과 일반적으로 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. 더욱이, 전방 반사기는 높은 값의 반구 반사율을 가지면서 이와 동시에 응용 사용가능 광의 충분히 높은 투과율 값을 갖는다.
- [0064] G. 재순환 공동 내로 초기에 주입된 광을 횡방향 평면(횡방향 평면은 백라이트의 출력 면적에 평행함)에 가까운 전파 방향으로 부분적으로 시준 또는 제한하는 광 주입 광학계, 예를 들어 주입 광선이 0 내지 90도, 또는 0 내지 60도, 또는 0 내지 30도의 범위에서 (횡방향 평면을 중심으로) 반치폭(FWHM)을 가짐. 어떤 경우에, 주입 광의 최대 출력이 횡방향 평면 아래에서, 횡방향 평면과 40도보다 크지 않은 각도로 하방 투영을 갖는 것이 바람직할 수 있고, 다른 경우에 주입 광의 최대 출력이 횡방향 평면 위에서 전방 반사기 쪽으로, 횡방향 평면과 40도보다 크지 않은 각도로 상방 투영을 갖는 것이 바람직할 수 있다.
- [0065] LCD 패널용 백라이트는, 가장 간단한 형태에서, LED 다이의 활성 발광 표면 또는 CCFL 전구 내의 인광체의 외부 층과 같은 광 발생 표면과, 적어도 일부 실시 형태에서 발광 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 로컬 광원을 큰 면적의 균일한 출력 표면으로 변환하는 이러한 프로세스는 백라이트 공동 표면과의 상호작용과 광-발생 표면과의 상호작용으로 인해 광 손실을 일으킨다. 전방 반사기 상의 입사 제1 반사 광속(bounce flux)을 고르게 하기 위해 지정된 LED 렌즈를 갖는 직하형 광원 구조를 사용하는 것과 같은 다른 접근법들이 백라이트 출력 표면을 통해 효율적이고 균일한 휘도를 생성할 수 있지만, 이들 접근법은 모든 백라이트 구성요소의 정확한 기하학적 구성에 매우 민감하다. 제1 근사에 대해, 이러한 프로세스에 의해-선택적으로 (만일 있다면) 원하는 응용 관찰자 원추 내로 그리고 특정의 필터링된 상태(예를 들어, LCD-사용가능 편광 또는 컬러)로-전방 반사기와 연관된 출력 면적 또는 표면을 통해 전달되지 않는 임의의 광이 "손실" 광이다. 2개의 필수 파라미터에 의해 재순환 공동을 포함하는 임의의 백라이트를 특성화하는 기술이 발명의 명칭이 유리한 설계 특성을 갖는 얇은 중공 백라이트인

PCT 특허 출원 XXXX/XXXX(대리인 문서 번호 63031W0003)에 기술되어 있다.

[0066] 이러한 특성화는 백라이트의 후방 반사기(본 명세서에서 때때로 후방 평면이라고 함) 및 백라이트의 출력 면적 둘 모두가 평면이고 서로 평행이며 대략 동일한 면적을 갖고 대략 동일 공간에 걸쳐 있는 평면 백라이트 공동의 경우 특히 간단하다. 그러나, 2개 파라미터 특성화는 평면의 평행한 백라이트 기하학 형태로 결코 제한되지 않으며, 전방 반사기와 연관된 출력 표면, 전방 반사기와 함께 광 재순환 공동을 형성하는 후방 반사기 및 이 공동 내에 배치된 또는 광학적으로 이에 연결된 하나 이상의 광원의 균의 기본 요소들을 갖는 임의의 백라이트 형태에 대해 일반화될 수 있다.

[0067] 따라서, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이 용어 "만족스러운 공간적 균일도"는 전체적인 세기 및 컬러 둘 모두의 만족스러운 균일도를 말한다. 만족스러운 휘도 및 공간적 균일도로 간주되는 것은 백라이트가 사용될 특정의 응용에 달려 있다. 예를 들어, LCD 균일도에 대한 통상의 참조 표준은 TCO 05(문헌[The Swedish Confederation of Professional Employees, version 2.0, 2005-09-21, p.9])이며, 이는 수용 임계값 휘도 비를 66% 초과로 명시하고 있다. 특정 기술의 초기 상용화 시에, 균일도 표준은 더 낮을 수 있으며, 예를 들어 노트북 컴퓨터가 처음으로 소개되었을 때, 만족스러운 균일도는 50 내지 60%의 범위에 있었다. 게다가, 예를 들어 내부적으로 조명되는 채널 문자는 휘도 균일도가 중요한 성능 척도인 다른 응용이다. 여기서, 인적 요소(human factor) 연구는 휘도 비가 50%보다 큰 경우, 대부분의 사람이 채널 문자 균일도를 만족스러운 것으로 판단한다는 것을 보여준다. 예를 들어, 프레이시니에(Freyssinier) 등의 문헌[Evaluation of light emitting diodes for signage applications, Third International Conference of Solid State Lighting, Proceedings of SPIE 5187:309-317 (2004)] 참조. 응급 표지는 발광 패널의 또 다른 보편화된 응용이다. 균일도에 대한 예시적인 규격은 출구 표지에 대한 에너지 스타 프로그램(Energy Star program for Exit Signs)이다. 문헌[Energy Star Program Requirements for Exit Signs Draft 1, Eligibility Criteria Version 3.0] 참조. 출구 표지가 에너지 스타 지정을 받을 자격이 있기 위해서는, 표지는 20:1(즉, 5 % 초과)보다 적은 휘도 불균일도를 가져야만 한다.

[0068] 본 명세서에서 언급되는 공간적 균일도에 대한 하나의 척도는 (2001년 6월 1일자로 출판된) 문헌[Video Electronics Standards Association's Flat Panel Display Measurements Standard, v. 2.0 standard 306-1 Sampled Uniformity and Color of White](본 명세서에서 VESA 9pt 균일도 표준이라고 함)에 따라 측정되는 바와 같은 휘도 및 컬러 균일도이다. 본 명세서에 보고된 VESA 9pt 휘도 균일도는 다음과 같이 백라이트의 출력 표면 상의 상기 표준에 의해 한정된 위치에서의 "샘플점"이라고 하는 9개의 지정된 원형 영역으로부터 측정된다.

[0069]
$$\text{VESA 9pt 휘도 균일도} = \frac{L_{\min}}{L_{\max}}$$

[0070] 여기서, L_{\min} 은 9개 점의 휘도의 최소값이고, L_{\max} 는 9개 점의 휘도의 최대값이다. VESA 9pt 휘도 균일도의 더 높은 값은 시스템이 더 균일하다는 것을 나타낸다.

[0071] VESA 9pt 컬러 불균일도는 9개 샘플점의 임의의 2쌍 사이의 컬러 차이의 최대값으로 결정된다. 컬러 차이 $\Delta u'v'$ 는 다음과 같으며,

[0072]
$$\Delta u'v' = \sqrt{(u'_1 - u'_2)^2 + (v'_1 - v'_2)^2}$$

[0073] 여기서, 아래첨자 1 및 2는 비교되는 2개의 영역을 나타낸다. VESA 9pt 컬러 불균일도의 더 낮은 값은 시스템이 더 균일하다는 것을 나타낸다.

[0074] 본 명세서에서 언급한 바와 같이, 본 발명의 백라이트는 디스플레이 시스템용 백라이트로서 이용될 수 있다. 직하형 디스플레이 시스템(100)의 일 실시 형태의 개략 단면도가 도 1에 도시되어 있다. 이러한 디스플레이 시스템(100)은, 예를 들어 LCD 모니터 또는 LCD-TV에서 사용될 수 있다. 디스플레이 시스템(100)은 디스플레이 패널(150) 및 패널(150)에 광을 제공하도록 위치한 조명 어셈블리(101)를 포함한다. 디스플레이 패널(150)은 임의의 적합한 유형의 디스플레이를 포함할 수 있다. 예시된 실시 형태에서, 디스플레이 패널(150)은 LC 패널(이후에는 LC 패널(150)이라고 함)을 포함한다. LC 패널(150)은 전형적으로 패널 판(154)들 사이에 배치된 LC(152)의 층을 포함한다. 판(154)은 종종 유리로 형성되고, LC 층(152) 내의 액정 배향을 제어하기 위해 내부 표면 상에 전극 구조체 및 정렬층을 포함할 수 있다. 이들 전극 구조체는 통상 LC 패널픽셀, 즉 액정의 배향이 인접 면적에 독립적으로 제어될 수 있는 LC 층의 면적을 한정하도록 배열되어 있다. LC 패널(150)에 의해 디스

플레이되는 이미지에 컬러를 가하기 위해 컬러 필터가 또한 하나 이상의 판(152)에 포함될 수 있다.

- [0075] LC 패널(150)은 상부 흡수 편광기(156)와 하부 흡수 편광기(158) 사이에 위치된다. 도시된 실시 형태에서, 상부 및 하부 흡수 편광기(156, 158)는 LC패널(150) 외부에 위치된다. 흡수 편광기(156, 158) 및 LC 패널(150)은 함께 광이 백라이트(110)로부터 디스플레이 시스템(100)을 지나 관찰자로 투과하는 것을 제어한다. 예를 들어, 흡수 편광기(156, 158)는 서로 수직인 투과축으로 배열될 수 있다. 비활성 상태에서, LC 층(152)의 픽셀은 통과하는 광의 편광을 변화시키지 않을 수 있다. 따라서, 하부 흡수 편광기(158)를 통과하는 광은 상부 흡수 편광기(156)에 의해 흡수된다. 픽셀이 활성화될 때, 그를 통과하는 광의 편광은 하부 흡수 편광기(158)를 통해 투과된 광의 적어도 일부가 상부 흡수 편광기(156)를 통해 또한 투과되도록 회전된다. 예를 들어, 제어기(104)에 의해 LC 층(152)의 상이한 픽셀의 선택적 활성화에 의해, 광이 어떤 원하는 위치에서 디스플레이 시스템(100)으로부터 빠져 나감으로써, 관찰자가 보는 이미지를 형성한다. 제어기(104)는 예컨대 텔레비전 이미지를 수신하여 표시하는 컴퓨터 또는 텔레비전 제어기를 포함할 수 있다.
- [0076] 하나 이상의 선택적인 층(157)이, 예를 들어 디스플레이 표면에 기계적 및/또는 환경적 보호를 제공하기 위해 상부 흡수 편광기(156)에 근접하여 제공될 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 층(157)은 상부 흡수 편광기(156) 상에 하드코팅을 포함할 수 있다.
- [0077] 일부 유형의 LC 디스플레이들은 위에서 설명된 것과는 다른 방식으로 동작할 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 흡수 편광기(156, 158)는 평행하게 정렬될 수 있고, LC 패널은 비활성 상태에 있을 때 광의 편광을 회전시킬 수 있다. 그럼에도 불구하고, 이러한 디스플레이들의 기본 구조는 본 명세서에 기술된 구조와 유사하다.
- [0078] 조명 어셈블리(101)는 백라이트(110)와, 선택적으로 백라이트(110)와 LC 패널(150) 사이에 위치한 하나 이상의 광 관리 필름(140)을 포함한다. 백라이트(110)는 본 명세서에 기술된 임의의 백라이트, 예를 들어 도 2의 백라이트(200)를 포함할 수 있다.
- [0079] 광 관리 유닛이라고도 할 수 있는 광 관리 필름의 배열(140)은 백라이트(110)와 LC 패널(150) 사이에 위치되어 있다. 광 관리 필름(140)은 백라이트(110)로부터 전파하는 조명 광에 영향을 준다. 예를 들어, 광 관리 필름의 배열(140)은 확산기(148)를 포함할 수 있다. 확산기(148)는 백라이트(110)로부터 수광된 광을 확산시키는 데 사용된다.
- [0080] 확산기 층(148)은 임의의 적합한 확산기 필름 또는 판일 수 있다. 예를 들어, 확산층(148)은 임의의 적합한 확산 재료 또는 재료들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시 형태에 있어서, 확산층(148)은 유리, 폴리스티렌 비드 및 CaCO_3 입자를 포함하는 다양한 분산 상을 가진 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA)의 중합체 매트릭스를 포함할 수 있다. 예시적인 확산기는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가 가능한, 쓰리엠 스카치칼 디퓨저 필름(Scotchcal™ Diffuser Film), 타입 3635-30, 3635-70 및 3635-100을 포함할 수 있다.
- [0081] 선택적인 광 관리 유닛(140)은 또한 반사 편광기(142)도 포함할 수 있다. 임의의 적합한 유형의 반사 편광기, 예를 들어 다층 광학 필름(MOF) 반사 편광기, 연속/확산 상 편광기와 같은 확산 반사 편광 필름(DRPF), 와이어 격자 반사 편광기, 또는 콜레스테릭(cholesteric) 반사 편광기가 반사 편광기(142)에 사용될 수 있다.
- [0082] MOF 및 연속/분산 상 반사 편광기는 광을 직교 편광 상태로 투과시키면서 하나의 편광 상태의 광을 선택적으로 반사시키기 위해 적어도 2종의 재료, 보통 중합체 재료들 간의 굴절률 차이에 의존한다. MOF 반사 편광기의 일부 예는 공동 소유의 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 기술되어 있다. MOF 반사 편광기의 구매가능한 예로는, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한, 확산 표면을 포함하는 비퀴티(Vikuiti™) DBEF-D200 및 DBEF-D440 다층 반사 편광기를 포함한다.
- [0083] 본 발명과 관련하여 유용한 DRPF의 예로는, 예를 들어 공동 소유의 미국 특허 제5,825,543호(아우더커크(Ouderkerk) 등)에 기술된 바와 같은 연속/분산상 반사 편광기와, 예를 들어 공동 소유의 미국 특허 제5,867,316호(칼슨(Carlson) 등)에 기술된 바와 같은 확산 반사 다층 편광기를 포함한다. 다른 적합한 유형의 DRPF가 미국 특허 제5,751,388호(라슨(Larson))에 기재되어 있다.
- [0084] 본 발명과 관련하여 유용한 와이어 그리드 편광기의 몇몇 예로는, 예를 들어 미국 특허 제6,122,103호(퍼킨스(Perkins) 등)에 기술된 것들을 포함한다. 와이어 그리드 편광기는 특히 미국 유타주 오렘 소재의 모스텍 인크.(Moxtek Inc.)로부터 구매가능하다.
- [0085] 본 발명과 관련하여 유용한 콜레스테릭 편광기의 몇몇 예는, 예를 들어 미국 특허 제5,793,456호(브로어(Broer))

등) 및 미국 특허 공보 제2002/0159019호(포코니(Pokorny) 등)에 기술되어 있는 것들을 포함한다. 콜레스테릭 편광기는 흔히 출력 측의 사분파(quarter wave) 지연 층과 함께 제공되어 콜레스테릭 편광기를 투과한 광이 선행 편광으로 변환되도록 한다.

[0086] 일부 실시 형태에서, 편광 제어층(144)이 확산기(148)와 반사 편광기(142) 사이에 제공될 수 있다. 편광 제어층(144)의 예로는 1/4파 지연층 및 액정 편광 회전층과 같은 편광 회전층이 있다. 편광 제어층(144)은 재순환된 광의 더 많은 부분이 반사 편광기(142)를 투과되도록 반사 편광기(142)로부터 반사되는 광의 편광을 변경시키는 데 사용될 수 있다.

[0087] 광 관리 필름의 선택적인 배열(140)은 또한 하나 이상의 휘도 향상층을 포함할 수 있다. 휘도 향상층은 비축(off-axis) 광을 디스플레이의 측에 보다 가까운 방향으로 방향전환시킬 수 있다. 이는 LC 층(152)을 통해 축상으로 진행하는 광의 양을 증가시키며, 따라서 시청자가 보는 이미지의 밝기가 증가된다. 휘도 향상층의 일례는 프리즘형 휘도 향상층이 있는데, 이는 굴절과 반사를 통해 조명광을 방향전환시키는 다수의 프리즘형 리지(ridge)를 갖는다. 디스플레이 시스템(100)에서 사용될 수 있는 프리즘 휘도 향상층의 일례로는 BEF II 90/24, BEF II 90/50, BEF IIIM 90/50 및 BEF IIIT를 포함하여, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 비쿼터™ BEF II 및 BEF III 계열의 프리즘 필름을 포함한다. 휘도 향상은 또한 본 명세서에서 더 기술되는 바와 같이 전방 반사기의 실시 형태들 중 일부에 의해 제공될 수 있다.

[0088] 도 1에 도시된 예시적인 실시 형태는 반사 편광기(142)와 LC 패널(150) 사이에 배치된 제1 휘도 향상층(146a)을 도시하고 있다. 프리즘형 휘도 향상층은 전형적으로 광학 이득을 1차원으로 제공한다. 선택적인 제2 휘도 향상층(146b)은 또한 제1 휘도 향상층(146a)의 프리즘 구조에 직교하게 배향된 프리즘 구조를 갖는 광 관리층의 배열(140)에 포함될 수 있다. 이러한 구성은 디스플레이 시스템(100)의 광학 이득을 2차원으로 증가시킨다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 휘도 향상층(146a, 146b)은 백라이트(110)와 반사 편광기(142) 사이에 위치될 수 있다.

[0089] 선택적인 광 관리 유닛(140) 내의 상이한 층이 독립적일 수 있다. 다른 실시 형태에서, 광 관리 유닛(140) 내의 둘 이상의 층이, 예를 들어 미국 특허 출원 제10/966,610호(코(Ko) 등)에 기술된 바와 같이, 서로 라미네이팅될 수 있다. 다른 예시적인 실시 형태에서, 선택적인 광 관리 유닛(140)은, 예를 들어 공동 소유의 미국 특허 출원 제10/965,937호(겔센(Gehlsen) 등)에 기술되어 있는 바와 같이, 간극에 의해 분리되어 있는 2개의 서브어셈블리를 포함할 수 있다.

[0090] 도 1에 도시된 실시 형태의 디스플레이 시스템(100)은 본 명세서에 기술된 임의의 적합한 백라이트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 2는 예지형 백라이트(200)의 일 실시 형태의 개략 단면도이다. 달리 표시되지 않는다면, "백라이트"라고 하면 의도된 응용에서 명목상 균일한 조명을 제공하는 다른 대면적 조명 장치에도 적용하기 위한 것이다. 백라이트(200)는 중공 광 재순환 공동(202)을 형성하는 전방 반사기(210) 및 후방 반사기(220)를 포함한다. 공동(202)은 출력 표면(204)을 포함한다. 백라이트(200)는 또한 공동(202) 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원(230)을 포함한다. 백라이트(200)는 선택적으로 광원을 포함하지 않는 측면 상의 광 재순환 공동(200)의 주변을 둘러싸는 측 표면 또는 반사기(250)를 포함할 수 있다.

[0091] 도시된 바와 같이, 백라이트(200)는 하나 이상의 광원(230)으로부터의 광을 광 재순환 공동(202) 내로 지향시키는 것을 돕는 주입기(240)를 포함한다. 발명의 명칭이 예지형 백라이트에 대한 시준 광 주입기인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXX호(대리인 문서 번호 63034W0004)에 기술된 주입기와 같은 임의의 적합한 주입기가 백라이트(200)에 사용될 수 있다.

[0092] 하나 이상의 광원(230)이 백라이트(200)의 일 측면을 따라 위치하는 것으로 도시되어 있지만, 광원은 백라이트(200)의 2개, 3개, 4개 또는 그 이상의 측면을 따라 배치될 수 있다. 예를 들어, 직사각형 형상의 백라이트의 경우, 하나 이상의 광원이 백라이트의 4개의 측면 각각을 따라 배치될 수 있다.

[0093] 일부 실시 형태에서, 광원들이 하나 이상의 에지를 따라 그리고 후방 반사기를 가로질러 위치되어 있는 복합 구성이 가능하다. 이러한 경우에, 에지를 따라 RGB 광원을 위치시키고 후방 반사기를 따라 백색 광원을 위치하는 것이 유리할 수 있다. 백색 광원은 보다 효율적일 수 있으며, 백색광을 제공하기 위해 컬러 혼합을 필요로 하지 않는다. RGB 광원은 백색 광원보다 더 높은 색역을 갖지만, 덜 효율적일 수 있다. 이는, RGB 광원의 추가로 색역을 증가시키면서, 고효율 백색 광원의 사용으로 전력 소모 요건을 감소시키는 이점을 갖는다. 에지를 따라 RGB 광을 주입함으로써, 컬러 혼합이 측방향으로 행해지고, 이는 더 얇은 백라이트를 제공할 수 있다.

[0094] 전방 반사기(210)는 적어도 가시광에 대해 부분 투과성이고 부분 반사성이다. 전방 반사기(210)의 부분 투과성

에 의해 공동(202) 내의 광의 적어도 일부분이 공동(202)의 출력 표면(204)을 통해 방출될 수 있다. 전방 반사기(210)는 공동(202) 내부로부터 전방 반사기(210)에 입사하는 광에 대해 부분 투과 및 반사를 제공하는 임의의 적합한 필름(들) 및/또는 층(들)을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 적어도 65%의 측상 평균 반사율을 포함한다. 다른 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 적어도 75%의 총 반구 반사율(total hemispherical reflectivity)을 포함한다. 다른 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 적어도 65%의 측상 평균 반사율 및 적어도 75%의 총 반구 반사율을 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "측상 평균 반사율"은 이러한 표면에 사실상 법선인 방향으로 반사기에 입사하는 광의 평균 반사율을 말한다. 게다가, 용어 "총 반구 반사율", 즉 R_{hemi} 는 반사기에 대한 법선을 중심으로 한 반구 내에서 모든 방향으로부터 반사기에 입사하는 (관심대상의 파장 범위에 걸친) 광에 대한 반사기의 총 반사율을 말한다.

[0095] 전방 반사기(210)는 편광된 광을 방출하도록 작동 가능하다. 이러한 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 제1 평면에서 편광된 가시광에 대한 적어도 90%의 측상 평균 반사율 및 제1 평면에 평행인 제2 평면에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 측상 평균 반사율을 포함한다. 당업자라면 제2 평면에 편광된 광을 사용가능 편광 상태에 있는 것으로 간주할 것이다, 즉 이러한 편광된 광이 LC 패널의 하부 흡수 편광기(예를 들어, 도 1의 하부 흡수 편광기(158))를 통과하여 LC 패널에 입사할 것이다. 게다가, 당업자라면 제1 평면을 차단축에 평행한 것으로 간주하고, 제2 평면을 편광 전방 반사기(210)의 통과축에 평행한 것으로 간주할 것이다. 편광된 광을 제공하는 본 발명의 백라이트는 방출광의 만족스러운 공간적 균일도를 위해 충분한 측방향 전달 또는 확산을 제공하기 위해 사용가능 광에 대해 충분히 높은 반사율을 나타내지만, 공동 내의 사용가능 편광 상태의 전체적인 손실을 관리가능한 레벨로 유지하기 위해 사용가능 광의 충분히 낮은 반사율을 나타냄으로써, 방출광의 적절히 높은 휘도를 제공한다.

[0096] 게다가, 일부 실시 형태에서, 공동(202)으로부터의 출력이 실질적으로 원하는 편광 상태가 되도록 하기 위해 사용가능 편광 상태의 평균 측상 투과율이 사용불가능 편광 상태의 투과율보다 몇 배 더 큰 것이 바람직할 수 있다. 이는 또한 공동으로부터의 사용가능 광의 총 손실을 감소시키는 것을 돕는다. 일부 실시 형태에서, 전방 반사기는 제1 평면에 편광된 가시광에 대한 제1 측상 평균 투과율 및 제2 평면에 편광된 가시광에 대한 제2 측상 평균 투과율을 포함하며, 여기서 제1 측상 투과율에 대한 제2 측상 투과율의 비는 적어도 7이다. 다른 실시 형태에서, 이러한 비는 적어도 10, 20, 또는 임의의 적합한 비이다.

[0097] 전방 반사기(210)는 원하는 광학 특성 또는 특성들을 갖는 방출광을 전방 반사기가 제공하도록 임의의 적합한 필름(들) 및/또는 층(들)을 포함할 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 하나 이상의 복굴절 다층 광학 필름을 포함할 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 광학 필름(OPTICAL FILM)인 미국 특허 제 5,882,774호(존자 등), 발명의 명칭이 다층 광학 필름 반사기를 갖는 백라이트 시스템(BACKLIGHT SYSTEM WITH MULTILAYER OPTICAL FILM REFLECTOR)인 미국 특허 제 6,905,220호(워트만(Wortman) 등), 발명의 명칭이 고효율 광학 장치(HIGHT EFFICIENCY OPTICAL DEVICES)인 미국 특허 제 6,210,785호(웨버(Weber) 등) 및 발명의 명칭이 다층 광학 필름 제조 장치(APPARATUS FOR MAKING MULTILAYER OPTICAL FILMS)인 미국 특허 제 6,783,349호(니빈(Nevin) 등)를 참조하라.

[0098] 다층 광학 필름, 즉 굴절률이 상이한 미세층(microlayer)의 배치에 의해 적어도 부분적으로 바람직한 투과 및/또는 반사 특성을 제공하는 필름이 공지되어 있다. 진공 챔버에서 기판 상의 광학적으로 얇은 층("미세층")에 일련의 무기 물질을 증착함으로써 이러한 다층 광학 필름을 제조하는 것이 공지되어 있다. 무기 다층 광학 필름은, 예를 들어 문헌[H. A. Macleod, Thin-Film Optical Filters, 2nd Ed., Macmillan Publishing Co. (1986)] 및 문헌[A. Thelan, Design of Optical Interference Filters, McGraw-Hill, Inc. (1989)]에 기술되어 있다.

[0099] 보다 최근에는, 다층 광학 필름이 교호 중합체층의 공압출에 의해 설명되었다. 예를 들어, 미국 특허 제 3,610,724호(로저스(Rogers)), 제 4,446,305호(로저스 등), 제 4,540,623호(아임(Im) 등), 제 5,448,404호(슈렌크(Schrenk) 등) 및 제 5,882,774호(존자 등)를 참조하라. 이들 중합체 다층 광학 필름에서, 개별 층의 제조에서 대부분 또는 오로지 중합체 물질이 사용된다. 이러한 필름은 대량 생산 프로세스에 적합하고 대형 시트 및 롤 제품으로 제조될 수 있다.

[0100] 광학 필터에 사용하기 위한 중합체 다층 광학 필름이, 예를 들어 PCT 공개 W095/17303호, W095/17691호, W095/17692호, W095/17699호, W096/19347호 및 W099/36262호에 기술되어 있다. 한 가지 구매가능한 형태의 다층 반사 편광기가 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니에 의해 DBEF(Dual Brightness Enhanced Film)로 시판되고 있다. 중합체 다층 광학 필름은 굴절률이 상이한 중합체 재료의 층을 교호시킴으로써 일반적

으로 형성된다. 전형적으로, 중합체가 투과 파장 범위에 걸쳐서 비교적 투명하다면 임의의 중합체를 사용할 수 있다. 편광 응용에서, 제1 광학층, 제2 광학층, 또는 둘 모두가 복굴절이거나 복굴절로 제조될 수 있는 중합체를 사용하여 형성되며, 여기서 중합체의 굴절률은 중합체의 직교 좌표축을 따라 상이한 값을 갖는다. 일반적으로, 복굴절 중합체 미세층은 층 평면에 대한 법선(z-축)에 의해 정의되는 직교좌표축을 가지며, x-축 및 y-축은 층 평면 내에 있다. 복굴절 중합체는 또한 비편광 장치에 사용될 수 있다.

[0101] 다층 광학 필름은 전형적으로 어떤 광이 인접한 미세층들 사이의 계면에서 반사되도록 상이한 굴절률 특성을 갖는 개별 미세층들을 포함한다. 미세층들은 복수의 계면에서 반사된 광이 보강 또는 상쇄 간섭을 받아서 다층 광학 필름에 원하는 반사 또는 투과 특성을 제공하도록 충분히 얇다. 자외선, 가시광 또는 근적외선 파장의 광을 반사하도록 설계된 다층 광학 필름의 경우, 각각의 미세층은 대체로 약 $1\ \mu\text{m}$ 미만의 광학 두께(물리적 두께에 굴절률을 곱함)를 갖는다. 그러나, 미세층의 밀착된 군들을 분리시키는 다층 광학 필름들 사이에 배치된 보호 경계층(PBL) 또는 다층 광학 필름의 외부 표면에 있는 스킨층(skin layer)과 같이 더 두꺼운 층들이 또한 포함될 수 있다. 이러한 다층 광학 필름 본체는 또한 2개 이상의 다층 광학 필름 시트를 라미네이트 형태로 접합시키기 위해 하나 이상의 두꺼운 접착제층을 또한 포함할 수 있다.

[0102] 간단한 실시 형태에서, 미세층은 $1/4$ 파장 스택에 대응하는 두께 및 굴절률 값을 가질 수 있다, 즉 이들은 각각이 동일한 광학 두께($f\text{-비} = 50\%$)를 갖는 2개의 인접한 미세층을 갖는 광학 반복 유닛 또는 유닛 셀 내에 배열되며, 이러한 광학적 반복 유닛은 파장 λ 이 광학 반복 유닛의 전체 광학 두께의 2배인 보강 간섭광에 의한 반사에 효과적이다. 필름의 두께 축(예컨대, z-축)을 따른 두께 변화율(thickness gradient)을 이용하여 넓어진 반사 대역을 제공할 수 있다. 미국 특허 제6,157,490호(위틀리(Wheatley) 등)에 논의된 바와 같이, (고반사와 고투과 사이의 파장 전이에서의) 이러한 대역 경계를 예리하게 하도록 조정된 두께 변화율도 또한 사용될 수 있다. 중합체 다층 광학 필름의 경우, 반사 대역이 예리한 대역 경계는 물론, 반사 특성이 응용의 파장 범위를 가로질러 본질적으로 일정한 "평탄한 상부" 반사 대역을 갖도록 설계될 수 있다. $f\text{-비}$ 가 50%가 아닌 2-미세층 광학 반복 유닛을 갖는 다층 광학 필름 또는 2개 초과와 미세층을 포함하는 광학 반복 유닛을 갖는 필름과 같은 다른 층 배열도 또한 고려된다. 이들 대안의 광학 반복 유닛 설계는 일정한 고차 반사를 감소시키거나 여기서 키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 제5,360,659호(아렌즈 등)와 제5,103,337호(슈링크 등)를 참조하라.

[0103] 다층 광학 필름은 적어도 하나의 대역폭에 걸쳐 광의 하나 또는 둘 모두의 편광을 반사하도록 설계될 수 있다. 다양한 필름 축을 따라 이들 층 두께 및 굴절률을 주의 깊게 조작함으로써, 다층 광학 필름이 하나의 편광축에 대해 고반사성 미러로서 거동하고 편광의 직교축에 대해 보다 약한 저반사성 미러로서 거동하도록 제조될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 다층 광학 필름은 스펙트럼의 가시 영역에서 광의 하나의 편광을 강하게 반사하고 직교 편광축에 대해 약하게 반사(사실상 투명)하도록 조정될 수 있다. 중합체 미세층에 대해 복굴절을 적절히 선택하고 미세층 두께를 적절히 선택하여, 다층 광학 필름은 2개의 면내 직교축 중 어느 하나를 따라 편광된 광에 대해 반사 크기의 어떠한 변동도 갖도록 설계될 수 있다.

[0104] 중합체성 다층형 광학 필름의 제조에 사용될 수 있는 예시적인 물질은 국제 출원 공개 WO 99/36248호(니빈 등)에서 찾아볼 수 있다. 적절한 굴절률 차이 및 적절한 층간 접착성을 제공하는 예시적인 2개 중합체의 조합은 (1) 주로 일축 연신을 갖는 프로세스를 사용하여 제조된 편광 다층 광학 필름에 있어서, PEN/coPEN, PET/coPET, PEN/sPS, PET/sPS, PEN/이스타(Eastar™), PET/이스타, PEN/FN007-여기서 "PEN"은 폴리에틸렌 나프탈레이트를 말하고, "coPEN"은 나프탈렌 다이카르복실산에 기초한 공중합체 또는 블렌드를 말하며, "PET"는 폴리에틸렌 테레프탈레이트를 말하고, "coPET"는 테레프탈산에 기초한 공중합체 또는 블렌드를 말하며, "sPS"는 신디오택틱(syndiotactic) 폴리스티렌 및 그의 유도체를 말하고, 이스타는 폴리에스테르 또는 코폴리에스테르이며 (사이클로헥산디메틸렌 다이올 단위 및 테레프탈레이트 단위를 포함하는 것으로 여겨짐), "FN007" (네오스타(Neostar))은 이스트만 케미칼 컴퍼니(Eastman Chemical Co.)로부터 구매가능한 코폴리에스테르 에테르임-와, (2) 이축 연신 프로세스의 프로세스 조건을 조작하여 제조된 편광 다층 광학 필름에 있어서, PEN/coPEN, PEN/PET, PEN/PBT, PEN/PETG 및 PEN/PETcoPBT-여기서 "PBT"는 폴리부틸렌 테레프탈레이트를 말하고, "PETG"는 제2 글리콜(일반적으로 사이클로헥산다이메탄올)을 이용하는 PET의 공중합체를 말하며, "PETcoPBT"는 에틸렌 글리콜 및 1,4-부탄다이올의 혼합물을 갖는 에스테르 또는 테레프탈산의 코폴리에스테르를 말함-과, (3) 미러 필름(컬러 미러 필름을 포함함)에 있어서, PEN/PMMA, coPEN/PMMA, PET/PMMA, PEN/Ecdel™, PET/Ecdel™, PEN/sPS, PET/sPS, PEN/coPET, PEN/PETG, 및 PEN/THV™-여기서, "PMMA"는 폴리메틸 메타크릴레이트를 말하고, Ecdel™은 이스트만 케미칼 컴퍼니로부터 구매가능한 열가소성 폴리에스테르 또는 코폴리에스테르이고 (사이클로헥산다이카르복실레이트 단위, 폴리테트라메틸렌 에테르 글리콜 단위, 및 사이클로헥산다이메탄올 단위를 포함하는 것으

로 여겨짐), THV™은 쓰리엠 컴퍼니로부터 구매가능한 플루오로중합체임)을 포함한다.

- [0105] 적합한 다층 광학 필름 및 관련 설계와 구조에 대한 추가의 상세한 설명은 미국 특허 제5,882,774호(존자 등), 제6,531,230호(웨버 등), PCT 공개 WO 95/17303호(아우더커크 등), 제WO 99/39224호(아우더커크 등) 및 문헌 [Giant Birefringent Optics in Multilayer Polymer Mirrors", Science, Vol. 287, March 2000 (Weber et al.)]에서 찾아볼 수 있다.
- [0106] 다층 광학 필름 및 필름 본체는 그의 광학적, 기계적 및/또는 화학적 특성을 위해 선택된 추가적인 층 및 코팅을 포함할 수 있다. 예를 들어, UV 흡수층이 구성요소를 UV광으로 인한 열화로부터 보호하기 위해 광학 요소의 입사면에 추가될 수 있다. 추가의 층 및 코팅은 또한 굽힘 방지층, 인열 방지층 및 경화제(stiffening agent)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 제6,368,699호(길버트(Gilbert) 등)를 참조하라.
- [0107] 도 3은 종래의 다층 광학 필름(300)을 나타낸다. 필름(300)은 개별 미세층(302, 304)을 포함한다. 미세층은 어떤 광이 인접한 미세층들 사이의 계면에서 반사되도록 상이한 굴절률 특성을 갖는다. 미세층들은 복수의 계면에서 반사된 광이 보강 또는 상쇄 간섭을 받아서 필름에 원하는 반사 또는 투과 특성을 제공하도록 충분히 얇다. 자외선, 가시광 또는 근적외선 파장에서의 광을 반사하도록 설계된 광학 필름의 경우, 각각의 미세층은 일반적으로 광학적 두께(즉, 물리적 두께에 굴절률을 곱함)가 약 $1\ \mu\text{m}$ 미만이다. 그러나, 필름의 외부 표면에 있는 스킨층 또는 미세층 패킷(packet)을 분리시키는 필름 내에 배치된 보호 경계층(PBL)과 같은 더 두꺼운 층이 또한 포함될 수 있다.
- [0108] 다층 광학 필름(300)의 반사 및 투과 특성은 각각의 미세층의 굴절률의 함수이다. 각각의 미세층은, 적어도 필름 내의 국소 위치에서, 면내 굴절률(n_x , n_y) 및 필름의 두께축과 연관된 굴절률(n_z)에 의해 특성화될 수 있다. 이들 굴절률은 각각 상호 직교하는 x, y 및 z-축을 따라 편광된 광에 대한 대상 물질(subject material)의 굴절률을 나타낸다(도 3 참조).
- [0109] 실제로, 굴절률은 적절한 물질 선택과 처리 조건에 의해 제어된다. Film 300 필름은 2개의 교호하는 중합체(A, B)를 전형적으로 수십 또는 수백 개의 층들로 공압출하고, 이어서 다층 압출물을 하나 이상의 다중화 다이로 선택적으로 통과시키며, 그리고 나서 최종 필름을 형성하도록 압출물을 연신 또는 달리 배향시킴으로써 제조될 수 있다. 결과적인 필름은 가시광선 또는 근적외선과 같은 원하는 스펙트럼 영역(들) 내에서 하나 이상의 반사 대역을 제공하도록 그 두께 및 굴절률이 맞춰진 전형적으로 수십 또는 수백 개의 개별 미세층들로 구성된다. 적합한 개수의 층으로 높은 반사율을 달성하기 위해, 인접한 미세층들은 x-축을 따라 편광된 광에 대해 적어도 0.05의 굴절률 차(Δn_x)를 나타낼 수 있다. 2개의 직교 편광에 대해 높은 반사율이 요구되는 경우, 인접한 미세층들은 또한 y-축을 따라 편광된 광에 대해 적어도 0.05의 굴절률 차(Δn_y)를 나타낼 수 있다.
- [0110] 원하는 경우, z-축을 따라 편광된 광에 대해 인접한 미세층들 사이의 굴절률 차(Δn_z)도 또한 경사 입사광의 p-편광 성분에 대해 바람직한 반사 특성을 달성하도록 조정될 수 있다. 설명의 용이함을 위하여, 다층 광학 필름 상의 임의의 관심대상의 점에서, x-축은 Δn_x 의 크기가 최대이도록 필름의 평면 내에 배향되는 것으로 생각될 것이다. 따라서, Δn_y 의 크기가 Δn_x 의 크기 이하일 수 있다(그러나, 초과하지는 않음). 게다가, 차이 Δn_x , Δn_y , Δn_z 를 계산하는 데 어느 물질층부터 시작할지의 선택은 Δn_x 가 음이 되지 않도록 함으로써 정해진다. 다시 말하면, 계면을 형성하는 2개의 층들 사이의 굴절률 차이는 $\Delta n_j = n_{1j} - n_{2j}$ 이고, 여기서 $j = x, y$, 또는 z 이고, 층 표시 1, 2는 $n_{1x} \geq n_{2x}$, 즉 $\Delta n_x \geq 0$ 이도록 선택된다.
- [0111] 경사 입사각에서 p-편광된 광의 높은 반사율을 유지하기 위해, 미세층들 사이의 z-굴절률의 불일치(Δn_z)는, $\Delta n_z \leq 0.5 * \Delta n_x$ 이도록, 실질적으로 최대 면내 굴절률 차이(Δn_x)보다 작도록 제어될 수 있다. 보다 양호하게는, $\Delta n_z \leq 0.25 * \Delta n_x$ 이다. 0 또는 거의 0인 크기의 z-굴절률 불일치는 p-편광된 광에 대한 반사율이 입사 각도의 함수로서 일정하거나 거의 일정한 미세층들 사이의 계면을 생성한다. 게다가, z-굴절률 불일치(Δn_z)는 면내 굴절률 차이(Δn_x)와 비교하여 반대 극성을 갖도록, 즉 $\Delta n_z < 0$ 이도록 제어될 수 있다. 이 조건에 의해, s-편광된 광의 경우에서와 같이, p-편광된 광의 반사율이 입사각의 증가에 따라 증가하는 계면이 생성된다.
- [0112] 대안적으로, 다층 광학 필름은 중합체 미세층 모두가 사실상 등방성인, 즉 각각의 층에 대해 $n_x = n_y = n_z$ 인 더 간단한 구조를 가질 수 있다. 게다가, 콜레스테릭 반사 편광기 및 일정한 블록 공중합체와 같은 공지의 자가-

조립 주기 구조는 본 출원의 목적상 다층 광학 필름으로 간주될 수 있다. 콜레스테릭 미러는 왼손 및 오른손 방향의 카이랄 피치 요소의 조합을 사용하여 제조될 수 있다.

