



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0080153
(43) 공개일자 2008년09월02일

(51) Int. Cl.

G03B 21/14 (2006.01) G03B 21/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7015623

(22) 출원일자 2008년06월27일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년06월27일

(86) 국제출원번호 PCT/US2006/049219

국제출원일자 2006년12월27일

(87) 국제공개번호 WO 2007/079061

국제공개일자 2007년07월12일

(30) 우선권주장

11/322,958 2005년12월30일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

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

(72) 별명자

데스테인 패트릭 알.

미국 75025 텍사스주 플라노 에이피티. 123 리지뷰 드라이브 2901

(74) 대리인

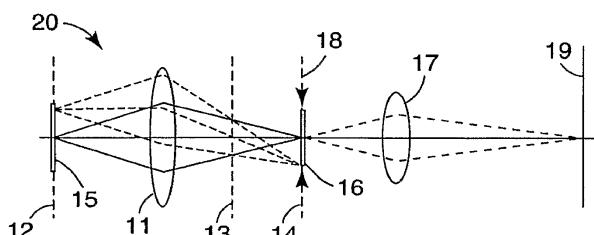
김영, 양영준, 안국찬

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 빔 호모지나이저를 갖는 프로젝션 시스템

(57) 요 약

콘덴서와 투사 렌즈 사이의 미리 정해진 관계를 갖는 프로젝션 시스템이 개시되며, 여기서 투사 객체 평면과 통상 일치하는 이미지 게이트가 콘덴서 후방 초점면과 콘덴서 이미지 평면 사이에 위치되고 콘덴서 후방 초점면과 콘덴서 이미지 평면으로부터 이격되어 있다. 콘덴서는 긴 광원을 바람직하게는 광원의 만곡된 이미지를 생성하기에 충분한 상면 만곡을 갖는 콘덴서 이미지 평면에 이미지화한다. 그래픽 이미지를 형성하는 꿀벌형 패널 또는 필름이 이미지 게이트에 위치된다. 콘덴서의 배율이 선택되어, 광원의 이미지가 꿀벌형 패널과 본질적으로 동일한 크기가 된다. 이미지 게이트를 콘덴서 이미지 평면으로부터 멀리 배치하면 광원의 영역을 가로질러 임의의 밝기 불균일성의 블러링이 제공되어, 외부 형상이 이미지 게이트의 형상과 일치하는 비교적 균일한 조명 패턴이 제공된다.

대표도 - 도2

특허청구의 범위

청구항 1

콘덴서 객체 평면, 콘덴서 이미지 평면 및 콘덴서 후방 초점면을 갖는 콘덴서;

콘덴서 후방 초점면과 콘덴서 이미지 평면 사이에 배치되고 콘덴서 후방 초점면과 콘덴서 이미지 평면으로부터 이격된 이미지 게이트; 및

대체로 콘덴서 객체 평면에 위치된 광원을 포함하며,

콘텐서는 광원의 만곡된 이미지를 형성하는 프로젝션 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 이미지 게이트는 콘덴서 후방 초점면보다는 콘덴서 이미지 평면에 더 가까운 프로젝션 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

투사 객체 평면 및 투사 이미지 평면을 갖는 투사 렌즈를 추가로 포함하고,

이미지 게이트는 투사 객체 평면 내에 배치된 프로젝션 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 이미지 게이트는 콘덴서 후방 초점면과 만곡된 이미지로부터 이격되어 콘덴서 후방 초점면과 만곡된 이미지 사이에 배치된 프로젝션 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 만곡된 이미지는 콘덴서 쪽으로 내향 만곡된 프로젝션 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 이미지 게이트는 콘덴서 후방 초점면보다는 만곡된 이미지에 더 가까운 프로젝션 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 콘텐서는 영이 아닌 양의 구면수차를 갖는 프로젝션 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 광원은 긴 외부 형상을 가지며, 외부 형상을 가로질러 불균일하게 광을 발광하는 프로젝션 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 광원은 외부 형상에 의해 경계가 정해진 별개의 발광 영역과 비발광 영역을 가지며, 상기 발광 영역은 적어도 하나의 LED 다이를 포함하는 프로젝션 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 별개의 발광 영역은 LED 다이의 어레이에 대응하고, 외부 형상은 실질적으로 직사각형인 광학 시스템.

청구항 11

제8항에 있어서, 외부 형상은 직사각형인 프로젝션 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 이미저 게이트에 배치된 픽셀형 패널을 추가로 포함하는 프로젝션 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 픽셀형 패널은 반사형인 프로젝션 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서, 픽셀형 패널은 실리콘 상의 액정(LOCS) 패널을 포함하는 프로젝션 시스템.

청구항 15

긴 광원을 제공하는 단계;

광원으로부터의 광을 후방 초점면을 추가로 갖는 콘덴서를 사용하여 콘덴서의 이미지 평면 상에 빔으로 포커싱하는 단계; 및

콘덴서 이미지 평면과 콘덴서 후방 초점면 사이에 배치된 이미저 게이트에서 빔을 공간적으로 변조함으로써 이미지를 형성하는 단계를 포함하는, 광의 빔을 변조하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 콘덴서는 광학 축을 한정하고 광원으로부터의 광을 포커싱하여 광학 축에서 이미지 평면과 일치하는 광원의 만곡된 이미지를 형성하는 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 긴 광원은 광원 외부 형상을 가지며, 이미저 게이트는 광원 외부 형상과 일치하는 이미지 형상을 갖는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 광원 외부 형상 및 이미지 형상은 서로 다른 종횡비를 갖는 직사각형이고, 콘덴서는 적어도 하나의 왜상 요소를 포함하는 방법.

청구항 19

제15항에 있어서, 형성 단계는 이미저 게이트에서 빔의 개별 부분의 편광을 조절 가능하게 제어하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 투사 렌즈를 사용하여 이미지를 스크린으로 투사하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

명세서

기술 분야

<1>

본 발명은 프로젝션 시스템용 조명에 관한 것이다.

배경 기술

<2>

프로젝션 시스템에서, 광을 낭비하지 않고 직사각형 픽셀형(pixilated) 패널에 거의 균일한 조명을 제공하는 것이 바람직하다. 대체로 등근 균일한 빔의 중앙으로부터 직사각형 부분이 사용되는 켈러(Kohler) 조명에서, 상당한 양의 광이 낭비된다. 아베(Abbe) 조명에서, 광원(source)에 존재하는 임의의 불균일성이 또한 이미지에도 존재한다. 확산기, 렌즈 어레이 또는 터널형 도광체와 같은 추가적인 호모지나이저 구성요소들이 광 경로에 도입되면, 이들은 프로젝터의 크기, 복잡성, 비용 및/또는 효율에 악영향을 미칠 수 있다.

발명의 상세한 설명

<3>

본 출원은 특히 콘덴서(condenser) 및 이미저 게이트(imager gate)를 포함하는 프로젝션 시스템을 개시한다.

콘텐서는 콘텐서 객체 평면, 콘텐서 이미지 평면, 및 콘텐서 후방 초점면을 갖고 있다. 이미저 게이트는 바람직하게는 콘텐서 후방 초점면과 콘텐서 이미지 평면 사이에 배치되고 콘텐서 후방 초점면과 콘텐서 이미지 평면으로부터 이격된다. 또한, 시스템은 대체로 콘텐서 객체 평면에 위치된 광원을 전형적으로 포함하고, 콘텐서는 바람직하게는 광원의 만곡된 이미지를 형성하여 이미저 게이트에서의 광 분포가 우선적으로 이미지의 중앙 영역에서 블러링(blurred)되거나 균일하게 되고 이미지의 주변 영역에서 덜 블러링될 수 있다. 이는 광원이 긴 외부 형상을 갖고, 긴 외부 형상의 경계 내에서 서로 가깝게 배열된 2개 이상의 LED 다이들의 그룹을 사용하는 것과 같이 외부 형상을 가로질러 광을 불균일하게 발광하는 경우에 특히 유리할 수 있다.

