



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0026802
(43) 공개일자 2009년03월13일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.
G03B 21/56 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)
G09G 5/00 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2009-7001156
(22) 출원일자 2009년01월20일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2009년01월20일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2007/071628
국제출원일자 2007년06월20일
(87) 국제공개번호 WO 2007/149898
국제공개일자 2007년12월27일</p> <p>(30) 우선권주장
60/805,410 2006년06월21일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
스미쓰, 로날드
미국 32907 플로리다주 팜 베이 래드너 로드 2275</p> <p>(72) 발명자
스미쓰, 로날드
미국 32907 플로리다주 팜 베이 래드너 로드 2275</p> <p>(74) 대리인
양영준, 정은진, 백만기</p> |
|--|---|

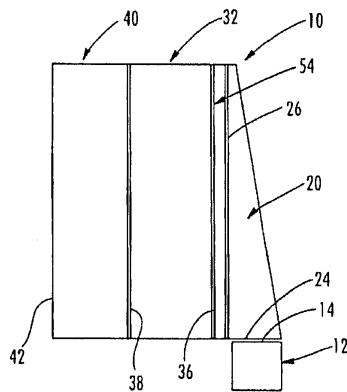
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 광학 디스플레이 시스템 및 방법

(57) 요약

광학 디스플레이 시스템은 이미지를 형성하도록 개별 왜상 화소를 제공하는 이미지 생성기를 포함하고, 각 화소는 단치수 방향으로만 공간적으로 압축된다. 광섬유 배열 확대기는 이미지 생성기로부터 연장되고, 각 개별 왜상 화소에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해진 광섬유를 포함한다. 배열 증폭기의 출력 면은 단치수 방향으로 이미지를 확대하기 위해 바이어스-컷된다. 광 재지향 구조는 배열 확대기에 광학적으로 결합된, 적층된 아치형 도파로 슬라브를 포함하고, 각 아치형 도파로 슬라브는 배열 확대기에 광학적으로 결합된다. 스크린은 광 재지향 구조와 일체로 형성되고, 스크린 상으로 입사된 주변 광의 다중 산란 및 그에 따른 다중 흡수를 제공하기 위한 톱니형 모서리를 갖는 흡광 재료 사이에 배치된, 테이퍼링된 슬라브 도파로부를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

광학 디스플레이 시스템으로서,

배열 확대기(array magnifier); 및

상기 배열 확대기의 상기 출력 면에 광학적으로 결합된 제1 단부로부터 연장되고 적층 방식으로 배치된 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소(arcuate waveguide slab element)를 가지는 광 재지향 구조(light redirecting structure)

를 포함하고,

상기 배열 확대기는 상기 배열 확대기의 입력 면으로부터 출력 면으로 연장된 복수의 왜상 광섬유 도파로(anamorphic fiber optic light guide)를 가지며, 상기 입력 면은 상기 입력 면에 복수의 개별 왜상 화소(discrete anamorphic picture element)를 제공하는 이미지 생성기(image generator)에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해지고(dimensioned), 각 화소는 단치수(short dimension) 및 장치수(long dimension)에 의해 정의되며, 복수의 상기 도파로 각각은 그것에 대응하는 단축 및 장축 방향으로 일반적으로(generally) 정렬되고, 상기 배열 확대기는 각 광섬유 도파로가 상기 단치수 방향으로 변형되도록 바이어스-컷된 출력 면(bias-cut output face)을 더 포함하여 상기 왜상 화소들 각각에 1차원 확대를 제공하며,

상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 각각은 복수의 상기 광섬유 도파로에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해지고 상기 배열 확대기에 의해 변형된 상기 이미지 생성기로부터의 이미지를 수신하도록 연장되며, 상기 광 재지향 구조는 상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소에 의해 형성된 출력 면을 더 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도파로 슬라브 요소들은 호형 횡단면(arc-like cross section)을 포함하고, 상기 도파로 슬라브 요소들은 상기 배열 확대기의 복수의 상기 도파로의 전파 축(propagation axis)들에 접선으로 교차하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 도파로 슬라브 요소들의 굴곡 반경(radius of curvature)은 상기 광 재지향 구조의 유효 폭 치수보다 크고, 상기 굴곡 반경은 상기 출력 면 방향으로 인접한 슬라브 요소들의 피치 및 상기 도파로 슬라브 요소들이 포함하는 광원뿔(light cone)에 의해 결정되는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 배열 확대기의 상기 입력 면은 상기 배열 확대기의 상기 출력 면에 일반적으로 수직인, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 배열 확대기의 상기 출력과 상기 광 재지향 구조의 상기 제1 단부 사이에 삽입된 광학-기계적 결합기(opto-mechanical coupler)를 더 포함하는 광학 디스플레이 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 배열 확대기의 상기 출력 면에 대한 상기 광 재지향 구조의 상기 제1 단부의 결합은 열 접합(thermal bonding), 경화성 중합체 접착(curable polymer adhesive) 및 광학 겔(optical gel) 중 적어도 하나를 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 배열 확대기의 상기 출력 면에 대한 상기 입력 면에서의 이미지의 배율은 상기 입력 면의 상기 단치수에 대한 상기 출력 면의 변형된 상기 단치수에 의해 결정되는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 배열 확대기의 상기 광섬유 도파로들의 코어(core) 각각의 굴절률(index of refraction) 및 상기 도파로 슬라브 요소들의 코어 각각의 굴절률은 상기 배열 확대기의 상기 출력 면들에서의 굴절률을 최소화하기에 충분할 만큼 매칭되는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 배열 확대기의 복수의 상기 광섬유 도파로 및 상기 도파로 슬라브 요소들 각각은 클래딩(cladding) 내에 수용된 코어를 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광 재지향 구조의 상기 아치형 슬라브 요소들 각각은 인접한 슬라브 요소들의 피치 및 상기 광 재지향 구조의 상기 입력 면에서의 광 분배에 의해 제어되는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 코어는 투명 중합체(clear polymer)로부터 형성되고, 상기 코어를 형성하는 재료의 굴절률은 상기 클래딩을 형성하는 재료의 굴절률보다 실질적으로 큰, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 클래딩은 내부 클래딩 층 및 외부 클래딩 층 사이에 긴 흡광 재료(light absorbing material)를 더 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 광 재지향 구조의 상기 출력 면과 광학적으로 결합된 주변 광 억제 스크린(ambient light suppression screen)을 더 포함하고,

상기 주변 광 억제 스크린은 뷰어(viewer)에게 이미지를 보이기 위한 스크린 표면을 가지며, 상기 스크린 표면은 상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 중 대응하는 아치형 도파로 슬라브 요소로부터 각각 연장된 복수의 슬라브 도파로에 의해 형성되고, 흡광 재료는 상기 스크린 표면에 근접하게 각각의 상기 슬라브 도파로들 사이에 수용되며, 상기 흡광 재료는 상기 스크린 표면 상으로 입사되는 주변 광을 상기 뷰어로부터 멀어지도록 산란시키는 적어도 하나의 톱니형 모서리부(saw tooth styled edge portion)를 가지는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 흡광 재료의 적어도 하나의 톱니형 모서리부는 상기 뷰어를 향해 외부로 연장된 제1 표면 및 상기 제1 표면에 대해 예각으로 기울어진 제2 표면을 포함하여, 입사되는 주변 광이 상기 흡광 재료의 표면들 상에서의 다중 산란을 통해 상기 흡광 재료의 복수의 표면에 의해 흡수되도록 하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 예각은 45° 인, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 적어도 하나의 톱니형 모서리부는 인접한 슬라브 도파로들 사이에 포함된 복수의 이(tooth)를 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 슬라브 도파로들의 실질적인 부분은 테이퍼링된 단부들(tapered end portions)인, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 18

제1항에 있어서,

이미지를 디스플레이하는 이미지 출력 표면을 갖는 이미지 생성기를 더 포함하고,

상기 이미지 출력 표면은 상기 장치수 및 상기 단치수에 의해 정의되고, 상기 이미지는 상기 이미지를 함께 형성하는 복수의 개별 왜상 화소에 의해 형성되며, 각 화소는 상기 이미지 출력 표면의 상기 단치수 방향으로 공간적으로 압축되고 상기 장치수 방향으로 변경되지 않은 이미지를 갖는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 이미지 생성기는 액정 디스플레이를 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 개별 화소들은 픽셀들을 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 복수의 개별 왜상 화소 각각은 복수의 개별 색 요소를 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 복수의 개별 색 요소는 적색, 녹색 및 청색 서브픽셀들을 포함하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 23

