



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0082811
(43) 공개일자 2012년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03B 21/28 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)
G03B 21/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0140931
(22) 출원일자 2011년12월23일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2011-005572 2011년01월14일 일본(JP)

(71) 출원인
세이코 엡슨 가부시카가이샤
일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 4-1
(72) 발명자
하루야마 아끼히데
일본 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3-5 세이코 엡슨 가부시카가이샤 내
(74) 대리인
양영준, 이중희

전체 청구항 수 : 총 7 항

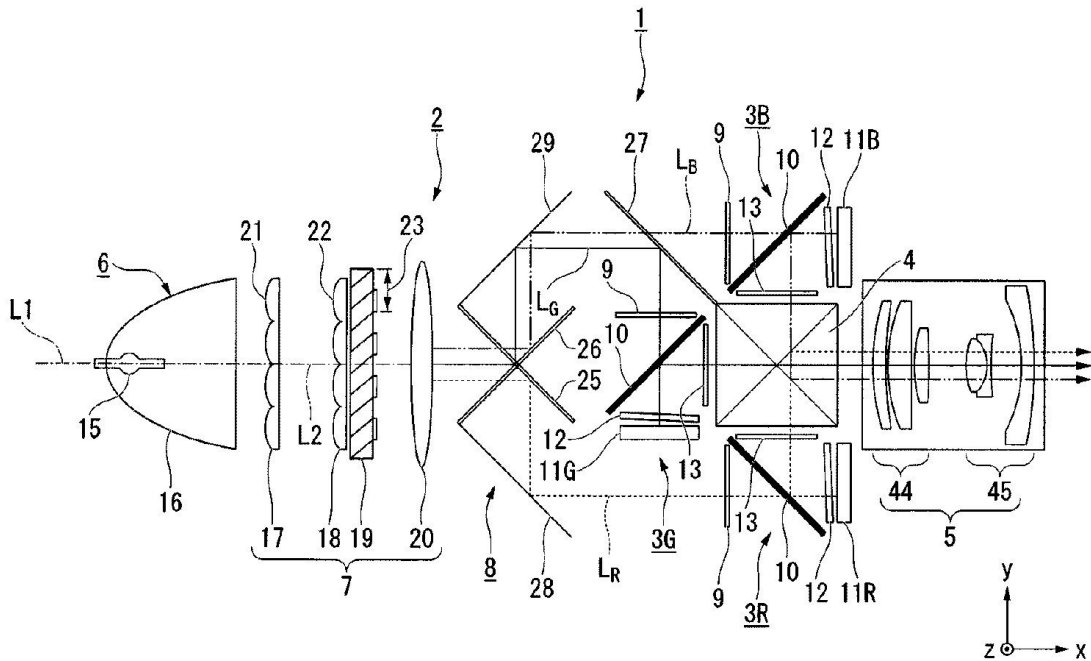
(54) 발명의 명칭 **프로젝터**

(57) 요약

표시 패턴 주변의 착색에 의한 불쾌감을 억제 가능한 프로젝터를 제공한다.

본 발명의 프로젝터(1)는, 다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치(2)와, 복수의 색광의 각각을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)와, 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 소자(4)와, 색 합성 소자에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계(5)를 구비하고, 복수의 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B) 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 셀 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 셀 두께보다도 얇고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 하나의 액정 라이트 밸브와 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와,
 상기 복수의 색광의 각각을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와,
 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 셀 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 셀 두께보다도 얇고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 하는 프로젝터.

청구항 2

다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와,
 상기 복수의 색광의 각각을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와,
 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성이 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성보다도 작고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 하는 프로젝터.

청구항 3

다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와,
 상기 복수의 색광의 각각을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와,
 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 액정의 프리틸트각이 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 액정의 프리틸트각보다도 작고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 하는 프로젝터.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 액정 라이트 밸브가, 액정층과, 상기 액정층을 협지하는 한 쌍의 기판과, 상기 한 쌍의 기판 각각에 설치된 전극과, 상기 한 쌍의 기판 중의 적어도 한쪽의 기판에 있어서의 상기 전극의 상기 액정층측에 형성된 절연막을 구비하고,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께보다도 얇은 것을 특징으로 하는 프로젝터.

청구항 5

다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와,

상기 복수의 색광의 각각을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와,
 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고,
 상기 액정 라이트 밸브가, 액정층과, 상기 액정층을 협지하는 한 쌍의 기판과, 상기 한 쌍의 기판 각각에 설치된 전극과, 상기 한 쌍의 기판 중의 적어도 한쪽의 기판에 있어서의 상기 전극의 상기 액정층측에 형성된 절연막을 구비하고,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께보다도 얇고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 하는 프로젝터.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 복수의 액정 라이트 밸브가, 적색광 변조용 액정 라이트 밸브, 녹색광 변조용 액정 라이트 밸브, 및 청색광 변조용 액정 라이트 밸브이며,
 상기 하나의 액정 라이트 밸브가 상기 청색광 변조용 액정 라이트 밸브인 것을 특징으로 하는 프로젝터.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 액정 라이트 밸브가 반사형 액정 라이트 밸브인 것을 특징으로 하는 프로젝터.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 프로젝터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 프로젝터는, 광원으로부터의 광을 액정 라이트 밸브 등의 광 변조 소자에 의해 변조하고, 변조된 광을 투사 광학계에 의해 스크린 등의 피투사면 상에 투사하여, 표시를 행하는 광학기기이다. 최근, 프로젝터의 표시 품질의 향상이 요구되고 있어, 그 때문에 다양한 방법이 제안되어 있다.

[0003] 예를 들면, 하기의 특허 문헌 1에는, 적(R), 녹(G), 청(B)의 각 화상을 형성하는 투과형의 액정 패널을 이용한 투영형 액정 표시 장치에 있어서, 3매의 액정 패널에서 셀 두께를 서로 다르게 함으로써, 최종적으로 투영되는 각 색의 화상의 휘도나 콘트라스트를 일치시키는 것이 개시되어 있다. 또한, 하기의 특허 문헌 2에는, 수직 배향 모드의 반사형 액정 표시 장치를 이용한 프로젝터 시스템에 있어서, 인접하는 화소간에 액정 분자의 프리틸트각이 화소 내와 다른 영역을 형성함으로써, 디스클리네이션이라고 불리는 액정 분자의 배향 흐트러짐에 수반하는 표시 불량을 억제하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본 특허 공개 평9-160030호 공보
 (특허문헌 0002) 특허 문헌 2 : 일본 특허 공개 2008-46337호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 예를 들면, 어느 화소에서 백 표시, 그 화소의 인접하는 화소에서 흑색 표시를 행하고 있는 경우, 이들 2개의 화소간에는 액정 패널의 기판면에 대략 평행한 방향의 전계, 소위 횡전계가 발생한다. 이와 같이, 인접하는 화소간에 횡전계가 발생하는 패턴을 표시시켰을 때, 패턴 주변의 화소내의 일부의 영역이 착색되는 현상이 생기는 경우가 있다. 또한, 상기의 패턴을 이동시키면, 착색된 부분도 이동하여 눈으로 확인되어, 관찰자에게 불쾌감을 주게 된다고 하는 문제가 있었다. 상기의 특허 문헌 1, 2에 있어서, 디스클리네이션을 완전하게 방지할 수 없었던 경우에는, 상기의 불쾌감을 해소할 수 있는 것은 아니다.

[0006] 본 발명은, 상기의 과제를 해결하기 위하여 이루어진 것이며, 표시 패턴 주변의 착색에 의한 불쾌감을 억제할 수 있는 프로젝터의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 프로젝터는, 다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와, 상기 색광을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와, 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와, 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고, 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 셀 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 셀 두께보다도 얇고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명에 있어서, 「최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있다」라는 것은, 최대 계조 전압 인가시의 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에 있어서의 각 액정층의 두께 방향의 중심에 존재하는 액정 분자의 틸트각(액정 패널의 법선과 액정 분자의 장축이 이루는 각)을 비교하였을 때, 최대의 틸트각과 최소의 틸트각과의 차가 5도 이하인 것을 의미한다.

[0009] 또한, 「최대 계조 전압」이란, 액정의 반사율 혹은 투과율이 대략 최대값을 취할 때의 전압을 의미한다.

[0010] 또한, 「액정층의 두께 방향의 중심에 존재하는 액정 분자의 틸트각」을, 이하의 설명에서는 「평균 틸트각」이라고 칭한다.

[0011] 본 발명자는, 예의 검토한 결과, 표시 패턴 주변의 착색의 원인을 아래와 같이 추찰하였다.

[0012] 일반적으로, 액정의 굴절률 이방성은 과장 분산을 갖고 있기 때문에, 액정의 전압-반사율 특성(V-R 특성) 혹은 전압-투과율 특성(V-T 특성)은 광의 과장에 의해 다르다. 따라서 반사율 혹은 투과율이 최대값을 취할 때의 전압, 즉 최대 계조 전압은 광의 과장에 의해 다르다. 이것에 수반하여, 다른 색의 색광마다 대응한 복수의 액정 라이트 밸브를 구비한 프로젝터에 있어서는, 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각이 과장(액정 라이트 밸브)에 의해 다르고, 디스클리네이션의 발생의 정도가 과장(액정 라이트 밸브)에 의해 다르다. 따라서 복수의 액정 라이트 밸브에서 형성되는 각 색의 화상이 중첩되었을 때, 디스클리네이션은 완전하게는 서로 중첩되지 않으므로, 디스클리네이션의 발생 영역이 착색으로서 눈으로 확인된다.

