



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0116276
(43) 공개일자 2007년12월07일

(51) Int. Cl.
H04N 9/31 (2006.01) H04N 5/74 (2006.01)
G03B 21/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7024889
(22) 출원일자 2007년10월29일
심사청구일자 없음
번역문제출일자 2007년10월29일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/009267
국제출원일자 2006년03월14일
(87) 국제공개번호 WO 2006/107546
국제공개일자 2006년10월12일
(30) 우선권주장
11/094,671 2005년03월30일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
매거럴 사이먼
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427쓰리엠 센터
(74) 대리인
김영, 양영준, 안국찬

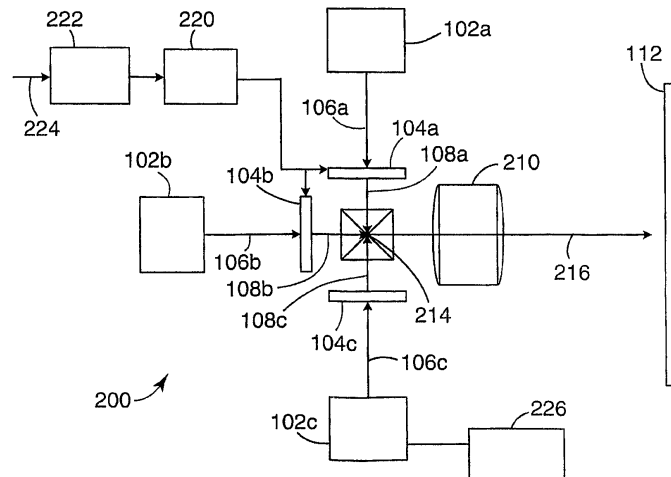
전체 청구항 수 : 총 50 항

(54) 조명 시스템 및 그를 사용하는 투사 시스템

(57) 요약

영상 투사 시스템 내에서 조명 광을 발생시키기에 유용한 조명 시스템은 적어도 제1 영상 형성 패널을 갖는다. 발광 소자, 예를 들어 발광 다이오드(LED)의 제1 어레이가 제1 과장 범위와 관련된 제1 광선을 발생시킨다. 발광 소자의 제2 어레이가 제2 과장 범위와 관련된 제2 광선을 발생시킨다. 발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제2 과장 범위 내의 광을 발생시키는 제1 발광 소자 및 제1 과장 범위 내의 광을 발생시키는 제2 발광 소자를 포함한다. 제2 발광 소자의 중심 과장은 제1 발광 소자의 중심 과장보다 제1 어레이 내의 발광 소자의 중심 과장에 대해 값이 더 가까울 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

광학 시스템이며,

적어도 제1 영상 형성 패널과,

제1 파장 범위와 주로 관련된 제1 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제1 어레이와,

제2 파장 범위와 주로 관련된 제2 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제2 어레이를 포함하고,

제1 광선은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향되고,

발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제2 파장 범위 내의 광을 발생시키는 제1 발광 소자와, 제1 파장 범위 내의 광을 발생시키는 제2 발광 소자를 포함하고,

제2 광선은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 및 제2 발광 소자는 발광 다이오드(LED)인 광학 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 발광 소자의 제1 어레이는 제1 파장 범위 내의 광을 발생시키는 제3 발광 소자와, 제2 파장 범위 내의 광을 발생시키는 제4 발광 소자를 포함하는 광학 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 제3 파장 범위와 관련된 제3 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제3 어레이를 더 포함하고, 발광 소자의 제3 어레이는 적어도 제3 파장 범위 내의 광을 발생시키는 제5 발광 소자를 포함하는 광학 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 발광 소자의 제3 어레이는 적어도 제1 및 제2 파장 범위 중 하나 내의 광을 발생시키는 제6 발광 소자를 포함하는 광학 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 발광 소자의 제3 어레이는 적어도 제1 및 제2 파장 범위 중 다른 하나 내의 광을 발생시키는 제7 발광 소자를 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 7

제4항에 있어서, 발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제3 파장 범위 내의 광을 발생시키는 제8 광원을 포함하는 광학 시스템.

청구항 8

제4항에 있어서, 발광 소자의 제1 어레이는 적어도 제2 및 제3 파장 범위 중 적어도 하나 내의 광을 발생시키는 제9 발광 소자를 포함하는 광학 시스템.

청구항 9

제4항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널은 적어도 제1 영상 형성 패널, 제2 영상 형성 패널, 및 제3 영상 형성 패널을 포함하고, 제1 광선은 제1 영상 형성 패널을 조명하고, 제2 광선은 제2 영상 형성 패널을 조명하고, 제3 광선은 제3 영상 형성 패널을 조명하는 광학 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 제1 컬러 영상 비임은 제1 영상 형성 패널로부터 전파되고, 제2 컬러 영상 비임은 제2 영상 형

성 패널로부터 전파되고, 제3 컬러 영상 비임은 제3 영상 형성 패널로부터 전파되고,

제1, 제2, 및 제3 컬러 영상 비임들을 조합된 컬러 영상 비임으로 조합하는 이색성 색 조합 유닛을 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널은 적어도 제1 영상 형성 패널 및 제2 영상 형성 패널을 포함하고, 제1 광선은 제1 영상 형성 패널을 조명하고, 제2 광선은 제2 영상 형성 패널을 조명하는 광학 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 제1 컬러 영상 비임은 제1 영상 형성 패널로부터 전파되고, 제2 컬러 영상 비임은 제2 영상 형성 패널로부터 전파되고,

제1 및 제2 컬러 영상 비임들을 조합된 컬러 영상 비임으로 조합하는 이색성 색 조합 유닛을 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 발광 소자의 제2 어레이 내의 발광 소자의 위치는 각각의 기하학적 수집 효율과 관련되고, 발광 소자의 제2 어레이의 제2 발광 소자는 기하학적 효율의 최대값보다 더 낮은 기하학적 효율과 관련된 발광 소자의 제2 어레이 내의 위치에 위치되는 광학 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 발광 소자의 제1 어레이로부터의 광은 각각의 굴절 광학 소자를 사용하여 수집되어, 각각의 굴절 광학 소자에 의해 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서, 발광 소자의 제1 어레이로부터의 광은 각각의 포커싱 광학 소자를 사용하여 수집되어, 터널 집속기의 입력 단부 내로 지향되고, 터널 집속기의 출력 단부의 외부로 통과한 광은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서, 발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제9 발광 소자를 포함하는 광학 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 장치에 의해 형성되는 영상을 제어하기 위해 적어도 제1 영상 형성 패널에 결합된 영상 제어기를 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 영상 제어기는 영상 입력 및 분석 유닛이 결합되고, 영상 입력 및 분석 유닛은 영상 정보를 수신하여 분석하고, 원하는 영상에 관련된 신호를 영상 제어기로 송출하는 광학 시스템.

청구항 19

제1항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널로부터 수신된 영상 광선을 투사하도록 배치된 적어도 하나의 투사 렌즈 유닛을 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 20

제19항에 있어서, 투사 스크린을 더 포함하고, 영상 광선은 투사 렌즈 유닛에 의해 투사 스크린으로 투사되는 광학 시스템.

청구항 21

제1항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널은 액정 디스플레이 영상 형성 장치 및 디지털 다중 거울 장치 중 적어도 하나를 포함하는 광학 시스템.

청구항 22

제1항에 있어서, 발광 소자의 제1 및 제2 어레이의 발광 소자에 전력을 제공하도록 결합된 전원을 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 23

제22항에 있어서, 전원은 광학 시스템이 영상을 표시할 때, 전력을 계속하여 발광 소자로 공급하는 광학 시스템.

청구항 24

제1항에 있어서, 제1 파장 범위는 400 nm 내지 490 nm, 490 nm 내지 600 nm, 및 600 nm 내지 700 nm 중 하나의 범위이고, 제2 파장 범위는 400 nm 내지 490 nm, 490 nm 내지 600 nm, 및 600 nm 내지 700 nm 중 다른 범위인 광학 시스템.

청구항 25

컬러 영상을 투사하기 위한 투사 시스템이며,

적어도 컬러 영상의 제1 색 성분과 관련된 제1 영상 형성 패널, 컬러 영상의 제2 색 성분과 관련된 제2 영상 형성 패널, 및 컬러 영상의 제3 색 성분과 관련된 제3 영상 형성 패널과,

제1 색 성분과 관련되고 제1 영상 형성 패널로 지향되는 제1 광선을 발생시킬 수 있는 발광 다이오드(LED)의 제1 어레이와,

제2 색 성분과 관련되고 제2 영상 형성 패널로 지향되는 제2 광선을 발생시킬 수 있는 LED의 제2 어레이와,

제3 색 성분과 관련되고 제3 영상 형성 패널로 지향되는 제3 광선을 발생시킬 수 있는 LED의 제3 어레이를 포함하고,

제1 LED 어레이는 제2 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함하는 투사 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서, 제1 LED 어레이는 제3 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 더 포함하는 투사 시스템.

청구항 27

제25항에 있어서, 제2 LED 어레이는 제1 및 제3 색 성분 중 하나의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함하는 투사 시스템.

청구항 28

제27항에 있어서, 제2 LED 어레이는 제1 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED와, 제3 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함하는 투사 시스템.

청구항 29

제27항에 있어서, 제3 LED 어레이는 제1 및 제2 색 성분 중 하나의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함하는 투사 시스템.

청구항 30

제29항에 있어서, 제3 LED 어레이는 제1 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED와, 제2 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함하는 투사 시스템.

청구항 31

제25항에 있어서, 제1 컬러 영상 비임은 제1 영상 형성 패널로부터 전파되고, 제2 컬러 영상 비임은 제2 영상 형성 패널로부터 전파되고, 제3 컬러 영상 비임은 제3 영상 형성 패널로부터 전파되고,
제1, 제2, 및 제3 컬러 영상 비임들을 조합된 컬러 영상 비임으로 조합하는 이색성 색 조합 유닛을 더 포함하는 투사 시스템.

청구항 32

제25항에 있어서, 제1 LED 어레이 내의 LED의 위치는 각각의 기하학적 수집 효율과 관련되고, 제2 색 성분의 광을 발생시키는 제1 LED 어레이의 LED는 기하학적 효율의 최대값보다 더 낮은 기하학적 효율과 관련된 제1 LED 어레이 내의 위치에 위치되는 투사 시스템.

청구항 33

제25항에 있어서, 제1, 제2, 및 제3 영상 형성 패널에 의해 형성된 영상을 제어하기 위해 제1, 제2, 및 제3 영상 형성 패널에 결합된 영상 제어기를 더 포함하는 투사 시스템.

청구항 34

제25항에 있어서, 제1, 제2, 및 제3 영상 형성 패널로부터 수신된 영상 광선을 투사하도록 배치된 적어도 하나의 투사 렌즈 유닛을 더 포함하는 투사 시스템.

청구항 35

제34항에 있어서, 투사 스크린을 더 포함하고,
영상 광선은 투사 렌즈에 의해 투사 스크린으로 투사되는 투사 시스템.

청구항 36

제25항에 있어서, 제1 색 성분은 400 nm 내지 490 nm, 490 nm 내지 600 nm, 및 600 nm 내지 700 nm 중 하나의 파장 범위와 관련되고, 제2 색 성분은 400 nm 내지 490 nm, 490 nm 내지 600 nm, 및 600 nm 내지 700 nm 중 다른 파장 범위와 관련되는 투사 시스템.

청구항 37

광학 시스템이며,
적어도 제1 영상 형성 패널과,
제1 파장 범위와 주로 관련된 제1 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제1 어레이와,
제2 파장 범위와 주로 관련된 제2 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제2 어레이를 포함하고,
제1 어레이의 제1 발광 소자는 제1 중심 파장을 갖는 광을 생성하고, 제1 광선은 제1 영상 형성 패널로 지향되고,
발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제2 중심 파장을 갖는 광을 발생시키는 제2 발광 소자 및 제3 중심 파장을 갖는 광을 발생시키는 제3 발광 소자를 포함하고, 제3 중심 파장은 제2 중심 파장보다 제1 중심 파장에 더 가까운 값을 갖고, 제2 광선은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 38

제37항에 있어서, 제1, 제2, 및 제3 발광 소자는 발광 다이오드(LED)인 광학 시스템.

청구항 39

제37항에 있어서, 제3 중심 파장은 제1 중심 파장과 동일한 광학 시스템.

청구항 40

제37항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널은 적어도 제1 영상 형성 패널 및 제2 영상 형성 패널을 포함하고, 제2 광은 제2 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 41

제37항에 있어서, 제3 파장 범위와 관련된 제3 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제3 어레이를 더 포함하고, 발광 소자의 제3 어레이는 적어도 제3 파장 범위 내의 제4 중심 파장을 갖는 광을 발생시키는 제4 발광 소자를 포함하고, 제3 광선은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 42

제41항에 있어서, 발광 소자의 제3 어레이는 적어도 제5 중심 파장을 갖는 광을 생성하는 제5 발광 소자를 포함하고, 제5 중심 파장의 값은 제4 중심 파장보다 제1 중심 파장에 더 가까운 광학 시스템.

청구항 43

제41항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널은 적어도 제2 영상 형성 패널 및 제3 영상 형성 패널을 포함하고, 제2 광선은 제2 영상 형성 패널로 지향되고, 제3 광선은 제3 영상 형성 패널로 지향되는 광학 시스템.

청구항 44

제43항에 있어서, 제1 컬러 영상 비임은 제1 영상 형성 패널로부터 전파되고, 제2 컬러 영상 비임은 제2 영상 형성 패널로부터 전파되고, 제3 컬러 영상 비임은 제3 영상 형성 패널로부터 전파되고,

제1, 제2, 및 제3 컬러 영상 비임들을 조합된 컬러 영상 비임으로 조합하는 이색성 색 조합 유닛을 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 45

제37항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널 장치에 의해 형성되는 영상을 제어하기 위해 적어도 제1 영상 형성 패널에 결합된 영상 제어기를 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 46

제37항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널로부터 수신된 영상 광선을 투사하도록 배치된 적어도 하나의 투사 렌즈 유닛을 더 포함하는 광학 시스템.

청구항 47

제46항에 있어서, 투사 스크린을 더 포함하고,

영상 광선은 투사 렌즈 유닛에 의해 투사 스크린으로 투사되는 광학 시스템.

