

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4928131号
(P4928131)

(45) 発行日 平成24年5月9日(2012.5.9)

(24) 登録日 平成24年2月17日(2012.2.17)

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| GO3B 21/14 (2006.01) | GO3B 21/14 A |
| GO2F 1/13357 (2006.01) | GO2F 1/13357 |
| GO2F 1/1335 (2006.01) | GO2F 1/1335 |
| GO2B 5/30 (2006.01) | GO2F 1/1335 500 |
| | GO2F 1/1335 510 |

請求項の数 4 (全 13 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2006-32119 (P2006-32119) | (73) 特許権者 | 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (22) 出願日 | 平成18年2月9日(2006.2.9) | (74) 代理人 | 100110412 弁理士 藤元 亮輔 |
| (65) 公開番号 | 特開2007-212733 (P2007-212733A) | (74) 代理人 | 100104628 弁理士 水本 敦也 |
| (43) 公開日 | 平成19年8月23日(2007.8.23) | (72) 発明者 | 高橋 真 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成21年2月5日(2009.2.5) | 審査官 | 榎本 吉孝 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学系および画像投射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

偏光分離膜と波長板を備え、光源からの無偏光光を所定の偏光光に変換する偏光変換素子を含む照明光学系であって、

前記偏光変換素子よりも光源側に配置され、紫外光および赤外光を反射する第1のフィルタと、

前記偏光変換素子よりも光源側に配置され、紫外光を反射する第2のフィルタと、

前記偏光変換素子よりも光源側に配置され、紫外光を吸収する第3のフィルタを有し、

400nm以上420nm以下に存在する前記光源の輝線のピーク波長を λ_0 、

λ_0 と440nmとの間の波長であって、440nmよりも λ_0 に近い波長を λ_L 、

前記第1、第2、第3のフィルタの紫外光に対する透過率が、波長の短波長側から長波長側への変化とともに50%より低い側から高い側に変化する波長領域において、50%になる波長をカット波長とし、

前記第1のフィルタのカット波長を A 、

前記第2のフィルタのカット波長を B 、

前記第3のフィルタのカット波長を C とするとき、

$$\lambda_L < A < B < 440 \text{ nm}$$

$$\lambda_0 < C < B < 440 \text{ nm}$$

を満足し、

前記第3のフィルタは、前記第1および前記第2のフィルタよりも前記偏光変換素子側

に配置されることを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の照明光学系と、
前記照明光学系からの光を光変調素子に導き、前記光変調素子からの光を投射する投射光学系を有することを特徴とする光学系。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の光学系を用いて画像を投射することを特徴とする画像投射装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の画像投射装置と、
前記画像投射装置に画像情報を供給する画像供給装置を有することを特徴とする画像表示システム。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶プロジェクタ等の画像投影装置に用いられる照明光学系に関し、特に光源から偏光変換素子に至る光のうち紫外域光等の余分光を除去することができる照明光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

画像投射装置によってより明るい画像を投射するためには、光源の高輝度化や光束の高密度化が必要である。但し、これらに伴い、光源から発せられる紫外域光や赤外域光による装置内の光学部品の劣化が増加する。 20

【0003】

このような光学部品の負担を軽減するために、特許文献 1 には、2枚のフィルタを用いて、紫外域や赤外域の余分光を除去する方法が開示されている。

【0004】

具体的には、光源と液晶パネルの間（光源とダイクロイックミラーとの間）に、紫外域から可視域の一部に至る帯域の光および赤外域光を除去するUVIRフィルタが配置される。さらに、UVIRフィルタと液晶パネル（青色光路上の液晶パネル）との間に紫外域から可視域の一部に至る帯域の光を除去するUV吸収フィルタが配置される。 30

【0005】

光源からの光のうち紫外域から可視域の一部に至る帯域の光および赤外域光は、UVIRフィルタによって除去される。その後、UVIRフィルタで除去されなかった紫外域光は、UV吸収フィルタによって除去される。これにより、UV吸収フィルタよりも後方に配置されている液晶パネル等の光学部品の劣化を軽減することができる。

【特許文献 1】特開平 08 - 314012 号公報（段落 0016 ~ 0022、図 1 等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

反射型液晶パネルを用いたプロジェクタ等では、偏光状態による色分離や色合成が行われる。このため、光源からの光を色分解合成光学系に導く前に、偏光変換素子と称される光学部品を用いて、光源からの無偏光光を所定の直線偏光に揃えることが多い。偏光変換素子は、多層膜によって形成された偏光分離膜を有する偏光ビームスプリッタと 1/2 波長板とによって構成される。 40

【0007】

しかしながら、光源の高輝度化に伴い、従来問題視されていなかった偏光変換素子の偏光分離膜の耐久性が問題となってきている。偏光変換素子は光源の近くに配置され、さらに光束分割および集光機能を有するレンズアレイとともに用いられることが多い。このため、偏光変換素子は、集光度が高く強い光にさらされることになり、その偏光分離膜が劣化し易い。 50