광학 디스플레이 시스템으로서,

이미지를 디스플레이하는 이미지 출력 표면을 갖는 이미지 생성기 - 상기 이미지 출력 표면은 장치수 및 단치수

에 의해 정의되고, 상기 이미지는 복수의 개별 왜상 화소에 의해 형성되며, 각 화소는, 상기 이미지 출력 표면의 단치수 방향으로 공간적으로 압축되고 상기 이미지 출력 표면의 장치수 방향으로 변경되지 않은 이미지를 가짐 -;

입력 면으로부터 출력 면으로 연장된 복수의 왜상 광섬유 도광로를 갖는 배열 확대기 - 상기 입력 면은 상기 이미지 생성기의 상기 이미지 출력 표면에 광학적으로 결합되며, 상기 배열 확대기는 각 광섬유 도광로가 상기 단치수 방향으로 변형되도록 바이어스-컷된 출력 면을 더 포함하여 상기 왜상 화소들 각각에 1차원 확대를 제공함 - ;

상기 배열 확대기의 상기 출력 면에 광학적으로 결합된 제1 단부로부터 연장되고 적층 방식으로 배치된 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소를 가지는 광 제지향 구조 - 상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 각각은 상기 복수의 광섬유 도광로에 광학적으로 결합하도록 치수가 정해지고 상기 배열 확대기에 의해 변형된 상기 이미지 생성기로부터의 이미지를 수신하도록 연장되며, 상기 광 제지향 구조는 상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소에 의해 형성된 출력 면을 더 포함함 -; 및

상기 광 제지향 구조의 상기 출력 면과 일체로 형성된 주변 광 억제 스크린 - 상기 주변 광 억제 스크린은 상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 중 대응하는 아치형 도파로 슬라브 요소로부터 각각 연장된 복수의 테이퍼링된 슬라브 도파로에 의해 형성된 스크린 표면을 가지며, 흡광 재료가 상기 스크린 표면에 근접하게 각각의 상기 테이퍼링된 슬라브 도파로들 사이에 수용되며, 상기 흡광 재료는, 다중 산란을 제공하여 상기 스크린 상으로 입사되는 주변 광의 다중 흡수를 제공하는 적어도 하나의 톱니형 모서리부를 가짐 -

을 포함하는 광학 디스플레이 시스템.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 이미지 생성기는, 장초점 프레넬 콜리메이팅 렌즈(long-focal-length Fresnel collimating lens)와 함께 사용되는 반사 편광기(reflective polarizer)를 갖는 공간적으로 통합된 색 분리형 발광 다이오드(color segregated LED)들을 포함한 상기 화소들을 제공하는 다색 액정 광 밸브(polychromatic liquid crystal light valve)를 포함하고, 상기 LED들은 상기 화소들에 원색 일루미네이션(color primary illumination)을 분배하도록 시간 다중화되는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 25

광학 디스플레이 시스템으로서,

입력 면으로부터 출력 면으로 연장된 복수의 왜상 광섬유 도광로를 갖는 배열 확대기; 및

상기 배열 확대기의 상기 출력 면에 광학적으로 결합된 제1 단부로부터 연장되고 적층 방식으로 배치된 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소를 가지는 광 제지향 구조를 포함하고,

상기 입력 면은 이미지 생성기에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해지며, 상기 배열 확대기는 각 광섬유 도광로가 상기 단치수 방향으로 변형되도록 바이어스-컷된 출력 면을 더 포함하여 상기 왜상 화소들 각각에 1차원 확대를 제공하고,

상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 각각은 상기 광섬유 도광로들 상의 적어도 하나의 선에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해지고 상기 배열 확대기에 의해 변형된 상기 이미지 생성기로부터의 이미지를 수신하도록 연장되며, 상기 광 제지향 구조는 상기 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소에 의해 형성된 출력 면을 더 포함하고, 흡광 재료는 각각의 상기 슬라브 요소들 사이에 수용되며, 상기 흡광 재료는 상기 스크린 표면 상으로 입사되는 주변 광에 대한 다중 산란 및 그에 따른 다중 흡수를 제공하는 적어도 하나의 톱니형 모서리부를 가지는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 배열 확대기의 상기 출력 면은 상기 입력 면에 대략 수직인 평면 내에 일반적으로 위치하는, 광학 디스플레이 시스템.

청구항 27

제25항에 있어서,

상기 광섬유들의 치수들 및 종횡비들은, 주어진 이미지 정확도(image acuity)에 대한 나이퀴스트 샘플링 요건(Nyquist sampling requirement)들에 따라 이미지 생성기의 원하는 광학 해상도를 고려하여 크기가 정해지는, 광학 디스플레이 시스템.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 일반적으로 광도파로(optical waveguide)에 관한 것이고, 보다 구체적으로는 대형 디스플레이 및 평판 디스플레이에 유용한 도광 이미저(light guide imager)에 관한 것이다.

배경기술

<2> 대형 성능을 갖는 디스플레이 장치는 널리 알려져 있다. 이러한 장치 기술에는 플라즈마 디스플레이 패널(PDP), 액정 디스플레이(LCD) 패널, 표면 전도 전자 방출 디스플레이(SED) 패널 및 유기 발광 다이오드(OLED) 패널이 포함된다. 종래의 직시형 음극선관(direct-view CRT)도 대형 구성에 이용될 수 있다. 또한, 뷰잉 스크린(viewing screen)의 전방 또는 후방 중 한 방향으로부터 소형 디스플레이 장치를 광학적으로 투사시켜 대형 특성을 달성할 수 있다. 일반적으로 사용되는 투사형 디스플레이 기술에는, 흔히 디지털 광 처리(DLP)이라 불리는 디지털 마이크로미러 디스플레이(DMD), 액정 투과형 광 밸브(LC transmission-type light valve), 실리콘 액정 반사형 광 밸브(LCOS reflective light valve), 음극선관(CRT) 투사 및 레이저(LASER) 투사가 포함된다.

<3> 현존하는 무수한 디스플레이 기술들에는 각각의 장단점이 있다. 예컨대, CRT, PDP 및 SED 등의 자기 발광 인광체-기반 기술(self-emissive phosphor-based technology)은 주변 광(ambient light)이 감소된 조건에서 사용되면 뛰어난 광학적 다이내믹 레인지 및 컨트라스트를 달성할 수 있지만, 중간 내지 높은 주변 광 환경에서는 인광체로부터의 주변 광의 재방사 및 반사로 인해 훨씬 만족스럽지 못하게 동작한다. 일반적으로, PDP 및 LCD 등의 종래의 패널형 기술은 복잡한 온-패널 액티브-스위칭 광전자 소자(on-panel active-switching optoelectronic element)를 특징으로 한다. 이러한 소자들 중 소수라도 부정확하게 제조되거나 고장이 나면, 대형 패널에 존재하는 상당한 양의 고가의 재료의 손실을 입게 된다는 점만으로도, 높은 폐기 비용이 발생할 수 있다. 그러나, 패널형 디스플레이는 매우 바람직한 특성인 얇고 조밀한 폼 팩터(form factor)를 제공할 수 있다. 반면, 투사식 기술은 고가의 액티브 스위칭 재료를 일반적으로 훨씬 적게 사용하지만, 많은 경우 정밀 렌즈(precision lense), 특수 집광용 옵틱(special light-gathering optic), 미러 및 스크린을 사용한다. 또한, 투사식 시스템에서는 면적이 작은 이미지 생성 소자에 부수하는 높은 광 전력 밀도가 문제된다. 신뢰성이 유지 되려면, 강건하고 때로 고가인 컴포넌트들이 요구된다. 또한, 대부분의 투사식 시스템은 얇고 콤팩트한 폼 팩터 특성을 나타내지 못한다. 대형 투사식 디스플레이 시스템은 보통 그것에 대응하는 패널형 디스플레이보다는 약간 더 싸지만, 덜 바람직한 폼 팩터로 인하여 시장에서 받아들여지는데 어려움을 겪을 수 있다.