청구항 48

제37항에 있어서, 적어도 제1 영상 형성 패널은 액정 디스플레이 영상 형성 장치 및 디지털 다중 거울 장치 중 적어도 하나를 포함하는 광학 시스템.

청구항 49

제37항에 있어서, 발광 소자의 제1 및 제2 어레이의 발광 소자에 전력을 제공하도록 결합된 전원을 더 포함하고,

전원은 광학 시스템이 영상을 표시할 때, 전력을 계속하여 발광 소자로 공급하는 광학 시스템.

청구항 50

제37항에 있어서, 제1 파장 범위는 400 nm 내지 490 nm, 490 nm 내지 600 nm, 및 600 nm 내지 700 nm 중 하나의 범위이고, 제2 파장 범위는 400 nm 내지 490 nm, 490 nm 내지 600 nm, 및 600 nm 내지 700 nm 중 다른 범위인 광학 시스템.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 투사 시스템 내에서 사용될 수 있는 조명 시스템 및 조명 시스템을 사용한 투사 시스템에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 조명 광을 발생시키기 위한 발광 다이오드(LED)와 같은 발광 소자의 어레이를 포함하는 조명 시스템에 관한 것이다.

배경기술

<2> 조명 시스템은 프로젝션 디스플레이, 액정 디스플레이(LCD) 등을 위한 백라이트를 포함한, 다양한 용도를 갖는다. 투사 시스템은 보통 광원, 조명 광학 장치, 영상 형성 장치, 투사 광학 장치, 및 투사 스크린을 포함한다. 조명 광학 장치는 광원에 의해 발생된 광을 수집하고, 수집된 광을 하나 이상의 영상 형성 장치로 지향시킨다. 전자식으로 조절 및 처리되는 디지털 비디오 신호에 의해 제어되는 영상 형성 장치(들)은 비디오 신호에 대응하는 영상 광선을 생성한다. 투사 광학 장치는 영상 광선을 확대하여, 이를 투사 스크린으로 투사한다.

<3> 아크 램프와 같은 백색 광원이 투사 디스플레이 시스템용으로 사용되는 주된 광원이었고, 여전히 그러하다. 백색 광원을 사용하는 3-패널 투사 시스템에서, 광은 일반적으로 적색, 녹색, 및 청색의 3개의 컬러 채널로 분할되고, 각각의 컬러에 대한 영상을 생성하는 각각의 패널로 지향된다. 다른 투사 시스템은 하나의 촬상 패널만을 사용하고, 따라서 회전식 컬러 휠이 일반적으로 백색 광을 필터링하도록 사용되어, 하나의 색 대역으로부터의 광만이 한번에 패널로 입사한다. 패널로 입사한 광은 컬러를 적색/녹색/청색/적색 등으로 순차적으로 변화시키고, 패널은 입사 광과 동기하여 적색/녹색/청색/적색 영상을 형성하도록 순차적으로 구동된다.

<4> 그러나, 더욱 최근에, 발광 다이오드(LED)가 백색 광원에 대한 대안으로서 고려된다. 3-패널 시스템에 대해, 적색 LED의 어레이가 적색 채널을 조명하도록 사용되고, 녹색 LED의 어레이가 녹색 채널을 조명하도록 사용되고, 청색 LED의 어레이가 청색 채널을 조명하도록 사용된다. LED 광원의 몇몇 장점은 긴 사용 수명, 높은 효율, 및 우수한 열 특성을 포함한다.

<5> 그러나, LED 기반 조명 광원은 영화 및 텔레비전 기술자 협회(Society of Motion Pictures and Television Engineers)에 의한 권고안(Recommended Practice) 145-1999의 "C 컬러 모니터 색측정"(이하에서, SMPTS 145-1999로 불림)에서 설명된 권고안과 일치하지 않는 색역을 표시한다. 또한, 허용 가능한 백색을 달성하기 위해, LED 기반 조명 광원은 종종 모든 가용 LED로부터 이용 가능한 최고 강도를 실현하는 데 실패하는 모드로 운전되고, 따라서 표시되는 영상의 전체적인 휘도가 감소된다.

<6> 투사 시스템을 위한 LED 기반 조명 광원의 컬러 및 휘도를 개선할 필요성이 남아있다.

발명의 상세한 설명

<7> 본 발명의 일 실시예는 적어도 제1 영상 형성 패널을 포함하는 광학 시스템에 관한 것이다. 발광 다이오드(LED)일 수 있는 발광 소자의 제1 어레이가 제1 과장 범위와 관련된 제1 광선을 발생시킨다. 제1 광선은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향된다. 발광 소자의 제2 어레이가 제2 과장 범위와 관련된 제2 광선을 발생시키고, 발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제2 과장 범위 내의 광을 발생시키는 제1 발광 소자 및 제1 과장 범위 내의 광을 발생시키는 제2 발광 소자를 포함하고, 제2 광선은 적어도 제1 영상 형성 패널로 지향된다.

<8> 본 발명의 다른 실시예는 컬러 영상을 투사하기 위한 투사 시스템에 관한 것이다. 시스템은 적어도 제1, 제2, 및 제3 영상 형성 패널을 포함한다. 제1 영상 형성 패널은 컬러 영상의 제1 색 성분과 관련되고, 제2 영상 형성 패널은 컬러 영상의 제2 색 성분과 관련되고, 제3 영상 형성 패널은 컬러 영상의 제3 색 성분과 관련된다. 발광 다이오드(LED)의 제1 어레이가 제1 색 성분과 관련된 제1 광선을 발생시킬 수 있다. 제1 광선은 제1 영상 형성 패널로 지향된다. LED의 제2 어레이가 제2 색 성분과 관련된 제2 광선을 발생시킬 수 있다. 제2 광선은 제2 영상 형성 패널로 지향된다. LED의 제3 어레이가 제3 색 성분과 관련된 제3 광선을 발생시킬 수 있다. 제3 광선은 제3 영상 형성 패널로 지향된다. 제1 LED 어레이는 제2 색 성분의 광을 발생시키는 적어도 하나의 LED를 포함한다.

<9> 본 발명의 다른 실시예는 적어도 제1 및 제2 영상 형성 패널과, 제1 과장 범위와 주로 관련된 제1 광선을 발생시키기 위한 발광 소자의 제1 어레이를 포함하는 광학 시스템에 관한 것이다. 제1 어레이의 제1 발광 소자는 제1 중심 과장을 갖는다. 제1 광선은 제1 영상 형성 패널로 지향된다. 발광 소자의 제2 어레이가 제2 과장 범

위와 주로 관련된 제2 광선을 발생시킨다. 발광 소자의 제2 어레이는 적어도 제2 중심 파장을 갖는 광을 발생시키는 제2 발광 소자 및 제3 중심 파장을 갖는 광을 발생시키는 제3 발광 소자를 포함한다. 제3 중심 파장은 제2 중심 파장보다 제1 중심 파장에 더 가까운 값을 갖는다. 제2 광선은 제2 영상 형성 패널로 지향된다.

- <10> 본 개시 내용의 상기 요약은 본 발명의 각각의 예시되는 실시예 또는 모든 실시를 설명하도록 의도되지 않는다. 도면 및 다음의 상세한 설명은 이러한 실시예를 더욱 구체적으로 예시한다.
- <11> 본 개시 내용은 첨부된 도면과 관련하여 다양한 예시적인 실시예의 다음의 상세한 설명을 고려하면 더욱 완전하게 이해될 수 있다.

실시예

- <25> 상이한 도면 내의 유사한 도면 부호는 유사한 요소를 표시한다. 본 발명이 다양한 변형 및 대안적인 형태로 보정될 수 있지만, 그의 세부가 도면에서 예시적으로 도시되었고 상세하게 설명될 것이다. 그러나, 본 발명은 설명되는 특정 실시예로 제한되는 않는다는 것이 이해되어야 한다. 대조적으로, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 한정되는 바와 같은 본 발명의 취지 및 범주 내에 드는 모든 변형, 등가물, 및 대안을 포함한다.
- <26> 높은 출력을 갖는 LED가 더 쉽게 이용 가능해지고 있으며, 이는 LED 조명에 대한 새로운 적용을 열어준다. 고출력 LED로 다뤄질 수 있는 몇몇 적용은 투사 및 디스플레이 시스템 내의 광원으로서, 기계 시야 시스템 및 카메라/비디오 장치 내의 조명 광원으로서, 그리고 자동차 전조등과 같은 원거리 조명 시스템 내에서의, 그의 용도를 포함한다. LED 기반 광원은 많은 상이한 용도로 사용될 수 있다. 본 개시 내용의 조명 시스템이 특히 적합한 한 가지 용도는 투사 시스템 내의 영상 형성 장치의 조명이다. 그러한 투사 시스템은 예를 들어 프로젝션 텔레비전 내에서 사용될 수 있다.
- <27> LED는 전형적으로 넓은 각도에 걸쳐 광을 방출하고, 광학 설계자에 대한 과제 중 하나는 LED에 의해 생성된 광을 효율적으로 수집하여 광을 선택된 목표 영역으로 지향시키는 것이다. 다른 과제는 가능한 한 밝은 조명 영상을 유지하면서, 원하는 백색을 생성하는 컬러 세트를 달성하는 것이다.
- <28> 도1에 개략적으로 도시된 투사 시스템(100)의 일 실시예는 영상 형성 패널로도 불리는, 각각의 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)를 조명하는 복수의 상이한 컬러의 광원(102a, 102b, 102c)을 포함한다. 각각의 광원(102a, 102b, 102c)은 특정 컬러를 갖는 광선을 발생시키기 위해 발광 다이오드(LED)와 같은 복수의 발광 소자를 포함할 수 있다. 일반적으로, 광원(102a, 102b, 102c)은 각각의 적색, 녹색, 및 청색 조명 광선을 발생시킨다.
- <29> 적색 비임과 관련된 파장 범위는 예를 들어 약 600 nm 내지 약 700 nm일 수 있고, 녹색 비임은 약 500 nm 내지 약 600 nm일 수 있고, 청색 비임은 약 400 nm 내지 약 500 nm일 수 있다. 이러한 파장 범위에 대한 상한 및 하한은 정확하지 않고, 시스템마다 변할 수 있다. 또한, 상이한 컬러의 광선 내에 포함되는 파장들의 약간의 중첩이 있을 수 있다. 예를 들어, 청색 광선은 약 425 nm 내지 약 490 nm의 관련 파장 범위를 가질 수 있고, 녹색 광선은 약 490 nm 내지 약 600 nm의 파장 범위를 갖는다.
- <30> 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)는 임의의 적합한 유형의 영상 형성 장치일 수 있다. 예를 들어, 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)는 투과식 또는 반사식 영상 형성 장치일 수 있다. 투과식 및 반사식 액정 디스플레이(LCD) 패널이 영상 형성 장치로서 사용될 수 있다. 적합한 유형의 투과식 LCD 영상 형성 패널의 일례는 고온 폴리실리콘(HTPS) LCD 장치이다. 적합한 유형의 반사식 LCD 패널의 일례는 실리콘 상층 액정(LCoS) 패널이다. LCD 패널은 선택된 화소와 관련된 광을 편광 변조한 다음, 편광기를 사용하여 비변조 광으로부터 변조 광을 분리함으로써, 조명 광선을 변조한다. 디지털 다중 거울 장치(DMD)로도 불리며 DLP™라는 상표명으로 텍사스주 플라노 소재의 텍사스 인스트루먼트즈(Texas Instruments)에 의해 공급되는 다른 유형의 영상 형성 장치는 조명 광을 투사 렌즈를 향해 또는 투사 렌즈로부터 멀리 편향시키는, 개별적으로 어드레스 가능한 거울의 어레이를 사용한다. 다음의 설명이 LCD 및 DLP™형 영상 형성 장치를 언급하지만, 본 개시 내용의 범주를 이러한 2가지 유형의 영상 형성 장치만으로 제한할 의도가 없고, 본원에서 설명되는 유형의 조명 시스템은 투사 시스템에 의해 투사되는 영상을 형성하기 위한 다른 유형의 장치를 사용할 수 있다.
- <31> 각각의 컬러의 조명 광선(106a, 106b, 106c)이 그의 각각의 영상 형성 장치로 입사하여, 컬러 영상 비임(108a, 108b, 108c)을 생성한다. 컬러 영상 광선(108a, 108b, 108c)은 각각의 컬러에 대한 영상 정보를 담고, 이러한 특정 실시예에서, 각각의 투사 렌즈 유닛(110a, 110b, 110c)에 의해 투사 스크린(112)으로 투사된다. 따라서, 컬러 영상 광선(108a, 108b, 108c)은 투사 스크린(112)에서 서로 혼합된다.