【0008】

特に、光源として用いられている高圧水銀灯は、紫外域に隣接する400～430nmの領域に輝線ピークを有しており、多くの紫外域光を放射する。

【0009】

前述した特許文献1では、UVIRフィルタとして反射型フィルタが用いられている。しかしながら、反射型フィルタは、何層もの膜を積層した構造を有するため、カット波長にばらつき（個体差）がある。この結果、光学部品への紫外域光や赤外域光の照射量にもばらつきが生じるという欠点がある。

【0010】

本発明は、光源からの余分光による偏光変換素子の劣化を軽減することができるようにした照明光学系およびこれを用いた画像投射装置を提供することを目的の1つとしている。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の一側面としての照明光学系は、偏光分離膜と波長板を備え、光源からの無偏光を所定の偏光光に変換する偏光変換素子を含む照明光学系であって、前記偏光変換素子よりも光源側に配置され、紫外光および赤外光を反射する第1のフィルタと、前記偏光変換素子よりも光源側に配置され、紫外光を反射する第2のフィルタと、前記偏光変換素子よりも光源側に配置され、紫外光を吸収する第3のフィルタを有し、

400nm以上420nm以下に存在する前記光源の輝線のピーク波長を λ_0 、 λ_0 と440nmとの間の波長であって、440nmよりも λ_0 に近い波長を λ_L 、前記第1、第2、第3のフィルタの紫外光に対する透過率が、波長の短波長側から長波長側への変化とともに50%より低い側から高い側に変化する波長領域において、50%になる波長をカット波長とし、

20

前記第1のフィルタのカット波長を A 、

前記第2のフィルタのカット波長を B 、

前記第3のフィルタのカット波長を C とすると、

$$\lambda_L < A < B < 440 \text{ nm}$$

$$\lambda_0 < C < B < 440 \text{ nm}$$

を満足し、

30

前記第3のフィルタは、前記第1および前記第2のフィルタよりも前記偏光変換素子側に配置されることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、光源から偏光変換素子に入射する光に含まれる余分光を効果的に除去できるので、偏光変換素子の劣化を安定的に軽減することができる。この結果、より明るい画像を投射でき、しかも長期にわたって高い信頼性を維持できる画像投射装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

40

【0015】

図1Aには、本発明の実施例である液晶プロジェクタ（画像投射装置）の光学構成を示す。

【0016】

図1Aにおいて、1は高圧水銀灯等を発光管と該発光管からの光束を所定方向への平行光束に変換するリフレクタとにより構成される光源である。ここで、高圧水銀灯のスペクトルを図2に示す。図2に示すように、高圧水銀灯からの光は、407nm付近に輝線ピーク波長 λ_0 を有する。

【0017】

50

図1Aにおいて、2, 3は光源1からの光束を複数の光束に分割する第1レンズアレイおよび第2レンズアレイである。

【0018】

4は光源1からの無偏光光を所定の偏光方向を有する直線偏光光に変換する偏光変換素子である。図1Bには、偏光変換素子4の構成例を示す。4aは誘電体多層膜によって形成された偏光分離膜である。該偏光分離膜4aは、S偏光を反射し、P偏光を透過する特性を有する。4bは反射面である。偏光変換素子4における入射側の面のうち偏光分離膜4aへの入射開口以外の部分には、遮光板4dが設けられている。また、射出側の面のうち偏光分離膜4aを透過した光の射出開口には、1/2波長板4cが配置されている。これら偏光分離膜4a、反射板4b、1/2波長板4cおよび遮光板4dによって偏光変換セルが構成され、該偏光変換セルが第2レンズアレイ3のレンズセル列に対応して配列されることにより、偏光変換素子4が構成される。

10

【0019】

入射開口から入射した無偏光光のうちS偏光成分は、偏光分離膜4aで反射した後、反射面4bで反射して偏光変換素子4から射出する。一方、入射開口から入射した無偏光光のうちP偏光成分は、偏光分離膜4aを透過した後、1/2波長板4cによってその偏光方向が90°回転されてS偏光として射出する。こうして、光源1(第2レンズアレイ3)からの無偏光光がすべてS偏光光に変換される。なお、偏光変換素子4を、無偏光光をP偏光光に変換するよう偏光分離膜4aの特性を変えてもよい。

【0020】

20

5は第1および第2レンズアレイ2, 3で分割された各光束を光変調素子としての反射型液晶パネル7~9上にて重ね合わせるコンデンサーレンズである。光源1からコンデンサーレンズ5までの光学素子によって照明光学系が構成される。

【0021】

照明光学系からの光はダイクロイックミラーに入射する。ダイクロイックミラー6は、青(B: 430~500nm)の光、赤(R: 600~650nm)の光、緑(G: 500~600nm)の光のうち第1の光を反射し、他の第2および第3の光を透過する特性を有する。