<4> 후방 투사식 디스플레이의 두께를 줄이려는 노력은 수십 년에 걸쳐 계속되어 왔다. 이러한 노력의 대부분의 결과물은 소형 이미지 생성 소자에 대형 스크린 소자를 통합하는 어떤 형태의 광섬유(fiber optic)를 이용한 것이었다. 이러한 기술을 다룬 예시적인 특허에는 미국특허 제3,402,000호(Clawford), 미국특허 제4,209,096호(Glenn, Jr.), 미국특허 제6,031,954호(Higuchi) 및 미국특허 제6,326,939호(Smith)가 포함된다. 이러한 장치들은 본래 원통형인 도광로의 다발을 조작하여 확대 효과를 얻는 다양한 방안을 이용한다. 미국특허 제5,381,520호, 제5,625,736호, 제5,668,907호, 제6,002,826호 및 제6,301,417호에 예시된 바와 같이, Veligdan 등의 발명자들은 박형 디스플레이 구성에서의 슬라브형 광도파로(slab-type light waveguide)의 사용에 상당한 노력을 기울였다. 그러나, 미국특허 제6,719,430호 및 제6,715,866호(Cotton 외), 그리고 미국특허 제6,328,448호 및 제6,012,816호(Beiser)에 의해 뒷받침되는 바와 같이, 이러한 기술은 오직 하나의 방향 축을 따르도록 빛을 제한하기 때문에, 출력 스크린 면에서의 초점 및 기하학적 무결성을 유지하기 위해 보조적인 광학 기술이 통상 요구된다.

<5> 광섬유 투사식 디스플레이 시스템은 아직 주목할만한 상업적 성공을 거두지 못했다. 이렇게 성공을 거두지 못한데에 영향을 미쳤을 가능성이 있는 요소들은, 저비용 대량 생산 기술에 바람직하게 접목되지 못한 광학 아키텍처, 일부 섬유 구성의 낮은 광학 필-팩터(optical fill-factor)로 인한 불충분한 광 전달, 입력 개구에서의

높은 광 전력 밀도, 고가의 보조 일루미네이션 및 이미징 옵틱(imaging optic), 그리고 이러한 아키텍처들 중 일부와 연관된 내부 이미지 품질 및 컨트라스트 등의 인자들이다.

발명의 상세한 설명

- <6> 본 발명은 미리 변형된 광학 입력(pre-distorted optical input)에 대한 1차원 확대의 컴팩트한 제공 및 도광 이미징에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시에는, 배열 확대기(array magnifier)의 입력 면으로부터 출력 면으로 연장된 복수의 왜상 광섬유 도광로(anamorphic fiber optic light guide)를 구비하는 배열 확대기를 포함하는 광학 디스플레이 시스템을 포함할 수 있다. 입력 면은 그 입력 면에 복수의 개별 왜상 화소(discrete anamorphic picture element)를 제공하는 이미지 생성기에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해질(dimensioned) 수 있고, 각 화소는 단치수(short dimension) 및 장치수(long dimension)에 의해 정의되며, 복수의 도광로 각각은 대응하는 단축 및 장축 방향으로 전체적으로 정렬된다. 배열 확대기는, 각 광섬유 도광로가 단치수 방향으로 변형되어 왜상 화소들 각각에 1차원 확대를 제공하도록 바이어스-컷된 출력 면(bias-cut output face)을 더 포함한다. 광 재지향 구조(light redirecting structure)는, 배열 확대기의 출력 면에 광학적으로 결합된 제1 단부로부터 연장되고 적층 방식으로 배치된 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소(arcuate waveguide slab element)를 가지고, 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 각각은 배열 확대기에 의해 변형된 이미지 생성기로부터의 이미지를 수신하도록 연장된다. 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소 각각은 복수의 광섬유 도광로에 광학적으로 결합되도록 치수가 정해질 수 있다. 광 재지향 구조는 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소에 의해 형성된 출력 면을 더 포함할 수 있다.
- <7> 본 발명의 다른 실시에는, 예로서, 왜상 입력 이미지 생성기(anamorphic input image generator)를 가지는 이미지, 바이어스 컷을 포함하는 고-중형비 광섬유 배열, 광학 지수 매칭 수단, 광 재지향 수단, 그리고 광 분배 및 주변 광 억제(ambient light suppression)을 위한 스크린 요소를 포함할 수 있다. 광 재지향 수단 및 스크린 요소는 단일 구조로 통합될 수 있다.
- <8> 예로서, 입력 구성은 정사각형은 아닌 직사각형 출력 포맷을 포함할 수 있다. 제1 입력이 긴 광섬유 배열 면을 따라 배치될 수 있고, 또는 제2 입력이 짧은 광섬유 배열 면을 따라 배치될 수 있다. 광섬유의 치수 및 중형비는, 주어진 이미지 정확도(image acuity)에 대한 나이퀴스트 샘플링 요건(Nyquist sampling requirement)에 따라 이미지 생성기의 광학적 해상도를 고려하여 크기가 정해질 수 있다. 직사각형, 타원형 및 유사한 형상의 고-중형비 도광로는 거의 축 대칭인 형상에 비해 향상된 필 팩터를 제공한다.
- <9> 인터스티셜 흡수용 광학 클래딩 구조(interstitial absorbing optical cladding structure)가, 픽셀-간 크로스토크(pixel-to-pixel crosstalk)를 감소시키고 전체적인 출력 이미지 컨트라스트를 향상시키기 위해 광섬유 내에 채용될 수 있다. 광 섬유의 입력 면 상으로 입사되는 광은 출력 스크린 인터페이스에서의 광학적 전달을 최적화하기 위해 편향될 수 있고, 광섬유 내의 광학적 흡수를 감소시키고 입력 이미지 생성기로서 사용되는 광 밸브(light valve)의 컨트라스트 성능을 향상시키기 위해 세미-콜리메이션(semi-collimation)될 수 있다.
- <10> 확대는 출력-면 대 입력-면의 치수 비율에 의해 제어될 수 있다. 예로서, 1차원 배열은 대략 10배 내지 25배의 범위일 수 있다. 광학 겔(optical gel) 등의 지수-매칭 수단, 또는 기능적으로 유사한 재료나 공정을 이용하여 광 재지향 구조가 바이어스 컷된 광섬유 배열의 출력 면에 결합될 수 있고, 스크린 구조와 통합될 수 있다.
- <11> 일 스크린 구조는 필-팩터가 낮은 발광 개구(light emission aperture)와 다중-반사 광포획자(multiple-reflection light trap)를 결합시켜 높은 주변 광 억제를 달성한다. 스크린 시야각(screen viewing angle)은, 광섬유 배열의 출력 면과 광 재지향기 면 사이의 결합 인터페이스 및/또는 출력 개구의 표면에서의 분산 구조, 일루미네이션 옵틱의 광원뿔(light cone) 및 스크린 개구 코어 내에서의 광섬유의 수치 개구(numerical aperture)에 의해 제어될 수 있다. 도광 이미지를 포함하는 본 발명의 실시예들은 몇몇 평판 디스플레이 일루미네이션 아키텍처와 함께 사용하기에 적합하고 매우 컴팩트한 두께의 폼 팩터와 높은 주변 광 억제를 제공한다.
- <12> 본 발명의 실시예들은, 왜상 섬유를 갖는 단축 광섬유 확대기(single-axis fiber optic magnifier)와 함께 사용되는 이미지 생성기 및 왜상 화소를 제공한다. 왜상 섬유는 원형 섬유에 비해 필-팩터를 향상시킬 수 있고, 또한 제조 공정(일반적으로 사출)을 단순화시킬 수 있다. "스윗 스팟(sweet spot)" 관계에서의 향상은 왜상 픽셀의 크기, 섬유 크기, 섬유 썸기 배율(fiber wedge magnification), 광 재지향 반경 등 사이에서 향상된다. 주어진 배열에 대해, 정사각형이 아닌 중형비를 갖는 디스플레이에 대해 바람직한 축 방향의 일루미네이션의 이점이 제공된다. 바람직한 축은 섬유에서의 보다 낮은 광 감쇠(light attenuation), 보다 얇은 디스플레이 구조

및 보다 낮은 구조 무게로 이어진다. 섬유 확대기의 입력 면의 콜리메이션 또는 세미-콜리메이션된 일루미네이션이 섬유 내의 다중 내부면 반사로부터의 감쇠를 감소시키기 위해 제공된다. 또한 섬유의 보다 큰 횡단면 크기는 섬유 내의 반사 회수를 감소시켜, 그에 따라 감쇠를 감소시키는데 도움이 된다.

