



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0045159
(43) 공개일자 2008년05월22일

(51) Int. Cl.

G02B 5/30 (2006.01) G02B 27/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7004773

(22) 출원일자 2008년02월28일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년02월28일

(86) 국제출원번호 PCT/US2006/029107

국제출원일자 2006년07월27일

(87) 국제공개번호 WO 2007/016199

국제공개일자 2007년02월08일

(30) 우선권주장

11/192,655 2005년07월29일 미국(US)

11/427,091 2006년06월28일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

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

(72) 발명자

던컨 존 이.

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

오키프 마이클 더블유.

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

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김영, 양영준, 안국찬

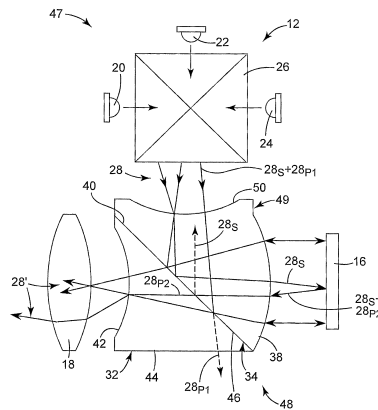
전체 청구항 수 : 총 51 항

(54) 편광 빔 스플리터

(57) 요약

편광 빔 스플리터(48)는 적어도 하나의 프리즘(49) 및 반사성 편광 필름(34)을 포함한다. 프리즘은 제1 중합체 재료를 포함하고, 적어도 하나의 곡선형 외부 표면(50)과 입사 표면(40)을 가지는데, 여기서 반사성 편광 필름은 입사 표면에 인접하여 배치된다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

필립스 윌리엄 이. 3세

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

마 지아웡

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

데스테인 패트릭 알.

미국 45245 오하이오주 신시내티 맥만 로드 3997

특허청구의 범위

청구항 1

제1 중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면 및 추가의 외부 표면을 갖는 제1 프리즘;

제2 중합체 재료를 포함하고, 제2 곡선형 외부 표면을 갖는 제2 프리즘; 및

제1 프리즘과 제2 프리즘 사이에 배치된 반사성 편광 필름을 포함하며,

제1 프리즘은 적어도 제1 곡선형 외부 표면과 추가의 외부 표면을 통해 광을 투과시키도록 구성되는 편광 빔 스플리터.

청구항 2

제1항에 있어서, 제1 프리즘의 제1 곡선형 표면과 제2 프리즘의 제2 곡선형 표면은 반대 방향으로 향하는 편광 빔 스플리터.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1 프리즘의 제1 곡선형 표면과 제2 프리즘의 제2 곡선형 표면 각각은 볼록 표면 및 오목 표면으로 이루어진 군으로부터 선택된 기하학적 형상을 갖는 편광 빔 스플리터.

청구항 4

1항에 있어서, 반사성 편광 필름은 제1 중합체 재료, 및 제1 중합체 재료와 상이한 제2 중합체 재료를 포함하는 편광 빔 스플리터.

청구항 5

제1항에 있어서, 제1 프리즘의 추가의 외부 표면은 볼록 표면 및 오목 표면으로 이루어진 군으로부터 선택된 기하학적 형상을 갖는 곡선형 표면인 편광 빔 스플리터.

청구항 6

제1항에 있어서, 제1 프리즘은 반사성 편광 필름에 인접한 표면 상에 배치되어 이로부터 돌출한 적어도 하나의 수형 부재를 포함하고, 제2 프리즘은 적어도 하나의 수형 부재를 내부에 수용할 수 있는 적어도 하나의 암형 부분을 포함하는 편광 빔 스플리터.

청구항 7

제1항에 있어서, 제1 프리즘은 입력 프리즘인 편광 빔 스플리터.

청구항 8

제1항에 있어서, 제1 중합체 및 제2 중합체 중 적어도 하나는 아크릴 중합체, 사이클릭-올레핀 공중합체, 폴리 카보네이트, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 편광 빔 스플리터.

청구항 9

제1항에 있어서, 제1 중합체 재료는 제2 중합체 재료와 동일한 편광 빔 스플리터.

청구항 10

제1 중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면, 제2 곡선형 외부 표면 및 제1 입사 표면을 갖는 제1 프리즘;

제2 중합체 재료를 포함하고, 제3 곡선형 외부 표면 및 제2 입사 표면을 갖는 제2 프리즘; 및

제1 입사 표면과 제2 입사 표면 사이에 배치된 반사성 편광 필름을 포함하며,

제1 프리즘은 적어도 제1 곡선형 외부 표면과 제2 곡선형 외부 표면을 통해 광을 투과시키도록 구성되는 편광

빔 스플리터.

청구항 11

제10항에 있어서, 제1 프리즘의 제1 곡선형 외부 표면은 제2 프리즘의 제3 곡선형 외부 표면의 반대 방향으로 향하는 편광 빔 스플리터.

청구항 12

제10항에 있어서, 제1 프리즘의 제1 곡선형 외부 표면, 제1 프리즘의 제2 곡선형 외부 표면, 및 제2 프리즘의 제3 곡선형 외부 표면 각각은 볼록 표면 및 오목 표면으로 이루어진 군으로부터 선택되는 편광 빔 스플리터.

청구항 13

제10항에 있어서, 제1 프리즘과 제2 프리즘 각각은 제2 곡선형 외부 표면에 의해 수광된 광의 일부가 반사성 편광 필름에서 반사되어 제1 곡선형 외부 표면을 통해 제1 프리즘을 빠져 나가고, 제1 곡선형 외부 표면을 통해 제1 프리즘으로 진입하는 광의 일부가 반사성 편광 필름을 통해 투과되어 제3 곡선형 외부 표면을 통해 제2 프리즘을 빠져 나가도록 구성되는 편광 빔 스플리터.

청구항 14

제10항에 있어서, 제1 프리즘과 제2 프리즘 각각은 제2 프리즘의 제3 곡선형 외부 표면에 의해 수광된 광의 일부가 반사성 편광 필름을 통해 투과되어 제1 곡선형 외부 표면을 통해 제1 프리즘을 빠져 나가고, 제1 곡선형 외부 표면을 통해 제1 프리즘으로 진입하는 광의 일부가 반사성 편광 필름에서 반사되어 제2 곡선형 외부 표면을 통해 제1 프리즘을 빠져 나가도록 구성되는 편광 빔 스플리터.

청구항 15

제10항에 있어서, 제1 중합체 재료는 제2 중합체 재료와 동일한 편광 빔 스플리터.

청구항 16

제10항에 있어서, 반사성 편광 필름은 제1 중합체 재료, 및 제1 중합체 재료와 상이한 제2 중합체 재료를 포함하는 편광 빔 스플리터.

청구항 17

적어도 하나의 조명원;

편광 빔 스플리터; 및

이미지 형성 장치를 포함하며,

편광 빔 스플리터는,

제1 중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면 및 제2 외부 표면을 갖는 입력 프리즘,

제2 중합체 재료를 포함하고, 제3 곡선형 외부 표면을 갖는 출력 프리즘, 및

입력 프리즘과 출력 프리즘 사이에 배치된 반사성 편광 필름을 포함하고,

편광 빔 스플리터는 제2 외부 표면이 조명원으로부터 광을 수광하도록 배치되며,

이미지 형성 장치는 입력 프리즘의 제1 곡선형 외부 표면으로부터 광을 수광하도록 배치되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서, 조명원은 제1 색상의 광원, 제2 색상의 광원 및 색상 조합기를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서, 색상 조합기는 x-큐브 구성을 갖는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 20

제17항에 있어서, 이미지 형성 장치는 LCoS 장치인 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 21

제17항에 있어서, 출력 프리즘의 제3 곡선형 외부 표면으로부터 광을 수광하도록 배치된 투사 렌즈를 추가로 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 22

제17항에 있어서, 약 16 세제곱 센티미터 이하의 체적 치수를 나타내는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 23

제17항에 있어서, 약 9 제곱 센티미터 이하의 면적을 갖는 풋프린트(footprint)를 특징으로 하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 24

제17항에 있어서, 제1 중합체 재료는 제2 중합체 재료와 동일한 편광 빔 스플리터.

청구항 25

제17항에 있어서, 반사성 편광 필름은 제1 중합체 재료, 및 제1 중합체 재료와 상이한 제2 중합체 재료를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 26

제17항에 있어서, 제2 외부 표면은 곡선형 표면인 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 27

중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면, 제2 곡선형 외부 표면 및 제1 입사 표면을 가지며, 적어도 제1 곡선형 외부 표면과 상기 제2 곡선형 외부 표면을 통해 광을 투과시키도록 구성되는 제1 프리즘; 및

제1 프리즘의 제1 입사 표면에 인접하여 배치된 반사성 편광 필름을 포함하는 편광 빔 스플리터.

청구항 28

제27항에 있어서, 제1 곡선형 외부 표면과 제2 곡선형 외부 표면 중 적어도 하나는 볼록 표면, 오목 표면, 비구면 표면, 아나모픽 표면, 원통형 표면, 서브-렌즈 어레이 표면 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 기하학적 형상을 갖는 편광 빔 스플리터.

청구항 29

제27항에 있어서, 편광 빔 스플리터는 제2 중합체 재료를 포함하고 제3 곡선형 외부 표면과 제2 입사 표면을 갖는 제2 프리즘을 추가로 포함하고, 반사성 편광 필름은 제1 프리즘의 제1 입사 표면과 제2 프리즘의 제2 입사 표면 사이에 배치되는 편광 빔 스플리터.

청구항 30

제29항에 있어서, 제1 프리즘은 반사성 편광 필름에 인접한 표면 상에 배치되어 이로부터 돌출한 적어도 하나의 수형 부재를 포함하고, 제2 프리즘은 적어도 하나의 수형 부재를 내부에 수용할 수 있는 적어도 하나의 암형 부분을 포함하는 편광 빔 스플리터.

청구항 31

제27항에 있어서, 중합체 재료는 아크릴 중합체, 사이클릭-올레핀 공중합체, 폴리카보네이트, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 편광 빔 스플리터.

청구항 32

제27항에 있어서, 제1 곡선형 외부 표면은 제2 곡선형 외부 표면의 광축으로부터 경사각으로 배향된 편광 빔 스플리터.

청구항 33

제27항에 있어서, 제1 곡선형 외부 표면과 제2 곡선형 외부 표면 중 적어도 하나는 2개의 축방향을 따라 굴곡된 편광 빔 스플리터.

청구항 34

제27항에 있어서, 제1 프리즘은 유색 색조를 나타내는 편광 빔 스플리터.

청구항 35

조명원;

편광 빔 스플리터; 및

이미지 형성 장치를 포함하며,

편광 빔 스플리터는,

중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면, 제2 곡선형 외부 표면 및 제1 입사 표면을 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면이 조명원로부터 광을 수광하도록 배치되는 제1 프리즘, 및

프리즘의 제1 입사 표면에 인접하여 배치된 반사성 편광 필름을 포함하며,

이미지 형성 장치는 편광 빔 스플리터로부터 광을 수광하도록 배치되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 36

제35항에 있어서, 제1 프리즘의 제1 곡선형 외부 표면과 제2 곡선형 외부 표면 중 적어도 하나는 볼록 표면, 오목 표면, 비구면 표면, 아나모픽 표면, 원통형 표면, 서브-렌즈 어레이 표면 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 기하학적 형상을 갖는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 37

제35항에 있어서, 이미지 형성 장치는 반사성 편광 회전 이미저, 투과성 이미저, 및 디지털 미러 장치로 이루어지는 군으로부터 선택되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 38

제37항에 있어서, 반사성 편광 회전 이미저는 LCoS(liquid crystal on silicon) 장치를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 39

제35항에 있어서, 편광 빔 스플리터는 제2 중합체 재료를 포함하고 제3 곡선형 외부 표면과 제2 입사 표면을 갖는 제2 프리즘을 추가로 포함하고, 반사성 편광 필름은 제1 프리즘의 제1 입사 표면과 제2 프리즘의 입사 표면 사이에 배치되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 40

제39항에 있어서, 제1 프리즘은 반사성 편광 필름에 인접한 표면 상에 배치되어 이로부터 돌출한 적어도 하나의 수형 부재를 포함하고, 제2 프리즘은 적어도 하나의 수형 부재를 내부에 수용할 수 있는 적어도 하나의 암형 부분을 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 41

제35항에 있어서, 중합체 재료는 아크릴 중합체, 사이클릭-올레핀 공중합체, 폴리카보네이트, 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 42

제35항에 있어서, 제1 곡선형 외부 표면은 제2 곡선형 외부 표면의 광축으로부터 경사각으로 배향된 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 43

제35항에 있어서, 약 16 세제곱 센티미터 이하의 체적 치수를 나타내는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 44

조명원;

편광 빔 스플리터; 및

이미지 형성 장치를 포함하며,

편광 빔 스플리터는,

제1 중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면을 갖는 제1 프리즘,

제2 중합체 재료를 포함하고, 제2 곡선형 외부 표면을 갖는 제2 프리즘, 및

제1 프리즘과 제2 프리즘 사이에 배치된 반사성 편광 필름을 포함하며,

편광 빔 스플리터는 제1 곡선형 외부 표면이 조명원으로부터 광을 수광하도록 배치되며,

이미지 형성 장치는 편광 빔 스플리터로부터 광을 수광하도록 배치되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 45

제44항에 있어서, 제1 프리즘과 제2 프리즘 중 적어도 하나는 추가의 곡선형 외부 표면을 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 46

제44항에 있어서, 제1 곡선형 외부 표면과 제2 곡선형 외부 표면 중 적어도 하나는 볼록 표면, 오목 표면, 비구면 표면, 아나모픽 표면, 원통형 표면, 서브-렌즈 어레이 표면 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 기하학적 형상을 갖는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 47

제44항에 있어서, 이미지 형성 장치는 반사성 편광 회전 이미저, 투과성 이미저, 및 디지털 미러 장치로 이루어지는 군으로부터 선택되는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 48

제47항에 있어서, 반사성 편광 회전 이미저는 LCoS 장치를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 49

제44항에 있어서, 편광 빔 스플리터로부터 광을 수광하도록 배치된 투사 렌즈를 추가로 포함하는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 50

제44항에 있어서, 약 16 세제곱 센티미터 이하의 체적 치수를 나타내는 이미지 디스플레이 시스템.

청구항 51

제44항에 있어서, 약 9 제곱 센티미터 이하의 면적을 갖는 풋프린트를 특징으로 하는 이미지 디스플레이 시스템.

