



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월05일
(11) 등록번호 10-0925166
(24) 등록일자 2009년10월29일

(51) Int. Cl.

G02B 27/28 (2006.01) G02B 27/18 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01) H04N 5/74 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0055791

(22) 출원일자 2007년06월08일

심사청구일자 2007년06월08일

(65) 공개번호 10-2007-0117496

(43) 공개일자 2007년12월12일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00159999 2006년06월08일 일본(JP)

JP-P-2007-00150813 2007년06월06일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP2001296513 A

KR1019960028149 A

KR1020060039004 A

KR1020040024124 A

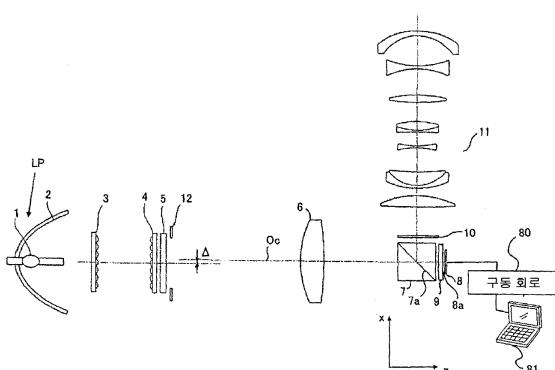
전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 정성용

(54) 화상투사용 광학계 및 화상투사 장치

(57) 요약

광량의 저하를 억제하면서도 콘트라스트를 향상시킬 수 있는 화상투사용 광학계를 개시한다. 그 광학계는, 집광광학계와, 상기 집광광학계로부터의 제1의 편광방향을 가지는 입사광속을 투과해서 반사형 화상형성 소자에 이끌고, 상기 반사형 화상형성 소자로부터의 출사광속 중 상기 제1의 편광방향과 직교하는 제2의 편광방향을 갖는 광을 투사 광학계에 이끄는 편광분리면을 구비한다. 상기 편광분리면의 법선과 평행한 제1단면에 있어서, 상기 집광광학계는, 상기 출사광속의 강도분포의 중심을 통과하는 광선의 상기 편광분리면으로의 입사각도가, 상기 입사광속의 강도분포의 중심을 통과하는 광선의 상기 편광분리면으로의 입사각도보다도 커지도록 하는 구성을 갖는다.

대 표 도

(72) 발명자

스도 타카시

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2
고 캐논가부시끼가이샤 나이

카도와키 료타

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2
고 캐논가부시끼가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

광원으로부터 사출된 광속을 반사형 화상형성 소자를 향해서 수속시키는 집광광학계와,

상기 집광광학계로부터의 제1의 편광방향을 가지는 입사광속을 투과해서 상기 반사형 화상형성 소자에 이끌고, 상기 반사형 화상형성 소자로부터의 출사광속 중 상기 제1의 편광방향과 직교하는 제2의 편광방향을 갖는 광을 투사 광학계에 이끄는 편광분리면을 구비한 화상투사용 광학계로서,

상기 편광분리면의 법선과 상기 반사형 화상형성 소자의 입출사면의 법선에 평행한 제1단면에 있어서,

상기 집광광학계는, 상기 출사광속의 강도분포의 중심을 통과하는 광선의 상기 편광분리면으로의 입사각도가, 상기 입사광속의 강도분포의 중심을 통과하는 광선의 상기 편광분리면으로의 입사각도보다도 커지도록, 상기 렌즈 어레이와, 상기 편광변환소자 및 콘덴서 렌즈 중의 일부의 중심축이 나머지 부분의 중심축에 대하여 편심한 구성 및 상기 일부의 중심축이 나머지 부분 중심축에 대하여 기운 구성 중 한쪽을 갖는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 렌즈 어레이는 상기 광원으로부터의 광속을 복수의 광속으로 분할하고, 상기 편광변환소자는 상기 렌즈 어레이로부터의 무편광 빛을 특정한 편광방향을 가지는 직선편광 빛으로 변환하며, 상기 콘덴서 렌즈는 상기 편광변환소자로부터의 복수의 광속을 상기 반사형 화상형성 소자상에서 포개며,

상기 집광광학계는, 상기 제1단면에 있어서, 상기 렌즈 어레이 및 편광변환소자의 중심축이 상기 콘덴서 렌즈의 중심축에 대하여 편심한 구성, 및 상기 렌즈 어레이 및 편광변환소자의 중심축이 상기 콘덴서 렌즈의 중심축에 대하여 기운 구성 중 한쪽을 갖는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계:

$$1^\circ \leq \alpha \leq 3^\circ$$

단, α 는, 상기 반사형 화상형성 소자의 상기 입출사면상의 입사점을 향해서 수속하는 상기 입사광속의 상기 중심이 상기 입사점을 향하는 방향과, 상기 입사점에서의 상기 입출사면의 법선이 이루는 각도이다.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계:

$$\theta_1 < \theta_2$$

단, θ_1 은 상기 반사형 화상형성 소자의 상기 입출사면상의 입사점을 향해서 수속하는 상기 입사광속의, 상기 제1단면에 있어서의 수속 각도이며, θ_2 는 상기 입사광속의, 상기 제1단면과 직교해 상기 입출사면의 법선과 평행한 제2단면에 있어서의 수속 각도이다.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계:

$0.6 < \theta_1 / \theta_2 < 0.9$.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 렌즈 어레이는 상기 광원으로부터의 광속을 복수의 광속으로 분할하고, 상기 편광변환소자는 상기 렌즈 어레이로부터의 무편광 빛을 특정한 편광방향을 가지는 직선편광 빛으로 변환하며, 상기 콘덴서 렌즈는 상기 편광변환소자로부터의 복수의 광속을 상기 반사형 화상형성 소자상에서 포개며,

상기 광원과 상기 콘덴서 렌즈의 사이에, 각각 상기 제1단면과 상기 제1단면과 직교해 상기 입출사면의 법선과 평행한 제2단면에서 광학 파워가 다른 복수의 광학소자가 배치되는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 렌즈 어레이는 상기 광원으로부터의 광속을 복수의 광속으로 분할하고, 상기 편광변환소자는 상기 렌즈 어레이로부터의 무편광 빛을 특정한 편광방향을 가지는 직선편광 빛으로 변환하며, 상기 콘덴서 렌즈는 상기 편광변환소자로부터의 복수의 광속을 상기 반사형 화상형성 소자상에서 포개며,

상기 집광광학계는, 상기 광원과 상기 콘덴서 렌즈와의 사이에 배치된 개구 조리개를 구비하고,

상기 개구 조리개는, 상기 콘덴서 렌즈의 중심축에 대하여 상기 제1단면에 있어서 편심하고 있는 것을 특징으로 하는 화상투사용 광학계.

청구항 8

청구항 1에 따른 광학계를 구비한 것을 특징으로 하는 화상투사장치.

청구항 9

청구항 8에 따른 화상투사장치와,

상기 화상투사장치에 화상정보를 공급하는 화상공급장치를 구비한 것을 특징으로 하는 화상표시 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<23> 본 발명은, 반사형 화상형성 소자를 사용한 화상투사 장치의 광학계에 관한 것이다.

<24> 반사형 액정 패널 등의 반사형 화상형성 소자를 사용한 화상투사 장치에 있어서, 투사 화상의 콘트라스트를 향상시키기 위해서, 광학계에 있어서의 직교하는 2단면에서, 화상형성 소자를 조명하는 광속의 수속 각도를 다르게 하는 기술이, 일본국 공개특허공보 특개2000-206463호에 개시되어 있다.

<25> 이러한 광학계에서는, 조명광을 반사형 화상형성 소자에 이끌고, 투사광의 편광상태를 검광하기 위해서 사용되는 편광 빔 스플리터의 편광분리 막에 있어서, 조명광 또는 투사광을 90도 구부리는 방향(즉, 특정 방향)의 광속의 수속 각도를 작게 한다. 이러한 광학계는, 편광분리 막의 특성의 입사각도에 의한 변동을 작게 억제하고, 편광분리 막에서의 소위 누설 광량을 적게 함으로써 투사 화상의 콘트라스트를 향상시킨다.

<26> 상기 특정 방향의 조명광 또는 투사광의 광속의 수속 각도를 너무 작게 하면, 투사 광량이 감소하고, 투사 화상이 어두워진다. 일본국 공개특허공보 특개2000-206463호에서 개시된 광학계에서는, 조명광의 광속을, 서로 직교하는 2방향의 개구 폭이 다른 개구 조리개를 사용해서 제한하고 있다. 그러나, 이러한 광학계에서는, 광속의 수속 각도를 작게 하기 위해서 개구조리개의 개구의 폭을 좁게 할 필요가 있어, 광량의 저하가 현저하다.

<27> 또한, 일본국 공개특허공보 특개2001-83604호에서는, 실린드리컬 렌즈 등의 렌즈의 기능에 의해 광속의 수속 각도를 작게 하는 광학계가 개시되어 있다. 이러한 광학계는, 일본국 공개특허공보 특개2000-137290공보 등에도 개시되어 있다.

<28> 구체적으로는, 조명 광학계의 특정 방향에만 정의 광학 파워($\phi+$)를 갖는 렌즈와, 부의 광학 파워($\phi-$)를 갖는 렌즈를 설치해서 어포컬계를 구성한다. 이러한 어포컬계를 구성함에 의해, 광속을 $|\phi_-/\phi_+|$ 에 압축할 수 있고, 이 압축된 광속을 렌즈로 수속함으로써, 광속의 수속 각도를 특정 방향으로만 작아지게 할 수 있다.

<29> 상기 일본국 공개특허공보 특개2000-137290공보에서 개시된 광학계에서는, 광속을 압축하므로 광량의 손실이 없다고 생각될 수 있다. 그러나, 실제의 조명 광속이 평행 광속뿐만 아니라 여러 가지 방향의 광선을 포함하므로, 상기 $|\phi_-/\phi_+|$ 값에 반비례해서 조명 광속의 각도 성분이 증대한다. 그리고, 상기 광속의 각도의 증대는, 화상형성 소자를 중첩적으로 조명하기 위한 복수의 광속을 생성하기 위한 렌즈 어레이와, 광원으로부터의 무편광빛을 소정의 직선편광으로 변환하는 편광변환소자에서의 효율저하를 일으켜서, 실제로는 광량의 저하가 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<30> 본 발명은, 광량의 저하를 억제하면서도 콘트라스트를 향상시킬 수 있는 광학계 및 이것을 가지는 화상투사 장치를 제공한다.

발명의 구성 및 작용

<31> 본 발명의 일측면으로서의 화상투사용 광학계는, 광원으로부터의 광속을 반사형 화상형성 소자를 향해서 수속시키는 집광광학계와, 상기 집광광학계로부터의 제1의 편광방향을 가지는 입사광속을 투과해서 상기 반사형 화상형성 소자에 이끌고, 상기 반사형 화상형성 소자로부터의 출사광속 중 상기 제1의 편광방향과 직교하는 제2의 편광방향을 갖는 광을 투사 광학계에 이끄는 편광분리면을 구비한다. 상기 편광분리면의 법선과 상기 반사형 화상형성 소자의 입출사면의 법선에 평행한 제1단면에 있어서, 상기 집광광학계는, 상기 출사광속의 강도분포의 중심을 통과하는 광선의 상기 편광분리면으로의 입사각도가, 상기 입사광속의 강도분포의 중심을 통과하는 광선의 상기 편광분리면으로의 입사각도보다도 커지도록, 일부가 다른 부분에 대하여 편심한 구성 및 상기 입출사면의 법선에 대하여 기운 구성 중 한쪽을 갖는다.

<32> 본 발명의 다른 국면에서는, 상기 화상투사용 광학계를 가지는 화상투사 장치, 또한 상기 화상투사 장치와 이것에 화상정보를 공급하는 화상공급장치를 가지는 화상표시 시스템을 제공한다.

<33> 본 발명의 다른 목적 또는 특징은, 이하의 설명과 첨부된 도면으로부터 명백해질 것이다.

<34> 이하, 첨부도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 예에 관하여 설명한다.

<35> [실시 예1]

<36> 도 1 및 도 2에는, 본 발명의 실시 예1인 화상투사용 광학계의 구성을 보이고 있다. 본 실시예에서는, 콘덴서 렌즈(6)의 광축을 0c이라고 한다. 이 광축0c은, 콘덴서 렌즈(6)의 중심과 반사형 액정 패널(8)의 입출사면(이하, 패널면이라고 한다)의 중심을 지나는 축(또는 광축)이기도 하다. 또한, 광원 램프LP으로부터의 광속이 콘덴서 렌즈(6) 및 편광 빔 스플리터(7)를 거쳐서 액정 패널(8)을 향해서 진행되는 상기 광축0c에 따른 방향을, 빛의 진행 방향(또는 z축방향)이라고도 말한다.

