



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0019388
(43) 공개일자 2011년02월25일

(51) Int. Cl.

G02F 1/13357 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7029480

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년06월01일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년12월29일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/045832

(87) 국제공개번호 WO 2009/149010

국제공개일자 2009년12월10일

(30) 우선권주장

61/058,780 2008년06월04일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

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

(72) 발명자

아스투엔 데이비드 제이 더블유

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

엡스타인 케네쓰 에이

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 김영

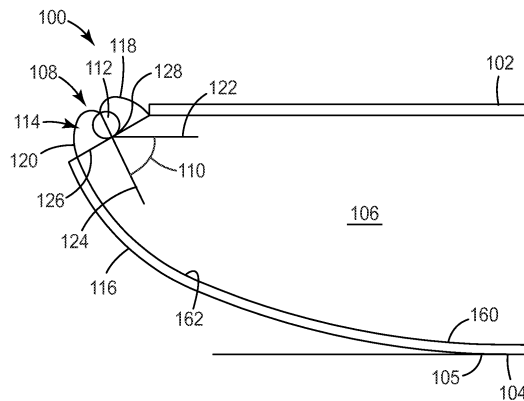
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 경사형 광원을 갖는 중공 백라이트

(57) 요약

일 실시 형태에서, 본 발명은 중공의 광 공동(106)을 형성하도록 배치된 전방 반사기(102) 및 후방 반사기(104)와, 전방 반사기(102)의 일 단부에 근접하여 있고 5° 내지 90°의 경사각(110)을 갖는 제1 광원(108)과, 제1 광원(108)으로부터의 광을 중공의 광 공동(106) 내로 지향시키기 위해, 적어도 제1 광원(108)과 후방 반사기(104) 사이에서 연장되는 제1 비대칭 광 시준기(116)를 포함하는 백라이트를 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

고병수

대한민국 서울 영등포구 여의도동 27-3 대한투자신
탁 빌딩 19층

위틀리 존 에이

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

특허청구의 범위

청구항 1

중공의 광 공동(hollow light cavity)을 형성하도록 배치된 전방 반사기 및 후방 반사기;

전방 반사기의 일 단부에 근접하여 있고 5° 내지 90° 의 경사각을 갖는 제1 광원; 및

제1 광원으로부터의 광을 중공의 광 공동 내로 지향시키기 위해, 적어도 제1 광원과 후방 반사기 사이에서 연장되는 제1 비대칭 광 시준기(light collimator)를 포함하는 백라이트.

청구항 2

제1항에 있어서, 비대칭 광 시준기는 만곡된 백라이트.

청구항 3

제1항에 있어서, 비대칭 광 시준기는 포물선형인 백라이트.

청구항 4

제1항에 있어서, 제1 광원은 광 요소, 및 한 쌍의 인벌류트(involute)의 형상의 광 요소 반사기를 포함하는 백라이트.

청구항 5

제1항에 있어서, 광원에 대향한 주변부(periphery)를 둘러싸는 측면 반사기를 추가로 포함하는 백라이트.

청구항 6

제1항에 있어서, 광원은 CCFL을 포함하는 광 요소를 포함하는 백라이트.

청구항 7

제1항에 있어서, 광원은 LED를 포함하는 광 요소를 포함하는 백라이트.

청구항 8

제1항에 있어서, 제1 광원과 전방 반사기 사이에서 연장되는 제2 비대칭 광 시준기를 추가로 포함하는 백라이트.

청구항 9

제1항에 있어서, 제1 비대칭 광 시준기와 후방 반사기는 일체형인 백라이트.

청구항 10

제1항에 있어서, 후방 반사기는 산란 반사성 재료를 포함하는 백라이트.

청구항 11

제1항에 있어서, 후방 반사기는 반-경면(semi-specular) 재료를 포함하는 백라이트.

청구항 12

제1항에 있어서, 후방 반사기는 선형 렌즈 필름을 추가로 포함하는 백라이트.

청구항 13

제1항에 있어서, 전방 반사기는 다수의 층들을 포함하는 백라이트.

청구항 14

제1항에 있어서, 전방 반사기의 다른 단부에 근접하여 있고 5° 내지 90° 의 경사각을 갖는 제2 광원; 및 제2 광원으로부터의 광을 중공의 광 공동 내로 지향시키기 위해, 제2 광원과 후방 반사기 사이에서 연장되는 제2 비대칭 광 시준기를 추가로 포함하는 백라이트.

청구항 15

제1항에 있어서, 전방 반사기는 확산기 플레이트, 이득 확산기, 휘도 향상 필름, 반사 편광기, 또는 이들 중 임의의 것의 임의의 조합 중 적어도 하나를 포함하는 백라이트.

청구항 16

제1항에 있어서, 광원은 광 요소 반사기를 포함하고, 광 요소 반사기는 달걀형, 직사각형 또는 사다리꼴인 단면 형상을 갖는 백라이트.

청구항 17

제1항에 있어서, 광원은 LED 및 히트 싱크(heat sink)를 포함하는 백라이트.

명세서

배경 기술

[0001] 본 발명은 통상 백라이트(backlight)로 지칭되는, 디스플레이 또는 그래픽을 조명하는 데 적합한 대면적 광원에 관한 것이다.

[0002] 백라이트는 LCD 컴퓨터 모니터, 이동 전화기 디스플레이, 개인 휴대 정보 단말기(personal digital assistant), 및 다른 핸드헬드(hand-held) 장치와 같은 디스플레이를 조명하는 데 사용된다. 중량을 줄이기 위한 노력으로, 중공(hollow) 백라이트가 개발되었다. 몇몇 중공 백라이트들은 광을 중공의 광 공동(hollow light cavity) 내로 지향시키도록 광원과 조합된, 대칭 포물선형 집중기(concentrator)를 포함한 대칭 집중기 또는 광 주입기(injector)를 이용하였다. 그러나, 그러한 광 주입기들은 대칭 광 주입기의 체적 때문에 디스플레이의 전체 크기를 증가시킨다. 디스플레이 크기의 증가는 대칭 광 주입기의 크기를 수용하는 데 요구되는 증가된 베젤(bezel) 폭에 기인한다.

[0003] 도 8은 대칭 광 주입기를 이용하는 종래 기술의 백라이트(800)를 도시한다. 백라이트(800)는 전방 반사기(802), 후방 반사기(804), 및 광 공동(808)을 한정하는 측면 반사기(806)를 갖는다. 광원(810)과 광 공동(808) 사이에서, 복합 포물선형 집중기(812)가 광원으로부터 광 공동 내로 광을 지향시킨다. 베젤 폭은 "W"로 식별된다.

발명의 내용

[0004] 일 실시 형태에서, 본 발명은 중공의 광 공동을 형성하도록 배치된 전방 반사기 및 후방 반사기와, 전방 반사기의 일 단부에 근접하여 있고 5° 내지 90° 의 경사각을 갖는 제1 광원과, 제1 광원으로부터의 광을 중공의 광 공동 내로 지향시키기 위해, 적어도 제1 광원과 후방 반사기 사이에서 연장되는 제1 비대칭 광 시준기(light collimator)를 포함하는 백라이트를 제공한다.

[0005] 다른 실시 형태에서, 본 발명은 전방 반사기의 다른 단부에 근접하여 있고 5° 내지 90° 의 경사각을 갖는 제2 광원; 및 제2 광원으로부터의 광을 중공의 광 공동 내로 지향시키기 위해, 제2 광원과 후방 반사기 사이에서 연장되는 제2 비대칭 광 시준기를 추가로 포함하는 상기 백라이트를 제공한다.