<13> 본 발명의 실시예들은, 예컨대 액정 디스플레이 패널 등의 경우에, 이미지 생성기에 요구되는 유효 면적(active area)을 극적으로 감소시키는 바람직하고 매우 얇은 폼 팩터를 갖는 후방 투사식 이미징 구조(rear projection imaging structure)를 제공한다. 반사 방지 코팅(anti-reflection coating) 없이도 높은 주변 광 억제가 제공된다. 나아가, 광학적 미세구조(optical microstructure)를 사용함으로써 렌즈 및 미러 등의 종래의 후방 투사식 컴포넌트가 제거된다. 오정렬(misalignment) 및 먼지나 분진 침투에 저항력이 있는, 강건하고 절연된 광학적 경로가 제공되는 동시에, 다수의 일루미네이션 기술과 호환될 수 있는 바람직한 저비용 후방 투사식 이미징 모듈이 제공된다. 본 발명의 실시예들은 또한, 예로서 낮은 광학적 감쇠를 갖는 섬유 도광로, 그리고 높은 섬유 필-팩터와 소수의 섬유 도광로를 갖는 1차원 섬유 확대기를 제공할 수 있다.

실시예

<33> 본 발명의 실시예들을 도시하고 기술한 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 보다 상세하게 기술될 것이다. 본 발명은 다양한 상이한 형태로 구체화될 수 있고, 본 명세서에 상술된 예시적인 실시예들로 한정되는 것으로 간주될 수 없음을 이해하여야 한다. 오히려, 이러한 실시예들은 본 개시 내용을 철저하고 완전하게 하여 당업자들에게 본 발명의 사상을 전달하기 위해 제공된다.

<34> 먼저 도 1을 참조하여, 본 발명에 대한 개시 내용에 따른 일 광학 디스플레이 시스템(10)이, 예컨대 이미지를 디스플레이하기 위한 이미지 출력 면(14)을 갖는 이미지 생성기(12)를 구비하는 것으로 설명된다. 도 2 및 3a를 참조하면 알 수 있는 바와 같이, 이미지 출력 면(14)은 장치수(16) 및 단치수(18)에 의해 정의되는데, 이미지를 함께 형성하는 복수의 개별 왜상 화소(20)에 의해 이미지가 형성되고, 각 화소는 이미지 출력 표면(14)의 단치수(18) 방향으로 공간적으로 압축되고 장치수(16) 방향으로 변경되지 않은 이미지를 갖는다. 다시 도 1 및 2, 그리고 도 4a를 참조하면, 배열 확대기(20)는 입력 면(24)으로부터 출력 면(26)으로 연장된 복수의 왜상 광 섬유 도광로(22)를 포함한다. 입력 면(24)은 복수의 개별 왜상 화소(30)를 제공하는 이미지 생성기(12)의 이미지 출력 표면(14)에 광학적으로 결합된다. 각 화소(30)는 단치수(18)과 장치수(16)에 의해 정의되는데, 복수의 도광로(22)는 일반적으로 길게 치수가 정해진 면에 대응하는 축 방향으로 정렬된다. 배열 확대기(20)는 각 광 섬유 도광로가 단치수 방향으로 변형되어 출력 면(26)을 형성하도록 바이어스 컷된 광 섬유 도광로(20) 각각을 더 포함하여 출력 면으로부터 전달되는 왜형 화소(30)에 대한 1차원 확대를 제공한다.

<35> 계속해서 도 1 및 2를 참조하면, 적층 구조로 배열되고 배열 확대기(20)의 출력 면(26)에 광학적으로 결합된 제 1 단부(36)로부터 연장되는 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소(34)로부터 광 제지향 구조(32)가 형성되는데, 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소(34) 각각은 광 섬유 도광로(22) 상의 적어도 하나의 선과 광학적으로 결합되도록 치수가 정해지고 배열 확대기로부터 이미지를 수신하도록 연장된다. 광 제지향 구조(32)는 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소(34)에 의해 형성되는 출력 면(38)으로서 제2 단부를 더 포함한다. 본 명세서에 기술되는 실시예의 경우, 출력 면(38)은 일반적으로 이미지 생성기(12)의 이미지 출력 표면(14)에 거의 수직인 평면 내에 있다.

<36> 도 1을 다시 참조하면, 도 6을 참조하여 예로서 본 명세서에 설명되는 실시예의 경우, 주변 광 억제 스크린(40)이 광 제지향 구조(32)의 출력 면(38)과 일체로 형성된다. 주변 광 억제 스크린(40)은 뷰어(44)에게 이미지를 보여 주는 스크린 뷰잉 표면(42)을 포함하는데, 복수의 아치형 도파로 슬라브 요소(34) 중 대응하는 요소로부터 각각 연장된 복수의 테이퍼링된 슬라브 도파로부(46)에 의해 스크린 표면이 형성된다. 또한, 흡광 재료(48)가 스크린 표면(42)에 근접하게 테이퍼링된 슬라브 도파로부들(46) 각각의 사이에 배치된다. 흡광 재료(48)는 스크린 표면(42) 상으로 입사된 주변 광(52)을 반사하고 흡수하는 적어도 하나의 톱니형 모서리부(50)를 포함한다.

<37> 도 2 및 도 7b를 참조한 계속되는 예로서, 이미지 생성기(12)는 왜상인데, 도 7a에 도시된 포맷에 비하여, 단치수(18) 방향의 이미지 정보는 극적으로 축소되어 있지만, 장치수 방향의 이미지 정보는 최종적으로 원하는 이미지 포맷에서 변경되지 않는다. 일반적으로, 이미지 생성기(12)는 이미 설명되고 통상 픽셀이라 불리는 개별 화소들(30)을 갖는 장치이다. 한 축 방향의 이미지 정보가 공간적으로 압축되기 때문에, 각 픽셀은 높은 종횡비를 가지고, 또한 왜상이라 불릴 수 있으며, 단치수(18p) 및 장치수(16p)를 갖는 것으로 정의될 수 있다. 액정 디스플레이(LCD) 패널은 이미지 생성기(12)로서 유용하게 적용될 수 있는 기술의 일례이다. 왜상 이미지 생성기(12)는 바이어스-컷된 광 섬유 배열을 포함하는 배열 확대기(20)의 입력 면(24)에 광학적 및 기계적으로 결합

된다.