[0013] 이것에 대하여, 본 발명의 프로젝터에서는, 하나의 액정 라이트 밸브의 셀 두께를 다른 액정 라이트 밸브의 셀 두께보다도 얇게 설정하고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태, 즉 평균 틸트각을 하나의 액정 라이트 밸브와 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치시키고 있다. 그 때문에, 디스클리네이션의 발생의 정도가 과장에 관계없이 모든 액정 라이트 밸브에서 대략 동일해진다. 이에 의해, 디스클리네이션은 발생하지만, 디스클리네이션이 발생하기 어려운 색광만이 눈으로 확인되는 일이 없어, 표시 패턴 주변의 착색에 의한 불쾌감을 억제할 수 있다.

[0014] 본 발명의 프로젝터는, 다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와, 상기 색광을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와, 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와, 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고, 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성이 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성보다도 작고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 프로젝터에 있어서는, 하나의 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성을 다른 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성보다도 작게 설정하고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태, 즉 평균 틸트각을 하나의 액정 라이트 밸브와 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치시키고 있다. 그 때문에, 디스클리네이션

선의 발생의 정도가 과장에 관계없이 모든 액정 라이트 밸브에서 대략 동일해진다. 이에 의해, 디스클리네이션은 발생하지만, 디스클리네이션이 발생하기 어려운 색광만이 눈으로 확인되는 일이 없어, 표시 패턴 주변의 착색에 의한 불쾌감을 억제할 수 있다.

[0016] 본 발명의 프로젝터는, 다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와, 상기 색광을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와, 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와, 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고, 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 액정의 프리틸트각이 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 액정의 프리틸트각보다도 작고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 프로젝터에 있어서는, 하나의 액정 라이트 밸브의 액정의 프리틸트각을 다른 액정 라이트 밸브의 액정의 프리틸트각보다도 작게 설정하고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태, 즉 평균 틸트각을 하나의 액정 라이트 밸브와 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치시키고 있다. 그 때문에, 디스클리네이션의 발생의 정도가 과장에 관계없이 모든 액정 라이트 밸브에서 대략 동일해진다. 이에 의해, 디스클리네이션은 발생하지만, 디스클리네이션이 발생하기 어려운 색광만이 눈으로 확인되는 일이 없어, 표시 패턴 주변의 착색에 의한 불쾌감을 억제할 수 있다.

[0018] 본 발명의 프로젝터에 있어서는, 상기 액정 라이트 밸브가, 액정층과, 상기 액정층을 협지하는 한 쌍의 기관과, 상기 한 쌍의 기관 각각에 설치된 전극과, 상기 한 쌍의 기관 중의 적어도 한쪽의 기관에 있어서의 상기 전극의 상기 액정층측에 형성된 절연막을 구비하고, 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께보다 얇은 구성으로 해도 된다.

[0019] 이 구성에 따르면, 하나의 액정 라이트 밸브의 절연막의 막 두께가 다른 액정 라이트 밸브의 절연막의 막 두께보다 얇기 때문에, 하나의 액정 라이트 밸브에 있어서는 다른 액정 라이트 밸브보다도 황전계의 영향이 커진다. 이에 의해, 하나의 액정 라이트 밸브에 있어서의 디스클리네이션을 발생시키기 쉽게 함으로써, 다른 액정 라이트 밸브에 있어서의 디스클리네이션의 발생의 정도에 맞출 수 있다.

[0020] 본 발명의 프로젝터는, 다른 색의 복수의 색광을 사출하는 조명 장치와, 상기 색광을 변조하는 복수의 액정 라이트 밸브와, 상기 복수의 액정 라이트 밸브에 의해 변조된 색광을 합성하는 색 합성 광학계와, 상기 색 합성 광학계에 의해 합성된 광을 피투사면 상에 투사하는 투사 광학계를 구비하고, 상기 액정 라이트 밸브가, 액정층과, 상기 액정층을 협지하는 한 쌍의 기관과, 상기 한 쌍의 기관 각각에 설치된 전극과, 상기 한 쌍의 기관 중의 적어도 한쪽의 기관에 있어서의 상기 전극의 상기 액정층측에 형성된 절연막을 구비하고, 상기 복수의 액정 라이트 밸브 중, 하나의 색광을 변조하는 하나의 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께가 다른 색광을 변조하는 다른 액정 라이트 밸브의 상기 절연막의 막 두께보다도 작고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태가 상기 하나의 액정 라이트 밸브와 상기 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치하고 있는 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 프로젝터에 있어서는, 하나의 액정 라이트 밸브의 절연막의 막 두께를 다른 액정 라이트 밸브의 절연막의 막 두께보다도 작게 설정하고, 최대 계조 전압 인가시의 액정의 배향 상태, 즉 평균 틸트각을 하나의 액정 라이트 밸브와 다른 액정 라이트 밸브에서 대략 일치시키고 있다. 그 때문에, 디스클리네이션의 발생의 정도가 과장에 관계없이 모든 액정 라이트 밸브에서 대략 동일해진다. 이에 의해, 디스클리네이션은 발생하지만, 디스클리네이션이 발생하기 어려운 색광만이 눈으로 확인되는 일이 없어, 표시 패턴 주변의 착색에 의한 불쾌감을 억제할 수 있다.

[0022] 본 발명의 프로젝터에 있어서는, 상기 복수의 액정 라이트 밸브가, 적색광 변조용 액정 라이트 밸브, 녹색광 변조용 액정 라이트 밸브, 및 청색광 변조용 액정 라이트 밸브이며, 상기 하나의 액정 라이트 밸브가 상기 청색광 변조용 액정 라이트 밸브인 것이 바람직하다.

[0023] 일반적으로, 청색광에 대한 최대 계조 전압은 다른 색광에 대한 최대 계조 전압에 비교하여 낮고, 청색광에 대한 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각은 다른 색광에 대한 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각에 비교하여 크다. 즉, 기관 수평 방향과 액정의 평균 틸트 방향이 이루는 각도가, 다른 색광의 상기 각도에 비교하여 크다. 따라서 청색광 변조용 라이트 밸브에서는, 적색광 변조용 액정 라이트 밸브나 녹색광 변조용 액정 라이트 밸브에 비교하여 디스클리네이션이 발생하기 어렵다. 따라서 청색광 변조용 라이트 밸브의 셀 두께, 굴절률 이방성, 프리틸트각, 절연막 두께 등을 조정하고, 청색광 변조용 라이트 밸브에 있어서의 최대 계조

전압 인가시의 평균 틸트각을 다른 색광 변조용 라이트 밸브에 있어서의 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각에 맞추으로써, 디스클리네이션 발생 영역이 푸르게 착색되는 현상을 억제할 수 있다.

[0024] 본 발명의 프로젝터에 있어서는, 상기 액정 라이트 밸브가 반사형 액정 라이트 밸브인 것이 바람직하다.

[0025] 반사형 액정 라이트 밸브를 이용한 경우, 액정층을 광이 2회 통과하기 때문에, 액정의 굴절률 이방성이나 셀 두께가 동일하였다고 해도, 액정층에서의 리터레이션(굴절률 이방성(Δn)과 셀 두께(d)의 곱($\Delta n \cdot d$))이 투과형 액정 라이트 밸브의 2배로 된다. 따라서 반사형 액정 라이트 밸브와 투과형 액정 라이트 밸브에서 굴절률 이방성이나 셀 두께를 동일한 양만큼 변화시켰다고 해도, 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각의 변화는 반사형 액정 라이트 밸브의 쪽이 커진다. 따라서 본 발명은 투과형 액정 라이트 밸브에도 적용 가능하지만, 반사형 액정 라이트 밸브에 특히 적합하다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태의 프로젝터를 도시하는 개략구성도이다.

도 2는 프로젝터의 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다.

도 3은 본 프로젝터에 있어서, 적색광, 녹색광, 청색광에 대한 V-R 특성 및 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각을 나타내는 그래프이다.

도 4는 제2 실시 형태의 프로젝터에 있어서의 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다.

도 5는 본 프로젝터에 있어서, 적색광, 녹색광, 청색광에 대한 V-R 특성 및 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각을 나타내는 그래프이다.

도 6은 제3 실시 형태의 프로젝터에 있어서의 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다.

도 7은 제4 실시 형태의 프로젝터에 있어서의 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다.

도 8은 표시 패턴 주변에서의 착색 현상의 발생 원인을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] [제1 실시 형태]

[0028] 이하, 본 발명의 제1 실시 형태에 대하여, 도 1~도 3을 이용하여 설명한다.

[0029] 본 실시 형태에서는, 3매의 반사형 액정 라이트 밸브를 구비한 프로젝터, 소위 3관식의 액정 프로젝터를 예로 들어 설명한다.

[0030] 도 1은, 본 실시 형태의 프로젝터를 도시하는 개략구성도이다. 도 2는, 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다. 도 3은, 본 실시 형태의 프로젝터에 있어서, 적색광용 액정 라이트 밸브, 녹색광용 액정 라이트 밸브, 청색광용 액정 라이트 밸브 각각에 대한 V-R 특성 및 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각을 나타내는 그래프이다.

[0031] 또한, 이하의 각 도면에 있어서는 각 구성 요소를 보기 쉽게 하기 위하여, 구성 요소에 의해 치수의 축척을 서로 다르게 하여 나타내는 경우가 있다.

[0032] 본 실시 형태의 프로젝터(1)는, 도 1에 도시한 바와 같이, 적색광(R광), 녹색광(G광), 청색광(B광)으로 이루어지는 3색의 색광을 사출하는 조명 장치(2)와, 각 색광에 의한 화상을 형성하는 3조의 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)와, 3색의 색광을 합성하는 색 합성 소자(4)(색 합성 광학계)와, 합성된 광을 스크린 등의 피투사면(도시 생략)에 투사하는 투사 광학계(5)를 구비하고 있다. 조명 장치(2)는, 광원(6)과, 인터그레이터 광학계(7)와, 색 분리 광학계(8)를 구비하고 있다. 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)는, 입사측 편광판(9)과, 편광 빔 스플리터(10)(Polarized Beam Splitter, 이하, PBS라고 약기함)와, 반사형의 액정 셀(11R, 11G, 11B)과, 광학 보상판(12)과, 사출측 편광판(13)을 구비하고 있다.