[0006] 다른 실시 형태들에서, 비대칭 광 시준기는 만곡되며, 비대칭 시준기는 포물선형이고, 광원과 전방 및 후방 반사기 사이에 배치된 하나보다 많은 비대칭 시준기가 있을 수 있으며, 광원은 CCFL 램프 또는 LED 다이(die)를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 백라이트의 일 실시 형태의 개략 단면도.

도 2는 백라이트의 일 실시 형태의 개략 단면도.

도 3은 백라이트의 일 실시 형태의 개략 단면도.

도 4는 광 디스플레이의 일 실시 형태의 개략 단면도.

도 5는 광 디스플레이의 일 실시 형태의 개략 단면도.

도 6은 휘도 대 수직 위치의 플롯(plot).

도 7은 백라이트의 일 실시 형태의 개략 단면도.

도 8은 종래 기술의 백라이트의 개략 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 다른 이점들 중에서, 본 발명의 백라이트는 중실 도광체(solid lightguide)를 포함하는 백라이트보다 더 경량이며, 의도된 응용에 적당한 휘도 및 공간적 균일성을 제공하면서 중공 에지형 백라이트(edge-lit backlight) 시스템의 베젤 폭을 줄이는 방식을 제공한다. 본 발명의 백라이트는 형광등 및 LED 광원 둘 모두에 대해 효율성을 갖는다. 그러한 백라이트는 LCD, 사인 박스(sign box) 및 조명 기구에서의 사용을 위한 유용성을 갖는다.
- [0009] 본 발명의 백라이트의 일 실시 형태가 도 1에 도시되어 있다. 백라이트(100)는 중공의 광 공동(106)을 형성하는 방식으로 배치된 전방 반사기(102) 및 후방 반사기(104)를 포함한다. 본 실시 형태에서, 전방 반사기(102)는 평평하다. 다른 실시 형태들에서, 전방 반사기는 만곡되거나 곡률을 가질 수 있다. 광원(108)은 전방 반사기(102)에 근접하며, 전방 반사기(102)의 접선에 대한 광원의 위치는 경사각(110)에 의해 한정된다. 경사각(110)은 i) 전방 반사기의 평면에 대한 접선과 평행한 선(122), 및 ii) 광원의 개구면(aperture plane, 126)에 수직이면서 개구면을 이등분하는 선(124)의 교차점(128)에 의해 한정된다.
- [0010] 경사각은 대체로 5° 내지 90° 범위일 수 있으며, 5° 와 90° 사이의 임의의 수 또는 범위일 수 있다. 다른 실시 형태들에서, 경사각은 15° , 30° , 45° , 60° 또는 90° , 또는 15° 와 90° 사이의 임의의 수 또는 범위일 수 있다.
- [0011] 광원(108)은 광 요소(112), 광 요소 반사기(114), 및 광을 중공의 광 공동 내로 지향시키기 위한 비대칭 광 시준기(116)를 포함한다. 시준기들에 대하여 "비대칭"은 각각의 시준기가 광원에 대하여 상이하게, 예를 들어 상이한 길이(0의 길이를 포함함), 상이한 형상 또는 둘 모두를 갖는 것으로 형상화된 것을 의미한다. 제1 광 시준기(116)는 광원(108)과 후방 반사기(104) 사이에서 광 공동 내로 연장된다. 이 실시 형태에서, 제2 광 시준기는 광원(108)과 전방 반사기(102) 사이에서 어떠한 길이도 갖지 않는다. 이 실시 형태에서, 광 시준기(116)와 후방 반사기(104)는 일체형이다. 다른 실시 형태들에서, 광 시준기와 후방 반사기, 또는 이들의 일부분들은 별개의 구성요소들일 수 있거나 상이한 재료로 제조될 수 있다.
- [0012] 광 시준기(116)와 후방 반사기 사이의 경계는 광 시준기에 대한 접선이 수평인 곳(105)이다.
- [0013] 도 1에 도시된 바와 같이, 광 시준기(116)는 만곡되거나 곡률을 갖는다. 전방 반사기(102)와 부딪히는 광이 비교적 큰 입사각을 갖는 것이 바람직하다. 따라서, 광선은 바람직하게는 접선(122)으로부터 비교적 작은 각도로 광원으로부터 제공된다. 그러나, 광의 일부는 접선(122)으로부터 비교적 큰 각도로 전달될 수 있다. 이러한 경우에, 만곡된 광 시준기는 그러한 광을 반사시켜, 그러한 광이 비교적 큰 입사각으로 전방 반사기(122)와 부딪히게 한다. 다른 실시 형태들에서, 광 시준기(116)의 곡률은 그 정점(vertex)이 개구면(126)의 교점에 위치되고 그 초점이 개구면(126)과 전방 반사기(102)의 교점에 위치되는 포물선으로서 기술될 수 있다. 따라서, 포물선의 축은 바람직하게는 개구면(126)에 평행하다. 이 실시 형태에서, 광 요소는 냉음극 형광 램프(cold cathode fluorescent lamp, CCFL)이며, 광 요소 반사기는 한 쌍의 인벌류트(involute; 118, 120)로서 기술될 수 있다.
- [0014] 다른 실시 형태들에서, 광 요소 반사기는 광 요소를 둘러싸는 임의의 일반적인 형상에 의해 기술될 수 있다. 그러한 형상은 달걀형, 직사각형 또는 사다리꼴인 단면을 포함하지만 이로 한정되지 않는다.
- [0015] 몇몇 응용에서, 광 요소들은 예를 들어 경사각이 90° 일 때 전방 반사기로의 직접적인 목시선(line of sight)을 갖지 않는 것이 바람직하다. 그러한 경우에, 광 요소 및 기존의 광 요소 반사기는 광 요소 반사기가 전방 반사기와 교차하는 지점을 중심으로 추가로 회전할 수 있다. 이때, 광 요소 반사기는 전방 반사기로부터의 광 요소 반사기의 원위 단부(distal end)와 후방 반사기 사이에서 반사성 연장부를 가질 수 있다. 그 연장부는 평평하

거나 만족될 수 있다. 일 실시 형태에서, 연장부는 원호이다.

[0016] 다른 실시 형태들에서, 광 요소는 광 요소 반사기를 갖거나 갖지 않는 LED 또는 일렬의 LED들일 수 있다. 게다가, LED들은 각각에 근접하여 그리고 각각과 중공 공동 사이에서 광 추출 및/또는 광 시준을 보조하는 굴절성 렌즈 요소를 가질 수 있다. 부가적으로, LED 또는 존재한다면 굴절성 렌즈 요소와 시준기 사이에서 연장되는 광 요소 반사기가 있을 수 있다. 이들 광 요소 반사기는 평평할 수 있거나, 만족 단면을 가질 수 있다. 바람직하게는, 히트 싱크(heat sink), 예를 들어 광원 둘레를 감싸고 시준기의 일부 위에서 연장되는 히트 싱크가 LED 광 요소와 함께 사용되어 LED로부터 멀리 열을 끌어낼 수 있다.