【0022】

10, 11, 12はそれぞれ偏光分離膜を有する第1、第2および第3偏光ビームスプリッタである。なお、以下に説明する各偏光ビームスプリッタでの色分離および色合成は、光の偏光方向に応じた偏光分離膜での反射作用と透過作用によって行われる。また、第2偏光ビームスプリッタ11にこのような色分離および色合成を行わせるために、第2偏光ビームスプリッタ11における光源側と投射レンズ側とはそれぞれ、特定色の光の偏光方向を90度回転させる色選択性位相差板(図示せず)が配置されている。但し、以下の説明では、偏光方向についての説明は省略する。第1、第2および第3偏光ビームスプリッタ10, 11, 12および上記色選択性位相差板等によって色分解合成光学系が構成される。

30

【0023】

第1の光は第1偏光ビームスプリッタ10の偏光分離膜を透過し、反射型液晶パネル7に入射する。ここで、本実施例のプロジェクトに搭載されている液晶駆動回路20には、パーソナルコンピュータ、DVDプレーヤ、テレビチューナ等の画像供給装置30が接続されている。液晶駆動回路20は、画像供給装置30から入力された画像(映像)情報に基づいて各反射型液晶パネルを駆動し、これらに各色用の原画を形成させる。これにより、各反射型液晶パネルに入射した光は、反射されるとともに原画に応じて変調(画像変調)される。

40

【0024】

反射型液晶パネル7によって反射および画像変調された第1の光は、再び第1偏光ビームスプリッタ10に入射する。そして、第1偏光ビームスプリッタ10の偏光分離膜で反射し、第3偏光ビームスプリッタ12に入射する。該第1の光は、第3偏光ビームスプリ

50

ッタ 1 2 の偏光分離膜で反射されて投射レンズ 1 3 に向かう。

【 0 0 2 5 】

一方、ダイクロイックミラー 6 を透過した第 2 の光は第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 の偏光分離膜で反射し、反射型液晶パネル 8 によって反射および画像変調されて再び第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 に入射する。そして、第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 の偏光分離膜を透過し、第 3 偏光ビームスプリッタ 1 2 に入射する。該第 2 の光は、第 3 偏光ビームスプリッタ 1 2 の偏光分離膜を透過して投射レンズ 1 3 に向かう。

【 0 0 2 6 】

また、ダイクロイックミラー 6 を透過した第 3 の光は第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 の偏光分離膜を透過し、反射型液晶パネル 9 によって反射および画像変調されて再び第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 に入射する。ここで、前述の第 3 の光は、不図示の色選択性位相差板（特開 2 0 0 2 - 3 5 7 7 0 8 号公報のリターダスタック）によって第 3 光のみの偏光方向を 9 0 度回された状態で第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 に入射する。そして、第 2 偏光ビームスプリッタ 1 1 の偏光分離膜で反射して、第 3 偏光ビームスプリッタ 1 2 に入射する。該第 3 の光は、第 3 偏光ビームスプリッタ 1 2 の偏光分離膜を透過して投射レンズ 1 3 に向かう。ここで、第 2 偏光ビームスプリッタから出射した第 3 の光は、不図示の色選択性位相差板（特開 2 0 0 2 - 3 5 7 7 0 8 号公報のリターダスタック）によって第 3 光のみの偏光方向を 9 0 度回された状態で第 3 偏光ビームスプリッタ 1 1 に入射する。

【 0 0 2 7 】

第 3 偏光ビームスプリッタ 1 3 で色合成された第 1 から第 3 の光（カラー画像）は、投射レンズ 1 3 によって不図示のスクリーン等の被投射面に投射される。

【 0 0 2 8 】

以上のように構成されるプロジェクタにおいて、照明光学系のうち光源 1 と偏光変換素子 4 との間には、フィルタ A 1 4 とフィルタ B 1 5 とフィルタ C 1 6 とが、光源側からこの順で配置されている。

【 0 0 2 9 】

フィルタ A（第 3 のフィルタ）1 4 は、第 1 レンズアレイ 2 における光源側とは反対側（偏光変換素子側）の面に蒸着されている。該フィルタ A 1 4 は、図 3 に示すような U V I R 反射特性を有し、プロジェクタにおいて投射光として有効に使用することができない余分な紫外域光および赤外域光を大まかに除去する働きを有する。

【 0 0 3 0 】

フィルタ B（第 1 のフィルタ）1 5 は、後述するフィルタ C の光源側の面に蒸着されている。該フィルタ B 1 5 は、U V 反射特性を有し、青色の短波長側の波長を決める働きを有する。

【 0 0 3 1 】

フィルタ C（第 2 のフィルタ）1 6 は、U V 吸収特性を有するガラスにより構成された吸収フィルタである。該フィルタ C 1 6 は、偏光変換素子 4 よりも光源側に配置され、除去目的の余分光を少ない誤差で除去する。

【 0 0 3 2 】

これら 3 つのフィルタの光学的特性について、以下にさらに詳しく説明する。

【 0 0 3 3 】

フィルタ A 1 4 は、反射型フィルタであり、光源 1 からの光に含まれる紫外域から可視域の一部に至る帯域の光（以下、これをまとめて U V 光という）および赤外光域（以下、I R 光という）のうち、投射光として有効に使用できない余分光の一部を除去する。フィルタ A 1 4 は、図 4 に曲線 A で示す透過率特性を有し、カット波長 λ_A は 4 2 0 n m である。カット波長とは、該フィルタの U V 光に対する透過率が波長の増加とともに実質的 0 %（5 0 % より低い側）から実質的 1 0 0 %（5 0 % より高い側）に変化する波長領域において、該透過率が 5 0 % になる波長である。このことは、他のフィルタについても同じである。