<37> 도 1은, 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c을 포함하고, 또한 서로 직교하는 2개의 면인 제1단면인 xz면과 제2단면인 yz면 중, 반사형 액정 패널(8)의 짧은 변이 연장되는 방향에 평행한 단면인 xz면에서의 광학구성을 나타낸다.

<38> 또한, xz단면은, 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)의 법선과 반사형 액정 패널(8)의 패널면(입출사면)(8a)의 법선에 평행한 단면이기도 하다.

<39> 도 2에는, 액정 패널(8)의 긴 변이 연장되는 방향에 평행한 단면으로서의 yz단면에서의 광학구성을 나타낸다. 이것들 xz단면 및 yz단면의 의미는, 후술하는 이하의 실시 예에도 적용된다.

<40> 고압 수은 방전관 등의 발광 관(1)으로부터 방사된 백색의 조명 광속은, 리플렉터(2)에서 집광되어서 제1의 렌즈 어레이(3)에 입사한다. 발광 관(1)과 리플렉터(2)에 의하여 광원 램프LP가 구성된다. 제1의 렌즈 어

레이(3)에 입사한 광속은, 상기 제1의 렌즈 어레이(3)를 형성하는 복수의 렌즈 셀에 의해 복수의 광속으로 분할된다. 각 분할 광속은, 제2의 렌즈 어레이(4)의 입사면 또는 그 근방을 향해서 집광되어, 여기에 2차 광원상을 형성한다.

<41> 제2의 렌즈 어레이(4)로부터 출사하는 복수의 분할 광속은, 편광변환소자(5)에 입사한다.

<42> 편광변환소자(5)는, 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 복수의 편광분리면(5a), 복수의 반사면(5b)과 복수의 반파장판(5c)으로 구성되어 있다.

<43> 편광변환소자(5)에 입사한 무편광빛 중 P편광은, 편광분리면(5a)을 투과해서 그대로 편광변환소자(5)로부터 출사한다. 한편, S편광은, 편광분리면(5a)에서 반사된 후, 반사면(5b)에서 반사된다.

<44> 그 후, 반파장판(5c)에 의해 그 S편광이 90도 회전되어서 편광변환소자(5)로부터 P편광으로서 출사된다. 이에 따라 편광변환소자(5)에 입사한 무편광 빛이 P편광의 편광방향을 가지는 직선편광 빛으로 변환된다.

<45> 편광변환소자(5)로부터 출사하는 복수의 분할 광속은, 콘덴서 렌즈(6)에 의해 집광되어, 반사형 액정 패널(8) 위에서 포개진다. 이에 따라, 액정 패널(8) 위에 균일한 강도분포의 조명 영역이 형성된다. 이렇게 광원 램프LP로부터의 조명 광속을 액정 패널(8)에 이끄는 광학계(본 실시예에서는, 제1의 렌즈 어레이(3)로부터 콘덴서 렌즈(6) 또는 편광 빔 스플리터(7)까지)를 집광광학계인 조명 광학계라고 한다.

<46> 도 1 및 도 2에는, 조명 광속(또는 조명광)이 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)을 투과해서 반사형 액정 패널(8)에 도달하는 구성을 보이고 있다. 그 편광분리면(7a)은 다층막으로 형성된다.

<47> 이러한 구성을, 조명광에 포함되고 편광방향이 편광변환소자(5)에 의해 균일해진 편광성분과는 다른 편광성분을 자를 때 뛰어나다.

<48> 반사형 액정 패널(8)에는, 구동회로(80)가 접속되고, 구동회로(80)에는, 퍼스널 컴퓨터, DVD 플레이어, 텔레비전 튜너 등의 화상공급장치(81)가 접속되어 있다. 구동회로(80)는, 화상공급장치(81)로부터 입력된 화상(영상)정보에 의거하여 반사형 액정 패널(8)을 구동하여, 이 반사형 액정 패널(8)에 원화를 형성시킨다. 반사형 액정 패널(8)은, 화상변조하고 그 입사하는 광(입사되는 광속)을 반사한다. 여기서, 반사형 액정 패널에서 화상변조된 광속은, 출사하는 광속이라고 한다. 이것은, 후술한 실시예에 적용된다. 본 실시예의 화상투사용 광학계는, 화상투사 장치인 프로젝터에 사용된다. 이 프로젝터와 화상공급장치(81)에 의해 화상표시 시스템이 구성된다. 이것은, 후술하는 실시 예도 적용된다.

<49> 반사형 액정 패널(8)로 화상변조된 투사광은, 편광 빔 스플리터(7)에 다시 입사하고, 그 편광분리면(7a)에서 반사해서 편광상태가 겹광된다.

<50> 이 때, 편광 빔 스플리터(7)와 반사형 액정 패널(8)과의 사이에 설치된 1/4위상판(9)은, 투사광의 진행 방향과 편광방향과의 기하학적인 기울기를 보정하고 있다. 이에 따라 반사형 액정 패널(8)이 흑을 표시하는 상태에서의 편광 빔 스플리터(7)(즉, 편광분리면(7a))에서의 누설 빛을 억제한다.

<51> 편광분리면(7a)에서 반사해서 편광 빔 스플리터(7)로부터 출사하는 광은, 편광판(10)에서 한층 더 겹광된다. 그리고, 편광판(10)을 투과한 빛은, 투사 렌즈(또는 투사 광학계)(11)에 의해 미도시된 스크린 등의 투사렌즈(또는 투사 광학계)에 투사된다.

<52> 이렇게 구성된 광학계에서는, 광원 램프LP로부터 투사 렌즈(11)를 향하는 광로가, 편광 빔 스플리터(7)(즉, 편광분리면(7a))에서 구부려진다. 이 광로가 구부러지는 방향이 제1의 방향으로서의 x방향이며, 상기 x방향 및 반사형 액정 패널(8)의 입출사면, 즉 수광면으로서의 패널면(8a)의 법선에 직교하는 방향이 y방향이다.

<53> 도 3에는, 편광변환소자(5)에 있어서의 조명광의 강도분포를 나타낸다. 리플렉터(2)에서 반사된 조명광은, 제1의 렌즈 어레이(3)에 의해 분할되어, 한층 더 편광변환소자(5)에서 분할된다. 이 때문에, 편광변환소자(5)에서는, 방사형으로 복수의 광원상이 분포된 광강도 분포를 얻는다.

<54> 본 실시예에서는, 도 1 및 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 편광변환소자(5)에 인접하는 위치에, 도 4에 나타내는 개구 조리개(12)를 설치하고, 조명광의 일부를 자르고 있다. 그 이유는, 편광 빔 스플리터(7)에서 겹광되었을 때에 누설광이 많은 각도 광 성분의 빛이 반사형 액정 패널(8)에 입사하지 않도록 제한하는데 있다.

<55> 그리고, 본 실시예에서는, 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 광원 램프LP(즉, 리플렉터(2))로부터 편광변

환소자(5) 및 개구 조리개(12)에 이르는 광학계 부분을, 콘덴서 렌즈(6), 편광 빔 스플리터(7)(또는 편광분리면(7a)) 및 이후의 반사형 액정 패널(8)을 포함한 광학소자를 구비한 광학계부분에 대하여 x방향으로 소정량 Δ 만큼 쉬프트, 즉 편심시키고 있다.

<56> 이에 따라, 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 조명 광속의 강도분포의 중심C을 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c으로부터 x방향으로 소정량 Δ 만큼 이동시킬 수 있다. 이 편심에 의해, 개구 조리개(12)의 개구는, 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c에 대하여 x방향으로 치우친 형상을 가지게 된다.

<57> 쉬프트, 즉 광학계 부분을 편심시키는 방법에 대해서 간단하게 설명한다. 여기서 행하는 설명은, 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)의 법선과 반사형 액정 패널(8)의 패널면의 법선에 평행한 단면(또는 제1단면)에 있어서의 설명이다.

<58> 우선, 상기한 바와 같이, 집광광학계(즉, 조명 광학계)는, 편광분리면(7a)을 거쳐서 입출사면(또는 패널면)(8a) 위의 동일한 입사점을 향해서 수속하는 조명 광속의 수속 각도방향에서의 강도분포의 중심C을 상기 입사점에 있어서의 입출사면의 법선에 대하여 치우치게 한다.

<59> 집광광학계는, 상기와 같은 편심한 구성 및 입출사면(8a)의 법선에 대하여 기운 구성 중 한쪽을 채용하고 있다.

<60> 또한, 중심C을 통과하는 광선의, 반사형 액정 패널(8)에 도달하기 전에 편광분리면(7a)에 대하여 입사하는 입사각도보다도, 반사형 액정 패널(8)에서 반사된 후에 편광분리면(7a)에 대하여 입사하는 입사각도쪽이 커지도록 집광광학계를 구성한다.

<61> 강도분포의 중심C를 통과하는 광선은, 전술의 동일한 입사점에 입사하는 광속 중 조명 광학계(또는 집광광학계)의 동공위치에서의 중심을 지나가는 광선이다.

<62> 이렇게 구성하면, 반사형 액정 패널(8)에서 반사되어서 편광분리면(7a)에 입사하는 광선의 입사각도를 크게 할 수 있어, 화상광으로서 사용되는 광량을 증가시킬 수 있다. 바꿔 말하면, 편광분리면(7a)에서의 S편광의 반사율을 향상시킬 수 있다.

<63> 다음에, 편광변환소자(5)에 있어서의 조명광의 강도분포와 반사형 액정 패널(8)을 향해서 수속하는 광속의 각도 강도분포와의 관계에 관하여 설명한다.

<64> 반사형 액정 패널(8)은, 콘덴서 렌즈(6)의 초점위치 근방에 설치되어 있어서, 콘덴서 렌즈(6)에 입사하는 조명 광속과 반사형 액정 패널(8)을 향해서 집광하는 조명 광속과의 관계는 도 6에 나타내게 된다. 도 6에는, xz단면을 보이고 있다.

<65> 도 6에 있어서, 콘덴서 렌즈(6)에, 상기 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c에 대하여 평행하게 입사하는 광속a는, 반사형 액정 패널(8)의 패널면(8a)의 중심8o에 향하여, 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c에 대하여 각도 Θ 를 이루도록 집광한다.

<66> 이 각도 Θ 과 조명 광학계와의 관계(Q 와 f_c)는, 평행 광속a의 폭을 Q 라고 하고 콘덴서 렌즈(6)의 초점거리를 f_c 라고 하면,

$$\Theta = \tan^{-1}(Q/2f_c) \text{에 의해 나타낸다.}$$

<68> 한편, 콘덴서 렌즈(6)에 각도 β 로 입사하는 광속b는, 반사형 액정 패널(8)의 패널면(8a)의 중심8o로부터 벗어난 위치 8p에, 광속a와 같은 각도 Θ 를 이루도록 집광한다.

<69> 중심8o로부터 위치8p까지의 x방향거리 p는,

$$p = f_c \times \tan(\beta) \text{에 의해 나타낸다.}$$

<71> 이에 따라, 편광변환소자(5) 상의 조명광속의 강도분포는, 콘덴서 렌즈(6)에 의해 조명 광속이 집광되므로, 패널면(8a) 위의 임의의 점(즉, 동일한 입사점)을 향해서 집광하는 광속의 각도 강도분포로 바꿔 놓을 수 있다.

<72> 여기에서 '각도강도분포'는, 패널면(8a) 위의 임의의 점을 향해서 집광하는 광속의 수속 각도방향에서의 강도분포를 의미한다. 또한, 후술하는 각도 강도분포의 중심은, 상기 각도 강도분포에 있어서 강도가 최대인 수속 각도방향에서의 위치를 의미한다.

<73> 또한, '각도 강도분포'는, 각도에 관한 강도분포를 의미하고, 즉, 각도를 횡축으로, 강도를 종축으로 했을 때의 강도분포를 의미한다. 구체적으로는, 각도 강도분포는, 특정 점에 입사하는 광속의, 입사각도에 관한 강도분포를 의미한다. 후술하는 '중심'이란, 그 입사각도에 관한 강도분포의 중심 또는 그 중심을 통과하는 광선이다.

<74> 본 실시예에서, 편광변환소자(5)가 콘덴서 렌즈(6)의 입사측의 초점 근방에 설치되므로 조명 광속은 텔레센트릭(telecentric) 상태가 되어 있다. 이 때문에, 편광변환소자(5)의 근방에 있어서의 광속의 제한(즉, 개구 조리개(12))과, 광학소자(제1 및 제2 렌즈 어레이(3, 4) 및 편광변환소자(5))의 편심이, 반사형 액정 패널(8) 위에 집광하는 광속의 각도 강도분포의 제어에 효율적이다.