[0017] 원한다면, 열음극 형광 램프(hot cathode fluorescent lamp, HCFL), 외부 전극 형광 램프(external electrode fluorescent lamp, EEFL) 또는 광 파이프(예를 들어, 미국 특허 제6,267,492호에 기술됨)와 같은 다른 가시광 이미터(emitter)가 개시된 백라이트를 위한 광원에서 사용될 수 있다. 게다가, 예를 들어 상이한 스펙트럼을 방출하는 것과 같은 냉백색 및 온백색, CCFL/HCFL/EEFL을 포함하는 (CCFL/LED)와 같은 복합 시스템이 사용될 수 있다. 광 이미터들의 조합은 광범위하게 변할 수 있으며, LED들 및 CCFL들, 그리고 예를 들어 다수의 CCFL, 상이한 색상의 다수의 CCFL, 및 LED와 CCFL과 같은 복수개를 포함할 수 있다.

[0018] 형광 램프와 함께 사용되는 광 요소 반사기는 바람직하게는 도 1에 도시된 바와 같이 형광등의 원형 단면의 한 쌍의 인벌류트 형태로 형상화될 수 있다.

[0019] 본 발명의 백라이트(200)의 다른 실시 형태가 도 2에 도시되어 있다. 백라이트(200)는 중공의 광 공동(206)을 형성하는 방식으로 배치된 전방 반사기(202) 및 후방 반사기(204)를 포함한다. 광원(208)은 전방 반사기(202)에 근접하여 있으며, 전방 반사기(202)에 대한 그의 위치는 위에서 정의된 바와 같은 경사각(210)에 의해 한정된다. 광원(208)은 광 요소(212), 광 요소 반사기(214), 및 광을 중공의 광 공동(206)으로 보내기 위한 제1 및 제2 비대칭 광 시준기(216, 217)를 포함한다. 광 시준기(216)와 후방 반사기 사이의 경계는 광 시준기에 대한 접선이 수평인 곳(205)이다. 광 시준기(217)는 광 시준기(216)보다 대체로 더 작은 길이를 가지며 광원(208)과 전방 반사기(202) 사이에서 연장된다.

[0020] 광 시준기(217)는 평평하거나 곡률을 가질 수 있다. 전방 반사기(202)와 부딪히는 광이 비교적 큰 입사각을 갖는 것이 바람직하다. 경사각(210)이 작아서, 요구되는 것보다 더 큰 각도로 전방 반사기(202)와 부딪히게 될 전방으로 전파되는 일부 광이 있다면, 광 시준기(217)는 후방 반사기(204) 또는 광 시준기(216)로부터의 반사시광선이 요구되는 각도로 전방 반사기(202)와 부딪히게 할 각도로 그리고 하방으로 광을 반사적으로 방향전환시키도록 위치될 수 있다. 따라서, 광 시준기(216, 217)에 의해 제공되는 광 시준은 광원으로부터 바람직하게는 작은 각도로 전방 반사기(202)에 광선을 제공한다. 다른 실시 형태들에서, 광 시준기(217)의 곡률은 포물선 섹션으로서 기술될 수 있다. 이 실시 형태에서, 광 요소는 냉음극 형광 램프(CCFL)이며, 광 요소 반사기(214)는 한 쌍의 인벌류트로서 기술될 수 있다.

[0021] 본 발명의 백라이트(300)의 다른 실시 형태가 도 3에 도시되어 있다. 백라이트(300)는 중공의 광 공동(306)을 형성하는 방식으로 배치된 전방 반사기(302) 및 후방 반사기(304)를 포함한다. 제1 및 제2 광원(208, 210) 각각은 전방 반사기(302)에 근접하여 있으며, 전방 반사기에 대한 그들의 위치는 경사각(312)에 의해 한정된다. 각각의 광원은 2개의 광 요소(314)들, 광 요소 반사기(316), 및 광을 중공의 광 공동(306) 내로 지향시키기 위한 각각의 광원용 광 시준기(318, 320)를 포함한다. 광 시준기(318)와 후방 반사기 사이의 경계는 광 시준기에 대한 접선이 수평인 곳(305)이다.

[0022] 본 발명의 백라이트(700)의 다른 실시 형태가 도 7에 도시되어 있다. 백라이트(700)는 중공의 광 공동(706)을 형성하는 방식으로 배치된 전방 반사기(702) 및 후방 반사기(704)를 포함한다. 광원(708)은 전방 반사기(702)에 근접하여 있으며, 전방 반사기(702)에 대한 그의 위치는 위에서 정의된 바와 같은 경사각(710)에 의해 한정된다. 광원(708)은 LED 다이(712), 및 중공의 광 공동(706) 내로 광을 지향시키기 위한 제1 비대칭 광 시준기(716)를 포함한다. 광 시준기(716)와 후방 반사기 사이의 경계는 광 시준기에 대한 접선이 수평인 곳(705)이다.

[0023] 후방 반사기와 광 시준기 둘 모두는 중공의 광 공동 내로 향하는 고반사성 표면을 제공하는 시트(sheet) 재료를 포함하는데, 반사성 표면(160, 162)은 넓어진 반사된 빔(beam)으로의 입사광 빔의 제한되고 조절된 퍼짐을 야기할 수 있다. 이러한 유형의 재료는 "산란 반사성 재료(scattering reflective material)"라는 일반적인 용어로 알려져 있으며, 반사된 빔의 각도 퍼짐(angular spread)에 따라 "넓은" 또는 "좁은" 산란 반사성 재료로 추가로 분류될 수 있다(문헌["Daylighting in Architecture - A European Reference Book", published by James

and James, London, 1993. ISBN 1-873936-21-4, at pages 4.3 to 4.5] 참조). 일반적으로, 반사성 표면(160, 162)은 좁은 산란 반사기(약 15° 미만 또는 본 응용에 대해 더 전형적으로는 약 5° 내지 15°의 분산각(dispersion angle)을 갖는 것을 의미함)를 포함하지만, 표면에 수직이 아닌 방향으로 입사되는 광에 대해 그 반사도가 실질적으로 감소되지 않고 적어도 85%(바람직하게는 적어도 90%, 가장 바람직하게는 적어도 98%)이도록 하는 것이어야 한다.

[0024] "분산각"은, 반사광의 최대 강도(maximum intensity)(I_{\max})의 방향에 대하여 대칭인 반사광 분포 곡선의 강도를 가정하면, I_{\max} 의 방향과 $I_{\max}/2$ 의 값을 갖는 강도의 방향 사이의 각도를 의미한다. 반사광의 강도 분포 곡선이 I_{\max} 의 방향에 대하여 대칭이 아니면, 본 명세서에 사용된 바와 같은 용어 "분산각"은 I_{\max} 의 방향과 $I_{\max}/2$ 강도의 방향 사이의 평균 각도를 의미한다. 넓어진 반사된 빔은 최대 강도의 방향으로 뚜렷한 피크(peak)를 나타내거나 나타내지 않을 수 있다.

[0025] 적합한 고반사도 재료의 예는 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가 가능한 비퀴티(VIKUITI)TM 인헨스드 스펙큘러 리플렉터(Enhanced Specular Reflector, ESR) 다층 중합체 필름; 0.01 mm(0.4 밀(mil)) 두께의 아이소옥틸 아크릴레이트 아크릴산 감압 접착제를 사용하여 비퀴티 ESR 필름에 황산바륨이 로딩된 폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름(0.05 mm(2 밀) 두께)을 라미네이팅함으로써 제조된 필름(이 생성된 라미네이트 필름은 본 명세서에서 "EDR II" 필름으로 불림); 도레이 인더스트리즈, 인크.(Toray Industries, Inc.)로부터 입수가 가능한 E-60 시리즈 루미러(LUMIRROR)TM 폴리에스테르 필름; 알라노드 알루미늄-페레드롱 게엠베하 앤드 컴퍼니(Alanod Aluminum-Veredlung GmbH & Co.)로부터 입수가 가능한 미로(MIRO)TM 양극산화 알루미늄 필름(미로TM 2 필름을 포함함); 및 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 실버룩스(SILVERLUX) 및/또는 ECP 305+ 솔라(Solar) 필름을 포함한다.