- <32> 도1에 도시된 예시적인 실시예는 조명 시스템이 예를 들어 적색, 녹색, 및 청색의 3개의 상이한 컬러 채널을 갖는 것을 보여주기 위해 제시되었고, 각각의 컬러 채널은 각각의 조명 비임(106a, 106b, 106c)을 생성하는 그 자신의 광원(102a, 102b, 102c)을 포함한다. 도면은 본 발명을 영상 형성 패널 또는 영상 형성 패널을 조명하기 위한 광학 배열의 임의의 특정 유형으로 제한하도록 의도되지 않는다.
- <33> 몇몇 다른 실시예에서, 상이한 컬러의 영상 광선들은 스크린으로 투사되기 전에, 하나의 완전한 컬러 영상 비임으로 서로 조합된다. 영상 광선은 예를 들어 x-큐브 이색성 조합기 또는 필립스 컬러 프리즘 및 일련의 이색성 거울을 포함하는 다른 유형의 이색성 조합기와 같은, 이색성 광학 조합 소자를 사용하여 조합될 수 있다. 다른 접근에서, 광선들은 편광에 기초하여 조합될 수 있다. 도2에 개략적으로 도시된 투사 시스템(200)의 특정 실시예에서, 컬러 영상 광선(108a, 108b, 108c)들은 x-큐브 컬러 조합기(214) 내에서 조합되어, 단일 투사 렌즈 유닛(210)을 사용하여 스크린(112)으로 투사되는 하나의 완전한 컬러 영상 비임(216)을 형성한다.
- <34> 또한, 영상 형성 장치(104a, 104b)에 결합된 영상 제어기(220)가 도시되어 있다. 영상 제어기(220)는 영상 형성 장치에 의해 입사 조명 광 상에 부가되는 영상을 제어하는 영상 형성 장치에 인가되는 제어 신호를 생성한다. 영상 제어기(220)는 또한 제3 영상 형성 장치(104c)에 결합될 수 있지만, 이러한 연결은 명확하게 하기 위해 도면에서 생략되었다. 제어기(220)는 외부 공급원으로부터 입력 신호(224)를 수신하는 영상 분석 유닛(222)으로부터 신호를 수신하도록 작동식으로 연결될 수 있다. 입력 신호(224)는 예를 들어 케이블 연결, 위성 수신기, DVD 플레이어 또는 비디오 테이프 플레이어로부터 텔레비전 수상기 내로의 신호일 수 있다. 영상 분석 유닛(222)은 입력 신호를 제어기(220)에 의해 인식되는 영상 신호로 변환한다.
- <35> 전원(226)이 광원(102a - 102c)에 전력을 제공하기 위해 연결될 수 있다. 도면은 명확하게 하기 위해 제3 광원(102c)으로의 연결만을 도시한다.
- <36> 본 발명을 통합할 수 있는 다채널 투사 시스템(300)의 다른 예시적인 실시예가 도3에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 특정 실시예에서, 투사 시스템(300)은 예를 들어 적색, 녹색, 및 청색의 상이한 컬러의 조명 광선(106a, 106b, 106c)을 발생시키는 광원(102a, 102b, 102c)을 갖는 3-패널 투사 시스템이다. 광원(102a, 102b, 102c)은 임의의 컬러 조명 광선(106a, 106b, 106c)을 그들 각각의 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)로 조향하기 위한 비임 조향 소자, 예를 들어 거울 또는 프리즘을 포함할 수 있다. 광원(102a, 102b, 102c)은 조명 광선(106a, 106b, 106c)을 정렬하기 위한 편광기, 집속기, 렌즈, 거울 등과 같은 다양한 소자를 또한 포함할 수 있다.
- <37> 컬러 조명 광선(106a, 106b, 106c)은 각각의 편광 비임 분할기(310a, 310b, 310c: PBS)를 거쳐 그들 각각의 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)로 지향된다. 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)는 각각의 반사된 컬러 영상 광선(108a, 108b, 108c)이 PBS(310a, 310b, 310c)에 의해 분리되어 색 조합기 유닛(214)으로 통과하도록, 입사 조명 광선(106a, 106b, 106c)을 편광 변조한다. 컬러 영상 광선(108a, 108b, 108c)은 투사 렌즈 유닛(210)에 의해 스크린(112)으로 투사되는 하나의 완전한 컬러 영상 비임(216)으로 조합될 수 있다.
- <38> 도시된 예시적인 실시예에서, 컬러 조명 광선(106a, 106b, 106c)은 PBS(310a, 310b, 310c)에 의해 영상 형성 장치(104a, 104b, 104c)로 반사되고, 결과적인 영상 광선(108a, 108b, 108c)은 PBS(310a, 310b, 310c)를 통해 투과된다. 도시되지 않은 다른 접근에서, 조명 광은 PBS를 통해 영상 형성 장치로 투과될 수 있고, 영상 광은 PBS에 의해 반사된다.
- <39> 투사 시스템의 다른 실시예는 더 많거나 더 적은 개수인, 상이한 개수의 영상 형성 장치를 사용할 수 있다. 투사 시스템의 몇몇 실시예는 단일 영상 형성 장치를 사용하고, 다른 실시예는 2개의 영상 형성 장치를 채용한다. 예를 들어, 단일 영상 형성 장치를 사용하는 투사 시스템은 공동 소유의 미국 특허 출원 제10/895,705호에서 더욱 상세하게 언급되고, 2개의 영상 형성 장치를 사용하는 투사 시스템은 공동 소유의 미국 특허 출원 제10/914,596호에서 설명된다. 단일 패널 투사 시스템에서, 조명 광은 단지 단일 영상 형성 패널 상으로 입사한다. 입사 광은 단지 하나의 컬러의 광이 한번에 영상 형성 장치의 일부 상으로 입사하도록, 변조된다. 시간에 경과함에 따라, 영상 형성 장치 상에 입사하는 광은 예를 들어 적색에서 녹색으로 그리고 청색으로 다시 적색으로 변화하고, 이 시점에서 사이클이 반복된다. 이는 종종 "필드 순차 컬러" 작동 모드로 불린다. 다른 유형의 단일 패널 투사 시스템에서, 광의 상이한 컬러 대역들이 단일 패널을 가로질러 스크롤될 수 있어서, 패널은 한번에 하나의 이상의 컬러로 조명 시스템에 의해 조명되지만, 패널 상의 임의의 특정 지점은 순간적으로 단일 컬러로만 조명된다.
- <40> 2-패널 투사 시스템에서, 2가지 컬러, 예를 들어 적색 및 청색이 적색 및 청색 광에 대한 영상을 순차적으로 표

시하는 제1 영상 형성 장치 패널로 순차적으로 지향된다. 예를 들어 녹색 컬러 채널을 위한 제2 패널은 연속적으로 조명될 수 있다. 녹색 영상 형성 장치 및 적색/청색 영상 형성 장치로부터의 광선들은 조합되어 투사되고, 눈에서의 통합으로 인해, 관찰자는 완전한 컬러 영상을 본다.

- <41> 투사 시스템의 영상 형성 패널(들)을 조명하도록 사용되는 상이한 컬러의 조명 비임을 발생시키도록 사용되는 광원 내에서의 LED와 같은 발광 소자에 대한 많은 상이한 배열이 있다. 많은 실시예에서, 광원은 어레이로 배열된 복수의 발광 소자를 채용한다. 몇몇 실시예에서, 상이한 발광 소자들로부터의 광은 굴절 광학 장치, 반사 광학 장치, 또는 굴절 및 반사 광학 장치의 조합을 사용하여 조합된다. 또한, 몇몇 실시예에서, 발광 소자로부터의 광은 균일한 강도를 갖는 조명 광선을 생성하도록 집속 터널을 통해, 즉 영상 형성 장치로 지향될 수 있다. 다른 실시예에서, 조명 광은 집속기를 통과하지 않고서 영상 형성 장치로 지향될 수 있다.
- <42> 하나의 컬러 채널에 대한 조명 광선을 발생시키기 위한 발광 소자(402)의 어레이를 사용하는 광원(400)의 하나의 특정 실시예가 도4에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 예시적인 실시예에서, 광원(400)은 3개의 발광 소자(402)를 구비하여 도시되어 있다. 발광 소자(402)는 예를 들어 LED일 수 있다. 상이한 개수의 발광 소자(402)가 사용될 수 있다. 예를 들어, 광원(400)은 발광 소자(402)의 3 x 3 어레이를 포함할 수 있다. 광원(400)은 공동 소유의 미국 특허 출원 제10/923,945호에서 더욱 상세하게 설명된다.
- <43> 발광 소자(402a, 402b, 402c)는 각각의 축(406a, 406b, 406c)을 따라 목표 영역(408)을 향해 조명 광(404a, 404b, 404c)을 방출하도록 배열된다. 발광 소자(402a, 402b, 402c)는 만곡된 기부(403)에 장착될 수 있다. 축(406a, 406b, 406c)들은 서로에 대해 평행할 필요가 없고, 이러한 예시적인 실시예에서, 양호하게는 목표 영역(408)의 중심에서 교차하도록 지향된다. 목표 영역(408)은 영상 형성 장치의 위치, 또는 다른 목표 개구, 예를 들어 터널 집속기로의 입구에 대응할 수 있다. 도4에 도시된 것에 추가하여, 비임 조향 광학 장치 및 편광 광학 장치와 같은 추가의 광학 소자가 발광 소자(402a, 402b, 402c)와 목표 영역(408) 사이에 위치될 수 있다. 그러한 추가의 광학 소자는 명확하게 하기 위해 도면에서 생략되었다.
- <44> 하나 이상의 렌즈를 포함하는 광 수집 유닛(409)이 각각의 발광 소자(402a, 402b, 402c)로부터 광(404a, 404b, 404c)을 수집하도록 사용된다. 광 수집 유닛(409)은 예를 들어 각각의 발광 소자(402a, 402b, 402c)와 관련된 렌즈(410a, 410b, 410c)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광 소자(402a, 402b, 402c)가 LED인 경우에, 관련 렌즈(410a, 410b, 410c)는 LED를 캡슐화하는 재료로 형성된 반구형 렌즈일 수 있다. 도시된 실시예에서, 광 수집 유닛(409)은 집광 렌즈(412a, 412b, 412c)를 또한 포함한다. 발광 소자(402a)는 관련 렌즈(410a) 및 방출된 광(404a)을 수집하기 위한 집광 렌즈(412a)를 갖는다. 수집된 광(414a)은 주로 축(406a)을 따라 촬상 렌즈 유닛(416a)을 향해 지향된다. 촬상 렌즈 유닛(416a)은 목표 영역(408)과 집광 렌즈(412a) 사이에 위치되어, 집광 렌즈(412a)의 영상을 목표 영역(408) 근방으로 전달한다. 집광 렌즈(412a)의 영상은 목표 영역(408)에서 다소 초점 이탈될 수 있다. 발광 소자(402a)의 영상은 또한 광 수집 광학 장치(409)에 의해 촬상 렌즈 유닛(416a)에 형성될 수 있다.
- <45> 촬상 렌즈 유닛(416a)은 단일 렌즈를 포함할 수 있거나 2개 이상의 렌즈를 포함할 수 있다. 촬상 렌즈 유닛(416a)은 광 수집 유닛(409)과 목표 영역(408) 사이에서 축(406a)을 따라 대칭으로 또는 비대칭으로 위치된다. 광 수집 유닛(409)과 목표 영역(408) 사이에서의 촬상 렌즈 유닛(416a)의 위치는 조명 시스템에 대해 선택된 특정 광학 설계에 의존한다.
- <46> 집광 렌즈(412a)에서의 광(404a)의 강도 프로파일이 비교적 균일한 경우에, 목표 영역(408)에서 형성되는 집광 렌즈(412a)의 결과적인 영상 또한 비교적 균일하다. 예를 들어, 광원(402)이 LED인 경우에, 방출된 광(404a)의 준 람베르트 특성은 집광 렌즈(412a)의 비교적 균일한 조명을 생성하고, 따라서 촬상 렌즈 유닛(416a)으로부터의 광(418a)에 의한 목표 영역(408)의 조명 또한 비교적 균일하다.
- <47> 다른 발광 소자(402a, 402c)는 방출된 광선(404b, 404c)을 각각의 촬상 렌즈 유닛(416b, 416c)을 향해 지향시키는 각각의 광 수집 렌즈(410b, 410c)를 각각 갖는다. 촬상 렌즈 유닛(416b, 416c)은 광 수집 광학 장치로부터의 출력의 영상, 바꾸어 말하면 집광 렌즈(412b, 412c)의 영상을, 목표 영역(408)으로 전달한다. 집광 렌즈(412a, 412b, 412c)의 영상들은 목표 영역(408)에서 중첩되고, 목표 영역(408)을 실질적으로 충전하거나, 약간 과충진할 수도 있다.
- <48> 전달된 광(418a, 418c)은 각각 대체로 축(406a, 406c)을 따라 전파된다. 축(406a, 406c)은 목표 영역(408)의 축에 대해 기울어지고, 도시된 실시예에서, 목표 영역의 축은 축(406b)과 일치한다. 축(406a, 406c)의 기울임은 전달된 광(418a, 418c)이 목표 영역(408)에서 이용 가능한 각도 공간을 충전하도록 허용한다. 도4에 도시된

예시적인 실시예에서, 광 수집 유닛(409)은 각각의 촬상 렌즈 유닛(416)과 동축이고, 그 결과 광은 발광 소자(402a, 402b, 402c)로부터 각각의 축(406a, 406b, 406c)을 따라 목표(408)로 전파된다. 축(406a, 406b, 406c)은 목표 영역(408)의 중심을 통과하도록 위치될 수 있고, 각각의 조명 채널과 관련된 광학 소자의 접선 치수를 수용하도록 반경 방향으로 배향될 수 있다. 이러한 배열은 목표 영역(408)에서 수신되는 조명 광의 강도를 증가시킨다. 따라서, 발광 소자(402a, 402b, 402c)는 구형인 만곡된 기부(403)의 표면에 장착될 수 있고, 곡률 반경은 대략 목표(408)의 중심에 중심이 맞춰진다.