명세서

배경 기술

- <1> 본 발명은 이미지 디스플레이 시스템에 사용될 수 있는 편광 분리 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 편광 회전 이미지 형성 장치를 포함한 이미지 디스플레이 시스템에 사용될 수 있는 반사성 및 투과성 편광 빔 스플리터(polarizing beam splitter; PBS)에 관한 것이다.
- <2> PBS를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템은 투사 디스플레이와 같은 뷰잉 스크린(viewing screen) 상에 이미지를 형성하는 데 사용된다. 전형적인 이미지 디스플레이 시스템은 조명원으로부터의 광선이 투사될 원하는 이미지를 갖는 이미지 형성 장치 또는 이미저(imager)에서 반사되도록 배열되는 조명원을 포함하고 있다. 상기 시스템은 조명원으로부터의 광선과 투사된 이미지의 광선이 PBS와 이미저 사이의 동일한 물리적 공간을 공유하도록 광선이 꺾이게 한다.
- <3> 이미지 디스플레이 시스템의 이미저는 전형적으로 광선의 편광을 회전시킴으로써 동작하는 LCoS(liquid crystal on silicon) 장치와 같은 편광 회전 이미지 형성 장치이다. LCoS 이미저는 편광 회전하는데, 이는 편광된 광선들이 가장 어두운 상태에 대해서 이들의 편광이 실질적으로 변경됨이 없이 투과되거나, 원하는 그레이 스케일을 제공하도록 이들의 편광이 회전되어 투과되는 것을 의미한다. 따라서, 편광된 광선을 포함하는 입력 빔은 일반적으로 LCoS 이미저를 조명하기 위해 사용된다.
- <4> 발명의 개요
- <5> 본 발명은 제1 프리즘, 제2 프리즘, 및 제1 프리즘과 제2 프리즘 사이에 배치된 반사성 편광 필름을 포함하는 PBS에 관한 것이다. 제1 프리즘은 제1 중합체 재료를 포함하고, 제1 곡선형 외부 표면 및 추가의 외부 표면을 갖는다. 제1 프리즘은 적어도 제1 곡선형 외부 표면 및 추가의 외부 표면을 통해 광을 투과시키도록 구성된다. 제2 프리즘은 제2 중합체 재료를 포함하고, 제2 곡선형 외부 표면을 갖는다. 몇몇 예시적인 실시예에서, 제1 중합체 재료는 제2 중합체 재료와 동일하다. PBS는 광선이 꺾이게 하는 데 적합하고, 콤팩트 이미지 디스플레이 시스템에 사용될 수 있다. 본 발명은 또한 본 발명의 PBS를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템에 관한 것이다.
- <6> 본 발명은 또한 적어도 하나의 프리즘과 반사성 편광 필름을 포함하는 PBS에 관한 것이다. 프리즘은 중합체 재료를 포함하고, 적어도 제1 곡선형 외부 표면과 입사 표면을 가지는데, 여기서 반사성 편광 필름은 입사 표면에 인접하여 배치된다. 프리즘은 적어도 제1 곡선형 외부 표면을 통해 광을 투과시키도록 구성된다. 반사성 편광 필름은 상이한 중합체 재료로 된 복수의 층을 포함할 수도 있다. PBS는 광선이 꺾이게 하는 데 적합하고, 콤팩트 이미지 디스플레이 시스템에 사용될 수 있으며, 제조가 용이하다. 본 발명은 또한 본 발명의 PBS를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템에 관한 것이다.

발명의 상세한 설명

- <19> 본 발명에 따른 PBS의 사용은 매력적인 설계를 제공하는데, 그 이유는 광선을 편광시키고 꺾이게 하는 두 기능을 행할 수 있기 때문이다. 도 1은 미니 투사형 디스플레이, 머리 장착형 디스플레이, 가상 뷰어, 전자 뷰파인더, 헤드-업 표시 장치, 광학 연산, 광학 상관 및 기타 광학 뷰잉 시스템과 같은 다양한 디스플레이 장치에 사용될 수 있는 이미지 디스플레이 시스템 등의 광학 시스템(10)의 개략도이다. 상기 시스템(10)은 조명원(12), 본 발명의 PBS(14), 이미저(16), 및 하나 이상의 광학 요소를 구비할 수 있는 투사 렌즈(18)를 포함한다. 예시적인 PBS(14)는 광을 뷰잉 스크린 또는 뷰어(도시되지 않음)로 향하게 하는 데 요구되는 이미지화 광학 소자(imaging optics)의 수를 감소시킬 수 있는 반사성 PBS이다. 이는 대응하여 시스템(10)이 무선 전화기와 같은 콤팩트 장치에서 이미지를 표시할 수 있게 한다.
- <20> 예시적인 조명원(12)은 투사된 이미지의 적색, 녹색, 및 청색 또는 기타 색 성분을 제공하는 3-성분 광원이다. 조명원(12)은 하나 이상의 적색 발광 다이오드(LED)와 같은 제1 색상의 광원(20), 하나 이상의 청색 LED와 같은 제2 색상의 광원(22), 하나 이상의 녹색 LED와 같은 제3 색상의 광원(24), 및 색상 조합기(color

combiner)(26)를 포함할 수 있다. 제1 색상의 광원(20), 제2 색상의 광원(22) 및 제3 색상의 광원(24) 각각은 제1, 제2 및 제3 파장 광을 색상 조합기(26)를 향해 방출한다. 조명원(12)은 유색광(colored light)을 더욱 포집하고 색상 조합기(26)를 향하게 하도록 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED 각각의 주변에 배치된 볼 렌즈(ball lens)(도시되지 않음)를 또한 포함할 수도 있다. 색상 조합기(26)는 수광된 유색광을 조합하고 광 빔(28)을 PBS(14)를 향하게 하는 X-큐브(cube) 구성 색상 조합기 또는 다른 적합한 색상 조합기일 수 있다. 조명원(12)으로부터의 광 빔(28)은 제1, 제2 및 제3 파장(예를 들어, 적색, 녹색 및 청색 파장)의 광을 포함하고, s-편광 성분 및 p-편광 성분을 포함한다.

<21> 예시적인 PBS(14)는 제1 프리즘(여기서는, 입력 프리즘(30)), 제2 프리즘(여기서는, 출력 프리즘(32)), 및 반사성 편광 필름(34)을 포함한다. 입력 프리즘(30) 및 출력 프리즘(32)은 반사성 편광 필름(34)의 반대면들 상에서 서로 인접하여 배치된 저 복굴절 중합체 프리즘이다. 입력 프리즘(30)은 외부 표면(36), 제1 곡선형 외부 표면(38), 및 제1 입사 표면(40)을 포함한다. 유사하게, 출력 프리즘(32)은 제2 곡선형 외부 표면(42), 외부 표면(44), 및 제2 입사 표면(46)을 포함한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 제1 곡선형 외부 표면(38)은 볼록 표면이고, 제2 곡선형 외부 표면(42)은 오목 표면이다. 곡선형 외부 표면(38, 42)은 PBS(14)에 통합된 렌즈로서 기능하는데, 이는 이들을 통해 투과하는 광 빔(28)의 광선을 리디렉팅한다. 이러한 것은 추가의 이미지화 광학 소자의 필요성을 감소시킨다. 당업자는 광 빔(28)의 광선을 지향시키기 위해 조명원(12), 편광 필름(34), 투사 렌즈(18), 및 뷰잉 스크린 또는 뷰어에 대한 곡선형 외부 표면(38, 42)의 곡률 및 배치가 미리 결정될 수 있음을 용이하게 알 것이다. 몇몇 예시적 실시예에서, 곡선형 외부 표면(38, 42)의 곡률은 투사 렌즈(18)에 대한 필요성을 감소시키거나 제거하는 데 사용될 수도 있다.

<22> 반사성 편광 필름(34)은 선형 반사성 편광 필름 또는 원형 반사성 편광 필름과 같은 당업자에게 공지된 임의의 반사성 편광 필름일 수 있다. 예를 들어, 반사성 편광 필름(34)은 입력 프리즘(30)과 출력 프리즘(32) 각각의 입사 표면(40, 46)들 사이에 고정된 중합체 반사성 편광 필름일 수 있다. 예시적인 편광 필름(34)은 조명원(12)으로부터 수광된 광 빔(28)을 반사된 편광 성분(s-편광 광선)과 투과된 편광 성분(p-편광 광선)으로 분리한다. 본 발명의 실시예에서 사용하기에 적합한 반사성 편광 필름의 특정 예에는 그 개시 내용이 본 명세서에 참고로 포함된, 존자(Jonza) 등의 미국 특허 제5,882,774호, 웨버(Weber) 등의 미국 특허 제6,609,795호 및 마가릴(Magarill) 등의 미국 특허 제6,719,426호에 개시되어 있는 것과 같은, 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 코퍼레이션(3M Corporation)에 의해 제조된 복굴절 중합체 다층 광학 필름(multi-layer optical film; MOF)이 포함된다.

<23> 몇몇 예시적인 실시예에서, 반사성 편광 필름(34)은 제1 및 제2 층을 포함할 수 있는데, 여기서 제1 및 제2 층의 중합체 재료는 상이하다. 본 발명의 일 실시예에서, 반사성 편광 필름(34)은 웨버 등의 미국 특허 제6,609,795호에 개시된 바와 같이 상이한 중합체 재료로 된 교번하는 층들의 다층 적층체를 포함할 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 다중 반사성 편광 필름이 사용될 수도 있다.

<24> 적합한 중합체 선형 반사성 편광 필름은 전형적으로 필름의 평면에서의 제1 방향을 따른 상이한 재료들 사이의 큰 굴절률 차이와, 필름의 평면에서의 제1 방향에 직교하는 제2 방향을 따른 상이한 재료들 사이의 작은 굴절률 차이를 특징으로 한다. 몇몇 예시적인 실시예에서, 반사성 편광 필름은 또한 필름의 두께 방향을 따른 상이한 중합체 재료들 사이의(예를 들어, 상이한 중합체 재료로 된 제1 층과 제2 층 사이의) 작은 굴절률 차이를 특징으로 한다. 신장 방향(즉, x-방향)으로의 상이한 중합체 재료들로 된 제1 층과 제2 층 사이의 적합한 굴절률 차이의 예는 약 0.15 내지 약 0.20의 범위이다. 비-신장 방향(즉, y-방향 및 z-방향)으로의 굴절률은 바람직하게는 주어진 층에 대하여 서로의 약 5% 내에 그리고 인접 층의 대응하는 비-신장 방향의 약 5% 내에 있다.

<25> 반사성 편광 필름(34)의 층을 위해 선택되는 중합체 재료는 낮은 광흡수 수준을 나타내는 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)는 $1.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^{-1}$ 미만의 흡광 계수를 나타낸다. 따라서, PET를 포함하고 약 125 마이크로미터의 두께를 갖는 반사성 편광 필름(34)에 대하여, 산출된 흡수는 약 0.000023%이다.

<26> 편광기는 편광기의 고장을 유도할 수 있는 매우 높은 광 밀도에 노출되기 때문에 낮은 흡수가 바람직하다. 예를 들어, 흡수형 편광 필름은 원하지 않는 편광 상태를 갖는 모든 광을 흡수한다. 이는 상당한 열을 발생시킨다. 따라서, 편광기 필름으로부터 멀리 열을 전도시키기 위해 사파이어와 같은 높은 열전도성을 갖는 기판 또는 공기 갭(gap)이 필요하다. 또한, 상기 기판은 높은 열 부하에 노출되며, 이는 대응하여 기판에서 열 복굴절을 발생시킨다. 기판에서의 열 복굴절은 편광 필름의 콘트라스트(contrast)와 콘트라스트 균일성을 저하시킨다. 결과적으로, 기판을 위해 일부 재료만이 적합하게 될 수 있다(예를 들어, 사파이어, 석영, 납 함

유 유리, 및 세라믹).

- <27> 유사하게, 투명 기관 상에 코팅된 얇은 금속 스트라이프(stripe)(예를 들어, 알루미늄 스트라이프)를 사용하는 와이어-그리드 편광기는 수신된 광 중 적은 부분을 흡수한다. 이는 또한 기관에서 열을 발생시키며, 그러한 실시예는 편광기에 인접하여 공기 갭 또는 열 전도성 매체를 배치함으로써 이득을 얻을 수 있다. 예를 들어, 광의 5-10%가 알루미늄 거울 표면과 동일한 방식으로 알루미늄 스트라이프에 의해 흡수된다. 와이어-그리드 편광기의 성능은 금속 스트라이프의 기하학적 안정성에 민감하기 때문에, 열 팽창에 기인하는 기관에서의 작은 변화는 편광기의 성능을 저하시킬 수 있다.
- <28> 대조적으로, 낮은 흡광 계수를 갖는 중합체 재료(예를 들어, PET)의 사용은, 반사성 편광 필름(34)으로부터 멀리 열을 전도시키기 위해 열 전도도가 높은 기관 또는 공기 갭을 필요로 함이 없이 반사성 편광 필름(34)이 사용될 수 있게 한다. 이와 같이, 중합체 반사성 편광 필름(34)은 입력 프리즘(30) 및 출력 프리즘(32)과 함께 연장된 기간 동안 사용될 수 있다.
- <29> 이미저(16)는 입력 프리즘(30)의 곡선형 외부 표면(38)에 인접하여 배치되는, LcoS 이미저(예를 들어, 강유전성 LcoS), 액정 표시 장치(LCD) 이미저 또는 고온 폴리실리콘(high-temperature polysilicon; HTPS) 이미저와 같은 편광 회전 구성요소이다. 이미저(16)는 이미저(16)의 픽셀이 "온" 또는 "오프"인지의 여부에 기초하여 광 빔(28)의 광선의 편광을 반사 및 회전시킨다. 이미저(16)의 "오프" 픽셀과 접촉하는 광 빔(28)의 개별 광선은 이들의 편광이 변경되지 않은 상태로 이미저(16)에서 반사된다(즉, s-편광을 유지한다). 대조적으로, 이미저(16)의 "온" 픽셀과 접촉하는 광 빔(28)의 개별 광선은 이들의 편광이 회전된 상태로 이미저(16)에서 반사된다(즉, s-편광으로부터 p-편광으로 회전된다). 결과적으로, 이미저(16)는 요구되는 투사 이미지를 생성하도록 제어되는 픽셀 설정에 기초하여 광 빔(28)의 개별 광선의 편광을 회전시킬 수 있다.
- <30> 투사 렌즈(18)는 출력 프리즘(32)의 곡선형 외부 표면(42)에 인접하여 배치되어, PBS(14)로부터 수광된 광 빔(28)의 광선을 집광하여 출력 광 빔(28')으로서 뷰잉 스크린으로 투과되도록 한다. 단지 단일 투사 렌즈를 가지고 설명하였지만, 시스템(10)은 필요에 따라 추가의 이미지화 광학 소자를 포함할 수 있다. 그러나, 곡선형 외부 표면(38, 42) 각각은 PBS(14)에 통합된 렌즈로서 기능한다. 이는 광 빔(28)의 광선을 지향시키는 데 필요할 수 있는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 감소시키는데, 이는 대응하여 시스템(10)의 요구되는 크기를 줄인다.
- <31> 시스템(10)의 사용 동안에, 조명원(12)은 광 빔(28)을 PBS(14)를 향하여 방출한다. 전술한 바와 같이, PBS(14)로 진입하기 전에, 광 빔(28)은 전형적으로 편광되지 않고, s-편광 광선(광선(28_s)) 및 p-편광 광선(광선(28_{p1})) 둘 다를 포함한다. 광 빔(28)은 외부 표면(36)을 통과하여 PBS(14)로 진입하고, 편광 필름(34)을 향하여 진행한다.
- <32> 편광 필름(34)과 접촉하기 전에, 광 빔(28)은 입력 프리즘(30)의 입사 표면(40)을 통과한다. 그리고 나서, 편광 필름(34)은 광선(28_s)을 입력 프리즘(30)의 곡선형 외부 표면(38)을 향해 반사하고, 광선(28_{p1})을 출력 프리즘(32) 내로 투과시킨다. 광선(28_{p1})은 입사 표면(46)을 통해 출력 프리즘(32)으로 진입하고 기부(base) 출력 표면(42)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(28_{p1})은 출력 프리즘(32)의 추가의 출력 표면(44)을 통해 출력 프리즘(32)을 빠져 나가게 되어, 폐기되거나 재활용(예를 들어, 출력 표면(62)를 향해 다시 리디렉팅)될 수도 있다.
- <33> 광선(28_s)은 곡선형 외부 표면(38)을 통과하여 PBS(14)를 빠져 나간다. 전술한 바와 같이, 곡선형 외부 표면(38)은 렌즈로서 기능을 하는 볼록 굴절 표면일 수 있다. 따라서, 광선(28_s)은 곡선형 외부 표면(38)을 통과할 때 리디렉팅된다. 입력 프리즘(30)을 빠져 나간 후, 광선(28_s)은 이미저(16)와 접촉하여 반사된다. "오프" 상태의 이미저(16)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(28_s)은 반사시 이들의 s-편광을 유지한다. 그러나, "온" 상태의 이미저(16)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(28_s)은 반사시 이들의 편광이 s-편광으로부터 p-편광으로 회전된다. 결과적으로, 반사된 광 빔(28)은 광선(28_s) 및 p-편광 광선(광선(28_{p2}))을 포함한다.
- <34> 이미저(16)로부터 반사된 광선(28_s, 28_{p2})은 입력 프리즘(30)을 향해 다시 지향되고, 곡선형 외부 표면(38)을 통해 입력 프리즘(30)으로 재진입한다. 광선(28_s, 28_{p2})이 편광 필름(34)을 향해 진행함에 따라 곡선형 외부 표면(38)은 이들 광선을 리디렉팅한다. 그리고 나서, 광선(28_s, 28_{p2})은 입력 프리즘(30)의 입사 표면(40)을 통과하