[0033] 프로젝터(1)는, 개략 아래와 같이 동작한다.

[0034] 광원(2)으로부터 사출된 백색광은, 인터그레이터 광학계(7)에 입사한다. 인터그레이터 광학계(7)에 입사한 백색광은, 조도가 균일화됨과 함께 편광 상태가 소정의 직선 편광에 일치되어 사출된다. 인터그레이터 광학계(7)로부터 사출된 백색광은, 색 분리 광학계(8)에 의해 R, G, B의 각 색광으로 분리되고, 색광마다 다른 조

의 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 입사한다. 각 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 입사한 색광은, 표시해야 할 화상의 화상 신호에 기초하여 변조된 변조광으로 된다. 3조의 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)로부터 사출된 3색의 변조광은, 색 합성 소자(4)에 의해 합성되어 다색광으로 되고, 투사 광학계(5)에 입사한다. 투사 광학계(5)에 입사한 다색광은, 스크린 등의 피투사면에 투사된다. 이와 같이 하여, 피투사면에 풀 컬러의 화상이 표시된다.

[0035] 이하, 프로젝터(1)의 각 구성 요소에 대하여 자세하게 설명한다.

[0036] 광원(6)은, 광원 램프(15)와 포물면 리플렉터(16)를 갖고 있다. 광원 램프(15)로부터 방사된 광은, 포물면 리플렉터(16)에 의해 일방향으로 반사되어 대략 평행한 광속으로 되고, 광원광으로서 인터그레이터 광학계(7)에 입사한다. 광원 램프(15)는, 예를 들면 메탈 할로겐 램프, 크세논 램프, 고압 수은 램프, 할로겐 램프 등에 의해 구성된다. 포물면 리플렉터(16) 대신에, 타원 리플렉터, 구면 리플렉터 등에 의해 리플렉터를 구성해도 된다. 리플렉터의 형상에 따라서 리플렉터로부터 사출된 광을 평행화하는 평행화 렌즈를 사용해도 된다.

[0037] 인터그레이터 광학계(7)는, 제1 렌즈 어레이(17)와, 제2 렌즈 어레이(18)와, 편광 변환 소자(19)와, 중첩 렌즈(20)를 갖고 있다. 제1 렌즈 어레이(17)는, 광원(6)의 광축(L1)에 대략 직교하는 면에 배열된 복수의 마이크로 렌즈(21)를 갖고 있다. 제2 렌즈 어레이(18)는, 제1 렌즈 어레이(17)와 마찬가지로, 복수의 마이크로 렌즈(22)를 갖고 있다. 각 마이크로 렌즈(21, 22)는 매트릭스 형상으로 배열되어 있고, 광축(L1)에 직교하는 평면에 있어서의 평면 형상이, 액정 셀(11R, 11G, 11B)의 피조명 영역과 서로 유사한 형상(대략 직사각형)으로 되어 있다. 피조명 영역이란, 액정 셀(11R, 11G, 11B)에 있어서 복수의 화소가 매트릭스 형상으로 배열되어 표시에 실질적으로 기여하는 영역인 것이다.

[0038] 편광 변환 소자(19)는, 복수의 편광 변환 유닛(23)을 갖고 있다. 각 편광 변환 유닛(23)은, 그 상세한 구조를 도시하지 않지만, 편광분리막(이하, PBS막이라고 함), 1/2 위상판, 및 반사 미러를 갖고 있다. 제1 렌즈 어레이(17)의 각 마이크로 렌즈(21)는, 제2 렌즈 어레이(18)의 각 마이크로 렌즈(22)와 일대일로 대응하고 있다. 제2 렌즈 어레이(18)의 각 마이크로 렌즈(22)는, 편광 변환 소자(19)의 각 편광 변환 유닛(23)과 일대일로 대응하고 있다.

[0039] 인터그레이터 광학계(7)에 입사한 광원광은, 제1 렌즈 어레이(17)의 복수의 마이크로 렌즈(21)에 공간적으로 분리되어 입사하고, 마이크로 렌즈(21)에 입사한 광속마다 집광된다. 각 마이크로 렌즈(21)에 의해 집광된 광원광은, 마이크로 렌즈(21)와 대응하는 제2 렌즈 어레이(18)의 마이크로 렌즈(22)에 결상한다. 즉, 제2 렌즈 어레이(18)의 복수의 마이크로 렌즈(22)의 각각에 이차 광원상이 형성된다. 마이크로 렌즈(22)에 형성된 이차 광원상으로부터의 광은, 이 마이크로 렌즈(22)에 대응하는 편광 변환 유닛(23)에 입사한다.

[0040] 편광 변환 유닛(23)에 입사한 광은, PBS막에 대한 P편광과 S편광으로 분리된다. 분리된 한쪽의 편광(예를 들면 S편광)은, 반사 미러에서 반사한 후에 1/2 위상판을 통과함으로써 편광 상태가 변환되고, 다른 쪽의 편광(예를 들면 P편광)에 일치된다. 여기서는, 편광 변환 유닛(23)을 통과한 광의 편광 상태가, 후술하는 입사측 편광판(9)을 투과하는 편광 상태에 일치되도록 되어 있다. 복수의 편광 변환 유닛(23)으로부터 사출된 광은, 중첩 렌즈(20)에 의해 액정 셀(11R, 11G, 11B)의 피조명 영역 상에 중첩된다. 제1 렌즈 어레이(17)에 의해 공간적으로 분할된 각 광속이 피조명 영역의 대략 전체 영역을 조명함으로써 조도 분포가 평균화되고, 피조명 영역 상의 조도가 균일화된다.

[0041] 색 분리 광학계(8)는, 파장 선택면을 갖는 제1 다이크로익 미러(25), 제2 다이크로익 미러(26), 제3 다이크로익 미러(27), 및 제1 반사 미러(28), 제2 반사 미러(29)를 갖고 있다. 제1 다이크로익 미러(25)는, 적색광(L_R)을 반사시킴과 함께, 녹색광(L_G) 및 청색광(L_B)을 투과시키는 분광 특성을 갖고 있다. 제2 다이크로익 미러(26)는, 적색광(L_R)을 투과시킴과 함께, 녹색광(L_G) 및 청색광(L_B)을 반사시키는 분광 특성을 갖고 있다. 제3 다이크로익 미러(27)는, 녹색광(L_G)을 반사시킴과 함께, 청색광(L_B)을 투과시키는 분광 특성을 갖고 있다. 제1 다이크로익 미러(25)와 제2 다이크로익 미러(26)는, 각각의 파장 선택면이 서로 대략 직교하도록, 또한 각각의 파장 선택면이 인터그레이터 광학계(7)의 광축(L2)과 대략 45°의 각도를 이루도록 배치되어 있다.

[0042] 색 분리 광학계(8)에 입사한 광원광에 포함되는 적색광(L_R), 녹색광(L_G), 청색광(L_B)은, 아래와 같이 하여 분리되고, 분리된 색광마다 대응하는 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 입사한다. 즉, 적색광(L_R)은, 제2 다이크로익 미러(26)를 투과함과 함께 제1 다이크로익 미러(25)에서 반사한 후, 제1 반사 미러(28)에서 반사하고,

적색광용 액정 라이트 밸브(3R)에 입사한다. 녹색광(L_G)은, 제1 다이크로익 미러(25)를 투과함과 함께 제2 다이크로익 미러(26)에서 반사한 후, 제2 반사 미러(29)에서 반사하고, 제3 다이크로익 미러(27)에서 반사하여, 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G)에 입사한다. 청색광(L_B)은, 제1 다이크로익 미러(25)를 투과함과 함께 제2 다이크로익 미러(26)에서 반사한 후, 제2 반사 미러(29)에서 반사하고, 제3 다이크로익 미러(27)를 투과하여, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)에 입사한다.

[0043] 적색광용 액정 라이트 밸브(3R), 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G), 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)는 어느 것이나 마찬가지로의 구성으로 되어 있다. 여기서는, 액정 라이트 밸브를 대표하여, 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G)의 구성에 대하여 설명한다.

[0044] 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G)는, 입사측 편광판(9), PBS(10), 녹색광용 액정 셀(11G), 광학 보상판(12), 사출측 편광판(13)을 갖고 있다. 광원광의 일부인 녹색광(L_G)은 입사측 편광판(9)에 입사한다. 입사측 편광판(9)은 직선 편광을 통과시키는 것이며, 다음에 설명하는 PBS(10)의 편광 분리면에 대한 P편광을 통과시키도록 투과축이 설정되어 있다. 이하, PBS(10)의 편광 분리면에 대한 P편광을 간단히 P편광이라고 칭하고, PBS(10)의 편광 분리면에 대한 S편광을 간단히 S편광이라고 칭한다. 상술한 바와 같이, 인터그레이터 광학계(7)를 통과한 광원광은, 편광 상태가 P편광에 일치되어 있고, 광(L_G)의 대략 모두가 입사측 편광판(9)을 통과하여, PBS(10)에 입사한다.