- <49> 시야 렌즈(420)가 전달된 광(418a, 418c)이 조명 시스템(400)의 허용 원추 내에 머무르도록, 목표(408)와 촬상 렌즈 유닛(416) 사이에 위치될 수 있다.
- <50> 발광 소자(502)의 어레이를 사용하는 광원(500)의 다른 실시예가 도5에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 예시적인 실시예에서, 광원(500)은 4개의 발광 소자(502)를 구비하여 단면으로 도시되어 있지만, 상이한 개수의 발광 소자(502)가 사용될 수 있다. 또한, 발광 소자는 도면의 평면 밖으로 연장되는, 2차원 어레이로 배열될 수 있다. 예를 들어, 발광 소자(502)는 4 x 4 어레이로 배열될 수 있다. 광원(500)은 공동 소유의 미국 특허 출원 제11/025,285호에서 더욱 상세하게 설명된다.
- <51> 광원(500)은 하부 장착부(504) 상에 배열된 복수의 발광 소자(502), 예를 들어 LED를 통합한다. 캡슐화제(506), 예를 들어 캡슐화 젤이 발광 소자(502) 위에 배치될 수 있다. 적합한 캡슐화제의 예는 매사추세츠주 위리엄 소재의 라이트스팬 엘엘씨(Lightspan LLC)에 의해 LS-3252 및 LS 3357의 제품 번호로 판매되는 재료와 같은 가교 결합 가능한 합성 중합체 유체를 포함한다.
- <52> 광 수집 광학 장치는 발광 소자(502)로부터의 광의 발산을 감소시키도록 사용될 수 있다. 도시된 실시예에서, 광 수집 광학 장치는 제1 및 제2 렌즈(508, 512)를 포함한다. 제1 렌즈(508)는 발광 소자(502) 위에 위치되어, 발광 소자(502)에 의해 방출된 광(510)의 발산을 감소시킨다. 캡슐화제(506)와 제1 렌즈(508) 사이의 경계에서 발생하는 반사 손실은 공기 갭을 피함으로써 감소될 수 있다. 제1 렌즈(508)는 캡슐화제(506)에 의해 접촉될 수 있다. 제1 렌즈(508)는 구면 또는 비구면일 수 있고, 성형 렌즈일 수 있다. 제2 렌즈(512)는 발광 소자(502)로부터의 광(510)의 발산을 더욱 감소시켜서, 터널 집속기(516)로 진입하는 실질적으로 텔레센트릭 광(514)을 생성한다. 텔레센트릭 광(514)의 발산각의 절반(θ)은 몇몇 실시예에서, 약 20° 이하일 수 있다. 광은 투사 디스플레이 시스템의 영상 형성 장치를 조명하기에 적합한, 균일한 휘도의 출력 비임(518)으로서 터널 집속기(516)를 빠져나간다.
- <53> 영상 형성 장치를 조명하기 위한 복수의 LED의 상이한 배열을 사용하는 광원의 추가의 실시예가 미국 특허 출원 제11/025,285호 및 제10/923,945호에서 언급된다.
- <54> 영상 형성 장치를 조명하기 위해 제안되거나 사용되는 LED 기반 조명 시스템은 상이한 컬러 채널에 대한 분리된 광학 경로를 포함했다. 이러한 시스템의 색 순도는 상이한 적색, 녹색, 및 청색 광원 내에서 각각 사용되는 적색, 녹색, 및 청색 LED의 방출 스펙트럼에 의해 결정된다. 현재 이용 가능한 최신 LED의 스펙트럼의 몇몇 예가 도6에 제공되어 있다. 곡선(602)은 룩세온(Luxeon) III 방출기, LXHL-PR09(감청색)의 방출 스펙트럼을 표현하고, 곡선(604)은 룩세온 III 방출기, LXHL-PM09(녹색)의 방출 스펙트럼을 표현하고, 곡선(606)은 룩세온 III 방출기, LXHL-PD01(적색)의 방출 스펙트럼을 표현하고, 이들은 모두 캘리포니아주 산 호세 소재의 루밀레즈 인크(Lumileds Inc)로부터 구입 가능하다. 도면은 감청색 방출기(곡선 602)에 대한 중심 또는 피크 파장이 대략 455 nm라는 것을 도시하고, 이러한 컬러는 제조자에 의해 감청색(RB)으로서 설명된다. 다음의 설명에서, LED가 청색을 생성하는 것으로 설명될 때, "청색"이라는 용어는 "감청색"을 포함하도록 의도된다. 녹색 방출기의 중심 파장은 대략 530 nm(곡선 604)이고, 적색 방출기(곡선 606)에 대해 대략 645 nm이다. 이러한 스펙트럼은 아래의 표 1에서 제시되는 CIE 1931 (x, y) 색 좌표에 대응한다. 표의 아래의 2개의 열은 영화 및 텔레비전 기술자 협회에 의해 발간된 권고안 145-1999의 "C 컬러 모니터 색측정"(SMPTS 145-1999)에 따라 원색에 대해 요구되는 (x, y) 색 좌표를 도시한다. 이러한 문헌은 텔레비전 영상에서 발생하는 양호한 원색을 설명한다. 표의 데이터는 위에서 나열된 특정 LED의 색 순도가 SMPTE 145-1999에 설명된 것과 현저하게 다르다는 것을 도시한다.

표 1

<55> SMPTE 145-1999 및 예시적인 가용 LED에 따른 권장 색 좌표

		청색	녹색	적색
LED	x	0.153	0.234	0.701
	y	0.027	0.698	0.295
SMPTE	x	0.155	0.310	0.630
	y	0.070	0.595	0.340

<56> 적색 광선이 적색 LED에 의해서만 발생되고, 녹색 비임이 녹색 LED에 의해서만 발생되고, 청색 비임이 청색 LED에 의해서만 발생하는, 이러한 LED를 사용하는 조명 시스템은 여기서 비보상형 시스템으로 불린다. 표 2는 (0.300, 0.301)의 백색 좌표를 달성하기 위해 요구되는 각각의 컬러 채널 내의 요구되는 루멘을 나열한다.

표 2

<57> 비보상형 LED 조명 시스템의 특징

		채널			백색
		청색	녹색	적색	
LED(루멘)	RB	6.2			139.1
	G		100		
	R			32.9	
	x	0.153	0.234	0.701	0.300
	y	0.027	0.698	0.295	0.301

<58> 따라서, (0.300, 0.301)의 색 좌표를 갖는 백색을 달성하기 위해, 청색, 적색, 및 녹색 비임 내의 광량은 각각 6.2:32.9:100 루멘이다. 이는 139.1 루멘의 전체 광 출력에 대응한다. 따라서, 녹색 광원은 원하는 백색을 달성하기 위해, 적색 광원 내의 32.9 루멘 및 청색 광원 내의 6.2 루멘에 비해, 100 루멘을 발생시켜야 한다. 이러한 표와 다음의 표에서, 각각의 컬러 채널 내의 루멘의 수치는 녹색 채널에 대해 정규화되고, 녹색 채널 내의 루멘의 수치는 100으로 설정된다. 따라서, 단순히 각각의 컬러 채널 내의 루멘의 수치를 더함으로써 계산된, 이러한 예시적인 조명 시스템에 의해 생성되는 백색 광 내의 루멘의 수치는 139.1과 동일하다.

<59> 표 2는 또한 그러한 광원에 대한, CIE 1931 색도도에 대한 (x, y) 좌표를 도시한다. 결과적인 색역은 도7에 도시되어 있다. 실선으로 도시된 삼각형(702)은 표 1에 나열된 바와 같은, 이상적인 SMPTE 145-1999 광원의 색역을 표현한다. 점선으로 도시된 삼각형(704)은 비보상형 LED 조명 시스템의 색역을 표현한다. "X" 표시는 백색 좌표를 표시한다.

<60> 그러나, 비보상형 조명 시스템의 휘도는 녹색 LED의 개수에 의해 제한되고, 녹색 LED는 비보상형 시스템 내에서 100%로 작동하고, 적색 및 청색 LED는 감소된 전력으로 작동한다. 몇몇 접근 하에서, 청색 및 적색 조명 채널 내의 청색 및 적색 LED가 예비 플럭스 용량을 가지므로, 시스템을 더 밝게 하기 위해 녹색 조명 채널에 단순히 녹색 LED가 추가될 수 있다.

<61> 그러나, 이는 본 발명에 따라 취해지는 접근이 아니다. 다음의 예에서 도시되는 바와 같이, 조명 시스템의 전체 휘도는 녹색 조명 채널에 녹색 LED를 추가하지 않고서, 즉 이미 최대 용량으로 작동하고 있는 채널에 더 많은 동일한 유형의 LED를 추가하지 않고서, 증가될 수 있다. 대신에, 조명 시스템의 휘도는 청색 조명 채널에 비청색 LED, 예를 들어 적색 및 녹색 LED를 추가함으로써 그리고/또는 적색 조명 채널에 비적색 LED, 예를 들어 녹색 및 청색 LED를 추가함으로써 증가될 수 있다. 따라서, 비보상형 시스템 내에서 최대 용량 아래에서 작동하는 채널이 조명 시스템의 휘도를 증가시키기 위해 보강될 수 있다. 이러한 휘도 증가는 최대 용량으로 작동하는 채널에 LED를 추가하는 것에 의존하지 않는다. 바꾸어 말하면, 시스템의 휘도는 제3 컬러의 조명 채널에 제1 컬러, 및 가능하게는 제2 컬러의 LED를 추가함으로써 증가된다. 이러한 접근은 각각의 채널 내에서 허용되는 LED의 최대 개수가 있을 때, 예를 들어 LED들을 서로 가까이 채우는 것으로부터의 열 관리 문제 및/또는 LED 광원 및 LED 어레이로부터 광을 수신하는 투사 광학 장치의 시스템 범위 제한이 있을 때, 특히 유용할 수 있다.

<62> 본 발명의 몇몇 실시예에 따르면, 하나의 파장 범위 또는 컬러의 LED가 다른 파장 범위 또는 컬러 내의 광을 주

로 방출하는 LED 어레이에 추가될 수 있다. 예를 들어, 도4 및 도5에 도시된 LED 어레이와 같은, 적색 컬러 채널을 조명하도록 사용되는 적색 LED의 어레이가 하나 이상의 녹색 LED 및/또는 하나 이상의 청색 LED로 보강될 수 있다. 적색 채널을 보강하기 위해 사용되는 녹색 및 청색 LED의 개수는 얼마나 많은 녹색 및 청색 광이 보강을 위해 필요한지에 의존한다. 결과적인 적색 채널 조명 비임은 비교적 소량의 청색 및 녹색 광을 포함하고, 따라서 적색 광 조명 비임의 컬러가 변화되어, 조명 시스템의 색역의 변화를 일으킨다. 유사하게, 청색 컬러 채널을 조명하기 위해 사용되는 청색 LED의 어레이는 녹색 및/또는 적색 LED로 보강될 수 있고, 녹색 컬러 채널을 조명하기 위해 사용되는 녹색 LED의 어레이는 적색 및/또는 청색 LED로 대체될 수 있다. 상이한 컬러 채널 내로의 상이한 컬러의 LED의 이러한 혼합은 조명 시스템의 색역의 변화를 일으킬 수 있다. 중요하게는, 색역의 이러한 변화는 조명 광의 휘도에 있어서 임의의 희생이 없이 실현될 수 있고, 사실상 조명 광의 전체 휘도가 증가할 수 있다.

<63> 다음의 설명은 색역이 어떻게 조명 시스템의 휘도를 개선하면서 변화될 수 있는지를 설명한다. 본 발명은 상이한 유형의 컬러의 발광 소자와 함께 사용될 수 있지만, 표 3 - 표 8에서 설명되는 예는 조명 광원 내에서 사용되는 LED가 도6에 도시된 스펙트럼을 갖는 것이라고 가정한다.

<64> 먼저, 적색 채널이 녹색 및 청색 LED를 사용하여 보강되는, 조명 광원이 표 3에서 고려된다. 추가되는 녹색 LED의 개수는 적색 광 채널 내에서 9.1 루멘의 값에 도달하기에 충분하고, 추가되는 청색 LED의 개수는 적색 채널 내에서 0.2 루멘의 값에 도달하기에 충분하다. 보강된 적색 채널 내의 적색 LED는 동일한 백색 스펙트럼을 달성하기 위해 적색 LED로부터의 광의 상이한 강도를 요구한다. 이러한 상황에서, 적색 LED는 비보상형 조명 시스템 내에서의와 같은 32.9 루멘 대신에, 35.2 루멘을 생성하기 위해, 제조자의 사양 내에서, 더 강하게 구동된다. 결과적으로, 적색 채널의 (x, y) 좌표는 (0.630, 0.340)으로 이동되고, 이는 SMPTE 145-1999 색역의 적색 좌표에 거의 대응한다. 색역은 도8에 도시되어 있고, 실선으로 도시된 삼각형(802)은 SMPTE 145-1999 색역을 표현하고, 점선으로 도시된 삼각형(804)은 표 3에 요약된 개선된 조명 시스템의 색역을 도시한다. "X" 표시는 조명 시스템에 의해 발생하는 백색 광의 위치를 표시한다. 따라서, 이러한 예시적인 조명 시스템으로부터의 광은 도7에 도시된 비보상 색역보다 SMPTE 145-1999 색역에 더 가까이 근접한다.

<65> 각각의 채널 내의 루멘의 수치는 100 루멘을 갖는 녹색 채널에 대해 정규화된다. 따라서, 이러한 예시적인 실시예에 따르면, 청색 채널은 6.2 루멘을 갖고, 적색 채널은 44.5 루멘을 갖는다. 따라서, 각각의 채널 내의 루멘의 수치를 서로 더함으로써 계산된, 이러한 예시적인 시스템에 의해 생성되는 백색 광 내의 루멘의 총 수치는 150.7이다. 이는 표 2에서 설명된 예시적인 비보상형 조명 시스템에 의해 생성되는 백색 광보다 11.6 루멘 또는 8.3% 더 밝지만, 백색 광의 컬러가 유지된다.

표 3

<66> 개선된 적색 채널을 갖는 조명 시스템의 특징

		채널			백색
		청색	녹색	적색	
LED(루멘)	RB	6.2		0.2	150.7
	G		100	9.1	
	R			35.2	
총 루멘		6.2	100	44.5	150.7
x		0.153	0.234	0.630	0.301
y		0.027	0.698	0.340	0.301

<67> 표 4에서, 보강된 적색 채널에 추가하여, 청색 채널이 또한 녹색 및 적색 광을 약간 추가함으로써 보강된다고 가정된다. 바꾸어 말하면, 청색 채널을 조명하기 위해 사용되는 청색 LED의 어레이는 하나 이상의 녹색 LED 및 하나 이상의 적색 LED로 보강된다. 추가되는 녹색 LED의 개수는 청색 채널 내에서 7.8의 값에 도달하기에 충분하고, 추가되는 적색 LED의 개수는 청색 채널 내에서 0.3 루멘의 값에 도달하기에 충분하다. 또한, 청색 채널 내의 청색 LED는 더 강하게 구동되어, 5.3 루멘이 증가된 11.5 루멘을 생성하여, 동일한 백색 지점을 달성한다. 결과적으로, 청색 채널의 (x, y) 좌표는 (0.160, 0.071)로 이동되고, 이는 SMPTE 145-1999 색역의 청색 코너에 거의 대응한다. 색역은 도9에 도시되어 있고, 실선으로 도시된 삼각형(902)은 SMPTE 145-1999 색역을 표현하고, 점선으로 도시된 삼각형(804)은 표 4에 요약된 개선된 조명 시스템의 색역을 도시한다. "X"는 조명

시스템에 의해 발생하는 백색 광의 위치를 표시한다. 따라서, 이러한 예시적인 조명 시스템으로부터의 광은 도 7에 도시된 비보상 색역보다 SMPTE 145-1999 색역에 더 가까이 근접한다.