고 편광 필름(34)과 접촉한다. 그리고 나서, 편광 필름(34)은 광선(28_s)을 입력 프리즘(30)의 외부 표면(36)을 향해 반사하고, 광선(28_{p2})을 출력 프리즘(32) 내로 투과시킨다. 그리고 나서, 광선(28_s)은 외부 표면(36)을 통해 입력 프리즘(30)을 빠져 나가고 조명원(12)을 향해 진행한다. 본 발명의 일 실시예에서, 조명원(12)을 향해 다시 지향된 광선(28_s)은 (조명원(12)의 반사 표면을 경유해) 입력 프리즘(30) 내로 다시 반사 되어 재이용될 수 있다. 광선(28_s)이 s-편광 되기 때문에, 재이용되는 실질적으로 모든 광선(28_s)은 편광 필름(34)으로부터 이미저(16)를 향해 반사될 것이다. 이는 시스템(10)을 동작시키는 데 요구되는 출력을 보존한다.

<35> 편광 필름(34)을 통해 투과한 후, 광선(28_{p2})은 입사 표면(46)을 통해 출력 프리즘(44)으로 진입한다. 그리고 나서, 광선(28_{p2})은 곡선형 외부 표면(42)을 통해 출력 프리즘(32)을 빠져 나간다. 도 1에서 오목 굴절 표면으로서 도시된 곡선형 외부 표면(42)은 또한 렌즈로서 기능하여, 광선(28_{p2})이 투사 렌즈(18)를 향해 진행함에 따라 이들 광선을 리디렉팅한다. 그리고 나서, 투사 렌즈(18)는 광선(28_{p2})을 집광하고, 출력 광 빔(28')을 요구되는 투사 이미지로 뷰잉 스크린을 향해 지향시킨다. 전술한 바와 같이, 필요에 따라 추가의 이미지화 광학 소자가 광선(28_{p2})을 리디렉팅하기 위해 사용될 수 있다. 그러나, PBS(14)의 곡선형 외부 표면(38, 42)은 렌즈로서 (또는, 일반적으로 광학 배율을 갖는 굴절 표면으로서) 기능하여, 요구되는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 감소시킨다.

<36> 도 2는 전술된 시스템(10)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템인 광학 시스템(47)의 개략도이다. 상기 시스템(47)은 조명원(12), 이미저(16), 투사 렌즈(18), 및 PBS(48)를 포함하는데, 여기서 PBS(48)는 도 1에 도시된 PBS(14)와 유사한 방식으로 조명원(12), 이미저(16) 및 투사 렌즈(18)와 상호 작용한다. PBS(48)는 제1 프리즘(여기서는, (평평한) 추가의 외부 표면(36) 대신에 제2 곡선형 외부 표면(50)을 가진 입력 프리즘(49)) 및 제2 프리즘(여기서는, 출력 프리즘(32))을 포함하는 반사성 PBS이다. 이 구성에서, 곡선형 외부 표면(42)은 출력 프리즘(32)의 제3 곡선형 외부 표면이라 칭할 수 있다.

<37> 곡선형 외부 표면(50)은 또한 곡선형 외부 표면(38, 42)과 유사한 방식으로 렌즈로서 기능하는 오목 표면으로서 도 2에 예시된, 광학 배율을 가진 굴절 표면이다. 따라서, 입력 프리즘(49)의 제2 곡선형 외부 표면(50)은 조명원(12)으로부터 곡선형 외부 표면(50)을 통해 투과하는 광 빔(28)의 광선을 리디렉팅한다. 곡선형 외부 표면(50)에서의 광 빔(28)의 리디렉팅된 광선은 대응하여 시스템(10)을 통해 광 빔(28)의 광선의 방향을 조절한다. 이는 도 1 및 도 2에서의 광 빔(28)의 광선들의 비교에 의해 예시된다.

<38> 조명원(12)과 편광 필름(34)에 대한 곡선형 외부 표면(50)의 곡률 및 배치는 또한 광 빔(28)의 광선을 리디렉팅하도록 미리 결정될 수도 있다. 광학 배율을 가진 곡선형 외부 표면(50)의 사용은 광 빔(28)의 광선의 방향에 대하여 추가의 제어를 제공하며, 광(28)을 초점에 모으는 데 필요할 수 있는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 더욱 감소시킬 수 있고, 이에 의해 시스템(47)의 크기를 줄일 수 있다.

<39> 도 3은 전술한 바와 같이 또한 시스템(10, 47)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템인 광학 시스템(52)의 개략도이다. 상기 시스템(52)은 조명원(12), 이미저(16), 투사 렌즈(18) 및 본 발명의 다른 예시적인 PBS(54)를 포함한다. 본 발명의 PBS(54)는 광을 뷰잉 스크린(도시되지 않음)으로 지향시키는 데 필요한 이미지화 광학 소자의 수를 또한 감소시킬 수 있는 투과성 PBS이다.

<40> PBS(54)는 제1 프리즘(여기서는, 출력 프리즘(58)), 제2 프리즘(여기서는, 입력 프리즘(56)), 및 반사성 편광 필름(60)을 포함한다. 입력 프리즘(56) 및 출력 프리즘(58)은 반사성 편광 필름(60)의 반대면들 상에서 서로 인접하여 배치된 저 복굴절 중합체 프리즘이다. 예시적인 PBS(54)는 투과성 PBS이기 때문에, 투사된 이미지를 형성하는 데 사용되는 광 빔(28)의 광선은 입력 프리즘(56)의 외부 표면(62)을 통해 그리고 출력 프리즘(58)의 2개의 외부 표면(68, 70)을 통해 투과하는 것으로 도시되어 있다. 이는 반사성 PBS인 도 1에서 전술한 예시적인 PBS(14)와는 대조적인 것이며, 입력 프리즘(30)의 2개의 외부 표면을 통해 그리고 출력 프리즘(32)의 하나의 외부 표면을 통과하는 투사된 이미지를 형성하기 위해 광 빔(28)의 광선이 사용되는 상태로 도시되어 있다.

<41> 입력 프리즘(56)은 제2 곡선형 외부 표면(62), 추가의 외부 표면(64), 및 입사 표면(66)을 포함한다. 유사하게, 출력 프리즘(58)은 제1 곡선형 외부 표면(68), 추가의 외부 표면(70), 및 입사 표면(72)을 포함한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 곡선형 외부 표면(62)은 오목 표면일 수 있고, 곡선형 외부 표면(68)은 볼록 표면일 수 있다. 곡선형 외부 표면(62, 68)은 PBS(54)에 통합된 렌즈로서 (그리고 일반적으로, 광학 배율을 가진 굴절 표면으로서) 기능하고, 이들을 통해 투과되는 광 빔(28)의 광선을 리디렉팅하고, 이에 의해 추가의 이미지화 광

학 소자의 필요성을 감소시킨다. 광 빔(28)을 요구되는 방식으로 지향시키기 위해 조명원(12), 편광 필름(60), 투사 렌즈(18), 및 뷰잉 스크린에 대한 곡선형 외부 표면(62, 68)의 곡률 및 배치가 미리 결정될 수 있다.

- <42> 반사성 편광 필름(60)은 입력 프리즘(56)과 출력 프리즘(58) 각각의 입사 표면(66, 72) 사이에 고정되는 중합체 반사성 편광 필름일 수 있다. 편광 필름(60)을 위해 적합한 필름의 예에는 편광 필름(34)에 대하여 전술한 필름이 포함된다. 편광 필름(60)은 또한 조명원(12)으로부터 수광된 광 빔(28)을 반사된 편광 성분(s-편광 광선)과 투과된 편광 성분(p-편광 광선)으로 분리한다.
- <43> 시스템(52)의 사용 동안에, 조명원(12)은 광 빔(28)을 PBS(54)를 향하여 방출한다. PBS(54)로 진입하기 전에, 광 빔(28)은 편광되지 않고, s-편광 광선(광선(28_{s1})) 및 p-편광 광선(광선(28_p)) 둘 다를 포함한다. 광 빔(28)은 표면 곡률에 기인하여 광선(28_{s1}, 28_p)을 리디렉팅하는 곡선형 외부 표면(62)을 통과하여 PBS(54)로 진입한다. 그리고 나서, 광 빔(28)은 입력 프리즘(56)의 입사 표면(66)을 통과하여 편광 필름(60)과 접촉한다. 그리고 나서, 편광 필름(60)은 광선(28_{s1})을 입력 프리즘(56)의 추가의 외부 표면(64)을 향해 반사시키고, 광선(28_p)을 출력 프리즘(58) 내로 투과시킨다. 광선(28_{s1})은 입사 표면(66)을 통해 입력 프리즘(56) 내로 다시 지나가서 추가의 외부 표면(64)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(28_{s1})은 추가의 외부 표면(64)을 통해 입력 프리즘(56)을 빠져 나가게 되어, 폐기되거나 재활용(예를 들어, 제2 곡선형 외부 표면(62)을 향해 다시 리디렉팅)될 수 있다.
- <44> 편광 필름(60)을 통해 투과한 후에, 광선(28_p)은 입사 표면(72)을 통해 출력 프리즘(58)으로 진입하고 곡선형 외부 표면(68)을 향해 진행한다. 광선(28_p)은 광선(28_p)을 리디렉팅하는 곡선형 외부 표면(68)을 통과하여 PBS(54)를 빠져 나간다. 출력 프리즘(58)을 빠져 나간 후, 광선(28_p)은 이미저(16)와 접촉하여 반사된다. "오프" 상태의 이미저(16)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(28_p)은 반사시 이들의 p-편광을 유지한다. 그러나, "온" 상태의 이미저(16)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(28_p)은 반사시 이들의 편광이 p-편광으로부터 s-편광으로 회전된다. 결과적으로, 반사된 광은 광선(28_p)과 s-편광 광선(광선(28_{s2}))을 포함한다.
- <45> 이미저(16)로부터 반사된 광선(28_p, 28_{s2})은 출력 프리즘(58)을 향해 다시 지향되고, 곡선형 외부 표면(68)을 통해 출력 프리즘(58)으로 재진입한다. 광선(28_p, 28_{s2})이 편광 필름(60)을 향해 진행함에 따라 곡선형 외부 표면(68)은 이들 광선을 리디렉팅한다. 그리고 나서, 광선(28_p, 28_{s2})은 출력 프리즘(58)의 입사 표면(72)을 통과하고 편광 필름(60)과 접촉한다. 그리고 나서, 편광 필름(60)은 광선(28_{s2})을 출력 프리즘(58)의 추가의 외부 표면(70)을 향해 반사시키고, 광선(28_p)을 입력 프리즘(56) 내로 투과시킨다.
- <46> 광선(28_p)은 입사 표면(66)을 통해 입력 프리즘(56) 내로 다시 지나가서 곡선형 외부 표면(62)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(28_p)은 (광선(28_p)을 다시 리디렉팅하는) 곡선형 외부 표면(62)을 통해 입력 프리즘(56)을 빠져 나가고, 조명원(12)을 향해 진행한다. 본 발명의 일 실시예에서, 조명원(12)을 향해 다시 지향된 광선(28_p)은 (조명원(12)의 반사 표면을 경유해) 입력 프리즘(56) 내로 다시 반사 되어 재이용될 수 있다. 광선(28_p)이 p-편광 되기 때문에, 재이용되는 실질적으로 모든 광선(28_p)은 편광 필름(60)을 통해 이미저(16)를 향하여 투과할 것이다. 이는 시스템(52)을 동작시키는 데 요구되는 출력을 보존한다.
- <47> 편광 필름(60)에서 반사된 광선(28_{s2})은 입사 표면(72)을 통해 출력 프리즘(58)으로 재진입하고 추가의 외부 표면(70)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(28_{s2})은 추가의 외부 표면(70)을 통해 출력 프리즘(58)을 빠져 나가고, 투사 렌즈(18)를 향해 진행한다. 그리고 나서, 투사 렌즈(18)는 광선(28_{s2})을 집광하고 지향시켜, 출력 광 빔(28')이 요구되는 투사된 이미지로 뷰잉 스크린 또는 뷰어를 향하여 진행하게 한다. 따라서, PBS(54)의 곡선형 외부 표면(62, 68)은 시스템(52)에 요구되는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 감소시키는 통합된 투사 렌즈로서 기능한다.
- <48> 도 4는 도 3과 관련하여 전술한 시스템(52)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템인 광학 시스템(74)의 개략도이다. 상기 시스템(74)은 조명원(12), 이미저(16), 투사 렌즈(18) 및 PBS(76)를 포함하는데, 여기서 PBS(76)는 시스템(52)의 PBS(54)와 유사한 방식으로 조명원(12), 이미저(16) 및 투사 렌즈(18)와 상호 작용한다. PBS(76)는 제1 프리즘(여기서는, (평평한) 추가의 표면(70) 대신에 제2 곡선형 외부 표면(80)을 가진 출력 프리즘

(78)) 및 제1 곡선형 외부 표면(68)을 포함하는 투과성 PBS이다. PBS(76)는 제2 프리즘(여기서는, 입력 프리즘(56))을 추가로 포함한다. 이 구성에서, 곡선형 외부 표면(62)은 입력 프리즘(56)의 제3 곡선형 외부 표면이라 칭할 수 있다.