[0045] 본 실시 형태의 PBS(10)는 와이어 그리드형 PBS이며, 예를 들면 글래스 기판과 그 상에 형성된 복수의 금속선에 의해 구성되어 있다(도시 생략). 복수의 금속선은, 모두가 한방향(Z 방향)으로 연장되어 있고, 서로 대략 평행하게 이격되어 글래스 기판 상에 형성되어 있다. 복수의 금속선이 형성된 글래스 기판의 주면이 편광 분리면으로 되고, 복수의 금속선의 연장 방향이 반사축 방향이며, 복수의 금속선의 배열 방향이 투과축 방향이다. 편광 분리면은, 편광 분리면에 입사하는 녹색광(L_G)의 중심축에 대하여 대략 45°의 각도를 이루고 있다. 편광 분리면에 입사한 녹색광(L_G) 중에서, 편광 방향이 반사축 방향과 일치하는 S편광은 편광 분리면에서 반사하고, 편광 방향이 투과축 방향과 일치하는 P편광은 편광 분리면을 투과한다. 인터그레이터 광학계(7)의 편광 변환 소자(19)에 의해 녹색광(L_G)은 대략 P편광으로 되어 있으므로, 녹색광(L_G)은 PBS(10)의 편광 분리면을 투과하여 녹색광용 액정 셀(11G)에 입사한다. 입사측 편광판(9), 사출측 편광판(13)은 와이어 그리드형 편광판으로 구성되어 있다.

[0046] 본 실시 형태의 녹색광용 액정 셀(11G)은 반사형 액정 셀이며, 액정 모드는 수직 배향(Vertical Alien) 모드이다. 녹색광용 액정 셀(11G)은, 도 2(b)에 도시한 바와 같이, 서로 대향 배치된 TFT 어레이 기판(31) 및 대향 기판(32)과, 이들 2매의 기판간에 협지된 액정층(33)을 갖고 있다. 액정층(33)은 유전율 이방성이 마이너스인 액정 재료로 구성되어 있고, 굴절률 이방성(Δn)이 0.12, 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)이 -5.5이다.

[0047] 또한, PBS(10)와 녹색광용 액정 셀(11G)과의 사이에 광학 보상판(12)이 설치되어 있다. PBS(10)를 투과한 녹색광(L_G)은, 광학 보상판(12), 대향 기판(32)을 순차적으로 투과하고, 액정층(33)에 입사한 후에 TFT 어레이 기판(31) 상에서 반사하여 되돌려진다. 녹색광(L_G)은, 액정층(33)을 투과하는 동안에 변조되어 변조광으로 되어, 대향 기판(32), 광학 보상판(12)을 순차적으로 투과한다.

[0048] TFT 어레이 기판(31)을 구성하는 기판 본체(35) 상에는, 서로 평행하게 배치된 복수의 게이트선과 서로 평행하게 배치된 복수의 소스선이 직교하도록 배치되고, 게이트선과 소스선의 교점 근방에 설치된 TFT를 개재하여 화소 전극(36)이 설치되어 있다. 또한, 도 2(a),(b)에 있어서는, 게이트선, 소스선, TFT 등의 화소 전극(36)보다도 하층층의 구성 요소의 도시는 생략한다. 화소 전극(36)은 예를 들면 알루미늄, 은, 이들의 합금 등의 광 반사율이 높은 금속 등으로 구성되고, 반사 전극으로서 기능한다. 한편, 대향 기판(32)을 구성하는 기판 본체(38) 상에는, 인듐 주석 산화물(Indium Tin Oxide, 이하, ITO라고 약기함) 등의 투명 도전 재료로 이루어지는 공통 전극(39)이 설치되어 있다.

[0049] TFT 어레이 기판(31)의 화소 전극(36) 상에는 배향막(37)이 형성되어 있다. 마찬가지로, 대향 기판(32)의 공통 전극(39) 상에는 배향막(40)이 형성되어 있다. 이들 배향막(37, 40)은, 실리콘 산화물(SiO_2)을 진공 증착함으로써 형성되어 있다. 진공 증착시의 진공도는 5×10^3 Pa, 기판온도는 100°C로 한다. 또한, 배향막(37, 40)에 이방성을 부여하기 위하여, 기판면으로부터 45도 기울인 방향에서 증착을 행한다. 이와 같이 하면, 증착 방위와 동일한 방위에 있어서 기판면으로부터 70도 기울인 방향으로 실리콘 산화물의 컬럼(주상 구조체)이

성장한다. TFT 어레이 기판(31) 상의 배향막(37)과 대향 기판(32) 상의 배향막(40)은, 각각의 배향 방향이 반평행하게 되도록 배치되어 있다. 이상의 배향막(37, 40)에 의해, 액정층(33)의 액정 분자(33B)는 그 장축 방향이 실리콘 산화물의 컬럼이 향하는 방위에 있어서 기판면으로부터 86.5도의 각도를 이루도록 배향한다. 즉, 액정층(33)의 프리틸트각(각 기판(31, 32)의 법선과 액정 분자(33B)의 장축 방향이 이루는 각도)은 3.5도로 설정되어 있다. 또한, 화소 전극(36)의 재료와 공통 전극(39)의 재료의 일함수 차가 플리커나 소부의 원인이 되는 경우에는, 화소 전극(36)과 배향막(37)과의 사이에 절연막을 형성해도 된다.

[0050] 광학 보상판(12)은, 마이너스인 굴절률 이방성을 갖음과 함께 두께 방향을 따르는 광축을 갖는 C플레이트에 의해 구성되어 있다. 광학 보상판(12)의 굴절률은, $n_x=n_y>n_z$ 이며, 두께 방향의 리터데이전의 값이 $220\text{nm} \cdot ((n_x+n_x)/2-n_z) \cdot d_c$ 이다. 또한, d_c 는 광학 보상판(12)의 두께, n_x 및 n_y 는 각각 광학 보상판(12)의 면 방향의 주굴절률을 나타내고, n_z 는 광축 방향의 주굴절률을 나타내고 있다. 광학 보상판(12)을 녹색광용 액정 셀(11G)에 대하여 각도 α 만큼 기울인 자세로 설치함으로써 표시의 콘트라스트를 높일 수 있다. 그 때문에, 광학 보상판(12)을 경사시켜 배치하기 위한 경사 기구를 구비하는 것이 바람직하다.

[0051] 상술한 바와 같이, 적색광용 액정 라이트 밸브(3R), 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G), 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)는 기본 구성은 공통되지만, 이하의 부분에서 다르다.

[0052] 즉, 본 실시 형태에서는, 하나의 액정 라이트 밸브에 있어서의 액정 셀의 셀 두께가 다른 액정 라이트 밸브에 있어서의 액정 셀의 셀 두께와 다르다. 구체적으로는, 도 2(a)에 도시하는 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 액정 셀(11B)의 셀 두께(d_b)가, 도 2(b)에 도시하는 적색광용 액정 라이트 밸브(3R)의 액정 셀(11R)의 셀 두께(d_r) 및 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G)의 액정 셀(11G)의 셀 두께(d_g)보다도 작게 설정되어 있다. 예를 들면 청색광용 액정 셀(11B)의 셀 두께(d_b)가 $1.7\mu\text{m}$, 적색광용 액정 셀(11R)의 셀 두께(d_r)가 $2.1\mu\text{m}$, 녹색광용 액정 셀(11G)의 셀 두께(d_g)가 $2.1\mu\text{m}$ 로 설정되어 있다. 각 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)의 셀 두께를 이와 같이 규제하기 위해, 청색광용 액정 셀(11B)에는 직경이 $1.7\mu\text{m}$ 인 구형의 겹재(41)가 사용되고, 적색광용 액정 셀(11R) 및 녹색광용 액정 셀(11G)에는 직경이 $2.1\mu\text{m}$ 인 구형의 겹재(42)가 사용되고 있다.

[0053] 도 1에 도시한 바와 같이, 색 합성 소자(4)는, 다이크로익 프리즘에 의해 구성되어 있다. 다이크로익 프리즘은, 4개의 삼각기둥 프리즘이 서로 접합된 구조로 되어 있다. 삼각기둥 프리즘에 있어서 접합되는 면은, 다이크로익 프리즘의 내면으로 된다. 다이크로익 프리즘의 내면에, 적색광(L_r)이 반사하여 녹색광(L_g)이 투과하는 미러면과, 청색광(L_b)이 반사하여 녹색광(L_g)이 투과하는 미러면이 서로 직교하여 형성되어 있다. 다이크로익 프리즘에 입사한 녹색광(L_g)은, 미러면을 그대로 직진하여 사출된다. 다이크로익 프리즘에 입사한 적색광(L_r), 청색광(L_b)은, 미러면에서 선택적으로 반사 혹은 투과하여, 녹색광(L_g)의 사출 방향과 동일 방향으로 사출된다. 이와 같이하여 3개의 색광(화상)이 서로 겹쳐져 합성되고, 합성된 색광이 투사 광학계(5)에 의해 스크린(7)에 확대 투사된다. 투사 광학계(5)는, 제1 렌즈 군(44) 및 제2 렌즈 군(45)을 갖고 있다.

[0054] 프로젝터의 액정 라이트 밸브에 있어서, 인접하는 화소간에 횡전계가 발생하는 패턴(흑백 패턴)이 표시되는 경우가 있다. 예를 들면 도 8의 (a), (b)에 도시한 바와 같이, 노멀리 블랙 모드의 액정 라이트 밸브에 있어서, 0V를 인가한 흑색 표시의 화소(PX1)와 5V를 인가한 백색 표시의 화소(PX2)가 인접하는 경우가 그러하다. 이때, 흑색 표시의 화소(PX1)와 백색 표시의 화소(PX2)와의 경계에서 디스클리네이션(D)(액정의 배향 불량)이 발생한다. 이것은, 인접하는 화소(PX1, PX2)의 전위가 다르기 때문에 횡전계가 발생하고, 횡전계의 영향으로 액정 분자(33B)가 의도하지 않은 방향으로 회전해버려, 액정 분자(33B)가 편광판의 광축에 평행 혹은 수직한 방향으로 배향함으로써 그 부분의 표시가 어두워지는 현상이다. 디스클리네이션은, 인접하는 화소간의 횡전계가 클수록 악화하는 경향이 있다. 그 밖에, 수직 배향 모드의 액정의 경우, 프리틸트각을 작게 하는(액정 분자의 배향을 기판면에 수직한 방향에 가깝게 한다)것으로도 횡전계의 영향을 받기 쉬워져, 디스클리네이션이 악화하는 경향이 있다.