[0026] 중공의 광 공동을 향하는 후방 반사기의 반사성 표면은 실질적으로 평탄하고 매끄럽거나, 광 산란 또는 혼합을 증진시키기 위해 그와 관련된 구조화된(structured) 표면을 가질 수 있다. 그러한 구조화된 표면은 (a) 후방 반사기 또는 시준기, 또는 둘 모두의 반사성 표면(160) 상에, 또는 (b) 표면에 도포된 투명 코팅 상에 부여될 수 있다. 전자의 경우에, 구조화된 표면이 이미 형성된 기관에 고반사 필름이 라미네이팅될 수 있거나, 고반사 필름이 (쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 비퀴티TM 듀라블 인헨스드 스펙큘러 리플렉터-메탈(Durable Enhanced Specular Reflector-Metal, DESR-M) 반사기와 같이 얇은 금속 시트와 같은) 평탄한 기관에 라미네이팅되고 이어져 예컨대 스탬핑(stamping) 작업에 의해 구조화된 표면이 형성될 수 있다. 후자의 경우, 구조화된 표면을 갖는 투명 필름이 평탄한 반사성 표면에 라미네이팅되거나, 투명한 필름이 반사기에 도포된 후에 구조화된 표면이 투명한 필름의 상부에 부여되거나, 또는 반사성 금속 코팅이 예를 들어 구조화된 표면을 갖는 투명 필름의 구조화된 면 또는 평평한 면 어느 쪽에 증발 코팅에 의해 도포될 수 있다.

[0027] 다른 실시 형태에서, 후방 반사기는 반-경면(semi-specular) 반사기일 수 있다. "반-경면 반사기"는 역방향 산란보다는 실질적으로 더 많은 전방 산란을 반사시키는 반사기를 지칭한다. 본 발명의 후방 반사기에 대해 임의의 적합한 반-경면 재료 또는 재료들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 반-경면 후방 반사기는 고반사 확산 반사기 상에 부분 투과성 경면 반사기를 포함할 수 있다. 적합한 반-경면 반사기는, 후술되는, 제1 면 또는 주 표면(major surface) 상에 긴 렌즈형 특징부 구조물을 갖는 선형 렌즈 필름에 근접하여 ESR(쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능함)을 포함한다. 선형 렌즈 필름은 전방 반사기와 후방 반사기 사이에 놓이며, 그 렌즈형 특징부는 광 요소에 평행하게 연장된다.

[0028] 미세복제된 렌즈형 특징부들은 길며, 많은 실시 형태들에서 서로 평행하게 배치된다. 많은 실시 형태들에서, 렌즈형 특징부는 수직 방향으로의 굴절력(optical power) 및 직교하는 수평 방향으로의 무시할만한 굴절력을 갖는다.

[0029] 일 실시 형태에서, 렌즈형 특징부는 1 내지 250 마이크로미터, 10 내지 100 마이크로미터 또는 25 내지 75 마이크로미터 범위의 곡률 반경을 갖는다. 이들 프리즘 특징부는 1 내지 250 마이크로미터, 또는 1 내지 75 마이크로미터, 또는 5 내지 50 마이크로미터 범위의 높이를 갖는다. 많은 실시 형태들에서, 전술된 평행한 긴 렌즈형 특징부는 1 내지 1000 마이크로미터, 또는 1 내지 500 마이크로미터, 또는 1 내지 250 마이크로미터, 또는 1 내지 100 마이크로미터, 또는 10 내지 75 마이크로미터 범위의 주기 또는 피치를 갖는다.

[0030] 다른 실시 형태에서, 반-경면 후방 반사기는 고반사 경면 반사기 상에 부분 램버시안 확산기(Lambertian diffuser)를 포함할 수 있다. 대안적으로, 고반사 경면 반사기 상의 전방 산란 확산기가 반-경면 후방 반사기를 제공할 수 있다. 다른 적합한 반-경면 반사기는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 산

표명 "라디언트 라이트 필름 엠보스트(RADIANT LIGHT FILM EMBOSSED) VM2000"으로 입수가 가능한 샌드-블라스트(sand-blast) 패턴으로 엠보싱 필름 재료이다.

- [0031] 본 명세서에 언급된 바와 같이, 본 발명의 백라이트는 디스플레이 시스템을 위한 백라이트로서 사용될 수 있다. 도 4는 광학 디스플레이(400)의 일 실시 형태의 개략 단면도이다. 디스플레이(400)는 액정 패널(410) 및 광을 LC 패널(410)에 제공하도록 위치한 조명 조립체(402)를 포함한다. 이 실시 형태에서, 조명 조립체(402)는 백라이트(420)를 포함하며, 광학 필름과 같은 추가의 광 관리 구성요소(480)를 포함할 수 있다.
- [0032] 도 4에 도시된 바와 같이, LC 패널(410)은 액정 층(412), 입사 플레이트(entry plate)(414), 및 출사 플레이트(exit plate, 416)를 포함한다. 유리 기판을 각각 포함할 수 있는 입사 및 출사 플레이트(414, 416)는 전극 매트릭스(electrode matrix), 정렬 층, 편광기, 보상 필름, 보호 층, 및 기타 층을 각각 포함할 수 있다. 컬러 필터 어레이가 또한 LC 패널(410)에 의해 디스플레이되는 이미지에 색상을 부여하기 위해 플레이트(414, 416)들 중 어느 하나 또는 둘 모두에 포함될 수 있다. LC 패널(410)에서, 액정 층(412)의 부분들은 전극 매트릭스를 통해 인가된 전기장에 의해 변경되는 그들의 광학적 상태를 갖는다. 그 상태에 따라, 액정 층(412)의 주어진 부분(디스플레이(400)의 픽셀 또는 서브픽셀에 대응함)은 그를 통해 투과되는 광의 편광을 더 크거나 더 작은 크기로 회전시킬 것이다. 입사 플레이트(414)의 입사 편광기, 액정 층(412), 출사 플레이트(416)의 출사 편광기를 통해 진행되는 광은 편광기의 배향 및 광이 마주치는 액정 층의 부분의 광학적 상태에 따라 다양한 정도로 감소된다. 디스플레이(400)는 상이한 면적에서 상이하게 나타나는 전자적으로 제어가능한 디스플레이를 제공하기 위해 이러한 거동을 이용한다.
- [0033] 광 관리 유닛으로도 지칭될 수 있는 광 관리 구성요소(480)의 배열이 백라이트(420)와 LC 패널(410) 사이에 위치될 수 있다. 광 관리 구성요소(480)는 백라이트(420)로부터 전파되는 조명 광에 영향을 준다. 예를 들어, 광 관리 구성요소(480)의 배열은 확산기 층 또는 단순히 확산기를 포함할 수 있다. 확산기는 백라이트(420)로부터 수광된 광을 확산시키는 데 사용된다.
- [0034] 확산기는 임의의 적합한 확산기 필름 또는 플레이트일 수 있다. 예를 들어, 확산기 층은 임의의 적합한 확산 재료 또는 재료들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 확산기 층은 유리, 폴리스티렌 비드(bead) 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 컴퍼니로부터 입수가 가능한, 쓰리엠(3M)TM 스카치칼TM 디퓨저 필름(ScotchcalTM Diffuser Film), 타입 3635-30, 3635-70 및 3635-100을 포함할 수 있다.
- [0035] 선택적인 광 관리 구성요소(480)는 또한 반사 편광기를 포함할 수 있다. 임의의 적합한 유형의 반사 편광기, 예를 들어 다층 광학 필름(multilayer optical film, MOF) 반사 편광기; 확산 반사 편광 필름(diffusely reflective polarizing film, DRPF), 예컨대 연속/분산 상 편광기; 와이어 그리드 반사 편광기; 또는 콜레스테릭 반사 편광기가 사용될 수 있다.
- [0036] MOF 및 연속/분산 상 반사 편광기 둘 모두는 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 몇몇 예는 공동 소유의 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 기술되어 있다. MOF 반사 편광기의 구매가능한 예는 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한, 확산 표면을 포함하는 비쿼티TM DBEF-D280 및 DBEF-D400 다층 반사 편광기를 포함한다.
- [0037] 본 발명과 관련하여 유용한 DRPF의 예는, 예를 들어 공동 소유의 미국 특허 제5,825,543호(오우더키르크(Ouderkerk) 등)에 기술된 바와 같은 연속/분산 상 반사 편광기, 및 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 기술되어 있다.
- [0038] 본 발명과 관련하여 유용한 와이어 그리드 편광기의 몇몇 예는, 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 입수가 가능하다.
- [0039] 본 발명과 관련하여 유용한 콜레스테릭 편광기의 몇몇 예는, 예를 들어 미국 특허 제5,793,456호(브로어(Broer) 등) 및 미국 특허 제6,917,399호(포코니(Pokorny) 등)에 기술되어 있는 것들을 포함한다. 콜레스테릭 편광기는 종종 출력 층의 사분파(quarter wave) 지연 층과 함께 제공되어, 콜레스테릭 편광기를 통해 투과된 광이 선택 편광된 광으로 변환되도록 한다.