<75> 도 6에 나타낸 콘덴서 렌즈(6)에 입사하는 광속의 폭 Q 는, 편광변환소자(5)로부터 조명 광속이 콘덴서 렌즈(6)를 투과해서 출사하는 범위라고 생각할 수 있으므로, 도 5에 있어서는, Q_x 가 x방향에서의 광속폭, Q_y 가 y방향에서의 광속폭이다.

<76> 도 5에 있어서, Q_x , Q_y 는 다음의 관계,

<77> $Q_x < Q_y$ 를 갖는다.

<78> 이 때문에, x방향에서의 조명 광속의 수속 각도를 $\Theta_x (= \Theta_1)$ 이라고 하고 y 방향에서의 조명 광속의 수속 각도를 $\Theta_y (= \Theta_2)$ 라고 하면,

<79> $\Theta_x < \Theta_y$ 가 된다.

<80> 달리 말하면, x방향에서의 조명 광속의 수속 각도는 x방향으로 치우쳐 있다. 이에 따라 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 집광하는 광속의 각도 강도분포의 중심(이하, 각도 강도중심이라고 한다)도 x방향으로 치우친다.

<81> 바꿔 말하면, 상기 광속의 각도 강도중심에서 상기 임의의 점을 향하는 방향(이하, 중심방향이라고 한다)은, 상기 임의의 점에서의 패널면(8a)의 법선에 대하여 기운다.

<82> 여기에서, 상기 중심방향과 패널면(8a)의 법선방향이 이루는 각도(이하, 중심방향의 경사각이라고 한다)를 α 라고 하면, α 는

$$1^\circ \leq \alpha \leq 3^\circ \dots (1)$$

<84> 의 범위내로 설정하는 것이 바람직하다.

<85> 이 조건식의 하한치보다 α 이 작다면, 수속하는 광속에 있어서의 각도 강도중심을 치우치게 하는 효과를 얻기가 어려울 수도 있다. 한편, 상한치보다도 α 가 크다면, 편광 빔 스플리터(7)에서의 검광성능이 저하해서, 원하는 고콘트라스트를 얻기가 어려울 수도 있다.

<86> 또한, 전술한 바와 같이, 다음의 조건식은,

$$\Theta_x < \Theta_y \dots (2)$$

<88> 를 만족한다.

<89> 편광 빔 스플리터(7)로부터의 누설 광량은, 최소화될 수 있다. 보다 바람직하게는, Θ_x / Θ_y 의 비율은, 다음의 조건식을 만족한다.

$$0.6 < \Theta_x / \Theta_y < 0.9 \dots (3).$$

<91> 상기 비율이 상기 조건식(3)의 하한치보다 작다면, 광량의 손실이 커져, 투사 화상이 어두워진다. 한편, 상기 비율이 상기 조건식(3)의 상한치보다 크다면, 각도 강도중심이 치우치는 방향이 검광에 있어서의 누설 광량을 많게 하는 방향에 해당하므로, 콘트라스트가 향상하지 않고, 각도 강도중심을 치우치게 하는 효과를 얻기가 어려워질 수도 있다.

<92> 이때, 이러한 조건(1)~(3)은, 만족한 것이 바람직하지만, 반드시 만족할 필요는 없다. 또한, 상기 (1)~(3)의 조건은, 후술하는 실시예에서도 만족하는 것이 바람직하다.

<93> 도 7에는, 편광 빔 스플리터(7)와 편광판(10)에 의한 빛(또는 투사광)의 검광성능(또는 검광 특성)을 나타낸다. 도 7의 x축 및 y축은, 각각 도 1의 x방향 및 도 2의 y방향에 대응한다.

- <94> 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)을 구성하는 다층막은, 거기에의 입사각도에 따라 특성(즉, 반사율 특성과 투과율 특성 등의 각도특성)이 변화된다. 도 7은, 반사형 액정 패널(8)에 입사하는 각도를 0도라고 했을 때의 편광분리면(7a)의 2차원 각도 특성을 나타낸다. x축과 y축과의 교점은 0도를 나타낸다. 도 7은, 입사각도가 0도에 가까울수록 누설 광이 감소하고, 주변을 향해서 누설 광이 증가하는 것을 나타낸다.
- <95> 발명자들의 검토에 의하면, 이 각도특성은 중심(즉, 0도)에 대하여 대칭이 아니고, x방향에서의 각도특성이 y방향에 비교해서 나쁘다. 바꿔 말하면, 각도특성은, x방향에 있어서 비대칭이다.
- <96> 이 경우에 있어서, 본 실시예에서는, 전술한 바와 같이, 편광변환소자(5)의 근방에 개구 조리개(12)를 설치한다. 또한, 리플렉터(2)로부터 편광변환소자(5)에 이르는 광학계 부분을, 콘덴서 렌즈(6)이후의 광학계부분에 대하여 소정량 Δ 만큼 편심시켜서, 각도 강도중심을 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c위에서 x방향으로 이동시킨다.
- <97> 이에 따라, 중심방향을 패널면(8a)의 법선방향에 대하여 기울인 상태가 되어, 도 7에 나타낸 검광특성에 조명 광학계로부터의 광속의 강도분포를 조정할 수 있다. 또한, 패널면 위의 임의의 점에서의 법선은, 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c에 대하여 평행하다.
- <98> 그래서, 개구 조리개만으로 콘트라스트를 향상시키려고 하는 종래의 구성과 비교하여, 광량의 손실이 감소될 수 있다.
- <99> 상기 각도 강도분포는, 편광변환소자(5)상의 조명광의 강도분포로부터 얻을 수 있다. 그렇지만, 편광변환소자(5) 상의 강도분포는, 상기 편광변환소자(5)를 투과하는 광속의 공중에서의 강도분포이므로, 상기 분포를 확인하기 어려울 수도 있다.
- <100> 이러한 경우에는, 도 8에 나타나 있는 바와 같이, 투사 렌즈(11)를 떼서 편광판(10)으로의 빛을 그대로 스크린(14)에 인도하므로, 편광변환소자(5) 위에 같은 강도분포를 얻을 수 있다. 이 경우의 분포의 중심은, 반사형 액정 패널(8)의 중심이다. 도 8에서, 도면부호 15는 광로를 구부리기 위한 미러다.
- <101> [실시 예2]
- <102> 도 9 및 도 10에는, 본 발명의 실시 예2인 화상투사용 광학계의 구성을 보이고 있다. 본 실시예는, 실시 예1에 있어서의 조명 광학계에, 아나모픽 광속 압축계를 설치한 것에 해당한다.
- <103> 본 실시예에 있어서, 실시 예1과 공통되는 구성요소에는 실시 예1과 같은 부호를 부착한다.
- <104> 본 실시예에서는, 광원 램프LP과 제1의 렌즈 어레이(3)와의 사이에, 램프측에서 순차적으로, 볼록 실린더 렌즈(21)과 오목 실린더 렌즈(22)를 배치하고 있다. 볼록 실린더 렌즈(21)는, x방향으로 정의 굴절력(즉, 정의 광학 파워)을 가지고, y 방향으로 굴절력을 갖지 않는 토릭(toric) 렌즈이다. 또한 오목 실린더 렌즈(22)는, x방향으로 부의 굴절력을 가지고, y방향으로 굴절력을 갖지 않는 토릭 렌즈다.
- <105> 도 9는 xz단면이며, 볼록 실린더 렌즈(21)와 오목 실린더 렌즈(22)에 의하여 광속을 압축하는 단면을 나타낸다. 도 10은, yz단면이며, 볼록 실린더 렌즈(21)와 오목 실린더 렌즈(22)에 의해 광속이 굴절되지 않는 단면을 나타낸다.
- <106> 광원 램프LP의 발광 관(1)으로부터 방사된 백색의 조명 광속은, 리플렉터(2)에서 평행 광속이 된 후 볼록 실린더 렌즈(21)에 입사한다. 상기 볼록 실린더 렌즈(21)에 입사한 평행 광속은, 도 9의 단면에 있어서 수속되고, 그 후 오목 실린더 렌즈(22)에 입사한다. 오목 실린더 렌즈(22)에 입사한 수속 광속은, 오목 실린더 렌즈(22)가 볼록 실린더 렌즈(21)와 거의 어포컬한 상태를 생성하도록 굴절력이 설정됨으로써 재차 평행 광속으로 변환되어서, 즉, 압축되어서, 제1의 렌즈 어레이(3)에 입사한다.
- <107> 제1의 렌즈 어레이(3)에 입사한 광속은, 상기 제1의 렌즈 어레이(3)를 형성하는 복수의 렌즈 셀에 의해 복수의 광속으로 분할되어, 제2의 렌즈 어레이(4)를 투과해서 편광변환소자(5)에 입사한다.
- <108> 편광변환소자(5)에 입사한 무편광 빛은, 실시 예1에서 설명한 바와 같이 소정의 편광방향을 가지는 직선편광으로 변환된다.
- <109> 그리고, 편광변환소자(5)로부터 출사하는 복수의 광속은, 콘덴서 렌즈(6)에 의해 집광되어, 반사형 액정 패널(8) 위에서 포개진다.
- <110> 본 실시예에서도, 실시 예1과 마찬가지로, 조명 광속은 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)을 투과

해서 반사형 액정 패널(8)에 도달한다.

<111> 반사형 액정 패널(8)에서 화상변조된 빛은, 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)에서 반사되어서 편광상태가 검광된다. 1/4위상판(9)의 역할은 실시 예1과 같다.

<112> 편광분리면(7a)에서 반사되어 편광 빔 스플리터(7)로부터 출사하는 빛은, 편광판(10)에서 한층 더 검광된다. 그리고, 편광판(10)을 투과한 광은 투사 렌즈(11)에 의해 미도시된 스크린에 투사된다.

<113> 도 11에는, 편광변환소자(5)에 있어서의 조명광의 강도분포를 나타낸다. 리플렉터(2)에서 반사된 조명광(도면에서 1로 나타낸)은, 볼록 및 오목의 실린더 렌즈(21, 22)에서 압축되고, 제1의 렌즈 어레이(3)에 의해 복수로 분할되고, 또 편광변환소자(5)에서 분할된다. 이 때문에, 편광변환소자(5)에서는, 복수의 편평한 광원상이 분포된 조명광의 강도분포를 얻는다.

<114> 본 실시예에서는, 광원 램프LP(즉, 리플렉터(2))로부터 편광변환소자(5)에 이르는 광학계 부분을, 콘덴서 렌즈(6) 및 편광 빔 스플리터(7)(또는 편광분리면(7a)) 이후의 반사형 액정 패널(8)을 포함한 광학소자에 대하여 x방향으로 소정량 Δ 만큼 이동시킨다.

<115> 이에 따라 편광변환소자(5)에 있어서의 조명 광속의 강도분포의 중심C을 콘덴서 렌즈(6)의 광축Oc로부터 x방향으로 소정량 Δ 만큼 이동될 수 있다.

<116> 이에 따라, 패널면(8a) 위의 임의의 점을 향해서 수속하는 광속은, 편광변환소자(5)에서의 강도분포를 각도 강도분포로 변환한 상태로 집광한다. 이것은, 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 수속하는 광속의 각도 강도중심을, 상기 임의점에 있어서의 패널면(8a)의 법선에 대하여 x방향으로 치우치게 한다. 즉, 이것은, 중심방향을 패널면(8a)의 법선에 대하여 기울일 수 있다.

<117> 이상과 같이, 본 실시예에서는, 볼록 및 오목의 실린더 렌즈(21, 22)에서 조명광속의 각도 강도분포를 편평하게 한다. 또한, 리플렉터(2)로부터 편광변환소자(5)에 이르는 광학계부분을, 콘덴서 렌즈(6) 이후의 광학소자에 대하여 소정량 Δ 만큼 쉬프트시켜서, 각도 강도중심을 콘덴서 렌즈(6)의 광축Oc 위에서 x방향으로 이동된다.

<118> 이에 따라 도 7에 나타낸 검광특성에 조명 광학계(또는 집광광학계)로부터의 광속의 강도분포를 조정할 수 있다. 그래서, 볼록 및 오목의 실린더 렌즈만으로 콘트라스트를 상승시키려고 하는 종래의 구성보다도 광량의 손실을 적게 할 수 있다. 게다가, 본 실시예에서는, x방향에 있어서 광속을 압축함에 의해, 한층 더 광량의 손실을 적게 하도록 각도 강도중심을 치우치게 할 수 있다.

<119> 여기에서, 쉬프트, 즉 광학계 부분을 편심시키는 방법에 대해서 간단하게 설명한다. 이하의 설명은, 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)의 법선과 반사형 액정 패널(8)의 패널면(또는 입출사면)(8a)의 법선에 평행한 단면(또는 제1단면)에 있어서의 설명이다. 한편, 이 xz단면은, 본 실시 예에 있어서의 압축 방향에 평행하다.