<4> 또한, 광 빔을 변조하는 방법이 개시된다. 이들 방법 중 일부는 빔을 콘텐서를 사용하여 콘텐서의 이미지 평면에 포커싱하는 단계, 및 콘텐서 이미지 평면과 콘텐서 후방 초점면 사이에 배치된 이미저 게이트에서 빔을 공간적으로 변조시킴으로써 이미지를 형성하는 단계를 포함한다. 상기의 형성 단계는 이미저 게이트에서 빔의 개별 부분의 편광을 조절 가능하게 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

<5> 또한, 콘텐서 렌즈 및 투사 렌즈를 포함하는 프로젝션 시스템이 개시된다. 콘텐서 렌즈는 콘텐서 이미지 평면 및 콘텐서 후방 초점면을 갖는다. 투사 렌즈는 콘텐서 후방 초점면 및 콘텐서 이미지 평면 사이에 위치되고 콘텐서 후방 초점면 및 콘텐서 이미지 평면으로부터 이격된 투사 객체 평면을 가진다.

<6> 또한 광원, 콘텐서 및 반사 액정 패널을 포함하는 프로젝션 시스템이 개시된다. 콘텐서 객체 평면, 콘텐서 이미지 평면 및 콘텐서 후방 초점면을 구비하는 콘텐서는 광원이 콘텐서 객체 평면에 위치될 때 콘텐서 이미지 평면에 광원의 이미지를 형성한다. 반사 액정 패널이 콘텐서 후방 초점면과 콘텐서 이미지 평면 사이에 배치되고 콘텐서 후방 초점면과 콘텐서 이미지 평면으로부터 떨어져 있으며, 바람직하게는 콘텐서 후방 초점면보다는 콘텐서 이미지 평면에 더 가깝다. 광원은 발광 다이오드들의 어레이이거나 발광 다이오드들의 어레이를 포함할 수 있다. 콘텐서는 적어도 하나 무수차 렌즈(aplanatic lens), 적어도 하나 프레넬 렌즈, 및 적어도 하나의 전달 렌즈를 포함할 수 있고, 전달 렌즈는 필요하다면 편광 빔 스플리터의 일 면에 형성될 수 있다.

<7> 본 출원의 이들 태양 및 다른 태양이 이하의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다. 그러나, 어떠한 경우에도 상기의 개요는 청구된 기술적 요지를 한정하는 것으로 해석되어서는 아니되며, 그 기술적 요지는 절차를 수행하는 동안 보정될 수도 있는 첨부된 청구의 범위에 의해서만 한정된다.

실시예

<15> 프로젝션 시스템은 소형화하고 비용을 낮추려는 계속된 노력으로 텔레비전 시스템, 회의실 및 극장에서 점점 일 반화되어가고 있다.

<16> 일 유형의 프로젝션 시스템에서, 광원으로부터의 광은 콘텐서에 의해 수집되어 LCOS(liquid crystal on silicon) 패널과 같은 픽셀형 패널로 향한다. 이어서, 픽셀형 패널로부터 반사된 광은 투사 렌즈에 의해 먼 스크린에 이미지화된다. 이러한 유형의 프로젝션 시스템에서, 픽셀형 패널은 일반적으로 스크린 상의 가시 이미지에 비해 작으며, 일반적으로 최소 개수의 구성요소들을 가진 가능한 최소의 부피에 광원, 콘텐서, 픽셀형 패널 및 매개 광학계(투사 렌즈 제외)를 위치시키는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

<17> 콘텐서와 투사 렌즈 사이의 관계는 프로젝션 시스템의 성능에 영향을 준다. 도 1 및 도 2는 일반적으로 퀼러 조명과 아베 조명으로 알려진 이러한 2가지 관계를 각각 도시한다. 이들 2가지 관계는 프로젝션 시스템에 사용될 때 단점들을 갖는데, 이는 후술한다. 도 1 및 도 2는 투과형으로 도시되어 있는데, 당업자는 투과형, 반사형 또는 이들 둘의 조합에 사용되는 이들 시스템에서 임의의 요소를 쉽게 개조할 수 있음에 유의해야 한다.

<18> 도 1 및 도 2는 몇몇 요소를 공통적으로 갖고 있으며, 퀼러 조명과 아베 조명을 구별하기 전에 이들을 일반 용어로 설명하는 것이 유익하다. 양 도면에는, 콘텐서(11) 및 투사 렌즈(17)가 있다. 이해를 돋기 위해, 콘텐서와 관련된 요소들(참조 번호 11 내지 16)은 도 1 및 도 2의 하부에 표기되어 있다. 대조적으로, 투사 렌즈와 관련된 요소들(요소(17 내지 19))은 이들 도면의 상부에 표기되어 있다. 추가로 후술되는 바와 같이, 프로젝션 시스템의 최적의 성능은 콘텐서 요소(11 내지 16)에 대해 투사 요소(17 내지 19)를 적절히 위치시킴으로써 달성될 수 있다.

<19> 요소(11)는 콘텐서이다. 용이한 설명을 위해, 요소는 간단한 단일-요소 렌즈로 도시되어 있으나, 하나 이상의 굴절 요소, 반사 요소 및/또는 회절 요소의 조합일 수 있음을 이해할 것이다. 예컨대, 콘텐서(11)는 무수차 상태의 복합 렌즈를 포함할 수 있으며, 이는 복합 렌즈가 어떠한 구면수차도 투과 빔에 부과하지 않음을 의미한다. 콘텐서(11)는 프레넬 렌즈와 같은 하나 이상의 미세 복제(microreplicated) 요소를 포함할 수도 있

다. 프레넬 렌즈는 일반적으로 벌크-광학 렌즈보다 얇고 가벼우며, 이는 바람직할 수 있다. 콘덴서는 하나 이상의 중계 렌즈 및 하나 이상의 (원통형 표면과 같은) 왜상 요소(anamorphic element)를 포함하여, 직교 가로축을 따라 서로 다른 배율의 합을 콘덴서에 제공할 수 있다.

<20> 일반적으로 감소된 양의 파면수차(wavefront aberration)를 갖는 투사 렌즈(17)와는 달리, 콘덴서(11)는 구면수차, 코마(coma), 비점수차(astigmatism), 상면 만곡, 왜곡, 및/또는 색수차와 같은 상당한 양의 파면수차를 선택적으로 가질 수 있음을 유의해야 한다. 일반적으로, 콘덴서(11)에서의 파면 오차는 전체 프로젝션 시스템 성능 저하 없이 존재할 수 있다.

<21> 콘덴서(11)는 단일 렌즈이든지 또는 굴절 요소, 반사 요소 및/또는 회절 요소의 더 복잡한 조합이든지간에 이와 관련된 3개의 축상 위치를 가지며, 이들 모두는 도 1 및 도 2에 수직 점선으로 나타나 있다. 콘덴서 객체 평면(12)에 위치된 객체가 콘덴서 이미지 평면(14)에 근축 이미지(paraxial image)를 형성하도록 위치된 콘덴서 객체 평면(12) 및 콘덴서 이미지 평면(14)이 있다. 정확하게 평면일 필요가 없도록 실제 콘덴서 이미지를 왜곡시키는 콘덴서(11)에 선택적인 파면수차가 있을 수 있음에 유의해야 한다. 그러나, 이는 근축량인 콘덴서 이미지 평면(14)의 위치에 영향을 주지 않는다. 또한, 콘덴서 후방 초점면(13)이 있다. 3개의 축상 위치와 관련된 평면들은 모두 사실상 근축이며 따라서 엄밀하게는 평면이지만, 실제 광학 시스템에서(특히 본 명세서에 개시된 것과 같은 광각(wide-angle) 시스템에서) 비-근축 광이 중요한 역할을 할 수 있고, 실제 이미지, 객체 및 초점면은 광학 축 상에서 각각의 근축 평면과 일치하면서 광학 축으로 면 가로 위치에서 근축 평면으로부터 크게 벗어날 수 있음을 이해할 것이다.