- [0040] 몇몇 실시 형태에서, 편광 제어 층이 백라이트(420)와 반사 편광기 사이에 제공될 수 있다. 편광 제어 층의 예는 사분파 지연 층 및 액정 편광 회전 층과 같은 편광 회전 층을 포함한다. 편광 제어 층은 반사 편광기로부터 반사되는 광의 편광을 변경시키는 데 사용될 수 있어서, 증가된 분율의 재순환된 광이 반사 편광기를 통해 투과된다.
- [0041] 광 관리 구성요소(480)의 선택적인 배열은 또한, 지향성 재순환 층 또는 필름으로도 지칭되는, 하나 이상의 휘도 향상 층 또는 필름을 포함할 수 있다. 휘도 향상 층은 디스플레이의 법선 축에 더 가까운 방향으로 축외(off-axis) 광을 방향전환시키는 표면 구조물을 포함하는 것이다. 이는 LC 패널(410)을 통해 축상(on-axis) 전파되는 광의 양을 증가시키며, 따라서 관찰자가 보는 이미지의 휘도 및 콘트라스트(contrast)가 증가된다. 휘도 향상 층의 일례는 프리즘형 휘도 향상 층인데, 이는 굴절과 반사를 통해 조명 광을 방향전환시키는 다수의 프리즘형 리지(ridge)를 갖는다. 디스플레이 시스템(100)에 사용될 수 있는 프리즘형 휘도 향상 층의 예는 BEF II 90/24, BEF II 90/50, BEF IIIM 90/50 및 BEF IIIT를 포함한, 쓰리엠 컴퍼니로부터 입수가 가능한 비쿼티™ BEF II 및 BEF III 계열의 프리즘형 필름을 포함한다. 휘도 향상은 또한 본 명세서에서 추가로 기술되는 바와 같이 전방 반사기의 실시 형태들 중 일부에 의해 제공될 수 있다.
- [0042] 광 관리 구성요소(480)의 선택적 배열은 또한 이득 확산기와 같은 다른 지향성 재순환 필름을 포함할 수 있으며, 필름 또는 층의 하나 또는 둘 모두의 주 표면 상에 규칙적이거나 불규칙적인 행렬로 배열된 비드, 둥근 돔(dome), 피라미드 또는 기타 돌출 구조물과 같은 구조물을 포함한다.
- [0043] 도 4에 도시된 실시 형태의 디스플레이 시스템(400)은 백라이트(420)를 포함한다. 백라이트(420)는 중공의 광 공동(462)을 형성하는 전방 반사기(430) 및 후방 반사기(460)를 포함한다. 공동(462)은 출력 표면(464)을 포함한다. 출력표면(464)은 임의의 적합한 형상, 예컨대 직사각형일 수 있으며, 예를 들어 대각선이 대략 30 mm의 치수를 갖는 이동 전화기를 위한 서브디스플레이로부터 대각선이 대략 30 cm의 치수를 갖는 랩톱 컴퓨터 스크린, 대각선이 대략 50 cm, 80 cm, 100 cm, 150 cm, 또는 그보다 더 큰 모니터 또는 텔레비전에 이르는 범위의, 임의의 원하는 디스플레이 응용에 사용가능한 크기의 것일 수 있다. 본 실시 형태에서, 백라이트(420)는 공동(462) 내로 광을 방출하도록 배치된 단일 광원(466)을 포함한다. 광원(466)은 전방 반사기(430)에 근접하여 있으며, 전방 반사기(430)에 대한 그의 위치는 경사각(412)에 의해 한정된다. 광원(466)은 광 요소(414), 광 요소 반사기(416), 및 광을 중공의 광 공동(462) 내로 지향시키기 위한 비대칭 광 시준기(418)를 포함한다. 본 실시 형태에서, 백라이트(420)는 광원을 포함하지 않는 측에서 중공의 광 공동(462)의 주변부(periphery)를 둘러싸는 측면 반사기 또는 표면(468)을 포함할 수 있다. 후방 반사기(460)를 위한 사용된 동일한 반사성 재료가 이들 벽을 형성하기 위해 사용될 수 있거나, 상이한 반사성 재료가 사용될 수 있다.
- [0044] 도 4의 디스플레이(400)의 백라이트(420)는 복수의 지향성 재순환 필름 또는 층(432)을 포함하는 전방 반사기(430)를 포함한다. 다른 실시 형태들에서, 단일 지향성 재순환 필름 또는 층이 사용된다. 지향성 재순환 필름은 디스플레이의 축에 더 근접하는 방향으로 축외 광을 방향전환시키는 표면 구조물을 일반적으로 포함하는 광학 필름이다. 이는 LC 패널(410)을 통해 축상 전파되는 광의 양을 증가시키며, 따라서 관찰자가 보는 이미지의 휘도 및 콘트라스트가 증가된다. 지향성 재순환 필름은 전형적으로 중공의 광 공동(462)으로부터 그에 입사하는 광 중 상당한 분율을 다시 중공의 광 공동 내로 복귀시키거나 재순환시킨다. 지향성 재순환 필름은 또한 휘도 향상 필름 또는 층으로 지칭될 수 있다. 몇몇 지향성 재순환 필름은 광을 방향전환시키는 긴 프리즘들의 어레이를 포함할 수 있다. 다른 지향성 재순환 필름은 이득 확산기로 지칭될 수 있으며, 필름 또는 층의 하나 또는 양 주 표면 상에 규칙적인 또는 불규칙적인 매트릭스 어레이로 배열되는 비드, 둥근 돔, 피라미드 또는 기타 돌출 구조물과 같은 구조물을 포함할 수 있다.
- [0045] 전방 반사기는 공동 내에서 비교적 높은 재순환을 지원하기 위해 비교적 높은 전체 반사율을 갖는다. 이는, 광이 모든 가능한 방향으로부터 구성요소(표면, 필름, 또는 필름들의 집합체 중 어느 것)에 입사할 때 그 구성요소 또는 구성요소들의 적층체의 전체 반사율을 의미하는 "반구 반사율"에 의해 특징지어질 수 있다. 따라서, 이 구성요소는 법선 방향을 중심으로 한 반구 내에서 모든 방향(및 달리 명시되지 않는 한, 모든 편광 상태)으로부터 입사하는 (의도된 응용에 대해 적절한 스펙트럼 분포를 가진) 광에 의해 조명되며, 이러한 동일한 반구 내로 반사된 모든 광이 집광된다. 입사 광의 총 광속(total flux)에 대한 반사된 광의 총 광속의 비가 반구 반사율 R_{hemi} 를 생성한다. 반사기를 그의 R_{hemi} 에 의해 특징지우는 것은 재순환 공동에 대해 특히 편리한데, 이는 광이 대체로 공동의 내부 표면 - 전방 반사기, 후방 반사기, 또는 측면 반사기 중 어느 것 - 에 모든 각도에서 입사하기 때문이다. 또한, 수직 입사에 대한 반사율과 달리, R_{hemi} 는 몇몇 구성요소(예를 들어, 프리즘형 필름)에 대해 매우 중요할 수 있는 입사각에 따른 반사율의 변동성을 고려한다.