[0113] 종래의 편광 필름을 참조하면, 광이 2개의 직교 평면에서 편광된 것으로 생각될 수 있으며, 여기서 광의 전파와 교차하는 광의 전기 벡터가 특정의 편광 평면 내에 있다. 그에 따라, 주어진 광선의 편광 상태가 2개의 상이한 편광 상태, 즉 p-편광된 광 및 s-편광된 광으로 분해될 수 있다. p-편광된 광은 광선의 입사 평면 및 주어진 표면에서 편광된 광으로, 여기서 입사 평면은 국소 표면 법선 벡터 및 광선 전파 방향 또는 벡터 둘 모두를 포함하는 평면이다.

[0114] 예를 들어, 도 4는 입사각(θ)으로 편광기(402)에 입사하는 광선(410)을 도시하고 있어서, 입사 평면(412)을 형성한다. 편광기(402)는 y-축에 평행한 통과축(404) 및 x-축에 평행한 차단축(406)을 포함한다. 광선(410)의 입사 평면(412)은 차단축(406)에 평행하다. 광선(410)은 입사 평면(412)에 있는 p-편광된 성분 및 입사 평면(412)에 직교인 s-편광된 성분을 갖는다. 광선(410)의 p-편광된 광은 편광기(402)의 차단축(406)에 평행하고, 따라서 편광기에 의해 사실상 반사될 것인 한편, 광선(410)의 s-편광된 광은 편광기(402)의 통과축(404)에 평행하고 적어도 일부가 투과된다.

[0115] 게다가, 도 4는 편광기(402)의 통과축(404)에 평행한 입사 평면(422)에서 편광기(402)에 입사하는 광선(420)을 도시한다. 따라서, 광선(420)의 p-편광된 광은 편광기(402)의 통과축(404)에 평행한 한편, 광선(420)의 s-편광된 광은 편광기(402)의 차단축(406)에 평행하다. 그 결과, 편광기(402)를 차단축에서 편광된 광에 대해 입사광의 모든 각도에서 100%의 반사율을 갖고 통과축에서 편광된 광에 대해 입사광의 모든 각도에서 0%의 반사율을 갖는 완전한 편광기라 가정하면, 편광기는 광선(410)의 s-편광된 광 및 광선(420)의 p-편광된 광을 투과시키는 한편, 광선(410)의 p-편광된 광 및 광선(420)의 s-편광된 광을 반사시킨다. 다시 말하면, 편광기(402)는 p-편광된 광 및 s-편광된 광의 조합을 투과시킬 것이다. p-편광된 광 및 s-편광된 광의 투과량 및 반사량은, 본 명세서에서 추가로 설명되는 바와 같이, 편광기의 특성에 좌우될 것이다.

[0116] 일반적으로, 인접하는 복굴절의 고굴절률 물질의 z-굴절률과 저굴절률 물질의 면내 굴절률과의 상대적 굴절률 정합도를 변경함으로써 전방 반사기(예를 들어, 도 2의 전방 반사기(210))로 사용하기 위한 다양한 비대칭 반사 필름이 제공될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 비대칭 반사 필름의 면내 광학축 둘 모두를 따라 비교적 큰 면내 굴절률 불일치가 요구되지만, 불일치는 서로 상당히 상이하며, 그에 따라 비대칭 법선 입사 투과 및 반사 특성을 생성한다. 이는 면내 굴절률이 통과축을 따라 사실상 일치되는 종래의 반사 편광 필름과 대조를 이룬다. 이러한 필름의 일례가 법선 입사 시에 하나의 면내 축을 따라 편광되는 광에 대해 낮은 반사율을 갖는 DBEF(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)이다.

[0117] 예를 들어, 본 발명의 전방 반사기에서 사용될 수 있는 예시적인 비대칭 반사 필름은 면내 굴절률값이 $n_{x1} = 1.82$ 및 $n_{y1} = 1.62$ 이고 z-축 굴절률이 $n_{z1} = 1.50$ 인 고굴절률층(즉, 가장 높은 굴절률을 포함하는 층)과 면내 굴절률이 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.56$ 인 등방성 저굴절률층을 가질 수 있다. 이들 굴절률을 갖는 필름이 표준 필름 텐터(tenter)에서와 같이 억제된 일축 배향(constrained uniaxial orientation)을 사용하여 coPEN/PETG 공압출된 다층 필름을 사용하여 형성될 수 있다. 약 300개의 층을 사용하여, y-z 평면("통과"축)에 평행한 편광 벡터를 갖는 400 내지 870 nm의 광에 대해 도 5에 도시된 반사율이 달성될 수 있다. x-축을 따라 굴절률 차가 큰 것과 브루스터(Brewster) 각이 없는 것으로 인해, x-z 평면에 평행한 편광 벡터를 갖는 광의 약 98%가 반사된다. 도 5는 p-편광된 광(곡선 502) 및 s-편광된 광(곡선 504)에 대한 공기 중에서의 다양한 입사각에서의 통과축에 대한 광의 반사율을 도시한다. 도시된 바와 같이, 이러한 필름은 하나의 편광의 가시광에 대해 약 29%의 측상 평균 반사율을 포함할 수 있는 반면, 차단축에 대해 약 98%의 매우 더 높은 반사율을 갖는다.

[0118] 일반적으로, 도 5에 도시된 것과 같은, 고굴절률 이축 복굴절 물질의 사용은 제1 축(차단축)에 평행하게 편광된 대부분의 광 성분을 차단시키고 직교축(통과축)과 정렬된 s-편광 및 p-편광된 광 성분 둘 모두를 제어된 양으로 통과시키는 비대칭 반사기의 설계를 가능하게 한다. 이 통과축을 따라 s-편광 및 p-편광된 광의 상대 반사율이 제2 물질의 등방성 굴절률(n_2)을 n_{y1} 과 n_{z1} 사이의 어떠한 값으로 변경함으로써 조절될 수 있다.

[0119] 전방 반사기에 이용되는 비대칭 반사 필름 또는 필름들은 $n_{x1} \gg n_{y1} \gg n_{z1}$ 의 굴절률을 갖는, 고도의 이축 복굴절인 고굴절률 물질을 포함할 수 있다. 이는 어떤 물질들의 억제된 일축 연신 또는 이들 또는 다른 물질들의 비대칭 배향을 통해 달성될 수 있다. 이러한 관계에 의해 이하의 기준을 동시에 만족시키는 필름의 설계가 가능하게 된다.

[0120] * 유용한 수의 층으로 통과축에 대해 상당한 반사율(예를 들어, 25% 내지 90%)이 달성될 수 있도록 Δn_y 의 값이

충분히 크다. 본 명세서에서 추가로 설명하는 바와 같이, 이러한 제한은 낮은 컬러 필름에 필요한 스펙트럼 제어와 관련된다. 일부 실시 형태에서, $\Delta n_y \geq$ 약 0.05인 것이 바람직할 수 있다.

[0121] * 차단축이 통과축보다 훨씬 더 적은 광을 투과시키도록 하기 위해 Δn_x 의 값이 Δn_y 보다 상당히 더 클 수 있다. 일반적으로, $\Delta n_x \geq 2\Delta n_y$ 인 것이 바람직할 수 있다.

[0122] * Δn_z 이 Δn_x 보다 훨씬 더 작을 수 있으며, 일부 실시 형태에서, 부호가 반대이다. 이는, 특히 경사 입사각에서, 차단축을 따라 편광된 광이 누설되는 것을 방지하는 것을 도울 수 있다.

[0123] 편광된 출력을 제공하고 통과 상태에서 적어도 어떤 광을 반사시키는 전방 반사기가 광 재순환 공동 내에서의 광의 재순환 증가에 의해 하나 이상의 광원을 포함하는 백라이트로부터의 방출광의 만족스러운 공간적 균일도를 제공할 수 있다. 이러한 유형의 백라이트의 일부분의 개략적인 표현이 도 6에 도시되어 있으며, 여기서 백라이트(600)는 중공 광 재순환 공동(602)을 형성하는 전방 반사기(610) 및 후방 반사기(620)를 포함한다. 공동(602) 내의 광(660)은 전방 반사기(610)에 입사하는 광을 나타내고, 제1 편광 상태(a) 및 제2 직교 편광 상태(b)의 광을 포함한다. 전방 반사기(610)는 편광 상태(a)를 갖는 광(662)의 일부를 투과시키는 반면, 상태(a)를 갖는 광의 제2 부분(664)을 반사시키고 편광 상태(b)를 갖는 광(666)의 사실상 모두를 반사시킨다. 반사된 광(664, 666)은 후방 반사기(620)에 의해 반사되어, 전방 반사기(610) 쪽으로 지향되며, 다시 상태(a)의 일부분(668)이 투과되고 상태(a)의 제2 부분 및 상태(b)의 사실상 모두가 반사된다. 편광 상태(a) 및 (b) 둘 모두의 광의 이러한 반사의 결과로서, 공동(602) 내의 광이 방향(670)으로 공동 내에 측방으로 진행할 수 있다. 통상적인 백라이트에서, 편광 상태(a)의 광은 첫 번째 통과 시에 백라이트에 의해 사실상 투과될 수 있으며, 그에 의해 공동 내에서 측방으로 전달되는 광량을 감소시킨다. 2차원으로 도시된 바와 같이, 본 발명의 백라이트가 공동으로부터 방출된 광의 만족스러운 공간적 균일도를 제공하기 위해 광이 공동을 실질적으로 채우도록 공동 내에서 둘 모두의 직교 방향으로 광의 측방 전달을 제공할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0124] 본 발명의 전방 반사기는 만족스러운 공간적 균일도를 제공하는 것을 도울 뿐만 아니라, 전방 반사기의 일부 실시 형태는 또한 사용가능 광의 각도 선택적 투과를, 예를 들어 디스플레이에 제공한다.

[0125] 일반적으로, 전방 반사기의 적어도 일부 실시 형태는 일반적으로 광의 입사각에 따라 증가하는 반사율과 일반적으로 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 것이다. 예를 들어, 도 5와 도 7A 및 도 7B는 본 발명의 전방 반사기의 다양한 실시 형태에 대해 통과축에서의 반사율 대 입사각을 도시한다.

[0126] 도 5는 표준의 모델링 기법을 사용하여 모델링된 바와 같이, 전방 반사기의 일 실시 형태에 대해 공기 중에서의 가시광에 대한 통과축 반사율 대 입사각을 나타낸 것이다. 도 5에 도시된 반사율을 갖는 전방 반사기가 표준 필름 텐터에서와 같이 억제된 일축 배향을 사용하여 coPEN/PETG 공압출된 다층 필름을 사용하여 형성될 수 있다. 약 300개의 층을 사용하여, y-z 평면(즉, 통과축)에 평행한 편광 벡터를 갖는 400 내지 870 nm의 가시광에 대해 도 5에 도시된 반사율이 달성될 수 있다.

[0127] 곡선(502)은 통과축에서의 p-편광된 광의 반사율을 나타내고, 곡선(504)은 통과축에서의 s-편광된 광의 반사율을 나타낸다. 반사율 값은 다층 필름으로부터의 반사 및 공기/필름 경계에서의 표면 반사를 포함한다. 도 5에서 알 수 있는 바와 같이, s-편광된 광 및 p-편광된 광 둘 모두에 대한 반사율이 입사각의 증가에 따라 증가한다. x-축을 따라 굴절률 차가 큰 것과 브루스터 각이 없는 것으로 인해, x-z 평면에 평행한 편광 벡터를 갖는 광의 약 98%가 반사된다(즉, 차단축). 따라서, 이러한 단일 필름이 통과축에 평행하게 편광된 광의 제어된 양을 투과시키는 전방 반사기를 형성하는 다수의 필름의 역할을 수행할 수 있다. 통과축에 대해 60도에서 s-편광된 광 및 p-편광된 광에 대한 계산된 평균 반사율은 약 50%이다. 게다가, 차단축에 평행한 평면에서 편광된 모든 광에 대한 반사율은 약 99%보다 클 수 있다.

[0128] 일반적으로, 도 5와 관련하여 기술한 비대칭 반사 필름과 같은, 고굴절률 이축 복굴절 물질의 사용은 하나의 축에 평행하게 편광된 대부분의 광 성분을 차단시키고 직교축(통과축)과 정렬된 s-편광된 광 성분 및 p-편광된 광 성분 둘 모두를 제어된 양으로 투과시키는 비대칭 반사기의 설계를 가능하게 한다. 이 통과축을 따라 s-편광 및 p-편광된 광의 상대 반사율이 제2 물질의 등방성 굴절률(n_2)을 n_{y1} 과 n_{z1} 사이의 어떤 값으로 변경함으로써 조절될 수 있다.

[0129] 굴절률 관계, 이들의 수치값 및 다층 스택 설계 모두가, 일부 실시 형태에서, 하나의 축(즉, 통과축)을 따라 중

간 투과율 값을 갖고 법선 입사에서 다른 축(차단축)을 따라 투과율의 그 값의 약 10배 이하의 값을 갖는 전방 반사기를 생성하는 것으로 고려되어야 한다. 더욱이, 차단축이 임의의 입사각에서 많은 광을 누설하지 않아서, 이러한 실시 형태들이 차단축에 대해 큰 브루스터 각을 필요로 하거나 브루스터 각을 필요로 하지 않는 것이 바람직할 수 있다. 브루스터 각이 이용되는 시스템이 법선 각을 벗어난 쪽으로 이동되는 광의 각도 분포를 허용할 수 있는 경우 통과축이 브루스터 각을 가질 수 있다.

[0130] 가장 높은 면내 굴절률을 갖는 물질로 정의되는 "고"굴절률 물질이 $n_{x1} \gg n_{y1} \gg n_{z1}$ 의 순서로 고도의 이축 복굴절일 수 있다. 이는 어떤 물질들의 억제된 일축 연신 또는 이들 또는 다른 물질들의 비대칭 배향을 통해 달성될 수 있다. 이러한 관계에 의해 이하의 3가지 기준을 동시에 만족시키는 필름의 설계가 가능하게 된다.

[0131] 1) 통과축에서 편광된 가시광에 대한 25% 이상 90% 미만의 반사율에 대해, Δn_y 의 값은 이러한 상당한 반사율이 유용한 수의 층으로 통과축에 대해 달성될 수 있도록 충분히 커야만 한다. 실제의 물질 및 프로세스 시스템으로, 이는 $\Delta n_y \geq$ 약 0.05의 요구로 이어진다.

[0132] 2) 차단축에서 광의 투과를 감소시키는 것을 돕기 위해, Δn_x 의 값이 Δn_y 보다 상당히 더 커야만 한다. 일반적으로, $\Delta n_x \geq 2 * \Delta n_y$ 인 것이 바람직할 수 있다. 게다가, Δn_z 이 Δn_x 보다 훨씬 더 작을 수 있으며, 부호가 반대인 것이 바람직할 수 있다.

[0133] 본 명세서에 기술된 바와 같이, 전방 반사기는 입사각의 함수로서 s-편광된 광 및 p-편광된 광 둘 모두의 증가하는 반사율을 제공할 수 있다. 이 효과는, 프리즘 BEF 필름의 효과와 유사한, 백라이트 디스플레이에서의 각도 "이득", 또는 당업계에서 통상 사용되는 이득 확산기 필름을 생성할 것이다. 전방 반사기로, 경사각에서의 높은 반사율은 백라이트에서 투과 확률이 더 높은 낮은 각도의 광선으로 변환되는 경사 광선을 재순환시킨다. 이와 같이, 높은 각도에서보다 법선 입사 근방에서 더 많은 광이 광 재순환 공동을 빠져 나간다.

[0134] 통상적인 LCD 패널에서, 하부 흡수 편광기(즉, 도 1의 하부 흡수 편광기(156))의 통과축은 종종 LCD 패널 상에 수평으로 배치된다. 이러한 배열로, p-편광된 광은 수평 평면에 입사하고, s-편광된 광은 수직 평면에 입사한다. 이러한 패널의 측방 시야각은 전형적으로 수직 시야각보다 훨씬 더 넓은 것이 요구되지만, 이들 상대적인 값을 제어하는 것이 바람직할 수 있다. 따라서, s-편광 대 p-편광 반사율 및 이후의 각도 이득의 상대적인 양은 제어되는 것이 바람직한 파라미터이다. 일반적으로, 하부 흡수 편광기의 통과축은 관찰자에 대해 임의의 적합한 배향으로, 예를 들어 수평, 수직 등에 대해 임의의 각도로 배치될 수 있다.

[0135] 도 7A는 표준의 모델링 기법을 사용하여 모델링된 바와 같이, 전방 반사기의 다른 실시 형태에 대해 공기 중에서의 광에 대한 통과축 반사율 대 입사각을 나타낸 것이다. 도 7A에 도시된 반사율을 갖는 전방 반사기가 표준 필름 텐터에서와 같이 억제된 일축 배향을 사용하여 coPEN/PMMA 공압출된 다층 필름을 사용하여 형성될 수 있다. 약 300개의 층을 사용하여, y-z 평면(즉, 통과축)에 평행한 편광 벡터를 갖는 400 내지 870 nm의 광에 대해 도 7A에 도시된 반사율이 달성될 수 있다. CoPEN의 미세층에 대한 굴절률은 $n_{x1} = 1.82$, $n_{y1} = 1.61$, 및 $n_{z1} = 1.52$ 이다. PMMA의 미세층에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.49$ 이다. 곡선(706)은 통과축에서의 p-편광된 광의 반사율을 나타내고, 곡선(708)은 통과축에서의 s-편광된 광의 반사율을 나타낸다. 곡선(710)은 차단축에서 p-편광된 광 및 s-편광된 광 둘 모두의 반사율을 나타낸다. 반사율 값은 다층 필름으로부터의 반사 및 공기/필름 경계에서의 표면 반사를 포함한다. 이 실시 형태의 물질 및 굴절률은 이러한 전방 반사기의 통과축에 의해 투과되는 p-편광된 광이 아니라 s-편광된 광에 대해 각도 이득 또는 시준을 생성하기 위해 다층 스택 설계에서 사용될 수 있다.

[0136] 굴절률 n_2 는 n_{z1} 보다 약간 더 작으며, 도 7A에 나타낸 바와 같이, p-편광된 광에 대한 통과축의 반사율이 입사각의 증가에 따라 감소된다. 수평 통과축을 갖는 LCD 패널에서 이와 같은 필름으로, 법선 입사에서보다 어느 한 측면으로 더 많은 광이 공동을 빠져 나갈 것이다, 즉 법선 입사에서보다 측면에서 볼 때 패널이 더 밝아질 것이다. 수직으로 배향된 흡을 갖는 이득 확산기 필름 또는 BEF 필름의 추가는 법선(수직) 관찰 방향으로 더 많은 광을 보내는 데 사용될 수 있다. 대안적으로, 저굴절률 물질이 n_{z1} 보다 높은 굴절률을 갖도록 변경될 수 있다. 수직 평면에서 공동을 빠져 나가는 광은 주로 s-편광되어 있다. 도 7A에 도시된 바와 같이, s-편광된 광의 반사율은 실질적으로 입사각의 함수로서 증가한다. 따라서, 이러한 전방 반사기는 수직 평면에서 입사하는 높은 각도의 광의 대부분을 재순환시키며, 그에 따라 수직 방향으로 상당한 각도 이득을 생성한다.

[0137] 요약하면, 도 5 및 도 7A를 참조하면, 고굴절률 물질의 n_{y1} 값과 n_{z1} 값 사이의 범위에서 저굴절률 물질의 굴절률 값을 선택함으로써, s-편광 및 p-편광 반사율의 상대 세기가 각도의 함수로서 제어될 수 있다. 이와 같이,

각각의 방향에서의 백라이트 공동으로부터의 편광된 광의 각도 이득 또는 시준이 제어될 수 있다. 굴절률 ny_2 가 nz_1 보다 낮게 될 수 있지만, 통과축을 따라 이와 같이 생성된 브루스터 각이 높은 입사각으로 입사하는 p-편광된 광을 누설하도록 ny_2 를 낮게 하지 않는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 설계는 마이너스 각도 이득을 생성하게 될 것이다. ny_2 를 ny_1 보다 크게 만들면 동일한 결과가 얻어질 수 있다. 더욱이, ny_2 를 ny_1 보다 크게 만들면 반사기의 차단축에 대한 반사율이 낮아지며, 그에 의해 바람직하지 않은 편광 상태를 갖는 광의 누설을 방지하기 위해 필름의 부가의 층을 잠재적으로 요구할 것이다.

[0138] 고굴절률 및 저굴절률 물질 둘 모두가 복굴절인 경우, s-편광 대 p-편광 각도 이득의 상대 양이 또한 조절될 수 있다. 저굴절률 층에 대한 이러한 물질은 고굴절률 층과 동일한 또는 반대의 복굴절을 갖도록 선택될 수 있고, ny_2 및 nz_2 의 상대값이 s-편광 및 p-편광 반사율의 상대 크기를 결정하기 위해 선택될 수 있다.

[0139] 예를 들어, 도 7B는 표준의 모델링 기법을 사용하여 모델링된 바와 같이, 전방 반사기의 다른 실시 형태에 대해 공기 중에서의 광에 대한 통과축 반사율 대 입사각을 나타낸 것이다. 도 7B에 도시된 반사율을 갖는 전방 반사기는 coPEN 고굴절률 물질 및 저굴절률 물질의 신디오택틱 폴리스티렌(sPS), 폴리비닐 나프탈렌(PVN) 또는 다른 적합한 물질을 사용하여 형성될 수 있다. 이들 물질은 표준 필름 텐터에서와 같이 억제된 일축 배향을 사용하여 공압출된 다층 필름으로 형성될 수 있다. 약 275개의 층을 사용하여, y-z 평면(즉, 통과축)에 평행한 편광 벡터를 갖는 400 내지 870 nm의 광에 대해 도 7B에 도시된 반사율이 달성될 수 있다. coPEN의 미세층에 대한 굴절률은 $nx_1 = 1.82$, $ny_1 = 1.61$ 및 $nz_1 = 1.50$ 이다. sPS의 미세층에 대한 굴절률은 $nx_2 = 1.52$, $ny_2 = 1.57$ 및 $nz_2 = 1.65$ 이다. 곡선(712)은 통과축에서의 p-편광된 광의 반사율을 나타내고, 곡선(714)은 통과축에서의 s-편광된 광의 반사율을 나타낸다. 반사율 값은 다층 필름으로부터의 반사 및 공기/필름 경계에서의 표면 반사를 포함한다.

[0140] 일반적으로, 두 물질이 모두 복굴절일 때, 저굴절률 물질이 고굴절률 물질에 대해 반대 복굴절을 갖는 경우, Δny 의 값을 감소시키거나 유지하면서 Δnz 가 증가될 수 있다. 저굴절률 물질이 고굴절률 물질과 동일한 복굴절의 부호를 갖는 경우, Δny 의 값을 유지하거나 감소시키면서 Δnz 가 감소될 수 있다. 도 7B에 도시된 바와 같이, p-편광된 광(곡선(712))이 s-편광된 광(곡선(714))보다 더 큰 비율로 입사각의 함수로서 증가한다. 그 결과, p-편광된 광이 s-편광된 광보다 훨씬 더 큰 각도 이득 또는 시준을 나타낸다.

[0141] 일반적으로, 프리즘 휘도 향상 필름은 축상 광을 반사하고 비축 광을 굴절시킴으로써 광의 부분 시준으로서 기능을 한다. 예를 들어, 도 28은 프리즘 휘도 향상 필름(2800)의 일부의 개략 단면도이다. 필름(2800)은 평탄한 면(2802) 및 구조화된 면(2804)을 갖는다. 구조화된 면(2804)은 복수의 삼각 프리즘(2806)을 포함한다. 광선(2810)은 스침 각도(grazing angle)로, 즉 90도에 근접하는 법선에 대한 각도로, 평탄한 면(2802)에 입사하고, 굴절된다. 구조화된 표면(2804)에 도달 시에, 광선(2810)은 다시 굴절된다. 광선(2812)은 광선(2810)보다 평탄한 표면(2802)에 대한 법선에 훨씬 더 가까운 각도로 평탄한 표면(2802)에 도달한다. 광선은 또한 평탄한 표면(2802) 및 구조화된 표면(2804) 둘 모두를 통과할 때 굴절된다. 게다가, 광선(2814)은 광선(2838)보다 평탄한 표면(2802)에 대한 법선에 훨씬 더 가까운 각도로 평탄한 표면(2802)에 입사하며, 구조화된 표면(2804)에 의해 두 번 내부 전반사된다.

[0142] 도시된 바와 같이, 비교적 높은 각도로 휘도 향상 필름(2800)에 입사하는 광선(즉, 광선(2810))은 프리즘 표면에 의해 수직선 쪽으로 굴절되는 경향이 있는 반면, 비교적 낮은 각도로 입사하는 광선(즉, 광선(2814))은 (프리즘 표면에서의 TIR에 의해) 다시 입사 방향 쪽으로 반사되는 경향이 있다. 이러한 프로세스에 의해, 재순환 공동과 같은 각도-혼합된 광원으로부터의 광선이 구조화된 표면(2804)을 통해 법선 각을 향해 집중된다. 프리즘 면에서의 TIR 프로세스로부터 공동 내로 다시 반사되는 광은 통상적인 광 재순환 공동 내의 후방 반사기에 의해 반사될 수 있다. 후방 반사기가 적어도 부분적으로 확산 반사하는 경우, 그 반사된 광이 다시 각도 혼합되고, 재순환 프로세스는 휘도 향상 필름(2800)이 없는 경우의 관찰자 원주 내의 휘도에 비해, 법선 각의 관찰자 원주를 중심으로 휘도를 증가시킬 수 있다.

[0143] 다양한 전방 반사기의 각도 성능이 이득 큐브를 사용하여 측정될 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 복합 확산기 판 및 이를 사용한 직하형 액정 디스플레이(COMPOSITE DIFFUSER PLATES AND DIRECT-LIT LIQUID CRYSTAL DISPLAYS USING SAME)인 미국 특허 공개 제2006/0082700호(겔렌 등)를 참조하라. 이하의 전방 반사기 실시 형태를 측정하는 데 사용되는 이득 큐브는 측면이 1.59 cm(5/8") 두께이고 상부가 0.635 cm(1/4") 두께인 테플론(Teflon®)(PTFE) 벽으로 이루어진 12.7 cm(5") 테플론 큐브를 포함하였다. 이 큐브는 알루미늄 하부 판을 갖는 테플론 하부를 가졌다. 회로 기판 상의 LED를 열전도 테이프(thermal tape)를 사용하여 이러한 판 상에 장착하였다. 하부에 LED를 위해 절단된 구멍이 늘어하도록 2xTIPS(설명을 위한 실시예 참조)를 사용하였다. 이

러한 재순환 공동 구성으로 (후방 평면을 가로질러) 공간적으로 균일한 확산 조명 및 적절한 반사, 높은 확산의 재순환 공동이 얻어져서, 다양한 전방 반사기 실시 형태의 재순환 백라이트 공동에 대한 휘도 변화를 측정하는데 사용될 수 있는 단순한 재순환 공동 장치를 제공한다.

[0144] 이하의 실시 형태에서, 산리츠(Sanritz) 모델 HLC2-5618S 흡수 편광기를 이득 큐브 상에 배치하였고, 독일 칼스루헤 소재의 아우트로닉-멜처스 게엠베하(autronic-MELCHERS GmbH)로부터 입수가능한 코노스코프(Conoscope™) 광학 측정 시스템을 사용하여 코노스코픽 휘도(conoscopic brightness)를 측정하였다. 흡수 편광기를 이득 큐브의 상부에 배치함으로써 베이스라인 측정을 수행하였다. 그 다음, 이득 큐브의 상부에 다양한 전방 반사기를 배치하였고, 흡수 편광기를 전방 반사기의 상부에 배치하였다. 그 다음, 이러한 구성에서 행해진 코노스코픽 휘도의 측정은 관찰자(측정) 관찰 각도의 함수로서 단순한 재순환 백라이트 휘도의 변화를 보여주었다. 다양한 전방 반사기 실시 형태에 대해 측정된 휘도값들이 도시되어 있는데, 여기서 휘도는 방위각 0° 및 90° 의 경우 법선에서 스침각에 이르는 각의 범위에 대해 나타나 있다. 0° 방위각의 경우, 흡수 편광기 통과축과 정렬된 광은 s-편광되고, 90° 방위각의 경우, 흡수 편광기 통과축과 정렬된 광은 p-편광된다.

[0145] 도 29는 단일 BEF 시트에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(2902, 2904)은 각각 0° 및 90° 에서의 BEF를 나타내고, 곡선(2906, 2908)은 각각 BEF가 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. 법선 각 원추(normal angle cone)에 대한 휘도가 1.605배만큼 증가되었고, 휘도 향상이 90° 방위 평면을 따라 (홈의 방향으로) 넓은 범위의 각도로 확장되고 0° 방위 평면을 따라 (홈에 수직인 방향으로) 좁은 범위의 각도로 확장된다. 더욱이, 큰 각도에서의 휘도가 출력 표면에 흡수 편광기만을 갖는 이득 큐브의 출력에 비해 상당히 감소되었다.

[0146] 도 30은 교차되는 2개의 BEF 시트에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(3002, 3004)은 각각 0° 및 90° 에서의 교차된 BEF를 나타내고, 곡선(3006, 3008)은 각각 교차된 BEF가 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. 법선 각 원추에 대한 휘도가 2.6배만큼 증가되었고, 휘도 향상이 90° 방위 평면 및 0° 방위 평면 둘 모두를 따라 상당히 좁게 나타나고 있다.

[0147] 도 31은 통과축이 상부의 흡수 편광기의 통과축과 정렬되어 있는 APF(실시예에서 더 설명되는 바와 같음)에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(3102, 3104)은 각각 0° 및 90° 에서의 APF를 나타내고, 곡선(3106, 3108)은 각각 APF가 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. APF 전방 반사기는 법선 각 원추에 대한 휘도를 1.72배만큼 증가시키고, 휘도 향상은 90° 방위 평면에 대해 큰 각도까지 매우 넓고 0° 방위를 따라 좁게 나타나 있다.

[0148] 도 32는 통과축이 상부의 흡수 편광기의 통과축과 정렬되어 있는 DBEF에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(3202, 3204)은 각각 0° 및 90° 에서의 DBEF를 나타내고, 곡선(3206, 3208)은 각각 DBEF가 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. DBEF 전방 반사기는 법선 각 원추에 대한 휘도를 1.66배만큼 증가시키고, APF 전방 반사기에서와 같이, 휘도 향상은 90° 방위 평면에 대해 큰 각도까지 매우 넓고 0° 방위를 따라 좁게 나타나 있다.

[0149] 도 33은 통과축이 상부의 흡수 편광기의 통과축과 정렬되어 있는 3xARF(설명을 위한 실시예 참조)에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(3302, 3304)은 각각 0° 및 90° 에서의 3xARF를 나타내고, 곡선(3306, 3308)은 각각 3xARF가 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. 3xARF 전방 반사기는 법선 각 원추에 대한 휘도를 1.84배만큼 증가시키고, 휘도 향상은 90° 방위 평면 및 0° 방위 평면 둘 모두에 대해 보다 큰 각도에서 좁게 나타나 있다. 법선 각 휘도의 이러한 증가는 표준 반사 편광기 필름 APF 및 DBEF보다 꽤 높으며, APF 및 DBEF에 대한 것과 비교할 때 3xARF 전방 반사기의 증가된 반구 반사율에 의해 야기될 수 있다(표 1 참조). 이러한 법선 각 관찰자 원추의 휘도 증가는 측상 투과와 증가에서도 나타나는데, 이는 3xARF 필름으로부터의 추가적인 재순환으로 인해 재순환 및 각도 혼합 공동 광선이 전방 반사기를 통해 투과할 확률이 더 높아지게 된다. 더욱이, 출력 표면을 통한 큰 각도의 휘도의 감소가 유리할 수 있는데, 이는 부가적인 프리즘 또는 굴절 구성요소가 LCD 패널 콘트라스트 비를 요구된 레벨로 유지하는 데 필요하지 않을 수 있기 때문이다.

표 1

전방 반사기	반구 반사율	측상 투과율
APF	51.0%	89.3%
DBEF	50.8%	87.5%
3xARF	75.4%	52.0%
비드 코팅된 ARF-86	92.1%	12.8%

[0150]

[0151]

도 34는 통과축이 상부의 흡수 편광기의 통과축과 정렬되어 있는 ARF-86(비드 코팅된 ARF-84와 동일한 구조로, 설명을 위한 실시예 참조)에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(3402, 3404)은 각각 0° 및 90° 에서의 ARF-86을 나타내고, 곡선(3406, 3408)은 각각 ARF-86이 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. 도 34에서, 법선 각 원주에서 휘도 증가가 본질적으로 0인데, 이는 전방 반사기가 ARF-86 및 흡수 편광기 둘 모두의 통과축을 따라 편광된 광에 대해 반사성이 높기 때문이다. 92.1%의 반구 반사율에서도, 법선 각 관찰자 원주에서의 휘도가 흡수 편광기만 있는 것에 비해 변하지 않는다.

[0152]

도 35는 통과축이 상부의 흡수 편광기의 통과축과 정렬되어 있는 비드 코팅된 상부 표면을 갖는 ARF-86(설명을 위한 실시예 참조)에 대한 휘도 대 고도각의 그래프이다. 곡선(3502, 3504)은 각각 0° 및 90° 에서의 ARF-86을 나타내고, 곡선(3506, 3508)은 각각 ARF-86이 없는 경우의 0° 및 90° 에서의 흡수 편광기를 나타낸다. 이 경우에, 비드 코팅된 확산 표면은 이득 큐브 공동의 반대쪽에 있는 ARF-86의 표면에 있다. 따라서, 이는 굴절률 효과를 통해 아래로부터 표면 구조에 부딪치는 각도 혼합된 광을 시준시키는 경향을 갖는다. 이와 동시에, 편광된 광선들이 출력 표면을 통해 공동을 빠져나오에 따라, 비드 코팅된 표면은 ARF-86 필름으로부터 나와서 위쪽으로 비드 코팅된 표면을 통과하는 편광된 광선들에 어느 정도의 편광 랜덤화를 제공하는 경향이 있다. 이러한 효과로 인해, 비드 코팅이 없는 ARF-86과 비교하여, p-편광된 휘도가 각도의 증가에 따라 감소된다.

[0153]

도 2로 돌아가서, 전방 반사기(210)는 원하는 반사율 및 투과율 특성을 제공하는 하나 이상의 필름 또는 층을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 전방 반사기는 2개 이상의 필름을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8A는 전방 반사기(800)의 일부의 개략 단면도이다. 반사기(800)는 제2 필름(804)에 근접하여 배치된 제1 필름(802)을 포함한다. 필름(802, 804)은 이격되어 있거나 서로 접촉하여 있을 수 있다. 대안적으로, 필름(802, 804)은 임의의 적합한 기법을 사용하여 부착될 수 있다. 예를 들어, 필름(802, 804)은 선택적인 접착제층(806)을 사용하여 서로 라미네이팅될 수 있다. 층(806)에 대해 임의의 적합한 접착제, 예를 들어, 감압 접착제(쓰리엠 옵티칼 클리어 애드히시브(Optically Clear Adhesive) 등) 및 UV-경화성 접착제(UVX-4856 등)가 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 접착제층(806)은 굴절률 정합액(index matching fluid)으로 대체될 수 있고, 필름(802, 804)은 당업계의 공지된 임의의 적합한 기법을 사용하여 접촉이 유지될 수 있다.

[0154]

필름(802, 804)은 전방 반사기와 관련하여 본 명세서에서 설명된 임의의 적합한 필름을 포함할 수 있다. 필름(802, 804)은 유사한 광학 특성을 가질 수 있으며, 다른 대안으로서, 필름(802, 804)은 상이한 광학 특성을 제공하는 상이한 구성일 수 있다. 하나의 예시적인 실시 형태에서, 필름(802)은 본 명세서에 기술된 바와 같이 하나의 평면에 통과축을 갖는 비대칭 반사 필름을 포함할 수 있고, 필름(804)은 제1 필름(802)의 통과축과 평행하지 않은 제2 평면에 통과축을 갖는 제2 비대칭 반사 필름을 포함할 수 있다. 이러한 비평행 관계는 2개의 통과축 평면들 사이에 임의의 적합한 각도를 형성할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 통과축 평면들은 거의 직교일 수 있다. 이러한 관계는 전방 반사기(800)에 대해 통과축에서 높은 반사율을 제공할 것이다.

[0155]

게다가, 예를 들어, 필름(802)은 비대칭 반사 필름을 포함할 수 있고, 필름(804)은 BEF와 같은 프리즘 휘도 향상 필름을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, BEF는 BEF가 비대칭 필름의 시준 평면에 직교인 평면에서 투과광을 시준하도록 비대칭 반사 필름에 관하여 배향되어 있을 수 있다. 대안적으로, 다른 실시 형태에서, BEF는 BEF가 비대칭 반사 필름의 시준 평면에서 투과광을 시준하도록 배향될 수 있다.

[0156]

다른 실시 형태에서, 필름(802)은 본 명세서에 기술된 임의의 적합한 필름, 예를 들어 비대칭 반사 필름을 포함할 수 있고, 필름(804)은 임의의 적합한 기관층일 수 있다. 기관은 임의의 적합한 물질 또는 물질들, 예를 들어 폴리카보네이트, 아크릴, PET, 발명의 명칭이 섬유 강화 광학 필름(Fiber Reinforced Optical Films)인 미

국 특허 공개 제2006/0257678호(벤슨(Benson) 등), 발명의 명칭이 강화 반사 편광기 필름(Reinforced Reflective Polarizer Films)인 미국 특허 출원 제11/323,726호(라이트(Wright) 등) 및 발명의 명칭이 강화 반사 편광기 필름인 미국 특허 출원 제11/322,324호(아우더커크 등) 등에 기술된 바와 같은 섬유 강화 광학 필름을 포함할 수 있다.

[0157] 전방 반사기(800)가 2개의 필름(802, 804)을 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 전방 반사기(800)는 3개 이상의 필름을 포함할 수 있다. 예를 들어, 3개 층의 (DBEF 또는 APF와 같은) 전방 반사기를 사용하여 3층 전방 반사기가 제조될 수 있다. 제2 층의 편광축이 제1 층의 편광축에 대해 45° 이고 제3 층의 편광축이 제1 층의 편광축에 대해 90° 이도록 3개의 층이 배열되어 있는 경우, 그 결과의 전방 반사기는 법선 입사 광의 대략 75%를 반사시킬 것이다. 상이한 레벨의 반사를 달성하기 위해 층들 사이의 다른 회전 각도가 사용될 수 있다.