【 0 0 3 4 】

フィルタA14は、1つのフィルタにおいてUV光とIR光の除去特性を併せ持つように設計されている。このため、図4に示すように、カット波長 λ_A のばらつきが図中A, Aのように約 $\pm 5 \text{ nm}$ と大きい。しかも、図中の領域Pで示す 5 nm の範囲では、曲線Aで示す透過率の変化が 3.5% とならぬのである。

【0035】

フィルタB15は、青色の短波長側の波長を決めるフィルタであり、反射型フィルタである。該フィルタB15は、図5に曲線Bで示す透過率特性を有し、カット波長 λ_B は 426 nm である。フィルタB15として、UV光の除去にのみ特化した反射型フィルタを用いることで、フィルタA14よりも波長のばらつきが少なく、図5中にB, Bで示すように $\pm 3 \text{ nm}$ 程度である。また、透過率が実質的 0% から実質的 100% へと変化する領域の波長範囲が $d_B = 15 \text{ nm}$ と、図4に示すフィルタA14の $d_A = 25 \text{ nm}$ よりも狭い。すなわち、フィルタB15は、フィルタA14に比べて、透過率変化が急峻である特性を有するため、色を決めるフィルタとして適している。

10

【0036】

フィルタC16はフィルタA14およびフィルタB15で除去しきれなかった余分光を除去する吸収型のフィルタであり、カット波長 λ_C は 418 nm である。フィルタC16は、図6に曲線Cで示す透過率特性を有する。フィルタC16は、吸収ガラスを用いて形成されており、その透過率特性はガラス基板の厚さで決まるため、他のフィルタのようにカット波長の大きなばらつきがない。このため、意図した波長帯の余分光を確実に除去することができる。

20

【0037】

次に、各フィルタの特性のばらつきによる影響について説明する。フィルタB15の設計中心波長のフィルタ特性（透過率特性）を、図7に曲線Bで示す。 $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ 付近の透過率は約 0.02% と低く抑えられている。

【0038】

また、カット波長 λ_B が短波長方向に 5 nm シフトしたときのフィルタB15の特性を、図7に曲線B'で示す。 $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ 付近の透過率は約 0.04% となり、設計中心波長のフィルタ特性に対して約2倍の漏れ光が発生することが分かる。

【0039】

図示はしていないが、フィルタA14の透過率も、カット波長 λ_A の短波長側へのシフトによって、フィルタB15と同様に増加する。紫外域から可視域の一部に至る波長域の余分光が最大になる場合は、フィルタA14, B15のカット波長 λ_A, λ_B が、設計中心値よりも短波長側に大きくシフトしてしまった場合である。具体的には、図8および図9に示すように、フィルタA14, B15のカット波長 λ_A, λ_B が、それぞれのフィルタの設計中心値に対して短波長側にシフトした曲線A、曲線B'で示す特性関係になっている状態である。なお、図9は、図8における領域H付近を拡大して示したものである。本実施例では、フィルタC16として吸収ガラスを用いているため、フィルタA, Bのカット波長が短波長側にシフトした場合でも、図9に曲線C'で示すように、フィルタC16には、膜特性のばらつきによるカット波長のシフトは生じない。したがって、フィルタA, Bの特性が曲線A, B'のようにシフトして、フィルタA, Bを透過する $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ 付近の余分光（漏れ光）が増加しても、フィルタCで確実に該漏れ光を除去することができる。

30

40

【0040】

図10には、実際にUV反射フィルタB15のカット波長が短波長側にシフトしたときのUV吸収フィルタC16の効果を示す。図中の曲線Dは、UV吸収フィルタC16を用いない場合の漏れ光の量を、曲線Eは、UV吸収フィルタC16を用いた場合の漏れ光の量を示している。 $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ で比較すると、曲線Dでは 0.05% の透過率に対して、曲線Eでは 0.0002% となり、漏れ光が大幅に低減されている。

【0041】

次に、各フィルタのカット波長の関係について説明する。

50

【 0 0 4 2 】

UVIR反射フィルタAのカット波長 $\lambda_A = 420 \text{ nm}$ は、高圧水銀灯の輝線ピーク波長 $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ から 440 nm までの幅 $= 33 \text{ nm}$ のほぼ $1/4$ (8 nm) だけ λ_0 から長波長側にシフトした波長 $\lambda_L = 415 \text{ nm}$ よりも長波長側に設定する。これにより、 λ_0 におけるUVIR反射フィルタAの透過率は、 $\lambda_A = 420 \text{ nm}$ のときに2%以下、 $\lambda_A = 415 \text{ nm}$ のときに6%以下となり、漏れ光の量を設計値に対して3倍程度まで抑えることができる。