<68> 각각의 채널 내의 루멘의 수치는 100 루멘을 갖는 녹색 채널에 대해 정규화된다. 따라서, 이러한 예시적인 실시예에 따르면, 청색 채널은 19.6 루멘을 갖는다. 동시에, 적색 채널 내의 광량은 (0.301, 0.300)의 동일한 백색 좌표를 유지하도록 증가될 수 있다. 따라서, 적색 채널은 0.2 루멘의 청색 광, 10.3 루멘의 녹색 광, 및 39.7 루멘의 적색 광에서, 50.2 루멘을 포함한다. 따라서, 각각의 채널 내의 루멘의 수치를 서로 더함으로써 계산된, 이러한 조명 시스템에 의해 생성되는 백색 광 내의 루멘의 총 수치는 169.8이다. 이는 표 2에서 설명된 예시적인 비보상형 조명 시스템에 의해 생성되는 백색 광보다 30.7루멘 또는 약 22%만큼 더 밝다. (0.301, 0.300)의 동일한 백색 지점이 유지된다.

표 4

<69> 개선된 적색 및 청색 채널을 갖는 조명 시스템의 특징

		채널			백색
		청색	녹색	적색	
LED(루멘)	RB	11.5		0.2	169.8
	G	7.8	100	10.3	
	R	0.3		39.7	
총 루멘		19.6	100	50.2	169.8
x		0.160	0.234	0.630	0.301
y		0.071	0.698	0.340	0.300

<70> 표 5에서, 개선된 적색 및 청색 채널에 추가하여, 녹색 채널이 또한 청색 및 적색 광을 약간 추가함으로써 개선된다고 가정된다. 바꾸어 말하면, 녹색 LED의 어레이는 하나의 이상의 적색 LED 및 하나 이상의 청색 LED로 대체된다. 추가되는 청색 LED의 개수는 녹색 광 채널 내에서 0.4 루멘의 값에 도달하기에 충분하고, 추가되는 적색 LED의 개수는 녹색 광 채널 내에서 9.7 루멘의 값에 도달하기에 충분하다. 시스템이 100 루멘을 갖는 녹색 채널에 대해 정규화되므로, 녹색 광 채널 내의 녹색 LED는 89.8 루멘을 생성한다. 따라서, 녹색 채널의 색 좌표는 (0.307, 0.606)이 되고, 이는 SMPTE 145-1999 색역의 녹색 지점에 매우 가깝다.

<71> 청색 및 적색 채널 내의 광량 또한 (0.301, 0.300)의 동일한 백색 지점 좌표를 유지하기 위해, 표 4에 도시된 값으로부터 조정될 필요가 있다. 따라서, 청색 광 채널은 청색 채널 내의 총 16.8 루멘에 대해, 9.9 루멘의 청색 광, 6.7 루멘의 녹색 광, 및 0.2 루멘의 적색 광을 포함한다. 적색 광 채널은 적색 채널 내의 총 33.2 루멘에 대해, 0.1 루멘의 청색 광, 6.8 루멘의 녹색 광, 및 26.3 루멘의 적색 광을 포함한다. CIE 1031 차트 상의 적색 및 청색 지점의 좌표는 유지된다. 색역은 도10에 도시되어 있고, 실선으로 도시된 삼각형(1002)은 SMPTE 145-1999 색역을 표현하고, 점선으로 도시된 삼각형(1004)은 표 5에 요약된 개선된 조명 시스템의 색역을 도시한다. 색역(1002, 1004)들은 실질적으로 중첩한다. "X"는 보상형 조명 시스템에 의해 발생하는 백색 광의 위치를 표시한다. 따라서, 이러한 예시적인 조명 시스템으로부터 얻어질 수 있는 색의 범위는 도9에 도시된 보상 색역보다 SMPTE 145-1999 색역에 더 가까이 근접한다.

<72> 각각의 채널 내의 루멘의 수치는 100 루멘을 갖는 녹색 채널에 대해 정규화된다. 따라서, 각각의 채널 내의 루멘의 수치를 서로 더함으로써 계산된, 이러한 조명 시스템에 의해 생성되는 백색 광 내의 루멘의 총 수치는 150.0이다. 이는 표 2에 설명된 예시적인 비보상형 조명 시스템에 의해 생성되는 백색 광보다 10.9 루멘 또는 약 8%만큼 더 밝다. 그러나, (0.301, 0.300)의 백색 광은 유지되었다.

표 5

<73> 모든 3개의 채널이 개선된 조명 시스템의 특징

		채널			백색
		청색	녹색	적색	

LED(루멘)	RB	9.9	0.4	0.1	150.0
	G	6.7	89.8	6.8	
	R	0.2	9.7	26.3	
총 루멘		16.8	100	33.2	150.0
x		0.160	0.307	0.630	0.301
y		0.071	0.606	0.340	0.300

<74> 표 6은 표 2 - 표 5에 제시된 결과의 요약을 도시한다.

표 6

<75> 달성된 결과의 요약

시스템 특징	상대 루멘	휘도 개선
비보상	139.1	100%
R 개선	150.7	108%
R 및 B 개선	169.7	122%
R, B, 및 G 개선	150	108%

<76> 따라서, 각각의 컬러 채널이 그들 각각의 컬러만의 LED를 포함하는 비보상형 조명 시스템보다, 더 밝고, SMPTE 145-1999에서 권장되는 색역에 더 가까운 색역을 생성하는 조명 시스템을 제작하는 것이 가능하다.

예 1

<77> 이러한 기술이 어떻게 실질적인 조명 시스템에 적용될 수 있는지를 예시하기 위해, 각각의 채널이 도4에 대해 전술한 것과 유사하게 구성된, 3-채널 조명 시스템에 기초한 일례가 고려된다. 조명 시스템의 단일 채널(1100)이 도11에 개략적으로 도시되어 있다. 3색 투사 시스템이 3개의 그러한 채널, 예를 들어 적색, 녹색, 및 청색 채널을 포함한다. LED(1102)의 어레이는 각각의 LED(1102)로부터 방출된 광(1106)의 발산을 감소시키기 위해, 적어도 하나의 렌즈를 포함하는 제1 렌즈 그룹(1104)을 각각 갖는다. LED(1102)의 어레이는 1 - 9로 표시된 위치에서, 9개의 LED(1102)를 포함하는 것으로 도시되어 있다. 하나 이상의 렌즈를 포함할 수 있는 제2 렌즈 그룹(1108)이 광(1106)을 목표 영역(1110)으로 포커싱한다. 도시된 실시예에서, 제2 렌즈 그룹은 각각의 광선(1106)과 관련된 렌즈릿(1112: lenslet)의 어레이를 포함한다. 이러한 배열은 각각의 LED(1102)로부터의 광을 목표 영역(1110)을 가로질러 균일하게 송출한다. 따라서, 하나의 컬러의 LED(1102)를 다른 컬러로 대체하는 것은 임의의 현저한 색 변위 또는 목표 영역(1110)을 가로지른 색 불균일성을 일으키지 않는다.

<79> 기하학적 수집 효율(GCE)은 조명 채널(1100) 내의 상이한 LED 및 렌즈들의 다양한 조합에 대해 계산될 수 있다. GCE는 제한된 각도 공간 내에서 목표 영역으로 입사한 LED에 의해 방출된 광의 분율이다. 미국 특허 출원 제 10/923,945호의 도3C 및 도3D에 대해 설명된 조명 채널의 하나의 특정 실시예에서, 목표 영역은 16:9의 종횡비를 갖는 영상 형성 장치의 15.5 mm x 8.75 mm 영역이다. GCE는 f/2.3 수용 원추 내의 광에 대해, 각각의 LED 위치(1 - 9)에 대해 계산되었다. GCE의 결과 값은 표 7에서 상이한 위치에 대해 나열되어 있다. 따라서, 위치(1)에서의 LED(1102)로부터의 광의 17.3%가 목표로 입사하고, 위치(2)에서의 LED로부터의 광의 32.8%가 목표로 입사한다. 보이는 바와 같이, GCE는 중심 위치인 위치(5)에 대해 최고이고, 중심에 가장 가까운 인접 위치인 위치(2, 4, 6, 8)에 대해 더 낮고, 중심 위치로부터 가장 먼 코너 위치(1, 3, 7, 9)에 대해 최저이다.

표 7

<80> 도11의 다중 LED 어레이에 대한 상이한 LED 위치에 대한 GCE

위치	1	2	3	4	5	6	7	8	9
GCE	0.173	0.328	0.173	0.329	0.366	0.329	0.173	0.328	0.173

<81> GCE는 동일한 어레이 내에서 상이한 컬러의 LED를 사용할 때 중요한 파라미터일 수 있다. LED가 컬러 채널 내에서 광의 비교적 큰 분율을 제공하는 것이 중요하면, 이는 높은 GCE의 위치들 중 하나에 위치될 수 있다. 다

른 한편으로, 특정 LED가 컬러 채널 내에서 광의 비교적 작은 분율을 생성하면, 이는 낮은 GCE의 위치들 중 하나에 위치될 수 있다.

<82> 보상형 3-채널 조명 시스템의 성능은 상이한 적색, 녹색, 및 청색 채널 내에서 사용되는 LED에 의존한다. 이러한 예에서, 캘리포니아주 산 호세 소재의 루밀레즈 인크.로부터 모두 구입 가능한 다음의 3가지 유형의 LED가 취해진다.

<83> 1. 적색: LXHL-PD01, 44 루멘

<84> 2. 녹색: LXHL-PM09, 95 루멘

<85> 3. 청색: LXHL-PR09, 21 루멘

<86> 상기 목록에서 제공된 루멘의 값은 단일 LED 장치에 대해 측정된 루멘 출력에 대응한다.

<87> 표 8의 좌반부는 적색, 녹색, 및 청색 채널이 각각 적색, 녹색, 및 청색 LED만을 포함하는, 비보상형 조명 시스템의 계산된 성능을 도시한다. 표 8의 우반부는 적색 및 청색 채널이 보상되는 보상형 조명 시스템의 계산된 성능을 도시한다.

표 8

<88>

비보상 조명 시스템						보상형 적색 및 청색 채널을 갖는 조명 시스템				
채널	LED 위치		총 가용 루멘	양호한 백색 지점을 달성하기 위해 사용되는 루멘	사용되는 플럭스의 백분율	LED 위치		총 가용 루멘	양호한 색 순도를 갖는 가용 루멘	사용되는 플럭스의 백분율
적색	R	1-9	104.4	74.1	71%	R	1, 4-9	82.3	82.3	100%
	G	-				G	2	31.3	21.2	68%
	RB	-				RB	3	3.6	0.4	11%
녹색	R	-				R	-			
	G	1-9	225.3	225.3	100%	G	1-9	225.3	207.3	92%
	RB	-				RB	-			
청색	R	-				R	1	7.6	0.5	7%
	G	-				G	8	31.2	16.1	52%
	RB	1-9	49.8	14.0	28%	RB	2-7, 9	39.3	23.8	61%
조명 시스템으로부터의 플럭스(루멘)				313.4					351.6	

<89> 먼저 성능이 표 8의 좌측에 요약된 비보상형 조명 시스템을 고려하면, 적색 채널은 적색 채널 어레이의 위치(1 - 9)를 충전하는 적색 LED만을 포함한다. GCE가 고려되면, 목표에서 이용 가능한 총 가용 광속은 104.4 루멘이다. 녹색 채널은 녹색 채널 어레이의 위치(1 - 9)에서, 녹색 LED만을 포함한다. GCE가 고려되면, 총 가용 녹색 플럭스는 225.3 루멘이다. 청색 채널은 청색 채널 어레이의 위치(1 - 9)에서, 청색 LED만을 포함한다. GCE가 고려되면, 총 가용 청색 플럭스는 49.8 루멘이다. 그러나, 정확한 백색 좌표를 달성하기 위해, 적색 및 청색 채널은 최대 출력으로 작동되지 않고, 감소된 수준으로 작동된다. 적색 채널 어레이가 74.1 루멘으로 작동되고, 청색 채널 어레이가 14 루멘으로 작동될 때, 상이한 채널들 내의 플럭스의 비율은 표 2에 도시된 것과 동일하여, (0.301, 0.300)의 백색 지점, 즉 $74.1/225.3 = 32.9$ 및 $14.0/225.3 = 6.2$ 를 달성한다. 따라서, (0.301, 0.300)의 좌표를 갖는 백색에 대해 이러한 조명 시스템에 의해 생성되는 총 플럭스는 313.4 루멘 (= 74.1 + 225.3 + 14)이다. 이러한 컬러는 청색 채널이 그의 가능한 출력 플럭스의 28%로 운전되도록 요구한다. 이는 각각의 컬러 채널 내에서 9개까지의 동일한 컬러의 LED를 갖는 시스템에 대한 최대 가능한 성능을 표현한다.

<90> 예시적인 보상형 조명 시스템은 표 8의 우반부에 요약되어 있다. 이러한 예시적인 조명 시스템에서, 적색 및 청색 채널은 보상되며, 표 4를 참조하여 진술한 것과 같은 상황에 대응한다. 적색 채널 어레이는 어레이 내의 위치(1, 4 - 9)에서 적색 LED와, 위치(2)에서 녹색 LED와, 위치(3)에서 청색 LED를 포함한다. 이러한 실시예에서, 녹색 및 청색 LED는 최대값보다 낮은 값의 GCE와 관련된 위치에 위치된다. 특히, 녹색 LED는 GCE가 0.328

인 위치(위치 2)에 위치되고, 청색 LED는 GCE가 0.173인 위치(위치 3)에 위치된다.