[0158] 거의 직교인 통과축을 갖는 2개의 반사 편광기들 사이의 복굴절층(편광 회전층) 또는 산란층이 또한 전방 반사기로서 사용되기 위해 제어된 정도의 반사율을 갖는 반사 필름을 생성할 수 있다. 2개의 반사 편광기의 통과축이 정렬되거나, 편이되거나, 직교할 수 있다. 반사 편광기들 사이의 층은 제1 반사 편광기를 통과하는 편광을 회전시키거나 스�크램블링(scrambling)시키는 특성을 갖는 복굴절 판, 프리즘 필름, 확산기, 또는 다른 광학 필름일 수 있다. 반사 편광기들 사이의 층은 또한 지지판 및 확산기와 같은 2개 이상의 필름의 조합일 수 있다. 층들이 서로 부착되지 않을 수 있거나, 라미네이션 또는 다른 부착 공정에 의해 부착되어 있을 수 있다.

[0159] 본 발명의 전방 반사기는 또한 반사기의 하나 이상의 표면 내에 또는 그 위에 위치된 광학 요소를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8B는 전방 반사기(810)의 다른 실시 형태의 일부의 개략 단면도이다. 반사기(810)는 제1 주 표면(814) 및 제2 주 표면(816)을 갖는 필름(812)을 포함한다. 필름(812)은 전방 반사기와 관련하여 본 명세서에 기술된 임의의 적합한 필름(들) 또는 층(들)을 포함할 수 있다. 복수의 광학 요소(818)가 제1 주 표면(814) 상에 또는 그 내에 위치되어 있다. 제1 주 표면(814) 상에만 위치된 것으로 도시되어 있지만, 광학 요소는 제2 주 표면(816) 상에 또는 제1 및 제2 주 표면(814, 816) 둘 모두에 위치될 수 있다. 임의의 적합한 광학 요소, 예를 들어 미소구체, 프리즘, 큐브-코너, 렌즈 등이 필름(812) 상에 또는 그 내에 위치될 수 있다. 광학 요소는 굴절 요소, 회절 요소, 확산 요소 등일 수 있다. 이 실시 형태에서, 광학 요소(818)는 필름(812)에 의해 투과된 광을 시준할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 광학 요소(818)는 광학 요소(812)의 위치에 따라 필름(812)에 입사하거나 필름(812)을 빠져나가는 광을 확산시킬 수 있다.

[0160] 광학 요소(818)는 필름(812)의 주 표면 상에 위치될 수 있거나 또는 필름(812)의 주 표면 내에 적어도 부분적으로 매립될 수 있다. 게다가, 필름(810)은 임의의 적합한 기법, 예를 들어 비드 코팅된 ESR을 제조하기 위한 본 명세서에 기술된 기법을 사용하여 제조될 수 있다.

[0161] 광학 요소(818)는 또한 필름(810)에 근접하여 위치된 커버층 또는 기판 상에 위치될 수 있다. 예를 들어, 도 8C는 전방 반사기(820)의 다른 실시 형태의 일부의 개략 단면도이다. 반사기(820)는 필름(822) 및 필름(822)에 근접하여 위치된 이득 확산기(824)를 포함한다. 필름(820)은 전방 반사기와 관련하여 본 명세서에 기술된 임의의 필름(들) 및/또는 층(들)을 포함할 수 있다. 이득 확산기(824)는 제1 주 표면(828) 및 제2 주 표면(830)을 갖는 기판(826)과, 기판(826)의 제2 주 표면(830) 상에 또는 그 내에 위치된 복수의 광학 요소(832)를 포함한다. 임의의 적합한 광학 요소(832), 예를 들어 도 8B의 광학 요소(818)가 사용될 수 있다. 기판(826)은 임의의 적합한 광 투과성 기판을 포함할 수 있다.

[0162] 도 8C에 도시된 실시 형태에 대해, 이득 확산기(824)의 제1 주 표면(828)은 필름(822)에 근접하여 위치되어 있다. 확산기(824)는 필름(822)으로부터 이격되거나 필름(822)과 접촉하거나 또는 필름(822)에 부착되도록 필름(822)에 근접하여 위치될 수 있다. 확산기(824)를 필름(822)에 부착시키기 위해, 광학 접착제의 사용과 같은 임의의 적합한 기법이 사용될 수 있다. 임의의 적합한 이득 확산기가 확산기(824)에 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 요소(832)는 광학 요소(832)가 기판(826)과 편광 필름(822) 사이에 있도록 기판(826)의 제1 주 표면(828) 상에 위치될 수 있다.

[0163] 도 2로 돌아가서, 전방 반사기(210)는 또한 지지층에 부착될 수 있다. 지지층은 임의의 적합한 물질 또는 물질들, 예를 들어 폴리카보네이트, 아크릴, PET 등을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는, 예를 들어 발명의 명칭이 섬유 강화 광학 필름인 미국 특허 공개 제2006/0257678호(벤슨 등), 발명의 명칭이 강화 반사 편광기 필름인 미국 특허 출원 제11/323,726호(라이트 등) 및 발명의 명칭이 강화 반사 편광기 필름인 미국 특허 출원 제11/322,324호(아우더커크 등)에 기술된 바와 같은 섬유 강화 광학 필름을 포함할 수 있다. 게다가, 전방 반사기(210)는 임의의 적합한 기법을 사용하여 지지층에 부착될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 광학 접착제를 사용하여 지지층에 부착될 수 있다. 전방 반사기(210) 및 지지층은 임의의

적합한 기법, 예를 들어 발명의 명칭이 광 투과성 복합 필름 프레임(OPTICALLY TRANSMISSIVE COMPOSITE FILM FRAME)인 미국 특허 출원 제 60/947,776호(썬호스트(Thunhorst) 등)에 기술된 기법을 사용하여 백라이트에 부착될 수 있다.

[0164] 일부 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는 LC 패널에 부착될 수 있다. 예를 들어, 전방 반사기는 도 1의 하부 흡수 편광기(158)에 부착될 수 있고, 하부 흡수 편광기는 차례로 패널 판(154)에 부착된다.

[0165] 본 명세서에 기술된 바와 같이, 전방 반사기(210)는 부분 반사성 및 부분 투과성 전방 반사기를 제공하는 임의의 적합한 필름(들) 및/또는 층(들)을 포함할 수 있다. 일부 실시 형태에서, 전방 반사기(210)는, 예를 들어 발명의 명칭이 중합체 섬유를 함유하는 반사 편광기(REFLECTIVE POLARIZERS CONTAINING POLYMER FIBERS)인 미국 특허 공개 제2006/0193577호(아우더커크 등), 발명의 명칭이 다층 편광 섬유 및 이를 사용한 편광기(Multilayer Polarizing Fibers and Polarizers Using Same)인 미국 특허 출원 제11/468,746호(아우더커크 등) 및 발명의 명칭이 중합체 섬유 편광기(Polymer Fiber Polarizers)인 미국 특허 출원 제11/468,740호(블루엠(Bluem) 등)에 기술된 바와 같은 하나 이상의 섬유 편광 필름을 포함할 수 있다. 전방 반사기(210)에 사용될 수 있는 다른 예시적인 필름들로는 콜레스테릭 편광 필름, 복굴절 판 적층(pile-of-plates) 필름 및 복굴절 중합체 블렌드(예를 들어, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 DRPF)를 포함한다.

[0166] 본 발명의 비대칭 반사 필름은 임의의 적합한 기법을 사용하여 제조될 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 다층 광학 필름 제조 장치인 미국 특허 제6,783,349호(니빈 등)를 참조하라. 예를 들어, 도 9A 및 도 9B는 본 발명의 비대칭 반사 필름을 제조하는 방법의 일 실시 형태를 도시한다. 적합하게 상이한 광학 특성을 갖도록 선택된 물질(900, 902)은 그의 용점 및/또는 유리 전이 온도보다 높게 가열되고 다층 피드블록(904)으로 공급된다. 전형적으로, 용융 및 초기 공급은 각각의 물질에 대해 압출기를 사용하여 달성된다. 예를 들어, 물질(900)은 압출기(901)에 공급될 수 있는 반면, 물질(902)은 압출기(903)에 공급될 수 있다. 다층 유동 스트림(905)이 피드블록(904)으로부터 빠져 나온다. 층 다중화기(layer multiplier)(906)는 다층 유동 스트림을 분할하고, 그 다음, 압출된 층들의 개수를 늘리기 위해 하나의 스트림을 제2 스트림 위로 방향전환 및 "적층"한다. 비대칭 다중화기는, 적층에 걸쳐 층 두께 편차를 야기하는 압출 장비와 함께 사용될 때, 다층 필름이 광의 가시 스펙트럼의 원하는 부분에 대응하는 층의 쌍을 가질 수 있고 원하는 층 두께 구배를 제공할 수 있도록 하기 위하여 층 두께의 분포를 확대시킬 수 있다. 원하는 경우, 수지(908)(스킨층용)를 스킨층 피드블록(910)에 공급함으로써 스킨층(911)이 필름에 도입될 수 있다.

[0167] 다층 피드블록이 필름 압출 다이(912)에 공급된다. 적합한 피드블록이, 예를 들어 미국 특허 제3,773,882호(슈랭크) 및 제3,884,606호(슈랭크)에 기술되어 있다. 예로서, 압출 온도는 대략 295℃일 수 있고, 공급 속도는 각각의 물질마다 대략 10 내지 150 kg/hour일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 스킨층(911)이 피드블록 및 다이를 지나감에 따라 필름의 상부 및 하부 표면 상에서 유동하는 것이 바람직할 수 있다. 이들 층은 벽 근처에서 발견되는 큰 응력 구배를 분산시키는 역할을 하여, 광학층의 압출을 보다 매끄럽게 한다. 각각의 스킨층에 대한 통상적인 압출 속도는 2 내지 50 kg/hr(총 처리율의 1 내지 40%)가 될 것이다. 스킨 물질은 광학층들 중 하나와 동일한 물질이거나 상이한 물질일 수 있다. 다이를 빠져나가는 압출물은 전형적으로 용융 형태이다.

[0168] 압출물은 고정 와이어(914)를 지나 회전하는 주조 휠(916) 상에서 냉각된다. 고정 와이어는 압출물을 주조 휠에 고정시킨다. 넓은 범위의 각도에 걸쳐 투명한 필름을 얻기 위해, 주조 휠을 느린 속도로 운전함으로써 필름을 더 두껍게 만들 수 있는데, 이는 반사 대역을 더 긴 파장 쪽으로 이동시킨다. 원하는 광학적 및 기계적 특성에 의해 결정되는 비율로 연신시킴으로써 필름이 배향된다. 종방향 연신은 풀 롤(pull roll)(918)에 의해 행해질 수 있다. 횡방향 연신은 텐터 오븐(tenter oven)(920)에서 행해질 수 있다. 원하는 경우, 필름은 동시에 이축 배향될 수 있다. 대략 3 내지 4 대 1의 연신율이 바람직할 수 있지만, 주어진 필름에 대해 1 대 1 정도로 작은 비율 및 6 대 1 정도로 큰 비율이 또한 적절할 수 있다. 연신 온도는 사용되는 복굴절 중합체의 유형에 좌우될 것이나, 그의 유리 전이 온도보다 2 내지 33℃(5 내지 60°F) 높은 것이 일반적으로 적절한 범위가 될 것이다. 필름은 전형적으로 필름에 최대 결정화도(crystallinity)를 제공하고 그의 수축을 감소시키기 위해 텐터 오븐의 마지막 2개 구역(922)에서 열 경화된다. 텐터 오븐에서 필름 파손을 야기하지 않고 가능한 높은 열 경화 온도를 이용하는 것이 열 엠보싱 단계 동안에 수축을 감소시킨다. 텐터 레일의 폭을 약 1 내지 4%만큼 감소시키는 것 또한 필름 수축을 감소시키는 역할을 한다. 필름이 열 경화되지 않는 경우, 열 수축 특성이 최대로 되고, 이는 어떤 보안 패키징 응용에 바람직할 수 있다. 필름이 권취 롤(windup roll)(924)에 모일 수 있다.

[0169] 일부 응용에서, 다층 필름의 광학층에 2개 초과 상이한 중합체를 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 경우에, 부가의 수지 스트림이 유사한 수단을 사용하여 수지 스트림(900, 902)에 공급될 수 있다. 피드블록

(904)과 유사한 2개 초과와 층 유형을 분배하는 데 적절한 피드블록이 사용될 수 있다.

- [0170] 도 9B는 하우스징(928)으로 둘러싸여 있는 피드블록(904)의 일 실시 형태의 개략 사시도를 도시한다. 하우스징(928) 내에 구배판(930)이 있다. 구배판(930)에는 적어도 2개의 유동 채널, 즉 제1 유동 채널(932) 및 제2 유동 채널(934)이 있다. 이들 유동 채널은 구배판(930)과 공급기 튜브 판(940)의 조합에 경계가 지어진다.
- [0171] 구배판(930)에서, 각각의 유동 채널은 그의 단면이, 예를 들어 원형, 정사각형 또는 이등변 삼각형과 같은 대칭 중심축을 갖도록 가공된다. 가공 편의를 위해, 양호하게는 정사각형 단면 유동 채널이 사용된다. 각각의 유동 채널을 따라, 단면적은 일정하게 유지될 수 있거나 변할 수 있다. 변화는 면적의 증가 또는 감소일 수 있고, 단면적의 감소는 전형적으로 "테이퍼"라고 한다. 유동 채널의 단면적의 변화는 다층 광학 필름의 층 두께 분포에 영향을 주는 적절한 압력 구배를 제공하도록 설계될 수 있다. 따라서, 상이한 유형의 다층 필름 구조에 대해 구배판이 변경될 수 있다.
- [0172] 유동 채널의 단면적이 일정하게 유지되도록 할 때, 층 두께 대 층 수의 도표가 비선형적이고 감소한다. 주어진 중합체 흐름에 대해, 적어도 하나의 단면 테이퍼 프로파일이 존재하며, 그 결과 층 개수에 따른 층 두께에 선형 감소 의존 관계가 있고, 이는 때때로 바람직하다. 문제의 중합체에 대한 믿을만한 유동학적인 데이터 및 본 기술분야에 공지된 중합체 흐름 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 당업자에 의해 테이퍼 프로파일이 찾아질 수 있고, 또 각각의 경우마다 계산되어야 한다.
- [0173] 다시 도 9B를 참조하면, 피드블록(904)은 또한 제1 세트의 도관(942) 및 제2 세트의 도관(944)을 갖는 피더 튜브 판(940)을 포함하고 있으며, 각 세트의 도관은 유동 채널(932, 934)과 각각 유체 연통한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "도관"은 "측면 채널 튜브(side channel tube)"라고도 한다. 도관(942, 944)에 근접하여 도관에 흐르는 수지에 열을 제공하는 데 사용되는 축방향 막대 히터(946)가 존재한다. 원하는 경우, 축방향 막대 히터의 길이를 따른 구역에서 온도가 변화될 수 있다. 각각의 도관은 팽창 섹션(expansion section)과 슬롯 섹션(slot section)을 갖는 그 자체의 각각의 슬롯 다이(956)로 들어간다. 팽창 섹션은 전형적으로 피더 튜브 판(940)에 존재한다. 원하는 경우, 슬롯 섹션은 슬롯 판(950)에 존재할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "슬롯 다이"는 "층 슬롯"과 동의어이다. 제1 세트의 도관(942)에 제2 세트의 도관(944)이 삽입되어 교호층을 형성한다.
- [0174] 사용 중에, 예를 들어, 수지 A와 수지 B는 유동 채널(932, 934)로 직접 전달될 것이다. 용융 스트림 A와 용융 스트림 B가 구배판(930) 내의 유동 채널을 따라 아래로 이동할 때, 각각의 용융 스트림은 도관에 의해 흘러나온다. 도관(942, 944)은 서로 삽입되어 있기 때문에, 이들은, 예를 들어 ABABAB와 같이, 교호층을 형성하기 시작한다. 각각의 도관은 실제 층을 형성하기 시작하는 그 자체의 슬롯 다이를 갖는다. 슬롯 다이를 빠져 나오는 용융 스트림은 복수의 교호층을 포함한다. 용융 스트림은 층들이 압축되고 또한 횡방향으로 균일하게 퍼지는 압축 섹션(미도시)으로 공급된다. 보호 경계층(PBL)으로 알려진 특별한 두꺼운 층이 광학 다중 스택에 사용되는 용융 스트림 중 임의의 것으로부터 피드블록 벽에 가장 가깝게 공급될 수 있다. PBL은 또한 피드블록 이후에 별도의 공급 스트림에 의해 공급될 수 있다. PBL은 벽 응력 및 그 결과 있을 수 있는 흐름 불안정성의 효과로부터 더 얇은 광학층을 보호하는 기능을 한다.
- [0175] 일부 실시 형태에서, 본 발명의 비대칭 반사 필름은 다층화기(예를 들어, 다층화기(906))를 사용하지 않고 제조될 수 있다. 다층화기가 많은 수의 광학층의 생성을 매우 단순화 하지만, 다층화기는 각각의 패킷에 대해 동일하지 않은 각각의 결과적인 층 패킷에 왜곡을 부여할 수 있다. 이로 인해, 피드블록에서 생성된 층들의 층 두께 프로파일의 어떠한 조정도 각각의 패킷에 대해 동일하지 않다, 즉 모든 패킷이 스펙트럼 균열이 없는 균일하고 평탄한 스펙트럼을 생성하기 위해 동시에 최적화될 수 없다. 따라서, 최적의 프로파일 및 낮은 투과율 컬러 반사기가 다층화기를 사용하여 제조된 다중 패킷 필름을 사용하여 제조하기 어려울 수 있다. 피드블록에서 직접 생성된 단일 패킷 내의 층들의 개수가 충분한 반사율을 제공하지 않는 경우, 반사율을 증가시키기 위해 2개 이상의 이러한 필름이 부착될 수 있다.
- [0176] 다층화기가 도 9A의 방법으로부터 제거될 때, 예를 들어 미국 특허 제6,783,349호에 더 기술되어 있는 바와 같이, 축방향 막대 히터(946)가 공압출된 중합체층의 층 두께값을 제어하는 데 사용될 수 있다. 피드블록에서 일정한 온도를 유지하면서 최대 약 40℃의 온도 구배를 이루기 위해 이러한 축방향 막대 히터가 이용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 축방향 막대 히터는 피드블록을 통과하는 구멍에 배치되어 층 평면에 법선인 방향으로, 양호하게는 각각의 측면 채널 튜브가 슬롯 다이에 들어가는 지점을 통과하는 가상 라인에 매우 가까이 배향된다. 보다 양호하게는, 제1 중합체 및 제2 중합체의 공압출의 경우에, 축방향 막대 히터용 구멍은 각각의 측면 채널 튜브가 슬롯 다이에 들어가는 지점들을 통과하는 가상 라인에 가깝게 위치할 것이고 더불어 제1 중합체를 전달

하는 측면 채널 튜브 및 제2 중합체를 전달하는 측면 채널 튜브로부터 등간격으로 위치할 것이다. 게다가, 축 방향 막대 히터는 양호하게는 그의 길이를 따른 전기 저항의 변화에 의해, 또는 다중 구역 제어에 의해, 또는 본 기술 분야에서 공지된 다른 수단에 의해, 온도 구배 또는 그의 길이를 따른 다수의 분리된 온도를 제공할 수 있는 유형이다. 이러한 축방향 막대 히터는 층 두께 및 구배층 두께 분포를 제어할 수 있고, 이는 반사 대역의 위치 및 프로파일을 제어하는 데 특히 중요하며, 이에 대해서는 예를 들어 발명의 명칭이 예리한 밴드 에지를 갖는 광학 필름(OPTICAL FILM WITH SHARPENED BANDEDGE)인 미국 특허 제6,157,490호(위틀리 등) 및 발명의 명칭이 컬러 이동 필름(COLOR SHIFTING FILM)인 미국 특허 제6,531,230호(웨버 등)에 기술된 바와 같다.

[0177] 피드블록(904)은 필름 스택 내의 모든 층들이 축방향 막대 히터(946)에 의해 직접 제어되도록 구성된다. 층 두께 프로파일이 임의의 적합한 두께 측정 기법, 예를 들어 원자력 현미경, 전도 전자 현미경, 또는 주사 전자 현미경을 사용하여 프로세스 동안에 모니터링될 수 있다. 층 두께 프로파일은 또한 임의의 적합한 기법을 사용하여 광학적으로 모델링될 수 있고, 그 다음에 축방향 막대 히터는 측정된 층 프로파일과 원하는 층 프로파일 사이의 차이에 기초하여 조정될 수 있다.

[0178] 일반적으로 AFM만큼 정확하지는 않지만, 층 프로파일이 광학 스펙트럼을 적분함으로써(-Log(1-R) 대 파장 스펙트럼을 적분함으로써) 신속하게 추정될 수 있다. 이는, 층 두께 프로파일이 층 수에 대해 단조 증가 또는 감소 한다면, 반사기의 스펙트럼 형상이 층 두께 프로파일의 도함수로부터 얻어질 수 있다는 일반 원리로부터 당연하다.

[0179] 층 두께 프로파일 제어의 기본 프로세스는 목표 층 두께 프로파일과 측정된 층 프로파일의 차이에 기초하여 축 방향 막대 구역 전력 설정을 조정하는 것을 포함한다. 주어진 피드블록 구역에서 층 두께 값을 조정하는 데 필요한 축방향 막대 전력 증가가 먼저 그 히터 구역에서 발생된 층들의 결과적인 두께 변화의 나노미터당 열 입력의 와트에 의해 캘리브레이션될 수 있다. 275개의 층에 대해 24개의 축방향 막대 구역을 사용하여 스펙트럼의 미세 제어가 가능하다. 캘리브레이션된 경우, 목표 프로파일 및 측정된 프로파일이 주어지면 필요한 전력 조정이 계산될 수 있다. 2개의 프로파일이 수렴할 때까지 이 절차가 반복된다.

[0180] 예를 들어, 굴절률 $n_{x1} = 1.82$, $n_{y1} = 1.61$, $n_z = 1.50$ 을 갖는 coPEN과, 모든 방향에 대해 굴절률 $n_2 = 1.57$ 을 갖는 폴리카보네이트와 PCTG의 혼합물을 사용하여 상기 기법에 따라 275개 층의 필름을 제조하였다. 통과측에서 60° 입사각으로 p-편광된 광에 대한 측정된 투과 스펙트럼이 도 10에서 곡선(1002)으로 도시되어 있다. 또한 차단측의 투과가 곡선(1004)으로 도시되어 있다. 차단측 및 통과측 스펙트럼이 매우 넓은 대역에 걸쳐 비교적 일정한 투과율을 갖는다는 것에 유의하여야 한다.

[0181] 도 2로 돌아가서, 백라이트(200)는 또한 전방 반사기(210)와 함께, 중공 광 재순환 공동(202)을 형성하는 후방 반사기(220)를 포함한다. 후방 반사기(220)는 양호하게는 고반사성이다. 예를 들어, 후방 반사기(220)는 광원에 의해 방출된 가시광에 대해 적어도 90%, 95%, 98%, 99% 또는 임의의 편광의 가시광에 대해서는 그 이상의 축상 평균 반사율을 가질 수 있다. 이러한 반사율 값은 또한 고효율 재순환 공동에서의 손실량을 감소시킬 수 있다. 이러한 반사율 값은 반구 내로 반사되는 모든 가시광을 포괄한다, 즉 이러한 값은 경면 및 확산 반사 둘 모두를 포함한다.

[0182] 후방 반사기(220)는 공간적으로 균일하든지 패턴화되든지 간에 현저한 경면형, 확산형, 또는 조합된 경면형/확산형 반사기일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 후방 반사기(220)는 본 명세서에서 더 설명되는 바와 같이 반경면 반사기일 수 있다. 또한 발명의 명칭이 유리한 설계 특성을 갖는 재순환 백라이트(RECYCLING BACKLIGHTS WITH BENEFICIAL DESIGN CHARACTERISTICS)인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXX호(대리인 문서 번호 63032W0003) 및 발명의 명칭이 디스플레이 장치에 적합한 백라이트(Backlight Suitable for Display Devices)인 미국 특허 출원 제11/467,326호(마(Ma) 등)를 참조하라. 일부 경우에, 후방 반사기(220)는 고반사율 코팅을 갖는 경질 금속 기판 또는 지지 기판에 라미네이팅된 고반사율 필름으로 제조될 수 있다. 적합한 고반사율 물질로는 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 비쿼터 인헨스드 스펙큘러 리플렉터(Enhanced Specular Reflector, ESR) 다층 중합체 필름, 10.16 μm (0.4 mil) 두께의 아이소옥틸아크릴레이트 아크릴산 감압 접착제를 사용하여 황산바륨이 로딩된 폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름(50.8 μm (2 mil 두께))을 비쿼터™ ESR 필름에 라미네이팅함으로써 제조된 필름(이 최종 라미네이트 필름을 본 명세서에서 "EDR II" 필름이라고 함), 토레이 인더스트리즈 인크.(Toray Industries, Inc.)로부터 입수가 가능한 E-60 시리즈 루미러(Lumirror™) 폴리에스테르 필름, 더블유. 엘. 고어 앤 어소시에이츠 인크.(W. L. Gore & Associates, Inc.)로부터 입수가 가능한 것들과 같은 다공성 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 필름, 랩스피어 인크.(Labsphere, Inc.)로부터 입수가 가능한 스펙트랄론(Spectralon™) 반사 물질, 알라노드 알루미늄-페레트룽 게엠베하 운트 코.(Alanod Aluminum-Veredlung GmbH & Co.)로부터 입수가 가능한 미

로(Miro™) 양극산화 알루미늄 필름(미로 2 필름 포함), 후루가와 일렉트릭 컴퍼니, 엘티디.(Furukawa Electric Co., Ltd.)로부터 MCPET 고반사 발포 시트류(foamed sheeting), 미즈이 케미칼즈, 인크.(Mitsui Chemicals, Inc)로부터 입수가 가능한 화이트 레프스타(White Refstar™) 필름 및 MT 필름, 그리고 2xTIPS(설명을 위한 실시예 참조)를 포함한다.

[0183] 후방 반사기(220)는 실질적으로 평탄하고 매끄러울 수 있거나, 또는 광 산란 또는 혼합을 향상시키기 위해 그와 연관된 구조화된 표면을 가질 수 있다. 이러한 구조화된 표면은 (a) 후방 반사기(220)의 표면 상에, 또는 (b) 표면에 적용된 투명 코팅 상에 제공될 수 있다. 전자의 경우에, 구조화된 표면이 이미 형성된 기판에 고반사 필름이 적층될 수 있거나, 또는 고반사 필름이 (쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 비쿼터 듀라블 인헨스드 스펙큘러 리플렉터-메탈(Durable Enhanced Specular Reflector-Metal, DESR-M) 반사기와 같이 얇은 금속 시트와 같은) 평탄한 기판에 적층되고 스탬핑(stamping) 작업과 같은 것으로써 구조화된 표면을 형성하는 것이 이어질 수 있다. 후자의 경우에, 구조화된 표면을 갖는 투명 필름이 평탄한 반사 표면에 라미네이팅될 수 있거나, 또는 투명 필름이 반사기에 적용될 수 있고 이어서 후에 구조화된 표면이 투명 필름의 상부에 제공될 수 있다.

[0184] 직하형 구성(예를 들어, 도 16의 백라이트(1600))을 포함하는 이들 실시 형태에서, 후방 반사기는 광원(들)이 장착되어 있는 (단절되지 않은) 연속 단일층일 수 있거나, 또는 분리된 편부들에 불연속적으로 또는 달리 연속적인 층에 광원이 돌출할 수 있는 고립된 개구를 포함하는 한 불연속적으로 제조될 수 있다. 예를 들어, 반사 물질의 스트립이 광원의 열이 위에 장착되어 있는 기판에 적용될 수 있으며, 각각의 스트립은 광원의 한 열로부터 다른 열로 연장하기에 충분한 폭을 가지며 백라이트의 출력 면적의 대향 경계 사이에 걸치기에 충분한 길이 치수를 갖는다.

[0185] 백라이트(200)는 또한 광 손실을 감소시키고 재순환 효율을 향상시키기 위해 양호하게는 고반사율 수직 벽으로 라이닝되어 있거나 또는 이와 달리 고반사율 수직 벽을 구비하고 있는 백라이트(200)의 외부 경계의 적어도 일부분을 따라 위치된 하나 이상의 측면 반사기(250)를 포함할 수 있다. 후방 반사기(220)에 사용된 동일한 반사 물질이 이들 반사기를 형성하는 데 사용될 수 있거나, 또는 다른 반사 물질이 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 측면 반사기(250) 및 후방 반사기(220)는 단일 시트의 재료로 형성될 수 있다.

[0186] 측면 반사기(250)는 수직일 수 있거나, 또는 대안적으로 하나 이상의 반사기가 경사져 있을 수 있다. 또한, 측면 반사기(250)의 반사 물질은 후방 반사기(220)에 사용된 물질과 동일하거나 상이할 수 있다. 측면 반사기(250)에 대해 경면, 반경면, 확산 물질이 사용될 수 있다. 원하는 반사 프로파일을 달성하기 위해 측면 반사기(250) 상에 또는 그에 인접하여 굴절 구조가 사용될 수 있다. 휘도 프로파일을 조절하기 위해 벽의 재료 및 경사가 선택될 수 있다.

[0187] 광원(230)이 개략적으로 도시되어 있다. 대부분의 경우, 이들 광원(230)은 소형 발광 다이오드(LED)이다. 이와 관련하여, "LED"는 가시광이든, 자외광이든, 적외광이든지 간에 광을 발광하는 다이오드를 말한다. 이는 통상적인 것이든 초 방사성(super radiant) 종류의 것이든 간에 "LED"로서 시판되는 비간접성의 싸여진 또는 캡슐화된 반도체 소자를 포함한다. LED가 자외광과 같은 비가시광을 발광한다면, 그리고 가시광을 발광하는 몇몇 경우에 있어서, LED는 단파장 광을 장파장 가시광으로 변환하기 위해 인광체를 포함하도록 패키징되어(또는 원격 배치된 인광체를 조명할 수도 있음), 몇몇 경우에 백색광을 발광하는 장치가 얻어진다. "LED 다이"는 가장 기본적인 형태, 즉 반도체 가공 공정에 의해 제조된 개별 구성요소 또는 칩 형태의 LED이다. 구성요소 또는 칩은 소자를 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. 전방 발광 및 측면 발광 LED를 비롯한 패키징된 LED의 추가 논의가 본 명세서에 제공된다.

[0188] 백색광을 생성하기 위해 사용되든지 그렇지 않든지 간에, 백라이트 출력 면적의 컬러 및 휘도 균일도에 상이한 영향을 주는 다중 컬러 광원은 백라이트 내에서 많은 형태를 갖출 수 있다. 일 접근법에 있어서, 다수의 LED 다이(예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 발광 다이)는 모두 리드 프레임 또는 다른 기판 상에 서로 가까이 근접하여 장착되고, 이어서 하나의 캡슐화 재료 내에 함께 놓여져 단일 렌즈 구성요소를 또한 포함할 수 있는 단일 패키지를 형성한다. 그러한 광원은 개별 컬러들 중 임의의 하나를 또는 모든 컬러를 동시에 발광하도록 제어될 수 있다. 다른 접근법에 있어서, 패키지당 오직 하나의 LED 다이 및 하나의 발산된 컬러를 갖는 개별적으로 패키징된 LED가 주어진 재순환 공동에 대해 함께 클러스터화될 수 있고, 이러한 클러스터(cluster)는 청색/황색 또는 적색/녹색/청색과 같은 상이한 컬러를 방출하는 패키징된 LED의 조합을 포함한다. 또 다른 접근법에 있어서, 그러한 개별적으로 패키징된 다중 컬러 LED는 하나 이상의 라인, 어레이 또는 다른 패턴으로 위치될 수 있

다.

- [0189] LED 효율은 온도 의존적이고, 일반적으로 온도의 증가에 따라 감소한다. 이러한 효율 감소는 상이한 유형의 LED에 대해 상이할 수 있다. 예를 들어, 적색 LED는 청색 또는 녹색보다 상당히 더 큰 효율 감소를 나타낸다. 열에 더 민감한 LED가 열적으로 고립되어 있는 경우 열 싱크에서 더 낮은 전력 밀도를 갖도록 그리고/또는 다른 LED로부터의 열 전달을 받지 않도록 이러한 효과를 완화시키기 위해 본 발명의 다양한 실시 형태들이 사용될 수 있다. 종래의 백라이트에서, 한 컬러의 LED들의 클러스터를 위치시킨 결과 컬러 균일도는 나빠질 것이다. 본 발명에서는, 예를 들어 적색 클러스터의 컬러가 녹색 및 청색 LED와 잘 혼합되어 백색을 형성할 수 있다. LED로부터의 광의 휘도 및/또는 컬러를 검출 및 제어하는 데 광 센서 및 피드백 시스템이 사용될 수 있다. 예를 들어, 센서는 출력을 모니터링하고 피드백을 제공하여 백색점 또는 컬러 온도를 제어, 유지 또는 조정하기 위해 개개의 LED 또는 LED 클러스터 근처에 위치할 수 있다. 혼합된 광을 샘플링하기 위해 에지를 따라 또는 중공 공동 내에 하나 이상의 센서를 위치시키는 것이 유리할 수 있다. 어떤 경우에, 시정 환경, 예를 들어 디스플레이가 위치한 방에서 디스플레이 외부의 주변광을 검출하는 센서를 제공하는 것이 유리할 수 있다. 이러한 경우에, 주변 시정 조건에 기초하여 디스플레이 광원 출력을 적절히 조절하기 위해 제어 로직이 사용될 수 있다. 많은 유형의 센서들, 예를 들어 미국 텍사스주 플라노 소재의 텍사스 어드밴스드 옵토일렉트로닉 솔루션스(Texas Advanced Optoelectronic Solutions)로부터 입수가 가능한 광-주파수 또는 광-전압 센서가 사용될 수 있다. 더욱이, LED의 출력을 모니터링하고 제어하기 위해 열 센서가 사용될 수 있다. 시간에 따라 노후화되는 구성요소에 대한 보상 및 동작 조건에 기초하여 조절하기 위해 이들 기법 모두가 사용될 수 있다. 제어 시스템에 피드백 신호를 제공하기 위해 동적 콘트라스트 또는 필드 순차 시스템에 대해 센서들이 사용될 수 있다.
- [0190] 필요하다면, 선형 CCFL 또는 열음극 형광 램프(HCFL)와 같은 다른 가시광 발광기가, 개별적인 LED 광원 대신에 또는 이에 더하여, 개시된 백라이트를 위한 조명원으로 사용될 수 있다. 더욱이, 예를 들어 상이한 스펙트럼 광을 방출하는 것과 같은 냉백색 및 온백색, CCFL/H CFL을 포함하는 (CCFL/LED) 등의 복합 시스템이 사용될 수 있다. 광 방출기들의 조합은 광범위하게 변할 수 있으며, LED 및 CCFL, 그리고 예를 들어 다수의 CCFL, 상이한 컬러의 다수의 CCFL 및 LED와 CCFL과 같은 복수개를 포함할 수 있다.
- [0191] 예를 들어, 일부 응용에서, 개별 광원들의 열을 긴 원통형 CCFL과 같은 다른 광원으로, 또는 그 길이를 따라 광을 방출하고 (LED 다이 또는 할로젠 전구 등과 같은) 원적 능동 구성요소에 결합된 선형 표면 발광 도광체로 교체하고, 다른 광원들의 열에 대해서도 마찬가지로 하는 것이 바람직할 수 있다. 그러한 선형 표면 발광 도광체의 예가 미국 특허 제5,845,038호(런딘(Lundin) 등) 및 제6,367,941호(리아(Lea) 등)에 개시되어 있다. 섬유 결합 레이저 다이오드 및 다른 반도체 발광기가 또한 알려져 있으며, 이들 경우에 광섬유 도파관의 출력 단부는 개시된 재순환 공동 내에서의 출력 단부의 배치 또는 그렇지 않으면 백라이트의 출력 면적 후방에서의 출력 단부의 배치와 관련하여 광원으로 간주될 수 있다. 전구 또는 LED 다이와 같은 능동 구성요소로부터 수광한 광을 발광하는 렌즈, 편향기, 및 폭이 좁은 도광체 등과 같은 작은 발광 면적을 갖는 다른 수동 광학 구성요소에도 또한 동일하게 해당된다. 그러한 수동 요소의 한 가지 예는 측면 발광 패키징된 LED의 성형된 봉지재 또는 렌즈이다.
- [0192] 하나 이상의 광원, 예를 들어 룩세온(Luxeon™) LED(미국 캘리포니아주 산호세 소재의 루밀레즈(Lumileds)로부터 입수가 가능함), 또는 예를 들어 발명의 명칭이 수렴 광학 요소를 갖는 LED 패키지(LED Package with Converging Optical Element)인 미국 특허 출원 제11/381,324호(레더데일(Leatherdale) 등) 및 발명의 명칭이 V자형 광학 요소를 갖는 LED 패키지(LED PACKAGE WITH WEDGE-SHAPED OPTICAL ELEMENT)인 미국 특허 출원 제11/381,293호(루(Lu) 등)에 기술된 LED에 대해 임의의 적합한 측면 발광 LED가 사용될 수 있다. 본 명세서에 기술된 다양한 실시 형태에 대해 다른 발광 패턴이 요구될 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 V자형 광학 요소를 갖는 LED 패키지인 미국 특허 공개 제2007/0257270호(루 등)를 참조하라.
- [0193] 백라이트가 디스플레이 패널(예를 들어, 도 1의 패널(150))과 관련하여 사용되는 일부 실시 형태에서, 백라이트(200)는 백색광을 연속하여 방출하고, LC 패널은 디스플레이된 이미지가 다색성이 되도록 컬러 필터 매트릭스와 조합하여 (황색/청색(YB) 픽셀, 적색/녹색/청색(RGB) 픽셀, 적색/녹색/청색/백색(RGBW) 픽셀, 적색/황색/녹색/청색(RYGB) 픽셀, 적색/황색/녹색/시안/청색(RYGB) 픽셀 등과 같은) 다중 컬러 픽셀의 군들을 형성한다. 대안적으로, 다색성의 이미지는 컬러 순차 기술(color sequential technique)을 사용하여 디스플레이될 수 있는데, 이 컬러 순차 기술에서는 백색광으로 LC 패널을 연속적으로 후방 조명하고 LC 패널 내의 다중 컬러 픽셀의 군을 조절하여 컬러를 생성하는 대신에, (예를 들어, 적색, 오렌지색, 호박색, 황색, 녹색, 시안, (로열 블루(royal blue)를 포함하는) 청색, 및 전술된 것과 같은 조합의 백색으로부터 선택된) 백라이트(200) 내의 개별의 상이한 컬러의 광원이 조절되어 백라이트가 빠른 반복적인 순서로 (예를 들어, 적색, 이어서 녹색, 이어서 청색과

같은) 공간적으로 균일한 컬러의 광 출력을 발한다. 이어서, 이러한 컬러 조절된 백라이트는 (임의의 컬러 필터 매트릭스 없이) 하나의 픽셀 어레이만을 갖는 디스플레이 모듈과 조합되고, 만약 조절이 관찰자의 시각 시스템 내에 일시적인 컬러 혼합을 생성할 만큼 충분히 빠르다면, 픽셀 어레이는 백라이트와 동기식으로 조절되어 전체 픽셀 어레이에 걸쳐 (백라이트에 사용되는 광원이라고 가정하면) 전 범위의 달성가능한 컬러를 생성한다. 필드 순차 디스플레이라고도 하는 컬러 순차 디스플레이의 예들이 미국 특허 제5,337,068호(스튜어트(Stewart) 등) 및 제6,762,743호(요시하라(Yoshihara) 등)에 기술되어 있다. 몇몇 경우에 있어서, 단색 디스플레이만을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 그들 경우에, 백라이트(200)는 하나의 가시 파장 또는 컬러를 주로 방출하는 필터 또는 특정 광원을 포함할 수 있다.