<22> 광원(15)은 발광 다이오드(LED), LED 어레이, 아크 램프, 할로겐 램프, 형광 램프, 레이저 다이오드의 하나 이상의 출력면 등과 같은 임의의 적합한 광원이거나 이를 포함할 수 있다. 점광원들이 사용될 수 있으나, 광원(15)은 바람직하게는 유한한 공간 크기를 가진다. 이 유한한 크기는 도 1 및 도 2에 개략적으로 도시되어 있으며, 광원의 중앙으로부터 나오는 광선은 실선으로 도시되어 있고, 광원(15)의 가장자리로부터 나오는 광선은 점선으로 도시되어 있다. 실선 및 점선 다발(bundle)의 광선은 동일한 배향 및 동일한 원뿔 각으로 나오는 것으로 도시되어 있다. 이는 많은 광원의 양호한 근사화이며, 여기서 광원의 새로이 나타나는 특성은 일반적으로 광원 상의 공간적 위치와는 무관하다.

<23> 요소(11 내지 16)는 모두 콘덴서 서브시스템(subsystem)과 관련된다.

<24> 요소(17 내지 19)는 프로젝션 서브시스템을 형성한다. 이미지 게이트(18)는 픽셀형 패널 또는 필름 조각과 같은 이미지화될 구조를 내장한다. 투사 렌즈(17)는 이미지 게이트(18) 내에 보유된 구조의 이미지를 스크린(19) 상에 형성한다.

<25> 이미지 게이트(18)는 역사적인 이유로 이와 같이 불리는데; 릴-투-릴(reel-to-reel) 영사기의 경우, 이에 대응하는 구조는 필름 게이트로 알려져 있다. 필름 게이트는 프로젝터를 통해 감길 때 필름을 유지하였고, 필름의 축상 위치가 투사 렌즈의 객체 평면에 있지만 일반적으로 그 자체가 스크린 상으로 이미지화되지 않는 것을 보장하였다. 유사하게는, 이미지 게이트(18)는 관찰자가 보는 그래픽 이미지를 포함하는 픽셀형 패널 또는 필름 조각과 같은 관심 객체를 적소에 유지하는 프레임, 기판, 또는 다른 구조이다. 이미지 게이트는 임의의 적합한 형상 및 크기를 가질 수 있다. LCOS 패널의 경우, 이미지 게이트의 공간 크기는 LCOS 패널 상의 픽셀화된 영역, 보통 광학 축 상에 중심이 있고 16:9 또는 4:3의 종횡비를 가진 실질적으로 직사각형 영역의 공간 크기와 동일하지만, 다른 종횡비를 가진 직사각형 및 다른 비원형 형상이 또한 사용될 수도 있다.

<26> 콘덴서는 긴 광원(15)을 콘덴서 이미지 평면에 이미지화하고, 그래픽 이미지를 형성하는 픽셀형 패널 또는 필름은 이미지 게이트에 위치됨에 유의해야 한다. 콘덴서의 배율이 선택되어, 광원의 이미지가 픽셀형 패널과 본질적으로 동일한 크기가 된다. 이는 2개의 수직 가로 방향의 각각에서 행해진다. 따라서, 콘덴서가 이러한 가로 방향을 따라 동일한 배율을 갖고 있으면, 광원은 바람직하게는 4:3 또는 16:9의 종횡비를 갖는 직사각형과 같은 이미지 게이트의 형상과 일치하는 형상을 가진다. 그러나, 콘덴서가 왜상이고 (예컨대, 원통형 반사 또는 굴절면으로 인해) 수직 가로 방향을 따라 서로 다른 배율을 가지면, 광원 형상은 수직 가로 방향을 따른 상대 배율의 함수로서 이미지 게이트와는 다른 종횡비를 가질 수 있다. 콘덴서 또는 광학 시스템의 다른 장소에 하나 이상의 왜상 요소를 가지면, 광원의 크기 및 형상을 픽셀형 패널의 크기 및 형상에 매칭시키는 데 유용할 수 있다.

<27> 투사 렌즈(17)는 또한 간단한 단일-요소 렌즈로서 도시되어 있으나, 하나 이상의 굴절, 반사 및/또는 회절 요소의 조합일 수도 있다. 가장 일반적으로, 투사 렌즈(17)는 다수의 굴절 요소를 갖고 파면수차에 대해 일반적으

로 잘 보정된다. 콘텐서(11)와 마찬가지로, 투사 렌즈(17)는 관련된 투사 객체 평면 및 투사 이미지 평면을 갖고 있다. 사용 중에, 이미저 게이트(18)는 투사 객체 평면에 위치되고, 스크린(19)은 투사 이미지 평면에 위치된다. 투사 렌즈(17)의 배율이 보통 매우 크기 때문에, 스크린 상의 이미지에 초점을 맞추는 것은 투사 렌즈(17)를 축상으로 병진 이동시키고 이미저 게이트(18)를 고정된 채로 둠으로써 달성될 수 있다. 대안적으로, 이미저 게이트(18)가 병진 이동할 수 있거나, 또는 투사 렌즈(17) 및 이미저 게이트(18)가 서로에 대해 병진 이동할 수 있다. 투사 렌즈(17)는 또한 일반적으로 렌즈 요소들 중 하나 이상을 다른 것들에 대해 미리 결정된 방식으로 축상 이동시킴으로써 구현되는 선택적 줌(zoom) 능력을 가질 수 있으며, 이에 따라 주목할 만한 초점 변화 없이 배율을 변화시킬 수 있다. 일반적으로, 투사 렌즈(17)의 파면수차는 프로젝터의 전체 초점 및 줌 범위에 걸쳐서 잘 제어되어, 이미저 게이트(18)에 유지된 객체가 스크린(19) 상에서 정확하게 재생되게 한다.