【 0 0 4 3 】

また、UVIR反射フィルタAのカット波長 $\lambda_A = 420 \text{ nm}$ は、青色の短波長側の波長を決めているUV反射フィルタBのカット波長 $\lambda_B = 426 \text{ nm}$ よりも短波長側に設定する。これは、UVIR反射フィルタAが複数層の膜を積層した構造であるために、UV反射フィルタBに対して透過率変化がなだらかな特性を有することに起因する。すなわち、両反射フィルタのカット波長を同じに設定した場合には、UV反射フィルタBに比べて 440 nm 付近でのUVIR反射フィルタAの透過率が低くなってしまいうためである。

10

【 0 0 4 4 】

例えば、図11に示すように、曲線Bの特性を有するUV反射フィルタBの、カット波長 $\lambda_B = 426 \text{ nm}$ の条件での 433 nm における透過率は 98.5% である。これに対し、曲線Aの特性を有するUVIR反射フィルタAの、カット波長 $\lambda_A = 426 \text{ nm}$ での 433 nm における透過率は 91% と大きく低下する。なお、図11は、図8の領域Iに相当する領域を拡大して示したものである。

20

【 0 0 4 5 】

また、UV反射フィルタBのカット波長 $\lambda_B = 426 \text{ nm}$ は、 440 nm より短波長側に設定する。これは、 λ_B が 440 nm 以上になると、青色を決めるために大きく関与する 440 nm での透過率が 50% 以下に低下してしまうためである。

【 0 0 4 6 】

UV吸収フィルタCのカット波長 $\lambda_C = 418 \text{ nm}$ は、高圧水銀灯が持つ輝線のピーク波長 $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ と、プロジェクタにおいて青色の短波長側の波長を決めているUV反射フィルタBのカット波長 $\lambda_B = 426 \text{ nm}$ との間に設定する。これは、UV吸収フィルタCのカット波長 $\lambda_C = 418 \text{ nm}$ を輝線ピーク波長 $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ よりも短波長側に設定すると、該フィルタCの $\lambda_0 = 407 \text{ nm}$ での透過率が 50% 以上となり、余分光である輝線の漏れ光を 50% 以下しか除去できないためである。

30

【 0 0 4 7 】

また、UV吸収フィルタCのカット波長 $\lambda_C = 418 \text{ nm}$ をUV反射フィルタBのカット波長 $\lambda_B = 426 \text{ nm}$ よりも長波長側に設定した場合は以下の理由により好ましくない。図11から分かるように、曲線Bの特性を有するUV反射フィルタBの、カット波長 $\lambda_B = 426 \text{ nm}$ の条件での 433 nm における透過率は 98.5% である。これに対し、曲線Cの特性を有するUV吸収フィルタCの、カット波長 $\lambda_C = 426 \text{ nm}$ の条件での 433 nm における透過率は 94% と大きく低下する。これでは、 430 nm 付近での透過率を十分に確保することができない。

【 0 0 4 8 】

以上の説明をまとめると、以下のような条件を得ることができる。

40

【 0 0 4 9 】

条件1 .

UVIR反射フィルタA14のカット波長 λ_A は、 $400 \sim 420 \text{ nm}$ 付近に存在する光源である高圧水銀灯の輝線のピーク波長 λ_0 に対して、 440 nm に対してよりも近い波長に設定する。より具体的には、波長 λ_0 から 440 nm までの幅のほぼ $1/4$ だけ λ_0 から長波長にシフトした波長 λ_L よりも長波長側に設定する。これにより λ_0 における透過率を抑えることができる。

【 0 0 5 0 】

条件2 .

50

UVIR反射フィルタA14のカット波長 λ_A は、プロジェクタにおける青色の短波長側を決めているUV反射フィルタB15のカット波長 λ_B よりも短波長側に設定する。これは、フィルタA14はフィルタB15に対してなだらかな透過特性を持ち、両フィルタのカット波長を同じにした場合にフィルタA14の430nm付近の透過率がフィルタB15に比べて低くなるので、これを回避するためである。

【0051】

条件3.

UV反射フィルタB15のカット波長 λ_B は、440nmより短波長側に設定する。これは、カット波長 λ_B が440nm以上になったときに、440nmにおける透過率が50%以下に低下することを回避するためである。

10

【0052】

条件4.

UV吸収フィルタC16のカット波長 λ_C は、光源である高圧水銀灯が400~420nm付近に持つ輝線のピーク波長 λ_0 とプロジェクタの青色の短波長側を決めているUV反射フィルタB15のカット波長 λ_B との間に設定する。これは、フィルタC16のカット波長 λ_C を λ_0 より短波長側に設定すると、 λ_0 における透過率が50%以上となり、余分光である輝線の漏れ光を50%以下しか除去することができないので、これを回避するためである。さらに、フィルタC15のカット波長 λ_C をフィルタB15のカット波長 λ_B より長波長側に設定すると、430nm付近での透過率を十分に確保することができないので、十分な透過率を確保するためである。