[0194] 일부 실시 형태에서, 광원은 하나 이상의 편광된 광원을 포함할 수 있다. 이러한 실시 형태에서, 편광된 광원의 편광축이 실질적으로 전방 반사기의 통과축과 사실상 평행하도록 배향되는 것이 바람직할 수 있고, 대안적으로 광원 편광축이 전방 반사기의 통과축에 사실상 수직인 것이 바람직할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 편광축이 전방 반사기의 통과축에 대해 임의의 적합한 각을 형성할 수 있다.

[0195] 일부 실시 형태에서, 예를 들어 도 16에 도시된 실시 형태와 같은 직하형 백라이트에서, 광원은 후방 반사기 상에 위치될 수 있고, 대안적으로 광원은 후방 반사기로부터 이격될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 예를 들어 공동 소유의 공개류 중인 미국 특허 출원 제11/018,608호(대리인 문서 번호 60116US002), 제11/018,605호(대리인 문서 번호 60159US002), 제11/018,961호(대리인 문서 번호 60390US002) 및 제10/858,539호(대리인 문서 번호 59334US002)에 기술되어 있는 바와 같이, 광원은 후방 반사기 상에 위치되거나 그에 부착되는 광원을 포함할 수 있다.

[0196] 광원(230)은 임의의 적합한 배열로 위치될 수 있다. 게다가, 광원(230)은 상이한 파장 또는 컬러의 광을 방출하는 광원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원은 제1 파장의 조명광을 방출하는 제1 광원 및 제2 파장의 조명광을 방출하는 제2 광원을 포함할 수 있다. 제1 파장은 제2 파장과 동일하거나 그와 다를 수 있다. 광원(230)은 또한 제3 파장의 광을 방출하는 제3 광원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 컬러 LED 광원을 효율적으로 이용하는 백색광 백라이트 중인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXX호(대리인 문서 번호 63033W0004)를 참조하라. 일부 실시 형태에서, 다양한 광원(230)이 혼합될 때 디스플레이 패널 또는 다른 장치에 백색 조명광을 제공하는 광을 생성할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 광원(230)은 각각 백색광을 생성할 수 있다.

[0197] 게다가, 일부 실시 형태에서, 방출된 광을 적어도 부분적으로 시준하는 광원이 바람직할 수 있다. 이러한 광원은 개시된 백라이트의 중공 광 재순환 공동 내에 원하는 출력을 제공하기 위해 광학 요소의 렌즈, 추출기, 성형된 밀봉재, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 게다가, 본 발명의 백라이트는 재순환 공동 내로 초기에 주입된 광을 횡방향 평면(횡방향 평면은 백라이트의 출력 면적에 평행함)에 가까운 전파 방향으로 부분적으로 시준 또는 제한하는 광 주입 광학계를 포함할 수 있고, 예를 들어 주입 빔(beam)이 0 내지 90도, 0 내지 60도, 또는 0 내지 30도, 0도 내지 15도, 또는 0도 내지 10도의 범위에서 (횡방향 평면을 중심으로) 반치폭(FWHM)을 갖는다. 적합한 주입기 형상으로는 쉘기형, 포물선형, 복합 포물선형 등을 포함한다.

[0198] 일반적으로, 하나 이상의 광원(230)에 의해 공동(202) 내로 방출된 광의 FWHM 값이 원하는 시준을 제공하도록 제어될 수 있다. 임의의 적합한 FWHM 값이 임의의 적합한 기법을 사용하여 제공될 수 있다. 게다가, 주입된 광의 방향도 또한 원하는 전달 특성을 제공하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 광원으로부터의 광이 횡방향 평면에 대해 임의의 적합한 각도로 공동 내로 지향될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 주입된 광은 후방 반사기(220)를 향하는 방향으로 지향될 수 있다.

[0199] 본 발명의 일부 실시 형태에서, 중공 광 재순환 공동 내에서 어느 정도의 확산이 제공되는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 확산은 공동 내에서 광의 더 많은 각도 혼합을 제공할 수 있으며, 그에 의해 공동 내에서 광을 확산시키고 출력 표면을 통해 공동의 외부로 지향된 광의 더 나은 균일도를 제공하는 것을 돕는다. 다시 말하면, 재순환 광 공동은 공동에 경면 및 확산 특성의 균형을 제공하는구성 요소를 포함하며, 구성요소는 공동 내에서 상당한 측방향 광 전달 또는 혼합을 지원하기에 충분한 경면성을 갖지만, 또한 좁은 전파 각도 범위에 걸쳐서만 공동 내로 광을 주입할 때에도 공동 내에서의 정상 상태 광 전파의 각도 분포를 실질적으로 균질화시키기에 충분한 확산성을 갖는다. 더욱이, 공동 내에서의 재순환으로 인해 입사광 편광 상태에 대해 반사광 편광의 어느 정도의 랜덤화를 가져와야 한다. 이는 비사용가능 편광된 광이 재순환에 의해 사용가능 편광된 광으로 변환될 수 있는 메커니즘을 허용한다. 확산은 전방 반사기 및 후방 반사기 중 하나 또는 둘 모두에 의해, 측면 반사기에 의해, 또는 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 위치한 하나 이상의 층에 의해 제공될 수 있으며, 이에 대해서는 본 명세서에서 더 기술된다.

- [0200] 일부 실시 형태에서, 공동 내에 제공되는 확산은 반경면 확산을 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "반경면 반사기"는 역방향 산란보다는 상당히 더 많은 전방 산란을 반사하는 반사기를 말한다. 유사하게, 용어 "반경면 확산기"는 사실상 대부분의 입사광에 대해 입사 광선의 법선 성분을 반전시키지 않는 확산기를 말한다, 즉 광이 실질적으로 전방(z) 방향으로 투과되고 일부만이 x 및 y 방향으로 산란된다. 다시 말하면, 반경면 반사기 및 확산기는 광을 실질적으로 전방 방향으로 지향시키고, 따라서 광선을 모든 방향으로 동등하게 방향 전환시키는 램베르트 구성요소와 매우 상이하다. 반경면 반사기 및 확산기는 비교적 넓은 산란 각도를 나타낼 수 있으며, 대안적으로 이러한 반사기 및 확산기는 경면 방향 이외로 단지 적은 양의 광 편향을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 반경면 요소를 갖는 재순환 백라이트인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63032W0003)를 참조하라.
- [0201] 반경면 반사기가 공동에 걸쳐 측방향 광 확산을 증진시키면서 광선 방향 및 편광의 적절한 혼합을 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 11은 확산 반사 전방 반사기(1120) 및 확산 반사 후방 반사기(1130)를 포함하는 백라이트(1100)의 일부의 개략 단면도이다. 전방 반사기 및 후방 반사기 둘 모두가 램베르트 반사기이다, 즉 양 반사기가 모든 방향으로 사실상 똑같이 광을 반사시킨다. 전방 반사기(1120)도 또한 부분 투과성이다. 따라서, 전방 반사기 및 후방 반사기(1120, 1130)는 각각의 반사에서 똑같은 양의 광을 전방 방향 및 후방 방향으로 지향시키며, 이는 몇 차례의 반사 후에 광선의 전방으로 지향된 성분을 크게 감소시킨다.
- [0202] 도 11에 도시된 바와 같이, 광선(1160)은 전방 반사기(1120)에 입사되어 확산 반사된다. 입사광(1160)의 적어도 일부분이 전방 반사기(1120)를 통해 투과된다. 확산 반사된 광의 일부분인 광(1162)은 이어서 후방 반사기(1130)에 입사하여, 그 곳에서 확산 반사된다. 확산 반사형 전방 및 후방 반사기(1120, 1130)의 조합은 백라이트(1100) 내에서의 광의 충분한 확산을 방지할 수 있는데, 이는 상당한 양의 광(1160)이 광(1160)의 전과 방향과 반대인 방향으로 후방으로 지향되기 때문이다. 전방 반사기(1120)가 부분 투과성이기 때문에, 잠재적으로 적절하지 않은 양의 광이 백라이트(1100)의 일 단부 상의 전방 반사기에 의해 추출될 수 있다.
- [0203] 도 11에 도시된 실시 형태와는 달리, 도 12는 경면 반사 전방 반사기(1220) 및 반경면 후방 반사기(1230)를 포함하는 백라이트(1200)의 다른 실시 형태의 일부의 개략 단면도이다. 광선(1260)은 반사기(1220)에 입사하여, 그 곳에서 광의 적어도 일부분(1262)이 후방 반사기(1230)를 향하여 경면 반사되고 광의 일부분(1264)은 투과된다. 이어서, 광(1262)은 광의 상당 부분이 전방 방향으로 계속 전파하도록 후방 반사기(1230)에 의해 반경면 반사된다.
- [0204] 본 발명의 전방 및 후방 반사기에 대해 임의의 적합한 반경면 물질 또는 물질들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 발명의 명칭이 반경면 요소를 갖는 재순환 백라이트인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63032W0003)를 참조하라.
- [0205] 게다가, 예를 들어, 반경면 후방 반사기는 고반사율 확산 반사기 상에 부분 투과성 경면 반사기를 포함할 수 있다. 적합한 부분 투과성 경면 반사기는 본 명세서에 기술된 부분 투과성 반사 필름들 중 임의의 것, 예를 들어 대칭 또는 비대칭 반사 필름을 포함한다. 적합한 고반사율 확산 반사기는 EDR II 필름(쓰리엠으로부터 입수가 가능), 더블유. 엘. 고어 앤 어소시에이츠 인크.로부터 입수가 가능한 것들과 같은 다공성 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 필름, 후루가와 일렉트릭 컴퍼니, 엘티디.로부터의 MCPET 고반사 발포 시트류, 및 미츠이 케미칼즈, 인크.로부터 입수가 가능한 화이트 레프스타 필름을 포함한다.
- [0206] 다른 실시 형태에서, 반경면 후방 반사기는 고반사율 경면 반사기 상에 부분 램베르트 확산기를 포함할 수 있다. 대안적으로, 고반사율 경면 반사기 상의 전방 산란 확산기가 반경면 후방 반사기를 제공할 수 있다.
- [0207] 전방 반사기는 후방 반사기와 유사한 구성을 갖는 반경면으로 제조될 수 있다. 예를 들어, 부분 반사 램베르트 확산기는 부분 경면 반사기와 조합될 수 있다. 대안적으로, 전방 산란 확산기는 부분 경면 반사기와 조합될 수 있다. 게다가, 전방 반사기는 전방 산란 부분 반사기를 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 전술한 전방 반사기의 어느 것도 반경면 전방 반사기를 제공하기 위해 조합될 수 있다. 예를 들어, 전방 반사기는 공동과 대면한 반사기, 예를 들어 도 8B 및 도 8C의 전방 반사기(810 또는 820)의 주 표면 상에 또는 그 내에 배치된 굴절 구조를 갖는 비대칭 반사 필름을 포함할 수 있다.
- [0208] 일부 실시 형태에서, 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. 예를 들어, 반경면 반사 확산 필름이 공동에서 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 현수될 수 있으며, 이들 반사기 둘 모두는 경면 또는 반경면 반사일 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.

[0209] 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 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.

[0210] 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 한 번의 왕복 경로를 완료하는 광선에 대해 람베르트 분포보다 실질적으로 더 좁은 각도 확산 기능을 갖는 것이다. 반경면 반사기는 경면 및 람베르트 반사기 둘 모두의 특성을 가질 수 있거나, 경면 방향을 중심으로 잘 정의된 가우스 원추(Gaussian cone)일 수 있다. 이 성능은 어떻게 구성되어 있는가에 크게 좌우된다. 예를 들어, PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63032W0003)를 참조하라.

[0211] 본 명세서에 언급된 바와 같이, 본 발명의 백라이트는 중공이며, 즉 공동 내에서의 광의 측방향 전달이 아크릴 또는 유리나 같은 광학적으로 조밀한 매질에서보다는 공기, 진공 등에서 주로 일어난다. 과거에, 중실 도광체가 일반적으로 가장 얇은 백라이트에 사용되었으며, 핸드헬드 장치와 같은 초소형 디스플레이를 제외하고는, 냉음극 형광등(CFL)과 같은 선형 연속 광원에 의해 조명되었다. 중실 도광체는 광의 내부 전반사(TIR) 현상을 통해 도광체의 상부 및 하부 표면에서 저손실 광 전달 및 경면 반사를 제공할 수 있다. 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 반사기를 형성한다.

[0212] 그러나, 중실 도광체는 대형 디스플레이에 대해 몇 가지 문제점, 예컨대 가격, 중량, 및 광 균일도를 야기한다. 대면적 디스플레이에 대한 균일도에서의 문제점은, 백라이트의 출력면의 면적에 비해 사실상 점광원인 개별적인 RGB 컬러 LED의 등장으로 증가되었다. 높은 세기의 점광원은 종래의 직하형 백라이트에서는 물론 중실 도광체를 이용하는 예지형 시스템에서도 균일도 문제를 야기한다. 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.

[0213] 본 명세서에서 앞서 기술한 바와 같이, 고반사율 전방 및 후방 반사기를 사용하려면 이러한 반사기에 의한 재순환 공동에서의 광 손실이 최소화되어야 한다. 공동에서의 손실은 전방 부분 반사기, 후방 반사기, 예지면 및 코너, 광원 및 그의 지지 구조, 및/또는 이들의 주입 포트에 의한 광의 흡수는 물론, 공동 내부에 배치될 수 있거나 부분 반사기의 일부인 확산기 시트 또는 다른 광 제어 필름과 같은 다른 구성요소에서의 손실과 같은 다수의 원인으로부터 생긴다. 공동의 각 구성요소에 대한 모든 광선의 각각의 반사 및 투과와 결과, 광 세기가 얼마간 손실된다. 따라서, 재순환 공동에서 전파하는 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 발광 면적이 백라이트 출력 면적의 작은 일부인 것을 보장하여 광원과 연관된 손실을 매우 낮게 유지함으로써 현저히 낮게 유지될 수 있다.

[0214] 예를 들어, 광이 단 한번 지나가는 전방 반사기의 상부측 상의 구성요소에서 단 한번 일어나는 손실이 그의 흡수 백분율과 동일한 간단한 비율만큼 전체 휘도를 저하시킨다. 본 명세서에서 설명한 바와 같이, 다수의 광선 반사 동안에 일어나는 반복된 손실이 광 세기의 큰 손실을 야기할 수 있다. 원하는 경우 공동의 측면 및 코너가 미러 필름으로 밀봉될 수 있다. 테이프처럼 부착될 수 있는 초박형 다층 중합체 반사기가 그 목적으로 사용될 수 있다. 공간이 문제가 되지 않는 경우, 공동의 측면 및 코너를 밀봉하기 위해 더 두꺼운 확산 반사기가 부착될 수 있다.

[0215] 편광된 LCD 백라이트의 잠재 손실은 전방 반사기에 의해 투과되는 잘못된 편광의 광이며, 이는 다음에 LC 패널 상의 하부 편광기에 의해 흡수된다. 이러한 손실은 편광된 광을 주로 투과시키는 전방 반사기를 이용함으로써 그리고 전방 반사기의 차단축의 반사율을 최대화함으로써 최소화될 수 있다.

- [0216] 전방 반사기의 주어진 레벨의 부분 반사율에 대해, 시스템의 출력은 공동의 전달당 손실값에 크게 좌우된다. 이러한 손실값은 공동 내의 모든 구성요소에서의 모든 광선의 평균 손실로서 가장 용이하게 특성화될 수 있다. 몇 가지 이유로 인해, 모든 구성요소에 대해 개개의 손실 측정을 하여 특성 손실값을 추정하기는 어렵다. 손실은 전형적으로 광선의 입사각 및 공동 내의 측면 반사기 및 광원과 같은 공동 내의 각각의 구성요소를 통과하거나 그에서 반사하는 광선의 상대적인 수에 좌우된다.
- [0217] 전체 시스템에 대한 특성 손실값을 추정하는 가장 직접적인 방법은 모든 광원들이 방출하는 광에 비해 공동이 방출하는 광의 양을 측정하는 것이다. 이러한 비율을 전형적으로 공동 효율이라고 한다. 이들 공동의 광학적 모델링은 공동의 개개의 구성요소 및 전체 손실값의 상대적 중요성을 이해하는 것을 도울 수 있다. 공동에서의 총 손실은 여러 번의 반사의 발생과, 그에 따른 주어진 광선에 대한 여러 번의 손실로 인해 전방 반사기의 반사율에 좌우된다. 전방 반사기의 반사율이 증가되면, 시스템에서 평균 광선의 평균 반사 횟수가 증가한다.
- [0218] 2개의 반사기 사이에서 반사하는 광에 대한 간단한 다중 반사 모델이 이러한 기능을 나타낸다. 예를 들어, 도 13은 전방 반사기의 통과측에 평행으로 편광된 광에 대해 다양한 축상 평균 반사율을 갖는 전방 반사기에 대한 공동의 부분 출력 대 1-공동 손실의 그래프. 후방 반사기는 100% 반사율을 갖는 것으로 가정하였다. 전방 반사기로부터 후방 반사기로의 각각의 광선 전달에 대해 공동 손실값이 할당된다. 이 모델은 일정한 광선 각도를 가정한다, 즉 이는 1차원 모델이다. 손실값은 전방 및 후방 반사기 둘 모두는 물론 이들 사이의 임의의 다른 구성요소에서 잠재적인 손실값을 나타낸다. 곡선(1302)은 축상 반사율이 85%인 전방 반사기를 나타내고, 곡선(1304)은 축상 반사율이 75%인 전방 반사기를 나타내며, 곡선(1306)은 축상 반사율이 50%인 전방 반사기를 나타내고, 곡선(1308)은 축상 반사율이 30%인 전방 반사기를 나타낸다.
- [0219] 부분 반사기의 증가하는 반사율 값에 대해, 공동 손실값이 공동의 효율에서 점차 중요해지고 있다. 전방 반사기에 대해 $R = 50\%$ 를 초과하는 값들에 대해, 공동 출력은 특성 공동 손실값에 대해 사실상 비선형적으로 되고, 공동 손실값이 양호하게는 10%보다 작다(즉, $1 - \text{공동 손실}$ 이 0.90보다 커야 한다). 일부 실시 형태에서, 후방 반사기는 축상 평균 반사율이 95%보다 클 수 있는데, 이는 반사기, 광원, 예지, 코너 등에서의 총 손실이 10%보다 작아야 하기 때문이다.
- [0220] 편광된 백라이트에 대한 보다 복잡한 공동 모델은 유사한 경향을 보여준다. 도 14는 다양한 값들에 대해 축상 편광 출력 대 전방 반사기의 반사율을 나타낸다. 이 모델은 공동 내의 모든 광선 각도 및 편광 상태에 대한 다중 반사 손실을 계산한다. 전방 반사기의 반사율이 입사각 및 편광의 함수로서 모델링되기 때문에, 공동의 축상 휘도가 추정될 수 있다. 전방 반사기가 한 측에 평행하게 편광된 광에 대해 매우 높은 반사율(차단측 $R_{\text{block}} = 99.9\%$)을 갖고, 다른 측에 대한 반사율(R_{pass})이 설계에 따라 변하는 경우, 백라이트 면에 법선 입사에서 볼 때의 백라이트의 휘도가 공동에서의 통과당 손실 및 R_{pass} 의 값에 크게 좌우된다. 각각의 추정된 공동 손실 값에 대해 공동의 축상 휘도를 보여주는 도 14의 다양한 곡선들을 얻기 위해 통과당 평균 손실이 0에서 20%로 변화되었다.
- [0221] 축상 휘도가 공동의 전방 면에 걸친 공간적 평균이고, 이는 완벽한 균일도의 한계에서 전방 면 상의 임의의 점에서의 휘도이다. 전방 반사기는 굴절률이 배향된 PEN/PMMA 다층 스택과 유사한 비대칭 반사 필름인 것으로 가정되었다. 고굴절률 PEN 물질은 이하의 굴절률, 즉 $n_{x1} = 1.82$, $n_{y1} = \text{가변}$, $n_{z1} = 1.49$ 를 포함한다. PMMA 물질에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.49$ 이다. 이 모델에서는 다층 반복 단위(multilayer repeat unit)의 양 층에서 다른 굴절률들을 모두 일정하게 유지하면서 PEN 층의 y-굴절률(통과측 방향)을 변화시킴으로써 R_{pass} 의 값이 변화되었다. 부분 반사기가 높은 반사율 값(R_{pass})을 가질 때 시스템의 출력이 손실 함수에 매우 민감하다는 것을 유의하여야 한다. 이 모델은 PEN/PMMA의 차단측에 대해 굴절률 차가 0.33(즉, $\Delta x = 0.33$)인 것으로 가정하였으며, 이는 PMMA와 관련하여 PEN 또는 다양한 coPEN으로 용이하게 달성가능한 값이다. 이는 차단측 누설로 인한 저손실을 보장한다. 차단측이 상당한 누설을 갖는 경우, 이는 백라이트 손실 함수에 기여할 것인데, 이러한 편광의 광이 LC 패널의 하부 흡수 편광기에 의해 흡수될 것이기 때문이다.
- [0222] 완전 및 부분 반사 필름 둘 모두가 저 흡수 손실의 공통 요건을 공유한다. 어느 한 필름의 흡수율(A)은 식 $A = 1 - T - R$ 로 특성화될 수 있는데, 여기서 T는 투과율이고, R은 반사율이며, 이들은 단일 통과 측정으로 결정된다. 전방 반사기에 대한 흡수 손실이 2개의 성분, 즉 광선의 반사 시의 흡수 손실(A_R) 및 투과 시에 일어날 수 있는 추가의 흡수 손실(A_T)로 분리될 수 있다. 후자는 실제 반사 프로세스에 참여하지 않지만, 예를 들어, 구조적 지지 또는 제조의 용이함을 위해 필요한 부가의 물질들 또는 물질층들을 갖는 많은 필름에서 일어난다. 이들 부가의 물질들이 공동의 내부를 향해 있지 않고 그 대신에 가능하면 언제나 외부로 향하는 것이 중요하다.

재순환 공동에서, 반사 시의 흡수 손실이 투과 시의 흡수 손실보다 더 중요하다. 후자는 단지 한번 일어나는 반면, 전자는 각각의 반사에서, 즉 광선의 반사에서 일어난다. 그 결과, 반사 시의 5% 흡수 손실이 전방 반사기의 T의 값에 따라 50% 손실만큼 또는 그 이상으로 증가될 수 있다. 이와 달리, 투과 시의 5%의 흡수 손실은 단지 5%의 총 손실을 가져온다. 각각의 광학 구성요소에 대한 2개의 흡수 손실값 A_R 및 A_T 은 필름의 각 면으로부터의 반사율은 물론 필름의 투과율을 측정함으로써 결정될 수 있다. 이는 다음과 같이 2개의 방정식 및 2개의 미지수를 가져온다. $1 - T - R_1 = A_R$ 및 $1 - T - R_2 = A_T$.

- [0223] 광 혼합 공동에서 가능한 적은 수의 구성요소를 사용함으로써 손실이 최소화될 수 있다. 광의 균일한 측방향 확산을 증진시키도록 설계된 저손실 중공 백라이트의 경우, 백라이트 공동의 구성요소의 속성은 이하의 것들 중 적어도 일부를 포함할 수 있다.
- [0224] 1) 고반사율(예를 들어, 후방 반사기, 에지, 코너 등; 저 흡수 광원 및 광원을 둘러싸는 면적; 상부 반사기와 백라이트 에지 사이의 적절한 밀봉에 대해)
- [0225] 2) 반경면 반사 또는 확산을 통한 광선 혼합
- [0226] 3) 전방 반사기의 부분 반사율/투과율
- [0227] 4) 효율적인 편광 출력 선택
- [0228] 5) 효율적인 각도 출력 선택
- [0229] 6) 구성요소 각각의 기계적 지지체(예를 들어, 기관 및 지지 기둥).
- [0230] 개별적인 구성요소들이 이들 6개의 속성 중 하나 이상을 생성하기 위해 사용될 수 있지만, 시스템에서의 손실을 최소화하기 위해 많은 수의 속성을 가능한 적은 수의 구성요소 내에 결합시키는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 가능하면 언제든지 다수의 구성요소들이 공통 기관을 공유할 수 있다. 더욱이, 기관을 통한 여러 번의 광 투과를 최소화하기 위해 가능하면 언제든지 기관들이 공동으로부터 외부로 향할 수 있다.
- [0231] 광원에서 또는 그의 지지 기관에서 또는 광원을 그의 기관 및 전기 접속부에 연결시키기 위해 생성된 포트를 통해 부가의 손실이 또한 일어날 수 있다. 이상적으로, 광원의 발광 표면만이 공동에서 노출되어 있으며, 모든 다른 표면들 및 구성요소들은 고반사율 물질로 덮여 있다. 에지 및 코너 손실에 대해서도 마찬가지이다. 공동에서의 나머지 손실들은 전술된 6개의 속성을 제공하는 광 반사 및 방향 전환 구성요소들에서 주로 일어난다.
- [0232] 전술한 바와 같이, 다기능 구성요소의 사용으로 손실이 감소될 수 있다. 용어 "다기능"은 백라이트에서 필요로 하는 2개 이상의 개별 구성요소의 기능을 수행하는 구성요소를 말한다. 이와 같이, 중실 도광체, 확산기, 반사 편광기, 프리즘 필름 또는 다른 휘도 향상 필름과 같은 구성요소가 더 적은 수의 구성요소들로 대체될 수 있다. 일반적으로, 백라이트에서 사용되는 구성요소들의 수를 감소시키면 백라이트의 효율을 향상시킬 수 있고 또한 백라이트 공동의 깊이를 감소시킬 수 있다. 구성요소에서 사용하기 위해 선택된 물질들의 두께 및 유형은 또한 구성요소의 손실값에 영향을 줄 수 있다.
- [0233] 전술한 6개의 속성 중 하나 이상을 달성하기 위해 사용될 수 있는 몇 가지 유형의 물질 및 구성요소 설계가 있다. 예를 들어, 후방 반사기 및/또는 전방 반사기의 차단축이 고반사율로 제조될 수 있다. 고반사율이 확산 반사기 또는 판 적층 필름 등의 랜덤 반사 시스템으로는 달성하기 어려울 수 있다. 단 하나의 편광의 고반사율이 이러한 시스템으로 달성하기 어려울 수 있다. 게다가, 반경면 산란 분포를 갖는 고반사율이 확산 반사기로 달성하기 어려울 수 있다. 1/4 파 두께의 층을 사용하는 보강 간섭 시스템이 높은 반사성으로 훨씬 더 얇게 제조될 수 있으며, 이는 박형 백라이트를 제조하는 데 유용하다.
- [0234] 본 업계에서의 고반사율 필름의 예는 토레이 필름즈(Toray Films)의 미세공극이 형성된 배향된 폴리에스테르(PET) 필름과 같은 확산 필름과 쓰리엠 컴퍼니의 ESR과 같은 경면 반사기이다. 미세공극이 형성된 필름은 반사율이 약 95%이고(투과율은 약 4%임) 두께가 약 0.2mm이다. ESR은 반사율이 약 99%이고 두께는 단지 약 0.07 mm이다. 미세공극이 형성된 PET의 반사율은 공기와 배향된 폴리에스테르의 굴절률 차이에 의해 생성되며, 약 0.65이다. ESR은 범선 입사에서 약 0.26의 굴절률 차이를 갖는 배향된 PEN 및 PMMA의 다층 필름이다. ESR이 훨씬 더 작은 굴절률 차이를 갖지만, 이는 훨씬 더 얇은 구조로 적어도 99%의 반사율로 제조될 수 있다.
- [0235] 높은 차단축 반사율을 갖는 편광 필름이 요구되는 경우, 물질들 사이의 굴절률 차이가 물질들의 복굴절에 의해 제한되는데, 이는 굴절률들이 하나의 축을 따라 일치될 필요가 있기 때문이다. PEN의 경우, 복굴절률은 약 0.25이고, 따라서 약 0.25의 굴절률 차이를 갖는 블렌딩된 중합체로 확산 반사 편광기가 제조될 수 있다. 따라

서, 이들 구성은 95% 반사율이 되도록 공극이 형성된 PET 반사기보다 훨씬 더 두꺼워야 할 것이다. 반사율이 이러한 두꺼운 필름에서의 흡수 손실에 의해 제한될 수 있는데, 이는 고복굴절 물질이 종종 아크릴 물질과 같은 등방성 저굴절률 물질과 비교하여 비교적 높은 흡수 계수를 갖기 때문이다. 다층 구조는 경면성이라는 부가의 이점을 가지며, 이는 중공 공동을 가로질러 광 전달을 향상시킬 수 있다. 콜레스테릭 반사기는 또한 브래그 반사기(Bragg reflector)의 부류에 속하며 고반사성으로 제조될 수 있고 본질적으로 편광성이다. 원형 편광된 광을 선형으로 변환하기 위해 1/4파 지연기 판(retarder plate)이 필요하다. 손실을 최소로 감소시키기 위해, 광이 공동을 단 한번만 통과하도록 공동의 외부면에 지연기가 배치될 수 있다.

[0236] 은(silver) 금속 후방 반사기는 내식성을 위해 코팅되어 있는 경우 95% 반사성일 수 있다. 은 및 다른 금속, 그 중에서도 특히 알루미늄이 유전체 박막으로 코팅되어 있는 경우 이들에 의해 더 높은 반사율이 달성될 수 있다.

[0237] 와이어 그리드 편광기는 적절히 구성되는 경우 차단축에 대해 비교적 높은 반사율을 가질 수 있다. 예를 들어, 미국 특허 제6,122,103호를 참조하라. 통과축에 대해 얼마간의 부분 반사율이 있으며, 이는 부가의 다층 반사 필름 스택으로 증가될 수 있다.

[0238] 본 발명의 백라이트는 재순환 공동 및 출력 표면에 대해 다른 유형의 광원 구성을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 15는 직하형 백라이트(1500)의 개략 단면도이다. 백라이트(1500)는 중공 조명 공동(1502)을 형성하는 전방 반사기(1510) 및 후방 반사기(1520)를 포함한다. 공동(1502)은 출력 표면(1504)을 포함한다. 백라이트(1500)는 또한 공동(1502) 내로 광을 방출하도록 배치된 하나 이상의 광원(1530)을 포함한다. 백라이트(1500)는 선택적으로 백라이트(1500)의 주변의 적어도 일부분을 둘러싸고 있는 측면 반사기(1550)를 포함할 수 있다. 도 2의 백라이트(200)의 전방 반사기(210), 후방 반사기(220), 하나 이상의 광원(230) 및 측면 반사기(250)와 관련하여 본 명세서에 기술된 설계 고려사항 및 가능성 모두가 도 15에 도시된 백라이트(1500)의 전방 반사기(1510), 후방 반사기(1520), 하나 이상의 광원(1530) 및 측면 반사기(1550)에 동일하게 적용된다.

[0239] 본 명세서에서 전술한 바와 같이, 하나 이상의 필름 또는 층이 균일도 및/또는 효율을 추가로 제공하기 위해 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 위치될 수 있다. 예를 들어, 도 16은 전방 반사기(1610), 후방 반사기(1620) 및 하나 이상의 광원(1620)을 포함하는 직하형 백라이트(1600)의 일 실시 형태의 개략 단면도이다. 백라이트(1600)는 또한 하나 이상의 측면 반사기(1650)를 포함한다. 도 2에 도시된 실시 형태의 전방 반사기(210), 후방 반사기(220), 광원(230) 및 측면 반사기(250)와 관련한 설계 고려사항 및 가능성 모두가 도 16에 도시된 실시 형태의 전방 반사기(1610), 후방 반사기(1620), 광원(1630) 및 측면 반사기(1650)에 동일하게 적용된다. 측면 반사기(1650)가 후방 반사기(1620)와 제1 확산기(1660) 사이에 연장되어 있는 것으로 도시되어 있지만, 측면 반사기(1650)는 또한 제1 확산기(1660)를 지나서 임의의 층까지 연장될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 측면 반사기(1650)는 전방 반사기(1610)까지 연장된다.

[0240] 백라이트(1600)는 또한 제1 확산기(1660) 및 선택적인 제2 확산기(1670)를 포함하고 있으며, 이들 둘 모두는 전방 반사기(1610)와 후방 반사기(1620) 사이에 위치된다. 제1 및 제2 확산기(1660, 1670)는 임의의 적합한 확산기, 예를 들어 확산기 판, 이득 확산기, 벌크 확산기 등을 포함할 수 있다. 제1 및 제2 확산기(1660, 1670)는 동일한 또는 상이한 확산기일 수 있다.

[0241] 백라이트(1600)는 또한 전방 반사기(1610)와 후방 반사기(1620) 사이에 위치된 휘도 향상층(1680)을 포함한다. 휘도 향상층(1680)은 임의의 적합한 휘도 향상층 또는 필름, 예를 들어, BEF(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능)을 포함할 수 있다.

[0242] 일반적으로, 광원(1630)으로부터의 광은 제1 확산기(1660) 및 선택적인 제2 확산기(1670)에 의해 확산된다. 제2 확산기(1670)로서 이득 확산기를 포함한 실시 형태에서, 제1 확산기(1660)로부터의 확산광은 제2 확산기(1670)에 의해 추가로 확산되고 또한 시준된다. 휘도 향상층(1680)은 추가로 확산광을 시준하는 기능을 한다. 단일 휘도 향상층(1680)을 포함하는 것으로 도시되어 있지만, 백라이트(1600)는, 예를 들어 직교 평면에서 광을 추가로 시준하기 위해 제1 층(1680)과 전방 반사기(1610) 사이에 배치된 제2 휘도 향상층을 포함할 수 있다.

[0243] 휘도 향상층(1680)에 투과된 광은 전방 반사기(1610)에 부분적으로 반사되고 부분적으로 투과된다. 반사된 광은 후방 반사기(1620)를 향해 지향되고, 이는 공동(1602) 내에서 재순환될 수 있다. 어느 정도의 재순환이 전방 반사기(1610)와 백라이트(1600) 내의 다른 필름 또는 층 사이에서 일어날 수 있지만, 공동(1602) 내의 상당 부분의 재순환된 광은 전방 및 후방 반사기(1610, 1620)에 의해 재순환된다.

[0244] 본 발명의 백라이트는 또한 2개 이상의 구역을 포함할 수 있으며, 각각의 구역은 휘도, 컬러 등과 같은 상이한

출력 특성을 제공할 수 있다. 이러한 구역화된 백라이트는 중공 광 재순환 공동을 개별 구역들 또는 부공동(sub-cavity)들로 부분적으로 또는 전체적으로 분할하기 위해 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 배치된 수직 격벽을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 17은 구역화된 백라이트의 일 실시 형태의 개략 평면도이다. 백라이트(1700)는 개별 구역 또는 공동(1702a 내지 1702d)을 한정하기 위해 점선으로 도시된 바와 같은 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 배열되어 있는 수직 격벽으로 형성된 4개의 구역(1702a 내지 1702d)을 포함한다. 이들 격벽은 후방 반사기에 적합한 것으로 나열된 것들과 같은 고반사율 물질로 제조되어 (또는 덮여) 있을 수 있고, 대안적으로 하나 이상의 격벽은 또한 부분 투과성일 수 있다. 격벽은 후방 반사기에서 전방 반사기까지 연장될 수 있거나, 후방 반사기에서 전방 반사기까지 또는 전방 반사기에서 후방 반사기까지의 범위의 단지 일부만 연장될 수 있어서, 격벽의 상부 에지 및 하부 에지 중 하나와 전방 반사기 사이에 작은 간극을 제공한다. 이러한 간극의 존재는, 특히 본 명세서에 기술된 전방 반사기와 관련하여 사용될 때, 격벽의 존재에 의해 야기될 수 있는 국부 휘도 불균일도를 감소시킴으로써 격벽을 보이지 않게 하는 것을 도울 수 있다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 이 간극은 약 0.5 내지 5 mm일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 격벽의 가시성을 추가로 감소시키기 위해 격벽의 상부 에지(전방 반사기에 가장 가까운 에지)가 좁은 것이 또한 바람직할 수 있다. 임의의 적합한 수의 구역이 백라이트(1700)에 제공될 수 있다.

[0245] 이들 격벽은 백라이트 내에 적절히 배치되어 있는 개별 요소들일 수 있다. 대안적으로, 격벽은 전방 반사기와 후방 반사기 중 하나 또는 둘 모두에 형성될 수 있다. 예를 들어, 후방 반사기는, 예를 들어 발명의 명칭이 LED 어레이 시스템(LED ARRAY SYSTEMS)인 미국 특허 공개 제2005/0265029호(엠펙스(Epstein) 등)에 기술되어 있는 바와 같이, 격벽을 제공하도록 성형 또는 형성될 수 있다. 전방 및 후방 반사기 중 하나 또는 둘 모두에 격벽을 형성하는 데 임의의 적합한 기법, 예를 들어 벤딩, 열성형, 스탬핑, 가압 성형 등이 사용될 수 있다. 각각의 구역 내에 직하형 구성으로, 각 구역의 주변부를 따라 에지형 구성으로, 또는 에지형/직하형 조합을 제공하기 위해 광원이 배치될 수 있다.

[0246] 게다가, 구역은 임의의 적합한 평면 형상, 예를 들어 직사각형, 육각형, 또는 다른 다각형 형상일 수 있고, 원형, 타원형 및 임의의 다른 원하는 형상이 고려된다. 기하학적 형상이 백라이트에서의 높은 효율과 휘도 및 컬러 균일도를 달성하도록 맞추어질 수 있다.

[0247] 개시된 재순환 공동 중 하나 초과와 공동을 이용하는 백라이트와, 특히 이웃한 공동 내의 광원(들)에 대해 독립적으로 제어되거나 또는 다루어질 수 있는 광원(들)에 의해 각각이 조명될 수 있는 구역 또는 서로 구분되는 공동의 어레이를 갖는 백라이트는, 백라이트의 출력 면적을 가로질러 휘도 및/또는 컬러 분포가 의도적으로 불균일한 동적 콘트라스트 디스플레이(dynamic contrast display) 기술 및 컬러 순차 디스플레이 기술을 지원하기 위해 적합한 구동 전자 장치와 함께 사용될 수 있다. 따라서, 출력 면적의 상이한 구역이 다른 구역보다 더 밝게 또는 더 어둡게 되도록 제어될 수 있고, 상기 구역은 상이한 재순환 공동 내의 상이한 광원의 적합한 제어에 의해 간단히 상이한 컬러를 발광할 수 있다.

[0248] 구역 내에 여분의 광원을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 백라이트 설계자의 한 가지 중요한 관심사는 개별 광원이 고장나는 경우 소비자가 거슬리는 불균일도를 볼 수 있다는 것이다. 이러한 위험을 완화시키기 위해, 하나의 광원이 고장나는 경우 구역 내에 어떤 최소 레벨의 휘도가 여전히 있도록, 하나 이상의 구역이 2개 이상의 광원을 포함할 수 있다. 제어 방식은 비작동 광원을 추가로 보상하기 위해 구역 내의 나머지 광원들의 휘도를 증가시킬 수 있다.