- <28> 스크린(19)은 영화 극장 또는 회의실에서와 같이 유형의 스크린일 수 있고, 예컨대 프로젝터에 부착되거나 부착되지 않을 수 있다. 대안적으로, 스크린은 가장 이미지가 공간 내의 미리 정해진 위치에 형성되는 헤드셋 디스플레이에서와 같은 가장 스크린일 수도 있다.
- <29> 종합해 볼 때, 요소(17 내지 19)는 프로젝션 서브시스템을 형성한다.
- <30> 콘텐서와 프로젝션 서브시스템 사이의 관계가 이미저 게이트(18)에서 조명 성능을 결정한다. 더 구체적으로, 콘텐서에 대한 프로젝션 서브시스템의 축상 위치는 조명 성능의 결정을 돋는다. 최소량의 광을 낭비하면서 이미저 게이트(18)의 전체 크기에 걸쳐서 조명을 가능한 한 균일하게 하는 것이 보통 바람직하다. 이들 두 조건은 종종 도 1 및 도 2에 도시된 두 조명 기법에 대해 기술된 바와 같이 동시에 충족되기 어렵다.
- <31> 도 1은 웰러 조명을 사용하는 광학 시스템(10)을 도시한다. 웰러 조명에서, 이미저 게이트(18)는 콘텐서 후방 초점면(13)에 배치된다. 선택적으로, 광원의 이미지(16)는 (도시되지 않은) 투사 렌즈의 입구 동공과 일치하게 된다.
- <32> 웰러 조명의 한가지 바람직한 특징은 이미저 게이트(18)가 본질적으로 균일한 조명을 받는다는 점이다. 필름 게이트(18) 상의 각각의 지점은 광원(15) 상의 본질적으로 모든 위치로부터 광을 수광한다. 이는 도 1에 도시된 바와 같은 광선으로부터 개략적으로 알 수 있고, 여기서 이미저 게이트(18)의 상부, 중간 및 하부 모두가 광원(15)의 중앙 (실선) 및 가장자리 (점선)로부터 광을 수광한다.
- <33> 웰러 조명의 한가지 바람직하지 않은 특징은 콘텐서 후방 초점면(13)에서의 균일한 조명의 형상이 대체로 등글다는 점이다. (이는 광원의 각각의 부분으로부터 발광되는 광 원뿔이 본질적으로 원형 대칭이고 콘텐서(11)의 실제 구성 또는 광원(15)의 형상 자체와 거의 관계가 없기 때문에 일어난다.) 핀셀형 패널 또는 이미저 게이트(18)에 위치된 다른 객체는 모니터 또는 텔레비전의 경우에서와 같이 대체로 비원형이고, 보통은 4:3 또는 16:9의 종횡비를 가진 직사각형이다. 균일한 조명의 등근 영역 내에 위치된 중앙의 직사각형 부분을 지정하여 직사각형 이미저 게이트(18)에 대해 그 직사각형 부분을 사용하면, 이미저 게이트를 과다하게 채워 일부 시스템에서 40% 이상일 수 있는 상당한 양의 광 출력을 낭비한다.
- <34> 도 2는 중요 조명으로도 알려진 아베 조명을 사용하는 광학 시스템(20)을 도시한다. 아베 조명에서, 이미저 게이트(18)는 광원의 이미지(16) 자체에 배치된다.
- <35> 아베 조명의 한가지 바람직한 특징은 보통 직사각형 이미저 게이트(18)가 적절한 형상의 광원(15)을 선택함으로써 상당한 양의 광을 낭비하지 않고 조명될 수 있다는 것이다. 예컨대, 이미저 게이트(18)가 특별한 종횡비를 가진 직사각형인 경우, 콘텐서(11)의 배율이 적절하게 선택된다면 동일한 종횡비를 가진 직사각형 광원(15)이 이미저 게이트(18)를 과다하게 채우지 않고도 이미저 게이트(18)를 조명하는 데 사용될 수 있다. 광원(16)의 외부 형상은 이미저 게이트(18)의 외부 형상과 일치하도록 맞춤 제작될 수 있으며, 이는 낭비되는 광 출력량을 감소시킨다.
- <36> 아베 조명의 한가지 바람직하지 않은 특징은 광원(15)의 외부 형상 내의 임의의 불균일성이 스크린(19) 상의 이미지에 직접 전달된다는 것이다. 이미저 게이트(18)에서의 공간 조명 패턴은 핀셀형 패널 상에 직접 중첩되고, 이어서 스크린(19) 상에 정확하게 이미지화된다. 광원(15)의 일 부분이 다른 부분보다 밝으면, 이미저 게이트(18)의 일 부분은 다른 부분보다 더 많은 조명을 받고, 마찬가지로 스크린(19)상의 이미지의 일 부분은 다른 부분보다 밝게 나타난다. 예컨대, 광원(15)이 LED 다이 또는 LED 어레이이면, 즉 일반적으로 적절한 외부 형상을 가진 밝은 방출 필드가 불투명한 본딩 패드, 배선 위치, 인접 다이들 사이의 캡, 및/또는 다른 다이 특징에 대응하는 특정한 (일반적으로 불가피한) 어두운 영역을 가지면, 어두운 영역은 스크린(19) 상의 투사된 이미지에서 깨끗하게 볼 수 있다.

- <37> 확산기, 렌즈 어레이, 터널형 도광체 등과 같은 추가적인 호모지나이저 구성요소는 이미저 게이트에서의 균일성을 향상시키기 위해서 이미저 게이트(18) 이전에 광 경로에 도입될 수 있으나, 이러한 구성요소들은 프로젝터의 크기, 복잡성, 비용 또는 효율에 악영향을 끼친다면 불리할 수 있다.
- <38> 따라서, (직사각형 이미저 게이트를 너무 큰 원형 빔으로 조명할 때 발생하는 것과 같이) 상당한 양의 출력을 낭비하지 않고 그리고 광원과 이미저 게이트 사이의 광 경로에 추가적인 호모지나이저 구성요소를 필요로 하지 않고도 빔의 실질적인 균일화(즉, 이미저 게이트의 선택된 비원형 외부 형상을 가로질러 조명 균일성을 개선시키기 위해 광원의 밝은 영역 및 어두운 영역의 혼합)를 허용하는 콘덴서 서브시스템과 프로젝션 서브시스템 사이의 관계가 충족되는 프로젝션 시스템을 본 명세서에서 설명한다.
- <39> 도 3은 상당한 양의 광 출력을 낭비하지 않고도 조명 빔을 균일화하고, 도 1 및 도 2에 도시된 시스템보다 광학 구성요소가 많지는 않은 광학 시스템(30)을 도시한다. 여기서, 이미저 게이트(18)는 광원의 이미지(16)로부터 멀어지게 콘덴서 후방 초점면(13) 쪽으로 축상 변위된다.
- <40> 이미저 게이트(18)를 광원의 이미지(16) (또는 콘덴서 이미지 평면(14))에 가깝게 그러나 그로부터 분리되게 배치함으로써, (1) 이미저 게이트(18)에서의 조명 영역은 광원의 이미지(16)와 대략 동일한 크기이고 동일한 외부 형상을 가지며, (2) 콘덴서 이미지 평면(14)에서 깨끗하게 재생되는 광원(12)에 존재하는 밝은 영역 및 어두운 영역은 이미저 게이트(18)에서 함께 블러링된다는 두 가지 효과가 발생된다. 이를 두 효과를 이하에 더 기술한다.
- <41> 먼저, 조명된 영역의 크기를 정량화하기 위해, 근축 근사화에 기초하여 다양한 축상 위치에서 빔 크기의 일부 추정치를 도출한다. 광원(15)이 $2H_{\text{광원}}$ 의 (직사각형 영역의 길이 또는 폭과 같은 특별한 치수를 따른) 전체 공간 크기를 갖고 콘덴서(11) 배율이 M 으로 나타나는 경우, 광원의 이미지(16)의 공간 크기는 $2MH_{\text{광원}}$ 이다. 광원(15)이 대칭 원뿔 내로 발광한다고 가정하면(여기서, 원뿔은 $2NA_{\text{광원}}$ 의 전각(full angle)을 가진 근축 각으로 나타내고, NA는 개구수를 나타냄), 콘덴서 뒤에서 (수렴) 원뿔은 $2NA_{\text{입사}} = 2NA_{\text{광원}}/M$ 의 전각을 가진다(여기서, 하첨자 "입사"는 이미저 게이트(18)에 입사하는 원뿔을 나타냄). X 를 콘덴서 후방 초점면(13)과 콘덴서 이미지 평면(14) 사이의 축상 거리로 나타내며, 콘덴서 후방 초점면(13)에서의 각각의 조명 빔의 공간 크기는 $(2NA_{\text{입사}})X = (2NA_{\text{광원}}/M)X$ 임을 유의해야 한다.
- <42> 이미저 게이트(18)에서의 조명 크기가 적절하도록 보장하기 위한 대략적인 가이드로서, 바람직하게는 콘덴서 후방 초점면(13)에서의 빔의 공간 크기가 광원의 이미지(16)와 동일한 크기가 되도록 하고, 여기서 둘 모두의 크기는 이미저 게이트의 크기와 대략 동일해야 한다. 도 3에 대해서 그림으로 나타내면, 이는 요소(13)와 요소(14) 사이의 가장 아래의 점선 광선은 도 3에서 좌에서 우로 약간 하강하는 것으로 도시되어 있더라도 본질적으로 수평이 되도록 보장한다. 결과적으로, 광원(15)으로부터 나타나는 모든 광선은 이러한 가장 아래의 점선 광선과 이에 대응하는 가장 위의 점선 광선(도시되지 않음) 사이에 놓이도록 제한되며, 이를 광선 둘 모두는 본질적으로 광학 축에 평행하다. 이에 대한 수학적 표현은 다음 단락에 기재되어 있다.
- <43> 광원의 이미지(16)의 전체 크기는 $2MH_{\text{광원}}$ 이다. 콘덴서 후방 초점면(13)에서의 빔의 전체 크기는 $(2NA_{\text{광원}}/M)X$ 이다. 이들 두 개의 양을 서로 동일하게 설정하며, 이를 양은 $2H_{\text{이미저 게이트}}$ 로 나타낸 이미저 게이트의 전체 크기와 대략 동일할 수 있음을 유의해야 한다.