20

【0053】

そして、これらの条件をもとに、以下のような条件式を導くことができる。

【0054】

UVIRフィルタA14のカット波長： λ_A

UV反射フィルタB15のカット波長： λ_B

UV吸収フィルタC16のカット波長： λ_C

400nm以上420nm以下の波長領域（例えば、高圧水銀灯では407nm付近）に存在する光源の輝線ピーク波長： λ_0

λ_0 と440nmとの間の波長であって、440nmに対してよりも λ_0 に対して近い（ λ_0 と440nmの幅若しくは間隔のほぼ1/4だけ λ_0 より長波長側にある）波長

30

： λ_L
とするとき、

$$\lambda_L < \lambda_A < \lambda_B < 440 \text{ nm} \quad \dots (1)$$

$$\lambda_0 < \lambda_C < \lambda_B < 440 \text{ nm} \quad \dots (2)$$

【0055】

以上の条件を満たすことで、使用する青色光の損失を少なくしつつ、偏光変換素子4に入射する余分光を安定的に、すなわちばらつきなく低減させることができる。この結果、偏光変換素子、さらにはそれ以降の光学部品の劣化を抑え、長期間にわたって信頼性の高いプロジェクタを実現することができる。

【0056】

さらに以下の条件も満たすことが望ましい。

40

【0057】

条件5.

UV吸収フィルタC16は、除去すべき波長のエネルギーを該フィルタ自体が吸収して除去するため、反射型フィルタと比較して透過率の劣化や破損が生じやすい。このため、特に、超高輝度タイプのプロジェクタにおいては、上記3つのフィルタA14, B15, C16のうちフィルタC16を光源から最も遠い位置、言い換えれば偏光変換素子4に最も近い位置に配置するとよい。これにより、吸収フィルタC16自体の劣化を少なくすることができ、さらに信頼性の高いプロジェクタを実現することができる。他の2つのフィルタA14, B15の順序はこの順でもよいし、逆の順序でもよい。

50

【0058】

上記実施例では、UVIR反射フィルタA14、UV反射フィルタB15およびUV吸収フィルタC16の3つを使用する場合について説明した。しかし、IR光除去のためのフィルタが独立して設けられていたりUV吸収フィルタC16の熱負担が問題とならなかつたりするような場合は以下の条件式を満足するようにしてもよい。

【0059】

$$L < B < 440 \text{ nm} \quad \dots (1)$$

$$0 < C < B < 440 \text{ nm} \quad \dots (2)$$

の条件下でフィルタB, Cのカット波長 B , C を設定してもよい。

【0060】

以上説明した実施例において説明した具体的なカット波長やフィルタ特性は例にすぎず、本発明はこれらに限定されない。

【0061】

また、本発明において、プロジェクタにおける偏光変換素子以降の光学構成は、図1Aに示したものに限定されない。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1A】本発明の実施例である液晶プロジェクタの光学構成図。