[0055] 여기서, 적색광용 액정 라이트 밸브, 녹색광용 액정 라이트 밸브, 청색광용 액정 라이트 밸브에서 구성(셀 두께, 액정 재료 등)이 동일한 경우, 액정이, 장파장측의 굴절률보다도 단파장측의 굴절률이 커진다는 굴절률의 파장 분산을 갖고 있기 때문에, 단파장측의 광은 장파장측의 광에 비교하여 낮은 전압에서 $\Delta n \cdot d = \lambda/2$ 라고 하는 광학 조건을 충족시키고, 장파장측의 광은 단파장측의 광에 비교하여 높은 전압에서 포화 전압으로 된다. 그 때문에, 상기한 바와 같은 흑백 패턴이 표시되었을 때에 발생하는 횡전계의 강도는 단파장용(청색광용) 액정 라이트 밸브에서 작고, 장파장용(녹색광용, 적색광용) 액정 라이트 밸브에서 커진다. 그 때문에, 단파장용(청색광용) 액정 라이트 밸브에서는, 장파장용(녹색광용, 적색광용) 액정 라이트 밸브보다도 디스클

리네이션이 발생하기 어렵다.

- [0056] 상기의 이유로부터, 인접하는 화소간에 횡전계가 발생한 패턴을 이동시킨 경우((도 8의 (a)→도 8의 (b)), 인접하는 화소에서 생긴 디스클리네이션(D)이 청색광용 액정 라이트 밸브에서는 보이지 않고, 녹색광용 액정 라이트 밸브 및 적색광용 액정 라이트 밸브에서는 보이기 쉬워진다. 그 때문에, 녹색광용 액정 라이트 밸브 및 적색광용 액정 라이트 밸브에서 생긴 디스클리네이션의 위치에 대응한 영역이 푸르게 착색되고, 그 착색된 부분이 이동하기 때문에, 관찰자에 있어서 불쾌감을 주게 된다고 하는 문제가 발생하고 있었다.
- [0057] 도 3은, 액정에 대한 전압과 반사율과의 관계(V-R 특성), 및 전압과 평균 틸트각과의 관계(V- θ 특성)를 나타내는 그래프이며, 횡축이 전압[V], 좌축의 종축이 반사율[%], 우축의 종축이 평균 틸트각[도]을 나타내고 있다. 부호 A의 특성 곡선은 셀 두께 $d_b=1.7\mu\text{m}$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 B의 특성 곡선은 셀 두께 $d_b=2.1\mu\text{m}$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 C의 특성 곡선은 셀 두께 $d_g=2.1\mu\text{m}$ 인 녹색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 D의 특성 곡선은 셀 두께 $d_r=2.1\mu\text{m}$ 인 적색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 E의 특성 곡선은 셀 두께 $d_b=1.7\mu\text{m}$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성, 부호 F의 특성 곡선은 셀 두께 $d_g=d_r=2.1\mu\text{m}$ 인 녹색광용 액정 라이트 밸브 및 적색광용 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성을 각각 나타내고 있다.
- [0058] 모든 액정 라이트 밸브의 셀 두께를 일치시킨 경우, 즉, 셀 두께(d_r , d_g , d_b)를 $2.1\mu\text{m}$ 로 한 경우의 V-R 특성(곡선 B, C, D)을 비교하면, 녹색광용 액정 라이트 밸브 및 적색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성에 비교하여 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성이 크게 차이가 난다. 반사율이 대략 최대값을 취할 때의 최대 계조 전압은, 청색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VBmax)이 3.8V, 녹색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VGmax) 및 적색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VRmax)이 4.8V이다. 또한, 적색광용 액정 라이트 밸브의 반사율은 실제로는 4.8V보다도 높은 전압에서 최대값을 취하지만, 4.8V 부근의 영역에서는 반사율이 대략 포화되어 있다고 보여지므로, 녹색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VGmax)과 일치시키는 것으로 한다.
- [0059] 여기서, 청색광용 액정 라이트 밸브의 셀 두께(d_b)를 $2.1\mu\text{m}$ 내지 $1.7\mu\text{m}$ 로 변경하면, 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성(곡선 A)은 셀 두께 $d_b=2.1\mu\text{m}$ 인 경우(곡선 B)와 비교하여 고전압측으로 시프트한다. 그 결과, 셀 두께 $d_b=1.7\mu\text{m}$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성(곡선 A)은 셀 두께 $d_g=2.1\mu\text{m}$ 인 녹색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성(곡선 C)과 대략 일치한다. 따라서 청색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VBmax)을, 3.8V로부터 다른 액정 라이트 밸브와 마찬가지로 4.8V로 변경할 수 있다.
- [0060] 이때, 각 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성에 주목하면, 셀 두께 $d_b=1.7\mu\text{m}$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성(곡선 E)으로부터, 최대 계조 전압(4.8V) 인가시의 평균 틸트각은 대략 20도로 된다. 한편, 셀 두께 $d_g=d_r=2.1\mu\text{m}$ 인 녹색광용 액정 라이트 밸브 및 적색광용 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성(곡선 F)으로부터, 최대 계조 전압(4.8V) 인가시의 평균 틸트각은 대략 17도로 된다. 평균 틸트각의 크기는 디스클리네이션의 발생의 용이성과 대응하고 있어, 평균 틸트각이 작아질수록, 액정 분자가 횡전계의 영향을 받기 쉬워져, 디스클리네이션이 발생하기 쉬워진다.
- [0061] 이와 같이, 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 최대 계조 전압 인가시의 액정의 평균 틸트각, 즉 액정의 배향 상태가 대략 일치함으로써, 디스클리네이션의 발생의 용이성도 대략 일치한다. 즉, 본 실시 형태에서는, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 액정 셀(11B)의 셀 두께(d_b)를, 다른 액정 라이트 밸브(3G, 3R)의 액정 셀(11G, 11R)의 셀 두께(d_g , d_r)보다도 작게 설정함으로써, 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각, 즉 액정의 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 대략 일치시킬 수 있다. 이에 의해, 디스클리네이션의 발생의 용이성이 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 있어서 대략 일치하므로, 예를 들면 흑백 패턴 등을 표시하였을 때에 디스클리네이션이 발생하였다고 해도, 푸른 착색에 기인하는 불쾌감을 해소할 수 있다.
- [0062] [제2 실시 형태]
- [0063] 이하, 본 발명의 제2 실시 형태에 대하여, 도 4~도 5를 이용하여 설명한다.
- [0064] 본 실시 형태의 프로젝터의 기본 구성은 제1 실시 형태와 마찬가지로이며, 최대 계조 전압 인가시의 액정 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 일치시키기 위한 수단이 제1 실시 형태와 다르다.