- <38> 이상 설명한 바와 같이, 바이어스-컷된 광섬유 배열 확대기(20)는 도광로(22)로서 광섬유를 포함한다. 본 명세서에 설명되는 실시예의 경우, 도광로(22)가 출력 면(26)과 예각으로 교차하여 1차원 광섬유 확대기(20)를 형성한다. 다시 참조하는 도 1 및 2에 도시된 바와 같이, 주변 광 억제 스크린(40)에 광학적·기계적으로 결합되는 광 제지향 구조(32)와 출력 면(26)을 광학적·기계적으로 결합하는데 광학-기계적 결합(54)이 사용된다. 광 제지향 구조(32) 및 스크린(40)은 개별체로 제조될 수 있지만, 다시 참조하는 도 2 및 6에 도시된 바와 같이, 일 실시예는 일체형 구조(56)로서 제조된 광 제지향 구조(32) 및 스크린(40)을 포함한다.
- <39> 도 7a 및 7b를 다시 참조하면, 정사각형으로부터 비-정사각형으로의 예가 편의상 개략적으로 도시되어 있는데, $a \times b$ 의 치수를 갖는 정사각형 픽셀(30b)이 b 치수 방향으로 재형성되어 왜상 픽셀(30)이 된다. 본 도에는 직사각형 형상이 도시되어 있지만, 당업자라면 도 7c에 도시된 바와 같은 타원형 픽셀(31)이 또한 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 당업자는 어떤 왜상 형상의 다른 왜상 형상으로의 변형을 포함하여, 기타 왜상 형상이 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 텔레비전 송신시 일반적으로 이용되는 비-정사각형 출력 포맷의 이미지의 경우, 도 2a 및 2b에 도시된 바와 같이, 바이어스-컷된 광섬유 도광 이미저에 대해, 보다 긴 입력 면(24A) 또는 보다 짧은 입력 면(24B) 중 어느 하나의 방향으로 이미지가 도입되는 2가지 기본 구성이 현재 존재한다. 도 2a의 보다 긴 입력 면 구성이 도 2b의 보다 짧은 입력 면 구성에 비해 선호될 수 있다.
- <40> 도 3a 및 4a를 다시 참조하고 도 3b 및 4b를 참조하면, 예시적인 이미지 생성기 포맷과 적절한 광섬유 샘플링 구조 사이의 관계가 예로서 도시되어 있다. 도 3b는 폴 픽셀(30)을 형성하는 통상 적(30R), 녹(30G) 및 청(30B)인 원색 서브픽셀을 갖는 "픽셀화된" 이미지 생성기(12a)의 일 포맷을 도시한다. 픽셀(30)은 픽셀(30)을 명백하게 왜상으로 만드는 뚜렷한 중형비를 가짐을 주목하라. 도 4a 및 4b는 왜상 이미지 생성기의 출력 면(24, 24A)을 샘플링하는데 적절하도록 크기 및 간격이 정해진 개별의 왜상 섬유 도광로(22)를 갖는 섬유 도광로 배열 확대기의 입력 면(24, 24A)을 도시한다.
- <41> 상기 설명된 바와 같이, 도 3a는 서브픽셀을 갖지 않는 예시적인 픽셀(30)을 갖는 이미지 생성기 표면(14)을 도시하는데, 이는 시간 다중화 컬러 일루미네이션 방안(time-multiplexed color illumination scheme)에 적합할 수 있다. 도 4a의 섬유 도광로 확대기의 입력 면(24)은 이미지 생성기(12)의 보다 큰 픽셀을 샘플링하는데 적합한 보다 큰 개별 섬유를 포함한다.
- <42> 주어진 섬유 도광로의 단면의 각 축 방향의 피치는 나이퀴스트 정리로 알려진 샘플링 법칙을 따른다. 위 법칙에 따르면 이미지 생성기의 픽셀 매트릭스 내의 각 요소에 대하여 섬유 매트릭스(fiber matrix) 내에 적어도 하나의 샘플링 요소가 존재하여야 하지만, 매트릭스들이 양호하게 정렬되어 있지 않으면 이미지 결합이 발생할 수 있다. 따라서, 대부분의 실제 시스템에는 보다 조밀한 섬유 샘플링 매트릭스가 요구된다. 예로서, 도 4a 및 4b에 도시된 샘플링 매트릭스들은 이미지 생성기(12, 12A)의 각 픽셀 구조에 대해 각각의 횡단면 축 방향으로 대략 2개의 섬유 도광로 샘플을 제공한다.
- <43> 배열 확대기(20) 및 광 제지향 구조(32)에 관하여, 개개의 왜상 섬유(22)의 부분적인 절단 횡단면도를 도시하는 도 8을 참조한다. 본 명세서에 예로서 설명된 실시예의 경우, 섬유 코어(76)는 투명 중합체(clear polymer) 등의 고 굴절률의 재료로 형성된다. 클래딩(60)은 보다 낮은 굴절률의 재료로 형성된다. 클래딩(60) 상에서 입사되는 광선을 감쇠시키기 위해, 얇은 흡광 구조(62)가 클래딩(60) 내에, 즉 클래딩부(60A)와 클래딩부(60B) 사이에 내장될 수 있다. 흑색으로 채워진(black-filled) 얇은 구조의 중합체(62)는 섬유 간 크로스토크(fiber-to-fiber crosstalk)를 최소화하고 전체적인 컨트라스트를 향상시킨다.
- <44> 도 9a 및 9b는 본 명세서에 설명된 바이어스-컷된 광섬유 배열의 1차원 확대율을 확립하기 위한 섬유 어레이의 입력 면(24)과 출력 면(26) 사이의 선택적인 관계를 도시한다. 예로서, 도 9a는, 입력 면(24)의 수평 또는 길이 치수(66)에 대한 출력 면(26)의 수직 치수(64)의 비율로 주어지는 확대율을 갖고, 출력 면(26)에 명목상 수직인 입력 면(24)을 도시한다. 도 9b는, 유사하게 입력 면 치수(24a)에 대한 출력 면(26)의 수직 치수(64)의 비율에 의해 주어지는 확대율을 갖고, 광섬유 배열 확대기(20)의 섬유(22)의 광 전파 축(68)에 명목상 수직인 또 다른 입력 면(24a)을 도시한다. 도 9a 및 9b의 도시는 입출력 면의 가능한 연속체 구성의 단지 일부일 뿐이지만, 입력 면 치수에 대한 출력 면 치수의 비율로 정의되는 확대율을 나타낸다.
- <45> 도 5를 다시 참조하면, 배열 확대기의 출력 면(26)을 광 제지향 구조에 광학적 및 기계적으로 결합시키는 광 제지향 구조(LRS; 32) 및 배열 확대기(20)의 부분적인 절단 횡단면도가 도시된다. 예컨대, 결합기(54)는 열 접합(thermal bonding), 경화성 중합체 접착(curable polymer adhesive) 또는 광학 겔(optical gel)을 포함할 수

있다. 한편, 배열 확대기 코어, 즉 도광로(22)의 굴절률과, LRS 코어, 즉 도파로 슬라브 요소(34)의 굴절률은 면(26)에서의 굴절을 방지하기 위해 근접하게 매칭된다. LRS(32)는, 그 명칭이 암시하는 바처럼, 예시적인 입사광(70)이 LRS(32)의 출력 면(38)을 교차할 때까지 그것을 곡선 경로(72)를 따라 재지향시키도록 동작한다. 이미 언급된 바와 같이, LRS(32)는 곡선 슬라브형 도파로 요소(34)를 포함한다. 도파로 요소(34) 내에서 전파되는 광(74)은 도 5의 도시 평면의 안팎으로는 구속되지 않으나, 횡단면도의 평면 내에서는 구속된다. 나아가, 광섬유 배열 확대기(20)의 도광로(22)는 완전한 구속력을 갖는다.

<46> 도 8을 다시 참조하면, 예로서, 클래딩(60) 및 코어(76)가 LRS(32)의 도파로를 형성하는데, 클래딩(60) 및 코어(76)는 일반적으로 배열 확대기(20)에 사용된 섬유와 동일한 재료를 사용하여 제조된다. LRS(32)의 경우, 도파로 요소(34)의 피치(78)가 광섬유 배열 확대기의 출력 면(26)에서의 수직의 확대된 이미지 데이터의 공간적인 샘플링을 제어한다. 클래딩(60) 구조의 굴곡 반경(80)은 LRS(32)의 두께보다 약간 크다. 굴곡 반경(80)은, 피치(78), 클래딩(60) 및 코어(76)의 굴절률, 그리고 제한된 광의 원하는 각도 범위를 포함하는 파라미터를 이용하여 결정된다. LRS(32) 구조 내의 도파로 클래딩(60) 반경(80)의 패턴은 굴곡(82)의 중심을 출력 면(38) 방향으로 원하는 피치(78) 만큼씩 증가하도록 재배치함으로써 형성된다. 출력 면(38)은, 발생된 광을 분산시키고 뷰어(44)로의 주변 광 반사를 억제하도록, 도 6을 참조하여 이미 설명된 바와 같이, 마이크로패터닝 및 반사 방지 코팅을 포함하는 다양한 방식으로 처리된다.

<47> 도 1 및 6을 참조하여 이미 설명된 스크린(40)을 LRS(32)와 통합시킴으로써, 향상된 주변 광 억제를 갖는 확대기(20) 및 LRS(32)를 포함하는 도광로 구조를 구비하는 시스템(10)이 달성된다. 도 6 및 6a를 계속하여 참조하면, LRS(32)의 클래딩(60) 및 코어(76)는 테이퍼링된 슬라브 도파로부(46)로 이어지고, 흡광 재료(48)와의 결합을 통해 주변-광-억제 스크린(40)을 형성한다. 테이퍼링된 코어(76) 및 흡광 재료(48)의 굴절률은 LRS(32)의 대응하는 요소와 일반적으로 동일하다. 테이퍼링된 슬라브 도파로부(46)의 스크린 뷰잉 면(42)의 전면부(84)는 예로서 본 명세서에 도시된 것처럼 평평할 수도 있고, 굴곡될 수도 있으며, 발생된 광의 분배 및 주변 광의 반사를 제어하도록 미세 구조화(microstructured)될 수도 있다. 출력 면(84)은 흡광 재료(48)의 틈니형 모서리부(50)의 틈니형 출력 면(86)에 대하여 병렬 배치된다(juxtaposed). 도 6a를 참조하면, 뷰어(44)를 향해 외부로 연장된 제1 면(90)과 제1 면에 대해 예각(88)으로 기울어진 제2 면(92) 사이에 45도와 대략 동일한 내부 예각(88)이 형성되어, 주변 광이 다중 산란을 통해 흡수 재료(48)의 복수의 면(90, 92)에 의해 흡수되도록 한다. 도 6 및 6a를 계속해서 참조하면, 예시적인 주변 광 경로(94, 96, 52A, 52B)가 뷰어(44) 근처에서 생겨난 광 다중 반사 및 흡수에 의해 효과적으로 감소되거나, 뷰어로부터 멀어지도록 재지향되거나, 위 감소 및 재지향이 동시에 일어날 수 있다.