<49> 곡선형 외부 표면(80)은 곡선형 외부 표면(62, 68)과 유사한 방식으로 렌즈로서 기능하는 오목 표면으로서 예시되어 있다. 따라서, 곡선형 외부 표면(80)은 곡선형 외부 표면(80)을 통해 투과하는 광선(28_{s2})을 리디렉팅한다. 이는 도 3 및 도 4에서의 광선(28_{s2})들의 비교에 의해 예시된 바와 같이 광선(28_{s2})이 투사 렌즈(18)와 접촉하는 경우에 리디렉팅한다.

<50> 투사 렌즈(18)와 편광 필름(60)에 대한 곡선형 외부 표면(80)의 곡률 및 배치는 또한 광 빔(28)을 정확하게 리디렉팅하도록 미리 결정될 수도 있다. 곡선형 외부 표면(80)의 사용은 광 빔(28)의 광선의 방향에 대하여 추가의 제어를 제공하며, 광 빔(28)을 지향시키는 데 필요한 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 더욱 감소시킬 수 있고, 이에 의해 시스템(74)의 크기를 줄일 수 있다.

<51> 도 5는 도 1에서 앞서 도시된 시스템(10)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템일 수 있는 광학 시스템(82)의 개략도이다. 시스템(82)은 조명원(84), PBS(86), 투사 렌즈(88) 및 이미저(90)를 포함한다. 조명원(84)은 하나 이상의 LED(92) 및 초점 렌즈(94)를 포함하는데, 여기서 LED(92)는 백색 광(즉, 가시 스펙트럼의 복수의 파장들)의 광선으로서 광 빔(96)을 초점 렌즈(94)를 향해 방출한다. 초점 렌즈(94)는 광 빔(96)의 광선을 PBS(86)를 향해 초점을 모으는 렌즈이다. PBS(86) 및 투사 렌즈(88)는 (도 1에 도시되고 전술한) PBS(14) 및 투사 렌즈(18)와 동일한 구성요소일 수 있고, 유사한 방식으로 기능할 수 있다. 따라서, PBS(86)는 광 빔(96)을 반사된 편광 성분(s-편광 광선)과 투과된 편광 성분(p-편광 광선)으로 분리한다.

<52> 이미저(90)는 도 1에서 앞서 도시된 이미저(16)와 유사한 편광 회전 구성요소이다. 그러나, 이미저(90)는 또한 광 빔(96)의 반사된 광선의 색 파장을 필터링하는 컬러 필터(도시되지 않음)를 포함한다. 이는 광 빔(96)의 반사된 광선에 색 성분을 부여한다. 결과적으로, 시스템(82)은 (도 1에 도시된) 조명원(12)의 3-성분 광원과 비교하여 컬러 이미지를 제공하기 위한 대안적인 배열을 제공한다. 시스템(82)이 시스템(10)과 동일한 일반적인 방식으로 배열되지만, 조명원(84) 및 이미저(90)는 본 명세서에 개시된 시스템(예를 들어, 시스템(47, 52, 74))들 중 어느 것과도 사용하기에 적합하다. 단일 LED 조명원의 사용은 컬러 이미지를 투사하는 데 요구되는 구성요소의 수를 더욱 감소시키며, 이에 의해 시스템(82)이 콤팩트 장치에 이용될 수 있게 한다.

<53> 도 6은 도 2에서 앞서 도시된 시스템(47)과 대체로 유사한 이미지 디스플레이 시스템인 광학 시스템(98)의 개략도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 시스템(98)은 조명원(100), PBS(102), 이미저(104) 및 투사 렌즈(105)를 포함한다. 조명원(100)은 백색 광의 광선으로서 광 빔(110)을 방출하기 위해 (도 5에 도시된) 조명원(84)에 대하여 전술한 바와 동일한 방식으로 기능하는 LED(106) 및 초점 렌즈(109)를 포함한다. 대안적인 실시예에서, 조명원(100)은 3-성분 광원(예를 들어, 조명원(12))으로 대체된다.

<54> PBS(102)는 (도 2에 도시된) PBS(48)와 유사한 방식으로 기능하고, 입력 프리즘(112), 출력 프리즘(114) 및 반사성 편광 필름(116)을 포함한다. 입력 프리즘(112) 및 출력 프리즘(114)은 바람직하게는 반사성 편광 필름(116)의 반대면들 상에서 서로 인접하여 배치된 저 복굴절 중합체 프리즘이다. 입력 프리즘(112)은 곡선형 외부 표면(118, 120) 및 입사 표면(122)을 포함한다. 유사하게, 출력 프리즘(114)은 곡선형 외부 표면(124), 외부 표면(126) 및 입사 표면(128)을 포함한다.

<55> 본 예시적인 실시예에서 나타낸 바와 같이, 곡선형 외부 표면(118, 124)은 오목 표면이고, 곡선형 외부 표면(120)은 볼록 표면이다. 곡선형 외부 표면(118, 120, 124)은 PBS(102)에 통합된 렌즈로서 기능하고, 이들을 통해 투과되는 광 빔(110)의 광선을 리디렉팅하고, 이에 의해 추가의 이미지화 광학 소자의 필요성을 감소시킨다.

<56> 부가적으로, 조명원(100)은 (축(T₁)을 따라 연장하는) 그의 주요 광선이 축(X₁)에 대하여 경사각(α)으로 배향되도록 배치되는데, 여기서 축(X₁)은 곡선형 외부 표면(124) 및 투사 렌즈(105)의 광축(본 명세서에서는 광축(X_{0A})이라 칭함)에 평행하다. 조명원(100)의 경사 배향은 더욱 콤팩트한 배열을 허용하고, 이에 의해 시스템(98)의 크기를 더욱 줄인다. 경사각(α)에 대한 적합한 각도의 예는 약 45도 내지 약 90도의 범위인데, 여기서 90도는 도 1 내지 도 5에 도시된 배향(즉, 축(X_{0A})에 법선 방향)에 대응한다.

<57> 또한, 곡선형 외부 표면(118)은 그의 광축(본 명세서에서는 광축(T₂)이라 칭하며, 광축(T₃)에 대해 평행하게 연장함)이 축(X₂)에 대하여 경사각(β)으로 배향되도록 배치되는데, 여기서 축(X₂)은 또한 광축(X_{0A}) (및 축(X₁))에

대해 평행하다. 이는 조명원(100)이 경사각(α)으로 배향된 동안에 제1 곡선형 외부 표면(118)이 조명원(100)으로부터 광 빔(110)의 광선을 수광할 수 있게 한다. 경사각(β)에 대한 적합한 각도의 예는 약 45도 내지 약 90도의 범위인데, 여기서 90도는 도 1 내지 도 5에 도시된 배향(즉, 축(X_{0A})에 법선 방향)에 대응한다. 곡선형 외부 표면(118)이 경사각(β)으로 배향된 때(여기서 경사각(β)은 90도 미만임), 곡선형 외부 표면(118)은 "중심 이탈 표면"이라 칭해진다.

<58> 반사성 편광 필름(116)은 입력 프리즘(112)과 출력 프리즘(114) 각각의 입사 표면(122, 128)들 사이에 고정되는 중합체 반사성 편광 필름이다. 편광 필름(116)을 위한 적합한 필름의 예에는 (도 1에 도시된) 편광 필름(34)에 대하여 전술한 필름이 포함된다. 편광 필름(116)은 조명원(100)으로부터 수광된 광 빔(110)을 반사된 편광 성분(s-편광 광선)과 투과된 편광 성분(p-편광 광선)으로 분리한다.

<59> 이미지(104) 및 투사 렌즈(105)는 (도 1에 도시되고 전술한) 이미지(16) 및 투사 렌즈(18)와 대체로 동일하며, 유사한 방식으로 기능한다. 시스템(98)은 (도 2에서 앞서 도시된) 시스템(47)과 유사한 방식으로 사용될 수 있는데, 여기서 조명원(100)과 제1 곡선형 외부 표면(118)의 배향(즉, 경사각(α , β))은 광 빔(110)의 광선을 지향시키기 위해 또한 미리 결정될 수도 있다. 이는 시스템(98)의 크기를 콤팩트 장치에 사용할 수 있도록 더욱 줄일 수 있게 한다.

<60> 도 7은 (도 6에 도시된) 시스템(98)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템인 광학 시스템(130)의 개략도이지만, 편광 회전 이미지 대신에 디지털 미러 장치를 포함한다. 도 7에 도시된 바와 같이, 시스템(130)은 조명원(132), 예비 편광 필름(133), PBS(134), 사분파장판(quarter-wave plate, 136), 이미지(138) 및 투사 렌즈(139)를 포함한다. 조명원(132)은 광 빔(140)을 방출하기 위해 (도 1에 도시된) 조명원(12)과 유사한 3-성분 광원이다. 본 실시예에서, 조명원(132)은 또한 축(X_1)(및 광축(X_{0A}))에 대하여 경사각(α)으로 배향되고, 이에 의해 시스템(132)의 크기를 더욱 줄인다. 대안적인 실시예에서, 조명원(132)은 도 5에 대하여 전술한 바와 같이 백색 LED와 컬러 필터(도시되지 않음)의 조합으로 대체될 수도 있다.

<61> 예비 편광 필름(133)은 광 빔(140)의 광선을 s-편광 상태로 편광시키는 흡수성 또는 반사성 편광 필름이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 예비 편광 필름(133)은 또한 광 빔(140)을 수광하기 위해 경사각(α)으로 배치된다. 예비 편광 필름(133)을 위한 적합한 필름의 예에는 (도 1에 도시되고 전술한) 편광 필름(34)에 대하여 전술한 것과 같은 임의의 유형의 흡수성 또는 반사성 편광 필름이 포함된다. 대안적인 실시예에서, 광 빔(140)은 편광원(예를 들어, 편광 LED 및 레이저 시스템)으로부터 방출된다. 이들 실시예에서는, 시스템(130)을 위한 구성요소의 수를 줄이도록 예비 편광 필름(133)이 생략될 수도 있다.

<62> PBS(134)는 입력 프리즘(142), 출력 프리즘(144) 및 반사성 편광 필름(146)을 포함한다. 입력 프리즘(142) 및 출력 프리즘(144)은 반사성 편광 필름(146)의 반대면들 상에서 서로 인접하여 배치된 저 복굴절 중합체 프리즘이다. 입력 프리즘(142)은 곡선형 외부 표면(148), 외부 표면(150) 및 입사 표면(152)을 포함한다. 유사하게, 출력 프리즘(144)은 곡선형 외부 표면(154), 외부 표면(156) 및 입사 표면(158)을 포함한다.

<63> 도 7에 도시된 바와 같이, 곡선형 외부 표면(148)은 오목 표면이고, 곡선형 외부 표면(154)은 볼록 표면이다. 곡선형 외부 표면(148, 154)은 PBS(134)에 통합된 렌즈로서 기능하고, 이들을 통해 투과되는 광 빔(140)의 광선을 리디렉팅하고, 이에 의해 추가의 이미지화 광학 소자의 필요성을 감소시킨다. 게다가, 제1 곡선형 외부 표면(148)이 중심 이탈되어 있으며, 이에 의해 축(X_2)(및 광축(X_{0A}))에 대하여 경사각(β)으로 배향된다. 이는 조명원(132)이 경사각(α)으로 배향된 동안에 제1 곡선형 외부 표면(148)이 조명원(132)으로부터 광 빔(140)의 광선을 수광할 수 있게 한다.

<64> 제2 곡선형 외부 표면(154)은 제1 부분(154a)과 제2 부분(154b)을 포함하는데, 여기서 제1 부분(154a)은 투사 렌즈(139)와 대면하고, 제2 부분(154b)은 광흡수 구성요소(도시되지 않음)와 대면한다. 일 실시예에서, 제2 부분(154b)은 제2 부분(154b)을 통해 투과하는 광 빔(140)의 광선을 흡수하는 광흡수 필름(도시되지 않음)과 적층된다. 대안적으로, 광흡수 구성요소는 PBS(134)에 인접하지만 접촉하지 않게 위치되어, 흡수된 광선에 의한 PBS(134)에서의 열 발생을 감소시킨다.

<65> 반사성 편광 필름(146)은 입력 프리즘(142)과 출력 프리즘(144) 각각의 입사 표면(152, 158)들 사이에 고정되는 중합체 반사성 편광 필름이다. 반사성 편광 필름(146)은 광 빔(140)의 s-편광 성분(광선(140_s))을 반사하고, 광 빔(140)의 p-편광 성분(광선(140_p))을 투과시킨다. 편광 필름(146)을 위해 적합한 필름의 예에는 편광 필름(34)에 대하여 전술한 필름이 포함된다.