- [0065] 도 4는, 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다. 도 5는, 본 실시 형태의 프로젝터에 있어서, 적색광용 액정 라이트 밸브, 녹색광용 액정 라이트 밸브, 청색광용 액정 라이트 밸브 각각에 대한 V-R 특성 및 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각을 나타내는 그래프이다.
- [0066] 도 4에 있어서, 제1 실시 형태에서 이용한 도 2와 공통의 구성 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0067] 본 실시 형태에서는, 하나의 화상 형성 광학계에 있어서의 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성(Δn)이 다른 화상 형성 광학계에 있어서의 액정 라이트 밸브의 액정의 굴절률 이방성(Δn)과 다르다. 구체적으로는, 도 4(a)에 도시하는 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 액정 셀(11R)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_B)이, 도 4(b)에 도시하는 적색광용 액정 라이트 밸브(3R)의 액정 셀(11R)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_R) 및 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G)의 액정 셀(11G)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_G)보다도 작게 설정되어 있다. 예를 들면 청색광용 액정 셀(11B)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_B)이 0.10, 적색광용 액정 셀(11R)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_R)이 0.12, 녹색광용 액정 셀(11G)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_G)이 0.12로 설정되어 있다.
- [0068] 각 액정 셀(11R, 11G, 11B)의 액정층(33)의 굴절률 이방성(Δn_R , Δn_G , Δn_B)을 이와 같이 규제하기 위해, 청색광용 액정 셀(11B)과 적색광용 액정 셀(11R) 및 녹색광용 액정 셀(11G)에서는 다른 액정 재료가 사용되고 있다. 또한, 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 셀 두께는 $2.1\mu\text{m}$ 로 동일하게 하고, 액정의 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)은 -5.5로 동일하게 한다. 또한, 각 액정 셀(11R, 11G, 11B)간의 프리틸트각의 차는 5도 이내로 제어하는 것이 바람직하다.
- [0069] 도 5는, 액정에 대한 전압과 반사율과의 관계(V-R 특성), 및 전압과 평균 틸트각과의 관계(V- θ 특성)를 나타내는 그래프이며, 횡축이 전압[V], 좌측의 종축이 반사율[%], 우측의 종축이 평균 틸트각[도]을 나타내고 있다. 부호 A의 특성 곡선은 굴절률 이방성 $\Delta n_B=0.10$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 B의 특성 곡선은 굴절률 이방성 $\Delta n_B=0.12$ 인 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 C의 특성 곡선은 굴절률 이방성 $\Delta n_G=0.12$ 인 녹색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 D의 특성 곡선은 굴절률 이방성 $\Delta n_R=0.12$ 인 적색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성, 부호 E의 특성 곡선은 굴절률 이방성 $\Delta n_B=\Delta n_G=\Delta n_R=0.12$ 인 각 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성을 각각 나타내고 있다.
- [0070] 모든 액정 라이트 밸브의 굴절률 이방성(Δn)을 일치시킨 경우, 즉, 굴절률 이방성(Δn)을 0.12로 한 경우의 V-R 특성(곡선 B, C, D)을 비교하면, 녹색광용 액정 라이트 밸브 및 적색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성에 비교하여 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성이 크게 차이가 난다. 반사율이 대략 최대값을 취할 때의 최대 계조 전압은, 청색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VBmax)이 3.8V, 녹색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VGmax) 및 적색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VRmax)이 4.8V이다. 또한, 적색광용 액정 라이트 밸브의 반사율은 실제로는 4.8V보다도 높은 전압에서 최대값을 취하지만, 4.8V 부근의 영역에서는 반사율이 대략 포화되어 있다고 보여지므로, 녹색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VGmax)과 일치시키는 것으로 한다.
- [0071] 여기서, 청색광용 액정 라이트 밸브의 굴절률 이방성(Δn_B)을 0.12 내지 0.10으로 변경하면, 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성(곡선 A)은 굴절률 이방성 $\Delta n_B=0.12$ 의 경우(곡선 B)와 비교하여 고전압측으로 시프트한다. 그 결과, 굴절률 이방성 $\Delta n_B=0.10$ 의 청색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성(곡선 A)은 굴절률 이방성 $\Delta n_G=0.12\mu\text{m}$ 인 녹색광용 액정 라이트 밸브의 V-R 특성(곡선 C)과 대략 일치한다. 따라서 청색광용 액정 라이트 밸브의 최대 계조 전압(VBmax)을 3.8V로부터 다른 액정 라이트 밸브와 마찬가지로 4.8V로 변경할 수 있다.
- [0072] 이때, 각 액정 라이트 밸브의 V- θ 특성에 주목하면, 곡선 E에서 나타내지는 V- θ 특성(곡선 E)으로부터, 최대 계조 전압이 3.8V일 때의 청색광용 액정 라이트 밸브의 평균 틸트각이 대략 30도인 것에 대하여, 최대 계조 전압을 4.8V로 일치시켰을 때의 각 액정 라이트 밸브의 평균 틸트각은 대략 17도로 일치한다. 이와 같이, 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 액정의 평균 틸트각이 대략 일치함으로써, 디스클리네이션의 발생의 용이성도 대략 일치한다. 즉, 본 실시 형태에서는, 청색광용 액정 라이트 밸브의 액정 셀의 굴절률 이방성(Δn_B)을, 다른 액정 라이트 밸브의 굴절률 이방성(Δn_G , Δn_R)보다도 작게 설정함으로써, 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각, 즉 액정의 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 대략 일치시킬 수 있다. 이에 의해, 디스클리네이션의 발생의 용이성이 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 대략 일치하므로, 예를 들면 흑백 패턴 등을 표시하였을 때에 디스클리네이션이 발생하였다고 해도, 푸른 착색에 기인하는 불쾌감을 해소

할 수 있다.

- [0073] 또한, 본 실시 형태의 경우, 청색광용 액정 셀(11B)의 액정의 굴절률 이방성(Δn_B)을 작게 함으로써, 청색광용 액정 셀(11B)의 내광성을 향상시킬 수 있다.
- [0074] [제3 실시 형태]
- [0075] 이하, 본 발명의 제3 실시 형태에 대하여, 도 6을 이용하여 설명한다.
- [0076] 본 실시 형태의 프로젝터의 기본 구성은 제1, 제2 실시 형태와 마찬가지로, 최대 계조 전압 인가시의 액정 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 일치시키기 위한 수단이 제1, 제2 실시 형태와 다르다.
- [0077] 도 6은, 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다.
- [0078] 도 6에 있어서, 제1 실시 형태에서 이용한 도 2와 공통의 구성 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0079] 본 실시 형태에서는, 하나의 액정 라이트 밸브에 있어서의 액정 셀의 액정의 프리틸트각(θ_p)이 다른 액정 라이트 밸브에 있어서의 액정 셀의 액정의 프리틸트각(θ_p)과 다르다. 구체적으로는, 도 6(a)에 도시하는 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 액정 셀(11B)의 액정층(33)의 프리틸트각(θ_{pB})이, 도 6(b)에 도시하는 적색광용 액정 라이트 밸브(3R)의 액정 셀(11R)의 액정층(33)의 프리틸트각(θ_{pR}) 및 녹색광용 액정 라이트 밸브(3G)의 액정 셀(11G)의 액정층(33)의 프리틸트각(θ_{pG})보다도 작게 설정되어 있다. 예를 들면 청색광용 액정 셀(11B)의 프리틸트각(θ_{pB})이 2도, 적색광용 액정 셀(11R)의 프리틸트각(θ_{pR})이 3.5도, 녹색광용 액정 셀(11G)의 프리틸트각(θ_{pG})이 3.5도로 설정되어 있다.
- [0080] 각 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)의 액정층(33)의 프리틸트각을 이와 같이 규제하기 위해, 청색광용 액정 셀(11B)과 적색광용 액정 셀(11R) 및 녹색광용 액정 셀(11G)에서는, 배향막(37, 40)을 형성할 때의 경사 방향 증착 조건이 다르다. 또한, 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 있어서 셀 두께는 2.1 μ m로 동일하게 하고, 액정의 굴절률 이방성(Δn)은 0.12, 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)은 -5.5로 동일하게 한다.
- [0081] 본 실시 형태에서는, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 액정 셀(11B)의 프리틸트각(θ_{pB})을, 다른 액정 라이트 밸브(3G, 3R, 3R)의 프리틸트각(θ_{pG} , θ_{pR})보다도 작게 설정함으로써, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)에서의 액정 배향이 황전계의 영향을 받기 쉬워져, 최대 계조 전압 인가시의 평균 프리틸트각, 즉 액정의 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 있어서 대략 일치시킬 수 있다. 이에 의해, 디스클리네이션의 발생의 용이성이 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 있어서 대략 일치하므로, 예를 들면 흑백 패턴 등을 표시하였을 때에 디스클리네이션이 발생하였다고 해도, 푸른 착색에 기인하는 불쾌감을 해소할 수 있다.
- [0082] [제4 실시 형태]
- [0083] 이하, 본 발명의 제4 실시 형태에 대하여, 도 7을 이용하여 설명한다.
- [0084] 본 실시 형태의 프로젝터의 기본 구성은 제1, 제2 실시 형태와 마찬가지로, 최대 계조 전압 인가시의 액정 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 일치시키기 위한 수단이 제1, 제2 실시 형태와 다르다.
- [0085] 도 7은, 액정 라이트 밸브 주변의 구성을 도시하는 단면도이다.
- [0086] 도 7에 있어서, 제1 실시 형태에서 이용한 도 2와 공통의 구성 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0087] 본 실시 형태에서는, 도 7(a)~(c)에 도시한 바와 같이, TFT 어레이 기관(31) 상의 화소 전극(36)과 배향막(37)과의 사이에 예를 들면 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 등으로 이루어지는 절연막(47)이 형성되어 있다. 그리고, 각 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 있어서의 액정 셀(11R, 11G, 11B)의 절연막(47)의 막 두께가 각각 다르다. 구체적으로는, 도 7(a)에 도시하는 청색광용 액정 셀(11B)의 절연막(47)의 막 두께(t_B)가 100nm, 도 7(b)에 도시하는 녹색광용 액정 셀(11G)의 절연막(47)의 막 두께(t_G)가 350nm, 도 7(c)에 도시하는 적색광용 액정 셀(11R)의 절연막(47)의 막 두께(t_R)가 375nm로 설정되어 있다.
- [0088] 여기서는, 녹색광용 액정 셀(11G)과 적색광용 액정 셀(11R)과의 사이에서도 최대 계조 전압 인가시의 평균 프리

트각을 맞춰 넣기 위해, 녹색광용 액정 셀(11G)의 절연막 두께(t_G)와 적색광용 액정 셀(11R)의 절연막 두께(t_R)를 바꾸고 있다. 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각이 그다지 변하지 않는다면, 녹색광용 액정 셀(11G)의 절연막 두께(t_G)와 적색광용 액정 셀(11R)의 절연막 두께(t_R)는 반드시 바꾸지 않아도 된다.

[0089] 또한, 도 7(a)에 도시하는 청색광용 액정 셀(11B)의 액정층(33)의 프리틸트각(θ_{PB})이 2.5도로 설정되고, 도 7(b)에 도시하는 녹색광용 액정 셀(11G)의 액정층(33)의 프리틸트각(θ_{PG})이 3.5도, 도 7(c)에 도시하는 적색광용 액정 셀(11R)의 액정층(33)의 프리틸트각(θ_{PR})이 3.5도로 설정되어 있다.

[0090] 또한, 모든 액정 셀(11R, 11G, 11B)에 있어서 셀 두께는 $2.2\mu\text{m}$ 로 동일하게 하고, 액정의 굴절률 이방성(Δn)은 0.12, 유전율 이방성($\Delta \epsilon$)은 -5.4로 동일하게 한다.

[0091] 또한, 대향 기관(32) 상의 공통 전극(39)과 배향막(40)과의 사이에 예를 들면 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 등으로 이루어지는 절연막(48)이 형성되어 있다. 상기의 예에서는, TFT 어레이 기관(31) 상의 절연막(47)의 막 두께를 각 액정 셀(11R, 11G, 11B)에 의해 바꾸었지만, 그 구성 대신에, 혹은 그 구성에 더하여, 대향 기관(32) 상의 절연막(48)의 막 두께를 각 액정 셀(11R, 11G, 11B)에 의해 바꾸어도 된다.