<48> 동작 중에, 도 1 및 2를 다시 참조하면, 도광 이미지 시스템(10)은 의도적으로 일 치수(18) 방향으로 축소된 광 입력을 컴팩트하게 확대하고 디스플레이한다. 축소된 치수는 바이어스-컷된 광섬유 배열 확대기(20)의 단축 확대 특성에 의해 원래의 원하는 크기로 복구된다. 액정 디스플레이 패널 등의 이미지 생성기(12)는 이러한 기술을 이용하여 10배 이상으로 면적을 축소할 수 있으므로, 그에 대응하여 비용이 상당히 절감된다. 또한, 이러한 광섬유 후방 투사 기술은 렌즈 및 미러 등의 종래의 광학 컴포넌트를 제거하여 투사 구조의 두께를 크게 줄일 수 있다. 광 재지향 구조(32)는 광선(70)의 방향을 전환하여 광선이 보다 용이하게 관찰될 수 있도록 하고, 스크린(40)은 주변 광 반사를 감소시키고 방사된 이미지의 시야각을 제어하는 것을 돕는다.

<49> 다른 예로서, 대략 1미터 내지 2미터에 대략 2센티미터 내지 8센티미터의 입력 면(24)을 갖는 명목상 직사각형인 광섬유 배열이, 섬유 배열의 입력 면과 유사한 전체 치수를 갖는 액정 디스플레이(LCD) 등의 왜상 이미지 생성기(12)에 광학적으로 결합된다. 왜상 LCD 이미지 생성기(12)는, 정사각형 화소를 갖는 패널의 외부 치수를 일 축 방향으로 그 축 방향의 화소 수를 동일하게 유지하면서 본질적으로 축소시킴으로써 형성될 수 있다. 그러면, 도 3a 및 3에 도시된 바와 같이, 통상 픽셀로 알려진 개별 화소가 고 중횡비의 직사각형 구조로서 제공된다. 필-팩터(fill-factor) 및 제조를 고려할 때, 직사각형의 섬유 구조는 1에 가까운 중횡비를 갖는 구조에 비해 바람직하다. 원하는 바에 따라, 개별 배열 섬유(22)는 직사각형, 타원형, 또는 유사한 형상의 고 중횡비의 횡단면을 가질 수 있고, 각각의 축 방향으로 왜상 이미지 생성기(10)의 픽셀 피치의 대략 1/3 내지 2/3의 피치를 가질 수 있다. 대략 1/3 내지 2/3의 피치 비율은, 나이퀴스트의 샘플링 이론에 따라 원본 이미지 데이터의 품질 재현이 담보됨을 보증하며, 또한 앨리어싱(aliasing)으로 알려진 이미지 결함을 억제한다. 배열의 단치수 방향의 섬유 피치는 장치수 방향의 피치에 비해, 이미지 생성기 구조 및 원하는 시스템 배율에 따라 대략 4배 내지 30배의 비율로 훨씬 작다.

<50> 배열 확대기(20)를 참조하여 이미 설명한 바와 같이, 또한 도 5a를 참조하여 이하 설명하는 바와 같이, 출력 면(26)은 입력 면(26)의 장축과 평행하게 시작되어 배열 확대기(20)의 광섬유 도광로의 광 전파 축(68)에 대해 예

각(100)으로 진행되는 직선 바이어스 컷(98)에 의해 형성된다. 각(100)이 더 작아질수록, 이미지의 확대율은 증가된다. 논의된 바와 같이, 입력 면 치수에 대한 바이어스 컷된 출력 면 치수의 비율은 확대율을 결정한다. 출력 면과 입사광 사이에 형성된 각은 예각이므로, 출력 면이 광섬유 코어의 광학 지수(optical index)와 상당히 상이한 광 굴절률을 갖는 매체와 마주하는 경우, 내부 전반사(total internal reflection)를 통해 대부분의 입사 광을 섬유 배열 구조 내에 포획될 수 있다. 따라서, 광섬유의 코어의 광학적인 지수를 매칭하여 바이어스 컷된 면에서의 내부 반사를 극복하는 것을 보조할 필요가 있다. 또한, 발생하는 광선(70)은 배열 확대기(20)의 바이어스 컷된 면(26)의 표면에 일반적으로 수직인 방향으로 전파되도록 재지향되는 것이 바람직하다.

<51> 도 5a를 계속해서 참조하면, 이미 설명한 바와 같이, LRS(32)는 윤곽이 뚜렷한(well-defined) 호형(arc-like)의 단면을 갖는 슬라브형 도광로의 배열일 수 있다. 각 슬라브 요소(34)의 호(102)의 각도 범위는 시스템 배열에 의해 제어되지만, 본 명세서에 예로서 설명된 일 실시예의 경우 90도보다 약간 작을 수 있다. 그 결과, LRS(32)의 폭(104)의 치수는 특정 구조(32)를 위한 굴곡 반경(80)의 치수보다 작을 것이다. 이상 설명한 바와 같이, 호(102)의 굴곡 반경(80)은 면(38) 방향의 피치(78) 뿐만 아니라 곡선 도광로(+32)에 포함되는 광원뿔에 의해 결정된다. LRS(32)의 폭(104)과 굴곡 반경(80) 사이의 하나의 관계는 "LRS의 폭 = 굴곡 반경 X (1 - 시스템 배열²)의 제곱근"과 같이 표현될 수 있다. 또한, 면(38)에서 시작되고 배열 확대기(20)의 바이어스 컷된 면(26)과 최적으로 인터페이스하는 호(102)의 각도 범위는, 각도 단위로 "각도 범위 = 90 - 코사인값이 (1 - 시스템 배열²)의 제곱근인 각도"와 같이 표현될 수 있다. 나아가, 도광로 슬라브 요소(34)는, 호(102)가 (부호 106으로 표시된 것처럼) 광 전파 축(68)과 접선으로 교차하거나 그 축과 평행한 평면 내에 있도록 배치될 수 있다. 다른 예로서, 배열 확대기(20)의 배열이 10X인 경우, 광 재지향 구조(32)를 배열 확대기(20)에 최적으로 결합시키기 위한 (각도 상) 전체 호의 각 길이(102)는, 코사인이 (10 - 0.01)의 제곱근인 각도만큼 90도보다 작거나, 호 길이(102)에 대해 각 세타(θ) = $90 - 5.74 = 84.26$ 도일 수 있다. 이는 이미지 생성기 표면이 도광로 축과 수직인 시스템의 경우의 예이지만, 다른 입력 구성에 대해서도 유사한 관계가 도출될 수 있다.

<52> 반경을 정하는 하나의 방법은 존 와일리 앤 선즈(John Wiley & Sons)에서 1980년 출판한 응용 광학(Applied Optics) 2권 191면(레오 레비(Leo Levi) 저)에서 찾을 수 있으며, 상기 문헌의 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 포함된다. 예로서, 도광로 클래딩 호의 피치(78)는 섬유 배열 면(26)의 확대된 축 방향의 섬유 피치의 대략 $\frac{1}{3}$ 내지 $\frac{2}{3}$ 일 수 있다. 대략 100 마이크로미터의 피치를 갖고 폴리스틸렌 및 아크릴로 구성된 도광로의 경우, F/3의 광원뿔을 지원하도록, 굴곡 반경이 명목상 2 내지 4 미터일 수 있다.

<53> 도 6 및 6a를 참조하여 이미 설명된 스크린(40)을 다시 참조하면, 스크린 상에 입사된 주변 광의 대부분이 뷰어/관찰자에게 되돌아가기 전에 세 번의 반사를 겪거나 일부 경우에는 관찰자에게 거의 수직인 방향으로 반사되어, 무한에 가까운 주변 광 싱크를 구성하도록 톱니형 모서리부(50)의 방향이 설정될 수 있다. 광 포획 구조의 내부로 전파되는 주변 광은 흡광 재료(48)에 의해 흡수되고, 더 이상 이미지 콘트라스트를 열화시킬 수 없게 된다. 각 반사가 평균하여 아크릴로부터의 반사의 경우 합당한 값인 대략 6 퍼센트인 경우, 세 번의 반사 후 총 반사율은 대략 0.02%일 것이다. 이 값은 변형되지 않은 출력 면인 경우의 값인 5%보다 대략 250배 더 양호하고, 반사 방지 코팅된 표면의 경우의 통상적인 값이 대략 0.5%보다 대략 25배 더 양호하다. 이상의 값들은 출력 개구로부터의 반사를 포함하지 않은 것이지만, 광 포획 기술의 효율성에 대한 예시적인 추정을 제공한다. 이미 설명한 바와 같이 LRS(32)의 코어 및 클래딩을 스크린(40)으로부터 벗어날 때까지 테이퍼링하면서 연장함으로써 전면부(84)(출력 개구 면의 면적)이 상당히 감소될 수 있다. 코어 및 클래딩의 상대적인 지수, 그리고 원하는 출력 광 스프레드에 의해 테이퍼링의 정도가 조절된다. 또한, 출력 면에서 나온 광 스프레드는 표면 굴곡을 변화시킴으로써, 또는 표면을 미세-구조화함으로써 제어될 수 있다. 나아가, 산란 또는 분산 재료가 LRS(32)의 코어 및 테이퍼링된 영역의 코어 내에 포함될 수 있다.