- <66> 사분과장판(136)은 광 빔(140)의 광선의 편광을 패스(pass)당 편광 상태의 약 1/4만큼 회전시키는 편광 회전 필름이다. 이미저(138)는 각각이 선택적으로 활성화될 수 있는 초소형 미러 셀의 그리드를 포함하는 디지털 미러 장치이다. 적합한 디지털 미러 장치의 예는 미국 텍사스주 플라노 소재의 텍사스 인스트루먼트, 인크.(Texas Instruments Inc.)로부터 상표명 "디지털 라이트 프로세싱"(DIGITAL LIGHT PROCESSING) 미러로 구매가능하다. 이미저(138)는 이미저(138)의 미러 셀이 "온" 또는 "오프"인지의 여부에 기초한 방향으로 광 빔(140)의 광선을 반사한다. 이미저(138)의 "오프" 미러 셀과 접촉하는 광 빔(140)의 개별 광선(광선(140_{p2})이라 칭함)은 제2 곡선형 외부 표면(154)의 제2 부분 (154b)을 향해 반사된다. 이와 같이, 광선(140_{p2})은 광흡수 구성요소에 의해 흡수된다.
- <67> 대조적으로, 이미저(138)의 "온" 픽셀과 접촉하는 광 빔(140)의 개별 광선(광선(140_{p3})이라 칭함)은 제2 곡선형 외부 표면(154)의 제1 부분(154a)을 향해 반사된다. 이와 같이, 광선(140_{p3})은 투사 렌즈(139)를 향해 반사된다. "온"과 "오프" 상태 사이에서 주어진 미러 셀을 각도 조절함으로써 그레이 레벨(Gray level)이 얻어진다. 따라서, 이미저(138)는 편광 회전 이미저(예를 들어, 이미저(16))의 픽셀 설정과 유사한 방식으로 요구되는 투사 이미지를 생성하도록 제어되는 미러 셀 설정에 기초하여 광 빔(140)의 개별 광선들 중 하나 이상을 투과시킬 수 있다.
- <68> 투사 렌즈(139)는 (도 1에 도시된) 투사 렌즈(18)와 유사하며, 동일한 방식으로 기능한다. 시스템(130)의 사용 동안에, 조명원(132)은 예비 편광 필름(133)을 향해 광 빔(140)을 방출한다. 예비 편광 필름(133)은 광 빔(140)의 p-편광 성분을 흡수 또는 반사하고, 광 빔(140)의 s-편광 성분(즉, 광선(140_s))을 PBS(134)를 향해 투과시킨다. 광선(140_s)은 표면 곡물에 기인하여 광선(140_s)을 리디렉팅하는 곡선형 외부 표면(148)을 통과하여 입력 프리즘(142)으로 진입한다.
- <69> 그리고 나서, 광 빔(140)은 입력 프리즘(142)의 입사 표면(152)을 통과하여 편광 필름(146)과 접촉한다. 광 빔(140)은 예비 편광되기 때문에, 광 빔(140)의 실질적으로 모든 광선은 s-편광 상태에 있다(즉, 광선(140_s)). 결과적으로, 편광 필름(146)은 입력 프리즘(142) 내로 다시 광선(140_s)을 반사하고, 출력 프리즘(144)을 통해 제2 부분(154b)을 향하여 임의의 나머지 광선(140_{p1})을 투과시킨다. 대안적인 실시예에서, 예비 편광 필름(133)이 생략되고, 편광 필름(146)이 (도 1 및 도 2에 도시된) 편광 필름(34)에 대하여 진술한 동일한 방식으로 광 빔(140)을 광 빔(140_s, 140_{p1})들로 분리한다.
- <70> 편광 필름(146)에서 반사된 광선(140_s)은 입사 표면(152)을 통해 입력 프리즘(142)으로 재진입하고, 외부 표면(150)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(140_s)은 외부 표면(150)을 통해 입력 프리즘(142)을 빠져 나가고, 사분과장판(136)을 통해 진행한다. 그리고 나서, 사분과장판(136)은 광선(140_s)의 편광 상태를 편광 상태의 1/4만큼 회전시킨다(광선(140_{sp})이라 칭함). 그리고 나서, 광선(140_{sp})은 이미저(138)의 미러 셀과 접촉한다.
- <71> "오프" 상태의 이미저(138)의 미러 셀과 접촉하는 개별 광선(140_{sp})은 제2 부분(154b)의 방향으로 반사된다. 그리고 나서, 그러한 광선(140_{sp})은 사분과장판(136)을 통해 다시 투과하는데, 사분과장판은 광선(140_{sp})의 편광 상태를 p-편광 상태(광선(140_{p2})이라 칭함)로 더 회전시킨다. 그리고 나서, 광선(140_{p2})은 입력 프리즘(142)을 통해 투과하여 편광 필름(146)과 접촉한다. 광선(140_{p2})은 p-편광 상태에 있기 때문에, 광선(140_{p2})은 편광 필름(146)과 출력 프리즘(144)을 통해 투과하여, 광흡수 구성요소에 의해 흡수된다.
- <72> 그러나, "온" 상태의 이미저(138)의 미러 셀과 접촉하는 개별 광선(140_{sp})은 제1 부분(154a)의 방향으로 반사된다. 그리고 나서, 그러한 광선(140_{sp})은 사분과장판(136)을 통해 다시 투과하는데, 사분과장판은 광선(140_{sp})의 편광 상태를 p-편광 상태(광선(140_{p3})이라 칭함)로 더 회전시킨다. 그리고 나서, 광선(140_{p3})은 입력 프리즘(142)을 통해 투과하여 편광 필름(146)과 접촉한다. 광선(140_{p3})은 또한 p-편광 상태에 있기 때문에, 광선(140_{p3})은 또한 편광 필름(146)을 통해 투과하고, 입사 표면(158)을 통해 출력 프리즘(144)으로 진입한다.
- <73> 그리고 나서, 광선(140_{p3})은 (제1 부분(154a)에서) 곡선형 외부 표면(154)을 통해 출력 프리즘(144)을 빠져 나간다. 곡선형 외부 표면(154)은 광선(140_{p3})이 투사 렌즈(139)를 향해 진행함에 따라 이들 광선을

리디렉팅한다. 그리고 나서, 투사 렌즈(139)는 광선(140_{P3})을 집광하고, 요구되는 투사 이미지로 뷰잉 스크린(도시되지 않음)을 향해 출력 광 빔(140')을 지향시킨다. 따라서, PBS(134)의 곡선형 외부 표면(148, 154)의 사용은 시스템(130)에 요구되는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 감소시킨다. 더욱이, 이미지(138)는 고가이며 전형적으로 비점수차(astigmatism) 특성을 도입하는 전반사(total-internal reflection; TIR) 프리즘에 대한 대안으로서 반사 기반의 배열을 시스템(130)이 사용할 수 있게 한다.

<74> 도 8은 (도 5에 도시된) 시스템(82)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템이지만 단일 PBS 프리즘을 포함하는 광학 시스템(160)의 개략도이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 시스템(160)은 조명원(162), PBS(164), 이미지(166) 및 투사 렌즈(168)를 포함한다. 조명원(162)은 백색 광의 광선으로서 광 빔(174)을 PBS(164)를 향해 방출하기 위해 (도 5에 도시되고 전술한) 조명원(84)과 초점 렌즈(86)에 대하여 전술한 동일한 방식으로 기능하는 LED(170)와 초점 렌즈(172)를 포함한다. 대안적인 실시예에서, 조명원(162)은 도 6에서 광원(100)에 대하여 전술한 바와 같이 경사각(α)으로 배향된다. 다른 대안적인 실시예에서, 조명원(162)은 (도 1에 도시된) 조명원(12)과 유사한 3-성분 광원을 포함한다.

<75> PBS(164)는 프리즘(176) 및 반사성 편광 필름(178)을 포함한다. 프리즘(178)은 곡선형 외부 표면(180, 182) 및 입사 표면(184)을 포함하는 저 굴절률 중합체 프리즘이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 곡선형 외부 표면(180)은 오목 표면이고, 곡선형 외부 표면(182)은 볼록 표면이다. 곡선형 외부 표면(180, 182)은 PBS(164)에 통합된 렌즈로서 기능하고, 이들을 통해 투과되는 광 빔(174)의 광선을 리디렉팅하고, 이에 의해 추가의 이미지화 광학 소자의 필요성을 감소시킨다. 광 빔(174)을 요구되는 방식으로 지향시키기 위해 조명원(162), 이미지(166), 편광 필름(178), 및 뷰잉 스크린(도시되지 않음)에 대한 곡선형 외부 표면(180, 182)의 곡률 및 배치가 미리 결정될 수 있다. 대안적인 실시예에서, 곡선형 외부 표면(180)은 도 6에서 곡선형 외부 표면(118)에 대하여 전술한 바와 같이 경사각(β)으로 배향된다.

<76> 반사성 편광 필름(178)은 프리즘(176)의 입사 표면(184)에 인접하여 고정된 중합체 반사성 편광 필름이다. 편광 필름(178)을 위한 적합한 필름의 예에는 (도 1에 도시된) 편광 필름(34)에 대하여 전술한 필름이 포함된다. 편광 필름(178)은 조명원(162)으로부터 수광된 광 빔(174)을 반사된 편광 성분(s-편광 광선)과 투과된 편광 성분(p-편광 광선)으로 분리한다.

<77> 이미지(166)는 프리즘(176)의 곡선형 외부 표면(182)에 인접하여 배치된 투과성 LCD, HTPL, 또는 초소형 전기 기계 시스템(microelectromechanical system; MEMS) 이미지와 같은 픽셀 처리 이미지화 구성요소이다. 이미지(166)는 또한 광 빔(174)의 반사된 광선의 파장을 필터링하는 컬러 필터(도시되지 않음)를 포함하고, 이에 의해 광 빔(174)의 반사된 광선에 색 성분을 부여한다. 이미지(166)는 이미지(166)의 픽셀이 "온" 또는 "오프"인지의 여부에 기초하여 광 빔(174)의 광선을 투과시킨다. 이미지(166)의 "오프" 픽셀과 접촉하는 광 빔(174)의 개별 광선은 이미지(166)에 의해서 차단된다. 대조적으로, 이미지(166)의 "온" 픽셀과 접촉하는 광 빔(174)의 개별 광선은 이미지(166)를 통해 투사 렌즈(168)를 향하여 투과한다. 결과적으로, 이미지(166)는 요구되는 투사 이미지를 생성하도록 제어되는 픽셀 설정에 기초하여 광 빔(174)의 개별 광선들 중 하나 이상을 투과시킬 수 있다. 투사 렌즈(168)는 이미지(166)에 인접하여 배치되어, 투사 렌즈(168)가 이미지(166)로부터 수광된 광 빔(174)의 광선을 집광하여 출력 광 빔(174')으로서 뷰잉 스크린에 투사되게 한다.

<78> 시스템(160)의 사용 동안에, 조명원(170)은 광 빔(174)을 PBS(164)를 향해 방출한다. PBS(164)로 진입하기 전에, 광 빔(174)은 편광되지 않고, s-편광 광선(광선(174_s)) 및 p-편광 광선(광선(174_p)) 둘 다를 포함한다. 광 빔(174)은 표면 곡률에 기인하여 광선(174_s, 174_p)을 리디렉팅하는 곡선형 외부 표면(180)을 통과하여 프리즘(176)으로 진입한다. 그리고 나서, 광 빔(174)은 프리즘(176)의 입사 표면(184)을 통과하여 편광 필름(178)과 접촉한다. 그리고 나서, 편광 필름(178)은 광선(174_s)을 프리즘(176) 내로 다시 반사하고, PBS(164)를 지나 광선(174_p)을 투과시켜 폐기되거나 재이용되게 한다.

<79> 편광 필름(178)에서 반사된 광선(174_s)은 입사 표면(184)을 통해 프리즘(176)으로 재진입하고, 곡선형 외부 표면(182)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(174_s)은 표면 곡률에 기인하여 광선(174_s)을 리디렉팅하는 곡선형 외부 표면(182)을 통해 프리즘(176)을 빠져 나가고, 이미지(166)를 향해 진행한다. "오프" 상태의 이미지(166)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(174_s)은 이미지(166)에 의해 차단된다. 그러나, "온" 상태의 이미지(166)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(174_s)은 이미지(166)를 통해 투사 렌즈(168)를 향하여 투과한다. 그리고 나서, 투사 렌즈(168)는 광선(174_s)을 집광하고 지향시켜, 출력 광 빔(174')이 요구되는 투사 이미지로 뷰잉 스크린(도

시되지 않음)을 향하여 진행하게 한다. 따라서, PBS(164)의 곡선형 외부 표면(180, 182)은 시스템(160)에 요구되는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 감소시키는 통합된 투사 렌즈로서 기능한다.

<80> 도 9는 (도 6에 도시된) 시스템(98)과 유사한 이미지 디스플레이 시스템인 광학 시스템(186)의 개략도이다. 도 9에 도시된 바와 같이, 시스템(186)은 조명원(188), PBS(190), 필드 렌즈(192), 및 이미지(194)를 포함한다. 조명원(188)은 LED(196) 및 시준 광학 소자(collimation optics, 198)를 포함하는데, 여기서 LED(196)는 백색 광의 광선으로서 광 빔(200)을 시준 광학 소자(198)를 향해 방출하기 위해 (도 5에 도시되고 전술한) 조명원(84)에 대하여 전술한 동일한 방식으로 기능한다. 시준 광학 소자(198)는 LED(196)로부터 광 빔(200)을 수광하고, 광 빔(200)이 PBS(190)를 향해 진행함에 따라 광 빔(200)의 광선을 시준한다.

<81> PBS(190)는 프리즘(202) 및 반사성 편광 필름(204)을 포함한다. 프리즘(202)은 곡선형 외부 표면(206, 208) 및 입사 표면(210)을 포함하는 저 복굴절 중합체 프리즘이다. 도 9에 도시된 바와 같이, 곡선형 외부 표면(206, 208) 각각은 PBS(190)에 통합된 렌즈 어레이로서 기능한다. 곡선형 외부 표면(206)의 렌즈 어레이는 원시야 패턴(far field pattern)(즉, 시준 광학 소자(198)로부터 투과된 광 빔(200)의 프로파일)을, 이미지(194)와 동일한 중형 비(예를 들어, 16:9 또는 4:3 비)를 갖는 서브-프로파일로 샘플링한다. 그리고 나서, 광 빔(200)의 각각의 서브-프로파일은 곡선형 외부 표면(208)의 대응 렌즈를 통해 이미지화된다. 본 실시예는 균일한 조도를 요구하는 목적물(예를 들어, 프로젝션 텔레비전 광 엔진 및 태양 시뮬레이터)과 함께 사용하기에 적합하다. 광 빔(200)을 요구되는 방식으로 지향시키기 위해 조명원(188), 이미지(194), 편광 필름(204) 및 뷰잉 스크린(도시되지 않음)에 대한 곡선형 외부 표면(206, 208)의 곡률 및 배치가 미리 결정될 수 있다.

<82> 반사성 편광 필름(204)은 프리즘(202)의 입사 표면(210)에 인접하여 고정된 중합체 반사성 편광 필름이다. 편광 필름(204)을 위한 적합한 필름의 예에는 (도 1에 도시된) 편광 필름(34)에 대하여 전술한 필름이 포함된다. 편광 필름(204)은 조명원(188)으로부터 수광된 광 빔(200)을 반사된 편광 성분(s-편광 광선)과 투과된 편광 성분(p-편광 광선)으로 분리한다.

<83> 필드 렌즈(192)는 PBS(190)에 인접하여 배치되어, 필드 렌즈(192)가 PBS(190)로부터 광 빔(200)의 서브-프로파일들을 받고 광 빔(200)의 서브-프로파일들을 이미지(194) 상에 중첩시키게 한다. 이미지(194)는 투사 렌즈(192)에 인접하여 배치된 픽셀 처리 이미지화 구성요소이고, (도 8에 도시된) 이미지(166)와 동일한 방식으로 기능한다. 이와 같이, 이미지(194)는 요구되는 투사 이미지를 생성하도록 제어되는 픽셀 설정에 기초하여 광 빔(200)의 개별 광선들 중 하나 이상을 투과시킬 수 있다.

<84> 시스템(186)의 사용 동안에, LED(196)는 시준 광학 소자(198)를 향해 광 빔(200)을 방출한다. 시준 광학 소자(198)는 광 빔(200)의 광선을 시준하고, 광선을 PBS(190)를 향해 지향시킨다. PBS(190)로 진입하기 전에, 광 빔(200)은 편광되지 않고, s-편광 광선(광선(200_s)) 및 p-편광 광선(광선(200_p)) 둘 다를 포함한다. 광 빔(200)은 곡선형 외부 표면(206)을 통과하여 프리즘(202)으로 진입하는데, 여기서 곡선형 외부 표면(206)의 서브-렌즈는 광 빔(200)의 프로파일을 이미지(194)와 동일한 중형비를 갖는 서브-프로파일로 샘플링한다. 그리고 나서, 광 빔(200)은 프리즘(202)의 입사 표면(210)을 통과하여 편광 필름(204)과 접촉한다. 그리고 나서, 편광 필름(204)은 광선(200_s)을 프리즘(202) 내로 다시 반사하고, PBS(190)를 지나 광선(200_p)을 투과시켜 폐기되거나 재이용되게 한다.