수학식 1

$$2MH_{\text{광원}} = (2NA_{\text{광원}}/M)X$$

- <44> 이미저 게이트(18)의 크기, $2H_{\text{이미저 게이트}}$ 는 (직사각형 LCOS 패널과 같은) 픽셀형 패널의 크기에 의해 고정될 가능성이 가장 크고, LED 다이와 같은 광원으로부터 나오는 빔 발산각, $2NA_{\text{광원}}$ 은 광원 제조업체에 의해 고정될 가능성이 가장 크며, X 는 특별한 치수 또는 특별한 최소 치수를 가진 부피 한계(envelope)와 같은 설계 요건에 의해 제약을 받을 수 있기 때문에, 콘덴서 배율 M 및 광원의 크기 $2H_{\text{광원}}$ 에 대해 하기의 수학식을 풀었다:

수학식 2

<46>

$$M = N A_{\text{광원}} X / H_{\text{이미저 케이트}}$$

수학식 3

<47>

$$H_{\text{광원}} = H_{\text{이미저 케이트}} / M$$

<48>

이전 단락의 수학적 분석은 단순히 예시적이고, 추정을 위해 대략적인 가이드로서 의도한 것이지 어떠한 광학 시스템의 확고한 요건은 아님에 유의해야 한다. 광학 시스템(30)은 상기의 수식 또는 조건이 충족되지 않더라도 충분히 기능할 수 있다. 언급된 임의의 공간 크기는 가장 짧은 치수, 가장 긴 치수, 대각선 치수, 또는 임의의 다른 적합한 치수를 포함하여 임의의 특별한 측방향 치수를 따라 측정될 수 있다. 또한, 상기의 분석에서는 광원(15) 및 이미저 케이트(18)가 직사각형이 아닌 원형인 것으로 가정하고, 실제로 직사각형 광원의 경우, 빔 프로파일은 콘덴서 후방 초점면(13)에서 원형으로부터 콘덴서 이미지 평면(14)에서 직사각형으로 진전된다.

<49>

또한, 광원으로부터의 방출이 비대칭이면, 퀘러 조명 영역도 전형적으로 비대칭임에 유의해야 한다. 일부 경우에, 퀘러 조명의 장축 및 단축을 직사각형 팩셀형 패널의 장단 치수와 정렬시키는 것이 바람직할 수도 있다. 선택적으로, 추가적인 왜상 광학 요소가 바람직하게는 조명된 영역 크기 및 형상을 팩셀형 패널의 크기 및 형상에 일치시키기 위해 빔의 종횡비를 변경하는 데 사용될 수 있으며, 이는 팩셀형 패널이 과도하게 채워지거나 너무 적게 채워지지 않는 것을 보장한다. 예시적인 왜상 요소는 직교 치수는 아닌 하나의 특별한 치수를 따른 빔 시준에 영향을 주는 하나 이상의 원통형 렌즈를 포함한다. 원통형 렌즈는 쌍으로 사용될 수도 있고 단독으로 사용될 수도 있다. 추가 예로는 왜상 프리즘의 있으며, 왜상 프리즘은 빔을 수직 치수가 아닌 한 치수를 따라 압축 또는 확대시킬 수 있다. 왜상 프리즘은 단독으로 사용될 수도 있고, 또는 쌍으로 사용될 수도 있다. 이들 선택적 왜상 광학 요소들 중 임의의 요소는 광원과 팩셀형 패널 사이의 광 경로 중의 임의의 위치에 위치될 수 있다. 더욱이, 선택적 왜상 요소는 원통형 렌즈 또는 프리즘과 같은 개별 광학 구성요소일 수 있고, 또는 광 경로를 따른 하나 이상의 기존의 구성요소에 포함될 수도 있다.

<50>

상기의 제2 효과는 광원(12)에 존재하는 밝은 영역 및 어두운 영역은 이미저 케이트(18)에서 함께 블러링된다는 것이다. 이 블러링 효과는 디포커스(defocus)로부터 볼 수 있는 블러(blur)와 유사하다. 이를 예상된 디포커싱 효과와 더불어 광원의 이미지로부터의 "후방 진행(propagating backwards)"으로 생각할 수 있다. 이 경우에, 이미저 케이트(18)는 광원의 이미지(16)로부터 축상 분리되어 있으며, 분리는 광원(15)에 존재하는 밝은 영역과 어두운 영역을 충분히 혼합하기에 충분히 크다. 실제 이미지는 시스템에 실제로 형성될 필요가 없으며, 팩셀형 패널이 광원과 광원의 이미지 사이에 위치될 수 있으므로 광학 축을 따라 진행되는 광은 실제 이미지를 형성하기 전에 팩셀형 패널과 상호 작용한다는 것에 유의해야 한다. 이 광원의 이미지(16)는 가상 이미지로 간주될 수 있다.

<51>

도 3에서, 콘덴서(11)는 본질적으로 평평한 필드(field) 또는 본질적으로 영(zero)의 상면 만곡을 갖는다. 바꾸어 말하면, 평면 객체의 이미지도 또한 평면이다. 그러므로, 광원의 이미지(16)는 본질적으로 평평하고, 이미저 케이트(18)로 "후방 진행"함에 있어서의 디포커싱 효과는 이미저 케이트의 영역에 걸쳐서 실질적으로 균일하여, 조명 패턴의 중앙 및 가장자리에 동일하게 영향을 준다.

<52>

일부 경우에, 다른 부분보다 더 많이 조명 패턴의 일부 부분을 블러링하는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 조명 패턴의 가장자리가 여전히 약간의 선명도(definition)를 갖도록 조명 영역의 중앙에서 많은 블러를 원하고 가장자리에서는 적은 블러를 원할 수 있다. 이는 광학 시스템(40)에서 가능하다. 콘덴서(41)는 상당한 양의 상면 만곡을 갖고 있으며, 필드의 가장자리는 콘덴서(41) 쪽을 향해 안으로 훈다. 대안적으로, 필드의 가장자리는 콘덴서(41)로부터 떨어져 훈 수 있다. 콘덴서(41)는 또한 콘덴서 객체 평면(42), 콘덴서 후방 초점면(43) 및 콘덴서 이미지 평면(44)을 갖고 있다. 콘덴서 객체 평면(42)에 배치된 광원(45)은 중앙이 콘덴서 이미지 평면(44)에서 광학 축과 만나는 만곡된 이미지(46)를 이제 형성한다.