【図1B】実施例のプロジェクタの照明光学系に用いられる偏光変換素子の概略構成図。

【図2】実施例のプロジェクタの光源である高圧水銀灯の発光スペクトルを示す図。

【図3】実施例におけるUVIR反射フィルタの光学特性図。

【図4】実施例におけるUVIR反射フィルタの光学特性図。

【図5】実施例におけるUV反射フィルタの光学特性図。

【図6】実施例におけるUV吸収フィルタの光学特性図。

【図7】実施例におけるUV反射フィルタのカット波長のばらつきによる透過率変化の様子を示す図。

【図8】実施例における各フィルタの特性のばらつきを示す図。

【図9】実施例における各フィルタの特性のばらつきを示す図。

【図10】実施例におけるUV反射フィルタのカット波長が短波長側にシフトしたときのUV吸収フィルタの効果を示す図。

【図11】実施例における各フィルタのカット波長が最も長波長側に設定されたときの透過率を示す図。

【符号の説明】

【0063】

1 光源

2, 3 第一、第二のアレイレンズ

4 偏光変換素子

5 コンデンサーレンズ

6 ダイクロイックミラー

7, 8, 9 反射型液晶パネル

10, 11, 12 偏光ビームスプリッタ

13 投射レンズ

A, A', A'', A''' フィルタAの光学特性曲線

B, B', B'' フィルタBの光学特性曲線

C, C', C'', C''' フィルタCの光学特性曲線

D, E 漏れ光特性曲線

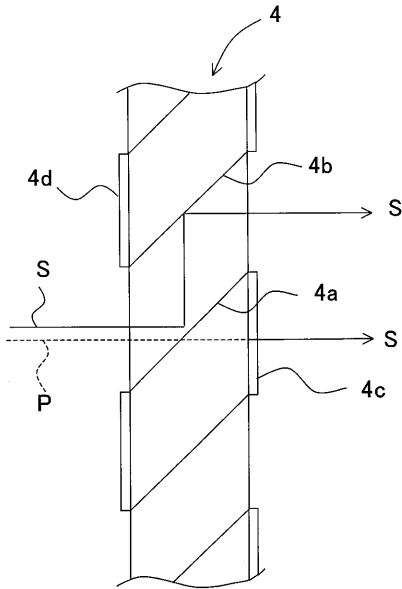
10

20