<85> 편광 필름(204)에서 반사된 광선(200_s)은 입사 표면(210)을 통해 프리즘(202)으로 재진입하고, 곡선형 외부 표면(208)을 향해 진행한다. 그리고 나서, 광선(200_s)은 곡선형 외부 표면(208)의 대응하는 서브-렌즈를 통해 프리즘(202)을 빠져 나간다. 그리고 나서, 광선(200_s)은 필드 렌즈(192)를 향해 진행한다. 그리고 나서, 필드 렌즈(192)는 광선(200_s)을 수광하고 광선을 이미지(194) 상으로 중첩시킨다. "온" 상태의 이미지(194)의 픽셀과 접촉하는 개별 광선(200_s)은 요구되는 투사 이미지로 뷰잉 스크린을 향해 이미지(194)를 통해 투과한다. 따라서, PBS(190)의 곡선형 외부 표면(206, 208)은 시스템(186)에 요구되는 추가의 이미지화 광학 소자의 수를 감소시키는 통합된 서브-렌즈 어레이로서 기능한다.

<86> 도 10은 본 명세서에 개시된 이미지 디스플레이 시스템들 중 어느 것보다 사용하기에 적합한 PBS의 예인 PBS(212)의 사시도이다. 본 발명의 PBS(212)는 광을 뷰잉 스크린(도시되지 않음)으로 지향시키는 데 필요한 이미지화 광학 소자의 수를 감소시킬 수 있고, 또한 이미지를 (예를 들어, 4:3 비로부터 16:9 비로) 아나모픽적으로(anamorphically) 늘릴 수 있다.

<87> PBS(212)는 입력 프리즘(214), 출력 프리즘(216) 및 반사성 편광 필름(218)을 포함한다. 입력 프리즘(214) 및

출력 프리즘(216)은 반사성 편광 필름(218)의 반대면들 상에서 서로 인접하여 배치된 저 복굴절 중합체 프리즘이다. 입력 프리즘(214)은 제1 곡선형 외부 표면(220), 제2 곡선형 외부 표면(222), 및 입사 표면(도시되지 않음)을 포함한다. 유사하게, 출력 프리즘(216)은 아나모픽 외부 표면(224), 추가의 외부 표면(226) 및 입사 표면(도시되지 않음)을 포함한다. 반사성 편광 필름(218)은 입력 프리즘(214)과 출력 프리즘(216) 각각의 입사 표면들 사이에 고정되는 중합체 반사성 편광 필름일 수 있다. 편광 필름(218)을 위해 적합한 필름의 예에는 편광 필름(34)에 대하여 전술한 필름이 포함된다.

<88> 도시된 바와 같이, 제1 곡선형 외부 표면(220)은 오목 표면일 수 있고, 제2 곡선형 외부 표면(222)은 볼록 표면일 수 있다. 곡선형 외부 표면(220, 222)은 PBS(212)에 통합된 렌즈로서 (그리고, 일반적으로 광학 배율을 가진 굴절 표면으로서) 기능하고, 이들을 통해 투과되는 광 빔(광 빔(228)으로 나타냄)의 광선을 리디렉팅하고, 이에 의해 추가의 이미지화 광학 소자의 필요성을 감소시킨다. 더욱이, 아나모픽 외부 표면(224)은 이미지를 (예를 들어, 4:3 비로부터 16:9 비로) 아나모픽적으로 늘리기 위해 2개의 축방향을 따라 굴곡된 외부 표면이다. 아나모픽 외부 표면(224)은 x-축을 따른 제1 볼록 곡률(곡률(224a)로 나타냄) 및 y-축을 따른 제2 볼록 곡률(곡률(224b)로 나타냄)을 포함하는데, 여기서 곡률(224a, 224b)은 x-축과 y-축 각각을 따라 상이한 배율을 제공한다. 따라서, 아나모픽 외부 표면(224)의 사용은 이미지를 아나모픽적으로 늘리기 위한 추가의 아나모픽 렌즈의 필요성을 제거한다.

<89> PBS(212)는 투과성 또는 반사성 PBS로서 기능하도록 이미지 디스플레이 시스템에 위치될 수 있다. PBS(212)는 제1 곡선형 외부 표면(220)이 조명원(도시되지 않음)으로부터 광 빔(228a)을 수광하도록 배향되게 위치된다. 그리고 나서, 광 빔(228a)은 도 2(반사성) 및 도 4(투과성)의 상기 실시예에서 설명한 바와 동일한 방식으로 PBS(212)를 통해 투과한다. 그리고 나서, 광 빔(228a)은 아나모픽 외부 표면(224)을 통해 PBS(212)를 빠져 나가고, 이에 의해 광 빔(228a)을 아나모픽적으로 늘려 광 빔(228b)을 형성한다. 그리고 나서, 광 빔(228b)은 광 빔(228b)과 동일한 중형비를 갖는 뷰잉 스크린으로 진행된다.

<90> 도 1 내지 도 10에서 전술한 PBS들은 특정의 곡선형 외부 표면들이 볼록하거나 오목한 상태로 도시되어 있지만, 본 발명의 대안적인 PBS는 볼록 곡률 및 오목 곡률의 다양한 조합들을 포함할 수 있다. 부가적으로, 본 발명의 PBS의 곡선형 외부 표면의 각각은 전체 표면(예를 들어, 도 1에서 곡선형 외부 표면(38))에 걸쳐, 또는 광 빔(28)이 투과하는 표면(예를 들어, 도 1에서 곡선형 외부 표면(42))의 일부분만을 따라서 곡률을 나타낼 수도 있다. 본 발명의 몇몇 예시적인 실시예에서, 곡선형 표면들 중 하나 이상은 비구면, 아나모픽, 균질화, 원통형 또는 이들의 조합일 수 있다. 또한, (곡선형 및 비-곡선형 표면들을 포함한) 표면들 중 하나 이상은 회절 요소, 프레넬(fresnel), 마이크로렌즈, 렌즈 어레이, 프리즘 요소, 확산 요소, 2진(binary) 요소, 원환체(toric) 요소, 도넛형(toroidal) 요소, 격자 요소, 복제된 요소(예를 들어, 열간 스탬핑된(hot stamped) 요소) 및 이들의 조합과 같은 특징부를 포함할 수 있다.

<91> 본 발명의 몇몇 추가의 예시적인 실시예에서, 조명원의 중형비는 뷰잉 스크린의 중형비와 대략 동일하다. 또한, 광 빔의 꺾임 각도는 집약도를 높이기 위해 90도 미만일 수 있다. 또한, 도 1 내지 도 9에 도시된 실시예들 중 하나 이상에 대하여, PBS의 반사성 편광 필름(예를 들어, 편광 필름(34))은 입사 광 빔에 대하여 45도 이외의 각도로 배향될 수 있다. 예를 들어, 도 6 및 도 7에 도시된 편광 필름(116, 146) 각각은 입사 광 빔(즉, 광 빔(110, 140))에 대하여 45도 미만의 각도로 배향된다. PBS의 반사성 편광 필름에 대하여 적합한 배향 각도의 예는 입사 광 빔에 대하여 약 30 내지 약 60도의 범위이다.

<92> 전술한 바와 같이, 본 발명의 PBS의 제1 및 제2 프리즘, 예를 들어 입력 프리즘(예를 들어, 입력 프리즘(30, 49, 56, 112, 142, 214)), 출력 프리즘(예를 들어, 출력 프리즘(32, 58, 78, 114, 144, 216)), 및 단일 프리즘(예를 들어, 프리즘(176, 202))은 각각 중합체 재료로 제조된다. 몇몇 예시적인 실시예에서, 제1 프리즘은 제1 중합체 재료로 제조되고, 제2 프리즘은 제2 중합체 재료로 제조된다. 제1 및 제2 중합체 재료는 특정 응용에 따라 동일하거나 상이할 수 있다. 이들 중합체 특성으로 인해, 제1 및 제2 프리즘은 사출 성형과 같은 다양한 방식으로 용이하게 제조될 수 있다. 제1 프리즘 및 제2 프리즘이 성형된 후에, 반사성 편광 필름(예를 들어, 반사성 편광 필름(34, 60))은 제1 프리즘과 제2 프리즘의 각각의 입사 표면들 사이에 접착되거나 달리 배치되며, 이는 또한 제2 프리즘에 대하여 제1 프리즘을 고정시킨다. 접착을 위한 적합한 접착제의 예에는 자외선 경화성 광학 접착제가 포함된다. 대안적으로, 프리즘들 중 적어도 하나가 반사성 편광 필름에 맞닿아 성형될 수 있다. 본 발명의 PBS를 제조하는 적합한 기술의 예는 그 개시 내용이 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된, 2005년 7월 29자로 출원되고 발명의 명칭이 "편광 빔 스플리터의 제조 방법"(Method for Making Polarizing Beam Splitters)인 공개특허 제2005-0045159호에 기재된 바와 같다.

시되어 있다.

- <93> 일 실시예에서, 프리즘들 중 적어도 하나에는 프리즘의 비광학 표면 상에 위치된 하나 이상의 기계적 조립 특징부가 형성(예를 들어, 성형)된다. 기계적인 조립 특징부는 비광학 표면에 형성된 구조물이며, 이는 이미지 디스플레이 시스템에서 프리즘을 장착 및 고정하는 데 사용된다. 당업자는 다양한 기계적 조립 특징부(예를 들어, 비광학 표면에 형성된 탭(tab) 또는 페그(peg))가 이용될 수 있음을 인식할 것이다. 바람직하게는 각각의 프리즘에는 하나 이상의 기계적 조립 특징부가 형성된다.
- <94> 제조 후에, 본 발명의 PBS는 이미지 디스플레이 시스템(예를 들어, 시스템(10, 47, 52, 74, 82, 98, 130, 160, 186))에 포함될 수 있다. 본 발명의 PBS는 광 빔의 광선을 꺾이게 하고, 요구되는 이미지화 광학 소자의 수를 감소시키기 때문에, 이미지 디스플레이 시스템은 소형 이미지화 장치에서의 사용을 위해 콤팩트하게 될 수 있다. 이미지 디스플레이 시스템의 적합한 체적 치수의 예에는 약 16 세제곱 센티미터 이하의 체적이 포함된다. 이미지 디스플레이 시스템의 적합한 풋프린트(footprint) 면적의 예에는 약 9 제곱 센티미터 이하의 면적이 포함되는데, 풋프린트 면적은 도 1 내지 도 10에 도시된 도면에 평행한 평면에서 취해진다.
- <95> 본 발명의 PBS의 제1 프리즘, 제2 프리즘, 및 단일 프리즘에 적합한 중합체의 예에는 아크릴 중합체(예를 들어, 폴리메틸메타크릴레이트), 사이클릭-올레핀 공중합체, 폴리카보네이트, 및 이들의 조합과 같은 투명 중합체가 포함된다. 특히 적합한 중합체의 예에는 일본 도쿄 소재의 히다치 케미칼 컴퍼니 엘티디(Hitachi Chemical Company, Ltd)로부터 상표명 "옵토레즈(OPTOREZ) OZ-1330" 시리즈 중합체로 구매가능한 아크릴 중합체와, 미국 캘리포니아주 사이프러스 소재의 미쯔비시 일렉트릭 앤드 일렉트로닉스 유에스, 인크.(Mitsubishi Electric & Electronics US, Inc.)로부터의 "WF-100" 아크릴 수지가 포함된다. 일 실시예에서, 프리즘에 유색 색조(colored tint)를 제공하기 위해 투명 중합체에 착색제(예를 들어, 안료 및 염료)가 첨가될 수 있다. 더욱이, 본 발명의 주어진 PBS의 입력 및 출력 프리즘은 상이한 색상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 PBS는 노칭 스펙트럼 대역통과 필터(notching spectral bandpass filter)로서 기능할 수 있는데, 여기서 입력 프리즘은 저역 통과 필터로서 기능을 하고 출력 프리즘은 단파장 통과 필터(short pass filter)로서 기능할 수 있다(또는 그 역도 가능하다).
- <96> 도 11A 내지 도 11D는 제1 프리즘을 제2 프리즘에 고정시키는 예시적인 결합 기구를 나타내는, 예시적인 PBS(314, 414, 514, 614)의 분해 사시도이다. PBS(314, 414, 514, 614)는 PBS(14)와 유사한 일반적인 구성을 가지는데, 여기서 각각의 도면 부호는 300, 400, 500, 및 600만큼 증가된다. 도 11A 내지 도 11D에 개시된 실시예는 또한 본 발명의 전술한 이중 프리즘 실시예들 중 어느 것과도 사용하기에 적합하다.
- <97> 도 11A에 나타난 바와 같이, PBS(314)의 제1 프리즘(330)은 좌측 표면(382), 우측 표면(384), 및 하나 이상의 수형 부재(386a, 386b)와 같은 돌출부를 추가로 포함한다. 좌측 표면(382)과 우측 표면(384)은 제1 프리즘(330)의 측방형 표면들이고, 외부 표면(336), 곡선형 외부 표면(338) 및 입사 표면(340)에 의해 이격되어 있다. 수형 부재(386a, 386b)는 입사 표면(340)의 주변 에지에서 입사 표면(340)을 지나는 방향으로 좌측 표면(382)과 우측 표면(384)으로부터 각각 연장될 수 있다. 제1 프리즘(330)은 좌측 표면(382) 및/또는 우측 표면(384)과 일체로 형성된 하나 이상의 수형 부재(386a, 386b)와 함께 성형될 수 있다.
- <98> 제2 프리즘(332)은 좌측 표면(388)과 우측 표면(390)을 포함한다. 좌측 표면(388)과 우측 표면(390)은 제2 프리즘(332)의 측방형 표면들이고, 곡선형 외부 표면(342), 외부 표면(344) 및 입사 표면(346)에 의해 이격되어 있다. 각각이 적어도 하나의 수형 부재(386a, 386b)들 중 하나를 내부에 수용할 수 있는 하나 이상의 암형 부분(392a, 392b)은 각각 좌측 표면(388)과 우측 표면(390) 내에서 연장될 수 있고, 입사 표면(346)의 주변 에지까지 연장될 수 있다. 하나 이상의 암형 부분(392a, 392b)은 제2 프리즘(332)의 성형 동안에 형성될 수 있거나, 후속적으로 좌측 표면(388) 및/또는 우측 표면(390)으로부터 절단될 수도 있다.
- <99> PBS(314)는 수형 부재(386a, 386b)가 제1 프리즘(330)으로부터 연장하고 암형 부분(392a, 392b)이 제2 프리즘(332)에 배치된 상태로 도시되어 있지만, 반대되는 배향이 대안적으로 사용될 수도 있다. 이러한 대안적인 설계에서, 수형 부재(386a, 386b)는 제2 프리즘(332)으로부터 연장하고, 암형 부분(392a, 392b)은 제1 프리즘(330)에 배치된다. 다른 대안적인 설계에서, 제1 프리즘(330)은 제2 프리즘(332)의 제2 수형 부재와 제2 암형 부분에 대응하는 제1 수형 부재와 제1 암형 부분을 포함할 수 있다.
- <100> 도 11B는 PBS(314)와 유사하고 제1 프리즘(430) 및 제2 프리즘(432)을 포함하는 PBS(414)를 도시하는데, 여기서 제1 프리즘(430)은 수형 부재(486a)와 암형 부분(492a)을 포함하고, 제2 프리즘(432)은 수형 부재(486b)와 암형 부분(492b)을 포함한다. 수형 부재(486a, 486b)는 입사 표면(440, 446)(즉, 반사성 편광 필름에 인접한 표면)

상에 각각 배치된 페그이며, 그 표면으로부터 돌출한다. 유사하게, 암형 부분(492a, 492b)은 입사 표면(440, 446)에 각각 배치된 오목부이다.