<120> 우선, 상기한 바와 같이, 집광광학계는, 편광분리면(7a)을 거쳐서 입출사면(8a)(또는 패널면) 상의 동일한 입사점을 향해서 수속하는 광속의 수속 각도방향에서의 강도분포의 중심을 입사점에 있어서의 입출사면(8a)의 법선에 대하여 치우치게 한다.

<121> 집광광학계는, 이러한 편심의 구성 및 입출사면(8a)의 법선에 대하여 기운 구성 중 한쪽을 채용하고 있다.

<122> 또한, 상기 중심C를 통과하는 광선의, 반사형 액정 패널(8)에 도달하기 전에 편광분리면(7a)에 대하여 입사하는 입사각도보다도, 그 액정 패널(8)에서 반사된 후에 편광분리면(7a)에 대하여 입사하는 입사각도쪽이 커지도록 집광광학계를 구성한다.

<123> 강도분포의 중심C를 통과하는 광선은, 전술의 동일한 입사점에 입사하는 광속 중 조명 광학계(또는 집광광학계)의 동공위치에서의 중심을 지나가는 광선이다.

<124> 이렇게 구성하면, 반사형 액정 패널(8)에서 반사되어서 편광분리면(7a)에 입사하는 광선의 입사각도를 크게 할 수 있어, 화상광으로서 사용되는 광량을 증가시킬 수 있다. 바꿔 말하면, 편광분리면(7a)에서의 S편광의 반사율을 향상시킬 수 있다.

<125> 이하, 본 실시예에 관한 발명자들에 의한 구체적인 검토 결과에 관하여 설명한다. 도 9 및 도 10에 나

타나 있는 바와 같이 비교적 작은 반사형 액정 패널을 사용한 밝기를 우선한 구성과, 도 12 및 도 13에 나타나 있는 바와 같이 비교적 큰 반사형 액정 패널을 사용한 콘트라스트를 우선한 구성을 발명자들이 검토했다. 도 12 및 도 13에 나타내는 구성요소는, 도 9 및 도 10에 나타내는 구성요소와 같다.

<126> 상기 2개의 구성은, 콘덴서 렌즈(6)의 초점거리와, 제1 및 제2의 렌즈 어레이(3, 4)의 개개의 렌즈 셀의 크기에 있어서 다르다. 그 2개의 구성에서의 콘덴서 렌즈(6)의 서로 다른 초점거리를 바꿈으로써 반사형 액정 패널(8) 위에 수속하는 광속의 수속각도를 변하게 하여, 밝기 우선의 상태와 콘트라스트 우선의 상태를 제어하고 있다.

<127> 또한, 콘덴서 렌즈(6)의 서로 다른 초점거리와 제1 및 제2의 렌즈 어레이(3, 4)의 개개의 렌즈 셀의 크기는, 반사형 액정 패널(8)의 크기에 대응한 균일한 조명 영역의 크기를 제어하고 있다.

<128> 도 9 및 도 10에 나타내는 구성에서는, f_c , Δ , Q 의 값이 다음과 같이 정의된 경우 양호한 콘트라스트가 된다:

$$f_c = 67\text{mm},$$

$$\Delta = 1.5\text{mm},$$

$$Q = 21\text{mm},$$

$$\alpha = 1.28^\circ \text{ 이었다.}$$

<133> 한편, 도 12 및 도 13에 나타내는 구성에서는, f_c , Δ , Q 의 값이 다음과 같이 정의된 경우 양호한 콘트라스트가 된다:

$$f_c = 134\text{mm},$$

$$\Delta = 3.5\text{mm},$$

$$Q = 28.4\text{mm},$$

$$\alpha = 1.50^\circ \text{ 이었다.}$$

<138> 이상과 같이, 본 실시예의 구성은, 실시 예1과 크게 다르다. 그렇지만, 콘트라스트에 관계되는 것은 도 7에 나타낸 검광성능이므로, 중심방향의 경사각 α 는 실시 예1에서 설명한 조건식(1)을 만족시키는 것이 바람직하다.

<139> [실시 예3]

<140> 도 14 및 도 15에는, 본 발명의 실시 예3인 화상투사용 광학계의 구성을 나타낸다. 본 실시예는, 실시 예2의 변형 예이며, 본 실시예에 있어서, 실시 예2와 공통되는 구성요소에는 동일한 참조부호를 부착한다.

<141> 본 실시예는, 실시 예2의 조명광학계에, 개구 조리개가 설치된 광학계에 해당한다. 이 개구 조리개는, 편광변환소자(5)에 인접한 위치에 설치되어 있다.

<142> 도 14는 xz단면이며, 볼록 실린더 렌즈(21)와 오목 실린더 렌즈(22)에 의하여 광속을 압축하는 단면을 나타낸다. 도 15는, yz단면이며, 볼록 실린더 렌즈(21)와 오목 실린더 렌즈(22)에 의해 광속이 굴절되지 않는 단면을 나타낸다.

<143> 발광 관(1)으로부터 방사된 백색의 조명 광속은, 리플렉터(2)에서 시준된 후, 볼록 실린더 렌즈(21)에 입사한다. 상기 볼록 실린더 렌즈(21)에 입사한 평행 광속은, 도 14의 단면에서 수속된 후 오목 실린더 렌즈(22)에 입사한다. 오목 실린더 렌즈(22)에 입사한 수속 광속은, 오목 실린더 렌즈(22)가 볼록 실린더 렌즈(21)와 거의 어포컬한 상태를 생성하도록 굴절력이 설정됨으로써 재차 평행 광속으로 변환되어서, 즉 압축되어서, 제1의 렌즈 어레이(3)에 입사한다.

<144> 제1의 렌즈 어레이(3)에 입사한 광속은, 상기 제1의 렌즈 어레이(3)를 형성하는 복수의 렌즈 셀에 의해 복수의 광속으로 분할되어, 제2의 렌즈 어레이(4)를 투과해서 편광변환소자(5)에 입사한다.

<145> 편광변환소자(5)에 입사한 무편광 빛은, 실시 예1, 2에서 설명한 바와 같이 소정의 편광방향을 가지는 직선편광으로 변환된다.

<146> 그리고, 편광변환소자(5)로부터 출사하는 복수의 광속은, 콘덴서 렌즈(6)에 의해 집광되어, 반사형 액

정 패널(8) 위에서 포개진다.

<147> 본 실시예에서도, 실시 예1, 2와 마찬가지로, 조명 광속은 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)을 투과해서 반사형 액정 패널(8)에 도달한다.

<148> 반사형 액정 패널(8)에서 화상변조된 빛은, 편광분리면(7a)에서 반사되어서 편광상태가 검광된다. 1/4위상판(9)의 역할은 실시 예1과 같다.

<149> 편광분리면(7a)에서 반사되어 편광 빔 스플리터(7)로부터 출사하는 빛은, 편광판(10)에서 한층 더 검광된다. 그리고, 편광판(10)을 투과한 광은 투사 렌즈(11)에 의해 미도시된 스크린에 투사된다.

<150> 편광변환소자(5)에 있어서의 조명광의 강도분포는, 실시 예2의 도 11에서 설명한 것과 같다. 달리 말하면, 편평한 복수의 광원상의 분포를 가지는 강도분포가 얻어진다.

<151> 본 실시예에서는, 편광변환소자(5)에 인접한 위치에 개구 조리개(31)를 설치하고, 조명 광속의 일부를 자르고 있다.

<152> 또한, 도 14에 도시된 것과 같은 본 실시예에서는, 광원 램프LP(즉, 리플렉터(2)))로부터 편광변환소자(5)까지의 광학계 부분을, 콘덴서 렌즈(6)와 이후의 광학소자를 구비한 광학계 부분에 대하여, x방향으로 소정량 Δ 만큼 쉬프트, 즉 편심시키고 있다.

<153> 이에 따라 도 16에 나타나 있는 바와 같이 편광변환소자(5)에 있어서의 조명광속의 강도분포의 중심C을 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c로부터 x방향으로 소정량 Δ 만큼 이동될 수 있다.

<154> 광속은, 편광변환소자(5)에서의 강도분포를 각도 강도분포로 변환한 상태에서 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 수속한다. 이 때문에, 중심방향은, 패널면(8a)의 법선에 대하여 x방향으로 경사진다.

<155> 이렇게, 본 실시예에서는, 볼록 및 오목의 실린더 렌즈(21, 22)에 의해 조명 광속의 각도 강도분포를 편평하게 한다. 또한, 편광변환소자(5)의 근방에 개구 조리개(31)를 설치하고, 리플렉터(2)로부터 편광변환소자(5)에 이르는 광학계부분을 콘덴서 렌즈(6)와 그 이후의 광학소자를 포함한 광학계 부분에 대하여 소정량 Δ 만큼 x방향으로 이동시킨다.

<156> 이에 따라 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 수속하는 광속의 각도 강도중심을, 상기 임의점에 있어서의 패널면(8a)의 법선에 대하여 x방향으로 치우치게 할 수 있다. 달리 말하면, 이것은, 중심방향을 패널면(8a)의 법선에 대하여 기울일 수 있어서, 도 7의 검광특성에 조명 광학계로부터의 광속의 강도분포를 조정 가능하게 한다.

<157> [실시 예4]

<158> 도 17 및 도 18은, 본 발명의 실시 예4인 화상투사용 광학계의 구성을 나타낸다. 본 실시예에 있어서, 실시 예2와 공통되는 구성요소에는 같은 부호를 부착한다.

<159> 본 실시예에서는, 광원 램프측에서 순차적으로, x방향 및 y방향으로 정의 굴절력(즉, 정의 광학 파워)을 가지는 볼록 렌즈(41)와, 복수의 렌즈 셀을 가지고, y방향으로서 부의 굴절력을 가지는 오목 실린더 렌즈면을 가지는 제1의 렌즈 어레이(42)와, 복수의 렌즈 셀을 가지고, x방향으로 부의 굴절력을 가지는 오목 실린더 렌즈면을 가지는 제2의 렌즈 어레이(43)을 구비하고 있다.

<160> 도 17은, xz단면이며, 제2의 렌즈 어레이(43)의 오목 실린더 렌즈면이 부의 굴절력을 가지는 단면을 나타낸다. 도 18은, yz단면이며, 제1의 렌즈 어레이(42)의 오목 실린더 렌즈면이 부의 굴절력을 가지는 단면을 나타낸다.

<161> 광원 램프LP의 발광 관(1)으로부터 방사된 백색의 조명 광속은, 리플렉터(2)에서 평행 광속으로 되고, 볼록 렌즈(41)에 입사한다. 상기 볼록 렌즈(41)에 입사한 평행 광속은, 도 17 및 도 18의 단면에 있어서 각각 수속된다. 그 후, 도 17의 단면에서는, 상기 수속 광속은, 제1의 렌즈 어레이(42)을 그대로 통과해서 제2의 렌즈 어레이(43)의 오목 실린더 렌즈면에 입사한다.

<162> 이 오목 실린더 렌즈면에 입사한 수속 광속은, 오목 실린더 렌즈면이 볼록 렌즈(41)와 거의 어포컬한 상태를 생성하도록 굴절력이 설정됨으로써 재차 평행 광속으로 변환된다, 즉 압축된다.

<163> 한편, 도 18의 단면에서는, 볼록 렌즈(41)로부터의 수속 광속은, 제1의 렌즈 어레이(42)의 오목 실린더 렌즈면에 입사한다. 이 오목 실린더 렌즈면에 입사한 수속 광속은, 상기 오목 실린더 렌즈면이 볼록 렌즈(41)와

거의 어포컬한 상태를 생성하도록 굴절력이 설정됨으로써, 다시 평행 광속으로 변환된다, 압축된다.

<164> 또한, 볼록 렌즈(41)로부터의 광속은, 제1의 렌즈 어레이(42)의 복수의 렌즈 셀에 의해 복수의 광속으로 분할되어, 제2의 렌즈 어레이(43)를 투과해서 편광변환소자(5)에 입사한다.

<165> 편광변환소자(5)에 입사한 무편광 빛은, 실시 예1에서 설명한 바와 같이 소정의 편광방향을 가지는 직선편광으로 변환된다.

<166> 그리고, 편광변환소자(5)로부터 출사하는 복수의 광속은, 콘덴서 렌즈(6)에 의해 집광되어, 반사형 액정 패널(8) 위에서 포개진다.

<167> 본 실시예에서도, 실시 예1과 같이, 조명 광속은 편광 빔 스플리터(7)의 편광분리면(7a)을 투과해서 반사형 액정 패널(8)에 도달한다.