- [0046] 바람직한 후방 반사기는 또한 높은 - 전형적으로는 전방 반사기보다 훨씬 더 높은 - 반구 반사율을 갖는데, 이는 전방 반사기가 의도적으로 백라이트의 요구되는 광 출력을 제공하기 위해 부분적으로 투과성이 되도록 설계되기 때문이다. 재순환 백라이트 구성은 전방 및 후방 반사기 둘 모두에 대한 반구 반사율, 각각 R_{hemi}^f 및 R_{hemi}^b 의 곱에 의해 특징지어질 수 있다. 바람직하게는, 곱 $R_{\text{hemi}}^f * R_{\text{hemi}}^b$ 는 적어도 70% (0.70), 또는 75%, 또는 80%이다.
- [0047] 본 발명의 백라이트에 사용되는 전방 반사기는 2개, 3개, 4개, 5개, 6개, 또는 그 이상의 지향성 재순환 필름을 다양한 조합으로 포함할 수 있다. 프리즘형 필름, 예컨대 BEF 필름 및 다른 지향성 재순환 필름을 갖는 실시 형태에서, 프리즘형 필름은 재순환 공동에 가장 가깝게 배치될 수 있으며, 이때 다른 지향성 재순환 필름은 프리즘형 필름보다 공동으로부터 더 멀리 배치된다. 그러한 지향 필름은 프리즘이 축, 예를 들어 광 방출 축에 평행하게 또는 수직으로 정렬되도록 배치될 수 있다.
- [0048] 지향성 재순환 필름으로서 사용되는 프리즘형 광학 필름들은 대체로 균일한 형상의 프리즘을 포함할 수 있거나, 이들은 그 형상, 높이, 측방향 위치, 및/또는 기타 치수 특성이 필름 상의 장소들 간에 실질적으로 변동할 수 있는 프리즘을 포함할 수 있다. 다양한 기하학적 형상을 갖는 프리즘형 광학 필름의 예는 미국 특허 제 5,771,328호(워트만(Wortman) 등) 와 제6,354,709호(캠벨(Campbell) 등), 및 미국 특허 공개 제 2007/0047,254 A1호(샤르트(Schardt) 등)에 기술되어 있다.
- [0049] 몇몇 실시 형태에서, 이득 확산기가 전방 반사기(430) 내에서 지향성 재순환 필름(432)으로서 사용될 수 있다. 이득 확산기의 일례는 케이와 코퍼레이션(Keiwa Corp.)으로부터 입수가 가능한 오팔러스(OPALUS) BS-702이다. 다른 이득 확산기는 미국 특허 공개 제2006/0103777 A1호(코(Ko) 등), 제2006/0146566 A1호(코 등), 제2006/0152943 A1호(코 등), 제2006/0146562 A1호(코 등), 제2006/0250707 A1호(휘트니(Whitney) 등), 및 제2007/0024994 A1호(휘트니 등)에 개시되어 있다. 당업자는 전술된 미국 특허 출원들에 기술된 몇몇 이득 확산기가 사실상 프리즘형인 광학 요소를 포함하며 축을 따라 긴 프리즘들의 어레이를 포함하는 것으로 기술될 수 있음을 이해할 것이다. 그러한 광학 필름은 프리즘형 지향성 재순환 필름으로서 기술될 수 있을 뿐만 아니라, 이득 확산기 필름으로서 기술될 수 있다. 몇몇 실시 형태에서, 전방 반사기는 프리즘형 지향성 재순환 필름을 반드시 포함하지는 않고서 이득 확산기를 포함한다. 다른 실시 형태에서, 동일하거나 상이한 구조의 1개, 2개, 3개 또는 그 이상의 이득 확산기가 2개, 3개 또는 그 이상의 프리즘형 필름과 조합된다.
- [0050] 본 발명의 백라이트(420)의 전방 반사기(430)는 지향성 재순환 필름으로서 특징지어진 것과는 다른 광학 필름을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전방 반사기(430)는 반사 편광기, 예컨대 본 명세서에 기술된 바와 같은 DBEF, DRPF, 또는 APF를 포함할 수 있다. 그러한 반사 편광기를 포함하는 것은 백라이트를 보다 효율적이라도 하거나, 광원 또는 광원들에 주어진 에너지 입력에 대해 더 많은 사용가능한 광을 생성할 수 있는 것을 비롯하여, 다양한 방식으로 백라이트의 성능을 개선할 수 있다.
- [0051] 다른 실시 형태들에서, 전방 반사기는 (중공의 광 공동으로부터 가까운 순서로) 확산기 플레이트, BEF 필름(광원에 수직한 프리즘), 이득 확산기, 및 BEF 필름(광원에 평행한 프리즘); 확산기 플레이트, 광학 물품의 설명을 위해 참고로 포함된 2007년 12월 14일자로 출원된 미국 특허 출원 제61/013,782호에 기술된 바와 같이 프리즘(광원에 수직한 프리즘)들과 일체인 일체형 확산기 또는 확산기 코팅을 갖는 BEF 필름, 및 BEF 필름(광원에 평행한 프리즘)을 포함할 수 있다. 다른 실시 형태들에서, 확산기 플레이트는 투명 플레이트일 수 있다.
- [0052] 백라이트의 전방 반사기의 지향성 재순환 필름 및 기타 광학 필름은 독립형일 수 있으며, 또는 일부 또는 전부가 디스플레이의 광 관리 유닛 내의 다른 필름의 설명과 관련하여 본 명세서에 개시된 바와 같은 기술을 포함하여 임의의 적합한 기술에 의해 서로 물리적으로 부착될 수 있다. 또한, "전방 반사기" 또는 "광 관리 유닛" 중 어느 하나에 포함되는 것으로서의 필름의 설명은 임의적이고 비-배타적인 것으로 고려될 수 있다.
- [0053] 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 특허청구범위에 의해서만 제한된다.
- [0054] 실시예
- [0055] 백라이트 시험 시작품(prototype)을 도 5에 도시된 백라이트와 유사하게 구성하였다. 백라이트(500)는 중공의 광 공동(530)을 형성하는 방식으로 배치된 다층 전방 반사기(510) 및 후방 반사기(520)를 포함하였다. 제1 및