<54> 광 재지향 구조(32), 테이퍼링된 도광로(46) 및 톱니형 스크린 구조(50)는 모두 단일 구조로 통합되어 제조 및 조립을 용이하게 할 수 있다. 적절한 다이 구조 및 사출-후 압형(post-extrusion embossing)을 갖는 삼중-컴포넌트 중합체 사출 시스템은 이러한 통합 구조를 제조하는 하나의 수단이다. 상이한 다이 구조들을 갖는 유사한 사출 시스템이 광섬유 배열 확대기(20)를 제조하는데 사용될 수 있다. 또한, 절단 및 연마 등의 또 다른 일반적인 사출-후 처리 기술이 제조에 적용될 수 있다.

<55> 도광 이미지는 높은 주변 광 억제 및 매우 얇은 폼 팩터를 제공하는 동시에 액정 디스플레이 패널 등의 능동 이미지 생성기의 면적을 극적으로 감소시킨다. 이는 몇몇 평판 디스플레이 일루미네이션 아키텍처에 사용되는데 적합하다. 예컨대, 일루미네이션 방안에는,

<56> 편광 재사용을 위한 반사 편광기(reflection polarizer) 및 단초점 프레벨 콜리메이팅 렌즈(short-focal

length Fresnel collimating lens)를 구비한 열음극, 개구형 형광 램프(hot cathode, aperture fluorescent lamp);

- <57> 장초점 프레넬 렌즈 및 반사 편광기를 구비한 종래의 투사식 램프;
- <58> 원색 일루미네이션을 이미지 생성기 서브픽셀들에 공간적으로 분배하기 위한 렌즈렛 배열 및 장초점 프레넬 콜리메이팅 렌즈와 함께 사용되는 반사 편광기를 갖는 공간적으로 구분된 색 분리형 발광 다이오드;
- <59> 원색 일루미네이션을 이미지 생성기 서브픽셀들에 공간적으로 분배하도록 시간 다중화된 LED들 및 장초점 프레넬 콜리메이팅 렌즈와 함께 사용되는 반사 편광기를 갖는 공간적으로 통합된 색 분리형 발광 다이오드;
- <60> 섬유 벽 상호작용의 회수를 감소시킴으로써 섬유를 통한 광 감쇠를 감소시키는, 콜리메이팅되거나 거의 콜리메이팅된 광을 이용한 섬유 확대기의 입력 면의 일루미네이션;
- <61> 프레넬 공식에 따라 출력 개구 인터페이스에서의 내부 반사의 선택적인 최소화를 위해, 섬유 확대기의 입력 면으로 진입하는 광의 편광 방향을 제어하고, 이미지의 출력 개구까지 그 편광을 유지하는 방안;
- <62> 출력 이미지의 유효 다이내믹 레인지를 증가시키기 위해, 비디오 신호 일루미네이션에 뒤따르도록 광 밸브형 이미지 생성기를 위한 일루미네이션 소스의 진폭을 변조하는 방안; 및/또는
- <63> 이미지 데이터의 전체 프레임 디스플레이와 연관된 모션 이미지 결함을 줄이도록 광 밸브형 이미지 생성기를 위한 일루미네이션 소스의 펄스 폭을 변조하는 방안이 포함될 수 있다.
- <64> 본 발명에 대한 다양한 변형 및 다른 실시예가 이상의 설명 및 연관된 도면에 나타난 개시 내용을 참조한 당업자에 의해 생각될 수 있다. 따라서, 본 발명은 개시된 특정 실시예들로 제한되지 않고, 변형 및 대안적인 실시예가 본 명세서에 의해 뒷받침되는 청구항의 범위 내에 포함되는 것으로 의도된 점이 이해되어야 한다.

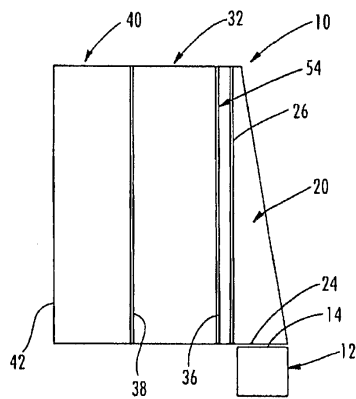
도면의 간단한 설명

- <14> 발명의 보다 완전한 이해를 위하여, 본 발명의 실시예를 도시한 첨부된 도면과 관련하여 이하의 상세한 설명에 대한 참조가 이루어진다.
- <15> 도 1은 본 발명에 대한 개시 내용에 따른 일 광학 디스플레이 시스템의 개략도.
- <16> 도 2는 광 제지향 구조 및 스크린을 갖는 1차원 확대를 나타내는, 본 발명에 대한 개시 내용에 따른 광섬유 도광 이미저의 분해 사시도.
- <17> 도 2a는 긴 입력 면을 따라 배치된 이미지 입력을 갖는 정사각형이 아닌 도광 이미저의 일 실시예의 사시도.
- <18> 도 2b는 짧은 입력 면을 따라 배치된 이미지 입력을 갖는 도광 이미저의 다른 실시예의 사시도.
- <19> 도 3a는 서브픽셀을 갖지 않는 전체 구조 왜상 화소(full-structure anamorphic picture element)를 포함하는, 액정 디스플레이 패널 등의 이미지 생성기의 절단 횡단면도.
- <20> 도 3b는 원색 서브픽셀들로 배치된, 일반적으로 픽셀이라 불리는 미리 변형된 왜상 화소를 갖는, 액정 디스플레이 등의 이미지 생성기의 절단 횡단면도.
- <21> 도 4a는 도 3a의 이미지 생성기를 공간적으로 샘플링하는데 적절한 섬유 피치(fiber pitch)를 갖는 섬유 이미저의 입력 면의 절단 횡단면도.
- <22> 도 4b는 도 3b의 이미지 생성기를 공간적으로 샘플링하는데 적절한 섬유 피치를 갖는 섬유 이미저의 입력 면의 절단 횡단면도.
- <23> 도 5는 광 제지향 구조로 인터페이스되는 도광 이미저의 바이어스-컷된 출력 면의 부분적인 절단 측횡단면도.
- <24> 도 5a는 일 광 제지향 구조의 아치형 슬라브 도파로와 배열 확대기의 바이어스-컷된 도파로 사이의 관계를 나타내는 도 5의 부분적인 개략도.
- <25> 도 6은 주변 광 억제 스크린 소자와 통합된 광 제지향 구조의 절단 측횡단면도(소자들의 기능적 관계를 보다 명확하게 나타내기 위해 구조적 치수는 다소 과장됨).
- <26> 도 6a는 본 발명에 대한 개시에 따른 톱니형 스크린 구조(saw tooth styled screen structure)에 대한 추가적인 특징을 나타내는 도 6의 확대도.

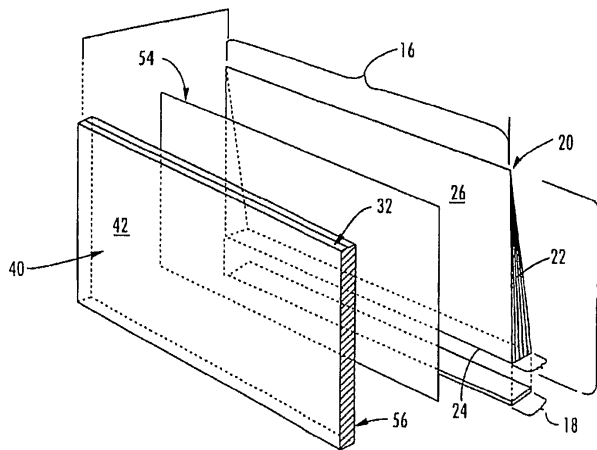
- <27> 도 7a는 4:3의 중횡비로 배치된 복수의 대칭형 픽셀을 갖는 픽셀 배열의 개략도.
- <28> 도 7b는 변형된 4:3의 중횡비를 왜상 픽셀 배열에 제공하기 위해 배열의 단치수 방향으로 각 픽셀을 축소한 후의 도 7a의 픽셀 배열의 개략도.
- <29> 도 7c는 원형 픽셀의 타원 픽셀, 즉 왜상 픽셀로의 일 변형을 나타내는 도면.
- <30> 도 8은 도광 이미저의 입력 면에서의 섬유들의 측횡단면도.
- <31> 도 9a는 확대율을 결정하는 입출력 면의 일 배치를 나타내는 도광 이미저의 측횡단면도.
- <32> 도 9b는 유사하게 확대율을 결정하는 입출력 면의 다른 배치를 나타내는 측횡단면도.