<53>

이미저 케이트(18)는 광원의 이미지(46)로부터 축상 분리된다. 이미저 케이트(18)의 중앙에는, 가장자리에서보다 광원의 이미지(46)로부터 멀어지는 더 많은 축상 병진 운동이 존재하며, 이는 가장자리에서보다 중앙에서 더 많은 디포커스-유도 블러링(defocus-induced blurring)으로 이어진다.

<54>

광학 시스템(40)에서 각종 가정된 관찰 평면에 조명 빔을 상상함으로써 높은 상면 만곡의 효과를 이해할 수 있다.

<55>

콘덴서 이미지 평면(44)에서, 조명 빔은 광원(45)과 공통점이 있는데, 빔의 중앙 부분은 깨끗하게 이미지화되고 가장자리들은 상면 만곡에 의해 블러링된다. 이 평면에서, 빔의 중앙 부분은 어떤 블러링도 없이 광원의 밝은

영역 및 어두운 영역을 보여준다.

- <56> 콘덴서(41)쪽으로 약간 축상 이동하면, 깨끗하게 이미지화된 빔의 중앙으로부터 이격된 특정 링이 존재하고 이 특정 링의 내부 및 외부에서 블러가 증가함을 알 수 있다. 링은 관찰 평면이 광원의 만곡된 이미지(46)와 만나는 점들의 궤적에 대응한다. 이 링을 따라, 광원의 밝은 영역 및 어두운 영역이 어떠한 블러링없이 깨끗하게 이미지화된다.
- <57> 콘덴서(41) 쪽으로 추가로 축상 이동하면, 깨끗하게 이미지화된 링이 상기 링의 내부 및 외부 모두에서 블러가 증가하면서 광학 축으로부터 멀어지게 바깥쪽으로 이동함을 알 수 있다.
- <58> 관찰 평면이 광원의 만곡된 이미지(46)의 가장 바깥쪽 부분과 막 만날 때까지 콘덴서(41) 쪽으로 계속 축상 이동시키면, 조명 패턴의 가장 바깥쪽 가장자리는 조명 패턴 내에서 블러가 증가하면서 광원(45)의 밝고 어두운 상세 부분을 보여준다. 많은 경우에 조명 패턴에 대해 설명한 가장자리를 갖는 것이 바람직하지만, 조명 패턴의 가장자리에서 깨끗하게 이미지화된 광원의 밝은 영역 및 어두운 영역을 갖는 것이 종종 바람직하지 않다. 그러나, 상면 만곡량 및 시스템 요건에 따라, 이러한 조명 패턴은 일부 실시예에서 허용될 수 있다.
- <59> 마지막으로, 콘덴서(41) 쪽으로 훨씬 더 축상 이동하면, 광원의 이미지(46)의 만곡된 가장자리의 밖에서, 밝은 부분과 어두운 부분 사이의 콘트라스트를 감소시키기에는 충분하나 조명 패턴의 가장자리 또는 주변이 여전히 비교적 잘 한정되도록 할 만큼 충분히 작은 조명 패턴에 대해 약간 블러링된 가장자리를 볼 수 있다. 이 가장자리는 동작 중에 이미저 게이트(18)의 가장자리와 중첩될 수 있다. 조명 패턴의 내부에서, 블러링 효과는 가장자리에서보다 훨씬 크며, 이미저 게이트(18)에서의 조명 패턴은 대응하는 디포커싱 효과에 의해 아주 잘 균일화된다.
- <60> 도 1 내지 도 4에서, 콘덴서(11, 41)는 상당한 곡면수차가 없는 것으로 도시되어 있다. 선택적으로, 콘덴서는 상당한 양의 구면수차를 가질 수 있고, 이는 상면 만곡과 유사한 방식으로 바람직한 블러링 효과에 추가될 수 있다. 바람직하게는, 콘덴서(41)는 많은 양의 음수의 곡면수차를 가질 수 있다(이는 조명 빔의 가장자리에서의 광선들이 빔의 중앙에 가까운 광선보다 콘덴서로부터 더 멀리서 광학 축과 교차함을 의미한다). 대안적으로, 콘덴서(41)는 많은 양의 양수의 곡면수차, 또는 곡면 수차가 없는 것을 포함하여 임의의 적합한 양의 구면수차를 가질 수 있다.
- <61> 도 5는 광셀형 패널이 도 4에 도시된 것과 유사하게 위치되나 반사형으로 사용되는 광학 시스템(50)의 예시적인 일 실시예를 도시한다. 도 5의 실시예는 단지 예에 불과하고, 어떠한 방식으로 한정하고자 하는 것은 아니다. 광 경로의 각각의 구성요소에 대해서는 더 상세하게 후술한다.
- <62> 광원(51)은 바람직하게는 4:3 또는 16:9와 같은 광셀형 패널의 종횡비와 일치하는 종횡비를 갖는 대체로 직사각형 외부 형상을 갖는 LED 어레이이다. 대안적으로, LED 어레이는 광셀형 패널의 종횡비와는 다른 종횡비를 가질 수 있고, (위에서 설명된) 왜상 광학계는 광셀형 패널의 크기와 일치하도록 조명 빔을 형상화하는 데 사용될 수 있다. LED 어레이는 와이어 또는 전기 접속부, 또는 다이 또는 다른 지지 요소 사이의 캡과 같은 비발광 구조에 대응하는 어두운 영역을 가진 밝은 방출 영역을 가질 수 있다. 전형적인 LED 어레이는 약 20 루멘의 광속을 발광할 수 있으나, 임의의 적합한 값이 사용될 수도 있다. 이러한 어레이는 비교할만한 아크 램프의 요구되는 전력보다 훨씬 작은 약 1 와트의 전력을 소비할 수 있다. 일부 LED 어레이는 아주 좁은 파장 범위의 광을 발광한다는 것에 유의해야 한다. 예컨대, LED 어레이는 스펙트럼의 청색 영역으로 발광할 수 있어, 사람의 눈으로 볼 때 파장의 전체 범위가 본질적으로 청색인 것처럼 된다. 대안적으로, LED 어레이는 적색으로, 녹색으로, 또는 스펙트럼의 다른 일부 적합한 부분으로 발광할 수 있다. 일부 실시예에서, 백색 발광 LED(형광체(phosphors) 또는 다양한 색상을 발광하는 다수의 다이를 포함함)을 사용할 수도 있다.
- <63> 광원(51)으로부터의 광은 다중-요소 콘덴서에 의해 집광되며, 다중-요소 콘덴서는 도 5에서 집합적으로 요소(53 내지 67)이다. 이를 요소의 각각은 후술한다. 이 콘덴서는 단지 예시적인 것이며, 하나 이상의 굴절 요소, 반사 요소 및/또는 회절 요소를 갖는 임의의 적합한 콘덴서가 사용될 수도 있다.
- <64> 광원으로부터의 광은 복합 캡슐화 렌즈에 입력된다. 렌즈는 서로 근접 접촉된 내부 렌즈(53)와 외부 렌즈(55)를 갖는, 도시된 바와 같은 이중 렌즈(doublenlet)일 수 있다. 광원이 와이어 본드(들)에 의해 연결된 LED 다이 어레이인 경우에, 내부 렌즈(53)는 바람직하게는 실질적으로 평철(plano-convex) 공간에 LED 다이 어레이 및 와이어 본드(들)를 포함하며, 여기서 볼록 면의 곡률반경 및 축상 위치는 공간, 따라서 렌즈의 체적을 최소화하도록 선택된다. 이러한 렌즈(53)는 액체 또는 젤, 또는 경화된 중합체 물질로 구성될 수 있고, 약 1.5의 굴절률을 가질 수 있다. 외부 렌즈(55)는 바람직하게는 비교적 높은 굴절률의 물질, 예컨대 굴절률이 약 2 이상인 유