<168> 반사형 액정 패널(8)에서 화상변조된 빛은, 편광분리면(7a)에서 반사되어서 편광상태가 겸광된다. 1/4위상판(9)의 역할은 실시 예1과 같다.

<169> 편광분리면(7a)에서 반사되어 편광빔 스플리터(7)로부터 출사한 광은, 편광판(10)에서 더욱 겸광된다. 그리고, 편광판(10)을 투과한 빛은 투사 렌즈(11)에 의해 미도시된 스크린에 투사된다.

<170> 도 19에는, 편광변환소자(5)에서의 빛의 강도분포를 나타낸다. 볼록 렌즈(41)에서 수속된 광속은, 제1의 렌즈 어레이(3)에 의해 복수의 광속으로 분할되고나서, 제1 및 제2의 렌즈 어레이(3,4)에서 평행 광속으로 변환되어, 추가로 편광변환소자(5)에서 분할된다. 이 때문에, 편광변환소자(5)에서의 조명 광 강도 분포는, 편평한 복수의 광원상이 분포된 것이 된다.

<171> 그리고, 본 실시예에서는, 도 17에 나타나 있는 바와 같이, 광원 램프LP(즉, 리플렉터(2))로부터 편광변환소자(5)에 이르는 광학계 부분을, 콘덴서 렌즈(6), 편광 빔 스플리터(7)(또는 편광분리면(7a)) 및 이후의 반사형 액정 패널(8)을 포함한 광학소자를 구비한 광학계부분에 대하여 x방향으로 소정량 Δ 만큼 쉬프트, 즉 편심시키고 있다. 이에 따라, 편광변환소자(5)의 조명 광속의 강도분포의 중심C을 콘덴서 렌즈(6)의 광축0c으로부터 x방향으로 소정량 Δ 만큼 이동시킬 수 있다.

<172> 광속은, 편광변환소자(5)에서의 강도분포를 각도 강도분포로 변환한 상태에서 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 수속한다. 이 때문에, 중심방향은, 패널면(8a)의 법선에 대하여 x방향으로 경사진다.

<173> 이렇게, 본 실시예에서는, 볼록 렌즈(41)와 제1 및 제2의 렌즈 어레이(3, 4)에 일체로 형성된 오목 실린더 렌즈면에 의해 조명 광속의 각도 강도분포를 편평하게 하고 있다. 또한, 리플렉터(2)로부터 편광변환소자(5)에 이르는 광학계부분을 콘덴서 렌즈(6)와 이후의 광학소자를 포함한 광학계부분에 대하여 소정량 Δ 만큼 x방향으로 이동시킨다.

<174> 이에 따라 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 수속하는 광속의 각도 강도중심을, 상기 임의점에 있어서의 패널면(8a)의 법선에 대하여 x방향으로 치우치게 할 수 있다. 달리 말하면, 이것은, 중심방향을 패널면(8a)의 법선에 대하여 기울일 수 있어서, 도 7의 겸광특성에 조명 광학계로부터의 광속의 강도분포를 조정 가능하게 한다.

<175> 또한, 본 실시예에서는, 각 렌즈 어레이에 있어서 복수의 렌즈 셀과 오목 실린더 렌즈면을 서로 다른 면에 설치하고 있지만, 도 20에 나타나 있는 바와 같이 이들을 동일면에 설치한 렌즈 어레이(142)를 사용해도 된다. 구체적으로는, 렌즈 어레이(142)의 각 렌즈 셀면의 중심이 오목면S 위에 위치된다.

<176> 또한, 본 실시예에서는, 포물면을 가지는 리플렉터(2)를 사용하고, 볼록 렌즈(41)에 의해 조명 광속을 수속하였지만, 타원형상의 리플렉터(2)를 사용하여 볼록 렌즈(41)를 제거할 수 있다.

<177> [실시 예5]

<178> 도 21에는, 본 발명의 실시 예5인 화상투사용 광학계의 xz단면에서의 구성을 나타낸다. 본 실시예는, 실시 예2의 변형 예이며, 실시 예2와 공통되는 구성요소에는 동일한 부호로 지정되어 있다.

<179> 본 실시예는, 조명 광학계(본 실시예에서는, 광원 램프LP로부터 콘덴서 렌즈(6)까지) 전체를 반사형 액정 패널(8)의 법선N에 대하여, x방향으로 각도 θ 만큼 기울여져 있는 점에서 실시 예2과 다르다.

<180> 이에 따라 패널면(8a)의 임의의 점을 향해서 수속하는 광속의 각도 강도중심을, 임의의 점에서 패널면(8a)의 법선N에 대하여 x방향으로 치우치게 할 수 있다. 즉, 이것은 중심방향을 패널면(8a)의 법선N에 대하여

기울일 수 있어서, 상기 각 실시예와 마찬가지로, 도 7에 나타낸 검광특성에 조명 광학계로부터의 광속의 강도 분포를 조정 가능하게 한다.

<181> [실시 예6]

<182> 상기 각 실시예에서는, 광원으로부터의 조명 광속이 편광 빔 스플리터(즉, 편광분리면)을 투과해서 반사형 액정 패널에 이끌어져, 상기 반사형 액정 패널로부터의 반사 광속(즉, 투사광)이 편광 빔 스플리터에서 반사되어서 투사 렌즈에 이끌어지는 경우에 관하여 설명했다.

<183> 그러나, 본 발명의 또 다른 실시예로서, 조명 광속이 편광 빔 스플리터에서 반사해서 반사형 액정 패널에 인도되고, 상기 패널로부터의 반사 광속이 편광 빔 스플리터를 투과해서 투사 렌즈에 이끌어지는 도 22에 나타낸 구성을 이용할 수도 있다. 또한, 각 실시 예에 나타낸 편광판을, 조명 광학계측과 투사 렌즈측의 양쪽에 형성해도 된다.

<184> 또한, 각 실시예에서는, 반사형 액정 패널을 1개 설치했을 경우에 관하여 설명했다. 그렇지만, 본 발명에서는, 도 22에 나타나 있는 바와 같이, 3개의 반사형 액정 패널을 형성해도 된다.

<185> 도 22에는, 실시 예2의 조명광학계와 3개의 반사형 액정 패널을 구비한 본 발명의 실시 예6인 화상투사용 광학계의 구성 예를 나타낸다.

<186> 콘덴서 렌즈(6)보다도 투사 렌즈(11)에 가까운 측에 있어서, 도면부호 71은 녹색(G) 광을 투과해서 적색(R) 광과 청색(B)광을 반사하는 다이크로의 미러다. 도면부호 72, 73, 74는 각각 G, R, B용의 반사형 액정 패널이다. 도면부호 75, 76, 77은 각각, G, R, B의 1/4위상판이며, 실시 예1, 2에서 설명한 1/4위상판(9)에 해당한다.

<187> 도면부호 81은 제1의 편광 빔 스플리터이며, R빛을 그 편광방향에 따라 R용 액정패널(73)(이하, R용 패널)을 향해서 반사하고, B 빛을 그 편광방향에 따라 B용 액정패널(74)(이하, B용 패널)을 향해서 투과시킨다. 제1의 편광 빔 스플리터는, 상기 R용 및 B용 패널(73, 74)에서 각각 반사한 R빛과 B빛을 합성한다.

<188> 도면부호 82는 제2의 편광 빔 스플리터이며, G빛을 G용 액정패널(72)(이하, G용 패널)을 향해서 투과하고, G용 패널(72)에서 반사된 G빛을 반사한다.

<189> 도면부호 78은 제1의 편광판, 79는 제2의 편광판이다. 도면부호 80은 R빛의 편광방향을 90도 회전시켜, B빛의 편광방향을 변환하지 않는 색상 선택성 위상판이다. 도면부호 84는 제3의 편광판이고, 85는 제4의 편광판이다.

<190> 도면부호 83은 색합성 프리즘이며, 제1의 편광 빔 스플리터(81)로부터의 R빛 및 B빛을 투과하고, 제2의 편광 빔 스플리터(82)로부터의 G빛을 반사함으로써 이들 3색의 빛을 합성하여, 투사 렌즈(11)에 이끈다.

<191> 상기 각 실시 예에 의하면, 반사형 화상형성 소자를 조명하는 광속의 각도 강도분포의 중심을 제1단면 내에 있어서 치우치게 할 수 있다. 이것에 의해, 광량의 저하를 억제하면서도 편광분리면으로부터 누설 광량을 감소시킬 수 있다. 따라서, 광학계는, 밝게 콘트라스트가 높은 화상을 투사할 수 있다.

<192> 또한, 상기 각 실시예에서는, 반사형 액정 패널을 사용했을 경우에 관하여 설명했다. 그렇지만, 본 발명의 다른 실시예는, DMD(디지털 마이크로 미러 디바이스) 등, 다른 반사형 화상형성 소자를 사용하여도 된다.

<193> 또한, 본 발명은 이들 바람직한 실시예들에 한정되지 않고, 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 여러 가지 변동 및 변형을 할 수도 있다.

발명의 효과

<194> 이상과 같은 본 발명에 의하면, 광량의 저하를 억제하면서도 콘트라스트를 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시 예1인 화상투사용 광학계의 xz단면을 도시한 도면.

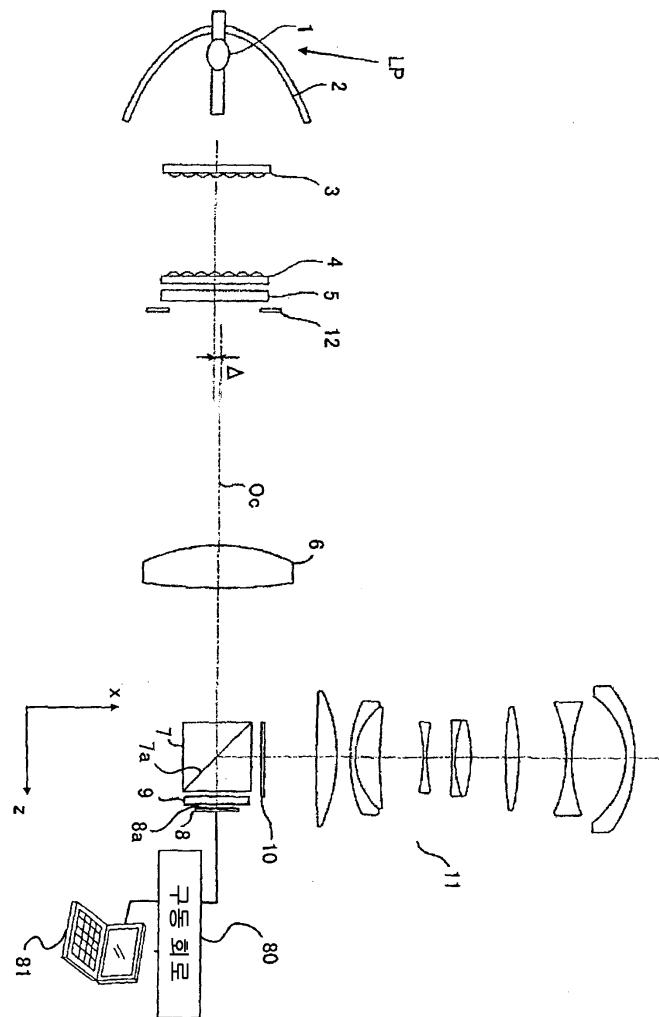
<2> 도 2는 실시 예1의 화상투사용 광학계의 yz단면을 도시한 도면.

<3> 도 3은 실시 예1에 있어서의 편광변환소자에서의 광강도 분포를 도시한 도면.