도면

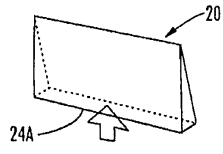
도면1



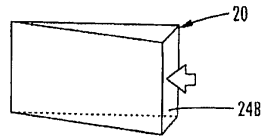
도면2



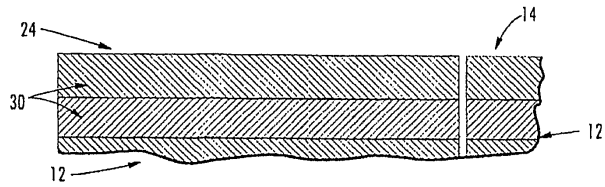
도면2a



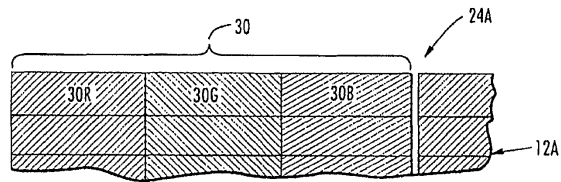
도면2b



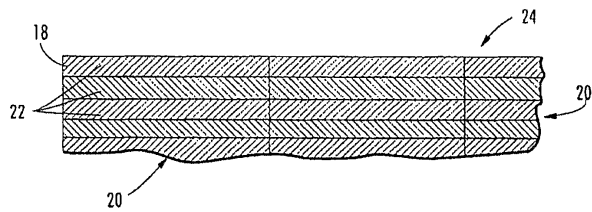
도면3a



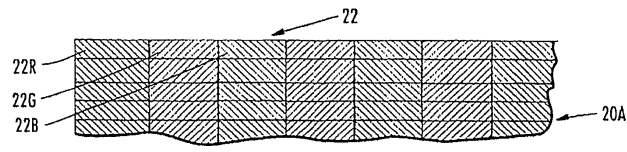
도면3b



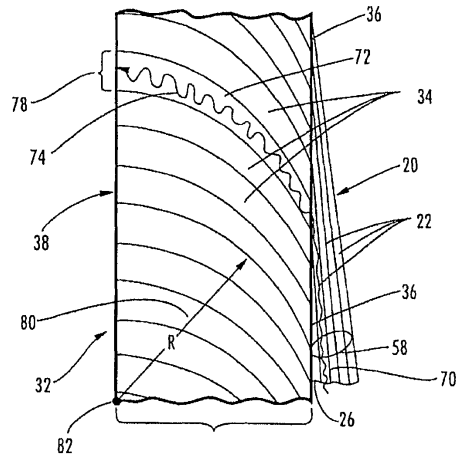
도면4a



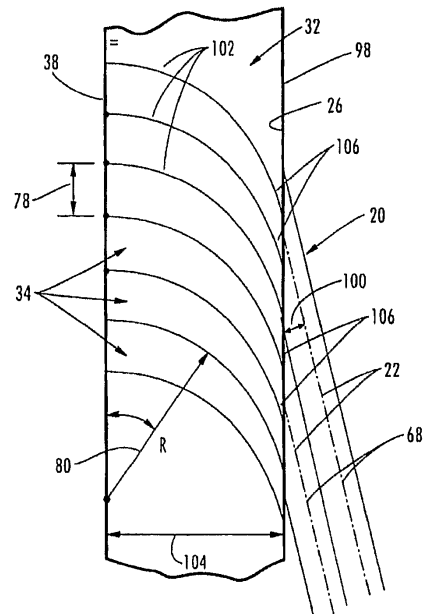
도면4b



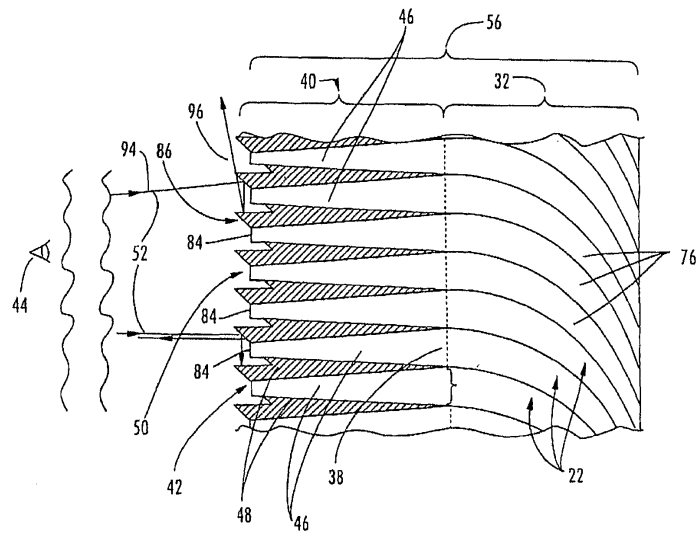
도면5



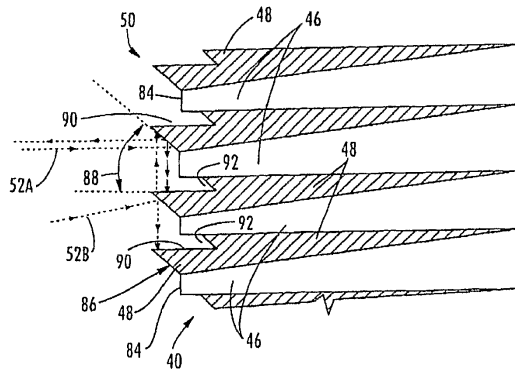
도면5a



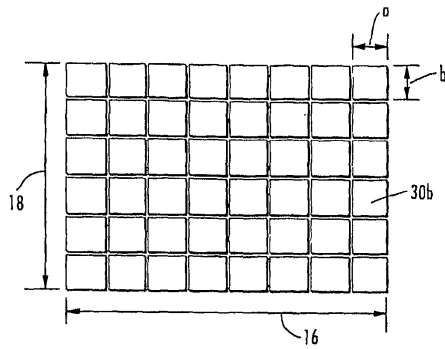
도면6



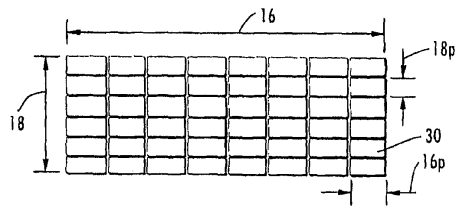
도면6a



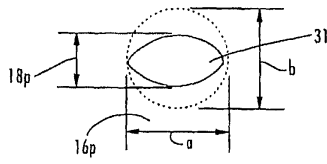
도면7a



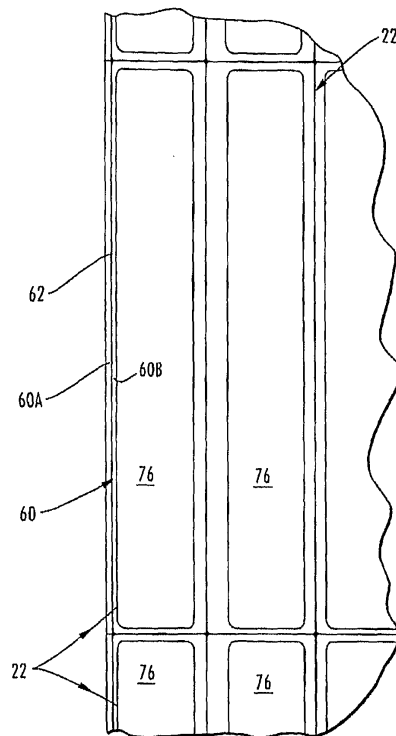
도면7b



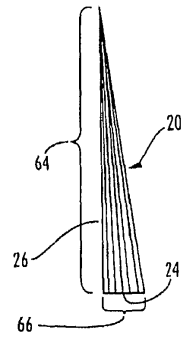
도면7c



도면8



도면9a



도면9b