[0249] 본 명세서에 기술된 백라이트의 다양한 실시 형태들은 광원으로부터의 광의 휘도 및 컬러 중 하나 또는 둘 모두를 검출 및 제어하는 광 센서 및 피드백 시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 센서는 출력을 모니터링하고 피드백을 제공하여 백색점 또는 컬러 온도를 제어, 유지 또는 조정하기 위해 개개의 광원 또는 광원 클러스터 근처에 위치할 수 있다. 혼합된 광을 샘플링하기 위해 에지를 따라 또는 공동 내에 하나 이상의 센서를 위치시키는 것이 유리할 수 있다. 어떤 경우에, 시청 환경, 예를 들어 디스플레이가 있는 방에서 디스플레이 외부의 주변광을 검출하기 위해 센서를 제공하는 것이 유리할 수 있다. 주변 시청 조건에 기초하여 광원의 출력을 적절히 조절하기 위해 제어 로직이 사용될 수 있다. 임의의 적합한 센서 또는 센서들, 예를 들어, 미국 텍사스주 플라노 소재의 텍사스 어드밴스트 옵토일렉트로닉 솔루션스로부터 입수가능한 광-주파수 또는 광-전압 센서가 사용될 수 있다. 더욱이, 광원의 출력을 모니터링하고 제어하기 위해 열 센서가 사용될 수 있다. 시간에 따라 노후화되는 구성요소에 대한 보상 및 동작 조건에 기초하여 광 출력을 조절하기 위해 이들 기술 중 어느 것이든 사용될 수 있다. 또한, 제어 시스템에 피드백 신호를 제공하기 위해 동적 콘트라스트, 수직 스캐닝 또는 수평 구역, 또는 필드 순차 시스템에 대해 센서들이 사용될 수 있다.

- [0250] 임의의 특징의 이론에 의해 제한되기를 원치는 않지만, 적절한 효율, 균일도 및 시야각을 동시에 달성하기 위해 상호 인지(mutual cognizance)로 선택될 수 있는 에지형 백라이트에 대한 4개의 속성이 있다. 1) 공동의 기하학적 형상, 2) 발광 표면의 반사 및 투과 특성, 3) 후방 반사기의 반사 특성 및 4) 각각의 조명된 에지에서 공동 내로 주입되는 광의 각도 분포가 있다.
- [0251] 전방 반사기의 반사 및 투과 특성과, 후방 반사기의 반사 특성은 전자의 양 방향 반사율 및 투과율 분포 함수(각각 BRDF 및 BTDF)와 후자의 BRDF에 의해 기술될 수 있다. BRDF는 임의의 외부 방향으로 입사하는 단위 방사에 대한 모든 내부 방향으로 반사되는 방사를 나타낸다. BTDF는 이와 유사하게 임의의 외부 방향으로 입사하는 단위 방사에 대한 모든 외부 방향으로 투과되는 방사를 나타낸다. 총 반사율/투과율은 임의의 외부 방향으로 입사하는 단위 면적당 단위 전력에 대한 모든 내부/외부 방향으로 반사/투과되는 단위 면적당 총 전력이다. 반구 반사율/투과율은 모든 입사 방향에 걸쳐 평균된 총 반사율/투과율이다. 반구 반사율/투과율은 백라이트에서 사용되는 입사광의 파장에 대해 측정될 수 있다.
- [0252] 본 명세서에 기술된 전방 반사기의 실시 형태들 중 하나 이상이 적어도 60%의 반구 반사율을 나타내며, 조명된 에지(들)에 사실상 수직이고 전방 반사기의 대략 30도의 스침 입사 내의 입사 방향들에 대한 총 반사율이 반구 반사율보다 클 수 있고, 조명된 에지에 사실상 평행하거나 30도의 스침을 넘는 입사 방향들에 대한 반구 반사율보다 작을 수 있다.
- [0253] 설명을 위해, 에지형 백라이트 내의 광은 2가지 부류의 각도 분포에 속하는 것으로 생각될 수 있다. 제1 각도 분포는 조명된 에지에 사실상 직교인 방향으로 그리고 전방 반사기 법선으로부터 측정된 적어도 60°의 전방 반사기와 입사각으로 전파하는 재순환 공동 내의 광을 포함한다. 제2 각도 분포는 제1 각도 분포에 속하지 않는 공동 내의 모든 전파 광을 포함한다.
- [0254] 예를 들어, 도 18은 본 명세서에 기술된 전방 반사기의 하나 이상의 실시 형태에 대해, 총 반사율의 입사 방향에 대한 의존성을 대략적으로 나타낸 개략도이다. 단위 반경의 원형 영역은 모든 외부 입사 방향의 전방 반사기의 평면 내로의 투영을 나타낸다. 도 18에 도시된 실시 형태에 대해, 백라이트의 발광은 사실상 선형으로 편광되어 법선 근처에서 그리고 조명된 에지(들)에 평행한 법선으로부터 벗어난 방향들에서 가장 강하고 조명된 에지(들)에 수직인 방향에서 60도 초과만큼 법선으로부터 벗어난 방향들에서 가장 약하다.
- [0255] 조명된 에지(들)에 주입된 광은, 광이 조명된 에지에 사실상 수직인 발광 표면에 30도 이내의 스침으로 부딪치는 경우, 즉 제1 각도 분포 내의 광인 경우, 사실상 전부가 공동 내에 보유된다. 그렇지 않은 경우, 광은 상보적 부분이 방출되어 공동 내에 부분적으로 보유된다. 공동의 전방 및 후방 반사기와 상호작용의 수가 증가함에 따라서, 그리고 그에 따라 일반적으로 조명된 에지(들)로부터의 거리가 증가함에 따라, 각각의 각도 분포에서의 방사가 감소된다. 전방 반사기의 총 반사율의 값이 비교적 더 작기 때문에, 제2 각도 분포에서의 방사가 제1 각도 분포에서보다 더 빠르게 감소한다. 이러한 제2 각도 분포가 직접 발광을 제공하기 때문에, 그의 감쇠(decay)가 빠른 것은 백라이트 발광의 전체적인 균일도를 주로 결정한다.
- [0256] 전방 반사기 및 후방 반사기 둘 모두의 BRDF가 순수 경면인 경우, 그 다음, 균일한 깊이 및 경면 에지의 공동을 가정하면, 보유된 광은 조명된 에지(들)에서 주입 광학과 궁극적으로 상호작용할 때까지 차후의 모든 충돌 시 동일한(또는 대칭적으로 등가인) 입사 방향으로 전방 반사기에 부딪칠 것이다. 이러한 상황에서, 어느 하나의 분포에 있는 광이 다른 분포로 이동될 수 있도록 하는 지렛대식 메커니즘(leveraged mechanism)은 존재하지 않는다. 제1 각도 분포에 있는 광은 궁극적으로 흡수될 때까지 공동 내에 사실상 포획된 채로 유지되어서, 백라이트의 효율을 감소시킨다. 제2 각도 분포 내의 광은 전방 반사기를 통한 투과로 인해 비교적 빠르게 감쇠되어서, 불균일한 발광이 야기된다.
- [0257] 전방 반사기 또는 후방 반사기의 BRDF가 상당한 비경면 구성요소를 갖는 경우, 보유된 광은 각각의 후속 충돌 시에 잠재적으로 상이한 입사 방향으로 전방 반사기에 부딪칠 것이며, 그에 의해 하나의 분포로부터 다른 분포로 광을 전달하기 위한 메커니즘을 제공한다. 평균 반사 횟수, 또는 등가적으로 이러한 전달을 이루는 데 필요한 전파 거리가 하나 또는 둘 모두의 BRDF에서의 비경면성 정도를 제어함으로써 제어될 수 있다. 적절한 정도의 변환이 존재하는 경우, 제1 각도 분포 내의 광은 조명된 에지(들)로부터 멀리 전파됨에 따라 점차적으로 제2 각도 분포로 전달될 수 있어서, 궁극적으로 광이 흡수되는 것을 피하고, 이와 동시에 조명된 에지(들)에 수직인 백라이트의 범위를 따라서 분포된 점차적인 유입을 제공함으로써 제2 각도 분포의 감쇠를 느리게 한다. 그 결과 효율 및 균일도 둘 모두가 증가 및 향상된다.
- [0258] 주입 광학계는 공동의 조명된 에지(들)에서의 광의 각도 분포를 결정하고, 따라서 2개의 각도 분포 각각 내에서

의 광의 초기 밀도를 결정한다. 초기 밀도는 차례로 하나 또는 둘 모두의 BRDF가 비경면 구성요소를 갖는 경우 분포들 사이의 광 전달의 감지 및 크기를 결정한다. 따라서, 예를 들어, 광이 전적으로 제2 각도 분포에만 주입되는 경우, 이러한 분포의 감쇠율은 조명된 에지(들)로부터의 거리의 증가에 따라 제2 분포로부터 제1 분포로의 순(net) 전달로 인해 그의 비교적 높은 베이스라인 값을 넘어 증가할 것이다. 전체 방출 효율이 증가되는 한편, 또한 일반적으로 감쇠가 과도하게 빠르게 될 것이고, 조명된 에지(들)로부터 떨어져 있는 위치들에서 어두워지게 된다. 정반대로, 광이 전적으로 제1 분포에만 주입되는 경우, 순 전달이 제1 분포에서 제2 분포로 이루어질 것이고, 제2 분포가 그의 베이스라인보다 덜 빠르게 감쇠할 것이다. 전체적으로, 균일도가 향상될 것이지만, 효율을 희생하여 제2 분포에서의 광의 국부 결핍으로 인해 조명된 에지(들) 근처가 어두워질 가능성이 있다.

[0259] 광원들의 이미지 형성으로 인해 제2 유형의 잠재적 불균일도가 일어난다. 이러한 이미지 형성은 조명된 에지(들) 근방에 하나 이상의 밝은 밴드 또는 점을 생성할 수 있고, 이는 또한 점의 경우에 컬러 LED가 사용될 때 컬러 불균일도를 야기할 수 있다. 많은 경우에, 이들 불균일도의 억제는 조명된 에지들 사이의 간격을 가로질러 일어나는 점차적인 세기의 변화에 대한 걱정을 없애준다.

[0260] 이미지 형성은 1) 주입된 광의 각도 분포가 (공간적으로 분리된 광원들에 의해 야기되는) 잔류 세부 특징부를 포함하는 경우 및 2) 주입된 광이 백라이트 발광에 직접 기여하는 경우에 일어날 수 있다. 이는 대부분 1) 주입된 방사에서 세부 특징부를 제거함으로써 또는 2) 광을 전적으로 제1 각도 분포에만 주입시킴으로써 제거될 수 있다. 전자의 대안은 통상 주입 광학계 내에서 아마도 어느 정도의 확산에 의해 강제로 여러 번 반사시킴으로써 달성된다. 후자의 대안은, 본 명세서에 기술된 바와 같은, 부분 시준 설계에 의해 달성된다.

[0261] 디스플레이의 조명된 에지(들)에 수직 및 평행 둘 모두에서 균일도가 요구된다. 공동의 광학적 특성이 이들 에지에 평행한 위치와 무관하기 때문에, 주입 광학계는 이들 에지(들)를 따라 평면의 위치에 무관한 조명된 에지(들)에 법선인 임의의 평면에 단면을 가질 수 있다. 즉, 일부 실시 형태에서, 양호한 주입 광학계는 조명된 에지(들)를 따라 병진적으로 불변(translationally invariant)이다. 병진적으로 불변인 광학계에 의해 제공되는 시준은 병진축에 법선인 평면에서 광학계의 발광의 대향각(angular subtense)에 의해 완전히 규정된다. 예를 들어, 면내 발광이 발광 표면에 평행인 임의의 평면의 ψ 도 내로 제한되는 경우, 주입된 광으로 채워지는 발광

표면 상의 입사 방향이 모두 다음과 같이 될 것이다 $|s_{\text{perp}}| \geq \sqrt{1 - s_{\text{par}}^2} \cos \psi$.

[0262] 광을 전적으로 제1 각도 분포에만 채우는 것은 병진적으로 불변인 광학계에 의해 주입되는 주입된 광 분포의 시준에 의해 실질적으로 달성될 수 있다. 요구되는 시준 정도는 전방 반사기의 고반사율 영역의 범위에 의해 규정될 수 있고, 그 표면의 BRDF를 일단 아는 경우 평가될 수 있다. 본 명세서에 기술된 전방 반사기의 하나 이상의 실시 형태에서, 고반사율 영역은 (표면 법선에 대해) 대략 60 내지 90도 입사 사이에 연장되어 있으며, 요구되는 면내 시준이 발광 표면에 평행인 임의의 평면의 30도 이내이다.

[0263] 편의상, 방사 세기의 제1 각도 분포만을 채움으로써 광원의 이미지 형성을 제거하는 주입이 또한 조명된 에지(들)와 출력 표면 내의 이들로부터 더 멀리 떨어져 있는 점들 사이의 방출의 점차적인 감쇠를 최소화시킨다.

[0264] 일부 실시 형태에서, 백라이트는 제1 각도 분포를 갖는 공동 내의 광의 적어도 일부분을 제2 각도 분포를 갖는 광으로 변환하고 제2 각도 분포를 갖는 공동 내의 광의 적어도 일부분을 제1 각도 분포를 갖는 광으로 변환하는 공동 내에 위치된 변환 구조를 포함할 수 있다. 변환 구조는 전방 반사기, 후방 반사기에 근접하여 위치되거나, 또는 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 위치될 수 있다. 변환 구조를 형성하는 데 임의의 적합한 물질 또는 물질들이 사용될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 변환 구조는 반경면 반사 물질 또는 구조, 예를 들어 본 명세서에 기술된 반경면 반사 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 변환 구조는 비드 코팅된 ESR을 포함하는 후방 반사기일 수 있다. 공동에서 전파되는 제1 각도 분포 내의 광의 적어도 일부분이 반경면 후방 반사기와 상호작용한 후에 제2 각도 분포로 변환된다.

실시예

[0265] 이하의 실시예들은 다양한 크기의 에지형 및 직하형 백라이트 구성을 포함한다. 테스트된 백라이트들은 아래의 표 2에 나타난 바와 같이 전방 및 후방 반사기 둘 모두에 대해 상이한 필름을 포함하였다.

[0266] 전방 및 후방 반사기 필름

[0267] 이하의 실시예에 사용되는 전방 및 후방 반사기 필름에 대한 설명이다.

- [0268] 89% R 비대칭 반사 필름(ARF-89). 이 비대칭 반사 필름은 복굴절 90/10 coPEN 및 비복굴절 PMMA의 264개의 교호 미세층을 포함했다. 264개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스(sequence)로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 400 nm 내지 900 nm 파장의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 90/10 coPEN의 5 마이크로미터 두께의 스킨층을 서로 밀착된 교호 미세층 스택의 외부 표면 상에 배치하였다. 교호 미세층, PBL 및 스킨층을 포함한 필름의 전체 두께는 대략 40 μm 였다. 이러한 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다.
- [0269] 90/10 coPEN 층에 대한 (633 nm에서 측정된) 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.785$, $n_{y1} = 1.685$, $n_{z1} = 1.518$ 이었으며, PMMA 층에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.494$ 였다.
- [0270] ARF-89는 통과축에서 평균 축상 반사율이 89%였고, 차단축에서 평균 축상 반사율이 98%였으며, 반구 반사율은 92.5%였다.
- [0271] 86% R 비대칭 반사 필름(ARF-86). 이 비대칭 반사 필름은 복굴절 90/10 coPEN 및 비복굴절 PMMA의 264개의 교호 미세층을 포함했다. 264개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스(sequence)로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 410 nm 내지 890 nm 파장의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. SA115의 25 마이크로미터 두께의 스킨층을 서로 밀착된 교호 미세층 스택의 외부 표면 상에 배치하였다. 교호 미세층, PBL 및 스킨층을 포함한 필름의 전체 두께는 대략 75 μm 였다. 이러한 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다.
- [0272] 90/10 coPEN 층에 대한 (633 nm에서 측정된) 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.805$, $n_{y1} = 1.665$, $n_{z1} = 1.505$ 였으며, PMMA 층에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.494$ 였다.
- [0273] ARF-86은 통과축에서 평균 축상 반사율이 86%였고, 차단축에서 평균 축상 반사율이 98%였으며, 반구 반사율은 92.1%였다.
- [0274] 84% R 비대칭 반사 필름(ARF-84). 이 비대칭 반사 필름은 복굴절 90/10 coPEN 물질 및 비복굴절 PMMA 물질의 264개의 교호 미세층을 포함했다. 264개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 400 nm 내지 900 nm의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 90/10 coPEN의 5 마이크로미터 두께의 스킨층을 서로 밀착된 교호 미세층 스택의 외부 표면 상에 배치하였다. 교호 미세층, PBL 및 스킨층을 포함한 ARF-84의 전체 두께는 대략 40 μm 였다. 이러한 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다.
- [0275] 90/10 coPEN의 교호 미세층에 대한 (633 nm에서 측정된) 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.785$, $n_{y1} = 1.685$, $n_{z1} = 1.518$ 이었고, PMMA의 미세층의 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.494$ 였다.
- [0276] ARF-84는 통과축에서 평균 축상 반사율이 83.7%였고, 차단축에서 평균 축상 반사율이 97.1%였으며, 반구 반사율은 88.5%였다.
- [0277] 68% R 비대칭 반사 필름(ARF-68). 이 비대칭 반사 필름은 복굴절 90/10 coPEN 물질 및 비복굴절 PMMA 물질의 274개의 교호 미세층을 포함했다. 274개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 400 nm 내지 970 nm의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 75% SA115(이스트만 케미칼 컴퍼니로부터 입수가 가능함) 및 25% DP2554의 블렌드의 5 마이크로미터 두께의 스킨층을 서로 밀착된 교호 미세층 스택의 외부 표면 상에 배치하였다. 교호 미세층, PBL 및 스킨층을 포함한 비대칭 반사 필름의 전체 두께는 대략 50 μm 였다. 이러한 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다.
- [0278] 90/10 coPEN 및 PMMA 물질의 교호 미세층에 대한 복굴절 굴절률 값을 633 nm에서 측정하였다. CoPEN 미세층에 대한 굴절률은 $n_{x1} = 1.820$, $n_{y1} = 1.615$ 및 $n_{z1} = 1.505$ 였다. PMMA 미세층에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.494$ 였다.
- [0279] ARF-68은 통과축에서 평균 축상 반사율이 68.4%였고, 차단축에서 평균 축상 반사율이 99.5%였으며, 반구 반사율은 83.2%였다.
- [0280] 37% R 비대칭 반사 필름(ARF-37). 이 비대칭 반사 필름은 복굴절 90/10 coPEN과 CoPET-F 및 DP29341의 비복굴

질 블렌드의 274개의 교호 미세층을 포함했다. 274개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 420 nm 내지 850 nm의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. coPEN 55/45/HD의 5 마이크로미터 두께의 스킨층을 서로 밀착된 교호 미세층 스택의 외부 표면 상에 배치하였다. 교호 미세층, PBL 및 스킨층을 포함한 ARF-37의 전체 두께는 대략 50 μm 였다. 이러한 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다.

[0281] 90/10 coPEN의 교호 미세층에 대한 (633 nm에서) 측정된 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.820$, $n_{y1} = 1.615$, $n_{z1} = 1.505$ 였고, coPET-F + DP29341의 층들에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.542$ 였다.

[0282] ARF-37은 통과축에서 평균 측상 반사율이 38.1%였고, 차단축에서 평균 측상 반사율이 99.0%였으며, 반구 반사율은 67.6%였다.

[0283] 비대칭 반사 필름의 2층 라미네이트(2xARF). 이 비대칭 반사 필름은 라미네이트를 형성하기 위해 1개의 두꺼운 광학 접착제층을 사용하여 서로 접합된 2개의 비대칭 반사 필름을 포함하였다. 각각의 필름은 복굴절 90/10 coPEN 및 비복굴절 PET-G의 274개의 교호 미세층을 포함하였다. 274개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 410 nm 내지 940 nm의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 개개의 다층 광학 필름 상에 스킨층이 없었다. 각각의 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다. 교호 미세층, PBL 및 접착제층을 포함한 2xARF의 전체 두께는 대략 100 μm 였다. 90/10 coPEN의 교호 미세층에 대한 (633 nm에서 측정된) 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.830$, $n_{y1} = 1.620$, $n_{z1} = 1.500$ 이었고, PET-G의 미세층의 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.563$ 이었다.

[0284] 2xARF는 통과축에서 평균 측상 반사율이 36%였고, 반구 반사율이 75.4%였다.

[0285] 비대칭 반사 필름의 3층 라미네이트(3xARF). 이 비대칭 반사 필름은 라미네이트를 형성하기 위해 2개의 두꺼운 광학 접착제층을 사용하여 서로 접합된 3개의 비대칭 반사 필름을 포함하였다. 각각의 필름은 복굴절 90/10 coPEN 및 비복굴절 PET-G의 274개의 교호 미세층을 포함하였다. 274개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 410 nm 내지 940 nm의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 개개의 다층 광학 필름 상에 스킨층이 없었다. 각각의 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조하였다. 교호 미세층, PBL 및 접착제층을 포함한 3xARF의 전체 두께는 대략 150 μm 였다. 90/10 coPEN의 교호 미세층의 (633 nm에서 측정된) 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.830$, $n_{y1} = 1.620$, $n_{z1} = 1.500$ 이었고, PET-G의 미세층에 대한 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.563$ 이었다.

[0286] 3xARF는 통과축에서 평균 측상 반사율이 48%였고, 반구 반사율이 75.4%였다.

[0287] 비대칭 반사 필름의 4층 라미네이트(4xARF). 이 비대칭 반사 필름은 라미네이트를 형성하기 위해 3개의 두꺼운 광학 접착제층을 사용하여 서로 접합된 4개의 비대칭 반사 필름을 포함하였다. 각각의 필름은 복굴절 90/10 coPEN 및 비복굴절 PET-G의 274개의 교호 미세층을 포함하였다. 274개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 410 nm 내지 940 nm의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 개개의 다층 광학 필름 상에 스킨층이 없었다. 각각의 필름을 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 제조되었다. 교호 미세층, PBL 및 접착제층을 포함한 4xARF의 전체 두께는 대략 200 μm 였다.

[0288] 90/10 coPEN의 교호 미세층에 대한 (633 nm에서 측정된) 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} = 1.830$, $n_{y1} = 1.620$, $n_{z1} = 1.500$ 이었고, PET-G의 미세층의 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.563$ 이었다.

[0289] 4xARF는 통과축에서 평균 측상 반사율이 55.6%였고, 반구 반사율이 79.2%였다.

[0290] 비대칭 반사 필름의 5층 라미네이트(5xARF). 이 다층 광학 필름은 라미네이트 본체 내의 5장의 비대칭 반사 필름을 접합시키는 데 사용되는 4개의 두꺼운 광학 접착제층을 포함하였다. 각각의 필름은 복굴절 90/10 coPEN 및 비복굴절 PET-G의 274개의 교호 미세층을 포함하였다. 274개의 교호 미세층을 1/4 파 층의 쌍의 시퀀스로 배열하였으며, 여기서 층들의 두께 구배는 하나의 편광 축에 대해 대략 410 nm 내지 940 nm 파장의 대역폭을 가로질러 폭넓고 균일하게 강한 반사 공진을 제공하고 직교축에 대해 약한 반사 공진을 제공하도록 설계되었다. 개개의 다층 광학 필름 상에 스킨층이 없었다. 교호 미세층, PBL 및 접착제층을 포함한 5xARF의 전체 두께가 대략 260 μm 였다. 90/10 coPEN 물질의 교호 미세층에 대한 (633 nm에서) 측정된 복굴절 굴절률 값은 $n_{x1} =$

1.830, $n_{y1} = 1.620$, $n_{z1} = 1.500$ 이었고, PET-G 물질의 굴절률은 $n_{x2} = n_{y2} = n_{z2} = 1.563$ 이었다.

- [0291] 이하의 실시예에서, 5xARF는 오팔러스(Opalus) BS-702 비드 형성된 이득 확산기(일본의 카이와 코포레이션(Keiwa Corp.)으로부터 입수가가능함)가 후방 반사기와 대면하는 5xARF의 표면측에 라미네이팅된 상태에서 사용되어, 이득 확산기의 비드(즉, 미세구)가 후방 반사기와 대면하였다.
- [0292] 비드 형성된 이득 확산기에 라미네이팅된 5xARF는 통과측에서 평균 축상 반사율이 61.7%였고, 반구 반사율이 81.1%였다.
- [0293] 비드 코팅된 ESR(BESR). 이 광학 필름은 ESR 필름 상에 코팅된 복수의 광학 요소를 포함한다. 코팅 프로세스는 기하학적 평균 직경이 약 18 μm 인 크기 분포의 소형 PMMA 비드(MBX-20, 일본의 세끼스이(Sekisui)로부터 입수가가능함)를 이라가큐어(Iragacure) 142437-73-01, IPA 및 코그니스 포토머(Cognis Photomer) 6010의 용액에 분산시키는 것을 포함하였다. 이 용액을 계량하여 코터(coater)에 넣고, 그 후에 UV 경화하고, 대략 40 μm 의 건조된 코팅 두께를 생성하였다. 이 두께에서, PMMA 비드의 분산은 공간적으로 랜덤하게 분포된 부분 반구 표면 구조체를 생성하였다. PMMA 비드의 평균 표면 위로의 돌출부의 평균 반경은 평균 비드 반경의 대략 60%인 것으로 추정되었다. 건조된 매트릭스가 PMMA 비드와 동일한 굴절률을 대략 갖도록 형성되었으며, 코팅 내에서 의 벌크 산란을 최소화하였다. BESR은 98.0%의 반구 반사율을 가졌다.
- [0294] ESR. 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능한 비쿼티 인헨스드 스펙클러 리플렉터 다층 중합체 필름. ESR은 99.4%의 반구 반사율을 가졌다.
- [0295] BGD. 달리 기술되지 않는 한, 이하의 실시예 중 일부는 비드 형성된 오팔러스 BS-702 이득 확산기(카이와 코포레이션으로부터 입수가가능함)를 포함하였다.
- [0296] 2xTIPS. 높은 반사율을 갖는 다공성 폴리프로필렌 필름이며, 예를 들어, 미국 특허 제5,976,686 호(케이터(Kaytor) 등)에 기술된 바와 같이 열적 유도 상분리(thermally induced phase separation)를 사용하여 제조될 수 있다. 2개의 TIPS 시트가 광학 접착제를 사용하여 서로 라미네이팅되어 라미네이트를 형성하였다. 람베르트 확산 반사기는 97.5%의 평균 반구 반사율을 가졌다.
- [0297] DBEF. 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능한 다층 반사 편광 필름. DBEF는 반구 반사율이 50.8%였다.
- [0298] APF. 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능한 다층 반사 편광 필름. APF는 반구 반사율이 51.0%였다.
- [0299] LEF. 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능한 광 향상 필름 3635-100. 이 필름은 확산 반사형이다. LEF는 반구 반사율이 94%였다.
- [0300] MCPET. (미국 조지아주 피치트리 시티 소재의) 푸루카와 아메리카 인크.(Furukawa America, Inc.)로부터 입수가가능한 미세셀형 PET 반사 시트. MCPET는 확산 반사형이다.
- [0301] 이하의 표는 어느 전방 및 후방 반사기 필름이 각각의 실시예에 사용되었는지를 나타낸다.

표 2

실시예	전방 반사기	후방 반사기
비교예 1	BGD	ESR
1	ARF-89	브러쉬로 처리된 알루미늄
2	ARF-89	ESR
3	ARF-89	BESR
4	ARF-89	LEF
5	ARF-89/BGD	ESR
6a	ESR	BESR
6b	ARF-89	BESR
6c	ARF-84	BESR
6d	ARF-68	BESR
6e	ARF-37	BESR
6f	APF	BESR
7	ARF-89	BESR
8	ARF-89	BESR
9	ARF-89	BESR
10a	ARF-68/BGD	ESR
10b	ARF-68/BGD	ESR
11a	ARF-68/BGD	ESR
11b	ARF-68/BGD	ESR
12a	ESR	BESR
12b	ARF-89	BESR
12c	ARF-84	BESR
12d	ARF-68	BESR
12e	ARF-37	BESR
12f	APF	BESR
비교예 2	APF/BGD	ESR
13	5xARF/BGF	ESR
14	5xARF/BGF	ESR
15	ARF-68	BESR
비교예 3	APF	BESR
16	ARF-89	BESR
17	ARF-68	BESR
18	4xARF	BESR
19	4xARF	2xTIPS

[0302]

20	ARF-89	BESR
21	ARF-89	BESR
비교예 4	APF/BGD	ESR
22	ARF-68/BGD	ESR
23	ARF-68/BGD	ESR
24	ARF-68/BGD	ESR/BGD
비교예 5	확산기 판	2xTIPS
25	비드 코팅된 ARF-84	2xTIPS
26	ARF-84/BGD	2xTIPS
비교예 6	확산기 판	2xTIPS
비교예 7	확산기 판/DBEF	2xTIPS
27	확산기 판/ARF-37	2xTIPS
28	확산기 판/3xARF	2xTIPS
비교예 8	DP/BDG/BEF/DBEF	2xTIPS
29	BGD/BEF/ARF-68	ESR
30	(2) ARF-84/BGD	2xTIPS
31	DP/2xARF	MCPET

[0303]

[0304] 측정 시스템

[0305] 실시예의 휘도 및 균일도를 2가지 모델의 컬러리메트릭 카메라(colorimetric camera) (모델 PM 1613F-1 또는 모델 PM-9913E 중 어느 하나, 둘 모두 레이디언트 이미징 인크.(Radiant Imaging, Inc.)의 제품임) 중 하나를 사용하여 측정하였다. 이들 2가지 모델의 컬러리메트릭 카메라는 적절히 캘리브레이션될 때 거의 동일한 데이터를 생성한다. 달리 언급하지 않는다면, 카메라에는 105 mm 렌즈를 장착하였으며, 내부 ND2 중성 농도 필터(neutral density filter)를 선택하였다. 레이디언트 이미징에 의해 공급되는 소프트웨어를 카메라를 캘리브레이션하고 측정값을 얻기 위해 사용하였다. 점 광도측정계(spot radiometer)(포토 리서치 인크.(Photo Research, Inc.)의 모델 PR650)의 도움을 받아 컬러 및 휘도 캘리브레이션을 수행하였다. 시험대를 수직 방향으로 카메라의 5 m 전방에 배치하였다. 시험대를 카메라와 정렬하여, 카메라 렌즈의 축이 출력 면적에 수직이 되게 하고 대략 테스트 시스템의 중심을 향하게 조준하였다. 카메라 소프트웨어를 클리핑 기능을 사용하여 이미지의 디스플레이 부분만을 녹화하도록 설정하였다. 노출 시간을 이미지의 노출 과다(overexposure)를 피하기 위해 소프트웨어에 의해 자동으로 설정하였다.

[0306] 테스트될 필름을 갖도록 시험대를 구성하고 이어서 컬러리메트릭 카메라를 이용하여 테스트 시스템을 사진 촬영함으로써 측정하였다. 커스텀 데이터 분석 프로그램을 사용하여 측정된 이미지로부터 평균 휘도, 평균 컬러, 휘도 균일도 및 컬러 균일도를 계산하였다.

[0307] 달리 언급하지 않는다면, 데이터는 아크릴 판에 라미네이팅된 흡수 편광기(산리즈의 HLC2-5618S)를 통해 측정하였다. 흡수 편광기의 통과축을 전방 반사기 필름의 통과축과 평행하게 배향하였다.

[0308] 평균 휘도, 평균 컬러, 휘도 균일도 및 컬러 균일도를 구하기 위해 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 수집한 데이터를 분석하였다. 이하의 예에서, 평균 휘도 값은 이미지 내의 모든 픽셀의 휘도 값을 합산하여 녹화된 이미지 내의 픽셀의 총 수로 나눔으로써 계산하였다. 이미지 데이터가 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 녹화되었기 때문에, 이는 측정 휘도 값이다. 유사하게, 이미지 내의 모든 픽셀에 걸친 u' 또는 v' 를 합산하여 녹화된 이미지 내의 픽셀의 총 수로 나눔으로써 평균 컬러(CIE 1976 등색 색도도(Uniform Chromaticity Scale)에 관한 컬러 좌표로 표현되며 본 명세서에서 u' 및 v' 라고 함)를 획득하였다.

[0309] 휘도 및 컬러 균일도를 (2001년 6월 1일자로 출판된) 문헌[Video Electronics Standards Association's Flat Panel Display Measurements Standard, v. 2.0 standard 306-1 Sampled Uniformity and Color of White]에 따라 측정하였다. 이 표준에 정의된 바와 같이 9개의 샘플점을 사용하였다. 각각의 샘플점에서의 휘도 또는 컬러를 샘플점 위치를 중심으로 대략 원형인 영역 내에 속하는 픽셀들의 휘도 또는 u' 및 v' 값을 평균함으로써 녹화된 이미지로부터 구하였다. 대략 원형인 영역은 이미지의 대각선의 3%의 직경을 가졌다.

[0310] 본 명세서에 보고된 VESA 9pt 휘도 균일도는 다음과 같이 9개의 샘플점으로부터 결정되었다.

[0311]
$$\text{VESA 9pt 휘도 균일도} = \frac{L_{\min}}{L_{\max}}$$

[0312] 여기서, L_{\min} 은 9개 점의 휘도의 최소값이고, L_{\max} 는 9개 점의 휘도의 최대값이다. VESA 9pt 휘도 균일도의 더 높은 값은 시스템이 더 균일하다는 것을 나타낸다.

[0313] VESA 9pt 컬러 불균일도를 9개 샘플점의 임의의 2쌍 사이의 컬러 차이의 최대값으로 결정하였다. 컬러 차이 $\Delta u'v'$ 는 다음과 같으며,

[0314]
$$\Delta u'v' = \sqrt{(u'_1 - u'_2)^2 + (v'_1 - v'_2)^2}$$

[0315] 여기서, 아래첨자 1 및 2는 비교되는 2개의 점을 나타낸다. VESA 9pt 컬러 불균일도의 더 낮은 값은 시스템이 더 균일하다는 것을 나타낸다.

[0316] 몇 개의 전방 및 후방 반사기에 대한 반구 반사율(R_{hemis})을 이하의 기법을 사용하여 측정하였다. 3개의 상호 직교의 포트를 갖는, 랩스피어에 의해 제조되고 스펙트랄론으로 만들어진 상용 15.24 cm(6 인치) 적분구를 사용하여 샘플을 조명하여 반구 반사율을 측정하였다. 안정화된 광원은 하나의 포트를 통해 구를 조명하였다. 점 분광방사계(spot spectroradiometer)(미국 캘리포니아주 쉿스위츠 소재의 포토 리서치, 인크.로부터 입수가능한 모델 PR650)를 사용하여 제2 포트를 통한 구 내벽 방사를 측정하였다. 샘플은 제3 포트에 위치시켰다. 적분구 벽 방사의 캘리브레이션은 제3 포트에 위치한 공지의 반사율 표준을 사용하여 행하였고, 구 벽 방사는 캘리브레

이선 표준을 사용하여 그리고 이를 사용하지 않고 측정하였다. R_{hemi} 는 샘플을 제3 포트에 위치시켜 측정하였다. 그 다음, R_{hemi} 은 샘플을 갖는 구 벽 방사와 샘플을 갖지 않는 구 벽 방사의 비를 구하고 간단한 적분구 휘도-이득 알고리즘을 이용하여 계산하였다. 이러한 R_{hemi} 의 측정은, 실제의 재순환 공동에서 일어나는 것과 거의 비슷하게 모든 각도의 입력, 모든 각도의 출력 반사가 측정된다는 점에서, 재순환 백라이트 공동 성능에 밀접한 관계가 있을 수 있다.

[0317] 885 mm × 498 mm 에지형 백라이트(1016 mm(40") 백라이트 공동)

[0318] 하기 실시예를 맞춤 LED 백라이트 시험대에서 시험하였다. 대각선이 1016 mm (40")이고 종횡비가 16:9인 LCD 패널용 LED-기반 면 방식 백라이트를 시뮬레이션하도록 시험대를 설계하였다. 중공 시험대 백라이트 공동은 측벽 및 후방벽을 형성하는 굴곡된 시트 금속 쉘을 가졌으며, 프레임의 장축이 수평으로 위치해 있었다. 프레임의 상부 및 하부 둘 모두는 LED 광 엔진의 삽입을 가능하게 하도록 개방되어 있었다. 내부 공동 깊이는 30 mm였고, 후방벽과 측벽의 계면에서 대략 5 mm 굴곡 반경을 가졌다. 사용된 시트 금속은 0.75 mm의 두께를 갖는 상용 등급 브러쉬로 처리된 알루미늄이었다.

[0319] 이하에서 더 설명하는 바와 같이, 다양한 전방 반사기 필름 각각을 정전 고착(static cling)에 의해 또는 쓰리엠 OPT1™ 광전달 접착제(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)로 라미네이팅함으로써 2.5 mm 두께의 투명 PMMA 판(미국 뉴저지주 록어웨이 소재의 싸이로 코포레이션(Cyro Corp.)으로부터 입수가능한 싸이로 아크릴라이트(Cyro Acrylite) FF)에 부착하였다. 전방 반사기가 공동 내로 향하고 PMMA 판이 시험대의 최외곽 발광 표면을 형성하도록 이들 판을 중공 백라이트 공동에 부착하였다. 판의 외부 표면은 시험대를 위한 출력 표면(즉, 백라이트의 출력 표면)으로서 역할을 한다.

[0320] 5개의 LED 바아("엔진")를 백라이트 프레임의 하부 에지에 고정시켰다. 하부 에지를 따라서 있는 바아를 후방 평면의 폭에 걸쳐 있는 단일 열을 이루어 배열하였다. 각각의 바아에는 5개의 적색, 5개의 청색 및 10개의 녹색 램버시안 룩세온(Lambertian Luxeon™) 3 LED(미국 캘리포니아주 산호세 소재의 루밀레즈로부터 입수가능함)가 표준 가요성 인쇄 회로에 반복하는 녹색-적색-청색-녹색 패턴으로 한 줄로 배열되어 있었다. 단일 바아 상의 LED들 사이의 중심간 간격은 약 8.5 mm였다. 엔진들 사이의 계면에서 LED들 사이의 중심간 간격은 약 16 mm였다. 단일 광 엔진의 총 길이는 174 mm였다. 광 엔진들 사이의 중심간 피치는 대략 180 mm였다. 각각의 가요성 인쇄 회로를 열 전도성 접착제를 사용하여 히트 싱크에 열 장착하였다. 엔진들은 히트 싱크의 베이스에서 대략 55℃로 작동하였다. 각각의 히트 싱크는 팬을 포함하였다.

[0321] LED는 룩세온 III 에미터 레드 램(LUXEON III EMITTER RED LAMB)(LXHL-PD09 LML), 룩세온 III 에미터 그린 램(LXHL-PM09 LML) 및 룩세온 III 에미터 R-블루 램(LXHL-PR09 LML)(미국 캘리포니아주 산호세 소재의 루밀레즈로부터 입수가능함)을 포함하였다.

[0322] 단일 바아 상에, 녹색, 적색 및 청색 LED를 컬러를 기준으로 직렬로 전기 접속하여, 각 컬러의 출력이 시험대의 컬러 균형을 조절할 수 있도록 독립적으로 변할 수 있게 하였다. 커스텀 4-채널 전원 구동 보드를 LED를 구동하는 데 사용하였다. 하나의 전원 공급 장치 채널은 적색 LED에 구동 전류를 제공하였고, 하나의 채널은 청색 LED에 전류를 제공하였으며, 2개의 채널은 녹색 LED에 전류를 제공하였으며, 각 채널은 5개의 녹색 LED를 구동하였다. 안정화 후에, 각각의 엔진에서 LED 전류를 조정하였고 그 결과 혼합된 광에 대해 D65 백색점을 얻었다.