- <91> 적색 채널 내의 적색 LED는 100% 전력 수준으로 작동되고, 녹색 LED는 68% 전력으로 작동되고, 청색 LED는 11% 전력으로 작동된다. 전력 수준들의 이러한 특정 혼합은 표 4에 나열된 (x, y) 좌표, 즉 (0.630, 0.340)를 갖는 적색 채널 조명 비임을 생성한다.
- <92> 청색 채널 어레이는 위치(2 - 7, 9)에 위치한 청색 LED와, 위치(8)에서 녹색 LED와, 위치(1)에서 적색 LED를 포함한다. 청색 채널 어레이 내의 청색 LED는 61%로 작동되고, 녹색 LED는 52%로 작동되고, 적색 LED는 7%로 작동된다. 전력 수준들의 이러한 특정 조합은 표 4에 나열된 (x, y) 좌표, 즉 (0.160, 0.071)를 갖는 청색 채널 조명 비임을 생성한다.
- <93> 녹색 채널 어레이는 92%로 작동하는 녹색 LED만을 포함한다. 따라서, 녹색 채널 조명 비임의 좌표는 (0.234, 0.698)이다.
- <94> 녹색, 적색, 및 청색 채널 내의 광이 조합될 때 얻어지는 결과적인 백색 좌표는 (0.301, 0.300)이다. 또한, 최대 백색 광속은 비보상형 조명 시스템으로부터 가능한 백색 광속에 대해 12% 증가한 351.6 루멘이다.
- <95> 양호한 백색 지점을 달성하기 위해 표 8에 나열된 플럭스 수준들 중 일부는 9개 미만의 LED를 포함하는 특정 채널에 대해 LED 어레이를 사용하여 생성될 수 있다. 예를 들어, 비보상형 조명 시스템에서, 양호한 백색 지점을 달성하기 위해 요구되는 청색 루멘의 수치인 14 루멘은 위치(5, 6)에서 2개의 청색 LED만을 사용하여 생성될 수 있다. 또한, 보상형 조명 시스템에서, 25.8 루멘을 달성하기 위해 요구되는 청색 LED의 개수는 위치(2, 4, 5, 6)에서 4개의 청색 LED만을 사용하여 달성될 수 있다.
- <96> 적어도 이러한 실시예 및 후술하는 다른 예시적인 실시예 중 일부에 대해, 광원은 상이한 파장에서 방출하는 LED들이 있는 적어도 하나의 채널을 포함하고, 파장들 중 하나는 다른 채널 내의 LED에 의해 방출되는 파장에 더 가깝다. 예를 들어, 표 8에 요약된 예에 대해, 청색 채널은 녹색 광을 방출하는 LED를 포함한다. 따라서, 청색 채널 내의 녹색 LED는 청색 채널 내의 청색 LED의 파장보다 녹색 채널 내의 녹색 LED의 파장에 더 가까운 파장을 갖는 광을 방출한다.
- <97> **예 2**
- <98> 이러한 제2 예는 상이한 컬러의 영상 비임들이 이색성 조합기 내에서 조합되는 3-패널 시스템 내에서 2개의 컬러 채널을 보강함으로써 획득될 수 있는 휘도 개선을 설명한다. 예시적인 투사 시스템은 적색, 녹색, 및 청색 영상 비임들이 x-큐브 조합기(214)와 같은 이색성 조합기 내에서 조합되는, 도3에 개략적으로 도시된 것과 유사하다고 가정된다. 이러한 특정 예에서, 녹색 영상 광선은 색 조합기(214)를 통해 투과되는 비임(108b)이고, 적색 및 청색 비임은 조합기(214)에 의해 반사된다.
- <99> 각각의 컬러 채널 내의 광에 대해 측정된 통과량은 예를 들어 중국 항저우 소재의 케팅 옵티칼 테크놀로지 인크.(Keting Optical Technology Inc.) 및 대만 타이베이 쉐인 소재의 프로디스크 테크놀로지 인크.(Prodisc Technology Inc.)로부터 구입 가능한 것과 같은, 전형적인 x-큐브 이색성 조합기에 대해 측정되었다. 이러한 상황에서의 "통과량"이라는 용어는 단색의 조합된 영상 비임(216) 내에서의 조합기로부터 방출되는 특정 컬러 채널 내의 조합기(214)로 입사한 광의 분율을 의미한다. 따라서, 녹색 채널은 조합기(214)를 통해 투과되었고, 적색 및 청색 채널은 조합기(214) 내에서 반사되었다. 공지된 스펙트럼을 가지며 f/1.8 비임 내의 광을 방출하는 백색 광원이 광원으로서 사용되었다. 수집된 데이터는 가시 스펙트럼을 가로질러 광학능의 변동에 대해 고정되었다.
- <100> 각각의 컬러 채널 내의 s-편광 광 및 p-편광 광에 대해 측정된 통과량을 도시하는 그래프가 도12에 도시되어 있다. 곡선(1202, 1204)은 각각 청색 채널 내의 s-편광 및 p-편광 광에 대한 통과량을 도시한다. 곡선(1206, 1208)은 각각 녹색 채널 내의 s-편광 및 p-편광 광에 대한 통과량을 도시하고, 곡선(1210, 1212)은 각각 적색 채널 내의 광에 대한 통과량을 도시한다. 통과량은 적색 및 청색 채널 내의 s-편광 광 및 녹색 채널 내의 p-편광 광에 대해 최고이다. 청색 채널의 통과량은 약 550 nm를 초과하는 파장을 갖는 광에 대해 최소이고, 적색 채널의 통과량은 약 540 nm 미만의 파장을 갖는 광에 대해 최소이다. 녹색 채널은 가시 스펙트럼을 가로질러 입사광의 30% 이상을 투과시킨다. 따라서, 이러한 특정 조합기가 사용될 때, 청색 채널 내의 임의의 적색 광의 통과율은 최소일 것이고, 유사하게 적색 채널 내의 임의의 청색 광의 통과율은 최소일 것이다. 이는 특정 채널을 보강하기 위해 추가된 LED만이 인접한 색 대역과 관련되는, 즉 녹색 광만이 적색 및 청색 채널을 보강하도록 사용되는, 상기 예 1에서 설명된 것과 다른 보상 계획의 사용을 제안한다.

<101> 이러한 예에 대해, 조명 광원 내에서 사용되는 LED의 특징은 아래의 표 9에 요약되어 있다.

표 9

<102> 예 2에 대한 LED 특징

색	RB	G	R
하나의 LED로부터의 플럭스(lm)	18	96	47
LED 발광 면적의 크기(mm ²)	0.96	0.96	0.85
발광 영역으로부터 나오는 플럭스의 분율	0.86	0.82	0.57
하나의 LED로부터 이용 가능한 플럭스(lm)	15.5	78.7	26.8

<103> 표 9에서 취해진 적색, 녹색, 및 청색 LED는 예 1에서 전술한 바와 동일하다. 각각의 적색, 녹색, 및 청색 채널 내에서 적색, 녹색, 및 청색 LED만을 사용하는 조명 시스템의 성능은 표 10에 요약되어 있다.

<104> 조명 시스템의 각각의 컬러 채널 내에서 광을 발생시키고 수집하기 위한 배열(1300)이 도13A에 개략적으로 도시되어 있다. 배열(1300)은 10개의 LED(1302)의 어레이를 포함하고, 각각의 LED(1302)는 관련된 제1 및 제2 집광 렌즈(1304, 1306)를 갖는다. 제2 집광 렌즈(1306)들 각각으로부터의 광은 공통 포커싱 렌즈(1308)에 의해 수집되어 터널 집속기(1310)로의 입구로 포커싱된다. 터널 집속기(1310)는 내부 반사식 터널 집속기 또는 반사 측벽을 갖는 중공 터널 집속기일 수 있다. 많은 투사 시스템에서, 터널 집속기의 출력 단부의 영상이 (도시되지 않은) 영상 형성 장치로 전달된다. 도13B는 LED로부터 제1 및 제2 집광 렌즈(1304, 1306) 및 공통 포커싱 렌즈(1308)를 통해 터널 집속기(1310)로의 입구와 대략적으로 일치하는 초점 면으로의 광의 광선 궤적을 도시한다. 터널 집속기(1310)는 평행 벽들을 가질 수 있거나, 테이퍼질 수 있다.

<105> 몇몇 예시적인 실시예에서, 제2 집광 렌즈(1306)는 시트(1305)로서 성형될 수 있고, 개별 렌즈(1306)들 중 일부는 예를 들어 도13C에 개략적으로 도시된 바와 같이 절두형일 수 있다. 배열(1300)에 대한 예시적인 설계 파라미터가 표 10에 도시되어 있다.

표 10

<106> 조명 배열(1300)의 설계 파라미터

		R	T	재료	CA
	LED 돔	-2.800	0.00		5.60
1	제1 집광기(1304)	-3.477	3.00	폴리스티렌	7.20
2		-4.018	4.00		7.84
3	제2 집광기(1306)	87.417	9.00	폴리스티렌	25.5
4		-13.742	10.00		24.4
5	포커싱 렌즈(1308)	42.677	36.00	아크릴	88.00
6		-149.553	51		88.00
7	집속기(1310)	0	50.00	실플렉스(Silflex) 거울	8.58 x 8.58
		0			8.58 x 15.34

<107> 표 10의 제1 칼럼은 표면 번호를 도시한다. 제3 칼럼인 R은 표면의 곡률 반경을 밀리미터로 도시하고, 제4 칼럼인 T는 이전 표면으로부터 분리를 mm로 도시한다. 제4 칼럼은 광학 구성요소의 재료를 도시한다. 실플렉스 거울 집속기는 리히텐슈타인 소재의 우낙시스 발찌스 엘티디.(Unaxis Balzers Ltd.)의 광학 사업부로부터 구입 가능한 라이트 터널(Light Tunnel™)의 내부 표면 상에서 SILFLEX-VIS™ 코팅의 광학 특성을 갖는 것으로 가정된다. 제5 및 제6 칼럼은 각각 렌즈 재료 및 선명 개구(CA)를 도시한다.

<108> LED 돔은 LED(1302) 둘레에 형성된 돔 렌즈이다. 제1 집광 렌즈(1304)는 임의의 적합한 유리 또는 중합체 재료로부터 만들어질 수 있다. 그러나, 제1 집광 렌즈(1304)의 표면(1)은 이러한 실시예에서 비구면 표면이고, 따라서 제1 집광 렌즈는 양호하게는 비용 절감을 위해 성형된다. 이러한 예에서, 제2 집광 렌즈(1306)의 양 표면은 구면이며 절두형이다. 제1 및 제2 렌즈(1304, 1306)는 이러한 예에서, 모두 폴리스티렌으로 형성된다. 공

통 포커싱 렌즈(1308)는 2개의 비구면 표면을 갖고, 이러한 예에서 아크릴로 만들어진다. 터널 집속기(1310)는 8.58 mm의 면을 갖는 정사각형 입력 개구를 갖고, 출력 개구는 8.58 x 15.34 mm의 치수를 갖는 직사각형이다.

<109> 비구면 표면에 대한 계수의 목록이 표 11에서 제공된다.

표 11

<110> 비구면 계수

##	K	AD	AE	AF	AG	AH	AI
1	-0.8807	0	0	0	0	0	0
3	0	-5.0502E-4	2.1307E-5	-4.0218E-7	3.8535E-9	-1.8276E-11	3.4502E-14
4	-0.1244	-4.2735E-4	8.7897E-6	-6.6213E-8	9.2137E-11	9.9667E-13	-2.4282E-15
5	-0.4799	-8.2217E-7	1.0622E-9	-3.6365E-13	4.6315E-16	-6.4592E-19	2.3830E-22
6	-9.2081	-2.2913E-6	1.0192E-8	-1.2188E-11	6.1064E-15	-9.1889E-19	-6.0489E-23

<111> 각각의 컬러 채널에 대해 도13A 및 도13B에 도시된 배열(1300)을 사용하여, 투사 조명 시스템의 요약이 표 12에 도시된 바와 같이, 계산될 수 있다. 각각의 채널은 10개의 LED를 갖는 것으로 가정되었고, 총 수집 효율은 도시되는 바와 같다.

표 12

<112> 비보상형 조명 시스템

컬러 채널		청색	녹색	적색	백색
LED		RB	G	R	
LED의 개수		10	10	10	
수집 효율		6.46	6.12	6.89	
백색 교정비		0.244	1	0.79	
입력 전력(W)		9.8	40	7.9	57.7
색 좌표	X	0.151	0.230	0.705	0.313
	Y	0.027	0.706	0.295	0.329
SMPTE C로부터의 편차	ΔX	-0.004	-0.070	0.075	0
	ΔY	-0.043	0.111	-0.045	0
이색성 색 조합기 이후의 기하학적 루멘(lm)					628

<113> "백색 교정비"라는 용어는 백색 표준에 일치하는 백색을 달성하기 위해 컬러 채널 내에서 취해지는 전체의 가능한 출력 입력의 비율을 나타낸다. 이러한 특정 경우에, 조명 시스템은 SMPTE C 표준(RP 145-1999)에 따르는 백색 광을 생성하는 것으로 가정되었고, 이러한 경우에 백색 광은 (0.313, 0.329)의 좌표를 갖는다. 이러한 백색을 달성하기 위해, 녹색 LED는 100%로 작동하는 것으로 가정되었고, 청색 LED는 가용 전력의 24.4%로 작동되었고, 적색 LED는 가용 전력의 79%로 운전되었다. 따라서, 적색, 녹색, 및 청색 채널의 (x, y) 좌표는 전술한 RP 145-1999 색역에 가깝게 정합되지 않는다.

<114> 각각의 채널 내의 LED에 제공되는 전력이 도시되어 있고, 총 입력 전력은 57.7W이다. 또한, 색 좌표가 채널 색 좌표와 SMPTE C 색 표준 사이의 차이와 함께, 각각의 채널에 대해 도시되어 있다.

<115> 색 조합기로부터의 색 조합된 백색 비입 내의 총 루멘은 628이고, 따라서 이러한 광원은 약 10.9 루멘/W를 생성한다.

<116> 표 13은 녹색 LED가 청색 채널에 추가된, 보상형 조명 시스템의 성능을 요약한다.

표 13

<117> 보상형 조명 시스템

컬러 채널		청색		녹색	적색	백색
LED		G	RB	G	R	
LED의 개수		3	7	10	10	
수집 효율		1.89	4.50	6.12	6.89	
백색 교정비		0.5	0.38	1	0.88	
입력 전력(W)		6	10.6	40	8.8	65.4
색 좌표	x	0.151		0.230	0.705	0.313
	y	0.069		0.706	0.295	0.329
SMPTE C로부터의 편차	Δx	-0.004		-0.070	0.075	0
	Δy	-0.001		0.111	-0.045	0
이색성 색 조합기 이후의 기하학적 루멘(lm)						685

<118> 원하는 백색 좌표를 달성하기 위해, 청색 채널 내의 녹색 LED는 총 전력의 50%로 작동되고, 청색 LED는 총 전력의 38%로 작동된다. 따라서, 청색 채널로의 입력 전력은 16.6W(10.6W + 6W)로 증가된다. 적색 채널 내의 적색 LED 또한 8.8W에 대응하는, 88%로 전력이 증가된다. 따라서, 조명 시스템은 이제 65.4W의 총 입력 전력을 갖고, x-큐브 교정기 이후의 조합된 백색 비임은 685 루멘, 9%의 휘도 증가, 및 10.5 루멘/W의 출력 효율을 갖는 것으로 계산된다. 각각의 채널 내의 LED의 최대 개수는 10으로 유지되지만, 이제 청색 채널 내에 3개의 녹색 LED가 있다.