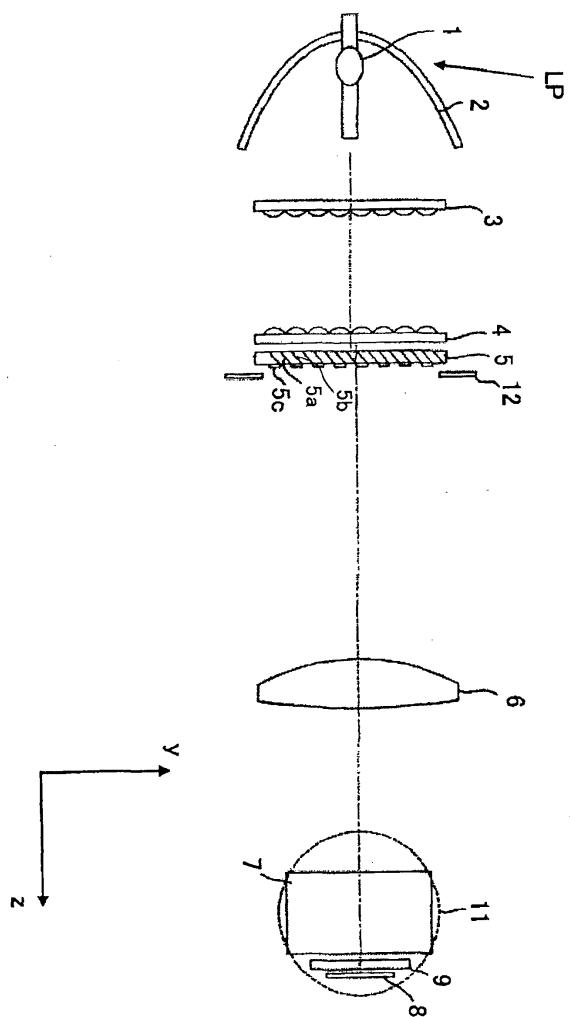
- <4> 도 4는 실시 예1에 있어서의 개구 조리개의 효과를 설명하는 도면.
- <5> 도 5는 실시 예1에 있어서의 조명 광속의 상태를 설명하는 도면.
- <6> 도 6은 실시 예1에 있어서의 조명 광속의 수속 각도를 설명하는 도면.
- <7> 도 7은 실시 예1~5에 있어서의 투사광에 대한 검광성능을 설명하는 도면.
- <8> 도 8은 실시 예1에 있어서 조명 광속의 강도분포를 확인하는 방법을 설명한 도면.
- <9> 도 9는 본 발명의 실시 예2인 화상투사용 광학계의 xz단면을 도시한 도면.
- <10> 도 10은 실시 예2의 화상투사용 광학계의 yz단면을 도시한 도면.
- <11> 도 11은 실시 예2에 있어서의 편광변환소자에서의 광강도 분포를 도시한 도면.
- <12> 도 12는 실시 예2의 변형 예의 xz단면을 도시한 도면.
- <13> 도 13은 도 12의 화상투사용 광학계의 yz단면을 도시한 도면.
- <14> 도 14는 본 발명의 실시 예3인 화상투사용 광학계의 xz단면을 도시한 도면.
- <15> 도 15는 실시 예3의 화상투사용 광학계의 yz단면을 도시한 도면.
- <16> 도 16은 실시 예3에 있어서의 편광변환소자에서의 광강도 분포를 도시한 도면.
- <17> 도 17은 본 발명의 실시 예4인 화상투사용 광학계의 xz단면을 도시한 도면.
- <18> 도 18은 실시 예4의 화상투사용 광학계의 yz단면을 도시한 도면.
- <19> 도 19는 실시 예4에 있어서의 편광변환소자에서의 광강도 분포를 도시한 도면.
- <20> 도 20은 실시 예4의 렌즈 어레이의 변형 예를 설명하는 도면.
- <21> 도 21은 본 발명의 실시 예5인 화상투사용 광학계의 xz단면을 도시한 도면.
- <22> 도 22는 본 발명의 실시 예6인 화상투사용 광학계의 xz단면을 도시한 도면.