[0092] 본 실시 형태에서는, 청색광용 액정 셀(11B)의 프리틸트각(θ_{PB})을 다른 액정 셀(11G, 11R)의 프리틸트각(θ_{PG} , θ_{PR})보다도 작게 설정하고, 또한, 청색광용 액정 셀(11B)의 절연막(47)의 막 두께(t_B)를 다른 액정 셀(11G, 11R)의 절연막(47)의 막 두께(t_G , t_R)보다도 작게 함으로써, 청색광용 액정 셀(11B)에서의 액정의 배향이 횡전계의 영향을 받기 쉬워진다. 따라서 최대 계조 전압 인가시의 평균 틸트각, 즉 액정의 배향 상태를 모든 액정 셀(11R, 11G, 11B)에 있어서 대략 일치시킬 수 있다. 이에 의해, 디스클리네이션의 발생의 용이성이 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에 있어서 대략 일치하므로, 예를 들면 흑백 패턴 등을 표시하였을 때에 디스클리네이션이 발생하였다고 해도, 푸른 착색에 기인하는 불쾌감을 해소할 수 있다.

[0093] 본 실시 형태에서는, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 프리틸트각(θ_{PB})을 다른 액정 라이트 밸브(3R, 3G)의 프리틸트각(θ_{PG} , θ_{PR})보다도 작게 하는 것, 및, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 절연막 두께(t_B)를 다른 액정 라이트 밸브(3R, 3G)의 절연막 두께보다도 작게 하는 것의 2개의 수단을 조합함으로써, 액정의 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에서 대략 일치시키도록 하였다. 이 구성 대신에, 청색광용 액정 라이트 밸브(3B)의 절연막 두께(t_B)를 다른 액정 라이트 밸브(3R, 3G)의 절연막 두께(t_R , t_G)보다도 작게 하는 것만으로, 액정의 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브(3R, 3G, 3B)에서 대략 일치시키도록 해도 된다. 단, 절연막 두께를 너무나도 지나치게 얇게 하면 플리커나 소부의 문제가 생기기 때문에, 본 실시 형태와 같이, 절연막 두께를 바꾸는 것과 다른 수단을 조합하는 것이 바람직하다.

[0094] 또한, 본 발명의 기술범위는 상기 실시 형태에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 취지를 일탈하지 않는 범위에 있어서 여러 가지의 변경을 가하는 것이 가능하다. 예를 들면 상기 실시 형태에서는, 액정 라이트 밸브의 셀 두께, 굴절률 이방성, 프리틸트각, 절연막 두께 중 어느 하나를 바꿈으로써 액정의 배향 상태를 모든 액정 라이트 밸브에 있어서 대략 일치시키는 것으로 하였지만, 이들 4개의 파라미터 중, 임의의 2개 이상의 파라미터를 변화시켜도 된다. 복수개의 파라미터를 변화시킨 경우, 개개의 파라미터의 변화량이 작아진다. 또한, 상기 실시 형태에서는, 본 발명을 반사형 액정 라이트 밸브에 적용한 예를 나타냈지만, 투과형 액정 라이트 밸브에 적용하여도 된다. 그 밖에, 프로젝터의 각종 구성 부재의 재료, 형상, 수, 배치 등에 관해서는, 상기 실시 형태에 한하지 않고, 적절한 변경이 가능하다.

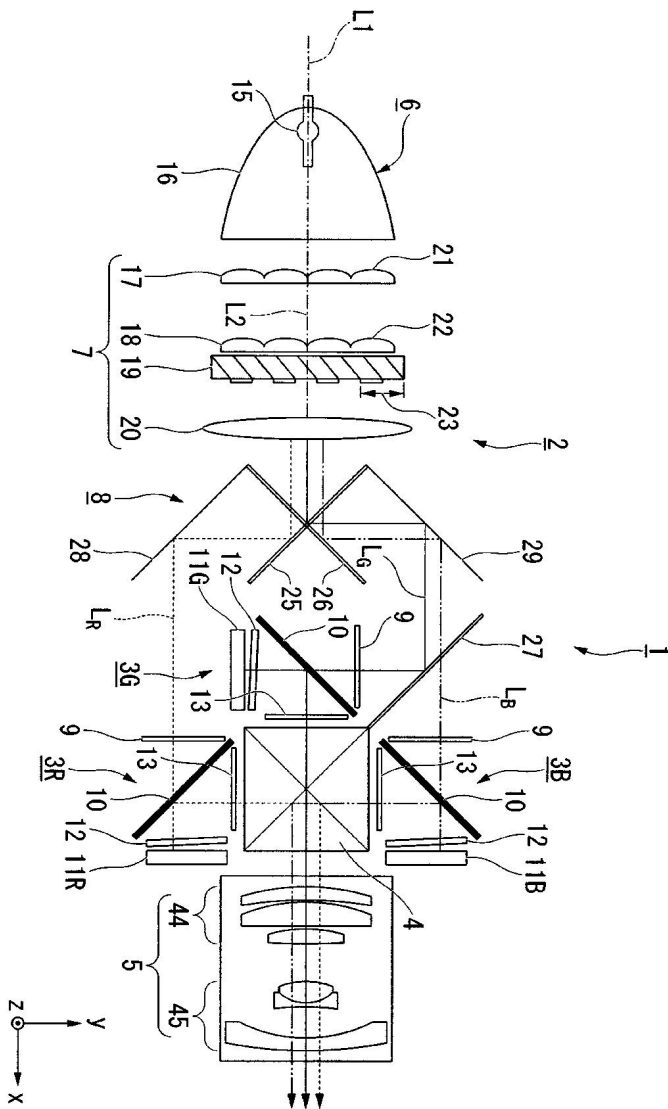
부호의 설명

- [0095] 1 : 프로젝터
- 2 : 조명 장치
- 3R, 3G, 3B : 액정 라이트 밸브
- 4 : 색 합성 소자(색 합성 광학계)
- 5 : 투사 광학계
- 11R, 11G, 11B : 액정 셀

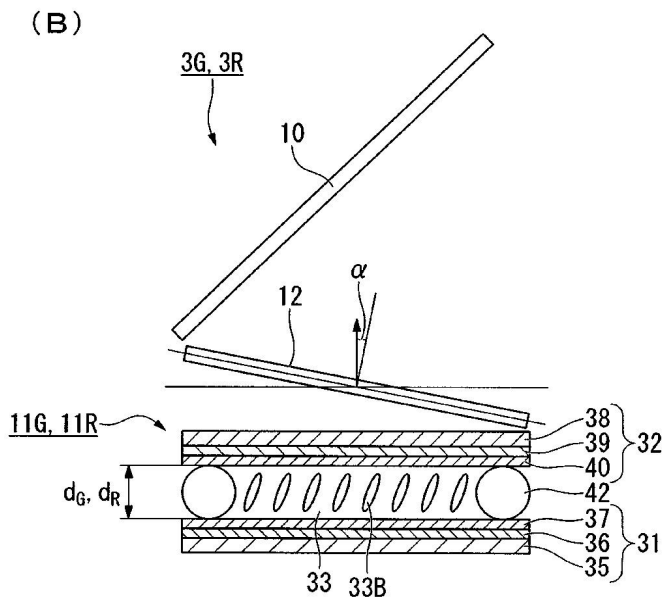
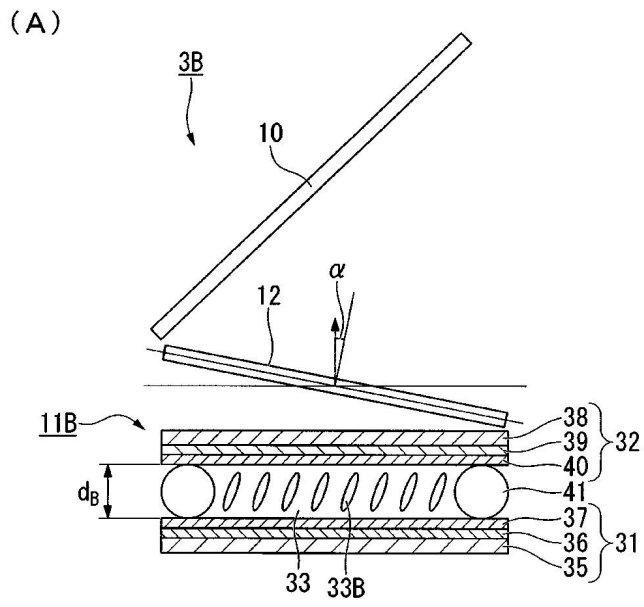
- 31 : TFT 어레이 기판
- 32 : 대향 기판
- 33 : 액정층
- 36 : 화소 전극
- 39 : 공통 전극
- 47, 48 : 절연막