제2 광원(540, 542) 각각은 전방 반사기(510)에 근접하여 있으며, 전방 반사기에 대한 그들의 위치는 60°의 경사각(544)에 의해 한정되었다. 광 요소(544)는 CCFL이었다. 전방 반사기는 투명 플레이트(512)(미국 뉴저지주 파시파니 소재의 사이로 인더스트리즈(Cyro Industries)로부터의 아크릴라이트(ACRYLITE) FF 아크릴 시트), 프리즘들이 광원에 수직으로 연장되는 긴 프리즘 구조물을 갖는 휘도 향상 필름(514)(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터의 BEFII-5T)을 포함하였다. 필름(514) 위에는 (모델 번호 AL1916W이고 16:10 종횡비인 에이서(ACER) 19인치 모니터로부터의) 이득 확산기 필름(516)이 있으며, 필름(516) 위에는 긴 프리즘이 광 요소에 평행하게 연장되는 둥근 팁을 갖는 프리즘 필름(518)(쓰리엠 컴퍼니로부터의 RBEF-8M)이 있다.

[0056] 광 시준기(550)를 소모스(SOMOS) 감광성 중합체 11120(미국 일리노이주 엘진 소재의 디에스엠 테스토테크, 인크.(DSM Desotech, Inc.))로부터 형성하였고, 이어서 DESR-M 반사기를 라미네이팅시켰다. 광 시준기의 만곡은, 그 정점이 시준기(550)와 개구면(526)의 교점에 있고 그 초점이 전방 반사기(510)와 개구면(526)의 교점(528)에 있는 포물선으로서 기술될 수 있다. 따라서, 포물선의 축은 개구면(526)에 평행하다.

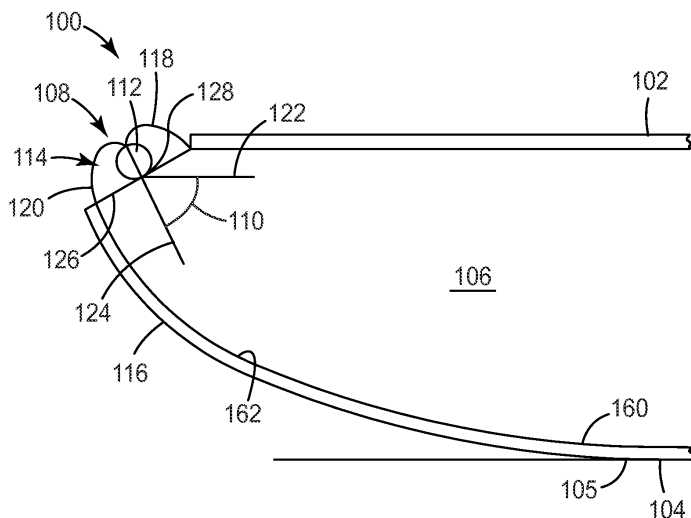
[0057] 후방 반사기(520)를 DESR-M으로부터 형성하였고, 이어서 중앙 지주(post) 상에서 팽팽하게 당겼으며, 반사성 표면(522)을 형성하도록 양면 테이프를 제위치에서 유지시켰다. 후방 반사기 및 시준기의 반사성 표면 상에는 약 45 마이크로미터의 피치 및 4 마이크로미터의 렌즈 높이를 갖는 선형 렌즈 필름(524)을 배치하였다.

[0058] 오토로닉-멜처스 코노스코프(AUTRONIC-MELCHERS CONOSCOPE)(독일 카를스루에 소재)를 사용하여 뷰잉 각도를 측정하였다. 뷰 각도를 휘도가 축방향 휘도의 50 %로 떨어지는 각도로 정의하면, 수평 뷰 각도는 $\pm 46^\circ$ 였으며 수직 뷰 각도는 $\pm 36.5^\circ$ 였다. 이들 뷰잉 각도들은 TV 및 모니터 응용에 상당히 적절하다.

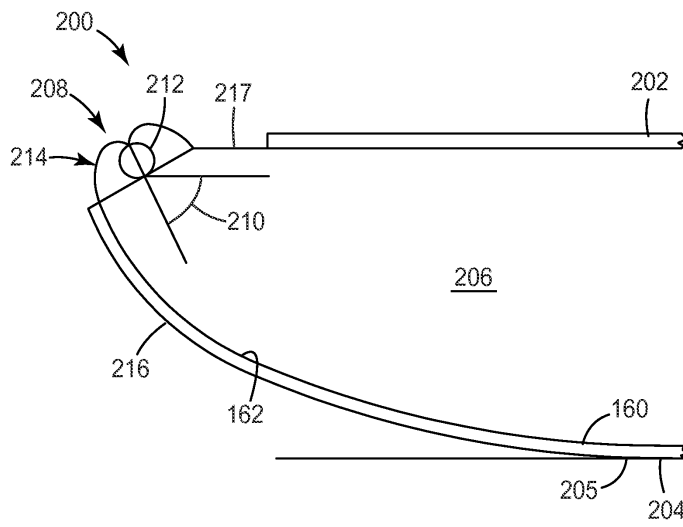
[0059] 라디언트 이미징(Radiant Imaging)(미국 위싱턴주 두발 소재)으로부터의 모델 번호 PM-1613F-1인 프로메트릭(PROMETRIC) 이미징 광도계를 사용하여 공간 균일성을 측정하였다. 디스플레이의 중앙을 통한 수직 프로파일도 6에 도시되어 있다. 측정된 프로파일은 실선으로 도시되어 있고, 요구되는 프로파일은 점선으로 도시되어 있다. 공동을 좁게 하는 것은 중앙에서의 광 추출을 증가시키는 데 효과적이었다. 측정된 데이터는 7880 cd/m²의 최대치를 가졌으며, 최대치로 나눈 최소치는 80%였다. 바람직한 프로파일은 도 6에서 점선으로 도시되어 있다. 바람직한 프로파일은 측정된 프로파일과 동일한 곡선 아래의 적분 면적을 갖는다. 이러한 바람직한 프로파일의 중앙 휘도는 7170 cd/m²이다.