도면

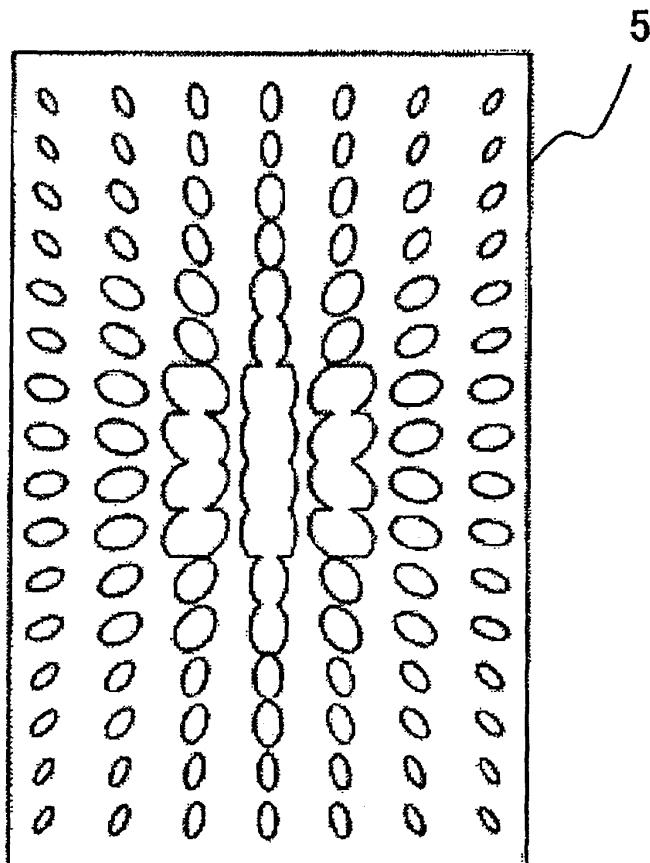
도면1



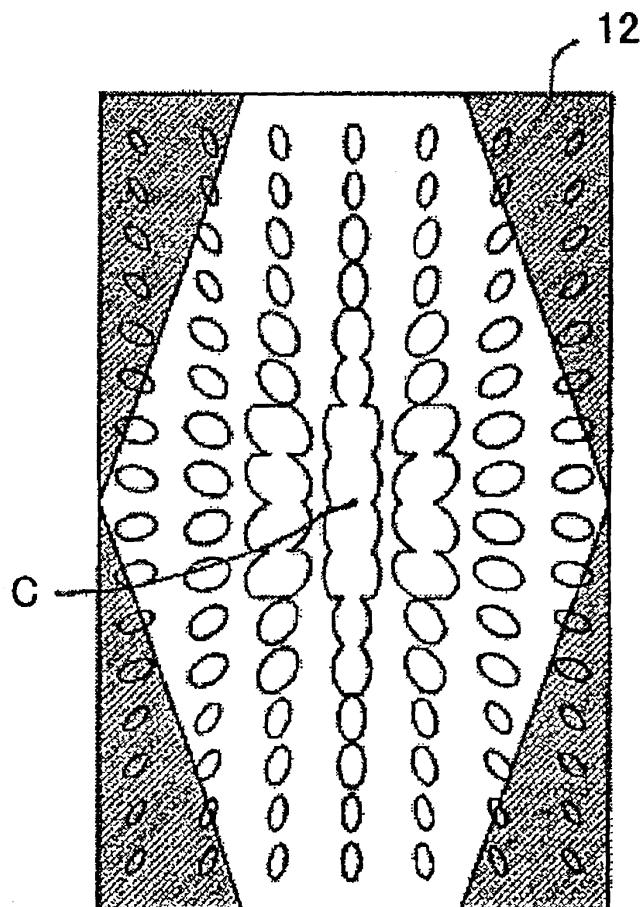
도면2



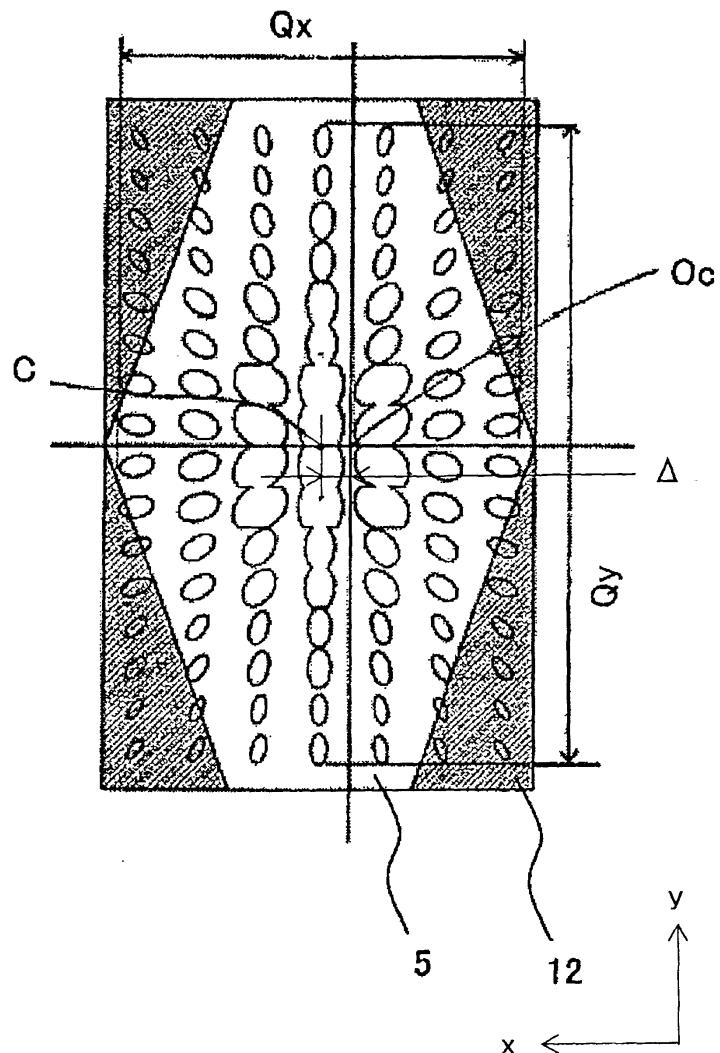
도면3



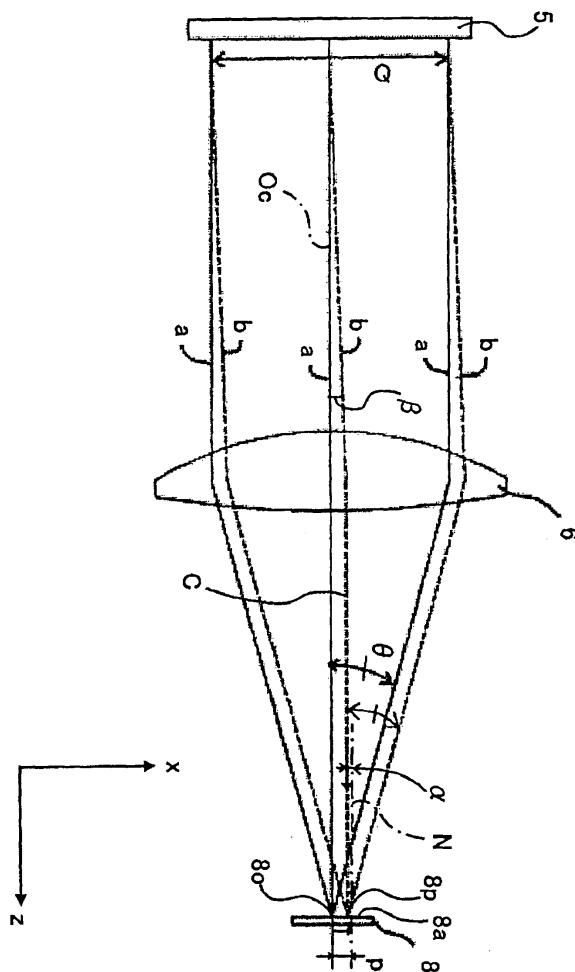
도면4



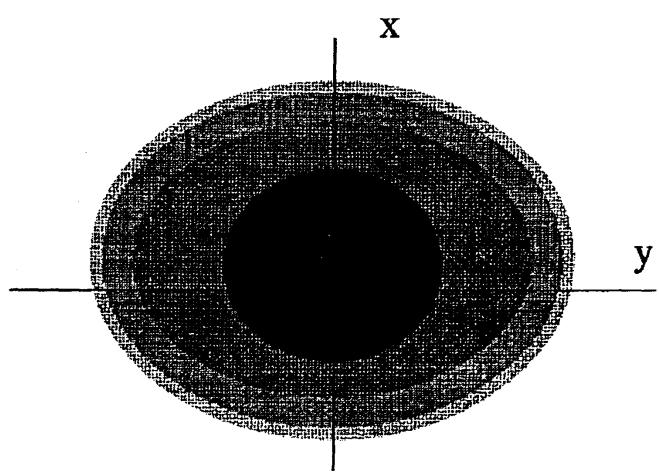
도면5



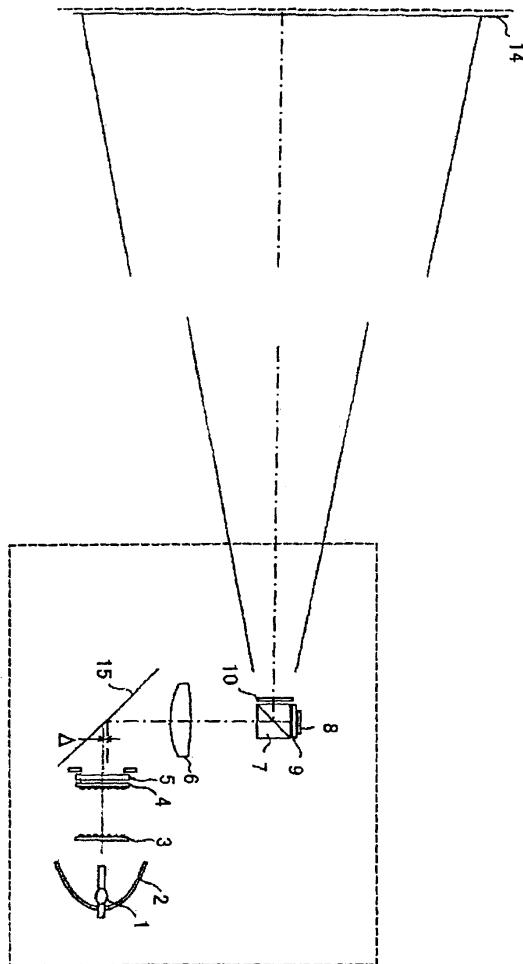
도면6



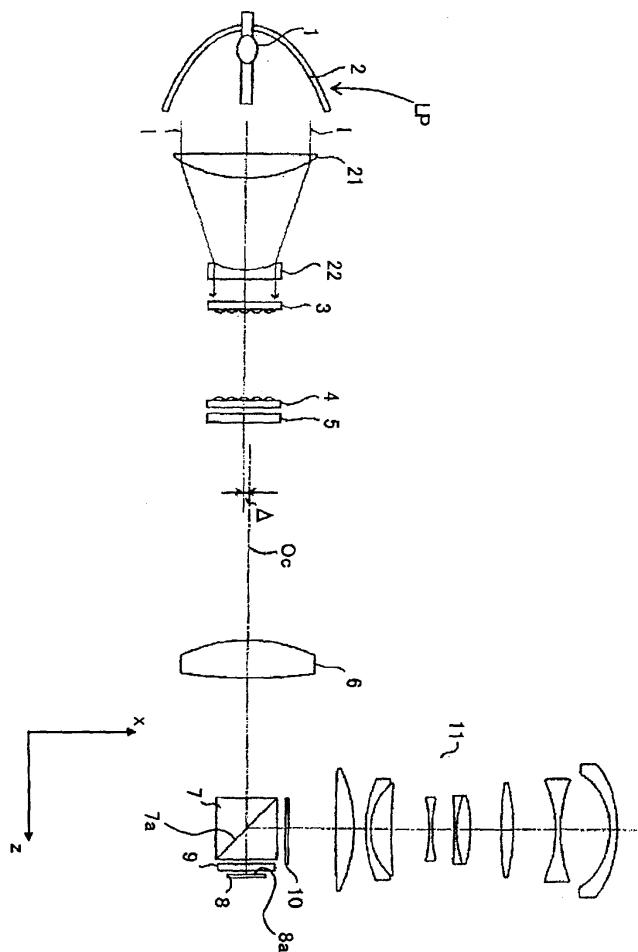
도면7



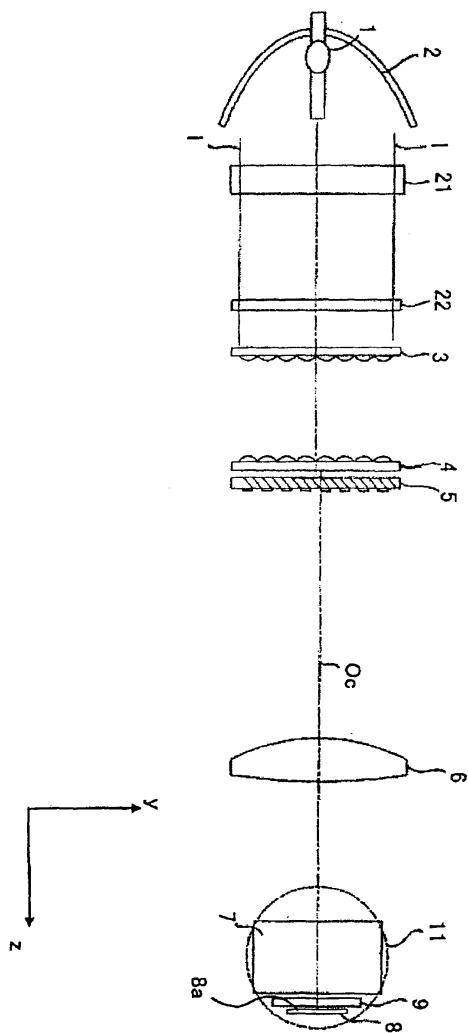
도면8



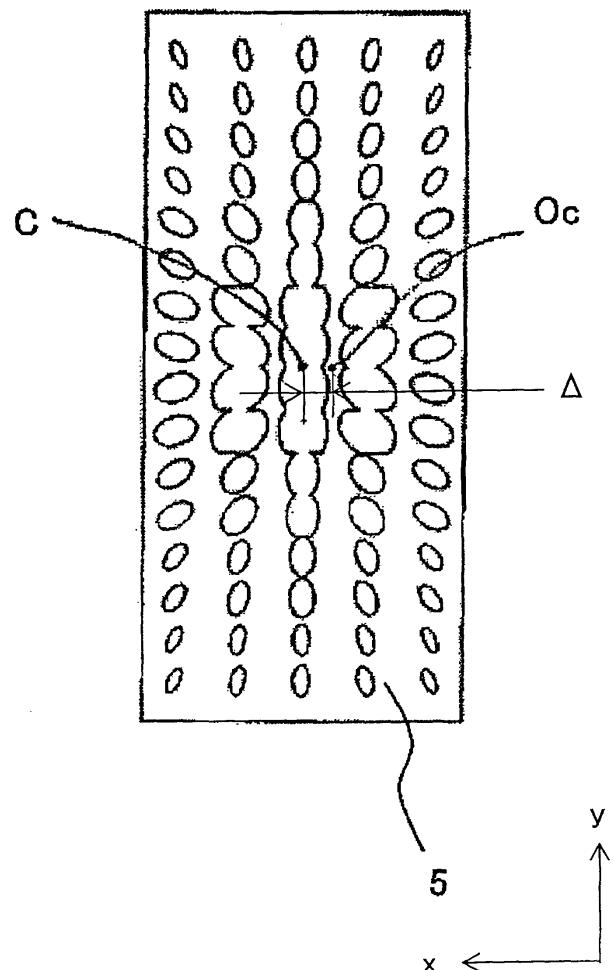
도면9



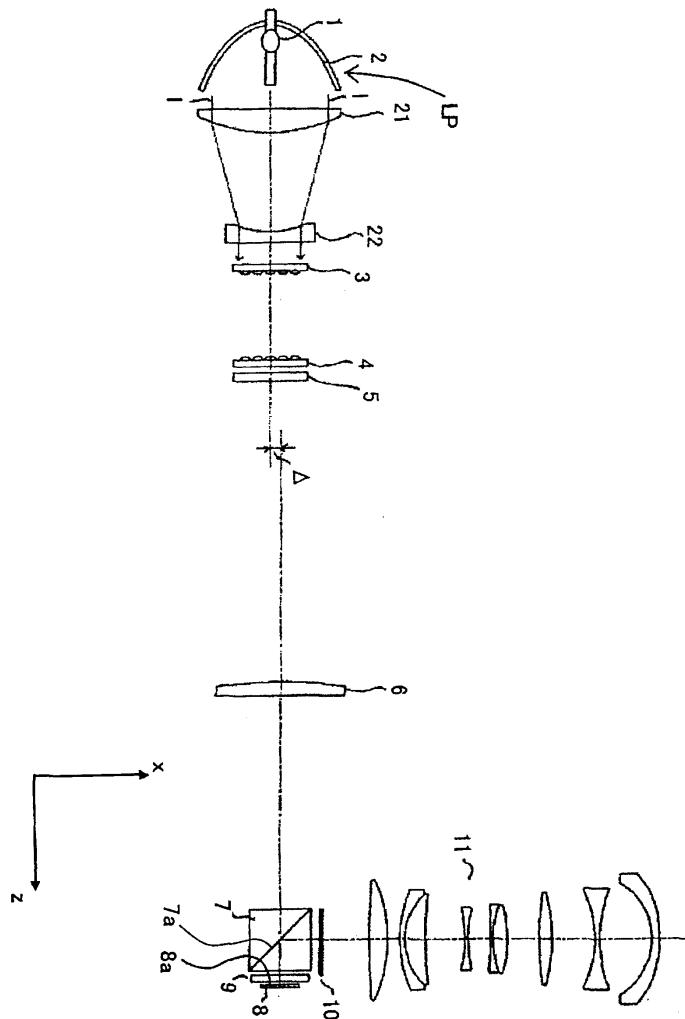