리로 구성된다. 렌즈(55)는 또한 바람직하게는 메니스커스(meniscus) 형상을 가지며, 그 외부 면은 적어도 광원의 맨 끝의 측방향 가장자리에서의 가장자리 부분 또는 측방향 가장자리와 광학 축 사이의 중간 부분과 같은 광원의 지정된 부분에 대해 실질적으로 무수차 상태가 되도록, 즉 구면수차 또는 코마를 거의 또는 전혀 갖지 않도록 설계될 수 있다. 렌즈(55)의 내부 면은 내부 렌즈(53)의 외부 면과 정합된다. 캡슐화 렌즈는 2006년 12월 30일에 출원되고 발명의 명칭이 "복합 캡슐화 렌즈를 갖는 LED"이고 공동 양도된 미국 특허 출원 제11/322801호(대리인 관리 번호: 61677US002)에 보다 충분히 기재되어 있다.

<65> 캡슐화 렌즈에 이어서 한 쌍의 프레넬 렌즈(57)가 있다. 제1 프레넬 렌즈는 빔을 실질적으로 시준하도록 선택될 수 있다. 제2 프레넬 렌즈의 입사면은 하나의 편광은 투과시키고 다른 편광은 반사시키는 반사 편광기와 같은 편광 필름 또는 요소를 그 위에 가질 수 있다. 예시적인 반사 편광기는 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등)에 설명된 공압출된 다층 필름 및 콜레스테릭 반사 편광기를 포함한다. 공압출된 다층 편광 필름을 제조하는 예시적인 방법이 미국 특허 제6,916,440호 (잭슨(Jackson) 등), 제6,939,499호 (머릴(Merri11) 등), 제6,949,212 호 (머릴 등), 및 제6,936,209호(잭슨 등)에 개시되어 있다. 추가 예시적인 반사 편광기로는 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수 가능한 비퀴티(VikuitiTM) 이중 휘도 향상 필름(DBEF)을 들 수 있다. 편광기를 제2 프레넬 렌즈 상에 포함시키거나 달리 프레넬 렌즈들 사이에 또는 광원에 가까운 다른 위치에 편광기를 장착하면 시스템 내의 하류의 광학 요소에 편광된 광 빔이 제공되는데, 이는 추가로 후술되는 바와 같이 유용할 수 있다. 제2 프레넬 렌즈는 빔을 수렴시킨다. 복합 캡슐화 렌즈의 배율이 충분히 높으면, 제2 프레넬 렌즈는 생략될 수 있다. 예시적인 프레넬 렌즈 쌍이 2005년 12월 30일에 출원되고 발명의 명칭이 "프레넬 렌즈 조합체"이고 공동 양도된 미국 특허 출원 제11/322981호 (대리인 관리 번호: 61118US002)에 설명되어 있다.

<66> 이어서, 빔은 때때로 X-큐브 색상 조합기라고도 불리는 빔분할 색상 조합기(59)에 입사되며, 여기서 특별한 치수의 양 빗변(hypotenuse)이 하나의 광장 대역을 반사시키고 다른 광장 대역을 투과시킬 수 있는 색상 감응 코팅을 갖고 있고, 이 코팅은 보통 s-편광된 광에 대해 최적화된다. (색상 조합기는 도 5에 개략적으로 도시되어 있고, 따라서 빗변은 도시되지 않는다.) 간단히 하기 위해 하나의 색상 채널만이 도 5에 도시되어 있으나, 총 천연색 프로젝션 시스템의 경우 광학 시스템(50)은 광원(51)이 주어진 채널에 대해 각각 적색, 녹색 또는 청색 광을 발광하는 점을 제외하고는 각각의 컬러 채널에 대해 2개의 추가적인 컬러 채널, 복제 요소(51, 53, 55, 57)를 갖는다는 것을 이해할 것이다. 결과적인 3개의 컬러 채널은 색상 조합기(59)의 서로 다른 면에 연결되어, 적색 아암, 녹색 아암 및 청색 아암을 형성하며, 여기서 각 아암은 자신의 광원 및 렌즈 구성요소를 가진다. 색상 조합기로부터의 출력은 3개의 아암들 모두로부터의 광을 중첩시키고, 3개의 광장 대역 모두는 (색상 조합기의 하류의) 동일한 광 경로를 따라 광셀형 패널을 조명한다. 바람직하게는, 색상 조합기(59)는 녹색 광장을 투과하는 반면 청색 및 적색 광장을 반사시키지만, 다른 적합한 구성이 사용될 수도 있다.

<67> 색상 조합기에 이어서, (도시되지 않은) 빗변을 따라 광대역 편광 감응 코팅 또는 요소를 갖는 편광 빔 스플리터(61)가 있다. 빗변은 일 편광 상태를 투과시키는 반면 이에 직교하는 편광 상태를 반사시킨다. 편광 빔 스플리터(61)는 평평한 외부면을 가질 수 있고, 또는 도시된 바와 같이 그 외부면 상에 일체형 포커싱 요소를 가질 수 있다. 도 5에서, 오목 렌즈(negative lens)는 입사면(63) 상에 형성되고, 볼록 렌즈(positive lens)는 빔 스플리터의 출사면(65) 상에 형성된다. 이들 일체형 렌즈는 원하는 경우 구면 또는 비구면 렌즈일 수 있고, 별도로 제조된 렌즈로 대체될 수 있으며, 이어서 빔 스플리터의 평평한 외부 면에 부착될 수 있다. 렌즈(63, 65)는 중계 렌즈인 것으로 간주될 수 있다. 예시적인 편광 빔 스플리터가 2005년 7월 29일에 출원되고 발명의 명칭이 "편광 빔 스플리터 제조 방법"이고 공동 양도된 미국 특허 출원 제11/192,681호 (대리인 관리 번호: 61014US002)에 개시되어 있다. 일체형 렌즈는 색상 조합기(59) 상에서 또한 사용될 수 있음에 유의해야 한다.

<68> 적색, 녹색, 또는 청색 채널로부터의 편광된 광은 빔 스플리터(61)의 빗변을 통과하여, 광셀형 패널(69)에 입사하고, 그래서 직교 편광 상태로 패널로부터 반사된 광은 빗변으로부터 반사되고 편광 빔 스플리터(61)의 면(예컨대, 도 5에서 가장 하부 면)을 빠져나와 투사 렌즈를 투과하여 스크린 상에 투사된다.

<69> 요소(67)는 바람직하게는 LCOS 패널인 광셀형 패널(69)용 커버 플레이트이다. 전형적으로 직사각형인 광셀형 패널(69)의 활성 영역은 이미지 게이트 (별도로 도시되지 않음)와 일치한다. LCOS 패널은 반사형으로 동작하여, 광셀 단위로, 구동 전기 신호에 응답하여 반사된 빔의 편광면을 회전시킨다. 특별한 광셀이 낮은 밝기를 가지면, 평면 또는 편광은 작은 양 만큼만 회전한다. 광셀이 높은 밝기를 가지면, 편광면은 거의 90도 만큼 회전된다. LCOS는 모든 3개의 광장을 동시에 동작할 수 있거나, 또는 각각의 특별한 프레임에 대해 한번씩 색상을 통해 순환될 수 있다(필드 순차 또는 색상 순차 시스템). 예컨대, (1/60)초의 전체 사이클 시간을 갖는 60 Hz의 리프레시 속도에 대해, 하나의 가능한 순환 기법(cycling scheme)은 (녹색 및 청색 LED를 턴 오프

시키고) (1/180)초 동안 적색 LED에만 전원을 공급하고, 이어서 (1/180)초 동안 녹색 LED에만 전원을 공급하고, 이어서 (1/180)초 동안 청색 LED에만 전원을 공급한다. 이는 단지 예에 불과하고, 원하는 경우 다른 순환 방법이 이용될 수도 있다.