[0323] 5개의 상이한 LED 바아를 또한 중공 시험대의 상부 에지에 고정하였다. 상부 에지를 따라서 있는 바아를 후방 평면의 폭에 걸쳐 있는 단일 열을 이루어 배열하였다. 이들 바아 각각은 3개의 적색, 3개의 청색, 및 12개의 녹색 램버시안 룩세온 3 LED(루밀레즈로부터 입수가능함)가 표준 가요성 인쇄 회로에 녹색-녹색-적색-청색-녹색-녹색 패턴으로 한 줄로 배열되어 있었다. 단일 바아 상의 LED들 사이의 중심간 간격은 약 8.5 mm였다. 엔진들 사이의 계면에서 LED들 사이의 간격은 약 31 mm였다. 단일 광 엔진의 총 길이는 157 mm였다. 광 엔진들 사이의 중심간 피치는 대략 180 mm였다.

[0324] 단일 바아 상에, 녹색, 적색 및 청색 LED를 컬러를 기준으로 직렬로 전기 접속하여, 각 컬러의 출력이 시험대의 컬러 균형을 조절할 수 있도록 독립적으로 변할 수 있게 하였다. 커스텀 4-채널 전원 구동 보드를 LED를 구동하는 데 사용하였다. 하나의 전원 공급 장치 채널은 적색 LED에 구동 전류를 제공하였고, 하나의 채널은 청색 LED에 전류를 제공하였으며, 2개의 채널은 녹색 LED에 전류를 제공하였으며, 각 채널은 6개의 녹색 LED를 구동하였다. 각각의 엔진에서 LED 전류를 조정하였고, 그 결과 공동을 밀봉하기 위해 11%의 평균 축소 투과율을 갖고 후방 반사기로서 비드 코팅된 ESR을 갖는 비대칭 반사 필름을 사용하여 LCD 패널 후에 혼합된 광에 대해 D65

백색점이 얻어졌다. 엔진들은 히트 싱크의 베이스에서 대략 55℃ 온도로 작동하였다. 각각의 광 엔진이 작동되었던 대략적인 전류는 1.1 A에서 적색, 1.1 A에서 청색, 그리고 0.44 A에서 각각 녹색이었다.

[0325] 각각의 LED 광 엔진으로부터의 광을 중공 재순환 공동 내로 지향시키기 위해 알루미늄 썬기 반사기를 사용하였다. 이 썬기는 베이스에서의 7.8 mm에서 백라이트 공동으로의 입구에서의 15.6 mm로 기울어진 테이퍼를 포함하였다. 썬기의 길이는 47.3 mm였다. 썬기의 중심축은 후방 반사기 쪽으로 약간 기울어져 있었다.

[0326] 썬기 판의 근접 에지는 LED 렌즈들이 판을 통해 연장될 수 있도록 구멍을 가졌다. 장착될 때, 판의 상부 표면을 LED 렌즈의 하부와 정렬하였다. ESR을 썬기의 내부에 라미네이팅하였다. 이와 같이 장착되면, 필름 층은 썬기의 각각의 면에서 사실상 평탄하였고 LED 광을 공동 내로 향하게 하는 초점 반사기로서 역할을 하였다.

[0327] 컬러리메트릭 카메라(미국 워싱턴주 듀발 소재의 레이디언트 이미징 인크.로부터 입수가 가능한 모델 PM 1613F-1)를 사용하여 시험대의 성능을 측정하였다. 카메라에는 105 mm 렌즈(시그마(Sigma) EX 105mm 1:2.8D DG 매크로(Macro)) 및 ND2 중성 농도 필터를 장착하였다. 달리 언급하지 않는다면, 카메라 렌즈의 전방에 흡수 편광기(산리츠 5516)가 사용되었으며, 편광기의 통과축을 전방 필름의 통과축과 일치하도록 정렬하였다. 레이디언트 이미징에 의해 공급되는 소프트웨어를 카메라를 캘리브레이션하고 측정값을 얻기 위해 사용하였다. 점 분광방사계(미국 캘리포니아주 챗스워스 소재의 포토 리서치, 인크.로부터 입수가 가능한 모델 PR650 또는 미국 뉴저지주 램지 소재의 코니카 미놀타 센싱 아메리카 인크.(Konica Minolta Sensing Americas, Inc.)로부터 입수가 가능한 미놀타 CS-100)의 도움으로 컬러 및 휘도 캘리브레이션을 수행하였다. 시험대를 수직 배향으로 카메라의 5 m 전방에 배치하였다. 시험대를 카메라와 정렬하여, 카메라 렌즈의 축이 전방 판에 수직이 되게 하고 대략 시험대의 중심을 향하게 조준하였다.

[0328] 문헌[Video Electronics Standards Association Flat Panel Display Measurements Standard Version 2.0]에 따라 측정 데이터를 분석하였다. LCD 백라이트의 경우, 섹션 306-1 "백색의 샘플링된 균일도 및 컬러(Sampled Uniformity & Color of White)"가 사용되었다. 백라이트에 LCD가 존재하지 않는 경우, 섹션 306-1 표준 측정 좌표 및 절차에 대한 변형이 사용되었으며, 여기서 LCD 패널을 생략하였다.

[0329] 시험대에 적절한 필름(후방 반사기 및 전방 반사기)을 장착하고 어느 LED 뱅크를 켜는지를 선택함으로써 백라이트 구조를 측정하였다.

[0330] LED를 켜고 적어도 30분 동안 예열한 후에 측정값을 기록하였다. 테스트될 필름을 갖도록 시험대를 구성하고 이어서 컬러리메트릭 카메라를 이용하여 시험대를 사진 촬영함으로써 측정하였다. 결과는 시각적으로 검사하고 전방 판의 표면을 가로질러 전체 휘도, 휘도 균일도 및 색상 균일도와 같은 특성에 대해 분석하였다.

[0331] 비교예 1: BGD 전방 반사기

[0332] 전방 반사기로서 오팔러스 BS-702 이득 확산기(일본 도쿄 소재의 카이와 코포레이션으로부터 입수가 가능함)를 갖고 후방 반사기로서 ESR을 갖는 1016 mm(40") 백라이트 공동을 구성하였다. 구조화된 표면이 중공 공동 외부에 있도록 비드 형성된 이득 확산기를 배향하였다. 디스플레이를 LED의 하부 뱅크로만 조명하였다.

[0333] 출력 표면, 즉 확산기 시트의 상부의 외관은 매우 불균일하였다. 주입 썬기의 출력에 대응하는 수평의 밝은 밴드 및 어두운 밴드가 주입 에지로부터 약 7.6 cm 내지 20.3 cm(3 내지 8 인치)에서 관찰되었다. 주입 썬기로부터의 거리가 증가함에 따라 디스플레이를 가로질러 전체적인 휘도가 실질적으로 감소되었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 704 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 37%였다. 이러한 디스플레이 구성은 밴드형 아티팩트(banding artifact) 및 빠른 휘도 감소로 인해 제한된 유용성을 갖는다.

[0334] 실시예 1: ARF-89 전방 반사기 및 브러쉬로 처리된 알루미늄 후방 반사기

[0335] 이 실시예에서, 1016 mm(40") 재순환 공동을 ARF-89를 포함한 전방 반사기로 형성하였다. 후방 반사기는 브러쉬로 처리된 알루미늄을 포함하였다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 브러쉬로 처리된 알루미늄이었다. LED의 하부 뱅크만을 켜다.

[0336] 외관을 보면, 이 실시예는 어두웠고 이미지의 상당한 수직 줄무늬 현상을 나타내었고, 각각의 줄무늬는 각각의 개별 LED를 이미지화 하였다. 개개의 적색, 녹색 및 청색 LED가 구별될 수 있었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 127 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 65%였다. 이러한 디스플레이 구성은 컬러 줄무늬 현상 및 휘도 불균일도

로 인해 백라이트 응용에 적절하지 않았다.

[0337] 실시예 2: ARF-89 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기

[0338] 이 실시예에서, 1016 mm(40") 재순환 공동을 ARF-89로 형성된 전방 반사기 및 ESR로 형성된 후방 반사기로 형성하였다. 확산기 또는 확산기 필름을 공동 내에 또는 발광 표면의 외부에 포함시켰다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 ESR이었다. LED의 하부 뱅크만을 켜다.

[0339] 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 382 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 17%였다. 외관을 보면, 이 실시예는 실질적으로 "거울의 방(hall of mirrors)" 효과를 나타내었고, 여기서 LED 및 디스플레이의 에지는 반복하여 이미지 형성되었다. 이러한 디스플레이 구성은 수 많은 아티팩트로 인해 백라이트 응용에 적절하지 않았다.

[0340] 실시예 3: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기

[0341] 1016 mm(40") 재순환 공동을 ARF-89를 포함한 전방 반사기 및 BESR을 포함한 후방 반사기로 형성하였다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 BESR로 덮여 있었다. LED의 하부 뱅크만을 켜다.

[0342] 외관을 보면, 이 실시예는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 비교예 1에서 보여준 밝은 밴드는 크게 감소되었고, 실시예 1에서 관찰되었던 컬러 줄무늬가 보이지 않았다. 주입 쉘기로부터의 거리가 증가함에 따라 디스플레이를 가로질러 전체적인 휘도가 약 2배만큼 감소되었고, 이 감소는 외관상 점진적이고 매끄러웠다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 1492 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 55%였다. 이러한 백라이트 구성은 휘도 감소의 평탄성으로 인해 일부 저성능 백라이트 응용에 적합할 수 있다.

[0343] 실시예 4: ARF-89 전방 반사기 및 LEF 후방 반사기

[0344] 이 실시예에서, 1016 mm(40") 재순환 공동을 ARF-89를 포함한 전방 반사기 및 LEF를 포함한 후방 반사기로 형성하였다. 공동 깊이가 30 mm였다. LED의 하부 뱅크만을 켜다.

[0345] 외관을 보면, 이 실시예는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 밝은 밴드가 크게 감소되었다. 주입 쉘기로부터의 거리가 증가함에 따라 디스플레이를 가로질러 전체적인 휘도가 약 2배만큼 원활하게 감소되었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 1299 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 46%였다. 이러한 백라이트 구성은 휘도 감소의 평탄성으로 인해 일부 저성능 백라이트 응용에 적합할 수 있다.

[0346] 실시예 5: ARF-89/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기

[0347] 1016 mm(40") 재순환 공동을 ARF-89를 포함한 전방 반사기 및 ESR을 포함한 후방 반사기로 형성하였다. 비드 형성된 이득 확산기 필름(오팔러스 BS-702)은 공동에 포함되었으며, 비드 형성된 표면은 공동 내부를 향해 있고 필름의 후방은 전방 반사기와 접촉해 있다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 ESR이었다. LED의 하부 뱅크만을 켜다.

[0348] 외관을 보면, 이 실시예는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 밝은 밴드가 크게 감소되었다. 주입 쉘기로부터의 거리가 증가함에 따라 디스플레이를 가로질러 전체적인 휘도가 감소되었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 1562 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 75%였다. 이러한 백라이트 구성은 휘도 감소의 평탄성으로 인해 일부 중간 내지 고성능 백라이트 응용에 적합할 수 있다.

[0349] 실시예 6a 내지 실시예 6f: 다양한 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기

[0350] 이 실시예에서, 1016 mm(40") 재순환 공동을 BESR을 포함한 후방 반사기 및 이하 표 3에 나타낸 비대칭 반사 필름을 포함한 몇 개의 상이한 전방 반사기로 형성하였다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 BESR로 덮여 있었다. LED의 하부 뱅크만을 켜다.

표 3

전방 반사기

실시예	전방 반사기	VESA 9pt. 휘도 균일도(%)	평균 휘도(cd/m ²)
6a	ESR	46	52
6b	ARF-89	55	1492
6c	ARF-84	49	1872
6d	ARF-68	33	2474
6e	ARF-37	23	2419
6f	APF	15	1921

[0351]

[0352]

외관을 보면, 실시예 6a 내지 실시예 6e는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 이하는 이들 예 각각에 대한 시각적 관찰이다.

[0353]

6a. 무시할 정도의 휘도 밴드, 그러나 매우 흐리고 컬러가 매우 균일하지 않았으며, 디스플레이 하부의 마젠타에서 디스플레이 상부의 청색까지의 범위에 있다.

[0354]

6b. 적은 양의 수평 휘도 밴드가 관찰되었다. 실시예 6a보다 실질적으로 휘도가 더 높다. 디스플레이의 하부와 상부 사이에서 약간의 컬러 차이가 관찰되었다. 이는 점진적인 휘도 변화로 인해 저성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0355]

6c. 얼마간 눈에 띄는 정도의 밴드가 관찰되었다. 이는 매끄러운 휘도 변화로 인해 저성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0356]

6d. 눈에 띄는 수 있는 밴드가 관찰되었다. 이는 매끄러운 휘도 변화로 인해 매우 낮은 성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0357]

6e. 매우 눈에 띄는 정도의 밴드가 관찰되었다. 실시예 6a보다 실질적으로 휘도가 더 높다. 이는 최소한으로 요구하는 응용을 제외한 어느 것에 대해서 적합한 백라이트가 될 수 없다.

[0358]

6f. 매우 눈에 띄는 정도의 밴드가 관찰되었다. 실시예 6a보다 실질적으로 휘도가 더 높다. 이는 매끄러운 휘도 변화로 인해 저성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0359]

실시예 7: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기

[0360]

1016 mm(40") 재순환 공동을 실시예 3과 유사한 방식으로 설정하였다. 그러나, 이 경우에, LED의 하부 बैंक 및 상부 बैंक 둘 모두를 켜다.

[0361]

외관을 보면, 이 실시예는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 밝은 밴드가 크게 감소되었다. 균일도는 또한 실시예 3보다 향상되었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 2764 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 84%였다. 이 백라이트는 고성능 응용에 적합할 것이다.

[0362]

실시예 8: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기

[0363]

이 실시예에서, 1016 mm(40") 재순환 공동을 실시예 7과 유사한 방식으로 설정하였다. 그러나, 이 경우에, 산리츠 5516 흡수 편광기를 이미지 경로에서 제거하였다.

[0364]

외관을 보면, 이 실시예는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 밝은 밴드가 크게 감소되었다. 균일도는 실시예 7과 유사하였다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3462 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 84%였다. 평균 휘도가 실시예 7보다 단지 25% 컸지만, 실시예 8의 백라이트의 휘도는 실시예 8의 백라이트가 비편광되어 있는 경우 실시예 7보다 100% 더 밝을 것으로 예상될 것이다. 실시예 8이 단지 25% 더 높은 휘도를 나타낸다는 것은 백라이트가 광을 선택적으로 편광시킨다는 것을 나타낸다.

[0365]

실시예 9: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기

[0366]

1016 mm(40") 재순환 공동을 실시예 7과 유사한 방식으로 설정하였다. 그러나, 이 경우에, 중심 하부로부터 20개 LED의 단일 세트(1개의 엔진)를 켜다.

- [0367] 외관을 보면, 이 실시예는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 시각적으로, 꺼진 엔진 주변의 영역은 얼마간 더 어두웠지만, 거슬릴 정도는 아니었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 2677 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 69%였다. 이 백라이트는 많은 종래의 응용에 적합할 것이다.
- [0368] 실시예 10a 및 실시예 10b: ARF-89/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기
- [0369] 실시예 10a에서, 1016 mm(40") 재순환 공동을 ARF-89를 포함한 전방 반사기 및 ESR를 포함한 후방 반사기로 형성하였다. 비드 형성된 이득 확산기 필름(오팔러스 BS-702)은 공동에 포함되었으며, 비드 형성된 표면은 공동 내부를 향해 있고 필름의 후방은 전방 반사기와 접촉해 있다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 ESR이었다. LED의 상부 및 하부 बैंक 둘 모두를 켜다.
- [0370] 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 4605 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 86%였다. 이 백라이트는 고성능 응용에 적합할 것이다. 시각적 아티팩트가 관찰되지 않았다.
- [0371] 실시예 10b에서, 1016 mm(40") 대각선 LCD 패널을 실시예 10a의 백라이트의 발광 표면의 전방에 배치하였다. LCD 패널은 삼성 모델 LNR-408D 텔레비전(미국 뉴저지 리지필드 파크 소재의 삼성 일렉트로닉스 아메리카 인크.(Samsung Electronics America, Inc.)로부터 입수가 가능함)의 것이었으며, 이는 삼성의 문헌에 따르면 삼성의 PVA(Patterned Vertical Alignment) 기술을 사용한다. 원래의 LCD 텔레비전을 분해하였고 LCD 패널과 필요한 구동 전자부품을 실시예 10a의 LED 백라이트에 대해 독립적으로 사용하기 위해 추출하였다.
- [0372] LCD 패널을 켜서 완전히 백색 상태로 구동하였다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 디스플레이의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 567 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 84%였다. 이 백라이트는 고성능 응용에 적합할 것이다. 다시 말하지만, 명백한 시각적 아티팩트가 검출되지 않았다.
- [0373] 실시예 11a 및 실시예 11b: CCFL 광원을 갖는 ARF-68/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기
- [0374] 실시예 11a에서, 482.6 mm(19") 대각선 재순환 공동은 ARF-68을 포함한 전방 반사기 및 ESR를 포함한 후방 반사기로 형성하였다. 비드 형성된 이득 확산기 필름(오팔러스 BS-702)은 공동에 포함되었으며, 비드 형성된 표면은 공동 내부를 향해 있고 필름의 후방은 전방 반사기와 접촉해 있다. 공동 깊이는 10 mm(0.4 인치)였다. 측벽도 또한 ESR이었다. CCFL 전구의 상부 및 하부 쌍 둘 모두를 켜다.
- [0375] 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 1394 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 39%였다. 이 경우에, 필름 불균일도로 인한 시각적 아티팩트가 보였다. 이들은 디스플레이를 가로지른 대각선 줄무늬 및 디스플레이의 절반에서의 녹색을 띤 색조로 이루어졌다. 이들 결합 및 휘도 불균일도의 결과로, 이는 적합한 고성능 디스플레이가 되지 못할 것이다. 그러나, 이는 필름이 CCFL 백라이트와 사용될 수 있다는 것을 보여준다.
- [0376] 실시예 11b에서, 482.6 mm(19") 대각선 LCD 패널을 실시예 11a의 백라이트의 발광 표면의 전방에 배치하였다. LCD 패널은 삼성 모델 940BW(삼성 일렉트로닉스 아메리카 인크.로부터 입수가 가능함)의 것이었으며, 이는 삼성의 문헌에 따르면 TFT-LCD이다. 원래의 LCD 디스플레이를 분해하였고, LCD 패널과 필요한 구동 전자부품을 실시예 11a의 LED 백라이트에 대해 독립적으로 사용하기 위해 추출하였다.
- [0377] LCD 패널을 켜서 완전히 백색 상태로 구동하였다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 디스플레이의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 217 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 38%였다. 백라이트가 실시예 11a의 것과 매우 흡사하게 보였지만, 백라이트는 실시예 11a의 것보다 더 어두운 것으로 보였다.
- [0378] 실시예 12a 내지 실시예 12f: 2개의 측면 조명을 갖는 실시예 6a 내지 실시예 6f
- [0379] LED의 상부 및 하부 बैंक 둘 모두를 켜 상태에서 실시예 6a 내지 실시예 6f를 테스트하였다. 표 4는 결과 데이터의 요약이다.

표 4

실시예	전방 반사기	VESA 9pt 휘도 균일도(%)	평균 휘도(cd/m ²)
12a	ESR	56	92
12b	ARF-89	84	3402
12c	ARF-84	84	4361
12d	ARF-68	62	4340
12e	ARF-37	50	3385
12f	APF	38	1010

[0380]

[0381]

외관을 보면, 실시예 12a 내지 실시예 12e는 비교예들에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 이하는 이들 예 각각에 대한 시각적 관찰이다.

[0382]

12a. 무시할 정도의 휘도 밴드, 그러나 매우 흐리고 컬러가 매우 균일하지 않았으며, 디스플레이 하부의 마젠타에서 디스플레이 상부의 청색까지의 범위에 있다.

[0383]

12b. 수평 휘도 밴드가 관찰되지 않았다. 본 실시예는 실시예 12a보다 실질적으로 더 높은 휘도를 나타내었다. 디스플레이의 하부와 상부 사이에서 약간의 컬러 천이가 관찰되었다. 이는 점진적인 휘도 변화 및 그의 전체적인 휘도 균일도로 인해 고성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0384]

12c. 수평 휘도 밴드가 관찰되지 않았다. 컬러가 균일하게 보인다. 이는 점진적인 휘도 변화 및 그의 전체적인 휘도 균일도로 인해 고성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0385]

12d. 약간 눈에 띄는 수평 휘도 밴드가 관찰되었다. 이는 점진적인 휘도 변화 및 그의 전체적인 휘도 균일도로 인해 중간 성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0386]

12e. 수평 휘도 밴드가 일부 관찰되었다. 이는 매끄러운 휘도 변화로 인해 매우 낮은 성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0387]

12f. 눈에 띄는 정도의 수평 휘도 밴드가 관찰되었다. 이는 매끄러운 휘도 변화로 인해 매우 낮은 성능 응용에 만족스러운 백라이트가 될 수 있다.

[0388]

비교예 2: ARF/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기

[0389]

이 비교예에서, 실시예 5와 유사한 방식으로 1016 mm(40") 백라이트를 형성하였다. 백라이트는 ARF를 포함한 전방 반사기 및 ESR을 포함한 후방 반사기를 포함하였다. 비드 형성된 이득 확산기(오팔러스 BS-702)가 공동에 포함되었으며, 구조화된 표면은 공동 내부를 향해 있고 필름의 후방은 APF와 접촉해 있다. 공동 깊이는 30 mm였다. 측벽도 또한 ESR이었다. LED의 상부 및 하부 뱅크 둘 모두를 켜다.

[0390]

외관을 보면, 이 비교예는 비교예 1에 비해 상당한 균일도 향상을 나타내었다. 중간 휘도 밴드가 여전히 관찰되었다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3844 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 78%였다. 컬러 균일도가 매우 양호한 것으로 보였다. 이 백라이트는 중간 성능 백라이트 응용에 적합할 것이다. 휘도 밴드는 고성능 응용에 부적합하게 하기 쉬운 것이다.

[0391]

실시예 13: 708 mm × 398 mm 에지형 백라이트

[0392]

이하 실시예는 커스텀 LED 백라이트 시험대에서 테스트하였다. 시험대는 대각선이 813 mm (32"), 종횡비가 16:9인 LCD 텔레비전용 LED-기반 면 방식 백라이트로서 설계되었다. 중공 시험대 백라이트 공동은 측벽 및 후방벽을 형성하는 굴곡된 시트 금속 셸을 가졌으며, 프레임의 장축이 수평으로 위치해 있었다. LED 광 엔진의 삽입을 가능하게 하도록 후방 반사기에 슬롯이 절단 형성되었다. 내부 공동 깊이는 19 mm였고, 후방벽과 측벽 사이의 계면에서 대략 5 mm 굴곡 반경을 가졌다. 사용된 시트 금속은 1 mm의 두께를 갖는 상용 등급 브러쉬로 처리된 알루미늄이었다.

[0393]

전방 반사기는 쓰리엠 OPT1™ 광 전달 접착제(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가가능함)를 사용하여 0.127 mm(0.005") 두께의 12% 탁도(Haze) PC 시트에 라미네이팅된 5xARF를 포함하였다. 라미네이트 스택 상의 최종 층은 오팔러스 BS-702 비드 형성된 이득 확산기였다.

[0394]

사용된 저복굴절의 탁도가 낮은 폴리카보네이트 필름은 두께가 0.127 mm(0.005")였고 탁도 레벨이 12%였다(일본

도쿄 소재의 미쯔비시 엔지니어링-플라스틱 코포레이션(Mitsubishi Engineering-Plastics Corp.)의 이우필론(Iupilon™) 필름, 그레이드(Grade) FE-2000 M05). 모든 경우에, 이를 질감을 갖는 표면이 접촉체를 향하여 대면하여 전방 반사기에 라미네이팅하였다.

- [0395] 비드 형성된 이득 확산기가 중공 공동 내부를 향하여 대면하고 폴리카보네이트 표면이 시험대의 최외부 발광 표면을 형성하도록 이들 판을 중공 백라이트 공동에 부착하였다. 판의 외부 표면은 시험대의 출력 표면(즉, 백라이트의 출력 면적)으로서 역할을 하였다.
- [0396] 4개의 LED 바아("엔진")를 시트 금속 쉘의 후방 하부 에지에 고정하였다. 하부 에지를 따라서 있는 바아를 후방 평면의 폭에 걸쳐 있는 단일 열을 이루어 배열하였다. 각각의 바아에는 4개의 적색, 2개의 청색, 6개의 녹색 및 6개의 백색 램버시안 크리(Cree) XR-E LED(미국 노스캐롤라이나주 더햄 소재의 크리 인크.로부터 입수가 가능함)가 표준 가요성 인쇄 회로에 GRGBGR-FFFFFF-RGBGRG 패턴으로 한 줄로 배열되어 있었다. LED에 대한 모델 번호는 다음과 같다. 즉, 적색(XR7090RD-L1-0001), 녹색(XR7090GR-L1-0001), 청색(로열 블루, XR7090RY-L1-0001) 및 백색(XREWHT-L1-0802).
- [0397] 단일 바아 상의 LED들 사이의 중심간 간격이 약 9.5 mm였다. 단일 광 엔진(바아)의 총 길이는 170 mm였다. 광 엔진들 사이의 중심간 피치는 대략 175 mm였다.
- [0398] 단일 바아 상에, 적색, 녹색, 청색 및 백색 LED를 하나의 직렬로 전기적으로 연결하였다. 각각의 바아는 전류 조절 전원장치를 사용하여 700 mA 전류로 작동시켰다. 각각의 가요성 인쇄 회로를 열 전도성 접촉체를 사용하여 히트 싱크에 열 장착하였다. 히트 싱크를 히트 싱크의 베이스에서 약 50℃ 작동 온도로 냉각시키는 데 팬을 사용하였다.
- [0399] 각각의 LED 광 엔진으로부터의 광을 중공 재순환 공동 내로 지향하기 위해 알루미늄 "역방향" 쉼기 반사기를 사용하였다. (이 역방향 쉼기의 설명에 대해서는, 발명의 명칭이 에지형 백라이트의 시준 광 주입기인 PCT 특허 출원 제XXXX/XXXXXX호(대리인 문서 번호 63034W0004)를 참조하라).
- [0400] LED 엔진을 공동의 후방측에 장착하였으며, 이들 LED는 천공된 구멍을 통해 공동 내로 약간 돌출해 있었다. 후방 반사기는 LED 렌즈들이 판을 통해 연장될 수 있도록 구멍을 가졌다. 장착될 때, 판의 상부 표면을 LED 렌즈의 하부와 정렬하였다.
- [0401] ESR을 쉼기 및 방향 전환 미러(redirector mirror)의 내부를 포함한 중공 공동의 모든 내부 표면에 라미네이팅 하였다.
- [0402] 이와 같이 장착되면, 필름 층은 쉼기의 각각의 면에서 사실상 평탄하였고 LED 광을 공동 내로 향하게 하는 초점 반사기로서 역할을 하였다.
- [0403] 공동을 삼성 81.2 cm(32 인치) 대각선 TV의 LCD 패널 후방에 삽입하였다.
- [0404] LCD 패널을 켜서 완전히 백색 상태로 구동하였다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 디스플레이의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 432 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 70%였다. 컬러 균일도가 매우 양호하였고 밝은 밴드는 관찰되지 않았다.
- [0405] 실시예 14: 708 mm × 398 mm 에지형 백라이트
- [0406] 실시예 13과 유사한 방식으로 부가의 디스플레이를 구성하였다. 이 실시예에서, 대각선이 58.4 cm(23 인치)인 모니터에 중공 에지형 LED 도광체를 개장(retrofit)하였다. 대각선이 58.4 cm(23 인치)인 모니터에 맞도록 폭 및 높이 치수를 조정하였으나, 두께는 19 mm였다. 모니터는 미국 캘리포니아주 쿠퍼티노 소재의 애플 컴퓨터(Apple Computer)에 의해 제조된 애플 시네마 디스플레이(Apple Cinema Display)였고, 원래 CCFL 전구로 백라이트 조명되었다. LCD 후방의 모든 광학 필름에서와 같이 CCFL 백라이트를 제거하였다.
- [0407] 이 경우에 사용된 LED는 오스람(OSRAM) G6-SP 시리즈 RGB LED였다. 구성은 GRGBGRG였으며 엔진당 6개의 반복 단위를 가졌다.
- [0408] 실시예 13의 역방향 쉼기 구성을 사용하였다. 역방향 쉼기는 실시예 13과 동일한 치수를 가졌다.
- [0409] LCD 패널을 켜서 완전한 백색 상태로 구동하였다. 프로메트릭(Prometric) 카메라를 사용하여 이미지를 수집하였다. 상기한 바와 같이 PM 1613F-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 150 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 84%였다. 컬러 균일도가 매우 양호하였고 밝은 밴드는

관찰되지 않았다.

- [0410] 실시예 15: ARF-68 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기를 갖는 17.7 cm (7 인치) DVD 플레이어
- [0411] 17.7 cm (7 인치) 대각선 폭 형식의 제니쓰(Zenith) DVD 플레이어에 중공 에지형 도광체를 개장하였다. 제니쓰 모델 DVP615 휴대형 DVD 플레이어(미국 뉴저지주 잉글우드 클리프스 소재의 엘지 일렉트로닉스 유에스에이(LG Electronics USA)에 의해 공급됨)를 분해하여 중실 도광체를 제거하였다. 내부가 제거된 도광체 금속 하우징의 내부를 BESR로 라이닝함으로써 (코너에서 접착제로만 고정) 4 mm 깊이의 중공 공동을 제조하였다. 측벽 반사기도 또한 제조하기 위해 모든 나머지 내부 표면을 ESR로 덮었다. 주입 썬기는 사용되지 않았다.
- [0412] 원래 27개의 램베르트 백색 LED를 쓰리엠 광 경화성 실리콘 PSE-002를 사용하여 반구형으로 하였다. 27개의 램베르트 백색 LED를 포함한 LED 회로 기판 스트립을 양면테이프를 사용하여 금속 프레임의 하부 에지에 부착하였다. 제2 세트의 27개 LED를 동일 모델 DVD 플레이어로부터 제거된 부품을 사용하여 금속 프레임의 상부 에지를 따라 설치하였다. 2개의 LED 스트립을 병렬로 배선하였다.
- [0413] LED 펀치쓰루(punch-through)를 마스킹하기 위해 LCD 패널의 상부 및 하부 8.5 mm(1/3 인치) 상에 흑색 테이프를 사용하였다. ARF-68을 OPT1™ 접착제를 사용하여 LCD 패널의 후방 표면에 라미네이팅하였고, 필름의 통과축이 LCD 후방 편광기의 통과축과 정렬되도록 필름을 정렬하였다. 휴대용 DVD 플레이어를 재조립하였다.
- [0414] LCD 패널을 커서 완전한 백색 상태로 구동하였다. 컬러 균일도가 매우 양호하였고 밝은 밴드는 관찰되지 않았다.
- [0415] 273 mm × 151 mm 에지형 백라이트
- [0416] 이하의 실시예는 약 25.4 mm의 내부 두께를 갖고 약 273 mm × 151 mm의 직사각형 박스인 에지형 백라이트를 사용하여 측정하였다.
- [0417] 백라이트를 4개의 적색 LED(특세은 III LXHL-PD09), 8개의 녹색 LED(특세은 III LXHL-PM09) 및 4개의 청색 LED(특세은 III LXHL-PR09), 총 16개의 LED로 조명하였다. LED는 회로 기판 상에 적색-녹색-청색-녹색 클러스터로 선형으로 배열하였으며, LED들 사이의 중심간 간격은 8.5 mm였다. LED들을 커스텀 정전류 구동 회로에 의해 구동하였다. 주어진 컬러의 모든 LED를 대략 동일한 전류로 구동하였다. 백라이트의 백색점이 대략 $u' = 0.21$ 및 $v' = 0.45$ 였다. 사용된 전류는 적색에 대해서 1.4 A이고, 녹색에 대해서 700 mA이며, 청색에 대해서 700 mA였다.
- [0418] LED 광원을 박스의 짧은 측면들 중 하나에 부착하였다. LED를 중심축이 공동을 가리키도록(백라이트의 출력면에 평행하도록) 배향시켰다. LED로부터 백라이트 공동 내로의 광 주입은 베이스에서의 18.6 mm에서 백라이트 공동의 입구에서의 25.3 mm로 경사진 썬기에 의해 용이하게 되었다. 썬기의 길이는 25.4 mm였다.
- [0419] 백라이트의 말단부 측 반사기의 내부(광원의 반대쪽의 측벽)를 BESR로 덮었다. 썬기의 내부를 포함한 백라이트의 다른 측벽 모두의 내부를 ESR로 덮었다. 후방 반사기는 2xTIPS, ESR, 또는 BESR의 어느 하나를 포함하였다. 이들 물질은 공동의 후방 반사기로서 역할을 하였으며 광 누설을 최소화하기 위해 측벽에 닿도록 연장되었다.
- [0420] PM-9913E 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 균일도 측정을 수행하였다. 백라이트를 카메라로부터 5 m 떨어진 곳에 수직으로 장착하였다. 이미지를 수집하기 위해 내부 ND2 필터와 함께 f/4에서 니콘(Nikon) 300 mm 렌즈를 사용하였다.
- [0421] 비교예 3: APF 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기
- [0422] 전방 반사기는 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유된 APF를 포함하였다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 비드 코팅된 ESR로 덮었다.
- [0423] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 조명은 균일하지 않았고 LED에 가장 가까운 단부에서 더 밝게 보였다. LED 근방에서, 컬러도 또한 백라이트를 가로질러 변하는 것처럼 보였으며 일 측은 청색이 더 많아 보이고 타 측은 중심에 비해 적색이 더 많아 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3395 cd/m²이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 54%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도는 0.0287이었다. 백라이트의 긴 방향을 따라 측방 라인에서의 휘도 단면이 도 19에서 곡선(1902)으로 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 직경의 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 광원은 0 mm에 위치해 있다.

- [0424] 실시예 16: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기
- [0425] 백라이트의 출력 표면을 전방 반사기인 ARF-89 필름으로 덮었는데, 이는 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 후방 반사기에서, 백라이트의 후방을 BESR로 덮었다.
- [0426] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 백라이트의 폭 및 길이를 가로질러 조명이 매우 균일한 것으로 보였다. 백라이트를 가로질러 컬러도 또한 균일한 것으로 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3007 cd/m²이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 83%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도가 0.0161이었다. 백라이트의 긴 방향을 따라 측방 라인에서의 휘도 단면이 도 19에서 곡선(1904)으로 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 직경 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 광원은 0 mm에 위치해 있다.
- [0427] 실시예 17: ARF-68 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기
- [0428] 백라이트의 출력 표면은 전방 반사기를 형성하기 위해 ARF-68 필름으로 덮었는데, 이는 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 후방 반사기는 BESR을 포함하였다.
- [0429] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 컬러와 마찬가지로, 백라이트의 폭 및 길이를 가로질러 조명이 균일한 것으로 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 4225 cd/m²이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 80%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도가 0.0180이었다. 백라이트의 긴 방향을 따라 측방 라인에서의 휘도 단면이 도 19에서 곡선(1906)으로 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 직경 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 광원은 0 mm에 위치해 있다.
- [0430] 실시예 18: 4xARF 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기
- [0431] 전방 반사기는 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유된 4xARF를 포함하였다. 후방 반사기는 BESR을 포함하였다.
- [0432] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 컬러와 마찬가지로, 백라이트의 폭 및 길이를 가로질러 조명이 균일한 것으로 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 4921 cd/m²이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 79%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도가 0.0143이었다. 백라이트의 긴 방향을 따라 측방 라인을 따라 휘도 단면이 도 19에서 곡선(1908)으로 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 직경 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 광원은 0 mm에 위치해 있다.
- [0433] 실시예 19: 4xARF 전방 반사기 및 2xTIPS 후방 반사기
- [0434] 백라이트의 출력 표면을 4xARF로 덮었고, 이는 전방 반사기를 형성하기 위해 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 2xTIPS로 덮었다.
- [0435] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 조명은 균일하지 않았고 LED에 가장 가까운 단부에서 더 밝게 보였다. LED 근방에서 백라이트의 일 측을 따라 관찰한 몇 개의 좁은 컬러 스트라이프를 제외하고는 백라이트 대부분을 가로질러 컬러가 균일하게 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 5398 cd/m²이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 63%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도는 0.0163이었다.
- [0436] 실시예 20: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기
- [0437] 백라이트의 출력 영역을 ARF-89로 덮었다. 필름은 전방 반사기를 형성하기 위해 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 BESR로 덮었다.
- [0438] 백라이트 내의 녹색 LED를 개별적으로 구동될 수 있는 2개의 독립적인 뱅크로 분할하였다. 백라이트의 측방 라인의 일 측에 있는 모든 녹색 LED를 하나의 전원 회로에 연결하였고, 백라이트의 측방 라인의 타 측에 있는 모든 녹색 LED는 다른 전원 회로에 연결하였다. 본 실시예에서, 녹색 LED 뱅크 둘 모두를 켜고 휘도를 측정하였다. 전체 출력 면적이 균일하게 조명되는 것으로 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 1985 cd/m²이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 79%였다.

- [0439] 실시예 21: ARF-89 전방 반사기 및 BESR 후방 반사기
- [0440] 백라이트의 출력 영역을 ARF-89로 덮었다. 필름은 전방 반사기를 형성하기 위해 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 BESR로 덮었다.
- [0441] 하나의 녹색 LED 뱅크를 켜고 다른 뱅크는 꺼진 채로 두었다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 휘도를 측정하였다. 평균 휘도가 963 cd/m^2 이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 74%였다. 휘도가 50% 감소되었는데, 이는 광원의 절반을 켜지만 균일도가 거의 변하지 않았기 때문이다. 이는 백라이트가 우수한 광 확산을 제공했다는 것을 나타낸다.
- [0442] 비교예 4: ARF/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기
- [0443] 백라이트의 출력 영역을 전방 반사기를 형성한 2개의 필름으로 덮었다. 제1 필름은 백라이트의 후방 반사기를 대면하는 비드 형성된 표면을 갖는 BGD였다. 제2 필름은 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유된 APF였다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 ESR로 덮었다.
- [0444] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 백라이트 출력이 비교예 2보다 더 균일하였지만, LED에 가장 가까운 단부에서 여전히 더 밝게 보였으며, 중간 근처에서 더 어두워졌다가 말단부에서 다시 더 밝아졌다. 비교예 2에서 관찰된 컬러 변동도 여전히 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3415 cd/m^2 이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 74%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도가 0.0271이었다. 휘도 균일도가 비교예 2에 비해 개선되었지만 컬러 균일도는 개선되지 않았음에 유의하여야 한다.
- [0445] 실시예 22: ARF-68/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기
- [0446] 백라이트의 출력 영역을 전방 반사기를 형성한 2개의 필름으로 덮었다. 제1 필름은 백라이트의 후방 반사기를 대면하는 비드 형성된 표면을 갖는 BGD였다. 제2 필름은 ARF-68이었다. 비드 형성된 이득 확산기 및 비대칭 반사 필름은 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 ESR로 덮었다.
- [0447] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 컬러와 마찬가지로, 백라이트의 길이 및 폭을 가로질러 조명이 균일한 것으로 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3881 cd/m^2 이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 83%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도는 0.0159였다.
- [0448] 실시예 23: ARF-68/BGD 전방 반사기 및 ESR 후방 반사기
- [0449] 백라이트의 출력 표면을 2개의 필름으로 덮었다. 제1 필름은 후방 반사기로부터 멀리 (제2 필름을 향하여) 대면하는 비드 형성된 표면을 갖는 BGD였다. 제2 필름은 ARF-68이었으며, 이는 전방 반사기를 형성하기 위해 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 백라이트의 후방을 후방 반사기를 형성하기 위해 ESR로 덮었다.
- [0450] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 컬러와 마찬가지로, 백라이트의 길이 및 폭을 가로질러 조명이 균일한 것으로 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3868 cd/m^2 이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 83%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도가 0.0164였다.
- [0451] 실시예 24: ARF-68 전방 반사기 및 ESR/BGD 후방 반사기
- [0452] 백라이트의 출력 영역을 ARF-68로 덮었고, 이는 전방 반사기를 형성하기 위해 양면테이프로 백라이트의 림에 대해 제 위치에 보유되었다. 백라이트의 후방을 ESR로 덮었고, 비드 형성된 이득 확산기 시트(오팔러스 BS-702)를, 비드 형성된 표면이 전방 반사기를 향해 있는 경면 거울의 상부에 배치하였다. ESR 및 BGD가 후방 반사기를 형성하였다.
- [0453] 모든 LED를 켜고 휘도를 측정하였다. 조명은 균일하지 않았고 LED에 가장 가까운 단부에서 더 밝게 보였지만, 백라이트를 가로질러 컬러가 균일하게 보였다. 상기한 바와 같이 PM 9913E-1 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 백라이트의 색도 이미지를 기록하였다. 평균 휘도가 3871 cd/m^2 이었고, 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 60.7%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도는 0.0163이었다.