도면

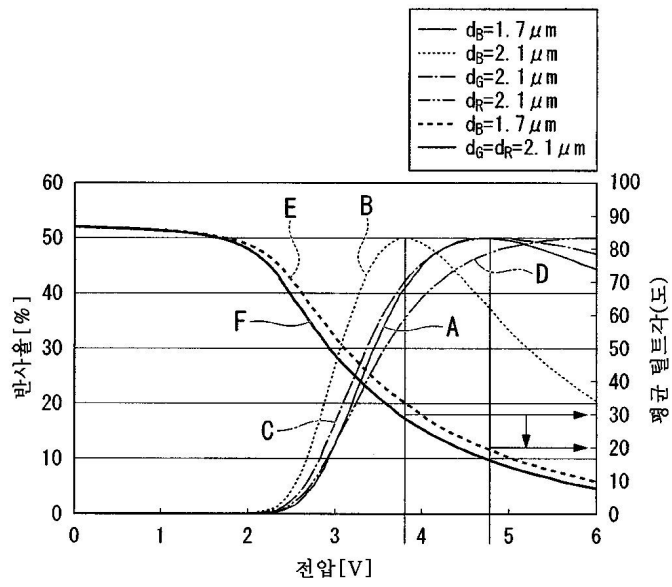
도면1



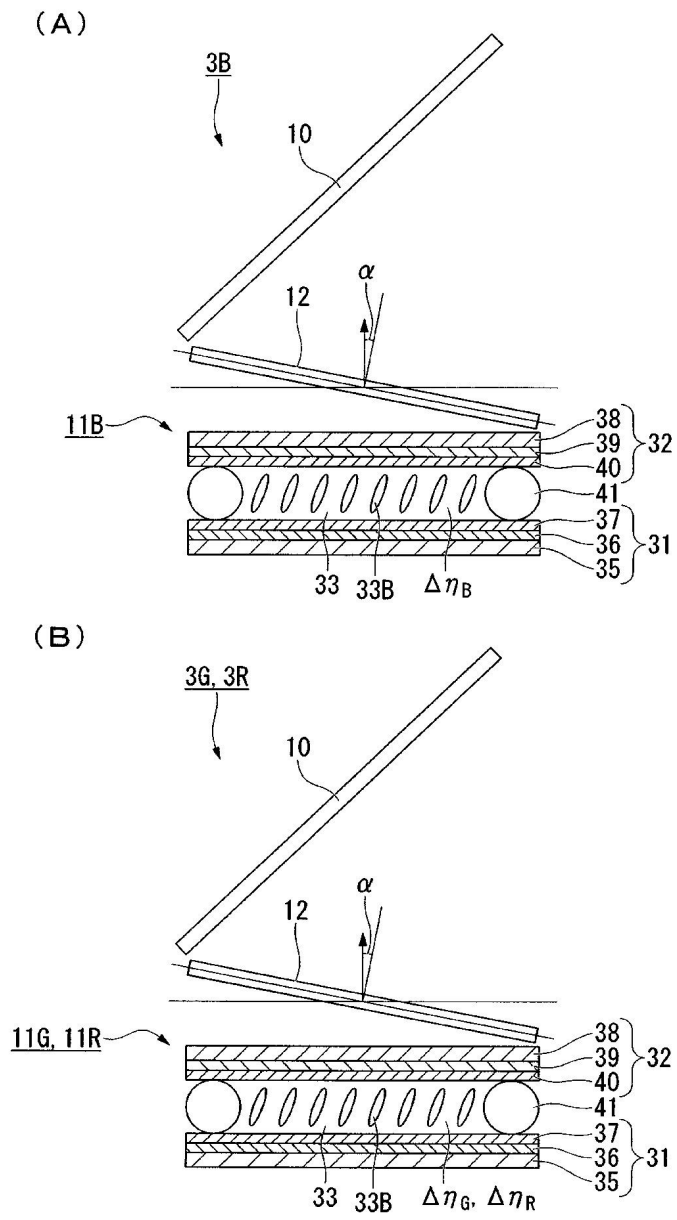
도면2



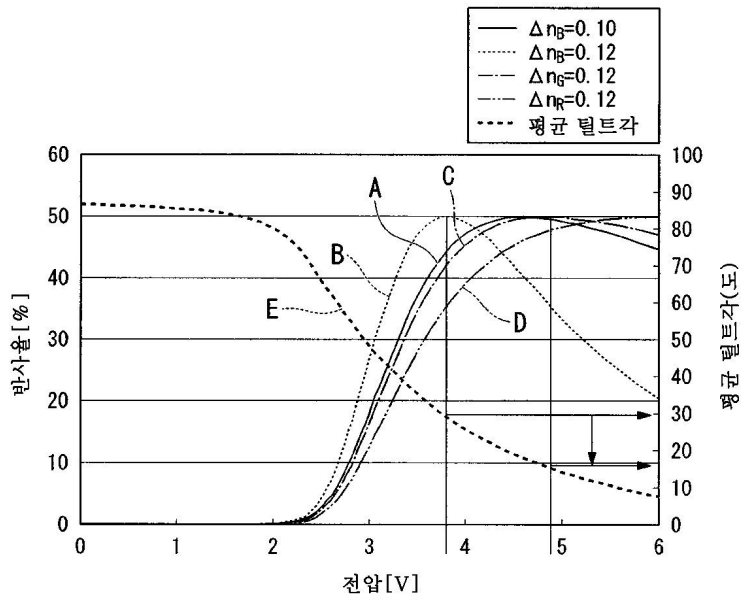
도면3



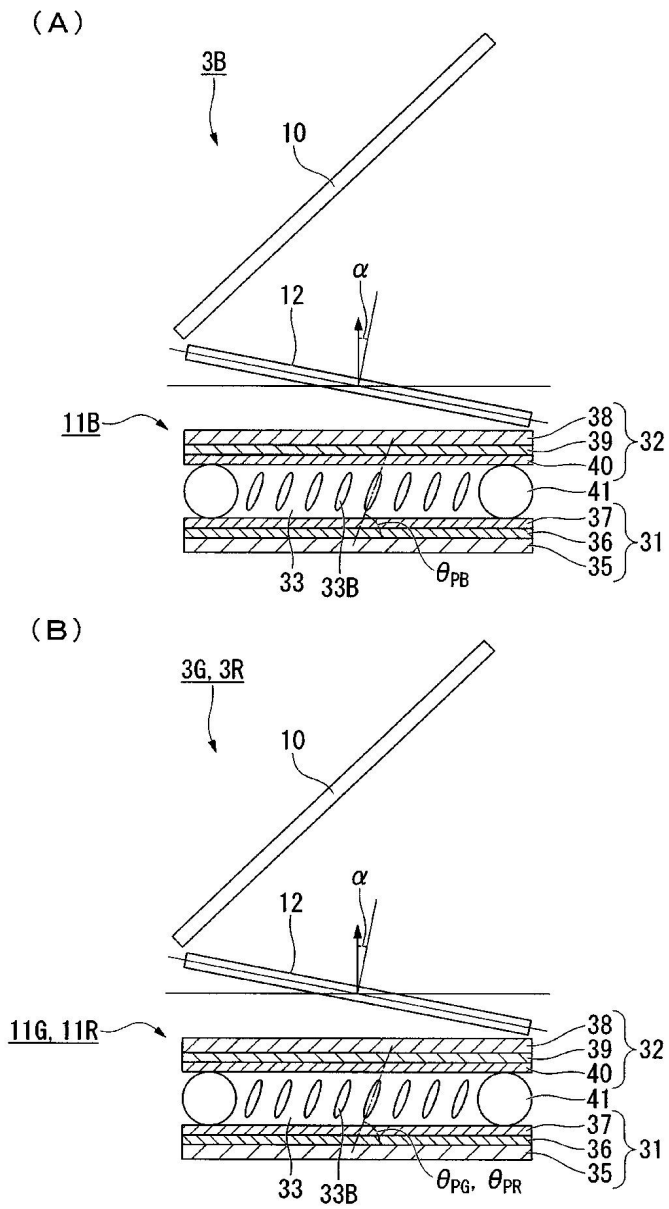
도면4



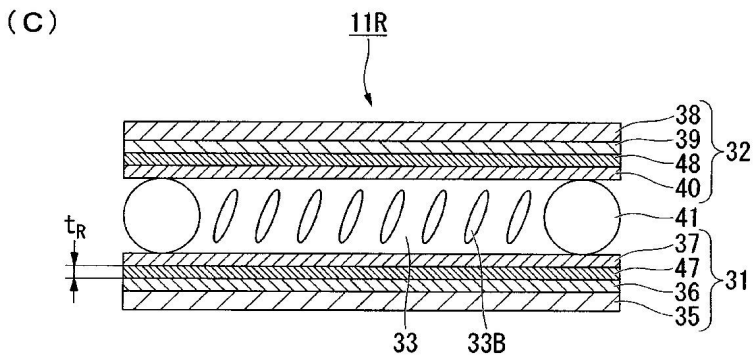
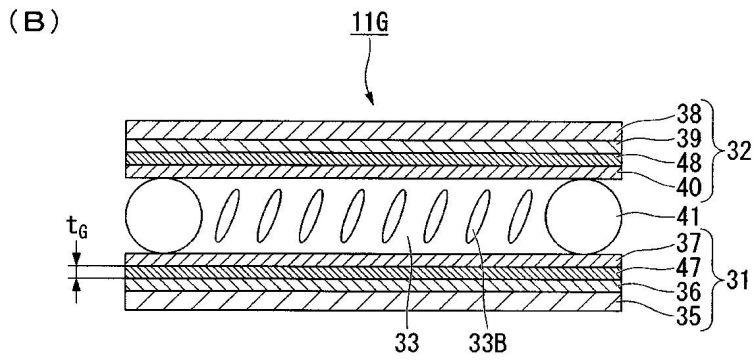
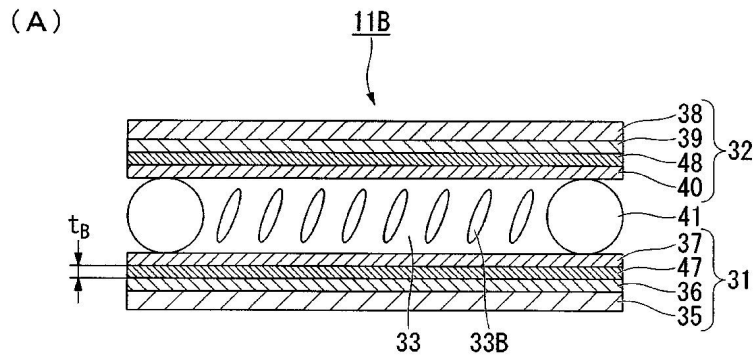
도면5



도면6



도면7



도면8