<70> 도 5의 실시예에서, 광원(51)과 픽셀형 패널(69) 사이의 모든 요소들은 콘덴서로 간주될 수 있다. 이러한 요소들의 집합은 콘덴서 객체 평면(광원(51)과 일치), 콘덴서 이미지 평면(도 5에 도시되지 않았으나, 보통 패널(69)의 우측에 배치됨) 및 콘덴서 후방 초점면(또한 도 5에 도시되지 않았으나, 보통 패널(69)의 좌측에 배치됨)을 한정한다. 전술한 바와 같이, 픽셀형 패널(69)은 바람직하게는 콘덴서 후방 초점면과 콘덴서 이미지 평면 사이에 위치된다.

<71> 평면의 위치에 관해, 도 1 내지 도 4에서 검토되지 않은 도 5에 도시된 특수한 경우가 있다. LCOS 패널은 대체로 수직 입사에 가까운 제한된 범위의 입사각에 대해 가장 효과적으로 동작한다. 결과적으로, 패널(69) 상으로 입사하는 광은 바람직하게는 상기 범위의 입사각이 주로 광원(51)의 유한한 공간 크기로부터 야기되도록 명목상 시준되어야 한다. 콘덴서를 광원(51)과 패널(69) 사이의 모든 요소를 포함하는 것으로 생각하고 이 콘덴서로부터의 출력이 본질적으로 시준된다고 한다면, 광원(따라서, 콘덴서 객체 평면)은 본질적으로 콘덴서 전방 초점면에 위치되고, 콘덴서 이미지 평면은 본질적으로 무한대로 멀리 위치된다. 이 경우에, 패널(69)이 (패널(69)의 좌측으로) 콘덴서 후방 초점면과 (패널(69)의 우측으로) 먼 콘덴서 이미지 평면 사이에 위치되도록 콘덴서 이미지 평면은 도 5에서 우측으로 멀리 위치된다고 가정한다.

<72> 다른 특수한 경우에, 콘덴서는 수렴 광(도 1 내지 도 4) 또는 시준 광(도 5)이 아닌 발산 광이 픽셀형 패널을 타격하도록 설계된다. 이 경우에, 콘덴서 이미지 평면은 (도 1 내지 도 5의 좌우 관례를 이용하여) 콘덴서 후방 초점면의 왼쪽에 위치될 수 있고, 이미저 케이트가 이를 두 평면들 사이에서 콘덴서 후방 초점면보다는 콘덴서 이미지 평면에 더 가깝게 위치될 수 있다.

<73> 도 6은 도면의 좌측 및 우측에 여러 가지 가능한 광원 구성을 도시한다. 각각은 와이어 본드에 의해 생긴 어두운 영역, LED 다이들 사이의 갭, 또는 다른 구조를 갖는 방출 영역을 나타낸다. 본 도면의 우측에 있는 직사각형 영역은 전술한 광학 시스템에 의해 달성되는 이미저 케이트에서 균일한 조명을 나타낸다.

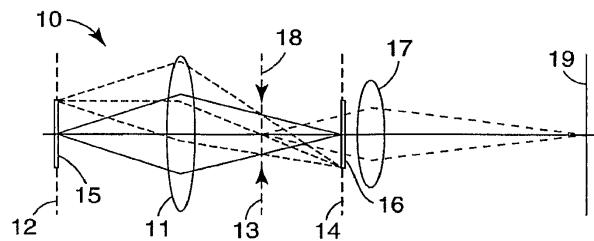
<74> 본 명세서에 설명된 바와 같은 본 발명 및 그 응용예의 설명은 예시적인 것으로 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에 설명된 실시예들의 변형 및 수정이 가능하며, 실시예의 각종 요소의 실제적인 대안 및 그 등가물은 본 특허 문헌의 검토시 당업자에게 이해될 것이다. 본 명세서에 개시된 이들 변형 및 수정과 기타의 변형 및 수정이 본 발명의 범위 및 사상으로부터 벗어나지 않고 행해질 수 있다.

도면의 간단한 설명

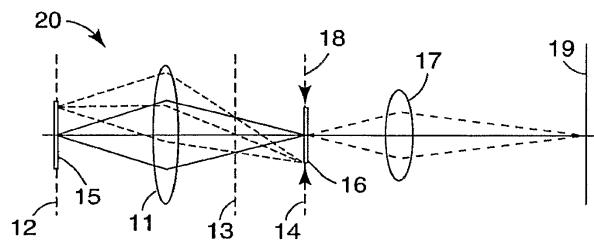
- <8> 도 1은 퀼러 조명 시스템의 개략도.
- <9> 도 2는 아베 조명 시스템의 개략도.
- <10> 도 3은 본질적으로 상면 만곡(filed curvature)이 없는 조명 시스템의 개략도.
- <11> 도 4는 상당한 양의 상면 만곡이 있는 조명 시스템의 개략도.
- <12> 도 5는 조명 시스템의 일 실시예의 평면도.
- <13> 도 6은 불균일한 긴 광원의 균일 조명 빔으로의 변환을 도시한 개략도.
- <14> 이를 도면에서, 동일한 참조 부호는 동일한 요소를 가리킨다.

도면

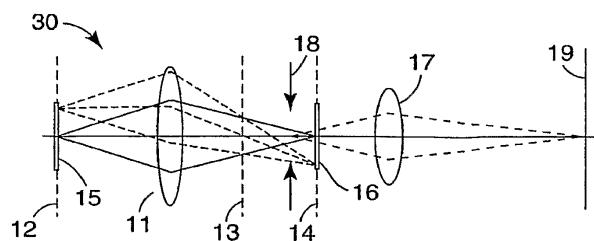
도면1



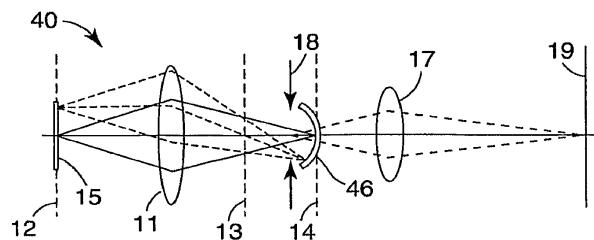
도면2



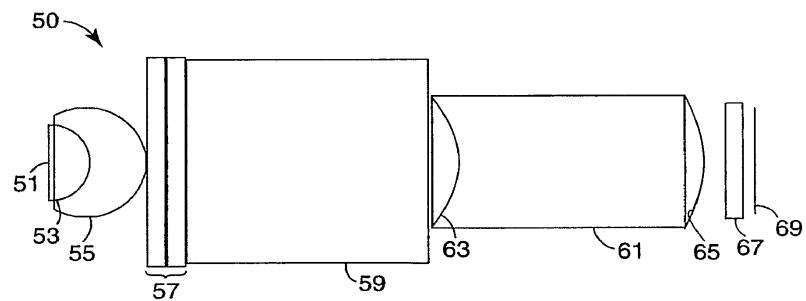
도면3



도면4



도면5



도면6