<119> **예 3**

<120> 추가된 컬러의 LED가 조명 시스템 내에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 캘리포니아주 산 호세 소재의 루밀레즈 인크.는 "적황색"으로 불리는 약 617 nm(예를 들어, 모델 번호 LXHL-PH01) 및 "호박색"으로 불리는 약 590 nm(예를 들어, 모델 번호 LXHL-PL01)의 중심 파장에서 방출하는 LED를 생산한다. 녹색 대역이 490 nm - 600 nm이고, 적색 대역이 600 nm - 700 nm이면, 호박색 LED는 녹색 대역 내에 있고, 녹색 LED 대신에 적색 채널을 보강하도록 사용될 수 있다.

<121> 그러한 시스템의 요약이 아래의 표 14에 도시되어 있다.

표 14

<122> 적색 채널 내의 호박색 LED를 갖는 보상형 시스템

컬러 채널		청색		녹색	적색		백색
LED		G	RB	G	R	AMBER	
LED의 개수		3	7	10	7	3	
수집 효율		1.89	4.50	6.12	4.82	2.07	
백색 교정비		0.5	0.38	1	1	1	
입력 전력(W)		6	10.6	40	7	3	66.6
색 좌표	x	0.151		0.230	0.686		0.304
	y	0.069		0.706	0.314		0.334
SMPTE C로부터의 편차	Δx	-0.004		-0.070	0.056		-0.008
	Δy	-0.001		0.111	-0.026		0.005
이색성 색 조합기 이후의 기하학적 루멘(lm)							688

<123> 청색 및 녹색 채널은 예 1의 표 13에서 진술한 바와 동일하다. 그러나, 적색 채널은 실질적으로 동일한 백색을 유지하면서, SMPTE C-표준의 적색 좌표로부터 적색 채널 광의 편차를 감소시키기 위해, 7개의 적색 LED 및 3개의 호박색 LED를 사용한다. 적색 및 호박색 LED는 100% 전력으로 작동된다. 색 조합기에 뒤따르는 조합된 백색 비임은 표 13에서 요약된 시스템과 대체로 동일하게, 688 루멘의 휘도를 갖는 것으로 계산된다.

<124> **예 4**

<125> 다른 예에서, 적색 채널은 적황색 LED 및 호박색 LED를 포함한다. 결과적인 조명 시스템이 표 15에 요약되어 있다.

표 15

<126> 보상형 시스템

컬러 채널		청색		녹색	적색		백색
LED		G	RB	G	R_O	AMBER	
LED의 개수		2	8	10	8	2	
수집 효율		1.28	5.11	6.12	5.512	1.378	
백색 교정비		0.75	0.34	1	1	1	
입력 전력(W)		6	10.88	40	8	2	66.88
색 좌표	x	0.151		0.230	0.682		0.308
	y	0.069		0.706	0.317		0.332
SMPTE C로 부터의 편차	Δx	-0.004		-0.070	0.052		-0.004
	Δy	-0.001		0.111	-0.023		0.003
이색성 색 조합기 이후의 기하학적 루멘(lm)							700.8

<127> 이러한 시스템에서, 청색 채널은 각각 34% 및 75%로 작동하는, 8개의 청색 LED 및 2개의 녹색 LED를 갖는다. 녹색 채널은 100% 전력으로 작동하는 10개의 녹색 LED를 갖는다. 적색 채널은 모두 100%로 작동하는, 8개의 적황색 LED 및 2개의 호박색 LED를 갖는다. 조명 시스템으로의 총 입력 전력은 66.9W이고, 시스템에 의해 생성되는 백색 광의 색 좌표는 원하는 좌표에 매우 가깝다. 적색, 녹색, 및 청색 채널 내의 광을 이색성으로 조합한 후의 백색 광선의 휘도는 700.8 루멘이며, 10.5 루멘/W에 대응한다. 이는 표 12에 요약된 비보상형 조명 시스템보다 거의 12% 더 밝다.

<128> 컬러 채널의 파장 범위 외부의 파장을 방출하는 LED를 갖는 컬러 채널을 보장할 때, 가능하다면, 보장 LED를 LED 어레이 내에서 대칭으로 위치시키는 것이 양호하다. 이는 스크린을 가로지른 색 변위를 감소시키는 것을 돕는다. 따라서, 예를 들어, 표 15에 요약된 시스템에서, 청색 채널 내의 2개의 녹색 LED 및 적색 채널 내의 2개의 호박색 LED는 렌즈 어레이(1305) 내의 1320으로 표시된 렌즈에 대응하는 LED의 어레이 내의 위치에 위치될 수 있다.

<129> 본 개시 내용은 전술한 특정 예로 제한되는 것으로 고려되지 않아야 하고, 오히려 첨부된 청구범위에서 정당하게 설명되는 바와 같은 모든 태양을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 개시 내용이 적용될 수 있는 다양한 변형, 등가의 공정, 및 많은 구조가 본 명세서의 검토 시에 당업자에게 쉽게 명백할 것이다. 청구범위는 그러한 변형 및 장치를 포함하도록 의도된다.

도면의 간단한 설명

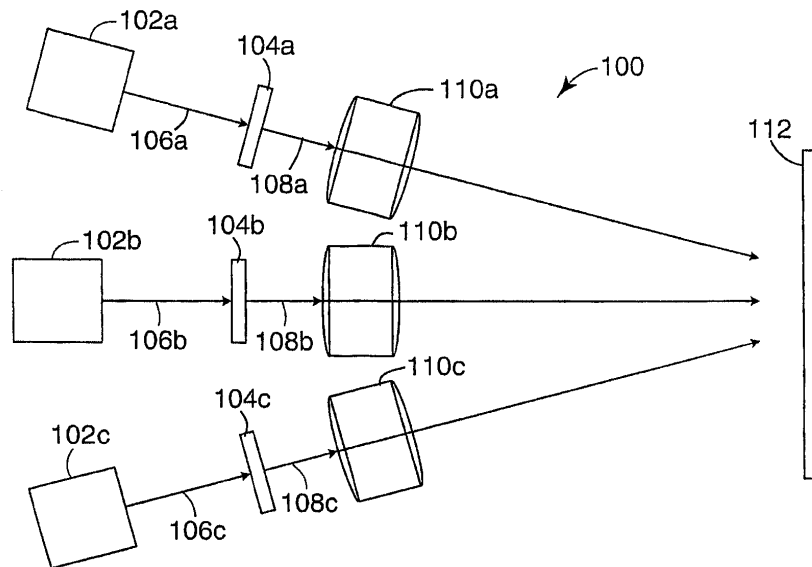
- <12> 도1은 본 발명을 통합할 수 있는 투사 시스템을 개략적으로 도시하고, 투사 시스템은 각각의 컬러 채널 내의 광을 각각의 투사 렌즈 유닛을 사용하여 스크린으로 투사한다.
- <13> 도2는 본 발명을 통합할 수 있는 투사 시스템을 개략적으로 도시하고, 투사 시스템은 각각의 컬러 채널 내의 광을 조합하여, 단일 투사 렌즈 유닛을 사용하여 스크린으로 투사되는 조합된 컬러 영상 비임을 형성한다.
- <14> 도3은 본 발명을 통합할 수 있는 투사 시스템을 개략적으로 도시하고, 투사 시스템은 반사식 영상 형성 장치를 사용하고, 각각의 컬러 채널 내의 광을 조합하여, 단일 투사 렌즈 유닛을 사용하여 스크린으로 투사되는 조합된 컬러 영상 비임을 형성한다.
- <15> 도4 및 도5는 본 발명을 통합할 수 있는 조명 시스템의 일부의 실시예를 개략적으로 도시하고, 조명 시스템은 목표 영역으로 지향되는 광을 발생시키기 위해 LED의 어레이를 사용한다.
- <16> 도6은 3개의 상이한 샘플 LED에 대한 파장의 함수로서 정규화된 출력의 그래프를 도시한다.
- <17> 도7은 표준 색역 및 비보상형 조명 시스템의 색역을 도시하는 CIE 1931 색도도를 제시한다.
- <18> 도8은 표준 색역 및 본 발명의 원리에 따른 보상형 조명 채널을 갖는 조명 시스템의 색역을 도시하는 CIE 1931

색도도를 제시한다.

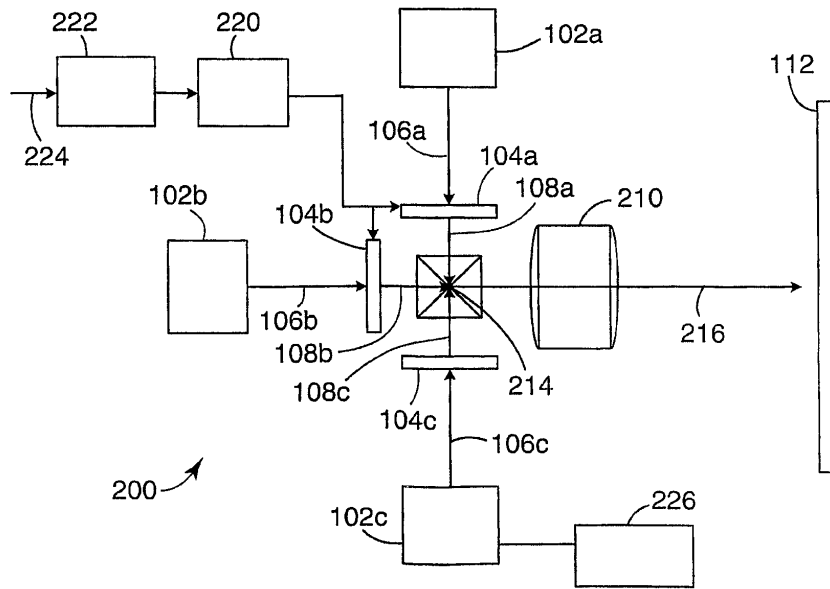
- <19> 도9는 표준 색역 및 본 발명의 원리에 따른 2개의 보상형 조명 채널을 갖는 조명 시스템의 색역을 도시하는 CIE 1931 색도도를 제시한다.
- <20> 도10은 표준 색역 및 본 발명의 원리에 따라 보상되는 3개의 조명 채널을 갖는 조명 시스템의 색역을 도시하는 CIE 1931 색도도를 제시한다.
- <21> 도11은 본 발명의 원리에 따른, 조명 시스템의 예시적인 조명 채널을 개략적으로 도시한다.
- <22> 도12는 파장 및 편광의 함수로서 x-큐브 색 조합기의 상이한 컬러 채널을 통해 들어가는 광의 측정량을 도시하는 그래프를 제시한다.
- <23> 도13A 및 도13B는 본 발명의 원리에 따른, 조명 시스템의 하나의 컬러 채널의 일 실시예를 개략적으로 도시한다.
- <24> 도13C는 도13A 및 도13B의 시스템 내에서 사용될 수 있는 렌즈 어레이의 일 실시예를 개략적으로 도시한다.