- <101> 도 11C는 또한 PBS(314)와 유사하고 제1 프리즘(530) 및 제2 프리즘(532)을 포함하는 PBS(514)를 도시하는데, 여기서 제1 프리즘(530)은 수형 부재(586a, 586b)를 포함하고, 제2 프리즘(532)은 암형 부분(592a, 592b)을 포함한다. 수형 부재(586a, 586b)는 입사 표면(540) 상에 배치된 "L"자형 부재이고, 그 표면으로부터 돌출한다. 유사하게, 암형 부분(592a, 592b)은 입사 표면(546)에 배치된 "L" 자형 부재이고, 입사 표면에 형성된 오목부 또는 슬롯으로서 구성된다.
- <102> 도 11D는 또한 PBS(314)와 유사하고 제1 프리즘(630) 및 제2 프리즘(632)을 포함하는 PBS(614)를 도시하는데, 여기서 제1 프리즘(630)은 수형 부재(686)를 포함하고, 제2 프리즘(632)은 암형 부분(692)을 포함한다. 수형 부재(686)는 입사 표면(640)의 대부분을 둘러싸고 이로부터 돌출하는 직사각형 표면이다. 유사하게, 암형 부분(692)은 입사 표면(646)의 대부분 내에 배치되는 직사각형 오목부이다. 이때 반사성 편광 필름(634)은 제1 프리즘(630)이 제2 프리즘(632)에 고정되는 경우 수형 부재(686)와 암형 부분(692) 사이에 배치될 수 있다.
- <103> PBS(314, 414, 514, 614)의 각각의 제조 동안에, 반사성 편광 필름은 제1 프리즘과 제2 프리즘 사이에 배치될 수 있다. 그리고 나서, 제1 프리즘은 수형 부재(예를 들어, 수형 부재(386a, 386b))가 대응하는 암형 부분(예를 들어, 암형 부분(392a, 392b))과 정렬되도록 제2 프리즘에 대하여 배향될 수 있다. 이러한 정렬은 제1 프리즘이 제2 프리즘에 대하여 정확하게 위치되는 것을 보장하는 데 유리하다. 그리고 나서, 제1 프리즘은 수형 부재들을 대응하는 암형 부분들 내로 동시에 삽입함으로써 제2 프리즘과 결합할 수 있다. 이는 제1 프리즘과 제2 프리즘의 입사 표면들 사이에서 반사성 편광 필름을 압축하여 매끄러운 평탄한 계면(interface)을 제공한다. 수형 부재는 대응하는 암형 부분에 접촉체로 고정될 수도 있다. 부가적으로, 제1 프리즘은 수형 부재를 대응하는 암형 부분에 끼워맞춤 및/또는 용접(예를 들어, 초음파, 적외선, 열 스테이킹(staking), 스냅 끼워맞춤, 역지 끼워맞춤 및 화학 용접)에 의해서 제2 프리즘에 고정될 수도 있다.
- <104> 도 11A 내지 도 11D에 도시된 수형 부재와 암형 부분은 하나의 프리즘이 대향 프리즘에 위치한 각각의 암형 부분과 결합하도록 구성된 적어도 하나의 수형 부재를 포함하도록 다른 결합 기구로 대체될 수도 있다. 전술한 바와 같이, 수형 부재와 암형 부분이 PBS(314)와 사용되는 것으로 도시되어 있지만, 다른 대안적인 결합 기구가 본 발명의 임의의 이중 프리즘 PBS(예를 들어, PBS(48, 54, 76, 86, 102, 134, 212))에 적합하다. 당업자는 또한 본 명세서에서 예시된 것 이외에 상이한 수의 수형 부재와 암형 부분이 본 발명에 따라 사용될 수 있음을 용이하게 알 것이다. 예를 들어, 예시적인 PBS는 3개 이상의 암형 부분 내에 수용되는 3개 이상의 수형 부재를 포함할 수 있다.
- <105> 본 발명은 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었지만, 당업계에서 숙련된 작업자는 본 발명의 사상 및 범주에서 벗어남이 없이 형상 및 상세 사항에서 변경이 이루어질 수 있음을 인식할 것이다. 예를 들어, 본 명세서에서 설명된 몇몇 광학 요소가 다른 유사한 광학 요소로 대체되거나 전체적으로 제거될 수도 있다.

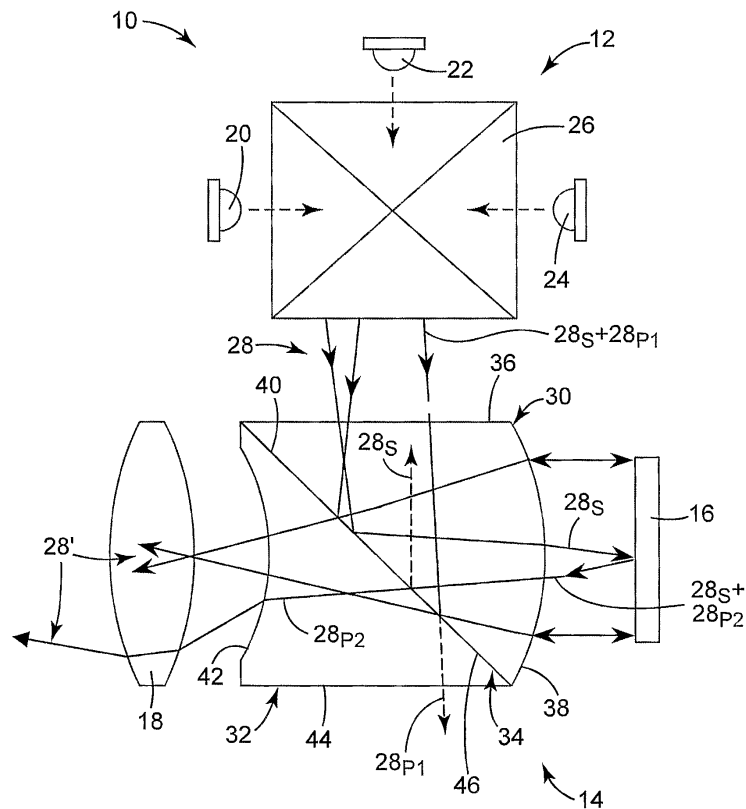
도면의 간단한 설명

- <7> 도 1은 본 발명의 예시적인 반사성 PBS를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <8> 도 2는 본 발명의 반사성 PBS의 다른 예시적인 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <9> 도 3은 본 발명의 예시적인 투과성 PBS를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <10> 도 4는 본 발명의 투과성 PBS의 다른 예시적인 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <11> 도 5는 대안적인 조명원과 함께 사용되고 있는 본 발명의 반사성 PBS의 다른 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <12> 도 6은 중심 이탈 표면(decentered surface)을 갖는 본 발명의 반사성 PBS의 다른 예시적 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <13> 도 7은 중심 이탈 표면을 가지며 디지털 미러 장치와 함께 사용되고 있는 본 발명의 반사성 PBS의 다른 예시적인 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <14> 도 8은 단일 프리즘을 사용하는 본 발명의 반사성 PBS의 다른 예시적인 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.

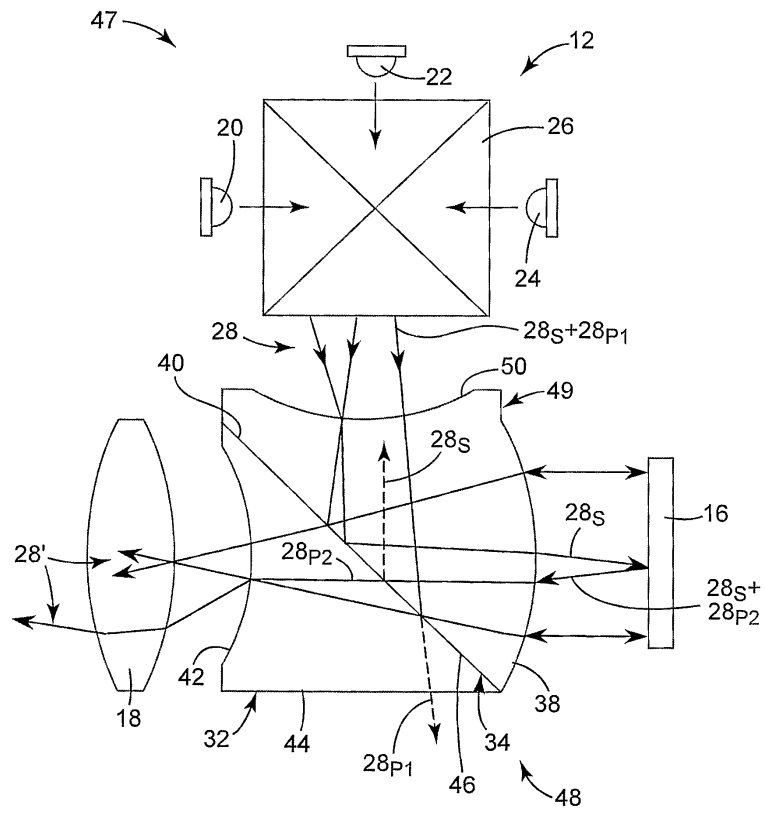
- <15> 도 9는 단일 균질화 프리즘을 사용하는 본 발명의 반사성 PBS의 다른 예시적인 실시예를 포함하는 이미지 디스플레이 시스템의 개략도.
- <16> 도 10은 아나모픽 표면(anamorphic surface)을 갖는 본 발명의 PBS의 사시도.
- <17> 도 11A 내지 도 11D는 도 1의 PBS와 유사한 일반적인 구성을 가진 본 발명에 따른 반사성 PBS의 추가의 예시적인 실시예의 분해 사시도.
- <18> 상기 도면은 본 발명의 일부 예시적인 실시예를 설명하지만, 논의에서 알 수 있는 바와 같이 다른 실시예가 또한 고려될 수 있다. 모든 경우에서, 본 개시 내용은 본 발명을 제한이 아닌 설명을 위해 나타난 것이다. 본 발명의 원리의 범주 및 사상에 속하는 많은 다른 변형 및 실시예들이 당업자에 의해 창안될 수 있음을 이해하여야 한다. 도면은 일정한 비율로 그려지지 않을 수 있다. 도면 전체에 걸쳐서 유사 부분을 지시하기 위하여 유사 도면 부호가 사용되었다.