도면10



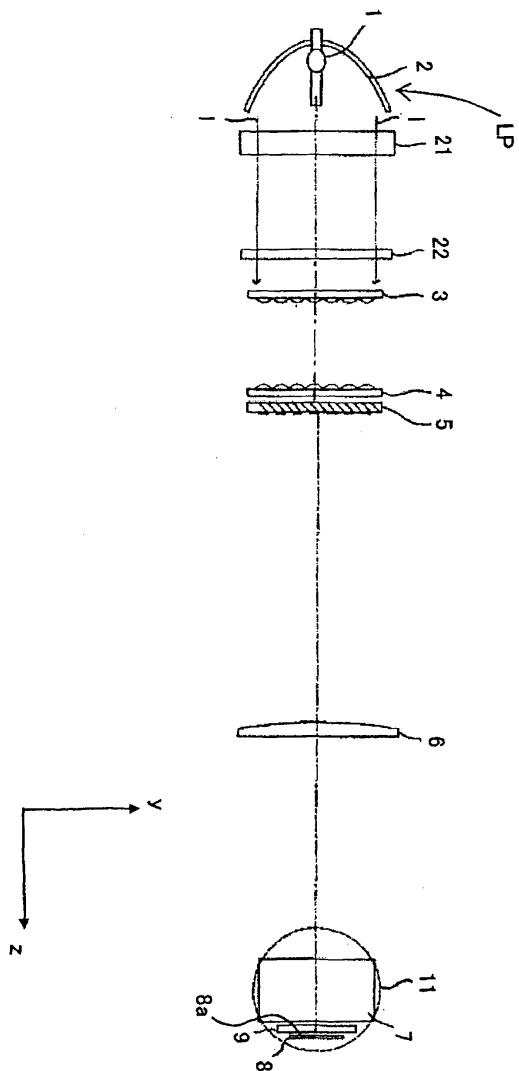
도면11



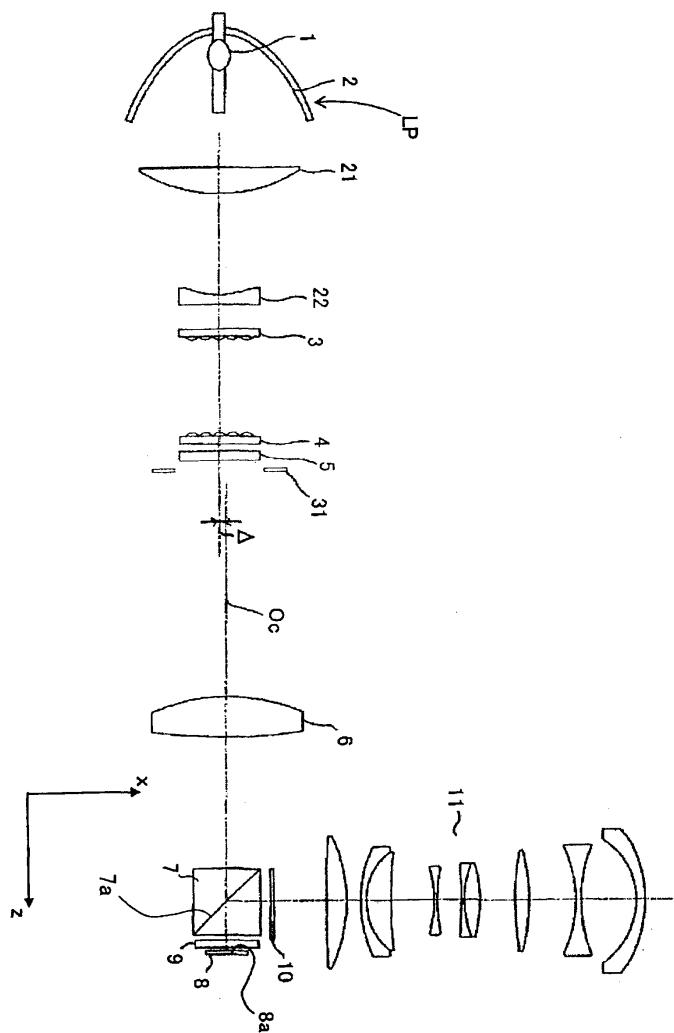
도면12



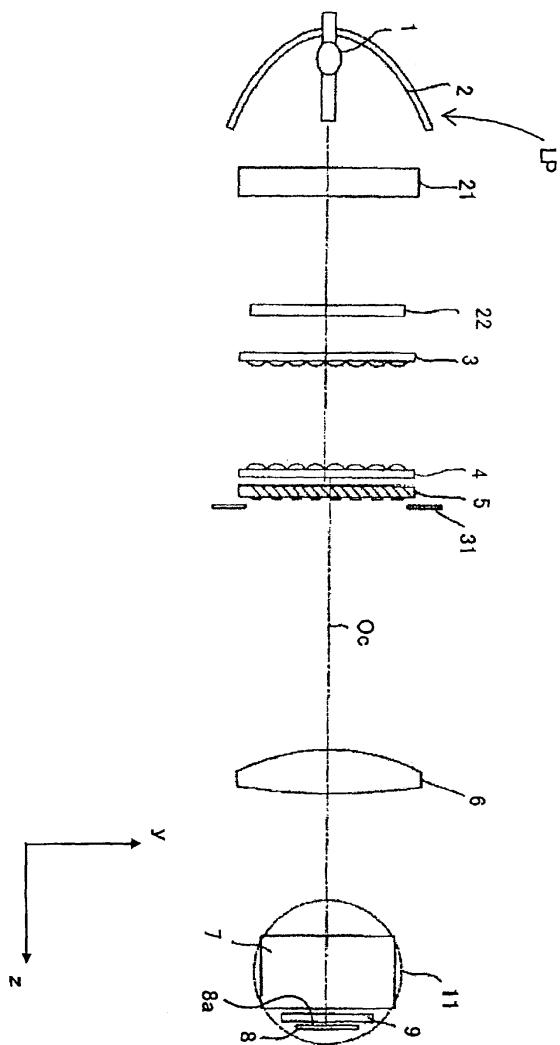
도면13



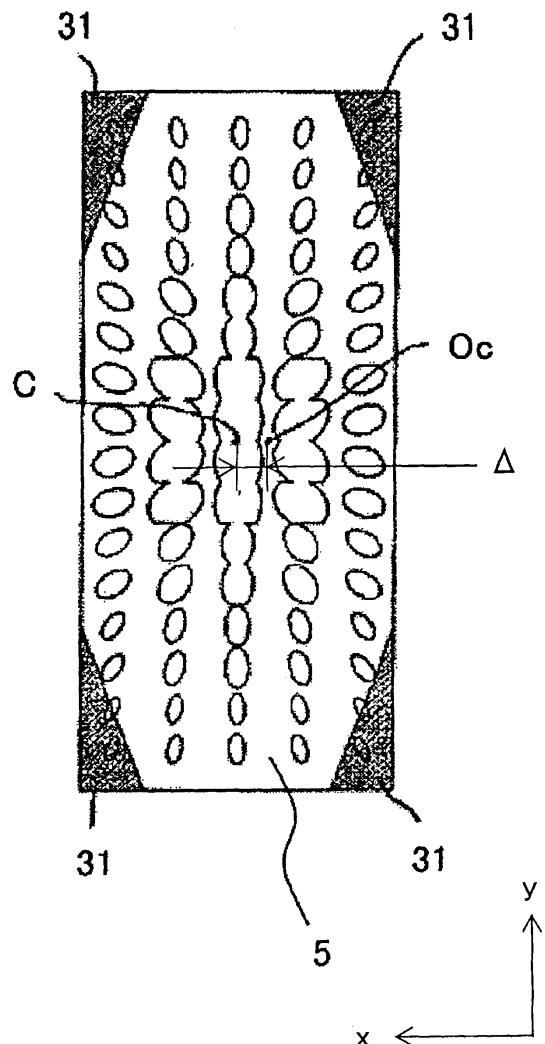
도면14



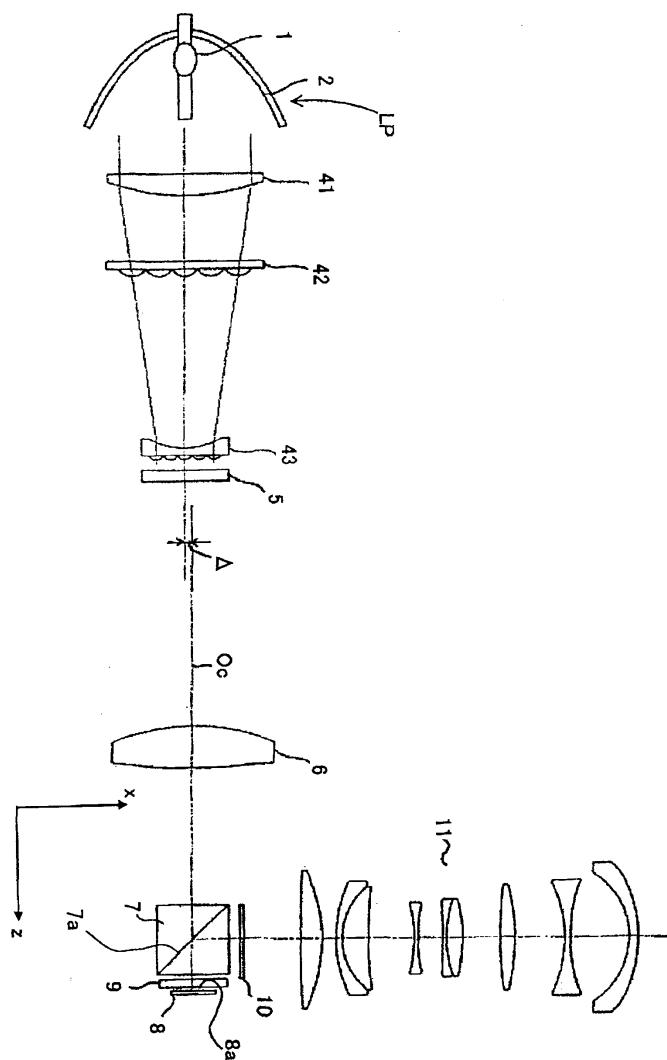
도면15



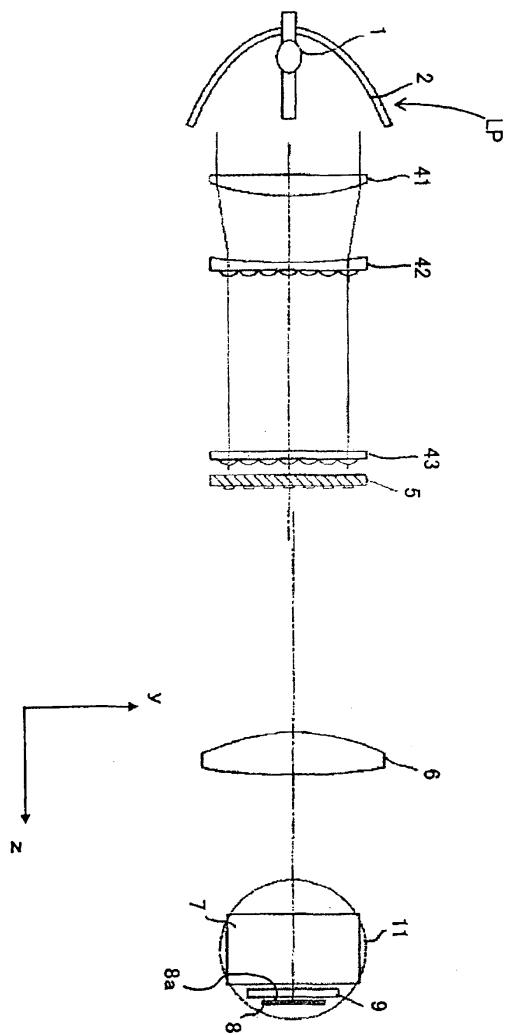
도면16



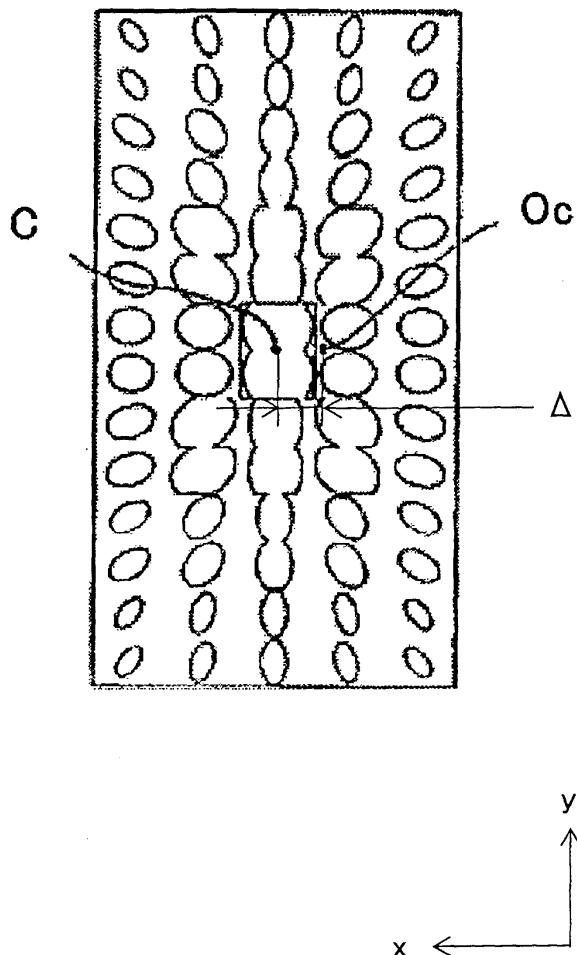
도면17



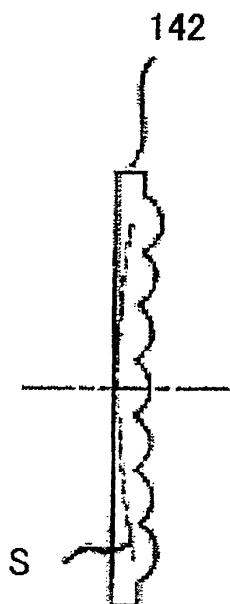
도면18



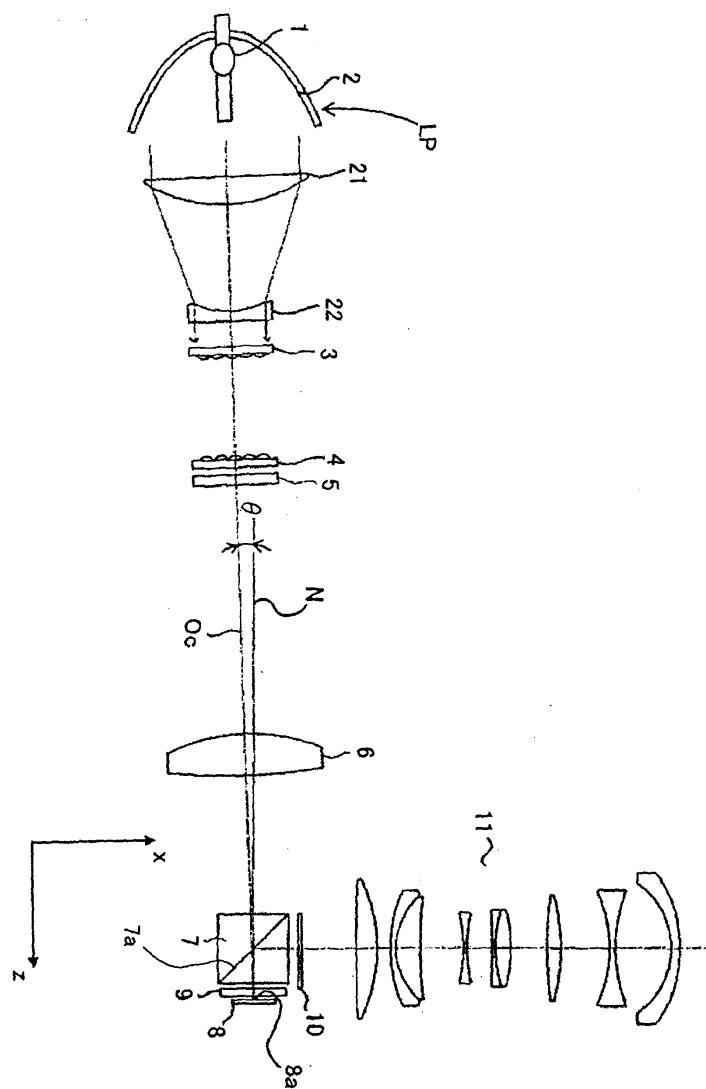
도면19



도면20



도면21



도면22