도면

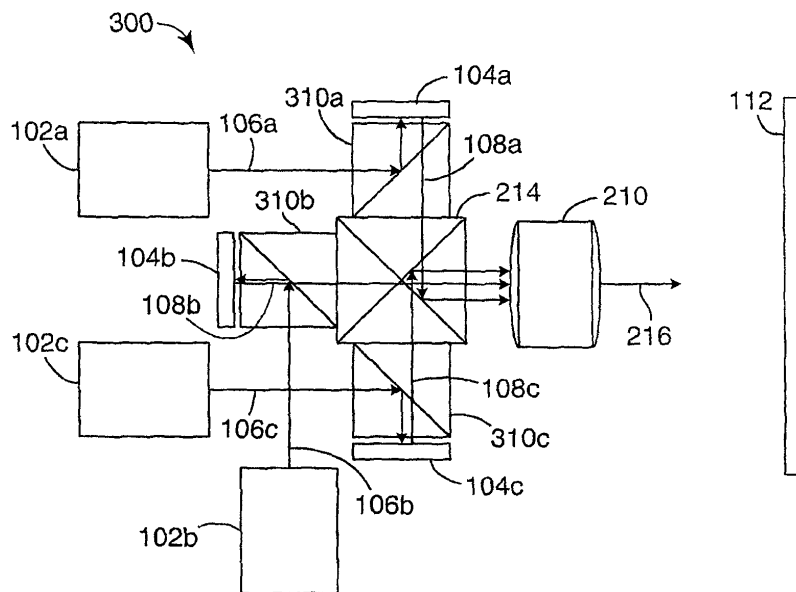
도면1



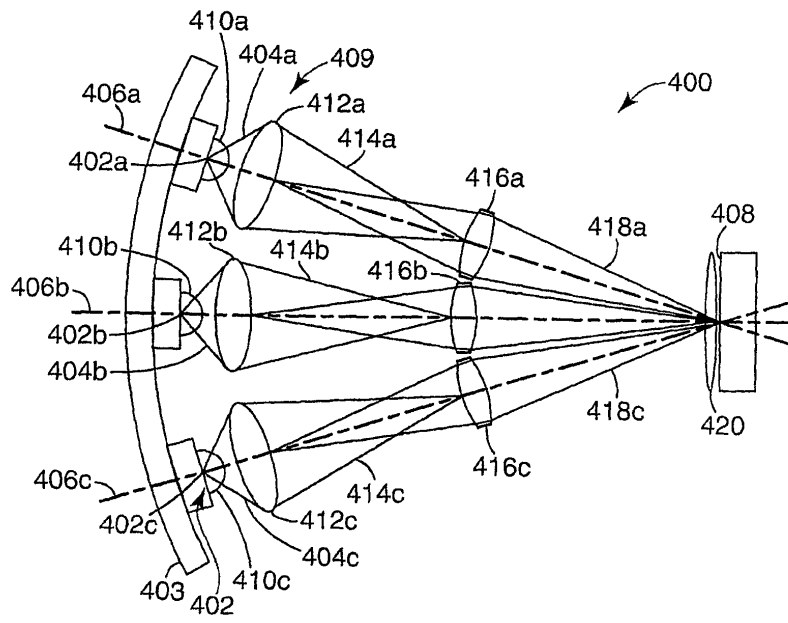
도면2



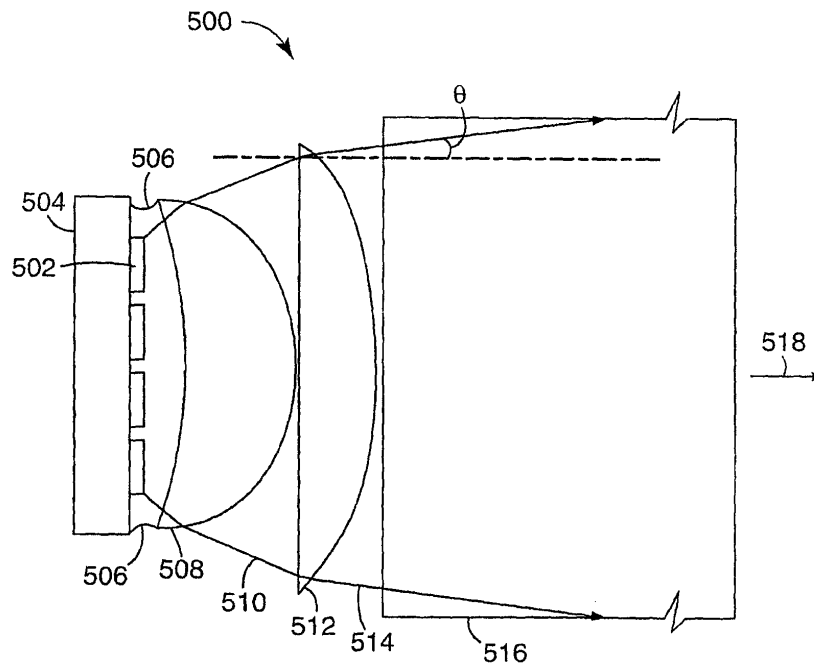
도면3



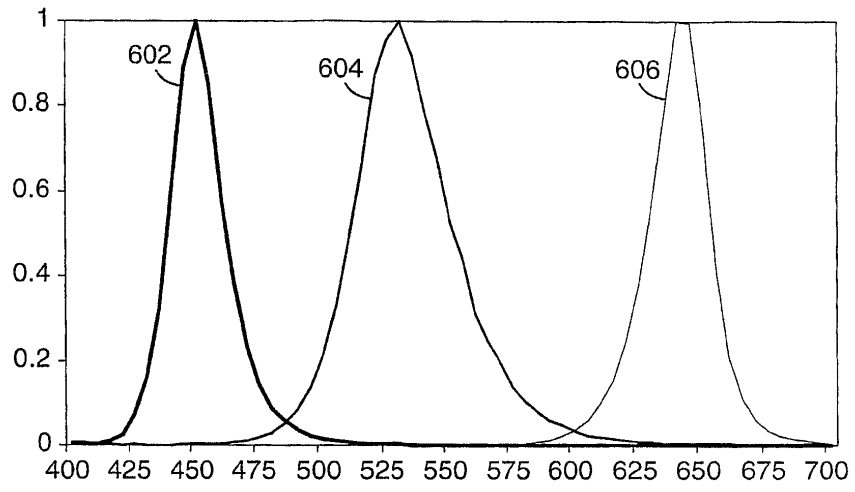
도면4



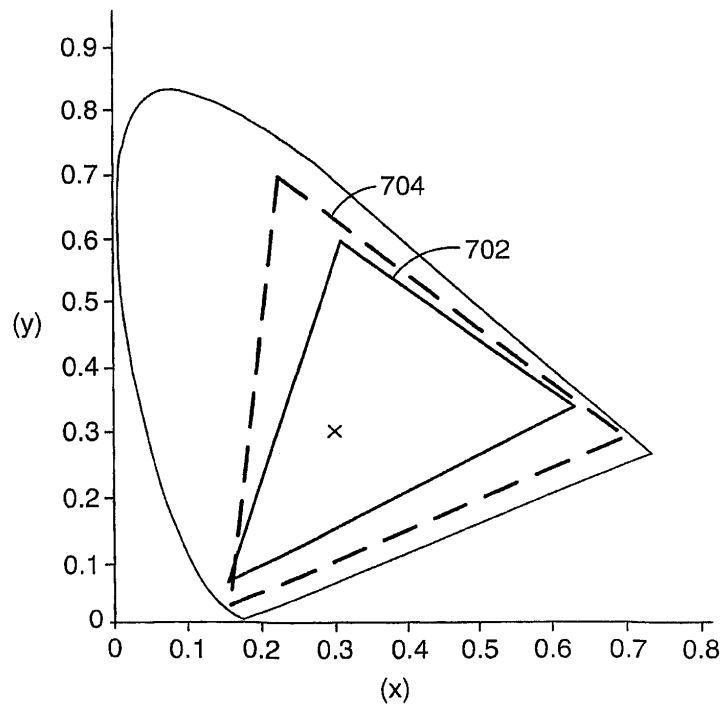
도면5



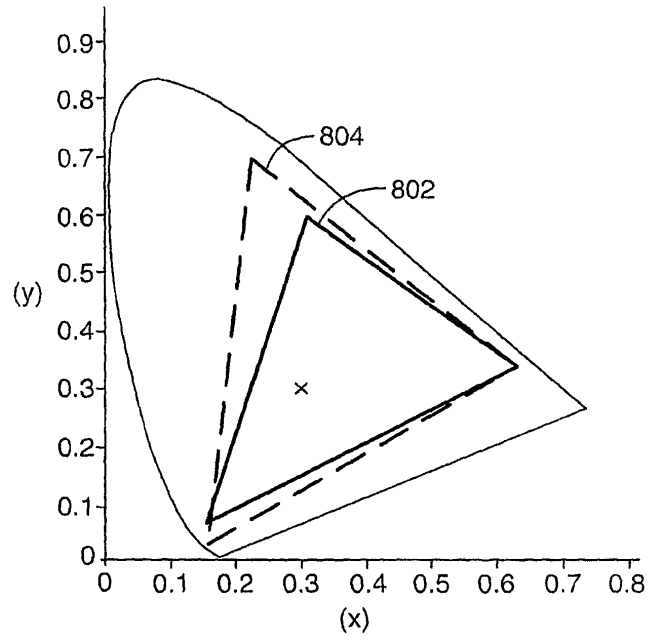
도면6



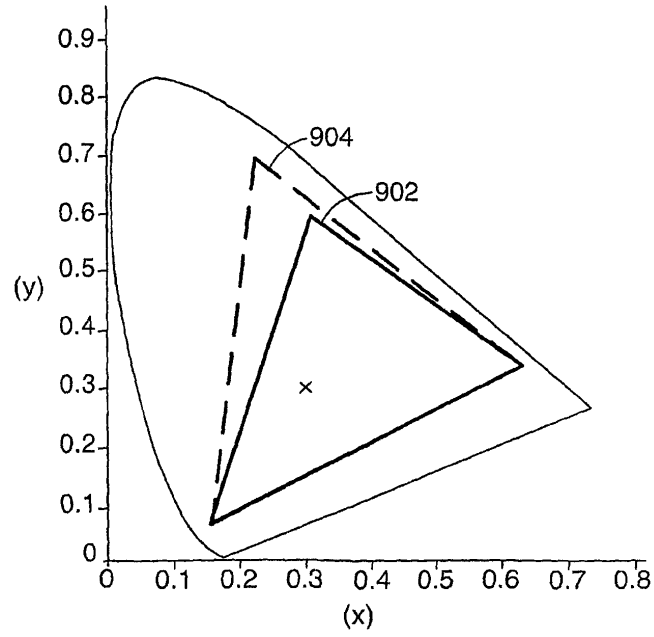
도면7



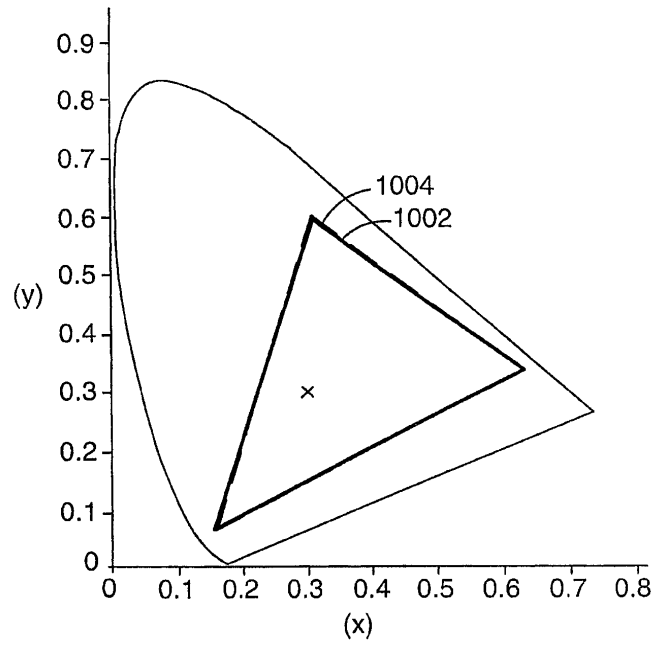
도면8



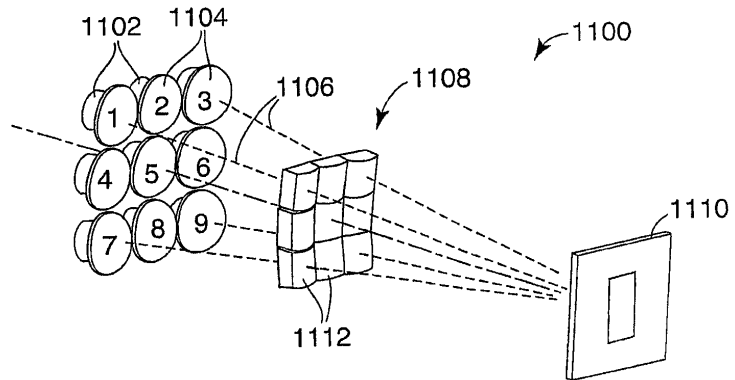
도면9



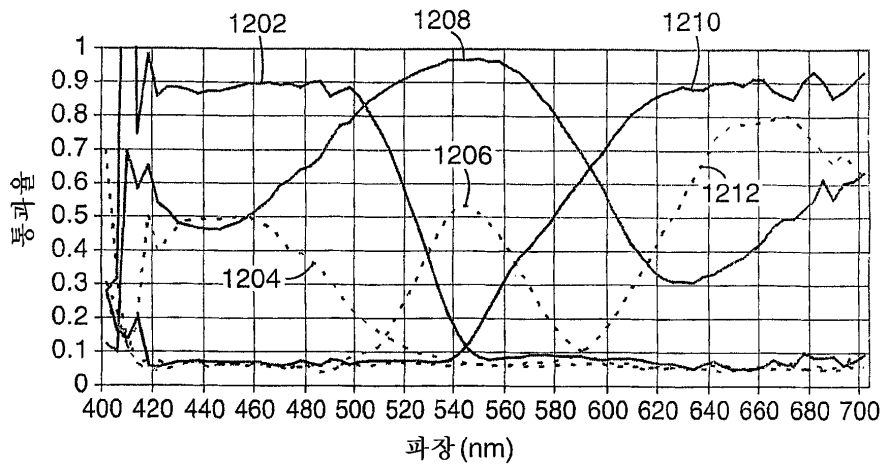
도면10



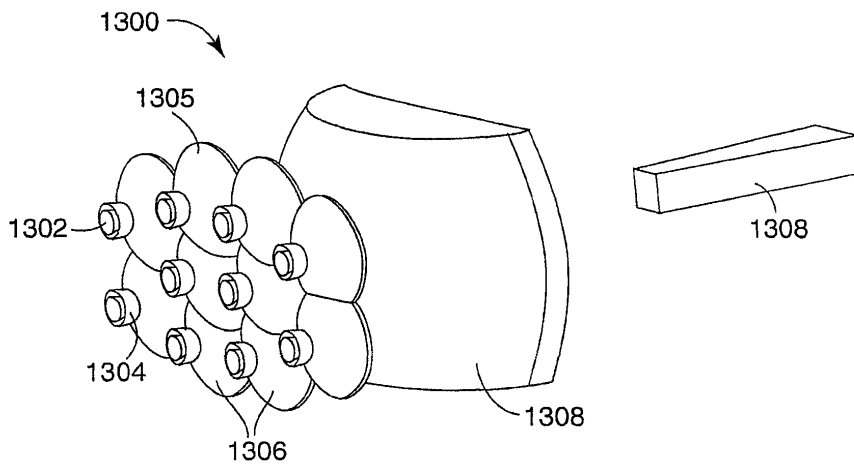
도면11



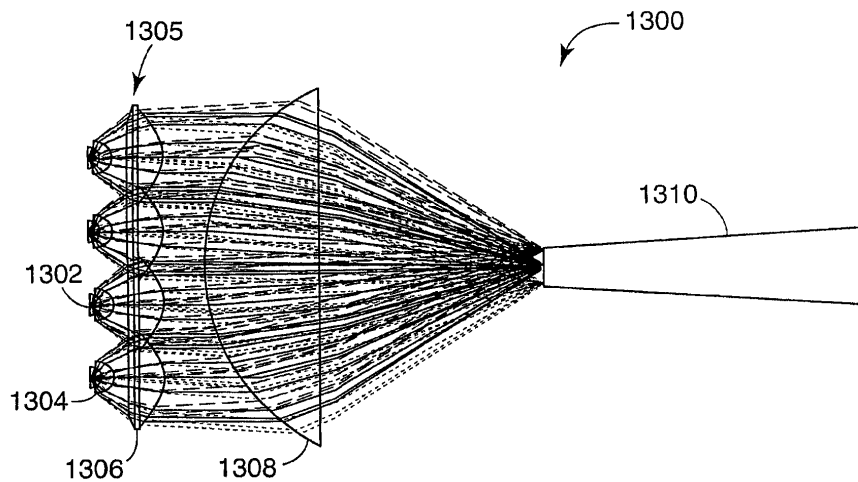
도면12



도면13A



도면13B



도면13C