- [0454] 304 mm × 152 mm 구역화된 직하형 백라이트
- [0455] 이하 실시예의 직하형 백라이트는 약 304 mm × 152 mm였고 내부 두께가 약 40 mm인 직사각형 박스였다.
- [0456] 백라이트를 2개의 적색 LED(루미레즈 LXHL-PD09), 4개의 녹색 LED(루미레즈 LXHL-PM09) 및 2개의 청색 LED(루미레즈 LXHL-PR09), 총 8개의 LED로 조명하였다. LED들을 작은 회로 기판 상에 2개의 개별 클러스터로 배열하였다. 각각의 클러스터는 다이아몬드 패턴으로 배열된 하나의 적색, 2개의 녹색 및 하나의 청색 LED를 사용하였으며, 적색 및 청색 LED는 약 10 mm 떨어져 있고 녹색 LED들은 약 16 mm 떨어져 있다. 하나의 LED 클러스터는 긴 측면들 사이에 중심을 두고 있고 짧은 측면들 중 하나로부터 76 mm 떨어져 있었다. 다른 클러스터는 긴 측면들 사이에 중심을 두고 있고 동일한 짧은 측면으로부터 229 mm 떨어져 있었다. 회로 기판을 알루미늄 지지판에 고정하였고, 측벽을 이 동일 판에 고정하였다.
- [0457] LED들을 커스텀 정전류 구동 회로에 의해 구동하였다. 각각의 클러스터는 독립적으로 전원을 공급받을 수 있도록 개별 회로에 의해 구동되었다. 회로에 의해 각각의 LED에 대한 전류를 원하는 컬러 점을 달성하도록 조정할 수 있었다. 각각의 컬러의 LED를 통한 전류를 조절하여 전체 광 출력을 대략 $u' = 0.210$ 및 $v' = 0.473$ 의 백색 점에 설정하였다.
- [0458] LED 회로 기판을 금속 판에 장착하였으며, 금속 판에는 공동의 측벽을 또한 부착하였다. 백라이트의 내부 측벽을 ESR로 덮었다. 백라이트를 2개의 반부로 나누기 위해 공동의 긴 측면들 사이에 격벽을 배치하였다. 각각의 반부는 대략 정사각형이며 내부 치수는 152 mm × 152 mm였다. 격벽을 BESR로 제조하였다. 비드 형성된 측면이 외부를 향하도록 필름을 절반으로 절첩하였다. 절첩된 위치에 격벽을 보유하기 위해 양면테이프를 사용하였다. 격벽을 40 mm 높이와 154 mm 폭으로 절단하였다. 긴 측벽에는 격벽을 적절한 장소에 보유하기 위한 슬롯이 절단 형성되었다.
- [0459] 지지를 제공하기 위해 2xTIPS를 얇은 폴리카보네이트 판에 라미네이팅함으로써 후방 반사기를 형성하였다. 후방 반사기에 있는 구멍으로 인해 LED의 렌즈 부분이 돌출할 수 있었고, 반사기의 폴리카보네이트 층이 양면테이프에 의해 알루미늄 지지판에 고정되었다. 후방 반사기의 고반사율 확산 물질이 폴리카보네이트 판의 에지를 넘어 연장되어 있고 광 누설을 최소화하기 위해 측벽까지 약간 만곡되었다.
- [0460] 백라이트 공동의 상부를 개방하였다. 공동의 두께를 후방 반사기의 내부 표면으로부터 측벽의 상부 에지까지의 거리로 측정하였다.
- [0461] 상기한 방식으로 PM-9913E 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 균일도 측정을 수행하였다. 백라이트를 카메라로부터 0.5 m 떨어진 곳에 수평으로 장착하였다. 이미지를 수집하기 위해 f/11에서 시그마 50 mm 렌즈를 사용하였다.
- [0462] 비교예 5: 확산기 판 및 2xTIPS 후방 반사기
- [0463] 백라이트의 출력 표면을 확산기 판(미국 뉴욕주 발드윈 소재의 아스트라 프로덕츠(Astra Products)로부터 입수 가능한 DR-65C)으로 덮었다.
- [0464] 백라이트의 2개의 반부가 상기한 바와 같이 격벽으로 분할되었지만, 이 격벽은 단지 35 mm 높이고 후방 반사기에 접촉하도록 배치되었다.
- [0465] 둘 모두의 클러스터를 켜고 휘도를 측정하였다. 출력 면적을 가로질러 큰 휘도 변동을 관찰하였다. 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 53%였다. 2개의 반부에 대해 개별적으로 VESA 9pt 휘도 균일도를 또한 계산하였다(예를 들어, 9개의 포인트 모두를 측벽과 격벽에 의해 형성된 정사각형 영역 내에 할당하였다). 하나의 측면에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도는 대략 21%였고 다른 측면에 대한 휘도 균일도는 대략 23%였다. 휘도 단면이 도 20에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭의 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 격벽은 0 mm에 위치해 있다.
- [0466] 실시예 25: 비드 코팅된 ARF-84 전방 반사기 및 2xTIPS 후방 반사기
- [0467] 비교예 5에서 사용된 확산기 판을 제거하였고 백라이트의 출력 표면을 ARF-84로 덮었다. 필름은 또한 본 명세서에 기술된 기법들을 사용하여 형성된 필름의 출력 면 상의 비드 코팅을 포함하였다. 필름을 제 위치에 보유하기 위해 측벽의 상부 둘레에서 양면테이프를 사용하였으며, 그에 의해 전방 반사기를 형성하였다.
- [0468] APF의 원을 백라이트에서 각각의 LED 클러스터 상부에 배치하였다. 원은 클러스터 직경(대략 20 mm)보다 약간

더 컸으며, 통과축을 전방 반사기의 통과축과 직교하도록 배향하였다.

[0469] 둘 모두의 클러스터를 켜고 휘도를 측정하였다. 전체 출력 면적이 균일하게 조명되는 것으로 보였다. 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 88%였다. 2개의 반부에 대해 개별적으로 VESA 9pt 휘도 균일도를 또한 계산하였다(예를 들어, 9개의 포인트 모두를 측벽과 격벽에 의해 형성된 정사각형 영역 내에 할당하였다). 하나의 측면에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도는 대략 89%였고 다른 측면에 대한 휘도 균일도는 대략 88%였다. 휘도 단면이 도 21에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭의 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 격벽은 0 mm에 위치해 있다.

[0470] 실시예 26: 비드 코팅된 ARF-84 전방 반사기 및 2xTIPS 후방 반사기

[0471] 실시예 25로부터의 시스템을 사용하였다. 하나의 LED 클러스터를 켜고 다른 LED 클러스터를 켜다. 백라이트의 켜진 측은 균일하게 조명된 것으로 보였고 다른 측은 균일하게 어두운 것으로 보였다. 켜진 측은 대략 869 cd/m²의 평균 휘도를 가졌고, 어두운 측은 대략 22 cd/m²의 평균 휘도를 가졌다. 켜진 영역 내에서(백라이트의 켜진 반부에만 분석을 적용하면), VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 87%였다. 어두운 영역 내에서(백라이트의 어두운 반부에만 분석을 적용하면), VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 62%였다. 휘도 단면은 도 22에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다. 이 그래프에서, 격벽은 0 mm에 위치해 있다.

[0472] 263 mm × 147 mm 직하형 백라이트

[0473] 이하의 실시예들의 직하형 백라이트는 약 263 mm × 147 mm이고 내부 두께가 약 18 mm인 직사각형 박스를 포함하였다.

[0474] 백라이트를 66개의 적색 LED(니치아 리젤(Nichia Rigel) NFSR036C), 66개의 녹색 LED(니치아 리젤 NFSG036B) 및 66개의 청색 LED(니치아 리젤 NFSB036B), 총 198개의 LED로 조명하였다. 회로 기판 상에는 LED를 클러스터들 사이의 중심간 간격이 25 mm인 정방형 격자 상에 적색-녹색-청색 클러스터로 배열하였다. LED들을 커스텀 정전류 구동 회로에 의해 구동하였다. 주어진 컬러의 모든 LED를 대략 동일한 전류로 구동하였다. 각각의 컬러의 LED를 통한 전류를 조절하여 전체 광 출력을 대략 $u' = 0.209$ 및 $v' = 0.476$ 의 백색점에 설정하였다. (열 평형에 도달하기 위해 30분 후에) 사용된 전류가 적색에 대해서는 29.5mA이고, 녹색에 대해서는 28.8 mA이며, 청색에 대해서는 7.4 mA였다.

[0475] LED 회로 기판을 금속 판에 장착하였으며, 금속 판에는 공동의 측벽을 또한 부착하였다. 백라이트의 내부 측벽을 ESR로 덮었다. 백라이트 공동의 내부와 대면해 있는 회로 기판의 부분을 2xTIPS로 덮었다. 이 물질은 공동의 후방 반사기로서 역할을 하였으며 광 누설을 최소화하기 위해 측벽에 닿도록 연장되었다.

[0476] 백라이트 공동의 상부를 확산기 판(미국 뉴욕주 발트윈 소재의 아스트라 프로덕츠로부터 입수가 가능한 두께 2.0 mm의 DR-65C)으로 덮었다. 백라이트 공동의 두께를 후방 반사기의 내부 표면으로부터 확산기 판의 하부까지의 거리로 측정하였다.

[0477] 상기한 방식으로 PM-9913E 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 균일도 측정을 수행하였다. 백라이트를 카메라로부터 5 m 떨어진 곳에 수직으로 장착하였다. 이미지를 수집하기 위해 내부 ND2 필터와 함께 f/4에서 니콘 300 mm 렌즈를 사용하였다.

[0478] 비교예 6: 확산기 판 및 2xTIPS 후방 반사기

[0479] 직하형 백라이트의 조명 출력 면적을 확산기 판(DR-55C)으로 덮었다. 백라이트가 균일하지 않았고, LED와 동일한 패턴을 갖는 주기적인 휘도 변동을 보여주었다.

[0480] (흡수 편광기를 통해 측정된) 평균 휘도가 969 cd/m²이었다. VESA 9pt 휘도 균일도가 주기적인 불균일도를 포착하는 데 유용한 척도는 아니었다. 일렬의 LED 바로 위의 위치에서 취한 휘도 단면이 도 23에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다.

[0481] 비교예 7: 확산기 판을 갖는 BDEF

[0482] 직하형 백라이트의 출력 표면을 확산기 판(DR-55C)으로 덮었다. DBEF-D400(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능함)의 층을 확산기 판 상부에 배치하였다. 백라이트가 비교예 6에서보다 더 균일하였지만, 여전히 LED와 동일한 패턴을 갖는 주기적인 휘도 변동을 보여주었다.

- [0483] (흡수 편광기를 통해 측정된) 평균 휘도가 1543 cd/m^2 이었으며, 비교예 6에서의 확산기 판만 있는 백라이트에 대해 1.59의 이득을 나타낸다. VESA 9pt 휘도 균일도는 주기적인 불균일도를 포착하는 유용한 척도가 아니었다. 일렬의 LED 바로 위의 위치에서 취한 휘도 단면이 도 24에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다.
- [0484] 실시예 27: 확산기 판 및 ARF-37 전방 반사기와 2xTIPS 후방 반사기
- [0485] 직하형 백라이트의 출력 표면을 확산기 판(DR-55C)으로 덮었다. 2개의 폴리카보네이트 층들 사이의 ARF-37 라미네이트(일 면은 외부를 향하는 12% 탁도를 갖는 $127 \mu\text{m}$ (5 mil) PC를 사용하였고 타 면은 외부를 향하는 20% 탁도를 갖는 $127 \mu\text{m}$ (5 mil) PC를 사용하였음)를 전방 반사기를 형성하기 위해 확산기 판 상에 배치하였다. 후방 반사기를 2xTIPS로 형성하였다. 백라이트가 비교예 6에서보다 더 균일하였고, 주기적인 휘도 변동이 덜 보였다.
- [0486] (흡수 편광기를 통해 측정된) 평균 휘도가 1555 cd/m^2 이었으며, 비교예 6에서의 확산기 판만 있는 것에 대해 1.60의 이득을 나타낸다. VESA 9pt 휘도 균일도는 주기적인 불균일도를 포착하는 유용한 척도가 아니었다. 일렬의 LED 바로 위의 위치에서 취한 휘도 단면이 도 25에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다.
- [0487] 실시예 28: 확산기 판 및 3xARF 전방 반사기와 2xTIPS 후방 반사기
- [0488] 직하형 백라이트의 출력 표면을 확산기 판(DR-55C)으로 덮었다. 전방 반사기를 형성하기 위해 확산기 판 상에 3xARF를 배치하였다. 후방 반사기를 2xTIPS로 형성하였다. 백라이트가 실시예 25에서보다 균일하였고, 주기적인 휘도 변동을 보기가 어려웠다.
- [0489] (흡수 편광기를 통해 측정된) 평균 휘도가 1628 cd/m^2 이었으며, 비교예 6에서의 확산기 판만 있는 것에 대해 1.68의 이득을 나타낸다. VESA 9pt 휘도 균일도는 주기적인 불균일도를 포착하는 유용한 척도가 아니었다. 일렬의 LED 바로 위의 위치에서 취한 휘도 단면이 도 26에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다.
- [0490] 비교예 8: 확산기 판, BGD/BEF/APF 전방 반사기 및 2xTIPS 후방 반사기
- [0491] 백라이트의 출력 표면을 확산기 판(DR-55C)으로 덮었다. 3개 필름 스택을 확산기 판의 상부에 배치하였다. 스택은 (확산기 판으로부터 관찰자를 향해 외부로 순서대로) BGD, 프리즘 필름(BEF III-10T, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함) 및 APF를 포함하였다. APF를 2개의 폴리카보네이트 층 사이에 라미네이팅하였다(일 면은 외부로 향하는 12% 탁도를 갖는 $127 \mu\text{m}$ (5 mil) PC를 사용하였고 타 면은 외부로 향하는 20% 탁도를 갖는 $127 \mu\text{m}$ (5 mil) PC를 사용하였음).
- [0492] (흡수 편광기를 통해 측정된) 평균 휘도가 1951 cd/m^2 이었으며, 비교예 6에서의 확산기 판만 있는 것에 대해 2.01의 이득을 나타낸다. VESA 9pt 휘도 균일도는 주기적인 불균일도를 포착하는 유용한 척도가 아니었다. 일렬의 LED 바로 위의 위치에서 취한 휘도 단면이 도 27에 도시되어 있다. 그래프에서, 2 mm 폭 평균 필터를 적용함으로써 데이터를 평탄화하였다.
- [0493] 실시예 29: 584.2 mm(23") LCD-TV
- [0494] 상용 CCFL 백라이트 584.2 mm(23") LCD-TV(삼성의 모델 LNS2341 WX/XAA)를 LED 백라이트를 포함하도록 변형하였다.
- [0495] 백라이트를 264개의 적색 LED(오스람 LR G6SP-CADB), 264개의 녹색 LED(오스람 LT G6SP-CBEB) 및 264개의 청색 LED(오스람 LB G6SP-V2BB), 총 792개의 LED로 조명하였다. LED의 출력 면적 상에 밀봉재를 돔형으로 형성함으로써 LED를 변형하였다. 돔은 광경화성 실리콘(쓰리엠 PSE-002, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가능함)을 사용하여 제조하였다. 반구형 방울(hemispherical drop)을 형성하기 위해 제어된 양의 실리콘을 주사기로부터 LED 상으로 분배하였다. 이어서 방울을 높은 돔 형상을 유지하기 위해 고출력 UV 램프를 사용하여 빠르게 경화시켰다. 돔 형상은 발광 패턴을 많이 변경하지 않고도 LED의 효율을 향상시킨다.
- [0496] 회로 기판 상에는 LED를 클러스터들 사이의 중심간 간격이 대략 25 mm인 정방형 격자 상에 적색-녹색-청색 클러스터로 배열하였다. 각각의 회로 기판은 11개 클러스터로 된 6개의 열을 가지고 있었으며 이들 기판 중 4개는 백라이트의 면적을 덮는 데 사용하였다. TV를 분해하였고, CCFL 전구 및 관련 회로를 제거하였다. 기판을 금속 백라이트 하우징 내에 조립하였다. 후방 반사기를 형성하기 위해 ESR을 구멍이 LED를 위해 제공된 회로 기

판 상에 배치하였다. 백라이트 하우징의 측벽을 2xTIPS로 덮었다. 원래의 TV로부터의 확산기 판을 백라이트 상부에 배치하였다. 제2 확산기 판(DR-55C, 2.0 mm 두께)을 제1 확산기 상에 배치하였다.

[0497] 필름 스택은 BGD, BEF III-10T 및 ARF-68이었다(폴리카보네이트(일본 도쿄 소재의 미쓰비시 엔지니어링-플라스틱 코포레이션으로부터의 0.127 mm 두께의 이우필론 필름 그레이드 FE-2000 M05)가 양 면에 라미네이팅되고 질감을 갖는 표면이 필름을 대면함). LED 백라이트는 약 16 mm의 내부 두께(후방 반사기와 제1 확산기 판의 하부 사이의 간격)를 가졌다. 백라이트를 교체하였고 TV를 재조립하였다.

[0498] 한 컬러의 LED 전부를, 11개 LED가 직렬 스트링 내에 있고 24개의 LED 스트링(4개의 기판 각각으로부터 6개씩)이 병렬로 연결되어 있는 직병렬 구성으로 연결하였다. LED를 정전류 제어에서 외부 실험실 전원 장치(텐마(Tenma) 72-6615)를 사용하여 작동시켰다. 적색 LED의 회로를 0.60 A, 20.1 V로 구동하였고(적색 LED당 25 mA의 평균 전류), 녹색 LED의 회로를 1.06 A, 31.6V로 구동하였고(녹색 LED당 44mA의 평균 전류), 청색 LED의 회로를 0.50 A, 30.3V로 구동하였다(청색 LED당 21mA의 평균 전류). 이들 전류를 완전히 조립된 TV가 예열하기 위해 약 1.5 시간 동안 전원이 공급된 후에 측정하였다.

[0499] 본 명세서에 기술된 방식으로 프로메틱 카메라를 사용하여 균일도 측정을 수행하였다. 디스플레이를 카메라로부터 5 m 떨어진 곳에 수직으로 장착하였다. 이미지를 수집하기 위해 f/11에서 시그마 105 mm 렌즈를 사용하였다. 균일도 측정을 위해, TV의 PC 입력 포트에 부착된 퍼스널 컴퓨터를 사용하여 백색 화면을 TV 상에 디스플레이하였다.

[0500] 디스플레이가 휘도 및 컬러에서 균일한 것으로 보였다. (패널을 통해 측정된) 평균 휘도가 428 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 83%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도는 0.0097이었다.

[0501] 실시예 30: 300 mm × 300 mm의 구역화된 직하형 백라이트

[0502] 300 mm × 300 mm(12" × 12")의 구역화된 백라이트가 약 300 mm × 300 mm의 직사각형 박스를 포함하였고 내부 두께가 약 25 mm였다.

[0503] 백라이트를 4개의 적색 LED(루밀레즈 LXHL-DD09), 8개의 녹색 LED(루밀레즈 LXHL-DM09) 및 4개의 청색 LED(루밀레즈 LXHL-DR09), 총 16개의 LED로 조명하였다. LED들을 작은 회로 기판 상에 4개의 개별 클러스터로 배열하였다. 각각의 클러스터는 다이아몬드 패턴으로 배열된 하나의 적색, 2개의 녹색 및 하나의 청색 LED를 사용하였으며, 적색 및 청색 LED는 약 10 mm 떨어져 있고 녹색 LED들은 약 16 mm 떨어져 있다.

[0504] LED 클러스터를 백라이트의 4개의 150 mm × 150 mm 사분면 각각의 중심에 위치시켰다. 회로 기판을 알루미늄 지지 판에 고정하였고, 측벽을 이 동일 판에 고정하였다.

[0505] LED들을 커스텀 정전류 구동 회로에 의해 구동하였다. 각각의 클러스터는 독립적으로 전원을 공급받을 수 있도록 개별 회로에 의해 구동되었다. 회로에 의해 각각의 LED에 대한 전류를 원하는 컬러 점을 달성하도록 조정할 수 있었다. 각각의 컬러의 LED를 통한 전류를 조절하여 전체 광 출력을 대략 $u' = 0.179$ 및 $v' = 0.438$ 의 백색 점에 설정하였다.

[0506] LED 회로 기판을 금속 판에 장착하였으며, 금속 판에는 공동의 측벽을 또한 부착하였다. 백라이트의 측벽의 내부를 ESR로 덮었다. 백라이트를 2개의 직교 격벽에 의해 4개의 사분면으로 분할하였다. 양 면이 BESR로 덮여 있는 알루미늄 시트(약 1.586 mm(1/16") 두께)로 격벽을 제조하였다. 격벽이 백라이트의 중간에 있는 교차점에서 맞물릴 수 있도록 길이의 중간에서 반쯤 들어가게 격벽에 노치를 형성하였다. 긴 측벽에는 격벽을 적절한 장소에 보유하기 위한 슬롯이 절단 형성되었다. 격벽의 상부와 상부 필름 스택 사이에 작은 간극(약 2 mm)이 있었다.

[0507] 지지를 제공하기 위해 얇은 폴리카보네이트 판에 부착된 2xTIPS를 사용함으로써 후방 반사기를 형성하였다. 후방 반사기에 있는 구멍으로 인해 LED의 렌즈 부분이 돌출할 수 있었고, 반사기의 폴리카보네이트 측이 양면테이프에 의해 알루미늄 지지 판에 고정되었다. 2xTIPS가 폴리카보네이트 판의 에지를 넘어 연장되어 있고 광 누설을 최소화하기 위해 측벽까지 약간 만곡되었다.

[0508] 부분 반사층을 백라이트 공동의 상부에 걸쳐 배치하였다. 부분 반사기는 20% 탁도를 갖는 127 μm(5 mil) PC에(코팅되지 않은 면 상에) 라미네이팅된 2개의 ARF-84/BGD 시트였다. 비드 코팅이 광원으로부터 멀어지는 쪽을 대면하도록 양 시트를 배향시켰다. 2개의 시트를 물리적으로 접촉하게 배치하였지만, 편광축이 정렬되도록 서로 라미네이팅되지 않았다. 투명한 아크릴 판(대략 2 mm 두께)을 필름을 정위치에 보유시키는 것을 돕기 위해

필름 상에 배치하였다.

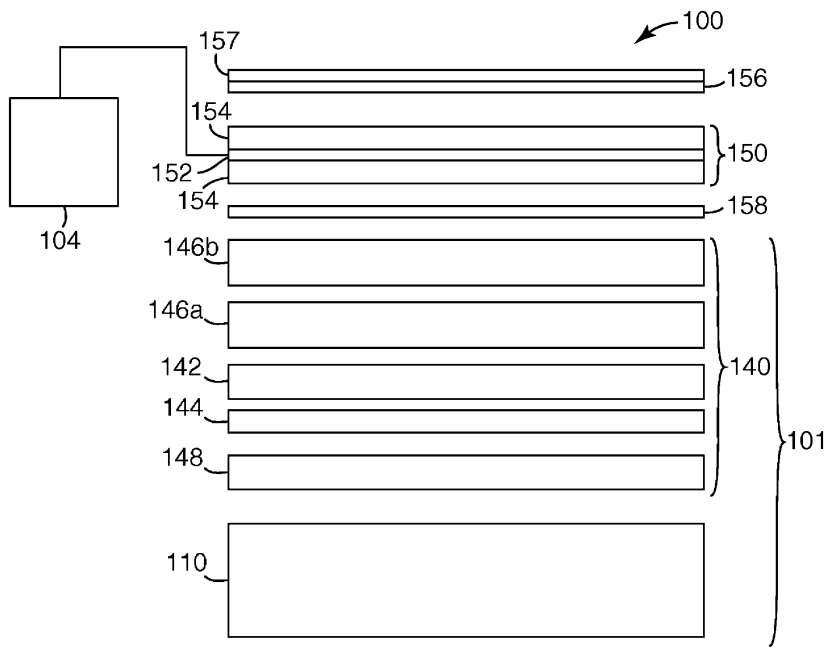
- [0509] APF의 원을 각각의 LED 클러스터 상부에 배치하였다. 원은 클러스터 직경(대략 25 mm)보다 약간 더 컸으며, 편광축을 부분 반사층의 편광축과 직교하도록 배향하였다.
- [0510] 백라이트 공동의 두께(후방 반사기의 내부 표면으로부터 측벽의 상부 에지까지의 거리)는 대략 25 mm였다.
- [0511] 상기한 방식으로 PR-9913E 컬러리메트릭 카메라를 사용하여 균일도 측정을 수행하였다. 디스플레이를 카메라로부터 5 m 떨어진 곳에 수직으로 장착하였다. 이미지를 수집하기 위해 f/11에서 니콘 300 mm 렌즈를 사용하였다. 이들 측정을 위해 흡수 편광기를 사용하지 않았다.
- [0512] 4개의 클러스터 모두를 켜고 휘도를 측정하였다. 전체 출력 면적이 균일하게 조명되는 것으로 보였다. 평균 휘도가 659 cd/m²이었다. 전체 시스템에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 86%였다. 4개의 사분면 각각에 대해 개별적으로 VESA 9pt 휘도 균일도를 또한 계산하였다(예를 들어, 각각의 9개의 포인트 모두를 측벽과 격벽에 의해 형성된 정사각형 영역 내에 할당하였다). 각각의 사분면에 대한 VESA 9pt 휘도 균일도가 88%, 94%, 86% 및 90%였다.
- [0513] 실시예 31: 150 mm × 150 mm 직하형 백라이트
- [0514] 이하의 실시예는 약 30 mm의 내부 두께를 갖는 150 mm × 150 mm 백라이트를 이용하였다.
- [0515] 백라이트를 13개의 적색 LED(니치아 NSSR100B), 26개의 녹색 LED(니치아 NSSG100B) 및 13개의 청색 LED(니치아 NSSB 100B), 총 52개의 LED로 조명하였다. LED를 회로 기판 상에 적색-녹색-녹색-청색 클러스터로 5개의 열로 배열하였다. 열 내에서, 클러스터들을 대략 50 mm 이격시키고, 열들을 약 25 mm 이격시켰다. 첫 번째 열은 3개의 클러스터를 가졌고, 두 번째 열은 2개의 클러스터를 가졌으며, 세 번째 열은 3개의 클러스터를 가졌고, 네 번째 열은 2개의 클러스터를 가졌으며, 다섯 번째 열은 3개의 클러스터를 가졌다. 각각의 열 내의 클러스터를 회로 기판의 중심선을 중심으로 균일하게 분포시켰다.
- [0516] LED 회로 기판을 금속 판에 장착하였으며, 금속 판에는 공동의 측벽을 또한 부착하였다. MCPET를 구멍이 LED를 위해 제공된 회로 기판 상에 배치하였다. 백라이트의 측벽의 내부를 2xTIPS로 덮었다.
- [0517] LED들을 커스텀 정전류 구동 회로에 의해 구동하였다. 각각의 클러스터는 독립적으로 전원을 공급받을 수 있도록 개별 회로에 의해 구동되었다. 회로에 의해 각각의 LED에 대한 전류를 원하는 컬러 점을 달성하도록 조정할 수 있었다. 각각의 컬러의 LED를 통한 전류를 조절하여 전체 광 출력을 대략 $u' = 0.181$ 및 $v' = 0.461$ 의 백색 점에 설정하였다.
- [0518] 확산기 판(DR-55C, 2.0 mm 두께)을 백라이트 공동의 상부에 배치하였다. 전방 반사기를 형성하기 위해 확산기 판 상에 (127 μm(5 mil) PC의 2개 층들 사이에 라미네이팅된) 2xARF를 배치하였다.
- [0519] 상기한 방식으로 프로메틱 카메라를 사용하여 균일도 측정을 수행하였다. 디스플레이를 카메라로부터 5 m 떨어진 곳에 수직으로 장착하였다. 이미지를 수집하기 위해 f/11에서 니콘 300 mm 렌즈를 사용하였다. 이들 측정을 위해 흡수 편광기를 사용하지 않았다.
- [0520] 백라이트가 휘도 및 컬러에서 균일한 것으로 보였다. 평균 휘도가 559 cd/m²이었고, VESA 9pt 휘도 균일도가 대략 90%였으며, VESA 9pt 컬러 불균일도가 0.0068이었다.
- [0521] 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) 및 실외용으로 설계된, 때때로 "조명 기구"라고 하는 일반 조명 장치를 포함한다.
- [0522] 본 명세서에 인용된 모든 참조 문헌 및 간행물은 본 개시 내용과 직접 모순되지 않는 한 본 발명에 그 전체가 참고로 본 명세서에 명백히 포함된다. 본 발명의 예시적인 실시 형태가 논의되고, 본 발명의 범주 내에서 가능한 변형을 참조하였다. 본 발명에서의 이들 및 다른 변경과 수정은 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 당업자에게 자명할 것이며, 본 발명은 본 명세서에 기술된 예시적인 실시 형태들로 제한되지 않는다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 본 발명은 이하에 제공된 청구의 범위에 의해서만 제한된다.

도면의 간단한 설명

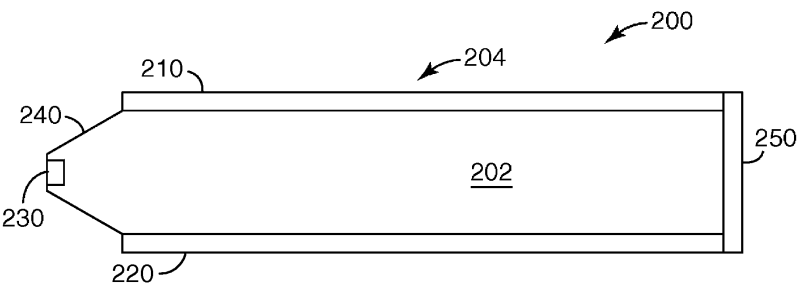
- [0022] 명세서 전체에 걸쳐, 유사한 참조 번호가 유사한 요소를 지시하는 첨부 도면을 참조한다.
- [0023] 도 1은 직하형 디스플레이 시스템의 일 실시 형태의 개략 단면도.
- [0024] 도 2는 에지형 백라이트의 일 실시 형태의 개략 단면도.
- [0025] 도 3은 다층 광학 필름의 일 실시 형태의 개략 사시도.
- [0026] 도 4는 반사 편광 필름의 개략 사시도.
- [0027] 도 5는 비대칭 반사 필름의 일 실시 형태에 대한 공기 중에서의 반사율 대 입사각의 그래프.
- [0028] 도 6은 중공 재순환 공동의 일부의 일 실시 형태의 개략 단면도.
- [0029] 도 7A는 비대칭 반사 필름의 다른 실시 형태에 대한 공기 중에서의 반사율 대 입사각의 그래프.
- [0030] 도 7B는 비대칭 반사 필름의 다른 실시 형태에 대한 공기 중에서의 반사율 대 입사각의 그래프.
- [0031] 도 8A 내지 도 8C는 전방 반사기의 다양한 실시 형태들의 개략 단면도.
- [0032] 도 9A는 비대칭 반사 필름의 공압출(coextrusion)에 유용한 방법의 개략도.
- [0033] 도 9B는 도 9A에 도시된 방법에 사용될 수 있는 피드블록(feedblock)의 일 실시 형태의 개략 사시도.
- [0034] 도 10은 도 9A에 도시된 방법을 사용하여 형성되는 비대칭 반사 필름의 투과율 대 파장의 그래프.
- [0035] 도 11은 확산 반사 전방 반사기 및 확산 반사 후방 반사기를 포함하는 백라이트의 일 실시 형태의 일부의 개략 단면도.
- [0036] 도 12는 경면 반사 전방 반사기 및 반경면 반사 후방 반사기를 포함하는 백라이트의 일 실시 형태의 일부의 개략 단면도.
- [0037] 도 13은 전방 반사기의 통과축에 평행으로 편광된 광에 대해 다양한 축상 평균 반사율을 갖는 전방 반사기에 대한 공동의 부분 출력(fractional output) 대 1-공동 손실 값의 그래프.
- [0038] 도 14는 다양한 백라이트 손실 %값들에 대해 축상 편광 출력 이득 대 전방 반사기의 반사율의 그래프.
- [0039] 도 15는 직하형 백라이트의 일 실시 형태의 개략 단면도.
- [0040] 도 16은 직하형 백라이트의 다른 실시 형태의 개략 단면도.
- [0041] 도 17은 구역화된 백라이트의 일 실시 형태의 개략 평면도.
- [0042] 도 18은 전방 반사기의 하나 이상의 실시 형태에 대해, 총 반사율의 입사 방향에 대한 대략적인 의존성의 개략도.
- [0043] 도 19는 에지형 백라이트에서 전방 반사기의 몇몇 실시 형태에 대한 휘도 대 위치의 그래프.
- [0044] 도 20 내지 도 27은 에지형 백라이트에서 전방 반사기의 몇몇 실시 형태에 대한 휘도 대 위치의 그래프.
- [0045] 도 28은 프리즘 휘도 향상 필름의 일 실시 형태의 개략 단면도.
- [0046] 도 29 내지 도 35는 이득 큐브(gain cube)를 사용하여 측정된 전방 반사기의 몇몇 실시 형태에 대한 휘도 대 시야각의 그래프.