도면

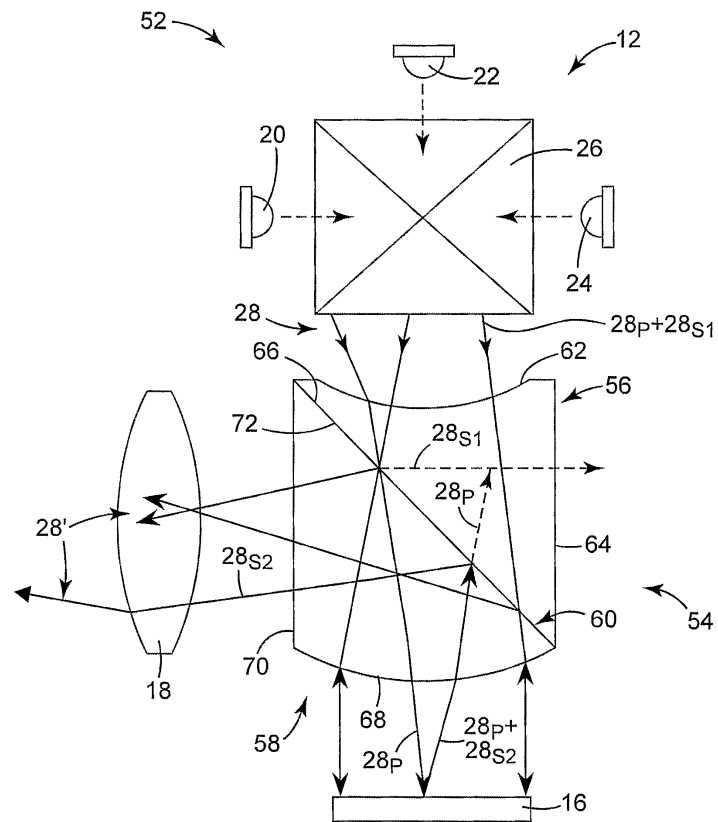
도면1



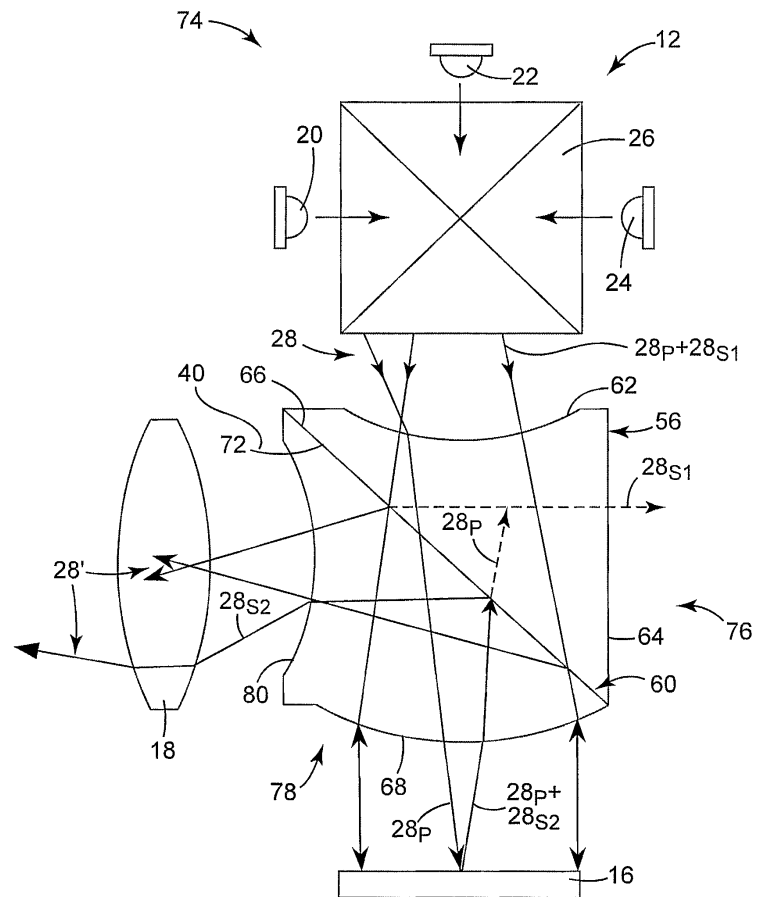
도면2



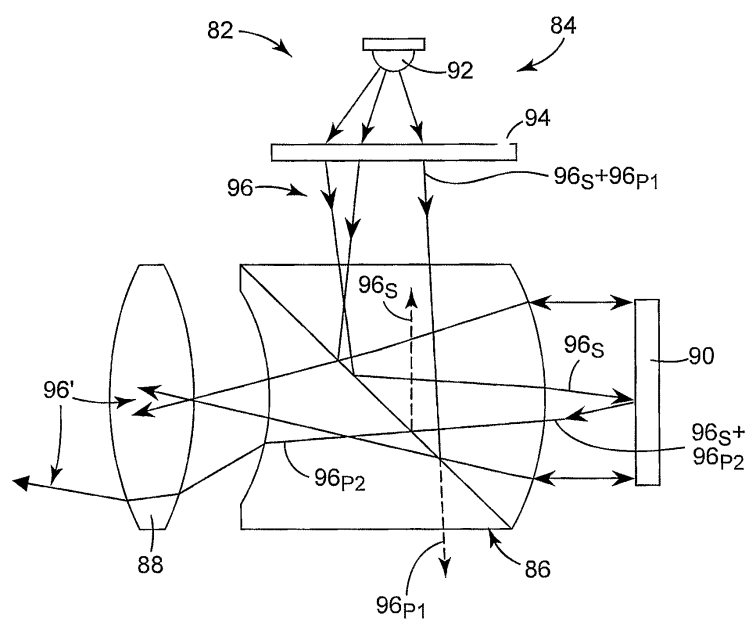
도면3



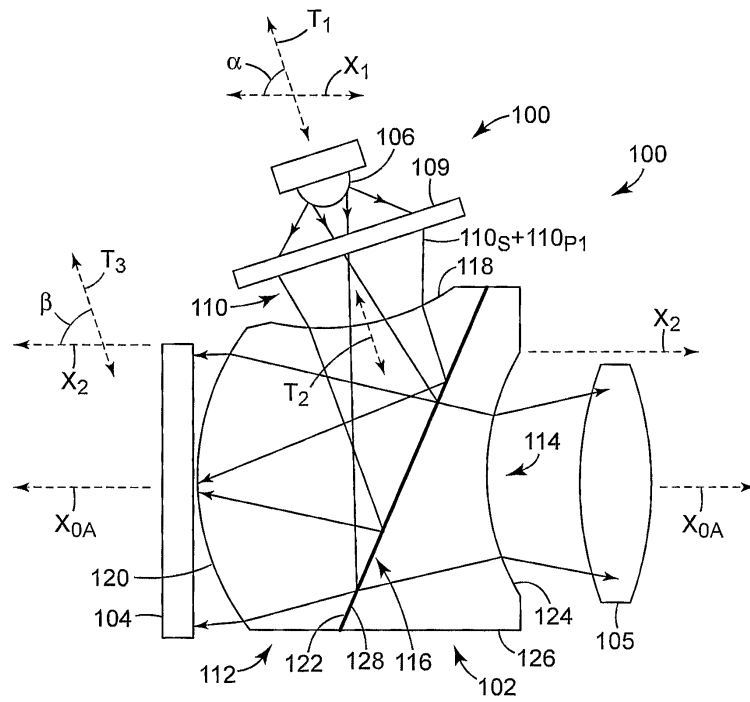
도면4



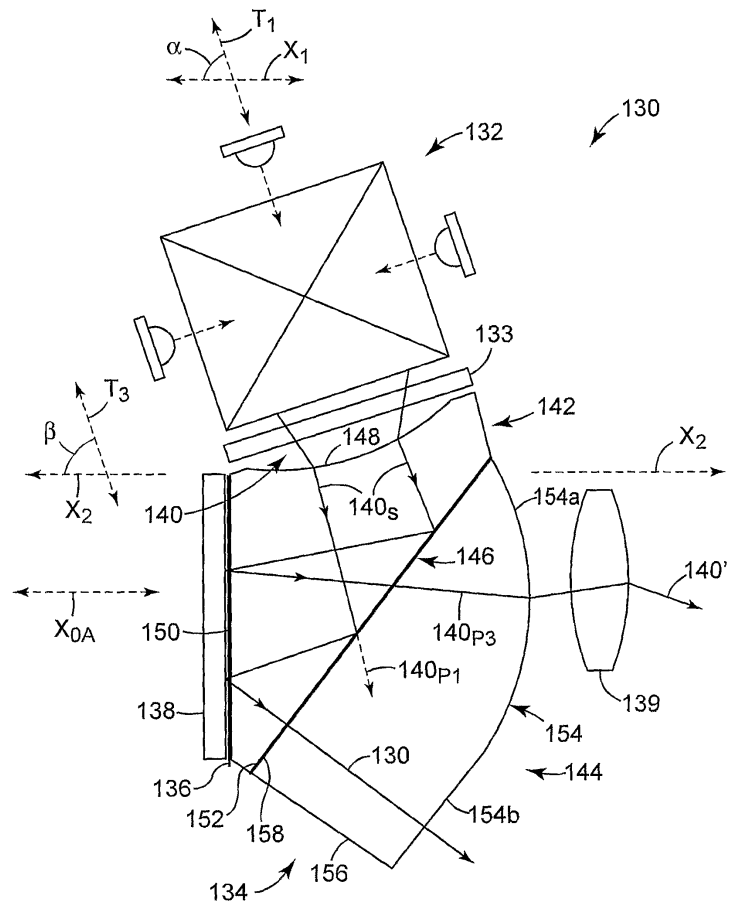
도면5



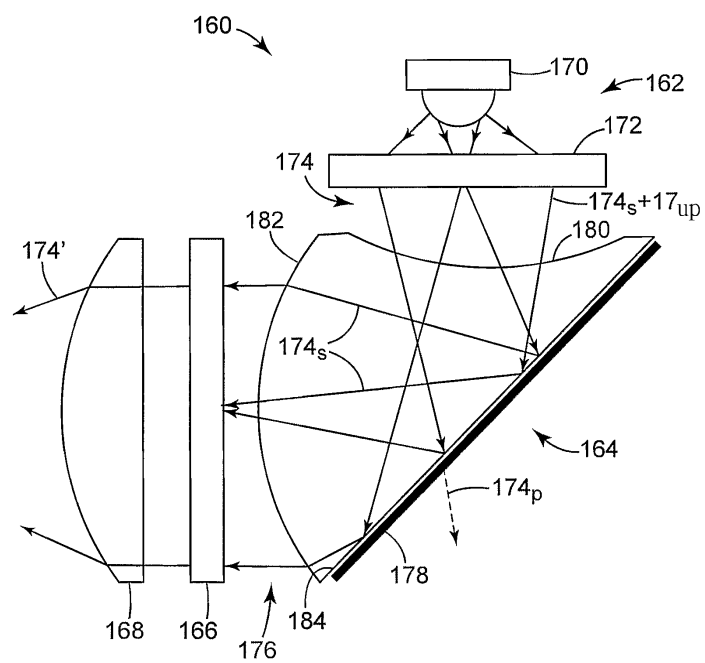
도면6



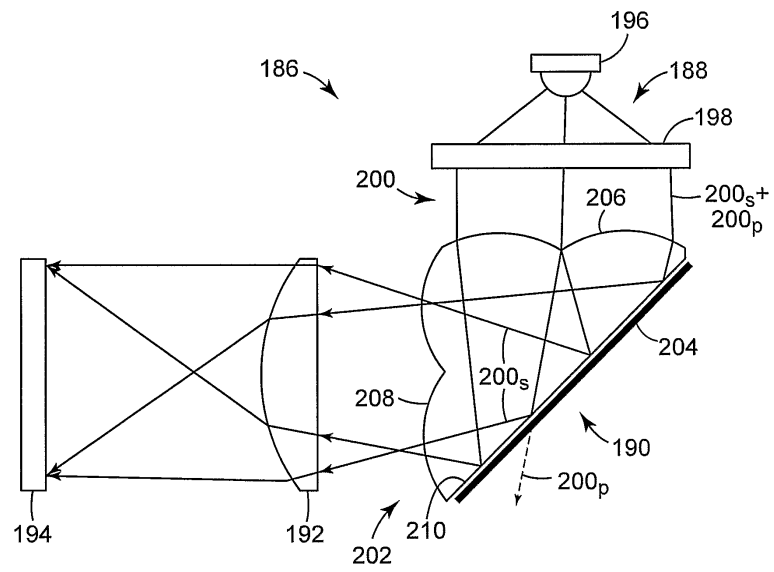
도면7



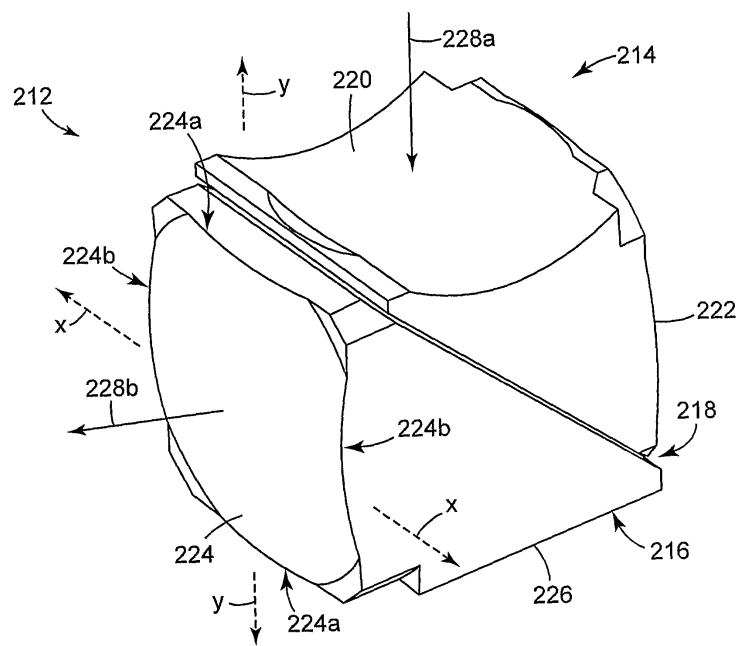
도면8



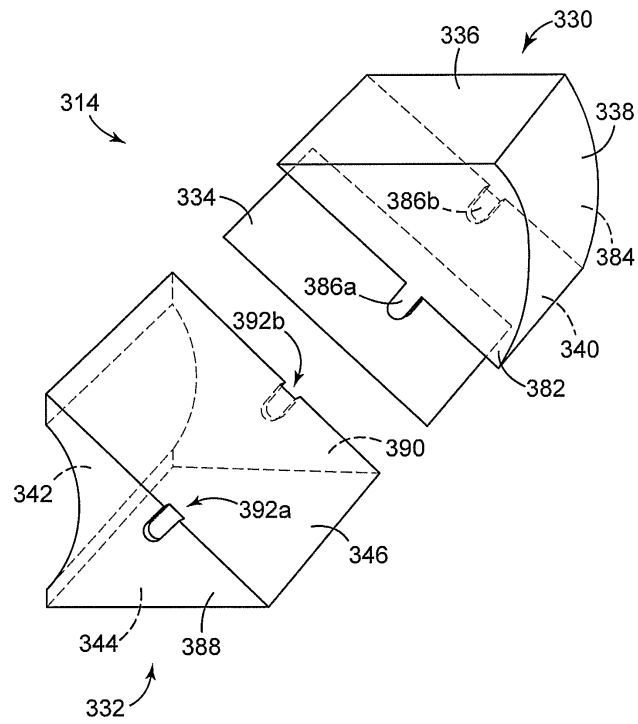
도면9



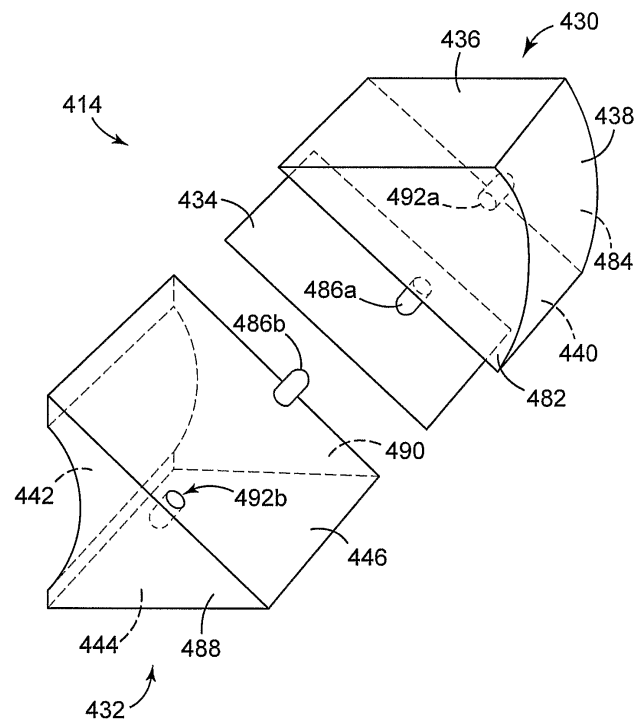
도면10



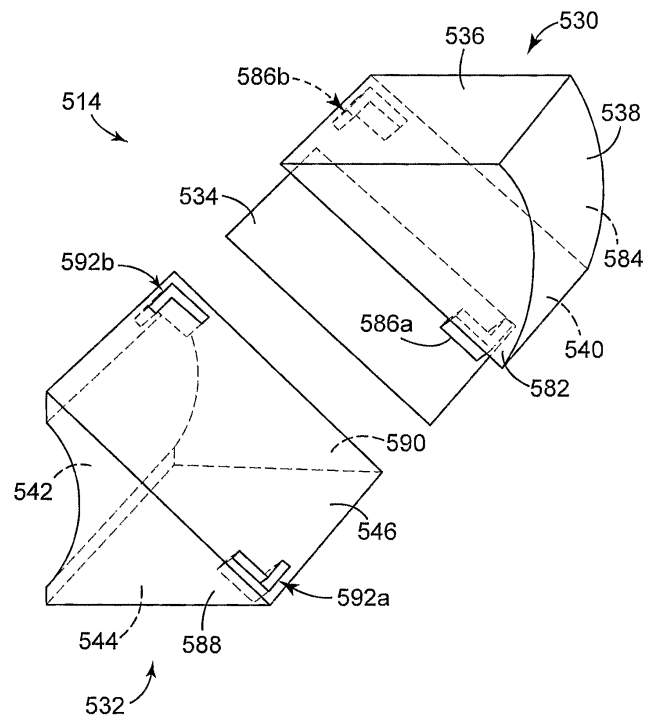
도면11A



도면11B



도면11C



도면11D