도면

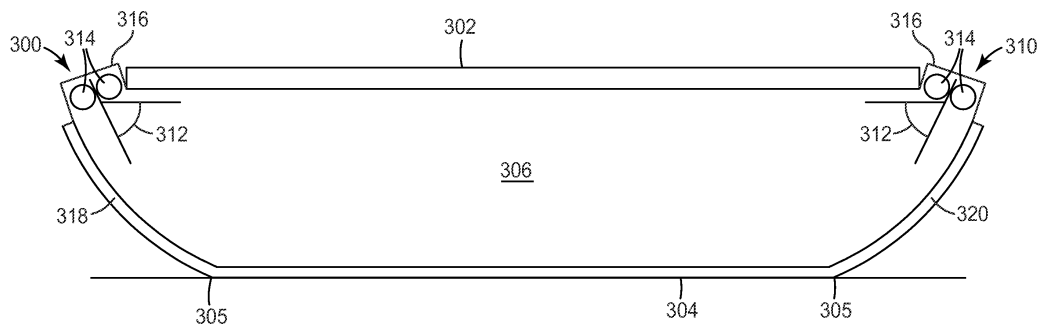
도면1



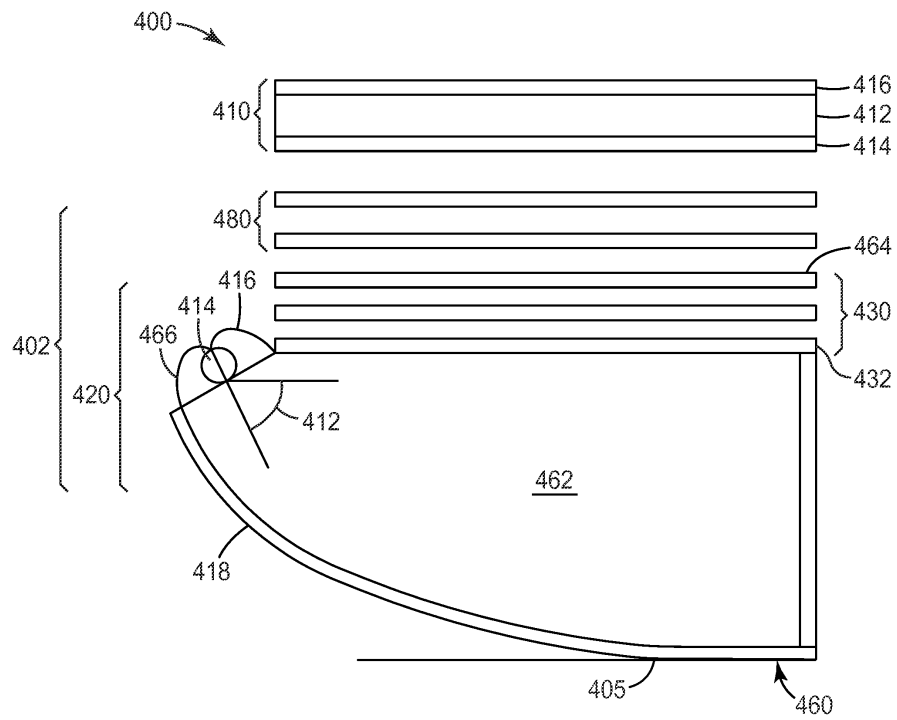
도면2



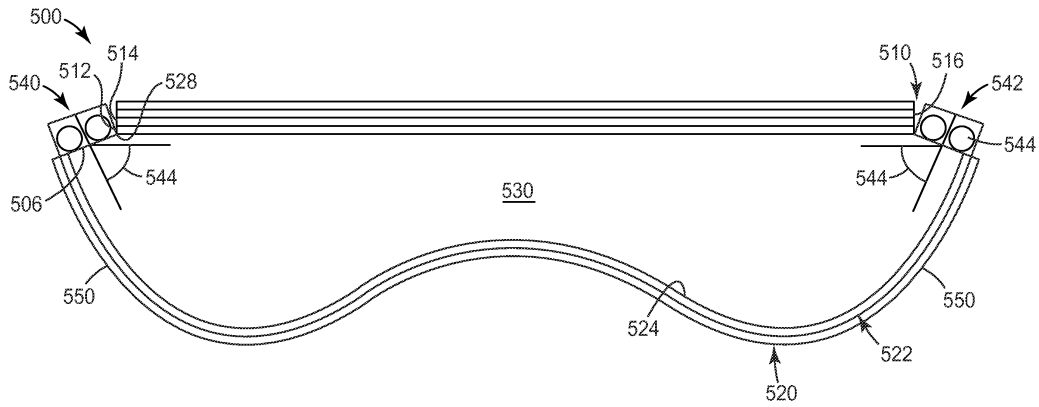
도면3



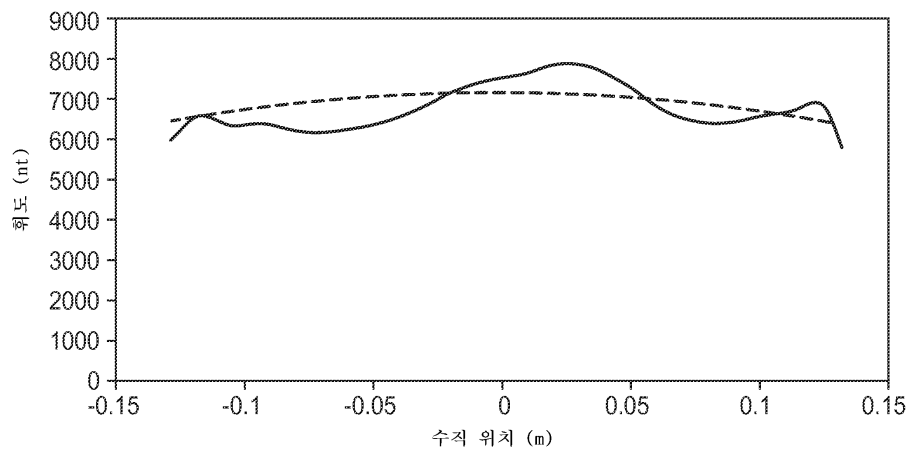
도면4



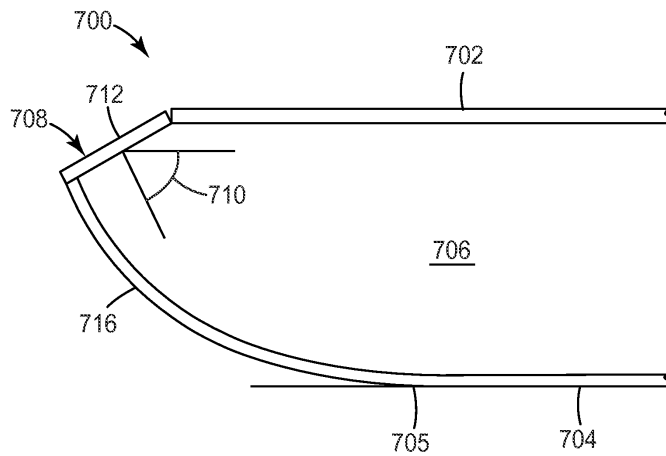
도면5



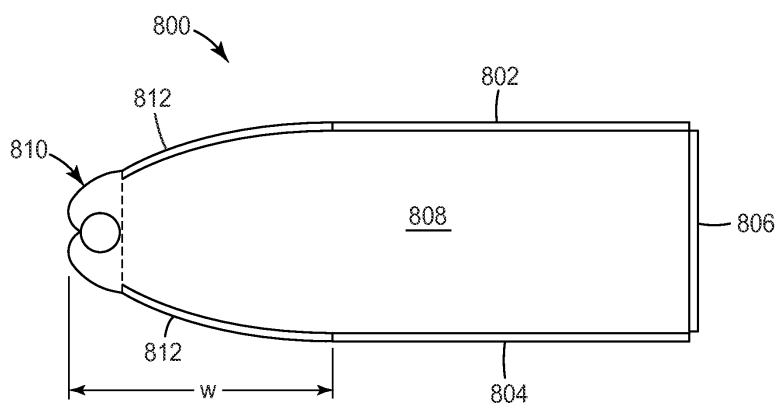
도면6



도면7



도면8



(종래 기술)