도면

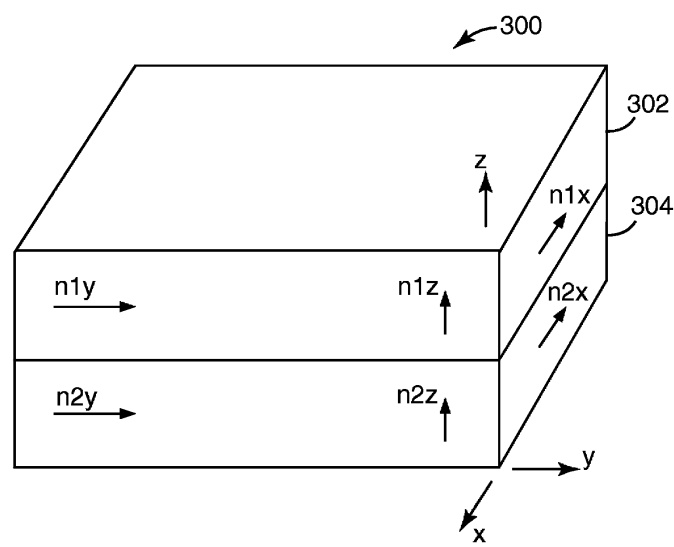
도면1



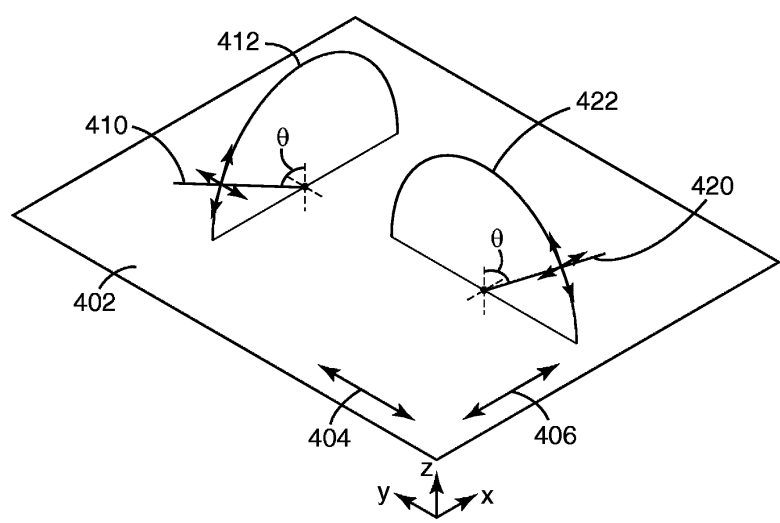
도면2



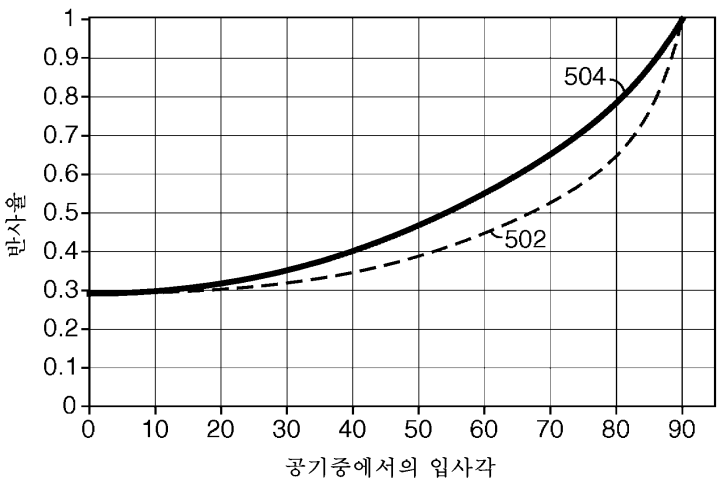
도면3



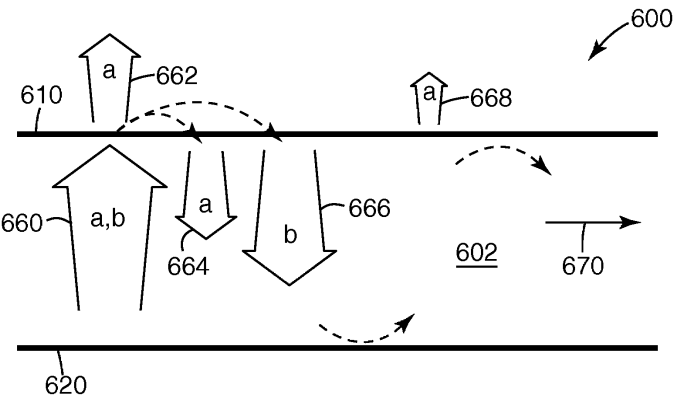
도면4



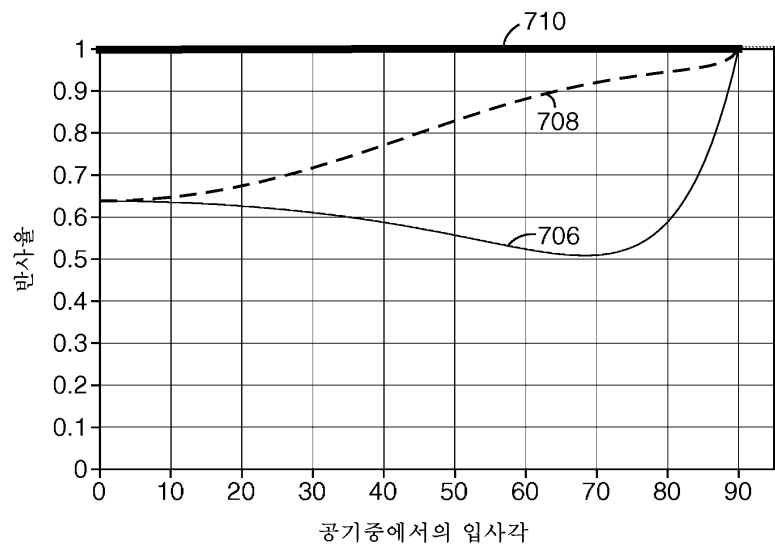
도면5



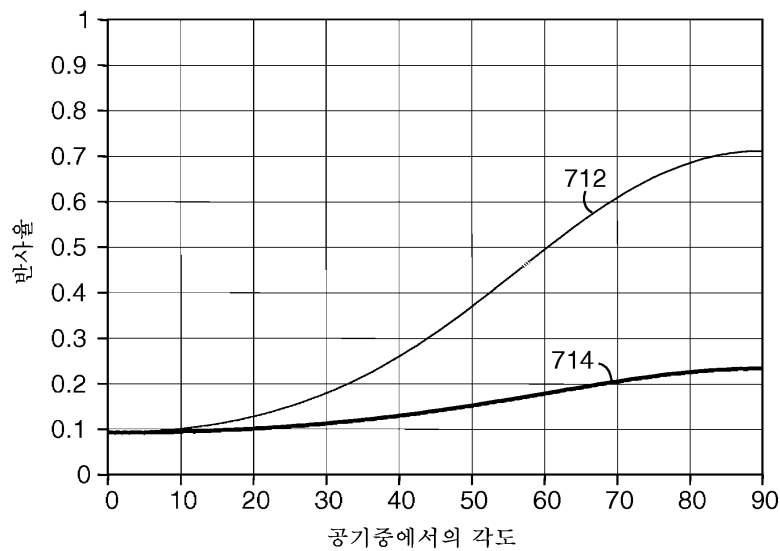
도면6



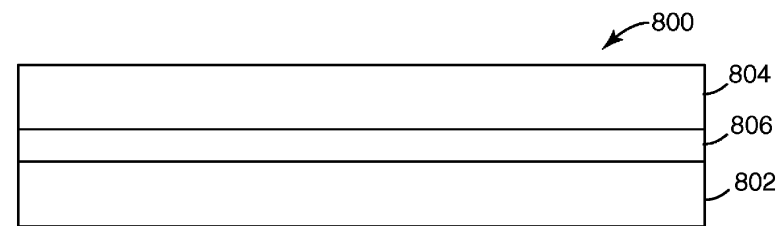
도면7A



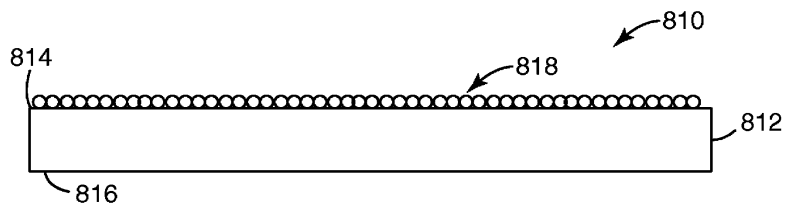
도면7B



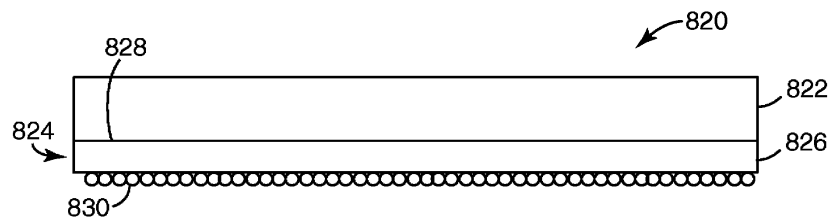
도면8A



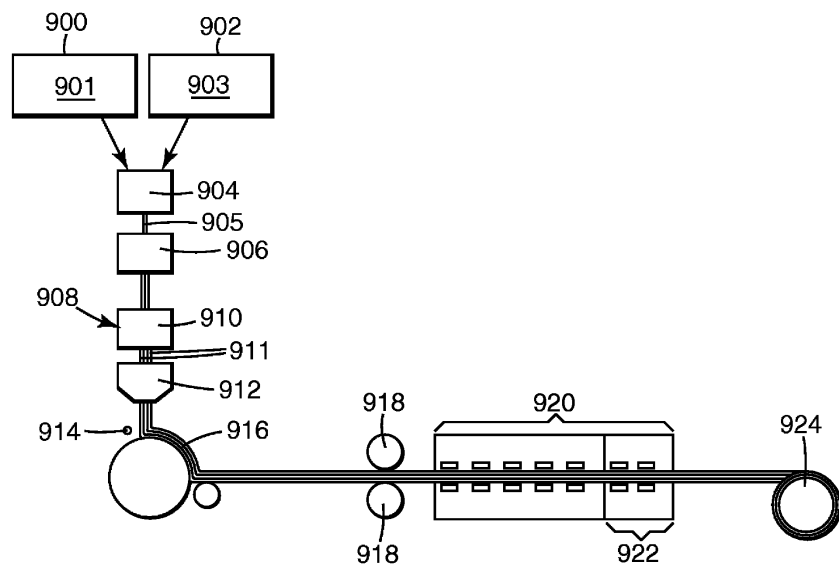
도면8B



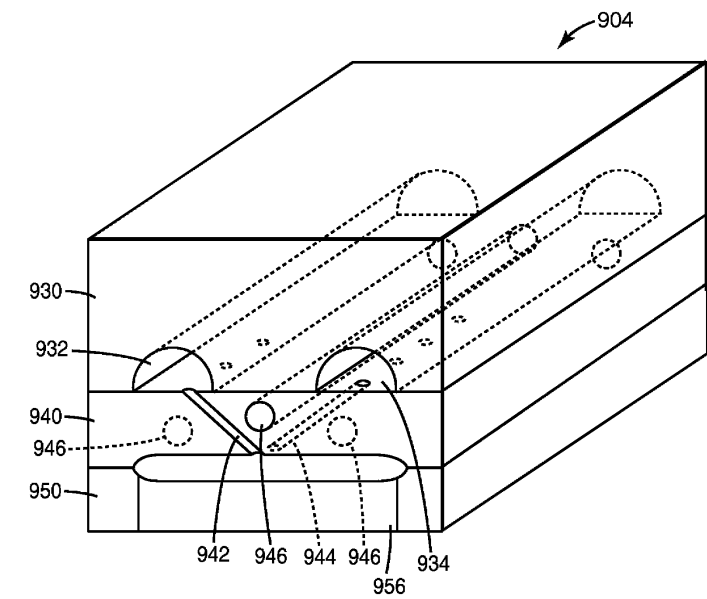
도면8C



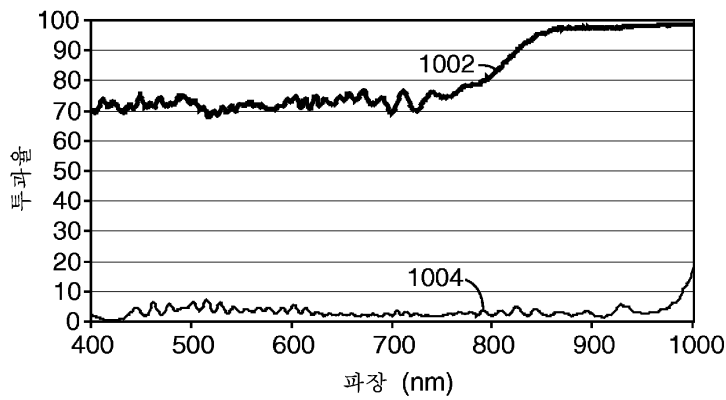
도면9A



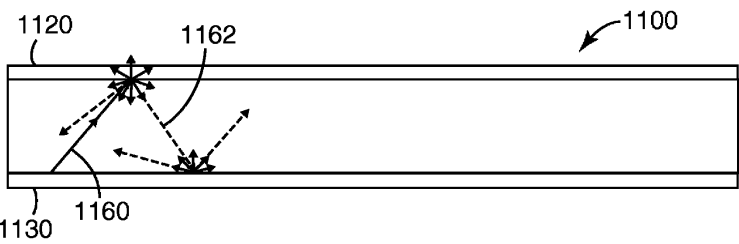
도면9B



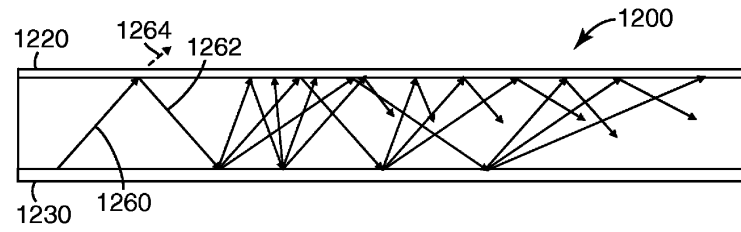
도면10



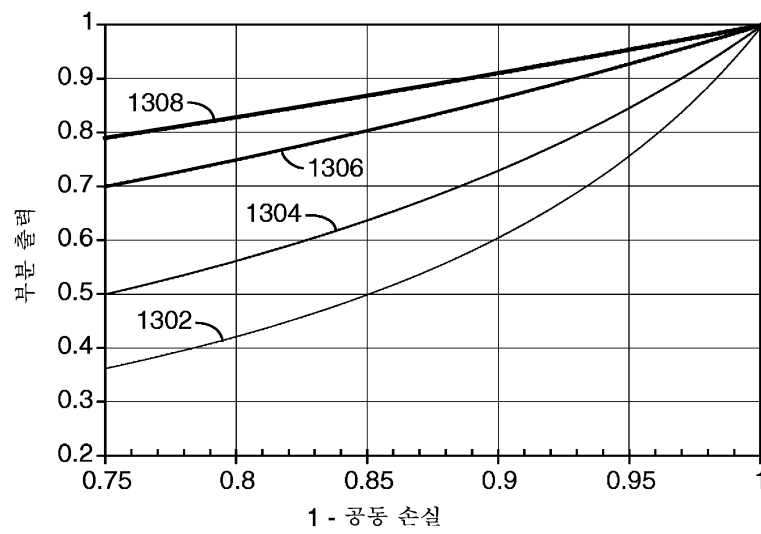
도면11



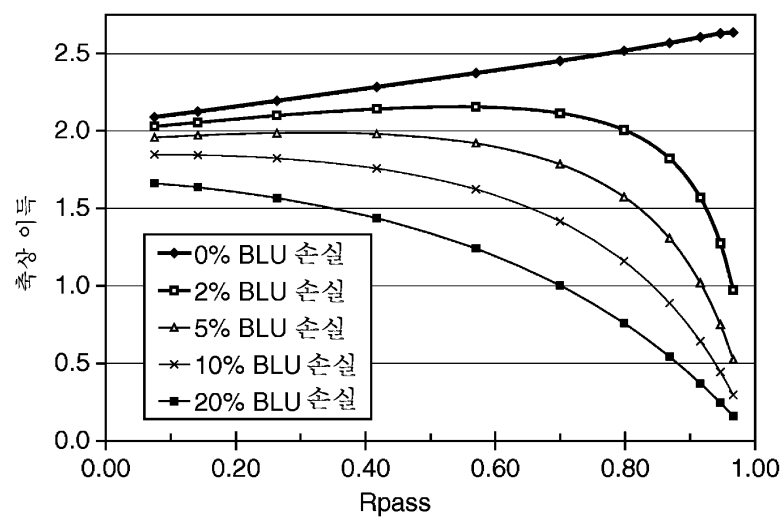
도면12



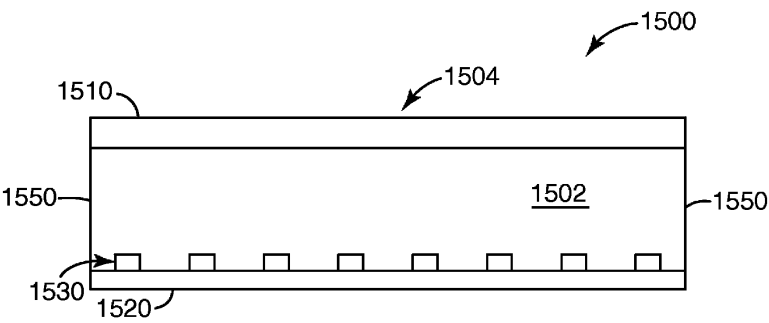
도면13



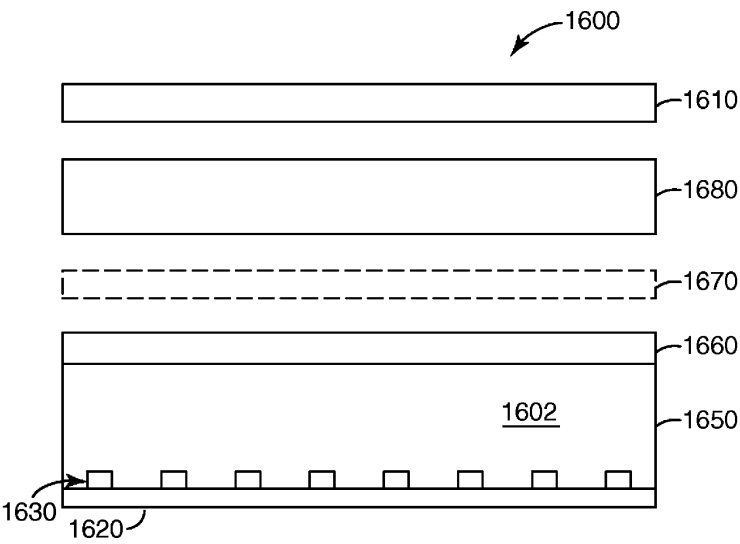
도면14



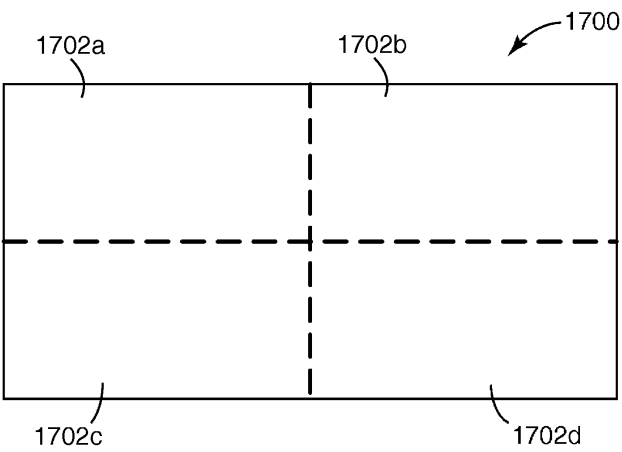
도면15



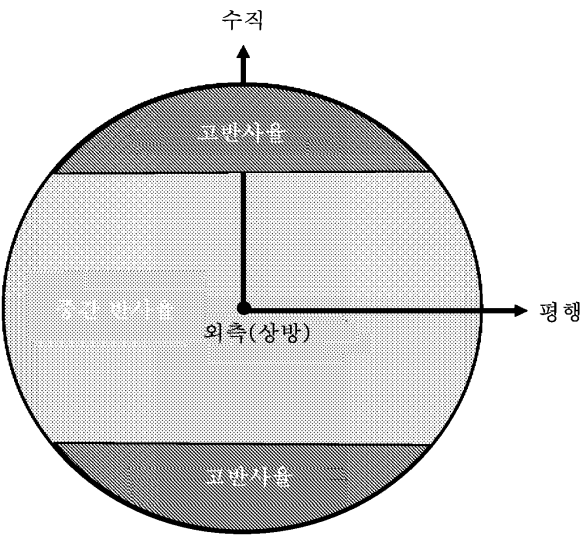
도면16



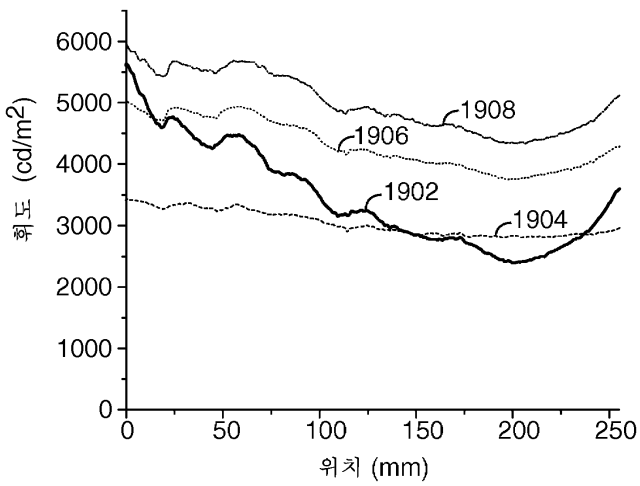
도면17



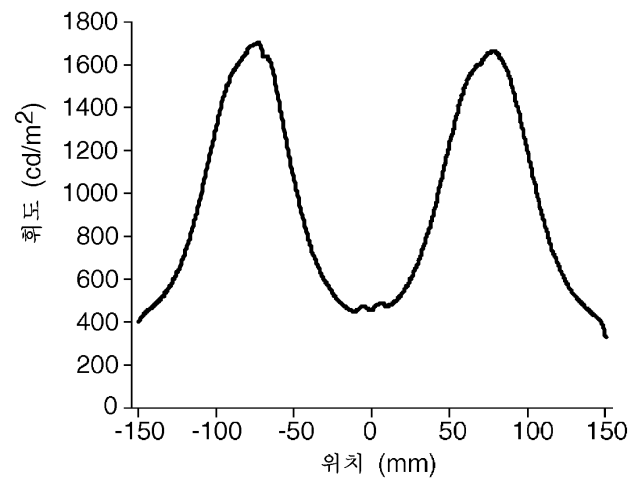
도면18



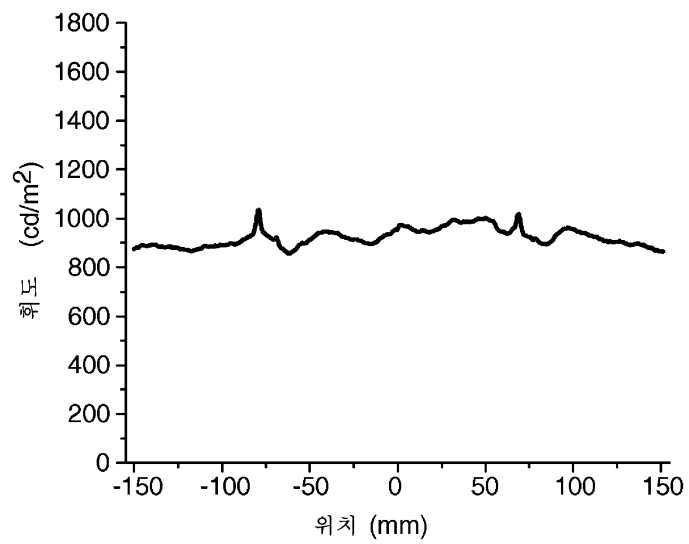
도면19



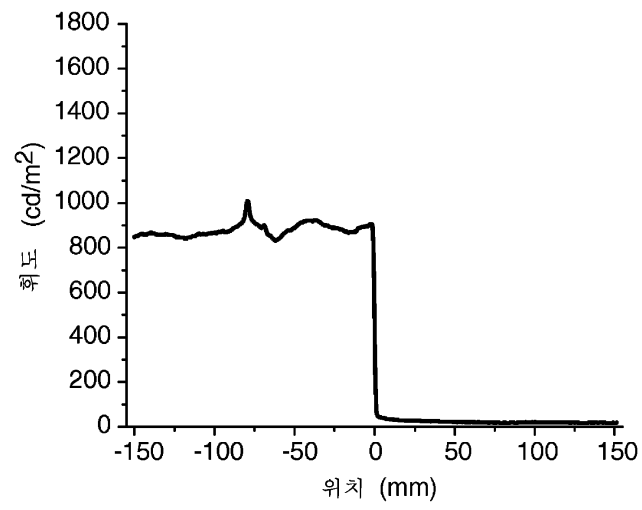
도면20



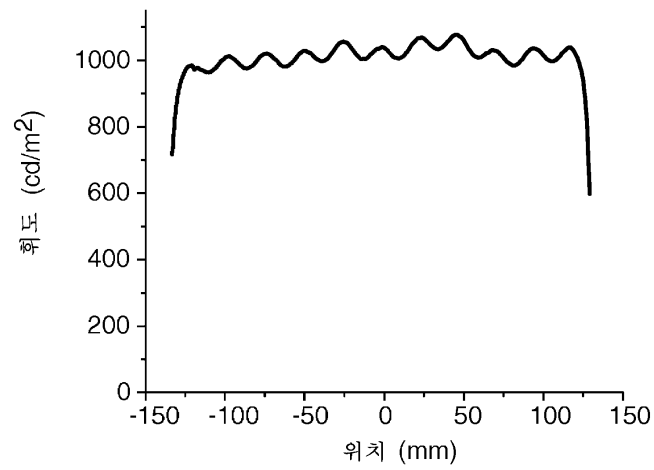
도면21



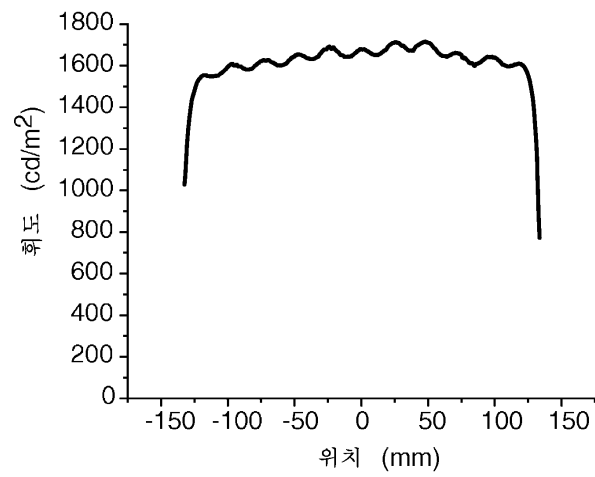
도면22



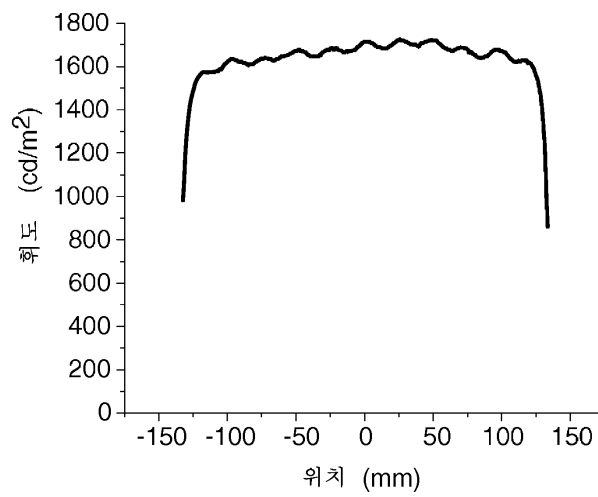
도면23



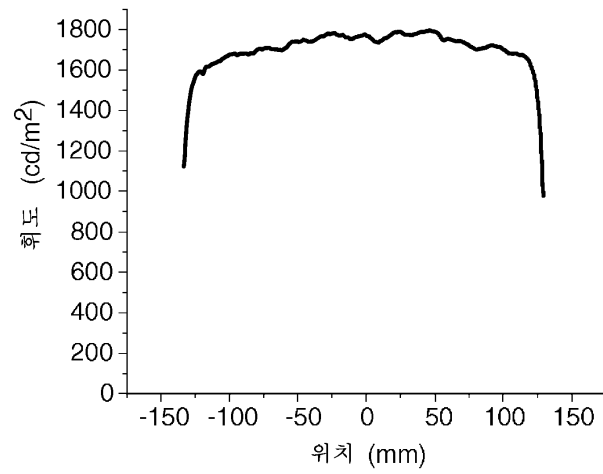
도면24



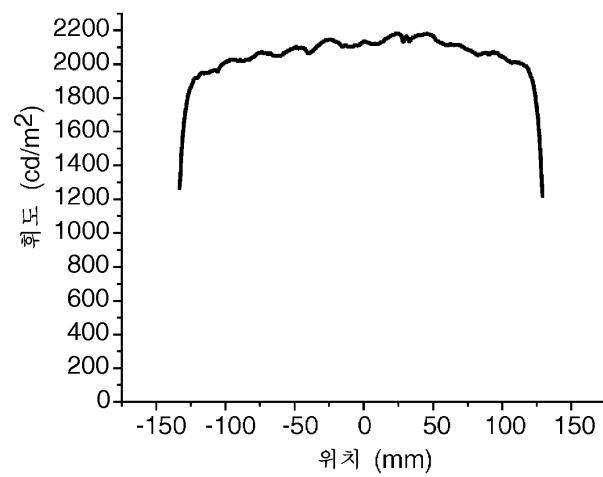
도면25



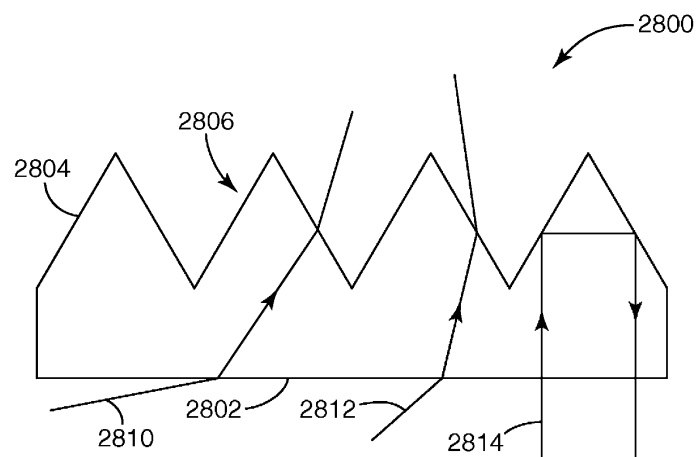
도면26



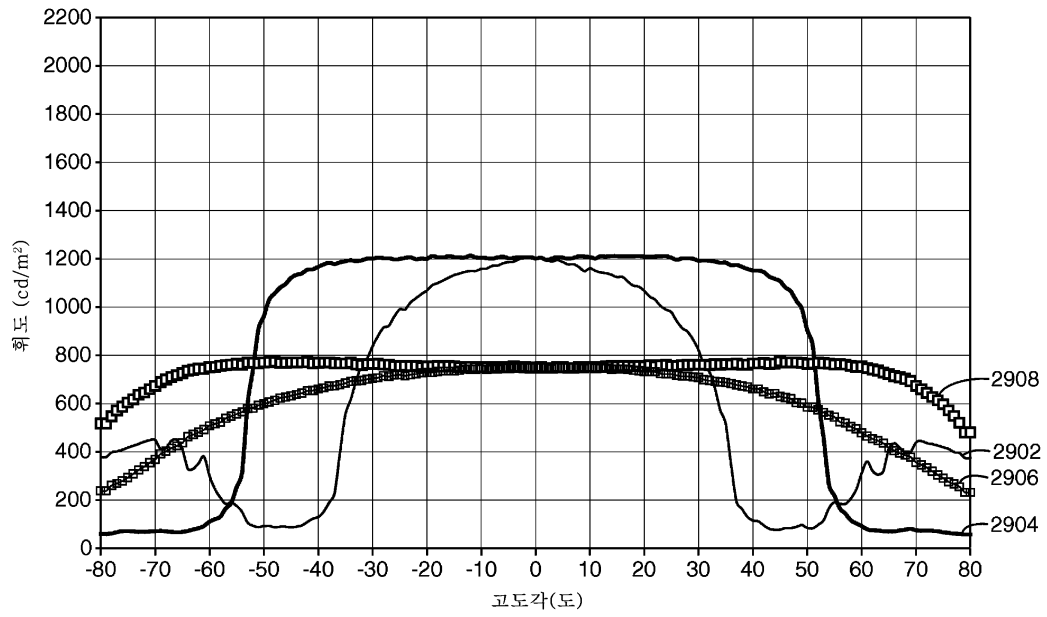
도면27



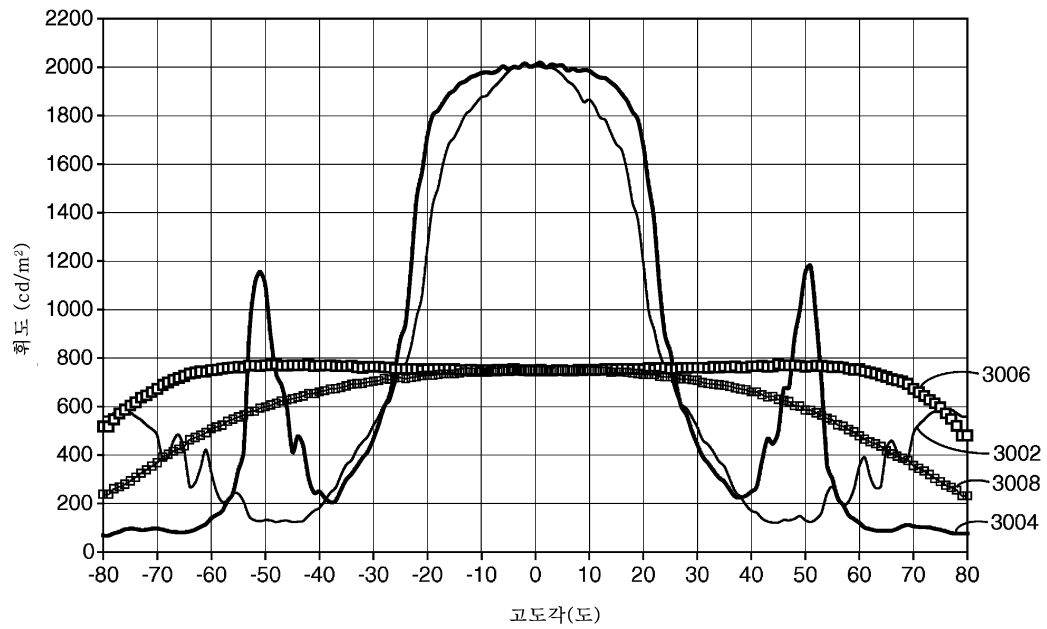
도면28



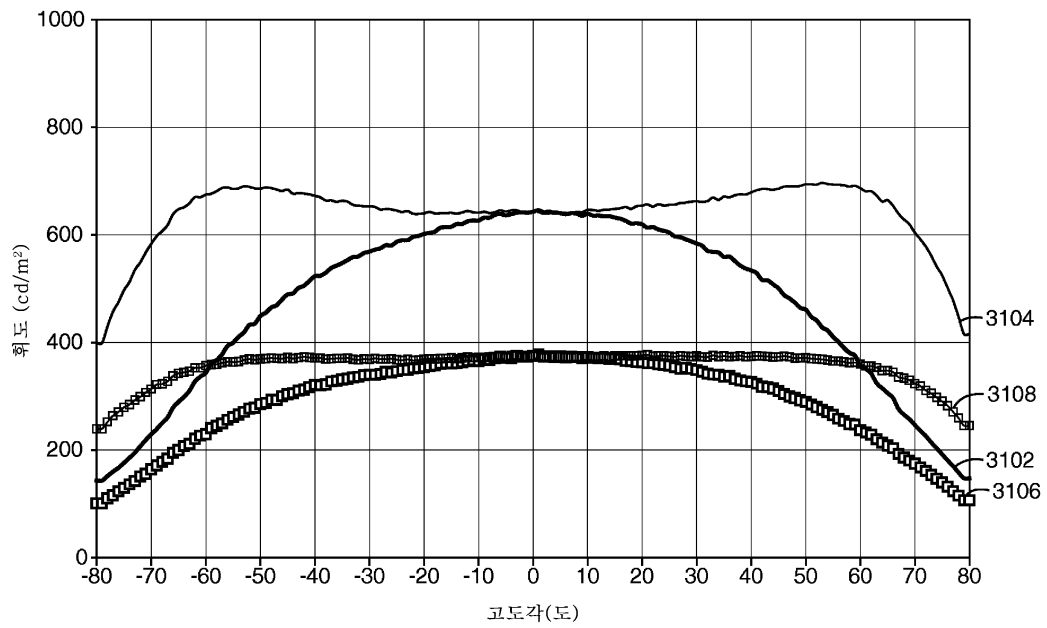
도면29



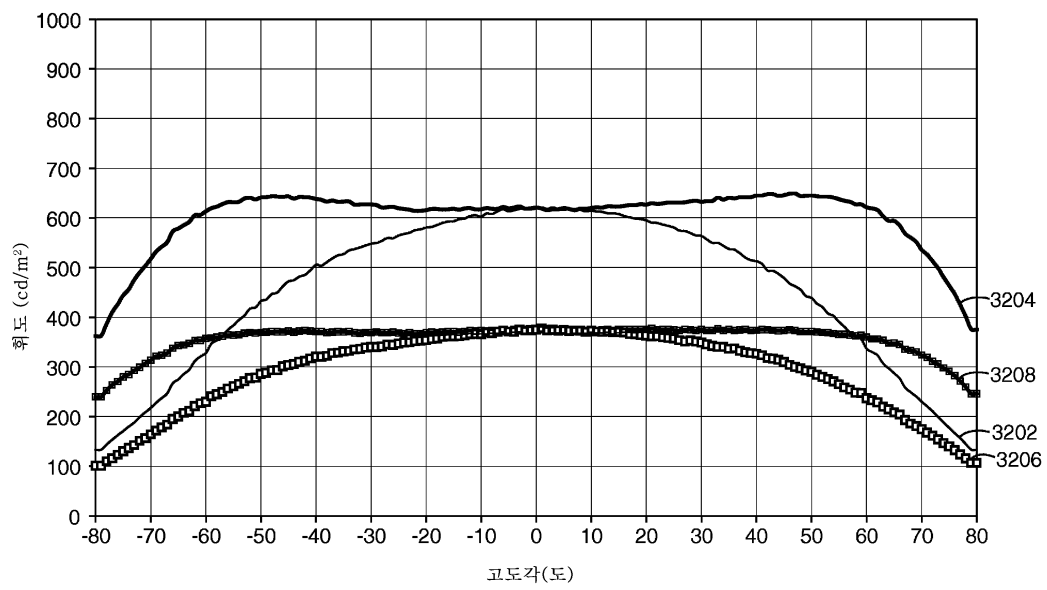
도면30



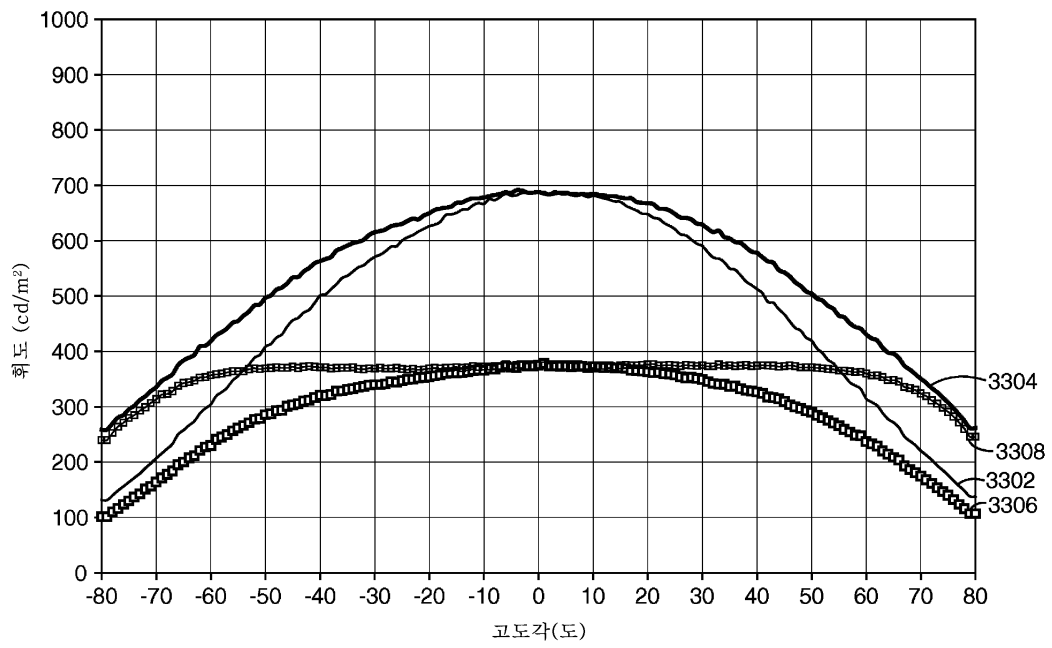
도면31



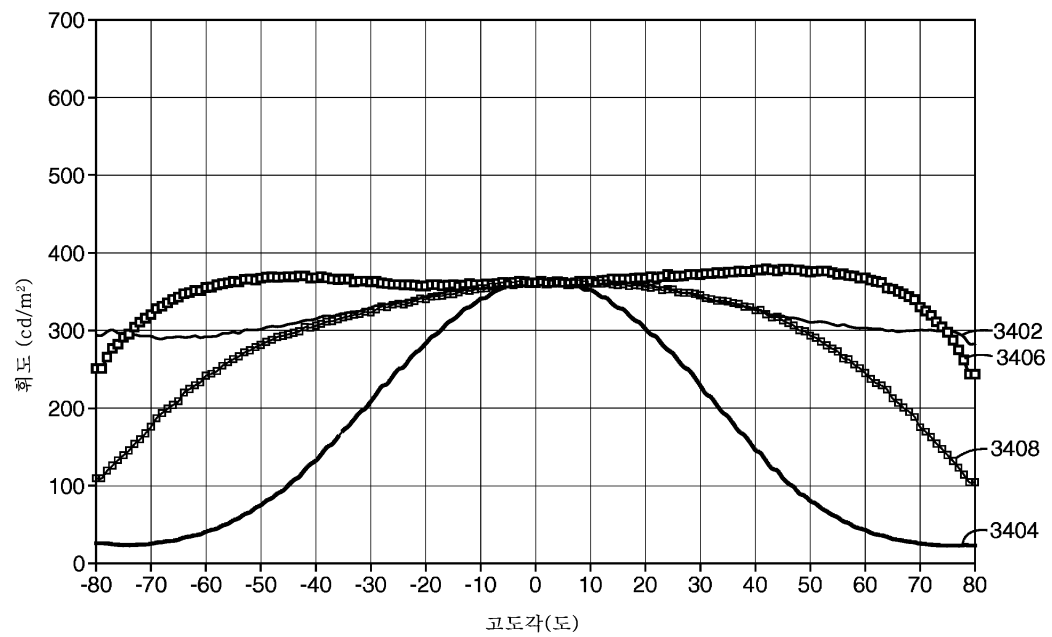
도면32



도면33



도면34



도면35