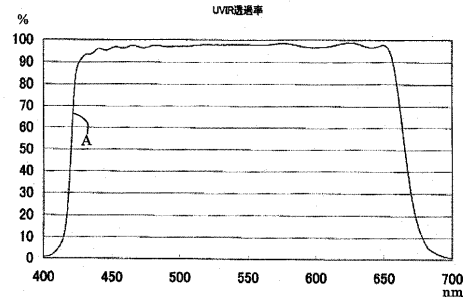
30

40

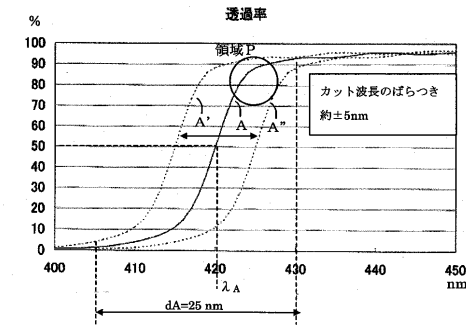
【図1B】



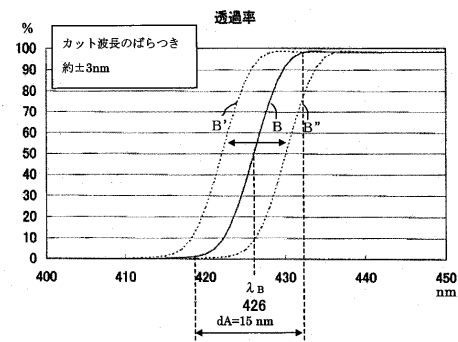
【図3】



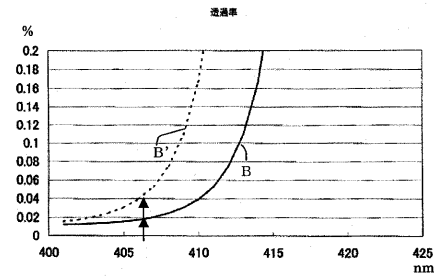
【図4】



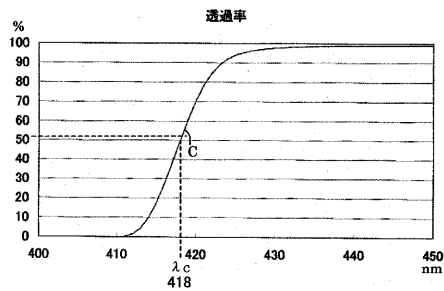
【図5】



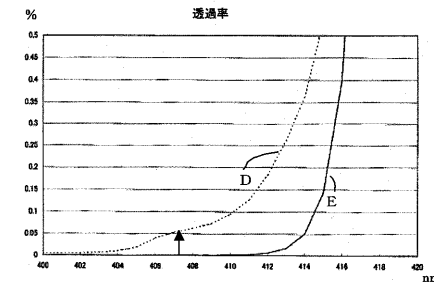
【図7】



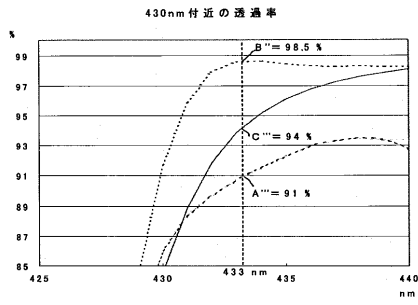
【図6】



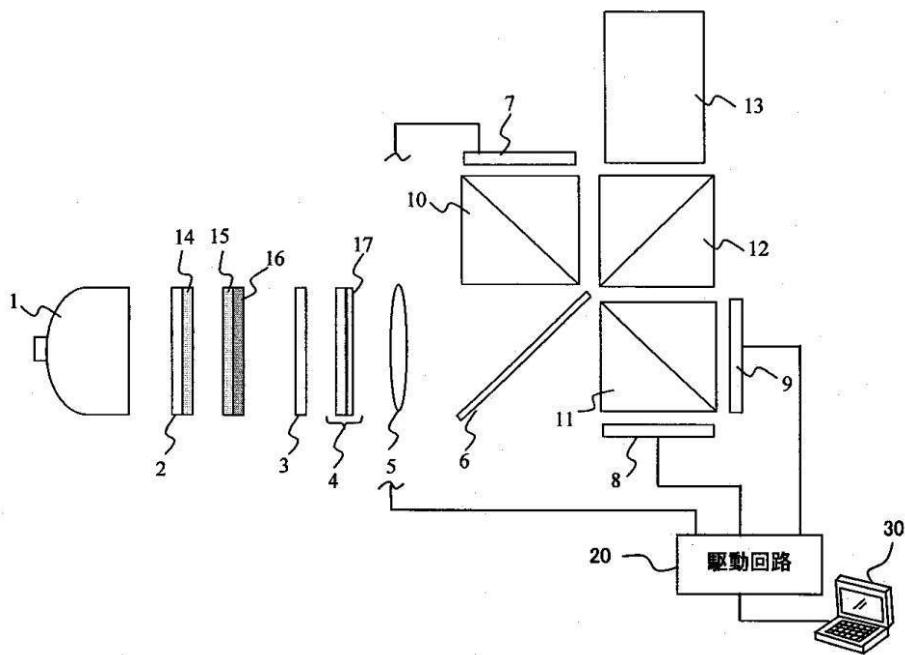
【図10】



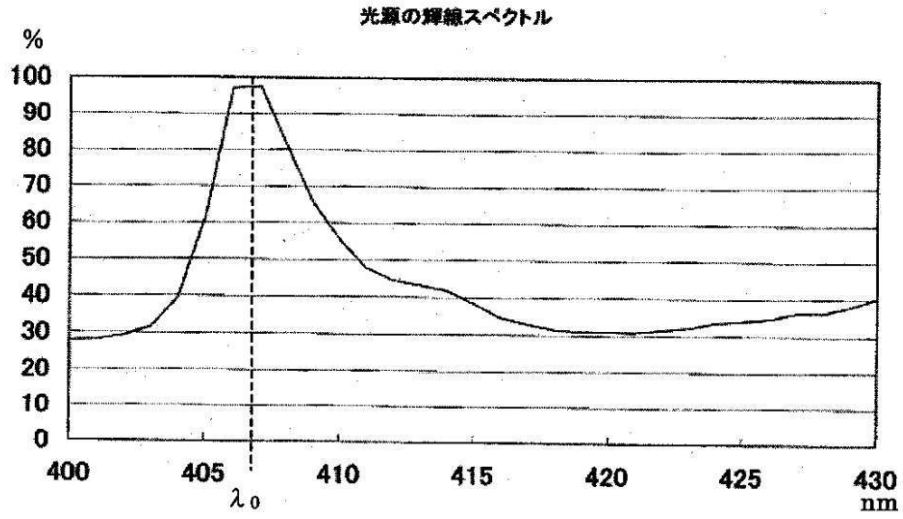
【図11】



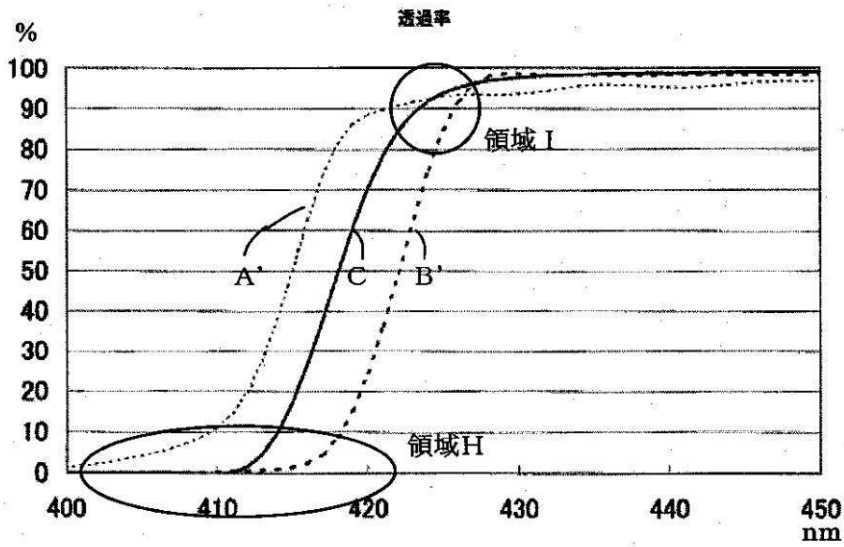
【図1A】



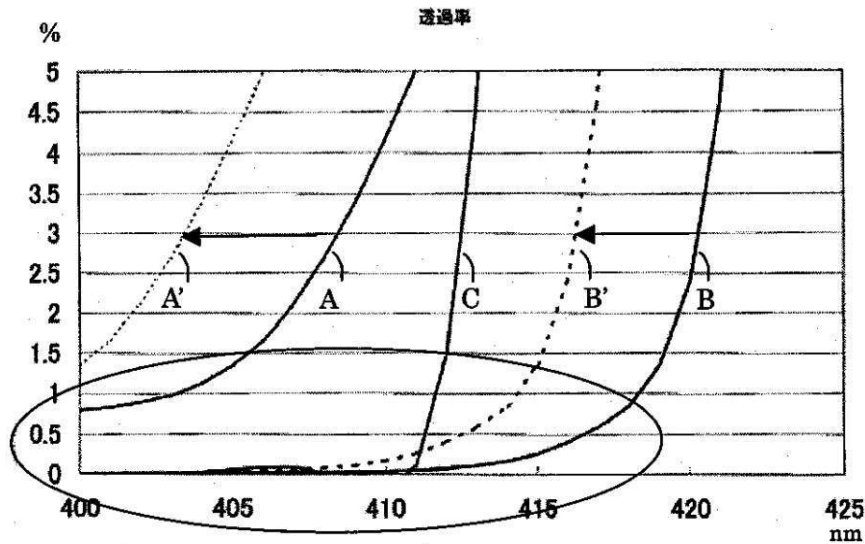
【 図 2 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 2 B 5/30

(56)参考文献 特開2005-037564(JP,A)

特開2003-107242(JP,A)

特開2004-045990(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 6 4